

**JAHRESBERICHT**  
**2016/2017**

---

## Die Fraunhofer-Gesellschaft

---

Forschen für die Praxis ist die zentrale Aufgabe der Fraunhofer-Gesellschaft. Die 1949 gegründete Forschungsorganisation betreibt anwendungsorientierte Forschung zum Nutzen der Wirtschaft und zum Vorteil der Gesellschaft. Vertragspartner und Auftraggeber sind Industrie- und Dienstleistungsunternehmen sowie die öffentliche Hand.

Die Fraunhofer-Gesellschaft betreibt in Deutschland derzeit 69 Institute und Forschungseinrichtungen. 24 500 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, überwiegend mit natur- oder ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung, erarbeiten das jährliche Forschungsvolumen von 2,1 Milliarden Euro. Davon fallen 1,9 Milliarden Euro auf den Leistungsbereich Vertragsforschung. Mehr als 70 Prozent dieses Leistungsbereichs erwirtschaftet die Fraunhofer-Gesellschaft mit Aufträgen aus der Industrie und mit öffentlich finanzierten Forschungsprojekten. Knapp 30 Prozent werden von Bund und Ländern als Grundfinanzierung beigesteuert, damit die Institute Problemlösungen entwickeln können, die erst in fünf oder zehn Jahren für Wirtschaft und Gesellschaft aktuell werden.

Internationale Kooperationen mit exzellenten Forschungspartnern und innovativen Unternehmen weltweit sorgen für einen direkten Zugang zu den wichtigsten gegenwärtigen und zukünftigen Wissenschafts- und Wirtschaftsräumen.

Mit ihrer klaren Ausrichtung auf die angewandte Forschung und ihrer Fokussierung auf zukunftsrelevante Schlüsseltechnologien spielt die Fraunhofer-Gesellschaft eine zentrale Rolle im Innovationsprozess Deutschlands und Europas. Die Wirkung der angewandten Forschung geht über den direkten Nutzen für die Kunden hinaus: Mit ihrer Forschungs- und Entwicklungsarbeit tragen die Fraunhofer-Institute zur Wettbewerbsfähigkeit der Region, Deutschlands und Europas bei. Sie fördern Innovationen, stärken die technologische Leistungsfähigkeit, verbessern die Akzeptanz moderner Technik und sorgen für Aus- und Weiterbildung des dringend benötigten wissenschaftlich-technischen Nachwuchses.

Ihren Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern bietet die Fraunhofer-Gesellschaft die Möglichkeit zur fachlichen und persönlichen Entwicklung für anspruchsvolle Positionen in ihren Instituten, an Hochschulen, in Wirtschaft und Gesellschaft. Studierenden eröffnen sich aufgrund der praxisnahen Ausbildung und Erfahrung an Fraunhofer-Instituten hervorragende Einstiegs- und Entwicklungschancen in Unternehmen.

Namensgeber der als gemeinnützig anerkannten Fraunhofer-Gesellschaft ist der Münchner Gelehrte Joseph von Fraunhofer (1787–1826). Er war als Forscher, Erfinder und Unternehmer gleichermaßen erfolgreich.

[www.fraunhofer.de](http://www.fraunhofer.de)

---

# INHALT

---

2 VORWORT

5 AUS UNSERER FORSCHUNG

47 HIGHLIGHTS 2016/2017

55 DAS FRAUNHOFER IWU IM PROFIL

64 SERVICE

---

# VORWORT

---



Wie wollen wir in Zukunft leben? Wie wollen wir in Zukunft arbeiten? Wie gestalten wir die Mobilität der Zukunft? In diesen Fragen manifestieren sich gesamtgesellschaftliche Herausforderungen unserer Zeit. Um sie zu beantworten, braucht es ein neues Denken. In der Produktion gehen aktuelle Entwicklungen mit tiefgreifenden Markt- und Produktveränderungen einher und rücken die Digitalisierung in den Fokus. Es geht um eine ganzheitliche Betrachtung und Weiterentwicklung von Technologien, Prozessketten, Produktionsanlagen und ganzen Fabriken. Treibendes Ziel ist und bleibt dabei die energie- und ressourceneffiziente Produktion, das Leitthema des Fraunhofer IWU. Antworten auf die aktuellen Herausforderungen geben wir Ihnen in unserem Leitartikel »Produktionsforschung für die Zukunft«.

Ein wichtiger Meilenstein auf dem Weg zur Fabrik der Zukunft ist das kürzlich eröffnete Leistungszentrum »Smart Production«. Mit diesem wird ein profilbildendes Cluster zur Zusammenarbeit im Bereich der Produktions-, Werkstoff- und Leichtbauforschung sowie der Digitalisierung und Mikro-

elektronik etabliert. Ziel des gemeinsam mit der Technischen Universität Chemnitz und dem Fraunhofer ENAS koordinierten Leistungszentrums ist es, Entwicklungen für die digitale industrielle Produktion schnellstmöglich von der universitären und außeruniversitären Forschung in die Wirtschaft zu übertragen. Kleine und mittlere Unternehmen werden dabei aktiv einbezogen. Damit entsteht am Forschungs- und Wissenschaftsstandort Chemnitz ein neuartiger Innovationsraum, der die Wettbewerbsfähigkeit der Region weiter stärkt und mit internationaler Strahlkraft versieht.

Die Vernetzung mit internationalen Partnern ist auch künftig eine wichtige Säule bei der Ausrichtung unseres Instituts. Im September 2016 haben wir in Schweden gemeinsam mit der Königlich-Technischen Hochschule Stockholm, den Fraunhofer-Instituten IPT und ITWM sowie weiteren Partnern aus Forschung und Industrie mit dem »Powertrain Manufacturing for Heavy Vehicles Application Lab« ein Zentrum zur Entwicklung serienfähiger Technologien für Antriebsstrangkomponenten von Nutzfahrzeugen eröffnet.

Weitere Zentren, hier mit der Ausrichtung auf Entwicklungen im Bereich des automobilen Leichtbaus, entstehen im engen Schulterschluss mit internationalen Forschungs- und Industriepartnern im polnischen Opole und im indischen Chennai.

Mit der Einweihung des Neubaus für das Fraunhofer-Kunststoffzentrum Oberlausitz im Herbst 2016 in Zittau wurden beste Voraussetzungen geschaffen, um gemeinsam mit der hoch spezialisierten Kunststoffindustrie im Dreiländereck Tschechien, Polen und Deutschland noch intensiver an der Entwicklung und Erprobung von Leichtbautechnologien zu forschen. Der Standort Zittau bietet durch die Nähe zur Hochschule Zittau-Görlitz und zu den Universitäten in Liberec und Wrocław einmalige Chancen einer engen trinationalen Zusammenarbeit von Wissenschaft und Wirtschaft. In Wolfsburg eröffnete die öffentlich-private Partnerschaft »Open Hybrid LabFactory e. V.« ebenfalls 2016 ihren Leichtbau-Campus. Dort entwickeln wir auf Basis eines interdisziplinären Ansatzes gemeinsam mit den Fraunhofer-Instituten IFAM und WKI sowie einem Netz aus Wissenschaft und Industrie großserientaugliche Fertigungs- und Produktionstechnologien für die wirtschaftliche und ökologisch nachhaltige Herstellung hybrider Leichtbaukomponenten aus Metallen, Kunststoffen und textilen Strukturen.

Mit der Gründung der Fraunhofer-Einrichtung für Gießerei-, Composite und Verarbeitungstechnik IGCV zum 1. Juli 2016 in Augsburg konnten wir zudem unsere seit 2009 angegliederte Projektgruppe Ressourceneffiziente Mechatronische Verarbeitungsmaschinen RMV erfolgreich auf dem Weg zu einer eigenen Fraunhofer-Einrichtung begleiten. Den Kolleginnen und Kollegen des Fraunhofer IGCV wünschen wir viel Erfolg und alles Gute für ihre künftige Forschungsarbeit.

Ein Beispiel für die fruchtbare Zusammenarbeit in den Fraunhofer-Verbänden, -Allianzen und -Leitprojekten ist der 5. Kongress »Ressourceneffiziente Produktion«, zu dem der Fraunhofer-Verbund Produktion im März 2017 nach Leipzig geladen hatte. In dem vom Fraunhofer IWU organisierten Kongress standen unter dem Motto »Produktion mit Zukunft« vor allem die Ergebnisse des Fraunhofer-Leitprojekts »E<sup>3</sup>-Produktion« im Fokus, das mit der Veranstaltung erfolgreich abgeschlossen wurde. Im Jahr 2013 hatte die Fraunhofer-Gesellschaft unter Federführung des Fraunhofer IWU dieses erste Leitprojekt gestartet. Dreizehn Institute hatten darin ihre Kräfte gebündelt, um unter der Maxime »von maximalem Gewinn aus minimalem Kapitaleinsatz zu maximaler Wertschöpfung bei minimalem Ressourceneinsatz« den Weg in die industrielle Produktion der Zukunft zu ebnen. Neben den Beiträgen zum Kongress wurden die Ergebnisse auch in einer Abschlussbroschüre veröffentlicht.

Unsere erfolgreiche Jahresbilanz 2016/2017 wäre jedoch nicht möglich gewesen ohne unsere Projektpartner, Zuwendungsgeber, Projektträger und natürlich unsere Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. Gemeinsam mit ihnen und mehr als 550 Gästen haben wir am 12. Juli 2016 unter dem Motto »25 Jahre Ideenfabrik« das Jubiläum unseres Instituts mit einem festlichen wissenschaftlichen Symposium und einer sommerlichen Abendveranstaltung begangen. Das positive Feedback und die Glückwünsche sind uns zugleich Ansporn für die Zukunft.

Im vorliegenden Jahresbericht finden Sie einen Querschnitt ausgewählter Forschungsergebnisse und Aktivitäten unseres Instituts. Wir wünschen Ihnen eine interessante Lektüre.

Prof. W.-G. Drossel

Prof. D. Landgrebe

Prof. M. Putz

Institutsleitung



---

# AUS UNSERER FORSCHUNG

---

LEITARTIKEL

- 6 PRODUKTIONSFORSCHUNG FÜR DIE ZUKUNFT
  
- 11 GESCHÄFTSFELD FAHRZEUGPRODUKTION
  
- 21 GESCHÄFTSFELD ENTWICKLUNG UND FERTIGUNG VON ANTRIEBSKOMPONENTEN
  
- 31 GESCHÄFTSFELD WERKZEUG- UND FORMENBAU
  
- 41 GESCHÄFTSFELD MEDIZINTECHNIK

# PRODUKTIONSFORSCHUNG FÜR DIE ZUKUNFT

## **DAS FRAUNHOFER IWU ALS INNOVATIONSTREIBER FÜR EFFIZIENZGEWINN UND FLEXIBILISIERUNG IN DER PRODUKTION**

Die Intensität und Geschwindigkeit technologischer Umbrüche in der Industrie hat in den vergangenen Jahren enorm zugenommen. Ein aktuelles Beispiel, das unmittelbar die Forschungsfelder des Fraunhofer IWU berührt, ist der Wandel in der Automobilindustrie – vom Fahrzeuglieferanten zum Mobilitätsanbieter, vom Verbrennungsmotor mit fossilen Treibstoffen zum umweltgerechten alternativen Antriebssystem, vom Menschen am Lenkrad hin zum autonomen bzw. automatisierten Fahren. Die Veränderungen am Markt und damit am Produkt erfordern neue Technologien, Prozessketten, Produktionsanlagen und Fabriken und stellen traditionelle Wertschöpfungsnetze in Frage. Neben einzelnen Triggerinnovationen wie dem Maschinellen Lernen aus der Digitalisierung, den programmierbaren oder smarten Materialien aus der Werkstofftechnik und dem 3D-Druck aus der Fertigungstechnik werden disruptive Veränderungen vor allem durch die Fusion technologischer Entwicklungen verschiedener Domänen forciert. Diese können in der modernen Produktionswissenschaft deshalb nicht mehr getrennt voneinander betrachtet und erforscht werden. Erst ein daraus entstehendes kohärentes technisches Ökosystem bildet die Grundlage der individualisierten und flexibilisierten Produktion, mit der sich die Herausforderungen der Markt- und Produktveränderungen bewältigen lassen. Dieser Vision, der Smart Production, haben sich die drei Wissenschaftsbereiche des Fraunhofer-Instituts für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU verschrieben und verfolgen sie mit ihrer fachlichen Expertise durch die Symbiose technologischer Forschung unterschiedlicher Wissensgebiete in Projektinitiativen und Netzwerken.

## **Dreiklang aus Technologie, Digitalisierung und System unter dem Aspekt der Energie- und Ressourceneffizienz**

Energie- und Ressourceneffizienz in der Produktion ist die Kernkompetenz des Wissenschaftsbereichs Werkzeugmaschinen, Produktionssysteme und Zerspanungstechnik. Dieser hat das Leitprojekt E<sup>3</sup>-Produktion – das erste produktionstechnische Leitprojekt der Fraunhofer-Gesellschaft – maßgeblich geprägt. Die Ergebnisse des Leitprojekts, das nach dreijähriger Laufzeit im Frühjahr dieses Jahres endete, wurden vom international besetzten Projektbeirat sehr positiv evaluiert. Neue, ultraeffiziente technologische Prozessketten, Komponenten für vernetzte Fabriken, die konsequent auch die Logistik als einen integralen Bestandteil einbeziehen, und nicht die Eliminierung, sondern die gewollte, zukunftsweisende Einbindung des Menschen in eine Produktion von morgen wurden im Leitprojekt E<sup>3</sup>-Produktion bearbeitet. Viele konkrete Lösungsangebote liegen mit den Projektergebnissen vor. Darüber hinaus treibt der Wissenschaftsbereich große Verbundvorhaben sowohl im regionalen, im bundesweiten als auch im europäischen Maßstab voran. Als Beispiele sind u. a. der Sächsische Forschungsverbund AMARETO und das BMBF-Kopernikusprojekt SynErgie, in dem das Fraunhofer IWU das Themenfeld des Maschinen- und Anlagenbaus koordiniert, zu nennen. In der digitalen Zukunft ist die Sequenz »von komplexen Daten zu konkreten Informationen zu neuem Wissen« zu einem ausschlaggebenden Kriterium der Wertschöpfung geworden. Das Konzept des digitalen Systemhauses Produktionstechnik wird durch die Synchronisation von »klassischer« Produktionstechnik mit Angeboten moderner Informations- und Kommunikationstechnologie durch das Fraunhofer IWU umgesetzt. Mit dem Dreiklang aus Technologie, Digitalisierung und System unter dem Aspekt der Energie- und Ressourceneffizienz sind wir ein starker Leistungsträger und nachhaltiger Partner in der Forschung ebenso wie beim Forschungstransfer für die produzierende Industrie. Eine Basis, mit der wir unsere Partner dabei unterstützen, die Produktion smarter zu gestalten.



Insbesondere mit Blick auf die Industrie im Umfeld klein- und mittelständischer Unternehmen richten wir unser Leistungs- und Forschungsangebot zur Digitalisierung der Produktion konsequent modular aus, bieten inhaltlich fassbare, lösungsorientierte und konkrete Bausteine für Fragestellungen der Industrie 4.0 an, so zur Aggregation, Speicherung, Analyse und Nutzung von Daten, zum mobilen Daten- und Informationshandling, zur Objekterkennung und zum Condition Monitoring. Dies wird gebündelt in einem Datenplattformkonzept, das wir Linked Factory nennen und mit dem wir technologieorientiert in der Lage sind, mit anderen Plattformen zu kommunizieren. Ein Beispiel für den durchgängigen Ansatz ist das Projekt »Werkzeugentstehungsprozess«. Hier werden wir konsequent Technologie, Werkzeugmaschine und Qualitätsüberwachung digital verknüpfen und in der virtuellen und realen Welt anwendungsorientiert weiterentwickeln.

Als digitales Systemhaus Produktionstechnik haben wir uns in den vergangenen Jahren verstärkt den komplexen Fragestellungen des Karosseriebaus zugewandt. Im Forschungskonzept der »Forschungsfabrik – K«, das wir in enger Kooperation und im direkten Auftrag unserer Partner aus der Automobilindustrie umsetzen, konnten neue Lösungen für einen smarten, also flexiblen Karosseriebau forschungsseitig entwickelt und für den Transfer in die reale Produktionswelt vorbereitet werden. Neue, flexiblere Spanntechnik, smarte Fügetechnik, Logistikkomponenten und Lösungen zur Taktzeitverkürzung werden von Lösungen für eine intelligente Mensch-Roboter-Kooperation (MRK) ergänzt. Gemeinsam mit unserem Netzwerk an Industriepartnern arbeiten wir daran, die MRK für die Praxis nicht nur nutzbar, sondern auch zukunftsfähig zu machen. Unser wichtigstes Ziel, das wir mit domänenübergreifenden Forschungsansätzen aus der Roboter- und IuK-Technologie anstreben: eine flexible Produktion durch eine sichere Interaktion zwischen Mensch und Roboter im realen Industrieumfeld.

---

### Hochintegrierte Prozessketten der Umformtechnik

---

Der Wissenschaftsbereich Umformtechnik und Fügen begegnet den Forderungen der Produktveränderung hinsichtlich Festigkeitserhöhung und Erweiterung der Formgebung mithilfe fachübergreifender Ansätze der Werkstoff- und Fertigungstechnologie. Unsere Lösungen basieren auf der Verwendung moderner, hochfester metallischer Werkstoffe und einer komplexen Prozessführung. Zentraler Bestandteil dieser Prozesse ist eine vollständige Kontrolle über die Zeit-Temperatur-Formgebungsverläufe der verwendeten Halbzeuge und Produkte. Der Aufbau und die Optimierung derartiger hochintegrierter Prozessketten wie z. B. in der Presshärtelinie mit einer Kontakt-erwärmungsanlage, einer Presse mit temperaturgeführten Werkzeugen zum Presshärten und einer Hochgeschwindigkeits-schneidanlage sind Kern-Know-how des Wissenschaftsbereichs.

Im Ergebnis stehen nicht nur hochbelastbare Blechprodukte aus Stahl oder Aluminium, sondern auch Informationen aus deren Produktionsprozessen zur Verfügung. Diese dienen neben der Dokumentation u. a. der Prozessoptimierung durch selbstlernende Strategien im Regelkreis der Maschine sowie der Optimierung von Nachfolgeprozessen.

*1 Wissenschaftler des Fraunhofer IWU entwickeln Konzepte, die eine sichere Mensch-Roboter-Kooperation im industriellen Umfeld gewährleisten.*



Mit dem Wissen aus der Werkstoff- und Umformtechnik ist es darüber hinaus gelungen, Legierungssysteme mit optimierten Eigenschaften bezüglich kryogener Umformbarkeit zu entwickeln. Für Aluminiumlegierungen, die durch flüssigen Stickstoff oder Kohlendioxid gekühlt werden, lassen sich die Formgebungsgrenzen somit wesentlich erweitern. Die Erforschung dieses Gebiets wird ein neues Feld in der temperaturkontrollierten Fertigungstechnologie. Ebenso lassen sich Werkzeuge durch Tieftemperatur behandeln, was zu einer wesentlichen Erhöhung der Standmengen dieser Werkzeuge führt.

Moderne Wertschöpfungsketten machen hinsichtlich ihrer Datenverwertung nicht an den eigenen Fabrikgrenzen halt, sondern reichen weit darüber hinaus. Zur Erforschung von Fragestellungen, die aus der fabrik- und firmenübergreifenden Verwendung von relevanten Produktions- und Dokumentationsdaten resultieren, wird in einem Verbund mit dem Powertrain Manufacturing for Heavy Vehicles Application Lab (PMH) des Royal Institute of Technology (KTH) in Stockholm sowie mit weiteren Partnern ein internationales Testbed für Industrie-4.0-Anwendungen aufgebaut. Neben der Gestaltung der notwendigen Infrastrukturen in den beteiligten Instituten werden die Verarbeitung großer Datenmengen (Big Data Analytics) und die Produktion eines Demonstrators – einer fertig zu bearbeitenden hohlen Lkw-Getriebewelle – wesentlicher Bestandteil dieses Forschungsprojekts sein. Auf der Grundlage cloud-basierter Technologien kann mit diesem Testbed ein sehr breites Spektrum von Anwendungen bearbeitet werden – angefangen bei der Technologieentwicklung über die Prozess- und Anlagensteuerung, das Qualitätsmanagement bis hin zu Auftragssteuerungsszenarien und rechtlichen Fragestellungen.

### Funktionsintegration zur Individualisierung und Flexibilisierung der Produktion

Wissenschaftliches Leitthema des Wissenschaftsbereichs Mechatronik und Funktionsleichtbau ist die Individualisierung und Flexibilisierung der Produktion durch die Funktionsintegration in Werkstoff, Bauteil und Technologie. Basis ist ein interdisziplinärer Forschungsansatz aus Werkstoffwissenschaft, Maschinenbau, Elektrotechnik und Informatik bis hin zur Integration kreativen Designs und der Akzeptanzforschung für neue Technologien. Besonders ausgeprägt wird diese Sichtweise im Konsortium »smart<sup>3</sup> – materials, solutions, growth« verfolgt. Dieses BMBF-2020-Konsortium wird vom Fraunhofer IWU koordiniert. Über 110 Partner aus Industrie und Forschung kooperieren in mehr als 20 Forschungsprojekten auf dem Gebiet der Produkt- und Technologieentwicklung für Anwendungen von Formgedächtnislegierungen, Piezokeramik und elektroaktiven Polymeren.

In industriellen Anwendungen sind die smarten Komponenten ein unverzichtbarer Bestandteil von Industrie-4.0-Ansätzen. Mit ihren Sensoren und Aktoren sind sie das Schlüsselement für eine erfolgreiche Umsetzung der Digitalisierung in der Produktion – das Bindeglied zwischen realer und virtueller Welt. Um diese Forschungslinie nachhaltig zu stärken, wurde in Kooperation mit dem Lehrstuhl für Werkzeugmaschinen und adaptive Steuerungen der Technischen Universität Dresden die Hauptabteilung Cyber-physische Produktionssysteme eingerichtet. Der Forschungsfokus liegt auf dem digitalen Abbild von Produktionsprozessen und -anlagen. Durch dieses sollen sowohl Entwicklungsprozesse als auch die Inbetriebnahme und der Produktionsanlauf deutlich verkürzt werden.

Einen Beitrag zur voll flexiblen Fertigung liefert ebenso das neue Fraunhofer-Leitprojekt GoBeyond 4.0. Der Forschungsfokus liegt auf der Technologieentwicklung für die Individualisierung der Großserienproduktion durch 2,5D- und 3D-Drucktechnologien. Unter Leitung des Fraunhofer ENAS koordiniert



2

das Fraunhofer IWU den Forschungsbereich »Smart Door«, bei dem Karosseriestrukturen in ihren klassischen Prozessketten durch Drucktechnologien mit Bedienelementen, Sensoren und den notwendigen Kabelsystemen funktionalisiert werden. Im Kontext der Funktionsintegration bei gleichzeitiger Verkürzung der Prozessketten erleben 3D-Drucktechnologien einen exponentiellen Aufschwung. Heute schon attraktive Anwendungsfelder sind der Werkzeugbau oder die Medizintechnik. Eine neu etablierte Fraunhofer-Attract-Forscherguppe betritt mit dem 3D-Druck von Funktionsmaterialien, speziell von Magnetwerkstoffen, wissenschaftliches Neuland.

Um die unbestrittenen Vorteile von Leichtbaukomponenten aus Kohlefaserverbundbauteilen in der Anwendung, wie dem Automobilbau, zu nutzen, ist eine ökologische Gesamtbilanzierung und Prozessgestaltung notwendig. Diese beginnt mit der Faserherstellung. Erst mit der Produktgestaltung und der Implementierung von Re-Use- und Recycling-Strategien kann der Wertstoffkreislauf nachhaltig geschlossen werden. Dazu bedarf es der Kennzeichnung eines Bauteils und der digitalen Aufzeichnung seines Lebenszyklus. Das Fraunhofer IWU ist an einem EU-Konsortium mit 21 Partnern beteiligt, das im Rahmen des EU-Forschungsrahmenprogramms Horizon 2020 an Lösungen dafür forscht.

---

### **Fraunhofer IWU: Systemanbieter für smarte Produktion**

---

Als Systemanbieter mit fachübergreifenden Kompetenzen und langjähriger Erfahrung in den Bereichen Produktionssysteme, Fertigungstechnologien, Informations- und Kommunikationstechnologien sowie mechatronische Komponenten und Cyber-physische Systeme (CPS) lösen wir die produktionstechnischen Herausforderungen unserer Kunden in der Fahrzeugproduktion, im Werkzeug- und Formenbau, in der Entwicklung und Fertigung von Antriebskomponenten sowie in der Medizintechnik.

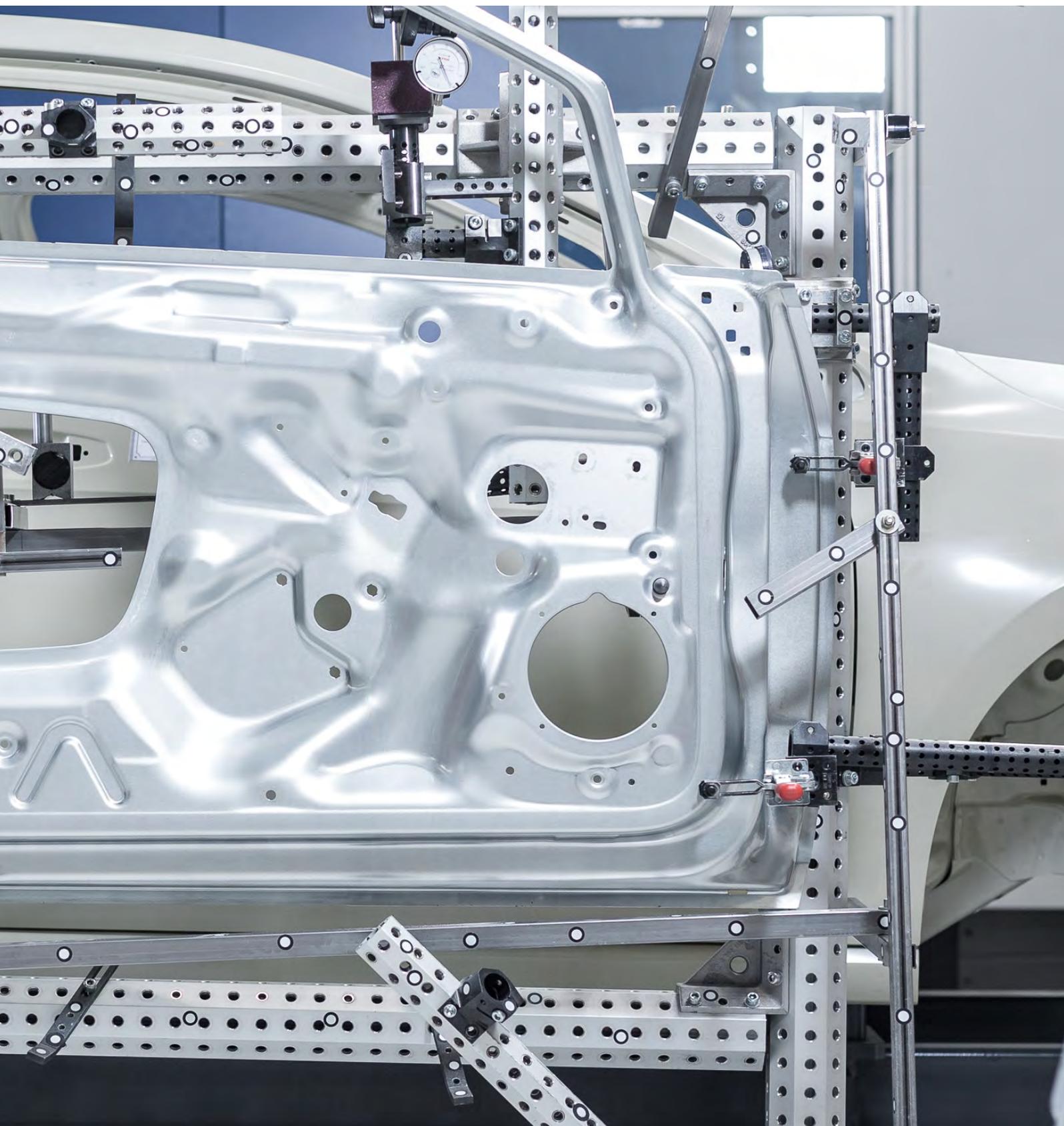
Dabei setzen wir auf Innovationen, die durch Diffusion an den Schnittstellen von Technologien, Domänen und Instanzen entstehen. Interdisziplinäres Denken löst die notwendigen Prozesse aus.

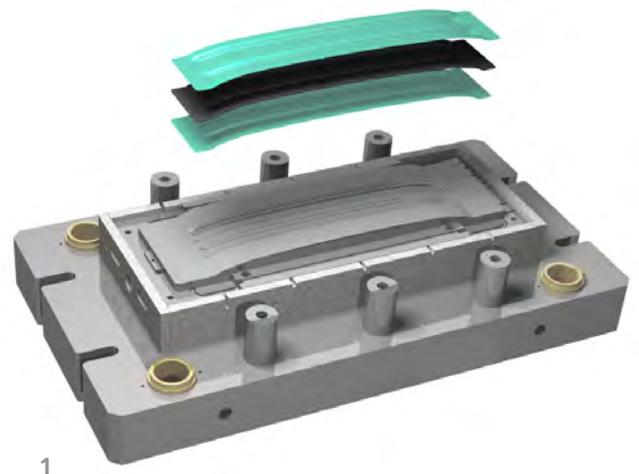
Um die Inspirationen aus Werkstoffwissenschaft, Mikroelektronik und Informationstechnologie intensiver als bisher für die Gestaltung von nachhaltiger Wertschöpfung zu nutzen, hat das Fraunhofer IWU für den Forschungsstandort Chemnitz das Leistungszentrum »Smart Production« gemeinsam mit dem Fraunhofer ENAS und der Technischen Universität Chemnitz initiiert, das wir am 8. September 2017 mit dem Ministerpräsidenten des Freistaates Sachsen, Stanislaw Tillich, und dem Präsidenten der Fraunhofer-Gesellschaft, Professor Reimund Neugebauer, eröffnen konnten.

- 1 *Mit der am Fraunhofer IWU entwickelten Prozesskette wird das geregelte Presshärten im Sinne von Industrie 4.0 anhand seriennaher Bauteile Realität.*
- 2 *Im Forschungsbereich »Smart Door« des Fraunhofer-Leitprojekts Go Beyond 4.0 wird anhand einer Fahrzeughür demonstriert, wie sich Karosseriestrukturen durch Integration digitaler Fertigungsschritte funktionalisieren lassen.*



GESCHÄFTSFELD  
**FAHRZEUGPRODUKTION**





## FERTIGUNGSTECHNOLOGIEN

Als einer der großen aktuellen Trends in der Fahrzeugproduktion setzt der Leichtbau auf neue, vor allem hybride Werkstoffe. Um sie effizient verarbeiten zu können, bedarf es neuer Verfahren und Prozessketten. Einzelbauteile, häufig aus unterschiedlichen Materialien mit spezifischen Eigenschaften, werden zu integralen Komponenten zusammengefasst und in hybriden Prozessketten gefertigt, wodurch nachfolgende Montage- und Fügeoperationen in den eigentlichen Herstellprozess integriert werden. Der Vorteil ist klar: Zusatzoperationen und erheblicher Logistikaufwand lassen sich einsparen. Das Fraunhofer IWU bietet das Know-how für passgenaue produktionstechnische Lösungen auf diesem Gebiet.

**1** *Demonstrator eines temperierten Umformwerkzeugs für die Herstellung von Bauteilen aus Faser-Kunststoff/Metall-Verbunden*

**2** *Textilhalbzeug für eine Unterbodengruppe*

**3** *Strukturbauteil aus der Mittelkonsole eines Pkw als Beispiel für Hybrid-Verbunde mit ausgezeichneter Verbundhaftung*

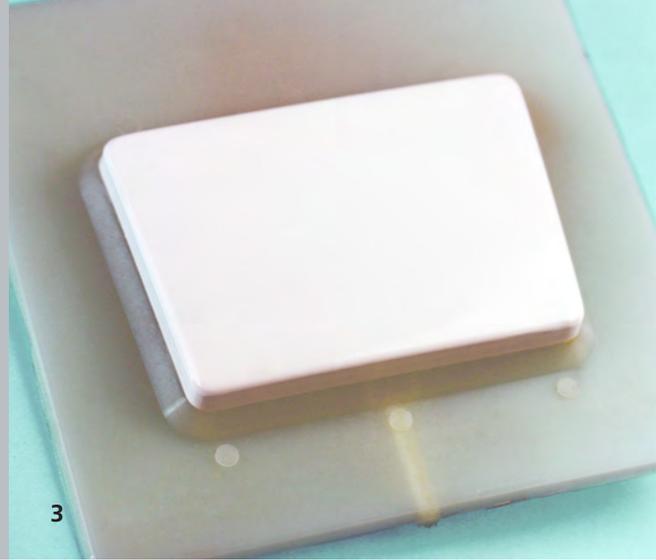
### Effizient zum Bauteil aus Metall und Faserverbunden

M.Sc. Peter Scholz, peter.scholz@iwu.fraunhofer.de

Verbundbauteile aus dünnen Metalldeckschichten mit dazwischen gelagerten Faser-Kunststoff-Verbunden (FKV) sind leicht, hochstabil und lassen sich im Gegensatz zu klassischen FKV-Bauteilen leichter lackieren. Mit diesen Eigenschaften sind sie prädestiniert für den Automobilbau, insbesondere für Strukturbauteile. Aufgrund der sehr hohen Herstellungskosten kommen sie bisher aber fast ausschließlich im Flugzeugbau zum Einsatz. Sollen sie in der Automobilindustrie Fuß fassen, bedarf es preiswerter, großserientauglicher Verfahren.

In einem Teilprojekt des DFG/AiF-Gemeinschaftsvorhabens »Großserientaugliche Prozessketten für hochintegrierte Bauteile aus hybriden Faser-Kunststoff/Metall-Verbunden« setzten die Wissenschaftler des Fraunhofer IWU auf eine umformtechnische Lösung: Im Mittelpunkt der Projektbearbeitung stand die Konstruktion eines temperierten Umformwerkzeugs, auf dem verschiedene Prozessvarianten, Verfahrensparameter und Werkstoffkombinationen für die Fertigung eines Pkw-Dachquerträgers untersucht wurden. Das Ergebnis: Eine umformende und damit wirtschaftliche Herstellung von Verbundbauteilen aus FKV und Metalldeckschichten ist prinzipiell möglich. Der Endanwender kann auf diese Weise zudem hohe Investitionskosten vermeiden. So wird die Einstiegshürde zur industriellen Herstellung der innovativen Leichtbaukomponenten deutlich gesenkt.

- ✓ – Senkung von Investitionskosten durch Rückgriff auf bestehende Verfahren
- Senkung des Bauteilgewichts um 25 % im Vergleich zur konventionellen Stahlbauweise, bei gleichen Steifigkeitseigenschaften
- Energie- und Ressourceneinsparung



### Automobilbauteile aus Faserverbunden serientauglich herstellen

Dipl.-Ing. Anne Mittmann, anne.mittmann@iwu.fraunhofer.de

Klassische Faserverbund-Materialien mit duroplastischer Matrix bieten enormes Leichtbaupotenzial für den Automobilbau und damit auch die Möglichkeit, Kraftstoff und CO<sub>2</sub> einzusparen. Trotzdem kommen sie in der automobilen Großserie bisher verhältnismäßig selten zum Einsatz. Der Grund dafür ist ihre kosten- und zeitaufwendige Fertigung. Im Wesentlichen ist dies auf die energieintensive Herstellung, die hohen Verschnittkosten und die schlechte Automatisierbarkeit der Prozesse zurückzuführen. Um die Wirtschaftlichkeit zu steigern, kann auf klassische, großserientaugliche Fertigungstechnologien wie das Umformen zurückgegriffen werden. Der zweite zentrale Aspekt zur Steigerung der Wirtschaftlichkeit ist die kraftflussgerechte Herstellung der Bauteilvorformen. Das heißt, teure, aufwendig zu verarbeitende Hochleistungsfasern kommen nur entlang der Lastpfade der späteren Automobilkomponente zum Einsatz.

Im Verbundprojekt »KonText – Kontinuierliche kraftflussgerechte Textiltechnologien für Leichtbaustrukturen in Großserie« konzipieren Wissenschaftler des Fraunhofer IWU gemeinsam mit ihren Forschungspartnern eine Produktionstechnologie, die es ermöglicht, lastpfadgerechte, thermoplastische Faserverbundbauteile kosteneffizient mit hoher Qualität herzustellen. Ziel ist ein Bauteil in Faserverbundbauweise, das um 25 Prozent leichter ist als das aktuelle Referenzbauteil und um 30 Prozent preiswerter als vergleichbare Komponenten in herkömmlicher Fertigung.

- ✓ – Senkung der Herstellungskosten um 30 Prozent
- Materialersparnis
- Großserientauglicher Leichtbau

### Innovative Verbindungstechnik für Hybridbauteile

M.Sc. Peter Scholz, peter.scholz@iwu.fraunhofer.de

Hybridbauteilen aus Metall-Kunststoff-Verbunden gehört die Zukunft im Automobilbau. Sie besitzen hohes Leichtbaupotenzial, da sie die Stabilität des metallischen Werkstoffs mit dem geringen Gewicht des Kunststoffes verbinden. Die Herstellung solcher Komponenten ist jedoch sehr aufwendig, da u. a. eine Vielzahl von Prozessschritten erforderlich ist.

Das CORNET-Projekt »PreFiHy – Prefinished metal polymer hybrid parts« soll dies ändern. Hier erstellen Wissenschaftler des Fraunhofer IWU und des Leibniz-Instituts für Polymerforschung Dresden e.V. (IFP) gemeinsam mit zwei Industriepartnern Strategien, um Hybridbauteile schneller und effizienter zu fertigen. Ihr Ansatz ist eine spezielle Lackschicht zwischen Blechkomponente und Kunststoff: Die Forscher entwickelten einen Pulverlack, der sowohl die Metalloberfläche veredelt als auch verschiedene Thermoplaste während des Spritzgießens ausgezeichnet anhaften lässt. Da der Pulverlack bereits auf das Blechcoil aufgetragen wird und beim Umformen der Platinen stabil bleibt, können mehrere kostenintensive Vorbehandlungsschritte entfallen. Die am IFP entwickelten verschiedenen Lacksysteme wurden am Fraunhofer IWU auf ihre Umformstabilität und Eigenschaften wie Rauheit und Glanzgrad überprüft. Auf diese Weise wurden mehrere Lacke ausgewählt. Anhand eines Strukturbauteils aus der Mittelkonsole eines Pkw konnten die Wissenschaftler die Vorzüge der innovativen Verbindungstechnik nachweisen.

- ✓ – Kosteneinsparung durch Wegfall mehrerer Prozessschritte bei der Vorbehandlung des Blechs
- Einsparung von Prozessenergie
- Ausgezeichnete Verbundhaftung



## PRODUKTIONSSYSTEME

Die Produktion von morgen wird eine andere sein – speziell in der Fahrzeugindustrie. Strukturen und Prozesse müssen deutlich effizienter, flexibler, menschengerechter und nachhaltiger gestaltet werden. Die hierzu nötigen technischen und organisatorischen Umwälzungen betreffen Produkte, Fertigungstechnologien und Produktionssysteme. Dazu gehören beispielsweise wandelbare Fertigungslinien und Produktionsanlagen, robuste Prozesse, regelbare Werkzeuge, automatisierte Logistiksysteme, effiziente Infrastrukturen – die ganze Fabrik. Um sie zu gestalten, kommen neue Planungsmethoden und Planungstools auf Grundlage von Vernetzung, Smart Analytics und Simulation zum Einsatz.

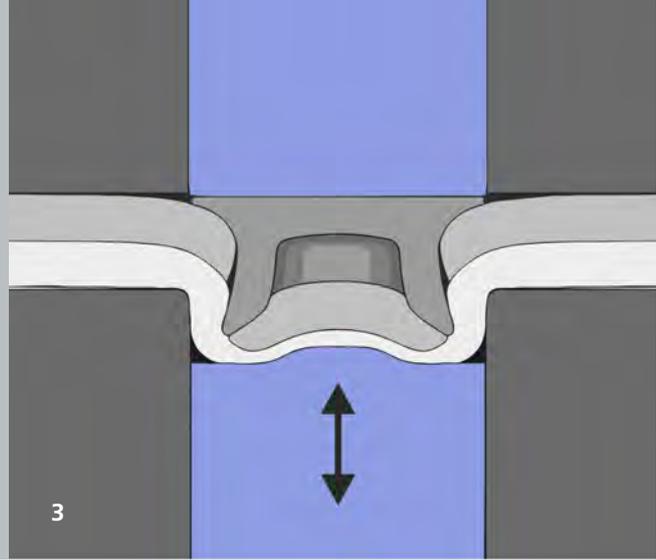
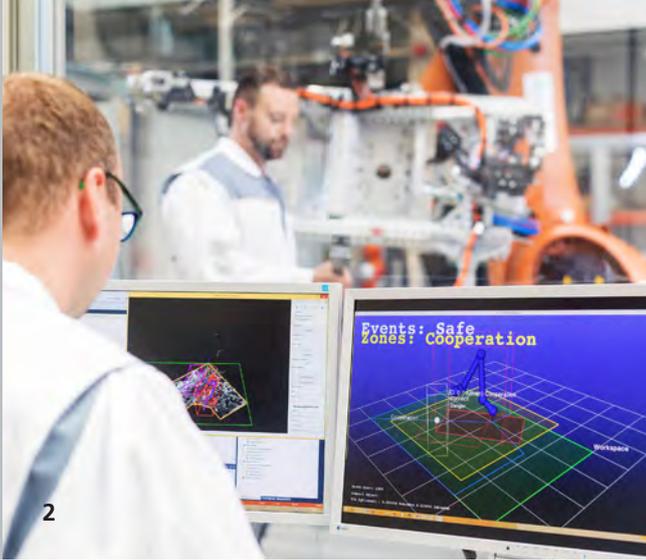
- 1 *Das E<sup>3</sup>-Konzept wird in der E<sup>3</sup>-Forschungsfabrik Ressourcen-effiziente Produktion des Fraunhofer IWU im realen Produktionsumfeld umgesetzt.*
- 2 *Ein neuentwickeltes System sorgt für die sichere Teamarbeit von Mensch und industriellem Großroboter.*
- 3 *Beim Halbhohlstanzen können mithilfe einer tiefen-verstellbaren Matrize verschiedenste Blechpaarungen effizient gefügt werden.*

### Effiziente Produktion hoch drei – Fabrik der Zukunft

Dr.-Ing. Andreas Schlegel, andreas.schlegel@iwu.fraunhofer.de

Deutschland gehört zur internationalen Spitze bei der Produktion von Automobilen und anderen hochwertigen Gütern. Diese Position gilt es zu sichern und weiter auszubauen. Dazu bedarf es neuer Konzepte und Technologien: Energie muss gespart und knappe Rohstoffe müssen effizienter verarbeitet werden. Um diesen Herausforderungen zu begegnen, wurde am Fraunhofer IWU das E<sup>3</sup>-Konzept entwickelt. Die drei »E« stehen für: energie- und ressourcensparende Technik, effiziente Fabriken sowie den »Erfolgsgaranten Mensch« in der Produktion. Als Schaufenster für die ressourceneffiziente Produktion demonstriert die E<sup>3</sup>-Forschungsfabrik am Fraunhofer IWU das Zusammenspiel von innovativer Anlagentechnik, ultrakurzen Prozessketten und umweltfreundlicher Energieversorgung mit einem intelligenten Energiemanagement in einem realen Produktionsumfeld. In den Kompetenzbereichen »Karosseriebau«, »Antriebsstrang« sowie »Energie- und Datenmanagement 2.0« werden neue Produktionstechniken sowie fabrikplanerische Konzepte für die energie- und ressourceneffiziente Automobilproduktion erarbeitet und erprobt. Dabei rücken vor allem Prozessketten in den Mittelpunkt. Der Fokus auf Ressourcen wird die Produktion nachhaltig beeinflussen und zu veränderten Produkten, Technologien und Produktionssystemen führen. Hier setzt das Fraunhofer IWU an: Durch eine energie- und ressourceneffiziente, emissionsoptimierte Fabrik- und Logistikgestaltung, mit dem Menschen als kreativem Problemlöser im Mittelpunkt, wird die Zukunft der industriellen Produktion völlig neu gedacht.

- ✓ – Reduzierung des Energieeinsatzes um bis zu 20 % durch angepasste Steuerung von Fertigungsabläufen
- Erhöhung des Materialausnutzungsgrades durch kurze Prozessketten
- Zeitersparnis durch flexible Produktionsanlagen und mobile Assistenzsysteme



## Teamarbeit mit Schwerlastrobotern

Dr.-Ing. Mohamad Bdiwi, mohamad.bdiwi@iwu.fraunhofer.de

Schwerlast-Roboter, wie sie u. a. in der Automobilproduktion zur Anwendung kommen, sind in der Lage, 200 Kilogramm schwere Bauteile zu heben oder sich mit einer Geschwindigkeit von bis zu zwei Metern pro Sekunde zu bewegen. Um jede Gefahr für Mitarbeiter auszuschließen, erledigen die Maschinen ihre Aufgaben bisher abgetrennt in eigenen Bereichen. Wesentlich effizienter wäre die Zusammenarbeit Mensch-Roboter ohne räumliche Trennung und Schutzzaun. Genau dafür entwickelte das Fraunhofer IWU eine Lösung: ein dynamisches Sicherheitssystem, das vier Stufen der Zusammenarbeit und drei räumliche Sicherheitszonen definiert. Je intensiver und räumlich enger Mensch und Roboter zusammenarbeiten, desto höher die Stufe und desto strenger die Sicherheitsregeln. Bei der Übergabe von Bauteilen z. B. bewegt sich der Roboter so langsam und vorsichtig, wie es für diese Stufe definiert ist. Führen er und der Mensch verschiedene Aufgaben aus, darf sich der Roboter mit voller Geschwindigkeit bewegen. Damit er richtig reagieren kann, muss er jederzeit die Position und die Laufwege des Mitarbeiters kennen. Diese kann er mithilfe mehrerer Kameras detektieren. Sensoren registrieren zusätzliche Parameter wie Position, Beschleunigung und Kraft des Roboters sowie die Position und Bewegung des Menschen, um Kollisionen zu vermeiden. Die vom Fraunhofer IWU entwickelten intelligenten Algorithmen helfen bei der Auswertung aller Daten. Sie sorgen dafür, dass das Verhalten des Roboters und alle Sicherheitsregeln abhängig von der jeweiligen Aufgabe und Situation laufend angepasst werden. Eine erste Anwendung der neuen Sicherheitstechnik ist in diesem Jahr bei einem Industriepartner in Betrieb gegangen.

- ✓ – Höhere Freiheitsgrade im Montageprozess
- Parallele Tätigkeiten von Mensch und Roboter im selben Arbeitsraum
- Verbesserung der Arbeitsbedingungen, z. B. durch Vermeidung von Über-Kopf-Arbeiten
- Schnellere und flexiblere Prozessabläufe

## Wirtschaftlich Fügen dank flexiblem Werkzeug

Dipl.-Math. Tobias Falk, tobias.falk@iwu.fraunhofer.de

Ein marktüblicher Pkw besteht heute aus etwa sechzig gefügten Materialkombinationen, beispielsweise Blechpaarungen aus Stahl und Aluminium. Will man diese vielen verschiedenen Kombinationen durch Halbhohlstanzen herstellen, benötigte man bisher für jede von ihnen ein eigenes Werkzeug. Das führt dazu, dass entweder eine große Zahl an Fügerobotern mit unterschiedlichen Werkzeugen zum Einsatz kommen muss oder dass wenige Fügeroboter ihr Werkzeug häufig wechseln müssen. Hierunter leidet die Ressourceneffizienz.

Die Lösung sind flexible Fügewerkzeuge für das Halbhohlstanzen. Deren Matrize ist höhenverstellbar, was das Nieten unterschiedlichster Materialien ermöglicht. Wissenschaftler des Fraunhofer IWU entwickeln und optimieren solche Werkzeuge in einem Projekt der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF). Ihr Ansatz sind validierte Simulationsmodelle, mit deren Hilfe sich die Matrizegeometrien so bestimmen lassen, dass sämtliche Fügeaufgaben qualitativ hochwertige Ergebnisse erzielen.

- ✓ – Steigerung der Variantenflexibilität beim Fügen
- Wirtschaftlichere Ausnutzung verfügbarer Anlagen
- Erhöhung des Flächennutzungsgrades der Produktionsstätten



## MECHATRONISCHE KOMponentEN UND CPS

Neben der serientauglichen Herstellung von faserverstärkten Leichtbaustrukturen liegt ein Schwerpunkt der Forschungsarbeiten am Fraunhofer IWU auf der Integration mechatronischer Komponenten in diese Materialien. Mithilfe von Aktoren und Sensoren aus Formgedächtnislegierungen lässt sich nicht nur eine dauerhafte und ermüdungsfreie Belastungsüberwachung von Bauteilen erzielen, auch die Geometrie und Steifigkeit der Strukturen kann geregelt eingestellt werden. Die Nutzung bekannter Verfahren mit hoher Produktivität wie z. B. Pultrudieren, Spritzgießen oder Extrudieren ermöglicht die wirtschaftliche Herstellung in Mittel- und Großserie. Anwendungsbeispiele sind kompakte Lüftungsregelungen, einstellbare Flügelgeometrien, die Überwachung von Strukturkomponenten oder Belastungsmessungen an Sportgeräten und Orthesen.

**1** *Mithilfe der Radius-Pultrusion können gekrümmte, endlosfaserverstärkte Kunststoffprofile gefertigt werden.*

**2** *Funktionsdemonstrator aus glasfaserverstärktem Kunststoff mit integriertem Formgedächtnisaktor im geöffneten Zustand.*

**3** *Sensoren auf Basis von Formgedächtnislegierungen ermöglichen eine gezielte Dehnungserfassung zur Überwachung von Leichtbaustrukturen aus Faser-Kunststoff-Verbunden.*

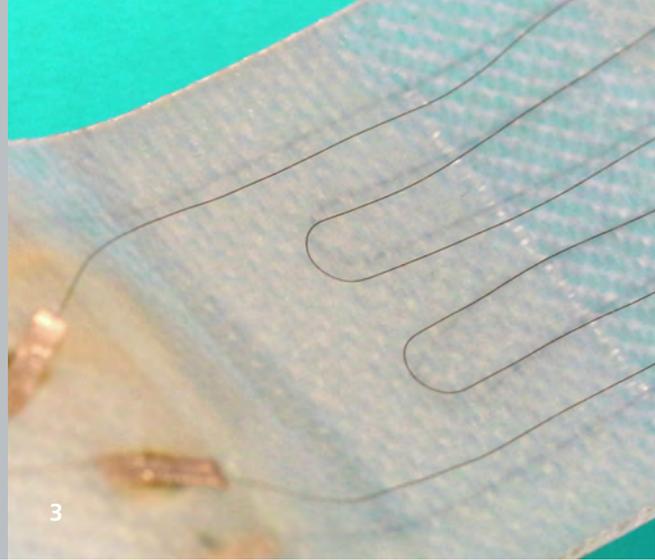
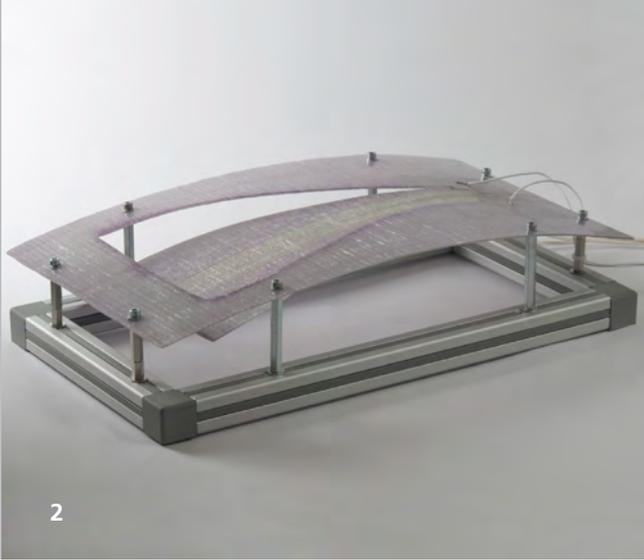
### Pultrusion – Dem Leichtbau ein Profil geben

Dipl.-Ing. Carsten Lies, carsten.lies@iwu.fraunhofer.de

Mit dem Pultrusionsverfahren lassen sich endlosfaserverstärkte Kunststoffprofile effizient und preiswert herstellen. Dank ihres Aufbaus können sie großen Belastungen standhalten. Gleichzeitig besitzen sie ein sehr geringes Gewicht und weisen somit enormes Leichtbaupotenzial auf. Im Prozess werden GFK- oder CFK-Fasern mit Kunststoff getränkt, durch ein beheiztes Werkzeug gezogen und ausgehärtet. Neben der Herstellung gerader Profile mit einem Querschnitt von bis zu 300 mal 150 Millimetern können am Fraunhofer IWU auch konstant gekrümmte Strukturen gefertigt werden. Als Querschnittsgeometrie lassen sich von Vollprofilen bis zu komplexen Mehrkammer-Hohlstrukturen verschiedene Formen realisieren. Aufgrund des kontinuierlichen Verfahrensablaufs und der hohen Abzugsgeschwindigkeiten von maximal 2 500 Millimetern pro Minute ist der Prozess sehr wirtschaftlich und für die Mittel- und Großserienproduktion prädestiniert.

Ein Forschungsziel besteht darin, das Verfahren für die Fahrzeugproduktion serientauglich zu machen. Dafür erforschen die Wissenschaftler Möglichkeiten zur Herstellung von Profilen, bei denen sich gekrümmte und gerade Partien beliebig abwechseln. So lassen sich Strukturbauteile fertigen, die die gesamte Kontur eines Pkw abbilden. Die Funktionalisierung mit Aktor-Sensor-Systemen und die Hybridisierung zur Integration von weiteren Funktionsmaterialien sind künftige Forschungsschwerpunkte.

- ✓ – Großes Leichtbaupotenzial vom Automobil- über den Flugzeugbau bis hin zur Architektur
- Preiswerte und schnelle Herstellung komplexer Profilgeometrien



## Leichte Formwandler – Formgedächtnisaktoren

M. Eng. Björn Senf, bjoern.senf@iwu.fraunhofer.de

Konventionelle Konstruktionslösungen zur Realisierung von Bewegungen oder Geometrie- und Steifigkeitsänderungen bestehen aus einer Vielzahl von Bauteilen und sind für viele Anwendungen oft zu schwer. Durch funktionsintegrierenden Leichtbau gelingt es, sowohl die Systemkomplexität als auch die Masse zu reduzieren. Dazu werden Formgedächtnisaktoren in faserverstärkte Kunststoffe integriert und so Leichtbaustrukturen mit variabler Geometrie und Steifigkeit realisiert. Deren Vorteile liegen in der Einsparung von Ressourcen und Emissionen, da aufgrund der hohen spezifischen Energiedichte von Formgedächtnislegierungen Masse eingespart werden kann. In Kunststoffbauteile einbringen lassen sich solche Aktoren beispielsweise durch Spritzguss, Heißpressen, Extrudieren, Pultrusion oder Vakuuminfusion. Typische Anwendungsgebiete sind Lufteinlässe für Pkw, formveränderliche Flügelgeometrien bei Flugzeugen oder die Anpassung von Resonanzfrequenzen schwingender Systeme.

Lösungen wie diese entstehen am Fraunhofer IWU im Rahmen eines Teilprojekts des Bundesexzellenzclusters »MERGE – Technologiefusion für multifunktionale Leichtbaustrukturen«.

- ✓ – Einsparung von Gewicht, Bauraum, Montageschritten und Energiebedarf durch die Integration von Formgedächtnislegierungen
- Erweiterung der Funktionalität von Leichtbaustrukturen

## Dehnungssensoren für stark elastische Materialien

Dr.-Ing. Thomas Mäder, thomas.maeder@iwu.fraunhofer.de

Faserverbundwerkstoffe und Kunststoffe sind stark elastisch dehnbar. Zur dauerhaften Dehnungsmessung an Bauteilen aus diesen Materialien sind daher ebenso dehnbare Sensoren erforderlich. Aktuell stehen diese nicht zur Verfügung. Marktübliche Sensoren und deren Auswertungs elektronik sind zu teuer, zu aufwendig oder insbesondere für mobile Anwendungen zu voluminös und schwer. Eine Alternative bieten Sensoren aus pseudoelastischen Formgedächtnislegierungen (FGL). Diese lassen sich wiederholbar um bis zu acht Prozent strecken. Für große Zykluszahlen sind Dehnungen bis zu drei Prozent möglich. In Ermüdungsversuchen werden bei einer Dehnung von 0,5 Prozent mehr als eine Million Lastwechsel erzielt. Das ist das Doppelte gegenüber hochentwickelten Dehnungsmessstreifen (DMS), die diese Lastwechselzahl bei gerade einmal 0,22 Prozent Dehnung erreichen. Der k-Faktor des Materials ist größer als 5 und damit besser als bei DMS mit 2,2. Damit lässt sich für die Überwachung von Faserverbundwerkstoffen ein dauerhaftes und ermüdungsfreies Belastungsmonitoring ermöglichen.

Aktuell setzen die Wissenschaftler des Fraunhofer IWU einfach integrierbare und applizierbare Sensoren um. Im Fokus haben sie dabei Materialcharakterisierungen und industrielle Herstellungsverfahren. Zukünftig kommen die FGL-Sensoren zur Überwachung von Blättern von Windkraftanlagen, zur Belastungsmessung an Sportgeräten und Orthesen sowie bei der mechanischen Bauteilprüfung zum Einsatz.

- ✓ – Einfache Integration der Sensoren in Kunststoff- und Faserverbunde
- Gewichtsersparnis durch Strukturintegration
- Geringe Ermüdung gegenüber herkömmlichen DMS



## IUK-TECHNOLOGIEN FÜR DIE PRODUKTION

Fertigungsprozesse und Produktionssysteme in der Fahrzeugproduktion werden zunehmend komplexer. Da moderne Komponenten der Informations- und Kommunikationstechnik die Produktion immer stärker durchdringen, steht parallel dazu auch eine große Menge unterschiedlicher Daten zur Verfügung. Wie aber lassen sich diese Daten verarbeiten und als Informationen so zur Verfügung stellen, dass sie in komplexen Produktionsszenarien unterstützend wirken? Eine Voraussetzung dafür ist die Erhöhung der Fertigungstransparenz. Sehr große Datenmengen müssen aus unterschiedlichsten Quellen zuverlässig und hochperformant erfasst und analysiert werden. Die gewonnenen Informationen gilt es, zeitgerecht für alle Funktionsebenen in der Produktion bereitzustellen und zu visualisieren.

- 1 *Die Software Xeidana® unterstützt Mitarbeiter am Auslaufband von Pressenstraßen bei der Qualitätskontrolle von Automobilbauteilen.*
- 2 *Mithilfe virtueller und realer Sensoren können Spannungsszenarien z. B. an Umformmaschinen in Echtzeit simuliert werden.*
- 3 *Im Presswerk 4.0 werden Daten in einem Analyse- und Feedbacksystem zusammengefasst und zu neuem Wissen vernetzt. Diese Informationen werden den Mitarbeitern u. a. mithilfe von smarten Endgeräten direkt dort bereitgestellt, wo sie benötigt werden.*

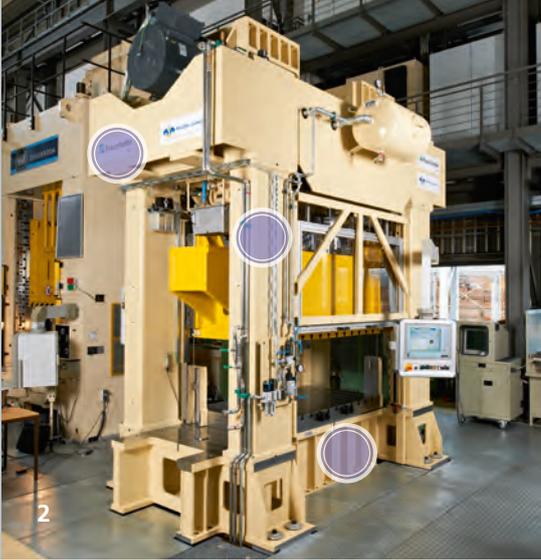
### Xeidana® – Inline-Qualitätssicherung für die 100-Prozent-Produktion

Dipl.-Ing. Michael Hoffmann, michael.hoffmann@iwu.fraunhofer.de

Die manuelle Qualitätsprüfung von Bauteilen in der Fahrzeugproduktion ist für die Mitarbeiter oft belastend und häufig nicht zu hundert Prozent genau. Mit der Software Xeidana® kann sie wesentlich effizienter und präziser erfolgen. Die Plattform kann eine Vielzahl von Prüf- und Messaufgaben in einem System zusammenführen und automatisiert auswerten. Grundlage dafür ist, dass verschiedenste Sensoren mit hoher Auflösung z. B. Längen, Durchmesser oder Volumina kontrollieren. Darüber hinaus kann geprüft werden, ob Baugruppen vollständig sind, Oberflächenfehler oder sogar innere Defekte auftreten. Bei diesen Vorgängen entstehen große Datenmengen. Xeidana wurde speziell für diese Anforderungen entwickelt. Die Software erfasst und analysiert beispielsweise Infrarotaufnahmen und optische Live-Videos zusammen mit Informationen von Ultraschallsystemen. Die Daten können sowohl live in Echtzeit ausgewertet als auch für spätere Analysen nachbearbeitet und archiviert werden. Ein weiteres Merkmal von Xeidana ist das ausbaufähige Programmgerüst, der sogenannte Framework. Damit ist der Anwender in der Lage, der Software eigenständig leistungsfähige Erweiterungen hinzuzufügen. So wird der Zugriff auf eine Vielzahl an Hardwarekomponenten möglich, deren Messergebnisse dem Qualitätsprüfer u. a. auch mobil auf einem Tablet oder mittels einer Datenbrille zur Verfügung gestellt werden können. Fehler wie Risse oder Falten in Karosseriebauteilen lassen sich zudem schneller und zu 100 Prozent prüfen.

Xeidana ist bereits bei einem Automobilhersteller im Einsatz.

- ✓ – 100 Prozent globale Kontrolle von Rissen und Geometrieabweichungen
- schnelle parallele Datenverarbeitung
- Kostenersparnis durch Null-Fehler-Produktion



## Intelligente prädiktive Instandhaltung

Dipl.-Ing. Markus Wabner, markus.wabner@iwu.fraunhofer.de

Umformpressen für die Produktion von Karosseriekomponenten müssen einiges aushalten, und das über eine lange Zeit. Fallen sie aus, ist der Schaden groß. Allein die Anschaffungskosten belaufen sich oft auf mehrere Millionen Euro. Hinzu kommt, dass die Maschinen meist in Prozessstraßen eingebettet sind: Ist eine von ihnen defekt, steht die gesamte Produktion still. Das kann einen Automobilproduzenten oder Zulieferer je nach Schaden weitere hunderttausende von Euro kosten. Wüsste man im Vorhinein, wann eine Maschine ausfällt bzw. wann Komponenten brechen, könnten Unternehmen exakt planen, wann sie die Maschinen warten. Am besten dann, wenn es optimal in den Produktionsplan passt.

Forscher des Fraunhofer IWU arbeiten daran, dass Maschinen in Zukunft kommunizieren, wenn sie ein Problem haben und wann dieses auftritt. Kernstück der Technologie sind virtuelle Sensoren. Diese werden einerseits von den rechnergestützten Simulationsmodellen der Maschine und andererseits über reale Sensoren mit Informationen über die auftretenden Spannungen in einzelnen Bauteilen gespeist. Anhand mathematischer Modelle und nur weniger wirklich installierter Sensoren können so Spannungsszenarien an der kompletten Maschine realgetreu und in Echtzeit simuliert werden. Das ermöglicht eine vorausschauende Instandhaltung in einer Form, die es bisher noch nicht gibt.

- ✓ – Erhöhung der Energieeffizienz um bis zu 20 %
- Modularität ermöglicht einfache Anpassung an jeweilige Maschinenspezifika
- Erhöhung der Anlagenverfügbarkeit um bis zu 50 %
- Keine Stillstandszeiten durch Vermeidung von Ausfällen
- Erhöhung der Anlagenlebensdauer um 30 %
- Reduzierung der Instandhaltungskosten um 10 bis 15 %

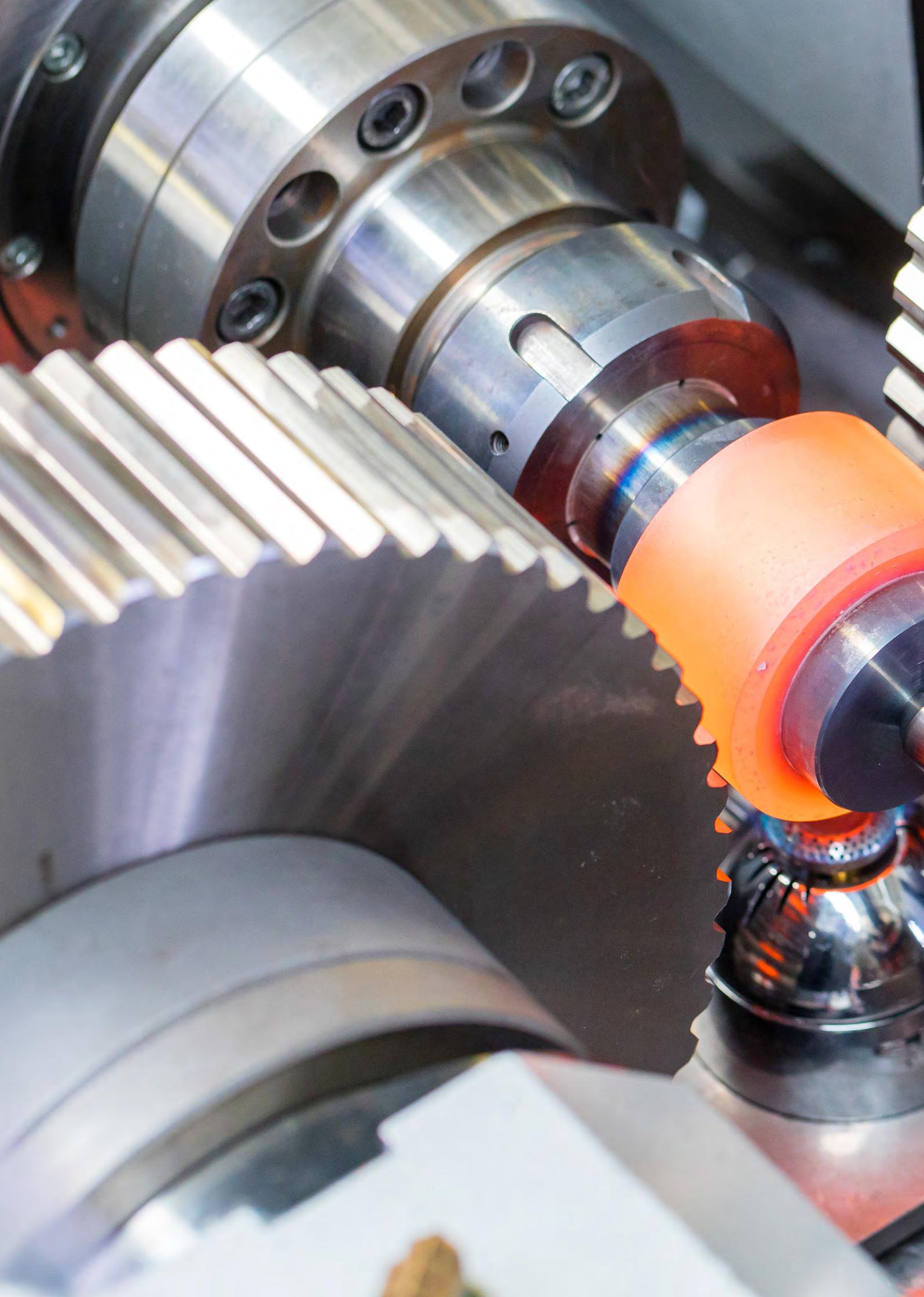
## Presswerk 4.0: Stillstandszeiten halbieren, Fertigung flexibilisieren

Dipl.-Ing. Sören Scheffler, soeren.scheffler@iwu.fraunhofer.de

Stahlbleche durchlaufen im Presswerk mehrere Pressen, bis sie ihre gewünschte Form, z. B. die einer Autotür, erhalten. Wird ein Riss im Bauteil entdeckt, müssen es die Mitarbeiter schnellstmöglich aussortieren, denn jeder weitere Prozessschritt kostet Geld. Knifflig wird es, wenn es sich nicht um einen Ausreißer handelt, sondern alle aus der Presse laufende Bauteile den Fehler aufweisen. Dann müssen die Pressen angehalten werden und die Ursachensuche beginnt. Dies kostet Zeit, in der die Maschinen stillstehen.

Mit dem Presswerk 4.0 wollen die Wissenschaftler des Fraunhofer IWU die fehlerbedingten Stillstandszeiten um mindestens die Hälfte reduzieren. Zunächst setzen die Forscher auf Daten, die bereits erhoben werden, etwa durch Sensoren oder Kamerasysteme. Oftmals gelangen diese nicht an die Stelle, an der sie gebraucht werden. Künftig werden die Daten in der Linked Factory zentral gesammelt, zu Informationen verknüpft und auf diese Weise neues Wissen generiert. Im Fall der fehlerhaften Tür werden beispielsweise Sensordaten von Werkzeugen mit Informationen zur Beölung und Daten zum Ausgangsmaterial vereint und überprüft, welche Werte außerhalb der jeweils vorher festgelegten Toleranzwerte liegen. Auf dieser Grundlage werden dem Mitarbeiter dann Szenarien vorgeschlagen, mit denen er das gemeldete Problem nun zielgerichtet und schnell lösen kann. Das System soll so weit fortentwickelt werden, dass es bereits eine Warnung ausgibt, bevor es zu Fehlern kommt.

- ✓ – Halbierung von Maschinenstillstandszeiten
- Reduzierung von Ausschuss
- Flexiblere Fertigung
- Schnellere Reaktion auf Kundenwünsche durch schnelle Planänderungen



GESCHÄFTSFELD  
**ENTWICKLUNG UND FERTIGUNG  
VON ANTRIEBSKOMPONENTEN**





## FERTIGUNGSTECHNOLOGIEN

Nachhaltiges Handeln beginnt mit nachhaltiger Produktion. Ressourceneffizienz ist daher ein wesentlicher Innovationstreiber in der Fertigungstechnik. Eine Strategie zur Reduzierung des Ressourceneinsatzes bei der Bauteilfertigung ist die Verkürzung von Prozessketten. Um etwa Hohlwellen und Verzahnungen für Großgetriebe in möglichst wenigen Schritten und mit möglichst geringem Materialverlust herzustellen, lassen sich spanende Prozesse durch umformende Verfahren ersetzen. Die Anwendung alternativer Prozessketten besitzt aber auch das Potenzial, die Bauteileigenschaften und somit die Effizienz im Produktbetrieb zu beeinflussen. So ist es möglich, thermisch und dynamisch hochbelastbare Komponenten von Schiffsmotoren unter Einsatz innovativer Werkstoffverbunde wirtschaftlich zu produzieren. Dies wiederum leistet einen Beitrag zur Optimierung des Verbrennungsprozesses, was letztlich zu einer signifikanten Emissionsreduzierung führt.

**1** *In naher Zukunft sollen Zahnräder mit einem Durchmesser von bis zu einem Meter mit einem neuen Walzverfahren ressourcenschonender und energiesparender hergestellt werden.*

**2** *Kolben oder Ventile für Schiffsdieselmotoren können durch Umformung endkonturnah aus einem hybriden Werkstoffverbund gefertigt werden.*

**3** *Auf der neuentwickelten Bohrungsdrückanlage sind Hohlwellengrundformen mit einem Stückgewicht von bis zu 3300 kg bearbeitbar.*

### Große Zahnräder warmwalzen

Dipl.-Ing. Mike Lahl, [mike.lahl@iwu.fraunhofer.de](mailto:mike.lahl@iwu.fraunhofer.de)

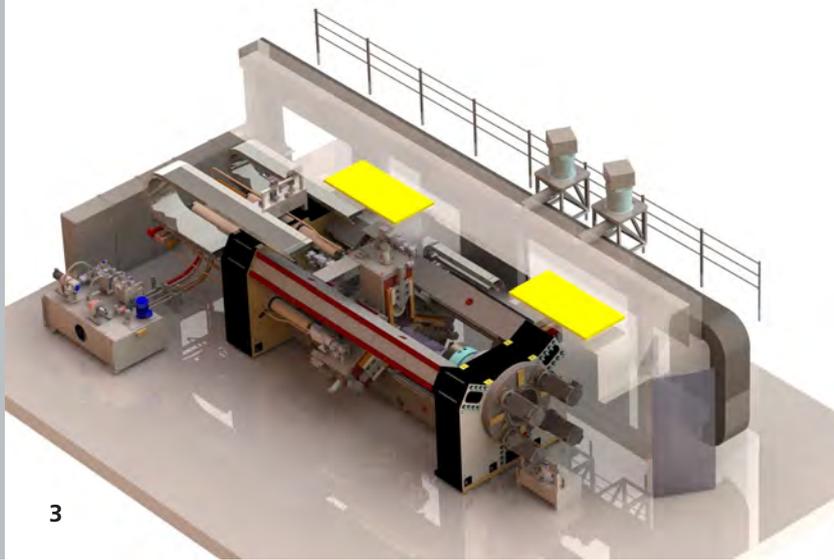
In Windkraft-, Schiffs-, Bahn- oder Krangetrieben kommen Zahnräder mit einem Durchmesser von bis zu einem Meter zum Einsatz. Ihre Herstellung mit spanenden Verfahren ist energie- und materialaufwendig. Eine Alternative sind Umformverfahren. Sie zeichnen sich durch einen hohen Materialausnutzungsgrad, kurze Prozesszeiten und hohe Wirtschaftlichkeit aus. Bei inkrementellen Verfahren sind zudem die Prozesskräfte gering, was die Gestaltung kompakter Umformmaschinen erlaubt. Die Vorteile dieser Technologie für die effiziente Herstellung großmoduliger Zahnräder nutzbar zu machen, ist Ziel des Vorhabens GEAR FORM. Gefördert vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, soll das Projekt dazu beitragen, den Gesamtenergieeinsatz bei der Herstellung der Getriebebauteile zu reduzieren.

Im Rahmen des Projekts wird u. a. eine Versuchsanlage für das Warmwalzen von Zahnradern mit großem Modul konzipiert. Analysen und Weiterentwicklungen des Warmwalzprozesses für Zahnräder wurden am Fraunhofer IWU auf einer für das Warmwalzen umgerüsteten Walzmaschine bereits durchgeführt. Anhand der ermittelten Daten konnten die Forscher eine Skalierung der Prozesskräfte und -momente vornehmen, um die Versuchsanlage, die mittlerweile bereits konstruiert wird, optimal zu dimensionieren. Parallel dazu untersuchen die Forscher gemeinsam mit den Projektpartnern Werkstoff- und Festigkeitseigenschaften warmgewalzter Verzahnungen. Indem sich deren Tragfähigkeit durch den Einsatz von Umformtechnik erhöht, könnten perspektivisch kleinere Zahnräder bei gleicher Leistungsübertragung zum Einsatz kommen. Dies ist zusätzlich ein Beitrag zum Leichtbau.

- ✓ – Einsparung von 15 % des Ausgangsmaterials
- Energieeinsparung durch signifikante Reduzierung der Fertigungszeit
- Qualitäten wie bei der Zerspanung realisierbar



2



3

### Hybride Materialien für Schiffsdieselmotoren

Dipl.-Ing. André Wagner, andre.wagner@iwu.fraunhofer.de

Die Anforderungen an die Betriebssicherheit und Zuverlässigkeit von Schiffsdieselmotoren sind enorm. Die Lebensdauer ihrer Kernkomponenten müssen dem Lebenszyklus des Schiffs entsprechen, da sie in dieser gesamten Zeit nicht demontiert werden können. Auch die Anforderungen an die Umweltverträglichkeit sind hoch: In den vergangenen Jahren wurden die Emissionsvorschriften für Hochseeschiffe neu erarbeitet. Demnach muss der Stickstoff-Ausstoß drastisch gesenkt werden. Erreichen lässt sich dies durch höhere Brenntemperaturen für eine saubere Verbrennung. Die Folge ist allerdings eine extreme thermische, dynamische und korrosive Belastung von Komponenten wie Kolben oder Ventilen.

Ein um 40 Prozent verlängerter Lebensdauerzyklus hochbeanspruchter Komponenten von Schiffsdieselmotoren war Ziel des Forschungsprojekts INKOV. Gleichzeitig sollte die Ressourceneffizienz bei der Herstellung der Bauteile erhöht werden. Die Lösung liegt im Einsatz hybrider Werkstoffe. Der Ansatz sieht vor, lokal begrenzt Superlegierungen einzusetzen. Dabei handelt es sich um metallische Werkstoffe mit komplexen Zusammensetzungen auf Nickelbasis. Durch ausgewählte thermische Fügeverfahren werden diese auf die Komponenten aufgebracht und mit minimalen Fertigungsmaßnahmen umgeformt. In den kommenden Jahren soll dieser Ansatz zur Serienreife geführt werden. Im Mittelpunkt steht dabei die simulationsgestützte Entwicklung von Herstellungsverfahren über die gesamte Prozesskette – von der Werkstoffauswahl über das Fügen und Umformen bis hin zur Wärmebehandlung und Endbearbeitung.

- ✓ – Verlängerung der Lebensdauer von hochbeanspruchten Schiffsmotorkomponenten um 40 %
- Ressourceneffiziente Produktion durch lokalen Einsatz von Superlegierungen

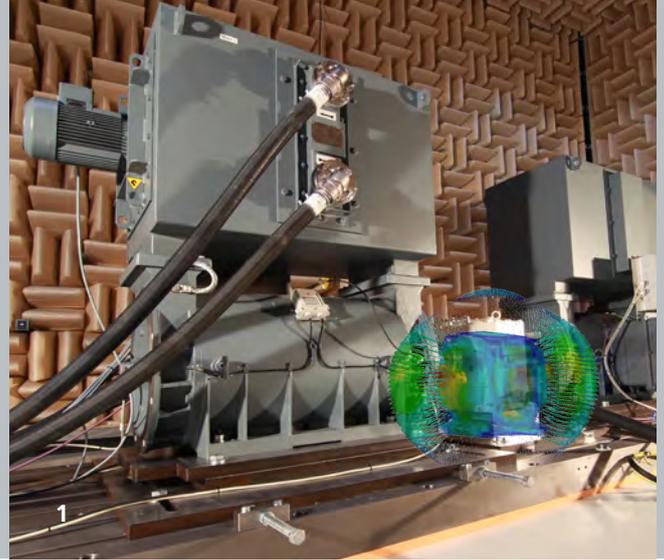
### Neue Fertigungsstrategie für Schiffsgtriebewellen

Dipl.-Ing. (FH) Mike Popp, mike.popp@iwu.fraunhofer.de

Mit einem jährlichen Umsatzvolumen von 54 Milliarden Euro ist die maritime Wirtschaft einer der wichtigsten Wirtschaftszweige Deutschlands. Die Bundesrepublik wickelt etwa 60 Prozent ihres Exports über den Seeweg ab. Nahezu 100 Prozent der Rohstoffe werden über Wasserwege beschafft. Um weiterhin auf diesem Sektor konkurrenzfähig zu bleiben, hat das Bundeswirtschaftsministerium das Forschungsprogramm »Maritime Technologien der nächsten Generation« aufgelegt. In dessen Rahmen startete im März 2015 das Verbundvorhaben »MarGet – Leistungsfähigere Komponenten für Schiffsgtriebe durch ressourcen- und umweltschonende Fertigungsstrategien«.

Das Fraunhofer IWU und die Westsächsische Hochschule Zwickau entwickeln dabei mit der SIEMENS AG und der Dreiling Maschinenbau GmbH eine vollkommen neue Prozesskette zur umformbasierten Herstellung von Schiffsgtriebhohllwellen mit einem Stückgewicht von bis zu 3300 Kilogramm. Das Hauptaugenmerk des Fraunhofer IWU liegt auf einem Fertigungskonzept, das auf dem Bohrungsdrücken basiert. Die Wissenschaftler entwickeln das Verfahren zur Hohllwellenherstellung für Großanwendungen weiter. So schaffen sie erstmals die Voraussetzung, um diese Art der inkrementellen Vorformerzeugung direkt in den Produktionsprozess von Schiffsgtrieben zu integrieren. Die Forschung konzentriert sich auf die Prozessmodellierung, die Maschinenanforderungen und die Maschinenentwicklung.

- ✓ – Verkürzung der Prozesszeiten in der Hohllwellenfertigung
- Reduzierung des Materialeinsatzes von bis zu 45 %
- Kostenreduktion der Gesamtprozesskette von mehr als 20 %
- Verbesserung der Produkteigenschaften und Erhöhung der Produktlebensdauer



## PRODUKTIONSSYSTEME

Moderne Produktionssysteme für Fahrzeugantriebskomponenten müssen immer höheren Anforderungen in Hinblick auf Flexibilität, Bauteilqualität, Prozesssicherheit, Produktivität und Kosten genügen. Es werden zunehmend adaptive Produktionsanlagen zum Einsatz kommen, deren Fertigungsparameter kontinuierlich überwacht und durch gezielte Prozessregelung den aktuellen Fertigungsrandbedingungen angepasst werden können. Damit ist es möglich, aktiv in Fertigungsprozesse einzugreifen und bei Unregelmäßigkeiten und Abweichungen entsprechend gegenzusteuern.

Die Entwicklung derartiger Systeme erfordert detaillierte Kenntnisse der Maschineneigenschaften und vor allem ein ganzheitliches Prozessverständnis. Unterstützen lässt sich dies beispielsweise durch eine Prozesssimulation der einzelnen Fertigungsschritte. Auf dem Weg zur Null-Fehler-Produktion spielt zudem die Qualitätssicherung von Komponenten eine wesentliche Rolle.

### Akustik und Produktion

Dipl.-Ing. Jan Troge, [jan.troge@iwu.fraunhofer.de](mailto:jan.troge@iwu.fraunhofer.de)

Der Straßenverkehr ist in Deutschland die Geräuschquelle, von der der größte Teil der Bevölkerung betroffen ist. Er rangiert deutlich vor akustischen Emissionen durch Schienenfahrzeuge oder Flugzeuge. Da auch die Ansprüche der Autokäufer an den Geräusch- und Fahrkomfort steigen, gewinnt eine wissenschaftliche Auseinandersetzung mit der Geräuschminderung im Automobilbau immer mehr an Bedeutung. Einen starken Einfluss auf die Geräuschenstehung haben nicht nur die Pkw-Bauteile selbst, sondern auch deren Herstellungsprozesse. Am Beispiel der Getriebeakustik zeigt sich, dass sowohl die Mikrogeometrie der Zahnräder als auch die dynamischen Eigenschaften der spanenden Werkzeugmaschinen, mit denen die Zahnräder hergestellt werden, den späteren Geräuschkomfort mitbestimmen. Im »Forschungszentrum Interaktion Akustik und Produktion«, das vom Fraunhofer IWU und der Volkswagen AG initiiert wurde, stehen diese Wechselwirkungen im Fokus der Wissenschaftler. So entstanden bisher fünf Dissertationen, die sich mit der Getriebe- und Gesamtfahrzeugakustik auseinandersetzen. Die Ergebnisse ermöglichen es, bereits bei der Herstellung von Getriebekomponenten Aussagen zum akustischen Verhalten im Gesamtfahrzeug zu treffen und Maßnahmen bei eventuellen Abweichungen einzusteuern. Zur Qualitätssicherung des akustischen Bauteilverhaltens im Produktionsprozess wurden statistische Methoden entwickelt, die Aussagen zur Gesamtfahrzeugakustik aus der End-of-Line-Prüfung des Getriebes ermöglichen. Aktuelle Arbeiten beschäftigen sich mit der akustischen Ansteuerung von Elektroantrieben und den Rückschlüssen, die sich aus Daten von Maschinen in der Verzahnungsherstellung und -fertigung auf die Akustik von Getrieben ziehen lassen.

- ✓ – Reduzierung von Produktionskosten
- Minimierung von Nacharbeit im Produktionsprozess
- Verringerung der Anzahl akustischer n.i.O.-Teile
- Vermeiden von akustischen Beanstandungen beim Endkunden



2

---

## Nockenwellen effizient schleifen mit Heinrich Barkhausen

Dipl.-Ing. (FH) Jens Gentzen, jens.gentzen@iwu.fraunhofer.de

---

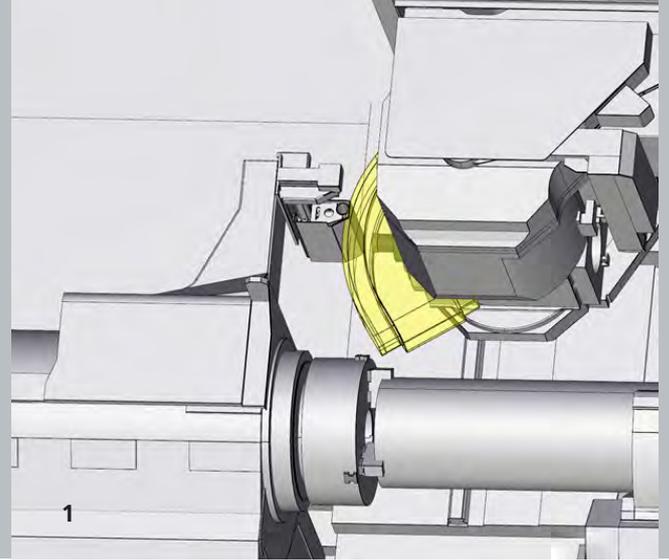
Setzt man ferromagnetische Bauteile einem Magnetfeld aus und steigert dessen Stärke, erhöht sich die Magnetisierung des Bauteils nicht kontinuierlich, sondern in kleinen Sprüngen. Diesen Effekt wies der Dresdner Physiker Heinrich Barkhausen 1917 akustisch erstmals durch ein heute nach ihm benanntes Rauschen nach. Damit lassen sich thermische Randzonen-schädigungen an magnetisierbaren Bauteilen feststellen. Bisher erfolgte das immer nach dem Prozess, weshalb auf die Entstehung kein Einfluss genommen werden konnte.

Am Fraunhofer IWU wurde ein Verfahren entwickelt, mit dem diese Messung auch im Schleifprozess erfolgen kann. Das war bisher nicht möglich. Um trotz geometrisch unbestimmter Schneide der Werkzeuge und nicht konstanter Eingriffsbedingungen prozesssicher fertigen zu können, behalf man sich mit großzügigen Sicherheitsannahmen, etwa beim spezifischen Zeitspannvolumen oder der Werkzeugstandzeit. Könnte man diese Sicherheitsannahmen durch Kenntnis zum Randzonenzustand während der Bearbeitung präzisieren, ließen sich Bearbeitungs- und Nebenzeiten reduzieren, Prüfkosten senken und Ausschuss vermeiden. Hier kommt das Barkhausen-Rauschen ins Spiel: Die Chemnitzer Forscher messen dieses während des Schleifens. Da Gutteile anders »rauschen« als z. B. Komponenten mit Schleifbrand, lassen sich Rückschlüsse auf den Prozessverlauf ziehen. Auf Basis dieser Messwerte wird die Technologie durch eine Regelung so angepasst, dass die Leistungsfähigkeit des Schleifkörpers optimal ausgenutzt werden kann. Die Weiterentwicklung der Technologie ist Gegenstand weiterer Forschungsvorhaben.

- ✓ – Reduzierung der Schleifzeit
- Senkung der Nebenzeiten und Werkzeugkosten
- Verbesserung der Prozesssicherheit und Qualität
- Senkung von Prüfkosten

1 Im »Forschungszentrum Interaktion Akustik und Produktion« wird u. a. der Einfluss der Getriebeakustik auf die Gesamtakustik eines Fahrzeugs untersucht.

2 Durch Messung des Barkhausen-Rauschens während des Schleifens können Rückschlüsse zur effizienteren Prozessgestaltung gezogen werden.



## MECHATRONISCHE KOMponentEN UND CPS

Die Reduktion von Reibungsverlusten ist ein großer Hebel zur Effizienzsteigerung von Antriebssystemen. Dafür müssen sowohl Geometrie als auch Oberflächen der aufeinander reibenden Komponenten optimal passfähig sein.

Das Fraunhofer IWU stellt Technologien bereit, die eine präzise Fertigung der notwendigen Freiformoberflächen ermöglichen. Aktive Werkzeuge auf Basis von Piezoaktoren erweitern den Funktionsumfang von Werkzeugmaschinen um hochdynamische Zusatzachsen und ermöglichen so die Fertigung von gewünschten Unrundgeometrien. Belastete Elemente können damit sehr frei gestaltet werden, so dass sich Reibungseffekte minimieren lassen. Produktionssysteme werden auf diese Weise allerdings komplexer und bedürfen eines erhöhten Aufwandes, um den störungsfreien Betrieb sicherzustellen. Beispielsweise ist eine manuelle Analyse möglicher Kollisionsfälle extrem aufwendig. Durch eine vom Fraunhofer IWU entwickelte Automatisierung des Analyseprozesses lassen sich mögliche Konflikte sehr schnell erkennen und vermeiden.

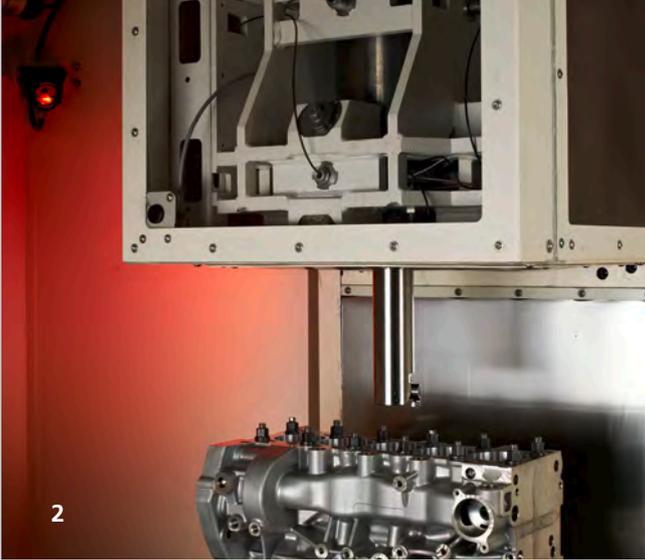
### Intelligente Kollisionsvermeidung für Werkzeugmaschinen

Dipl.-Ing. Michael Hoffmann, michael.hoffmann@iwu.fraunhofer.de

Turbinenschaufeln von Flugzeugtriebwerken müssen hochpräzise gefertigt sein, um effizient zu arbeiten und höchste Sicherheit zu gewährleisten. Diese Genauigkeit lässt sich erreichen, wenn die Bauteile spanend hergestellt werden. Die Präzision hat allerdings ihren Preis: Ein einzelnes dieser Bauteile kann leicht mehrere zehntausend Euro kosten. Ausschussteile sollten daher möglichst vermieden werden. Ein bedeutender Faktor, der im schlimmsten Fall zu Ausschussteilen führt, sind Kollisionen zwischen Werkzeug, Werkstück und Maschine. Diese können auftreten, wenn sie bei der Planung des Prozesses im CAD/CAM nicht berücksichtigt wurden. Bestehende Methoden zur Vermeidung derartiger Kollisionsfälle sind sehr aufwendig, bieten unzureichenden Schutz oder sind nur wirksam bei sehr langsamen Maschinen.

Abhilfe schafft eine vom Fraunhofer IWU entwickelte Software. Sie operiert im direkten Verbund mit der Maschinensteuerung und basiert auf virtuellen Hüllen um Maschinenteile, Werkzeuge und Werkstücke. Diese Hüllen bestehen aus zwei Zonen: einer äußeren Reduzierungs- und einer inneren Stoppzone. Kommen sich die verschiedenen Komponenten so nahe, dass die äußere Zone durchdrungen wird, werden Vorschubgeschwindigkeiten reduziert, nach Möglichkeit ohne Beeinträchtigung laufender Prozesse. Berühren sich in Folge die inneren Zonen, stoppt die Maschine. Der gewünschte Kollisionsfall Werkzeug gegen Werkstück wird dabei gesondert betrachtet.

- ✓ – wirksamer Kollisionsschutz zwischen Werkzeug, Werkstück und Maschine
- keine Beeinträchtigung der Bearbeitungstechnologie
- in allen Betriebsarten der Maschine aktiv



---

## Freiformflächen mithilfe mechatronischer Komponenten fertigen

Dipl.-Ing. Markus Ullrich, markus.ullrich@iwu.fraunhofer.de

Dipl.-Ing. Jörg Schneider, joerg.schneider@iwu.fraunhofer.de

---

Wissenschaftler des Fraunhofer IWU haben eine adaptive Spindelhalterung auf Basis piezokeramischer Aktoren entwickelt. Eingesetzt werden kann sie u. a. in der Mikrotechnologie. Ein anschauliches Anwendungsbeispiel hierfür ist die Unrundbearbeitung zur Kompensation des Zylinderverzugs in Verbrennungsmotoren: Beim Zusammenbau und im Betrieb kommt es zu mikroskopisch kleinen Verformungen der Zylinderbohrung, wodurch sich Öl- und Spritverbrauch erhöhen. Deshalb fertigt man die Zylinder von vornherein unrund, so dass sie nach dem Verbauen und während des Betriebs die gewünschte Form haben. Bis dato genutzte Verfahren für diese Unrundbearbeitung bestehen aus mehreren Schritten, sind sehr aufwendig und kostenintensiv.

Durch Einsatz der adaptiven Spindelhalterung beim Ausbohren des Zylinderkurbelgehäuses lässt sich die geforderte unrunde Bohrungsgeometrie einbringen. Der Schlüssel hierzu sind die Mikrobewegungen der Piezoaktoren. Als hochdynamische Antriebe kommen acht piezokeramische Stapelaktoren in Differenzialanordnung zum Einsatz. Diese zeichnen sich durch hohe erzeugbare Kräfte innerhalb eines breiten Frequenzbandes aus. Die erreichbaren Aktorwege liegen im Bereich mehrerer zehn Mikrometer und lassen sich im Sub-Mikrometerbereich genau ansteuern. Eine parallelkinematische Anordnung der Aktoren bietet zudem deutliche Vorteile gegenüber seriellen Kinematiken. Die Ansteuerung der Kinematik wurde so entwickelt, dass ein stabiler und handhabbarer Prozess möglich ist, mit dem sich beliebige Freiformflächen fertigen lassen.

- ✓ – Einsparung von Prozessschritten
- Erhöhung der Bearbeitungsgenauigkeit
- Verbrauchs-, Verschleiß- und Reibungsreduzierung bei gefertigten Powertrain-Komponenten

*1 Mithilfe von virtuellen Hüllen, die z. B. um Maschinenteile und Werkzeuge gelegt werden, kann eine Software wirksam vor Kollisionen in Werkzeugmaschinen schützen.*

*2 Mit einer adaptiven Spindelhalterung sind hochdynamische Relativbewegungen realisierbar, die die Fertigung beliebiger Freiformbohrungen ermöglichen.*



## IUK-TECHNOLOGIEN FÜR DIE PRODUKTION

Betreiber von Produktionsanlagen sind immer wieder mit der gleichen Herausforderung konfrontiert: der Zeit- und Kosteneinsparung im Wettbewerb mit anderen Unternehmen. Produktionsabläufe hochtransparent zu gestalten, die Maschinenbedienung zu vereinfachen und das Know-how von Mitarbeitern langfristig zu sichern, trägt entscheidend dazu bei, die Produktivität zu optimieren.

Um diese Ziele zu erreichen, entwickelt das Projekt SmARPro (SmARt Assistance for Humans in Production) eine Plattform zur standardisierten Erfassung, Aufbereitung und Bereitstellung von Betriebsdaten für Assistenzsysteme in der Produktion. SmARPro greift dabei auf das am Fraunhofer IWU entwickelte Konzept Linked Factory zurück. Dieses realisiert durchgängige Datenverbindungen, ausgehend von Maschinen und Steuerungen über Leitsysteme bis hin zu Produktionsplanungssystemen und Apps auf tragbaren Endgeräten.

### Linked Factory: Die einheitliche Basis für Produktionsdaten

Dipl.-Inf. Ken Wenzel, ken.wenzel@iwu.fraunhofer.de

Die Fertigung von Antriebskomponenten wird zunehmend von Informations- und Kommunikationstechnik durchdrungen. Dadurch steht bereits heute eine große Menge unterschiedlicher Daten mit einem direkten oder indirekten Bezug zur Produktion für die Erfassung und Verarbeitung zur Verfügung. So gewinnt die Ressource »Daten« stetig an Bedeutung. Wie aber lassen sich diese verarbeiten und als Informationen so zur Verfügung stellen, dass sie in immer komplexeren Produktionsszenarien unterstützend wirken? Entscheidend ist, dass diese Informationen zur richtigen Zeit am richtigen Ort sind. Nur so wird eine flexible, ressourceneffiziente Produktion über die gesamte, komplexe Prozesskette möglich. Diese zu organisieren, ist Aufgabe der Linked Factory. Dabei handelt es sich um eine Datendrehscheibe, die von den Digitalisierungsexperten des Fraunhofer IWU entwickelt wurde. Am Institut ist sie als Softwareplattform u. a. in der E<sup>3</sup>-Forschungsfabrik im Einsatz, wo z. B. die ressourceneffiziente Herstellung von Powertrain-Komponenten im Fokus der Wissenschaftler steht. Die Linked Factory speist sich aus verschiedenen IT-Systemen der Fabrik: Es fließen beispielsweise Daten aus einzelnen Maschinen, Auftragsdaten aus ERP-Systemen sowie anderen Bereichen der Produktion zusammen, um ein virtuelles Fabrikabbild zu erzeugen. Methoden zum Aufbau virtueller Datenbanken in Kombination mit Semantic-Web-Technologien helfen bei der Konsolidierung und Bereitstellung dieser Datenbestände für In-Prozess-Analysen und historische Auswertungen.

- ✓ – Smarte Verknüpfungen zwischen Geräten, Steuerungen und Applikationen
- Echtzeitinformation über Prozesse und Maschinen
- Hohe Datenerfassungsgeschwindigkeit; einfache Erweiterbarkeit zur Datenanalyse
- Ableitung bisher verborgener Zusammenhänge als Basis der Produktivitätserhöhung



2

---

## Assistenzsysteme in der Produktion

Dipl.-Inf. Marko Friedemann, marko.friedemann@iwu.fraunhofer.de

---

Digitalisierung und Vernetzung machen die industrielle Produktion hochflexibel, aber auch hochkomplex. Das gilt insbesondere für die Fertigung von Fahrzeugen und deren Komponenten. Die Ressource »Daten« lässt sich hier nur dann wertschöpfend nutzen, wenn sie den Mitarbeiter nicht durch ihre schiere Menge und Kompliziertheit überfordert. Vielmehr müssen sie ihm gemäß seiner Aufgabe aufbereitet und dargestellt werden, damit er schnell die richtigen Entscheidungen treffen kann.

In dem vom Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderten Projekt SmARPro entsteht eine Plattform zur standardisierten Erfassung, Aufbereitung und Bereitstellung produktionsrelevanter Informationen in Fertigung und Logistik. SmARPro nutzt mobile AR-Assistenzsysteme für die kontextbasierte Darstellung von Informationen und verbindet die dazu notwendigen Daten aus der Ressourcen- und Produktionsplanung mit denen von Maschinen, Anlagen, autonomen Transportsystemen und anderen Komponenten. Das Fraunhofer IWU entwickelt hierfür mit der SmARPro Plattform die zentrale Komponente, die auf dem Konzept der Linked Factory basiert und auf der die gesammelten Daten zusammenfließen, miteinander verknüpft und für den Anwender zu nützlichen Informationen verdichtet werden. Anwendungen aus dem Projekt SmARPro sind bereits bei Bosch Automotive in der Fertigung von Einspritzanlagen im Einsatz.

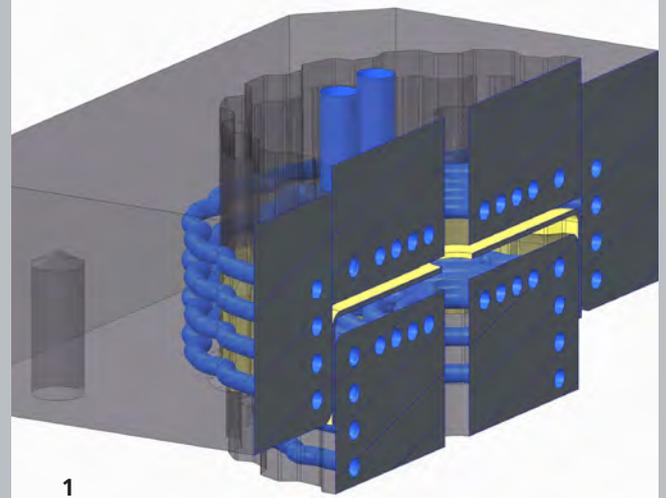
- ✓ – **Transparenz in Produktion und Logistik durch Darstellung auf mobilen Endgeräten**
- Einfache Beherrschung immer komplexerer Produktionsvorgänge
- Einfache Anbindung von Maschinen und Anlagen zur Datenerfassung

- 1 *In der Linked Factory werden unterschiedlichste Daten zusammengeführt, zu neuen Informationen verarbeitet und kontextbasiert für den jeweiligen Bedarfsfall bereitgestellt.*
- 2 *Durch SmARPro verändert sich die Informationsanzeige grundlegend: Informationen erscheinen genau dort, wo der Mensch sie zum jeweiligen Zeitpunkt benötigt – ohne dass er aktiv eingreifen muss.*



GESCHÄFTSFELD  
**WERKZEUG- UND FORMENBAU**





## FERTIGUNGSTECHNOLOGIEN

Effiziente Werkzeugkonzepte steigern die Produktivität und ermöglichen es gleichzeitig, Material, Zeit, Energie und Kosten zu sparen. Zusätzlich tragen sie dazu bei, die Grenzen der Bauteilgestaltung zu erweitern, etwa beim Design von umformend hergestellten Karosseriekomponenten. Auch bei der Verwendung innovativer Materialien wie faserverstärkten Kunststoffen sind neuartige Werkzeugkonzepte gefragt. Der Schlüssel dazu sind disruptive Fertigungsstrategien wie das Laserstrahlschmelzen, die Einbindung von Sensoren und Aktoren ins Werkzeug sowie die Verwendung von Simulations- und Prozessdaten zur optimalen Werkzeugauslegung.

- 1 Durch Laserstrahlschmelzen gefertigtes Presshärte-Werkzeug mit grundlegend optimierten konturnahen Kühlkanälen.
- 2 Durch Oberflächenstrukturierung von Presswerkzeugen kann der zusätzliche Aufrauprozess bei Bauteilen vor der Lackierung entfallen.
- 3 Für einen besseren Materialfluss in umformtechnisch kritischen Bereichen wird während des Ziehprozesses gezielt ein Riss ins Blech eingebracht.

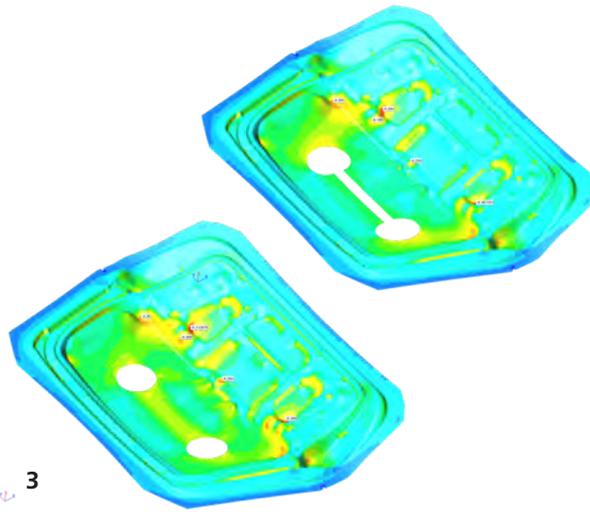
### HiperFormTool – Hochleistungswerkzeug für das Presshärten

Dipl.-Ing. (FH) Mathias Gebauer, mathias.gebauer@iwu.fraunhofer.de

Beim Presshärten werden erwärmte Blechbauteile in einem Umformwerkzeug rasch abgekühlt, wodurch sie eine besonders hohe Festigkeit erhalten. Nach derzeitigem Stand der Technik dauert dieser Vorgang etwa zehn Sekunden. Mit dem richtigen Werkzeug lässt er sich deutlich verkürzen und wird damit wesentlich effizienter. Der Schlüssel dazu ist das generative Fertigungsverfahren des Laserstrahlschmelzens. Mit ihm lassen sich Werkzeugeinsätze so herstellen, dass sich das Werkzeug mithilfe filigraner Kühlkanäle konturnah temperieren lässt, was Zykluszeiten signifikant reduziert.

Im Projekt HiperFormTool wurden das thermische Verhalten derartiger Werkzeuge mithilfe von Simulation analysiert und verschiedene Kühlkanalgeometrien miteinander verglichen. Aus den Ergebnissen leiteten die Wissenschaftler eine grundlegend optimierte Kühlkanalgeometrie ab, die ausschließlich durch Laserstrahlschmelzen realisierbar ist. Bei der generativen Fertigung wurde zudem erfolgreich Thermosensorik in den Werkzeugeinsatz eingeschmolzen, mit der sich der Umformprozess präzise überwachen lässt. Die so entwickelte innovative Werkzeugtemperierung erlaubt eine Reduzierung der Prozesszeit beim Presshärten von 10 auf 3 Sekunden – bei gleicher Genauigkeit und Härte der umgeformten Bauteile.

- ✓ – Hochpräzise Fertigung des Kühlkanalsystems
- Optimale Temperierung des Werkzeugs
- Reduzierung der Haltezeit beim Presshärten um 70 %



### Prozess einsparen durch Laserstrukturierung

Dipl.-Ing. Jörg Schneider, joerg.schneider@iwu.fraunhofer.de

Sheet Molding Compounds (SMC) – glasfaserverstärkte duroplastische Reaktionsharze – bestechen durch ihre Designfreiheit und ein gutes Festigkeits-Gewichts-Verhältnis. Sie werden daher u. a. zur Herstellung von Karosserieteilen wie beispielsweise Pkw-Heckklappen eingesetzt. Nach der Formgebung in einem beheizten Werkzeug muss die Oberfläche dieser Bauteile aufgeraut werden, damit sich eine hochwertige Lackqualität ausbilden kann. Dieser zusätzliche Prozess wird in der Regel von Hand vorgenommen. Durch eine Oberflächenstrukturierung der Presswerkzeuge kann er jedoch entfallen: Beim Pressvorgang überträgt sich die Oberflächenstruktur vom Werkzeug auf das SMC-Rohbauteil und sorgt so für eine bessere Benetzbarkeit der Oberflächen.

Diese funktionalen Oberflächenstrukturen lassen sich per Laserbearbeitung gezielt, gleichmäßig und reproduzierbar auf die Werkzeugoberfläche aufbringen. Im Projekt entwickelten die Wissenschaftler des Fraunhofer IWU dazu eine Lasertextur mit definierten Rauheits- und Oberflächenprofilen. An abformkritischen Stellen des Werkzeugs können die Strukturen bei Bedarf unterschiedlich gestaltet werden. Die Forscher kombinierten zudem die Formgebung der Oberfläche mit einer Modifizierung der Werkzeug-Randschicht. Auf diese Weise lassen sich die SMC-Rohbauteile leichter aus der Form lösen. Das händische Entfernen von SMC-Rückständen und das Auftragen von Trennmitteln auf die Werkzeugoberfläche entfallen somit.

- ✓ – Zeitersparnis durch Wegfall eines Prozessschrittes (Aufrauen)
- Verbessertes Entformverhalten im Pressprozess

### Wenn ein Riss gegen Risse im Bauteil hilft

Dipl.-Ing. Matthias Nagel, matthias.nagel@iwu.fraunhofer.de

Dem Automobildesign sind oft dort Grenzen gesetzt, wo Produktionsverfahren an ihre Grenzen stoßen. So können komplexe Geometrien von Blechbauteilen Falten- oder Rissbildung beim Tiefziehen begünstigen und somit die Produktion von Ausschuss verursachen.

Es klingt zunächst paradox: Aber einen Riss absichtlich ins Bauteil einzubringen, kann helfen, Risse oder Falten zu vermeiden. Darauf setzten Wissenschaftler des Fraunhofer IWU beim Projekt ExAP. Sie entwickelten ein Werkzeug mit einer Aktorik, die in Abhängigkeit vom Pressenhub eine Schneide freilegt. Diese bringt an einer unbedenklichen Stelle gezielt einen Riss ins Tiefziehteil ein bzw. verbindet zwei Fließöffnungen durch einen Schnitt. Der Effekt ist ein besserer Materialfluss in umformtechnisch kritischen Bereichen. Anspruchsvolle Areale werden dadurch entschärft. Der strategische Nutzen besteht in einer Erhöhung der Prozessstabilität und einer Verbesserung der Bauteilqualität. Der Ausschuss verringert sich, die Freiheiten im Bauteildesign lassen sich signifikant erhöhen.

- ✓ – Verringerung des Bauteilausschusses um bis zu 50 %
- Finanzielles Einsparpotenzial von 150 000 Euro pro Jahr und Bauteilcharge



## PRODUKTIONSSYSTEME

Die Basis für Themen der Industrie 4.0 sind nach wie vor die Maschinen. Diese müssen aufgrund volatiler Märkte immer flexibler werden. Darüber hinaus sind es jedoch die konventionellen Grundwerte wie Effizienz, Robustheit und Qualität, die immer höheren Anforderungen unterliegen. Auf der Suche nach den richtigen Stellhebeln rückt z. B. die Optimierung des Designs von Maschinen unter thermischen Aspekten immer stärker in den Fokus. Der Einfluss der Luftfeuchtigkeit ist für eine hohe Prozessstabilität ebenso ausschlaggebend. Dabei gilt: Je höher die gestellten Anforderungen, wie z. B. in der Mikrobearbeitung an die Qualität der Produkte, desto größer sind diese Einflussfaktoren. Weltweit agierende Unternehmen sind oft mit beiden Herausforderungen konfrontiert.

Für die Prognose und Beherrschung dieser Einflüsse steht am Fraunhofer IWU eine breit gefächerte Kompetenz zur Verfügung – von der Simulation, dem Entwurf von Regelstrategien bis hin zur experimentellen Analyse im Großformat.

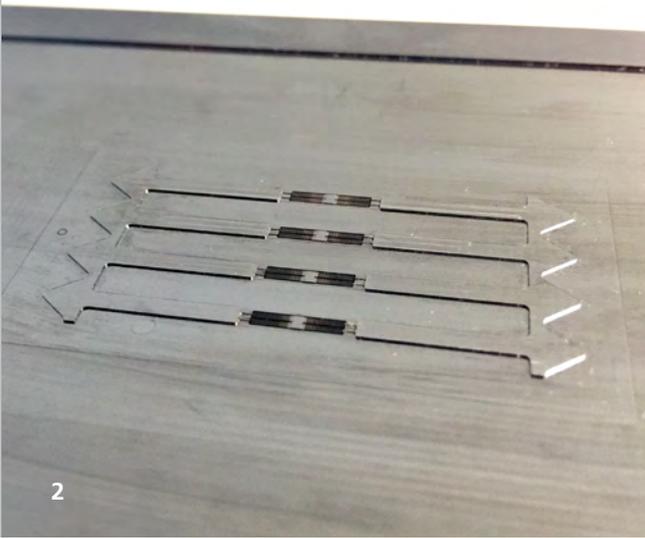
### Thermo-energetische Gestaltung von Werkzeugmaschinen

Dr.-Ing. Janine Glänzel, [janine.glaenzel@iwu.fraunhofer.de](mailto:janine.glaenzel@iwu.fraunhofer.de)

Für Werkzeugmaschinenhersteller ist es nach wie vor ein gravierendes Problem: Eine Maschine arbeitet ungenau und produziert Ausschuss, wenn sich die Umgebungsbedingungen durch Sonneneinstrahlung, steigende bzw. sinkende Luftfeuchtigkeit oder Zugluft infolge offener Hallentore ändern. Ebenso sind laufende Maschinenantriebe oder das heiße Werkzeug selbst während der Bearbeitung nicht zu vernachlässigende Wärmequellen, die sich negativ auf die Maschinenstruktur auswirken.

Wissenschaftler des Fraunhofer IWU untersuchen diese Einflüsse im DFG-Sonderforschungsbereich Transregio 96. Ihr Hauptaugenmerk liegt auf den Aspekten der Parametrierung und kennfeldbasierten Korrektur. Dabei wird mit experimentellen und simulationsbasierten Untersuchungen einzelner Komponenten oder kompletter Werkzeugmaschinen das thermische Verhalten ihrer Struktur abgebildet. Hier spielen sowohl Wärmeeinträge während der Bearbeitung als auch Umgebungswechselwirkungen eine wichtige Rolle. Aus Kenndaten wie beispielsweise Wärmeaustauschkoeffizienten, Temperatur- und Verschiebungsfeldern entwerfen und erproben die Forscher Online-Methoden zur Verlagerungskorrektur an der Wirkstelle (TCP). Die Forschungsergebnisse können am Fraunhofer IWU auf kundenspezifische Bearbeitungsbedingungen angepasst werden, so dass die Korrekturmethode im Produktionsprozess eine optimale thermische Stabilität gewährleisten.

- ✓ – Erhöhung der Prozessstabilität in der spanenden Fertigung
- Verminderung von Ausschuss
- Produktion unabhängig von Umweltbedingungen



---

## Flexibles UV-Folienspritzgussystem

Dr.-Ing. Jan Edelmann, jan.edelmann@iwu.fraunhofer.de

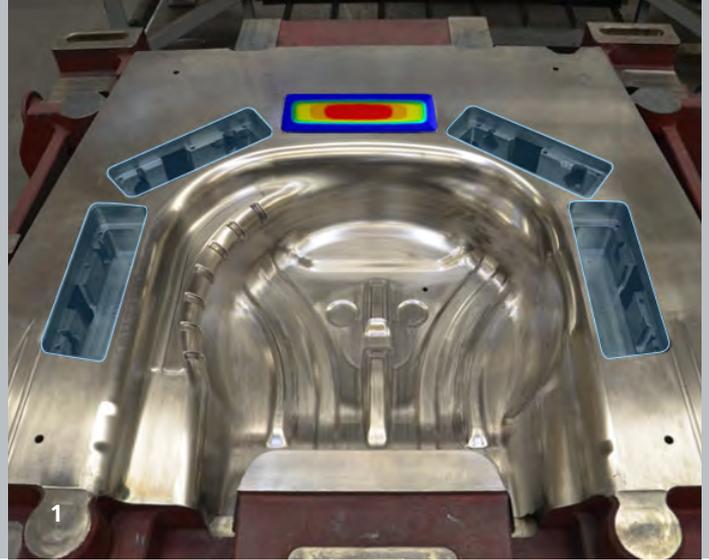
---

Mithilfe des Stoffwechselprodukts Lactat lässt sich die individuelle Fitness eines Leistungssportlers bestimmen. Die Konzentration dieser Milchsäure-Salze im Körper kann mit elektronischen Messgeräten schnell ermittelt werden. In diese wird ein Teststreifen mit einem Blutstropfen der Testperson gesteckt. Der Streifen enthält eine komplexe Verbundpolymer-Folie, die mit einem mikroskopisch kleinen Relief versehen ist. Es ist so strukturiert, dass sich die Flüssigkeit für eine chemische oder optische Messung optimal darauf verteilt. Üblicherweise werden diese mikrofluidischen Strukturen mit einem temperierten Umformwerkzeug in ein Folienhalbzeug geprägt, aus dem sich anschließend jeweils 100 Teststreifen gewinnen lassen. Mit zehn Minuten dauert dieser Prozess relativ lange und ist wenig wirtschaftlich. Günstiger ginge es, wenn man auf den Prägevorgang verzichtet und die Folie von vornherein strukturiert herstellt.

Die Lösung dafür bietet die Folienherstellung per Spritzguss: Ein flüssiges, kaltes Polymer wird in ein Formwerkzeug eingeleitet und härtet nach der Bestrahlung mit UV-Licht aus. In einem Verbundprojekt mit zwei Industriepartnern und dem Leibniz-Institut für Polymerforschung leitete das Fraunhofer IWU die Entwicklung eines derartigen Formwerkzeugs. In der Technologieentwicklung kamen dafür spanende und abtragende Präzisionsfertigungsverfahren zum Einsatz. Im Ergebnis lassen sich die Folien nun energie- und zeiteffizienter herstellen.

- ✓ – Zeit- und Energieersparnis durch Wegfall eines Prozessschrittes
- Einfache Integration von Zusatzfunktionen in das Produkt

- 1 In der Klimazelle kann der Einfluss sich ändernder Umgebungsbedingungen auf das Verhalten von großen Maschinenteilen, Baugruppen und ganzen Maschinen ermittelt werden.
- 2 Mit hybrider Fräs- und Laser-mikrobearbeitung wurde ein Werkzeugeinsatz für das Folien-spritzgussystem strukturiert.



## MECHATRONISCHE KOMPONENTEN UND CPS

Werkzeuge sind das Bindeglied zwischen Maschine und Prozess. Ihre Gestaltung ist somit ein wesentlicher Erfolgsfaktor für eine effiziente Produktion. Neben der Optimierung von Geometrie und Werkstoff gewinnt die Integration mechatronischer Funktionen zunehmend an Bedeutung. Werkzeugintegrierte Sensoren und Aktoren agieren direkt an der Wirkstelle und können den Fertigungsprozess wirksam charakterisieren und beeinflussen. Die Umgebungsbedingungen erfordern hochgradig funktionsverdichtete Aktor-Sensor-Systeme. Als Energiewandler bieten sich Piezokeramiken an, die auf kleinstem Bauraum hohe Kräfte erzeugen bzw. Belastungen messen können. Ergänzt um eine miniaturisierte Elektronik entstehen cyber-physische Komponenten als Schnittstelle zwischen Fertigungsprozess und Maschinensteuerung. Ergänzt um eine Prozessregelung gelingt die adaptive Nachführung von Prozessparametern. Die Maschine reagiert selbstständig auf Prozessabweichungen und hält die Fertigung in einem vorgegebenen Prozessfenster.

### Intelligentes Umformwerkzeug

Dipl.-Ing. Wolfgang Zorn, [wolfgang.zorn@iwu.fraunhofer.de](mailto:wolfgang.zorn@iwu.fraunhofer.de)

Beim Umformen komplex gestalteter Blechteile können Tiefziehfehler in Form von Rissen in den Ecken und Falten in den Seitenbereichen auftreten. Um sie zu vermeiden, muss der Stofffluss in den Eckbereichen erleichtert oder in geraden bzw. leicht gekrümmten Ziehteilzonen gebremst werden. Lange Zeit wurde dies durch manuelles Einarbeiten der Tiefziehwerkzeuge realisiert. Das Fraunhofer IWU hat in Zusammenarbeit mit einem Automobilhersteller ein steuerbares System in Form einer aktiven Matrize entwickelt, die den komplexen Stofffluss im Flanschbereich mithilfe von piezoelektrischen Aktoren direkt im Prozess beeinflusst.

Das intelligente Werkzeugsystem ermittelt per Lasermessung den Flanscheinzug an diskreten Stellen am Bauteil. Die Messergebnisse ermöglichen unter zusätzlicher Einbindung von Metamodellen den Rückschluss auf Abweichungen der Bauteilqualität. Mit der werkzeugintegrierten Regelungseinheit wird dann eine geeignete Ansteuerstrategie der Piezoaktoren abgeleitet, um die Gefahr der Falten- oder Rissbildung zu senken. Ist ein stärkerer Materialnachfluss nötig, senken sich die Aktoren. Muss der Materialnachfluss dagegen gedrosselt werden, heben sich die Aktoren und der Druck im Flanschbereich erhöht sich. Auf diese Weise wird der Prozess gezielt beeinflusst, so dass eine Ausschusskostensenkung von bis zu 50 Prozent möglich wird.

- ✓ – Ausschusskostensenkung von bis zu 50 %
- Einsatz preiswerterer Werkstoffe bei gleicher Bauteilqualität
- Verkürzter Anlauf und Wiederanlauf



## Spanende Werkzeugmaschinen mit Tastsinn

Dipl.-Ing. Martin Ettrichrätz, martin.ettrichraetz@iwu.fraunhofer.de

Der Tastsinn des Menschen ist überlebensnotwendig, da erst durch taktile Rückmeldungen eine gezielte Interaktion mit der Umwelt möglich ist. Obwohl moderne Fertigungsprozesse nicht weniger komplex sind als die Interaktion des Menschen mit seiner Umwelt, mussten spanende Werkzeugmaschinen auf einen Tastsinn bis jetzt verzichten. Denn bisher gab es keine Möglichkeiten, die Prozessgrößen von Zerspanungsprozessen in ausreichender Qualität und Quantität zu erfassen.

Das Überwachungssystem SensoTool ändert das. Seinen Kern bildet ein Sensorelement mit piezoelektrischen Schichten, das direkt hinter der Wendeschneidplatte am Werkzeugträger positioniert ist. Der piezoelektrische Effekt wandelt die zu messende Kraft in eine Ladung, die von der werkzeugintegrierten Elektronik vorverarbeitet wird. Die gewonnenen Daten werden per Nahfeldkommunikation drahtlos an die Werkzeugmaschine übertragen. Auf diese Weise erfasst SensoTool hochdynamische Kräfte von wenigen Newton bis zu drei Kilonewton dort, wo sie auftreten. Dies ermöglicht das Monitoring der Temperatur der Werkzeugschneide, aktuell wirkender Schnittkräfte und der Schwingungen des rotierenden Werkzeugs nahe der Wirkstelle. Durch dieses System wird die Maschine befähigt, hochauflösende Prozessdaten in Echtzeit zu gewinnen und zu bewerten, was komplexe Prozesseingriffe wie beispielsweise eine Anpassung des Zahnvorschubs ermöglicht.

- ✓ – Wirkstellennahe Messung von Prozessgrößen auf rotierenden Werkzeugen
- Robustes, hochdynamisches, hochgenaues Messsystem
- Keine Verringerung der Werkzeugsteifigkeit
- Drahtlose Energie- und Datenübertragung

1 Eine Matrize mit piezoelektrischen Aktoren beeinflusst den Materialfluss im Flanscbereich direkt im Umformprozess.

2 SensoTool ermöglicht die wirkstellennahe Erfassung von Prozessdaten an rotierenden Werkzeugen.



## IUK-TECHNOLOGIEN FÜR DIE PRODUKTION

Will man Prozesse beherrschen und optimieren, muss man sie verstehen. Um sie zu verstehen, benötigt man Informationen. In der Industrie 4.0 werden die Anforderungen an Systeme, die diese Zielaspekte vereinen, noch durch die Markterfordernisse nach der Wandlungsfähigkeit von Maschinen und Anlagen gesteigert. Demgegenüber steht immer die Frage nach den Kosten und der Zuverlässigkeit.

Das Fraunhofer IWU hat es sich daher auf Basis seiner Entwicklungskompetenz für Werkzeugmaschinen und Karosseriebauanlagen zum Ziel gesetzt, einfache und robuste Systeme für die Überwachung, Vorhersage und Regelung sogenannter Smart Solutions zu entwickeln. Kern ist eine eigene, struktur-basierte Analyse- und Entwicklungsmethodik. Sensor-konzepte beruhen vorzugsweise auf den Prinzipien der Integration und Nutzung prozessnotwendiger Systeme. Die Daten werden multivalent ausgewertet, d. h. es braucht zwischen Sensor und nutzbarer Information keine 1:1-Beziehung – ein Sensor liefert Aussagen über viele Zustandsgrößen.

### Fingerabdruck von Großpressen sichtbar machen

Dr.-Ing. Thomas Päßler, [thomas.paessler@iwu.fraunhofer.de](mailto:thomas.paessler@iwu.fraunhofer.de)

Maschineneigenschaften von Großpressen haben einen entscheidenden Einfluss auf den Umformprozess und damit die Qualitätsanforderungen eines herzustellenden Bauteils, denn jede Presse verfügt hinsichtlich ihrer statischen und dynamischen Parameter über einen eigenen, ganz individuellen »Fingerabdruck«. Die Zahl der eingesetzten Umformwerkzeuge und die damit verbundenen Einarbeitungsprozesse nehmen aufgrund der steigenden Produkt- und Variantenvielfalt stetig zu. Bei einem Anlagenanlauf müssen die Prozessparameter für die jeweilige Presse und das verwendete Werkzeug immer neu ermittelt werden. Kenntnisse über das unterschiedliche Pressenverhalten sind vor allem im Verlauf dieses Umstellungsprozesses, der Werkzeugeinarbeitung, essentiell. Bisher ist das dahingehend vorhandene Prozesswissen in der industriellen Praxis sehr lückenhaft und wird oftmals durch das »Trial-and-Error«-Prinzip kompensiert. Wichtige Prozessparameter sind schlichtweg Erfahrungswerte.

Um diese systematisch zu ermitteln, haben Wissenschaftler des Fraunhofer IWU gemeinsam mit dem Werkzeugbau der Volkswagen AG im Rahmen des Exzellenzzentrums Automobilproduktion ein weltweit einzigartiges und wirtschaftlich arbeitendes Messsystem für die effiziente Wartung und Instandhaltung von Großpressen sowie zur Kennwertermittlung für den Einarbeitungsprozess von Werkzeugen entwickelt. In seiner Funktionalität vereint es fortschrittlichste Technologien und Sensorik und ermöglicht darüber hinaus bisher verborgene Einblicke in das reale Maschinenverhalten. Mit dem sogenannten Fingerabdruck-Werkzeug können Maschinenausfälle, Stillstandszeiten oder Beschädigungen signifikant reduziert sowie die Wartung und Instandhaltung von Großpressen effizienter gestaltet werden. Einarbeitungsprozesse der Werkzeuge werden deutlich verkürzt.



Das System ist nach der Entwicklung und erfolgreichen Erprobung heute beim Forschungspartner Volkswagen AG im Einsatz und unterstützt die Ermittlung des »Fingerabdrucks« der eingesetzten Großpressen. Der Industriepartner setzt dieses Werkzeug gegenwärtig an allen relevanten Produktionsstandorten weltweit ein.

- ✓ – Flexibler Einsatz in unterschiedlichen Großpressen
- Höhere Produktivität durch weniger Maschinenausfälle und Stillstandszeiten
- Kürzere Einarbeitungszeit der Werkzeuge

### Fingerabdrücke von Werkzeugmaschinen automatisch erfassen

Dipl.-Ing. Uwe Friß, uwe.friess@iwu.fraunhofer.de

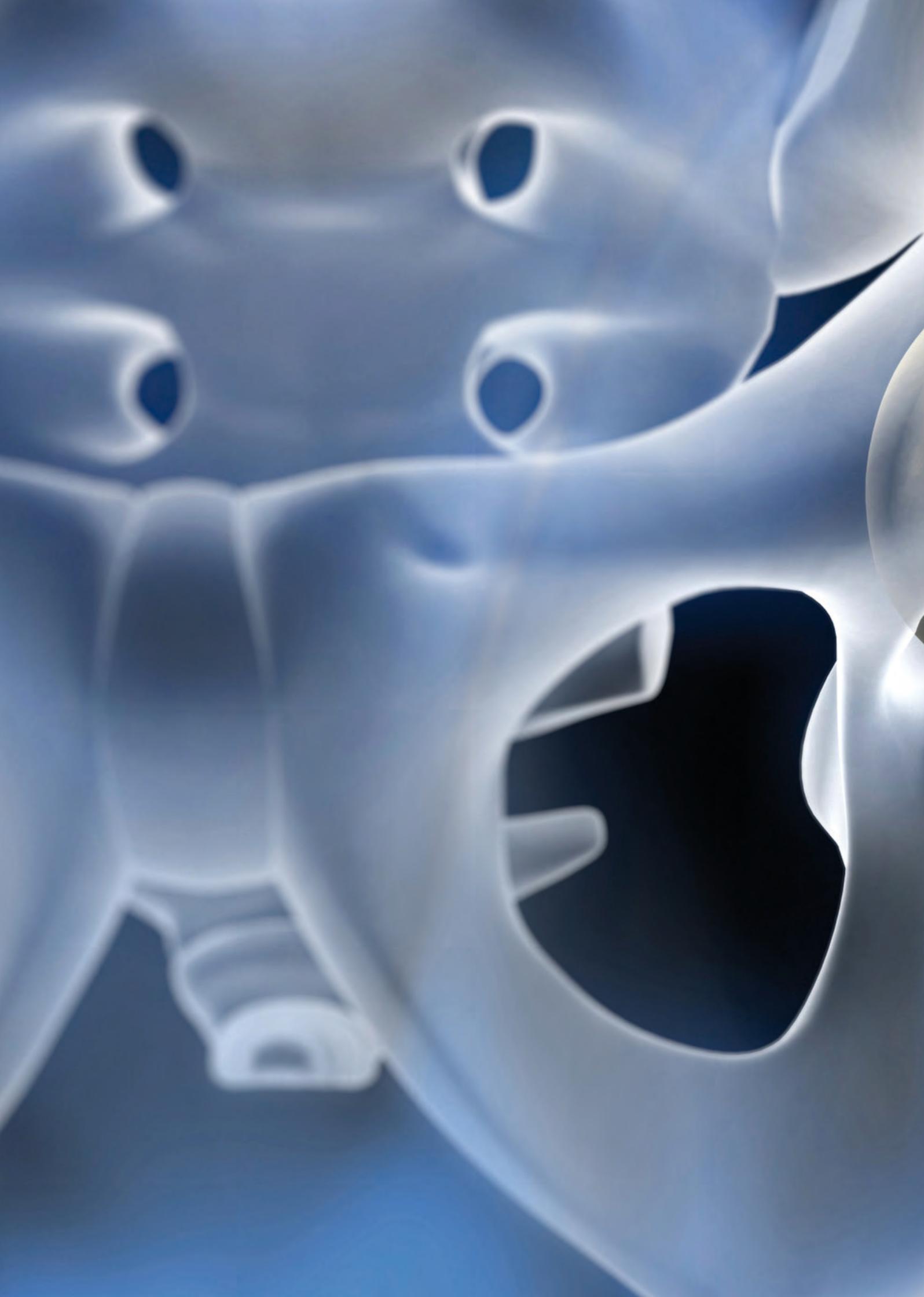
Um eine maximale Verfügbarkeit abzusichern, durchlaufen Werkzeugmaschinen in regelmäßigen Abständen Testzyklen, bei denen sie nicht für die Produktion zur Verfügung stehen. Hierbei werden Prozess- und Maschinenparameter in einer definierten Weise eingestellt, es wird gleichsam der Fingerabdruck der Maschine registriert. Während des Testlaufs werden beispielsweise die Motorstromstärke, das Schwingungsverhalten von Lagern oder das Beschleunigungsverhalten bewegter Komponenten erfasst. Durch die regelmäßige Erhebung der Daten lassen sich Trends im Verschleißzustand der Maschine rechtzeitig erkennen: Wachsen unter konstanten Randbedingungen z. B. die Schwingungsamplituden von Lagern, sollten sie ausgetauscht werden. Wartungsarbeiten werden auf diese Weise planbar, Produktionsausfälle lassen sich vermeiden. Die künstlichen Testzyklen sind allerdings aufwendig und teuer, denn die reguläre Produktion ruht. Das Personal muss den Testlauf zudem manuell ausführen, was zusätzlich die Akzeptanz durch die Belegschaft reduziert. Noch wesentlicher ist jedoch, dass gerade interessante Betriebsbedingungen wie der normale Betrieb der Maschine im Prozess durch diese Testzyklen üblicherweise gar nicht erfasst und überwacht werden.

Gemeinsam mit einem Chemnitzer Industriepartner entwickelt das Fraunhofer IWU deshalb einen Ansatz, mit dem sich die maschinellen Fingerabdrücke automatisch erfassen lassen. Kern des Konzepts ist eine servergestützte IT-Struktur, die fortwährend alle relevanten Maschinendaten registriert und auf wesentliche Zustände überprüft. Das System erkennt, wenn dieser Zustand zu einem späteren Zeitpunkt erneut auftaucht, und nutzt stets nur die erfassten Messwerte gleicher Zustände. Auf dieser Basis lassen sich dann Kennwerte für eine automatisierte Zustandsüberwachung der Maschine bilden.

- ✓ – Verbesserte Verfügbarkeit
- Verbesserte Wartungsplanung
- Verringerte Stillstandszeiten
- Generierung einer langfristigen Datenbasis

**1** Die Produktivität von Großpressen wird mit dem Fingerabdruck-Werkzeug signifikant gesteigert.

**2** Automatisierte Zustandsüberwachung von Werkzeugmaschinen durch In-Process-Fingerprints.



GESCHÄFTSFELD  
**MEDIZINTECHNIK**





Das Fraunhofer IWU entwickelt Fertigungstechnologien und aktive Werkstoffe für medizintechnische Komponenten und Systeme. In Kooperation mit Ärzten und Herstellern von Medizinprodukten entstehen so Lösungen für den klinischen Alltag.

Ein zentrales Forschungsthema ist dabei die Funktionsintegration in Implantate. Hierfür muss die Mensch-Technik-Schnittstelle optimal gestaltet werden. Ein innovativer Ansatz ist eine adaptive Schnittstelle auf Basis von Formgedächtnislegierungen, die sich Änderungen der Knochenstruktur anpassen kann. Diese Zusatzfunktion muss gemeinsam mit anderen Komponenten, wie Sensor-Aktor-Systemen, in das Implantat integriert werden. Die Entwicklung neuer Prozessketten und Fertigungstechnologien für diese medizintechnischen Komponenten ist dabei zwingend erforderlich. Neben additiven Technologien und Verfahren der Mikrofertigung ist es auch deren Kombination mit den Möglichkeiten der Massivumformung und Füge-technik, die zu besseren Versorgungs- und Therapiekonzepten für Patienten führt.

- 1 *Kunststoffgranulat mit detektierbaren Markerpartikeln*
- 2 *Eine neuartige Biopsievorrichtung kann individuell an den jeweiligen Patienten angepasst werden und ist deutlich preiswerter als herkömmliche Systeme.*
- 3 *Generativ gefertigter Hüft-schaft mit integriertem Aktor-system, das einer Lockerung der Prothese im Knochen entgegen-wirkt.*

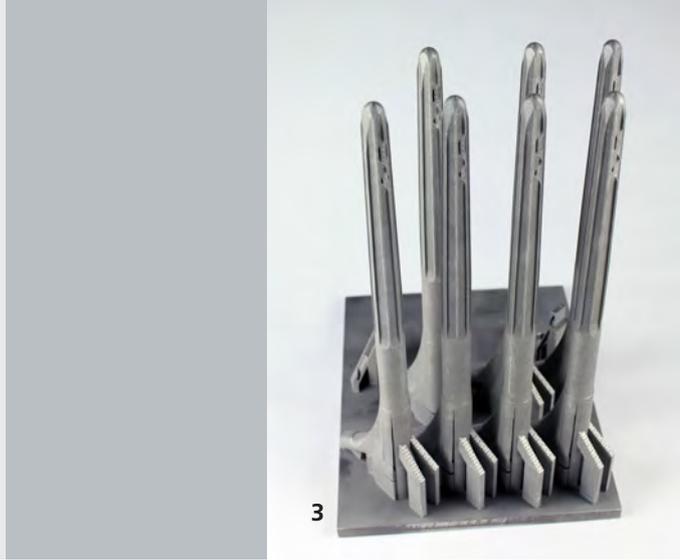
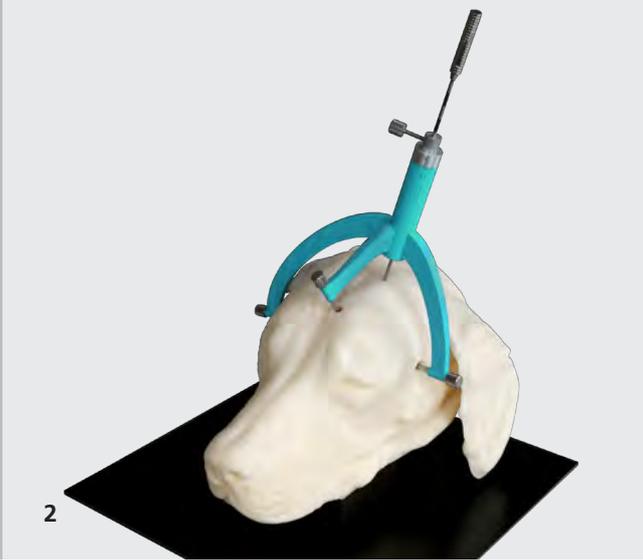
### Originale fälschungssicher schützen

Dipl.-Ing. (FH) Christopher John, [christopher.john@iwu.fraunhofer.de](mailto:christopher.john@iwu.fraunhofer.de)

Durch Produktpiraterie entstehen jährlich Schäden in Milliardenhöhe. Davon betroffen sind u. a. Unternehmen der kunststoffverarbeitenden Industrie. Durch Qualitätsmängel der imitierten Produkte entsteht ihnen neben Umsatzverlusten auch ein enormer Imageschaden. Mit einer speziellen Markierung können Originalprodukte besser geschützt werden.

Für Kunststoffprodukte wurde ein Plagiatschutzsystem entwickelt, das durch Zugabe unsichtbarer Marker in den Kunststoff eine eindeutige Identifizierung und Authentifizierung zulässt. Diese Marker sind keramische und/oder kristalline, chemisch nicht reaktive und biokompatible Pulver. Sie sind ideal für die Markierung von medizintechnischen Produkten, Tabletten und anderen Arzneimittelprodukten geeignet. Die Marker lassen sich sowohl direkt in die Produkte selbst einbringen als auch in ihre Kunststoffverpackung. Die Markerpulver sind mit bis zu vier Sicherheitsmerkmalen belegt, die selbst bei geringer Konzentration der Marker nachgewiesen werden können. Hierzu zählen neben einer charakteristischen Fluoreszenz mit einem eindeutig zuordenbaren Material-abklingverhalten nach Anregung durch einen Laser auch der chemische Code der keramischen Partikel, der über ein Röntgenfluoreszenzspektrometer ausgelesen werden kann, sowie ein struktureller Fingerabdruck jeder Charge eines Markerpulvers.

- ✓ – wirksame Prävention vor Produktpiraterie
- Originalitätsnachweis durch nicht kopierbaren Markercode
- Detektion von Verschleiß und Verschleißnachweis an mit Markern präparierten Oberflächen



### Patientenspezifische Hirnbiopsie

M. Eng. Marcel Müller, marcel.mueller@iwu.fraunhofer.de

Bei einer Hirnbiopsie wird zur Diagnostik noch unklarer Hirndefekte eine Gewebeprobe entnommen, um diese weiter untersuchen zu können. Dadurch kann festgestellt werden, ob ein Gehirntumor oder eine andersartige Erkrankung vorliegt. Die Gewebeentnahme erfolgt in der Veterinärmedizin vorwiegend mit einer Biopsienadel ohne Führungssystem. Das heißt, ein vor der Operation geplanter Zielpunkt wird freihändig angefahren. Der Erfolg hängt also maßgeblich von der Erfahrung des Operateurs ab. Während die Genauigkeit dieses Vorgehens bei ca. 20 Millimetern liegt, arbeiten teure, konventionelle Biopsiesysteme in der Humanmedizin mit einer Genauigkeit von 2 bis 5 Millimetern.

Im Projekt wurde eine Biopsievorrichtung entwickelt, die individuell an den jeweiligen Patienten angepasst und durch 3D-Druck aus Kunststoff gefertigt werden kann. Der Zielpunkt für die Gewebeentnahme wird vor der Operation im MRT-Scan festgelegt. Auf dieser Grundlage wird anschließend die Vorrichtung konstruiert und aufgebaut. Das Einweginstrument ist im Vergleich zu herkömmlichen Systemen deutlich preiswerter, leichter und arbeitet wesentlich genauer. Die Anwendung ist weniger komplex, da die gesamte Prozesskette von der Bildfassung bis zum fertigen Produkt optimiert wurde. Der Eingriff kann dadurch auch an weniger spezialisierten Operationszentren durchgeführt werden. Nach erfolgreicher Evaluierung an verschiedenen Hunderrassen soll eine Überführung in die Humanmedizin erfolgen.

- ✓ Vorteile gegenüber herkömmlichen stereotaktischen Systemen:
  - Gewichtsreduzierung um 96 %, Patiententlastung
  - wesentlich geringere Kosten (1000 bis 2000 € pro Vorrichtung) im Vergleich zu herkömmlichen (100 000 €)
  - bis zu 7-fach höhere Zielgenauigkeit
  - Verringerung der reinen Operationszeit um 25 %

### Adaptives Prothesensystem

Dipl.-Ing. (FH) Christian Rotsch, christian.rotsch@iwu.fraunhofer.de

Jährlich erhalten in Deutschland über 200 000 Patienten ein künstliches Hüftgelenk, 30 000 Patienten müssen sich wegen verschiedener Probleme mit ihrem Implantat einer Revisionsoperation unterziehen. Häufigste Ursache dafür sind Umbau- oder Verschleißprozesse im Knochen, die die Lockerung der Prothese nach sich ziehen. Oft bleibt dann nur deren kompletter Austausch, wobei weitere Bereiche des Knochens zerstört werden. Die erneute Verankerung wird so zusätzlich erschwert.

Ziel der Fraunhofer-Institute IWU und IPMS sowie der Universitätsklinik Rostock war die Entwicklung eines adaptiven Hüftschafts. Dieser soll ein frühzeitiges Feststellen des Lockerungszustandes ermöglichen und in der Lage sein, sich auch mehrere Jahre nach der OP erneut zu fixieren – ohne operativen Eingriff. Ergebnis der Forschungsarbeiten ist eine Komponente, bestehend aus einem FGL-Blech, das den Kontakt zum Knochen herstellt, und einer aktorischen FGL-Klammer, die das Blech vorspannt. Wird die Klammer erwärmt, verformt sich das Blech, wodurch der Hüftschaft erneut im Knochen fixiert wird. Die Erwärmung der Klammer erfolgt berührungslos über ein Transpondersystem. Außerdem ist in das Implantat ein Schwinger integriert, der die Detektion der Lockerung des Schaftes ermöglicht.

Hergestellt wurde das Implantat durch selektives Laserstrahlschmelzen, da mit diesem generativen Verfahren direkt im Fertigungsprozess die Bauräume für Aktorik und Sensorik integriert werden können.

- ✓ – Patientenschonung
- Integrierbarkeit in konventionellen Hüftschaft
- Anpresskraft der Prothese auf den Knochen einstellbar

---

### Die smarte, theranostische Hüftgelenkprothese

Dipl.-Ing. (FH) Christian Rotsch, christian.rotsch@iwu.fraunhofer.de

---

Das Kunstwort »theranostisch« setzt sich zusammen aus den Adjektiven »therapeutisch« und »diagnostisch«. Ein theranostisches Implantat vereint demnach beide Fähigkeiten in sich: Es kann Dysfunktionen detektieren und Gegenmaßnahmen initiieren. Ein Beispiel sind Herzschrittmacher: Sie sind in der Lage, den Bedarf an einer stärkeren Durchblutung, beispielweise bei sportlicher Betätigung, mit angepassten Stimulationsimpulsen zu regulieren.

Im Fraunhofer-Leitprojekt Theranostische Implantate haben sich zwölf Fraunhofer-Institute unter Federführung des Fraunhofer-Instituts für Biomedizinische Technik IBMT zusammengeschlossen, um solche intelligenten Implantate zu entwickeln. Dabei entstehen drei Demonstratoren, die »Smarte Hüftgelenkprothese« ist einer von ihnen. Aufbauend auf dem adaptiven Prothesensystem entwickeln die Wissenschaftler des Fraunhofer IWU gemeinsam mit den Partnerinstituten eine Hüftprothese, die mit Sensoren und Aktoren ausgestattet ist. Sie erlaubt es, ihr Einwachsverhalten und ihren Sitz im Knochen ohne invasiven Eingriff laufend zu überwachen und bei Bedarf nachzuzustieren.

---

### Die smarte Hüftgelenkprothese – neue Fertigungstechnologien

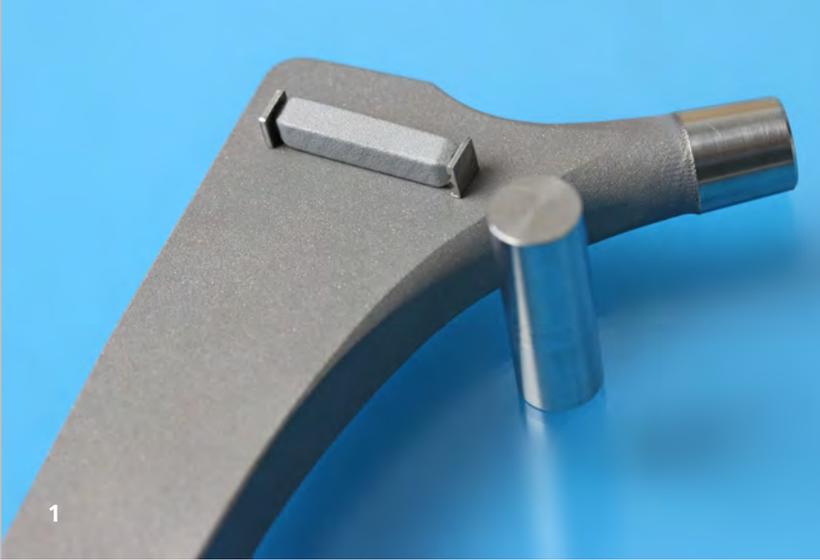
Dipl.-Ing. (FH) Christian Rotsch, christian.rotsch@iwu.fraunhofer.de

---

Um das theranostische Hüftimplantat technisch zu realisieren, konzentriert sich das Fraunhofer IWU auf die Entwicklung neuer Fertigungsprozesse bzw. auf die Entwicklung hybrider Fertigungstechnologien. Das Ziel der Wissenschaftler ist es, Sensoren und Aktoren zu integrieren, ohne dabei die Komponenten zu beschädigen oder die mechanischen Eigenschaften der Implantate im Vergleich zu kommerziellen Systemen negativ zu beeinflussen. Der Schlüssel dazu ist die Kombination von Verfahren aus den Bereichen der Umformung, der generativen Fertigung, der Zerspanung und des thermischen Fügens.

Eine der Lösungen ist die Integration des Sensor-Aktor-Systems in geschmiedete Komponenten. Dabei erhalten die Implantatgrundkörper Öffnungen und Taschegeometrien, in die sich die zusätzlichen Komponenten integrieren lassen. Diese Grundkörper können anschließend per Laserschweißen thermisch gefügt werden. Umfangreiche simulative und experimentelle Untersuchungen bestätigen, dass die so gefertigten Bauteile den nötigen, hohen mechanischen Anforderungen genügen.

Die Umformtechnik bietet ebenfalls großes Potenzial bei der Nachverfestigung generativ gefertigter Komponenten. Dieses Finishing ist essenziell bei Titanbauteilen, die mittels Laserstrahlschmelzen hergestellt wurden. Neben einer Wärmebehandlung unter Schutzgas, dem heiß-isostatischen Pressen, zeigt auch das Nachschmieden sehr gute Ergebnisse. Besonders interessant ist dabei die selektive Nachbearbeitung der mechanisch am höchsten beanspruchten Bereiche der intelligenten Prothese.



Als weitere Fertigungsvariante wurde in Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme IKTS ein Integrationskonzept auf Basis des Laserstrahlschmelzens entwickelt. Das Metallpulver wird dazu schichtweise und lokal im Bereich der Laserbearbeitungszone aufgeschmolzen. Dabei wird ein Aktor auf Basis eines keramischen Mehrschichtsystems während der generativen Fertigung des Hüftimplantats integriert. Das System ist hermetisch im Titanimplantat verkapselt und kann berührungslos von außerhalb des Körpers angesteuert werden, um es definiert zum Schwingen anzuregen. Eine Veränderung der Implantat-Knochen-Schnittstelle resultiert dabei auch in Veränderungen der dynamischen Eigenschaften des Implantat-Knochen-Verbundes. Das heißt, ein zu lockerer Implantat-Knochen-Verbund schwingt anders als ein perfekt sitzender. Dass die dafür nötige Energieübertragung von außen funktioniert, belegen umfassende experimentelle Untersuchungen.

Die neu entwickelten Aktoren lassen sich durch ihre Modulbauweise auch in andere Implantatsysteme integrieren und sind eine Möglichkeit zur Überwachung der Implantat-Knochen-Schnittstelle sowie zum Conditon Monitoring komplexer Bauteile.

- ✓ – Patientenschonung
- Kostensenkung für das Gesundheitswesen

**1** Der Sitz einer Hüftgelenkprothese im Oberschenkelknochen kann ohne operativen Eingriff passgenau justiert werden. Dies geschieht mithilfe eines in die Prothese integrierten Sensor-Aktor-Systems.



---

# HIGHLIGHTS

## 2016/2017

---



# 25 JAHRE

Fraunhofer IWU



---

## 25 JAHRE IDEENFABRIK FRAUNHOFER IWU

Der Sommer 2016 stand am Fraunhofer IWU ganz im Zeichen der Jubiläumsfeierlichkeiten anlässlich des 25-jährigen Institutsbestehens. Am 1. Juli 1991 wurde es als erste Fraunhofer-Einrichtung in den östlichen Bundesländern gegründet. Die Mission der Mitarbeiter damals wie heute: die sächsischen Traditionen im Automobil- und Maschinenbau in die Zukunft führen.

Ein festliches wissenschaftliches Symposium und eine abendliche Jubiläumsfeier bildeten am 7. Juli 2016 den Rahmen für die Feierlichkeiten mit mehr als 550 Gästen und Mitarbeitenden. Beim Festakt im Audimax des langjährigen Forschungspartners TU Chemnitz bezeichnete Festrednerin Professor Johanna Wanka, Bundesministerin für Bildung und Forschung, die Institutsgründung als bedeutenden Schritt für die Entwicklung der Region und hob dabei die Bedeutung des Instituts auch für ganz Ostdeutschland hervor: »Als das Fraunhofer IWU vor 25 Jahren als erstes Fraunhofer-Institut in den östlichen Bundesländern gegründet wurde, war das ein wichtiges Signal, damit nicht alle aus der Region weggehen, sondern sehen: Hier entsteht Neues, hier gibt es Chancen für die Zukunft. Und es hat sich gezeigt, dass dieses Signal gehört wurde und wunderbar funktioniert hat.« Auch Barbara Ludwig, Oberbürgermeisterin der Stadt Chemnitz, unterstrich die Bedeutung des Instituts für die Region und bezeichnete es als Glücksfall, dass das Fraunhofer IWU in Chemnitz einen Standort gefunden hat, an dem es in kürzester Zeit zum Schwungrad für den sächsischen Werkzeugmaschinenbau avancierte. Professor Reimund Neugebauer, Fraunhofer-Präsident und langjähriger Institutsleiter des Fraunhofer IWU, lobte die Forschungsprojekte am Institut und nicht zuletzt die Mitarbeitenden, die durch ihre exzellente Arbeit mit großer wissenschaftlicher Tiefe und durch innovative Ideen maßgeblich am Erfolg von Fraunhofer mitwirken. Professor Hubert Waltl, Vorstand Produktion der Audi AG und Kuratoriumsvorsitzender des Fraunhofer IWU, ließ erfolgreiche gemeinsame Projekte des Automobilherstellers mit den Chemnitzer Forschern Revue passieren. Viele der entwickelten Lösungen finden inzwischen weltweit im gesamten VW-Konzern Anwendung.

Im Anschluss an den Festakt wechselten Mitarbeiter und Gäste unter den Magic Sky, wo bei Live-Band, Grillbuffet und projizierten Highlights aus der Institutsgeschichte der Sommerabend ausklang.



## BESONDERE EREIGNISSE

### Projektgruppe RMV des Fraunhofer IWU gliedert sich aus

Die seit 2009 dem Fraunhofer IWU angegliederte Projektgruppe Ressourceneffiziente Mechatronische Verarbeitungsmaschinen RMV konnte erfolgreich auf dem Weg zu einer eigenen Fraunhofer-Einrichtung begleitet werden. Zum 1. Juli 2016 ist sie gemeinsam mit dem Institutsteil Funktionsintegrierter Leichtbau FIL des Fraunhofer ICT und der Arbeitsgruppe Gießereiwesen des utg der Technischen Universität München in die Fraunhofer-Einrichtung für Gießerei-, Composite- und Verarbeitungstechnik IGCV überführt worden. Das Fraunhofer IGCV bündelt die Forschung und Entwicklung in den Bereichen Leichtbaugusstechnologien, Faserverbundwerkstoffe und intelligente automatisierte Fertigung.

### Forschungszentrum in Stockholm eröffnet

Mit dem »Powertrain Manufacturing for Heavy Vehicles Application Lab« wurde am 13. September 2016 ein neues Fraunhofer-Labor eröffnet. Gemeinsam mit den Fraunhofer-Instituten IPT und ITWM, der Königlich-Technischen Hochschule (KTH) in Stockholm, den Instituten Swerea KIMAB und Swerea IVF, der Technischen Hochschule Chalmers sowie den Unternehmen Scania, Volvo Trucks und Sandvik Coromant wird das Fraunhofer IWU an der Entwicklung von serienfähigen Technologien für Antriebsstrangkomponenten von Nutzfahrzeugen und an der Verbesserung konventioneller Fertigungsverfahren arbeiten. Ein weiterer Schwerpunkt des Labors wird die Aus- und Weiterbildung hochqualifizierter Ingenieurinnen und Ingenieure sein. Die beteiligten Fraunhofer-Institute wollen mit der Kooperation einen der wichtigsten europäischen Märkte für Lkw erschließen.

### Einweihung Technikum Zittau

Am 2. November 2016 wurde gemeinsam mit mehr als 120 Gästen aus Wirtschaft, Politik und Forschung der Neubau des Fraunhofer-Kunststoffzentrums Oberlausitz feierlich eingeweiht. Mit dem Technikum in unmittelbarer Nachbarschaft zur Hochschule Zittau/Görlitz kann das Fraunhofer IWU die Entwicklung und Erprobung von Leichtbautechnologien weiter intensivieren und den Wissens- und Technologietransfer in die sächsische Kunststoffbranche vertiefen. Der Standort Zittau bietet durch die Nähe zu den Universitäten in Liberec (Tschechische Republik) und Wrocław (Polen) zudem einmalige Chancen einer engen trinationalen Zusammenarbeit von Wissenschaft und Wirtschaft.

Eine Projektgruppe des Fraunhofer IWU ist bereits seit 2011 in Zittau tätig und arbeitet an der Entwicklung von Leichtbautechnologien. So werden gemeinsam mit Unternehmen der Region aus den Bereichen Kunststoff- und Metallverarbeitung, Fahrzeug- und Energietechnik sowie Behälter- und Apparatebau bereits heute anwendungsorientierte Forschungsprojekte für Technologie- und Produktinnovationen durchgeführt. Mit der Fertigstellung des neuen Technikums und der Inbetriebnahme neuer Experimentiertechnik und Pilotanlagen bestehen nun hervorragende Bedingungen für gemeinsame Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten mit Brückenfunktion nach Polen und Tschechien.



## Intelligente Wertschöpfung mit AMARETO

Am 30. Januar 2017 hat Sachsens Wissenschaftsministerin Dr. Eva-Maria Stange in Dresden die Fördermittelbescheide in Höhe von 5,5 Millionen Euro für das Projekt »Sächsische Allianz für Material- und RessourcenEffiziente TechnOlogien – AMARETO« übergeben. Das Projekt ist ein gemeinsames Forschungsvorhaben der Technischen Universitäten in Dresden, Chemnitz und Freiberg sowie dem Fraunhofer IWU und wird mit Mitteln des europäischen Strukturfonds EFRE von 2017 bis 2020 gefördert. Hauptziel ist die Schaffung intelligenter Verknüpfungen zwischen effizientem Werkstoffdesign, effizienter Halbzeug- und Prototypgestaltung und effizienten Produktionstechnologien für die Maschinenbau-, Automobil- und Luftfahrtindustrie. Durch die überregionale Kooperation soll eine Verkürzung der Wertschöpfungskette von der Materialauswahl bis zur Serienproduktion erreicht werden.

Am Standort Chemnitz entwickeln die Forscher des Fraunhofer IWU und der Technischen Universität Chemnitz gemeinsam im Arbeitskomplex »Smart Production« datengetriebene Produktionsprozesse anhand von Visualisierungen und Simulationen. Ziel ist es, durch eine selbstoptimierende, intelligente Produktionstechnik die Prozessstabilität und -qualität zu erhöhen. Zudem wird in Zusammenarbeit mit den Forschern aus Dresden und Freiberg eine standort- und themenübergreifende Simulationsbasis aufgebaut, die beispielsweise durch Virtual Reality unterstützt wird und die Übernahme von Simulationsergebnissen unterschiedlicher Disziplinen ermöglicht. Damit wird der Wert produktionstechnischer Daten gesteigert. Denn alle relevanten Prozess- und Simulationsdaten werden im neuen Forschungsaustausch in einem übergreifenden Modell verknüpft, das parallel zum realen Bauteil entsteht und als virtueller Zwilling zur Verfügung steht.

## Fraunhofer-Leitprojekt Go Beyond 4.0 gestartet

Im Rahmen einer Kick-off-Veranstaltung wurde am 10. Februar 2017 das neue Fraunhofer-Leitprojekt Go Beyond 4.0, an dem das Fraunhofer IWU maßgeblich beteiligt ist, gestartet. An dem bis November 2019 laufenden Projekt unter Leitung des Fraunhofer ENAS sind außerdem die Fraunhofer-Institute IFAM, ILT, IOF und ISC beteiligt. Go Beyond 4.0 will den scheinbaren Widerspruch zwischen der wachsenden Nachfrage nach immer stärker individualisierten Produkten und den auf Massenfertigung orientierten Prozessen der Industrie überwinden. Denn Kleinserien und Unikate unter großindustriellen Bedingungen herzustellen, verlangt nach neuen Fertigungsstrategien. Das Leitprojekt verknüpft dazu traditionelle Fertigungsmethoden mit Zukunftstechnologien und digitalen Produktionsverfahren. Anhand von drei marktrelevanten Anwendungsbereichen in den Fertigungsdomänen Automobilbau, Luftfahrt und LED-Beleuchtungstechnik sollen z. B. Material auftragende (Druck-) und Material abtragende (Laser-) Digitalmodule je nach Bedarf in bestehende Prozessketten integriert werden.

- 1 *Das neue Technikum des Fraunhofer-Kunststoffzentrums Oberlausitz wurde u. a. von der Sächsischen Staatsministerin für Wissenschaft und Kunst, Dr. Eva-Maria Stange, und dem Präsidenten der Fraunhofer-Gesellschaft, Prof. Reimund Neugebauer, eröffnet.*
- 2 *Prof. Matthias Putz, Institutsleiter am Fraunhofer IWU, erhält aus den Händen der Sächsischen Wissenschaftsministerin, Dr. Eva-Maria Stange, den Fördermittelbescheid für das Projekt AMARETO.*



### 5. Kongress Ressourceneffiziente Produktion / Abschluss des Fraunhofer-Leitprojekts E<sup>3</sup>-Produktion

Zum mittlerweile fünften Mal richtete am 8. März 2017 der Fraunhofer-Verbund Produktion unter Federführung des Fraunhofer IWU den Kongress »Ressourceneffiziente Produktion« aus. Im Congress Center der Messe Leipzig diskutierten renommierte Experten aus Wirtschaft und Wissenschaft unter dem Motto »Mehrwert digitale Fabrik« darüber, wie wir zukünftig produzieren wollen und wie die Digitalisierung helfen kann, Ressourcen einzusparen und gleichzeitig die Produktivität der Industrie zu steigern. Eröffnet wurde der Kongress von Sachsens Wirtschaftsminister Martin Dulig.

Der Kongress markierte zugleich den Abschluss des Fraunhofer-Leitprojekts E<sup>3</sup>-Produktion. Der zentralen Fragestellung, wie sich maximale Wertschöpfung bei minimalem Ressourceneinsatz erreichen lässt, sind seit 2013 im ersten Fraunhofer-Leitprojekt überhaupt Forscher aus dreizehn Instituten nachgegangen. Vier Jahre später ist mit dem Abschluss des Projekts auch eine gute Grundlage für Konzepte und Lösungen der datengetriebenen Produktion gelegt. Das zeigte die entsprechende Ergebnispräsentation bei der Tagung. Unter Federführung des Fraunhofer IWU wurde in sechzehn Teilprojekten daran gearbeitet, die Synergien zwischen den einzelnen Komponenten der E<sup>3</sup>-Produktion zu nutzen: effizienten Technologien und Maschinen, energieoptimierten Fabriken und dem Erfolgsgaranten Mensch, der in der Produktion der Zukunft eine veränderte Rolle spielen wird. Ein Kerngedanke der technologisch orientierten Projekte innerhalb des Leitprojekts bestand darin, Prozessschritte in der Fertigung und damit gleichzeitig Energie und andere Ressourcen einzusparen. Auch wenn mit den Entwicklungen aus dem E<sup>3</sup>-Leitprojekt natürlich noch nicht alle Fragen in puncto Ressourceneffizienz beantwortet sind, konnte eine wichtige Ausgangsbasis geschaffen werden, wie Professor Matthias Putz, Institutsleiter am Fraunhofer IWU, in seinem zusammenfassenden Vortrag zum E<sup>3</sup>-Projekt verdeutlichte. Hierfür gilt es, Unternehmen im Hinblick auf Ressourceneffizienz noch stärker zu mobilisieren.

### Hightech-Forum übergibt Leitlinien

Am 16. Mai 2017 hat das Hightech-Forum, an dem auch das Fraunhofer IWU maßgeblich beteiligt war, in Berlin seine Leitlinien für ein zukunftsfähiges Deutschland an Bundesforschungsministerin Professor Johanna Wanka überreicht. In seinen Abschlusspapieren zur Umsetzung und Weiterentwicklung der bestehenden Hightech-Strategie empfiehlt das innovationspolitische Beratungsgremium der Bundesregierung vor allem die Fortsetzung der ressortübergreifenden Innovationsstrategie.

Dem Gremium gehörten zwanzig hochrangige Mitglieder aus Gesellschaft, Wirtschaft und Wissenschaft an. Sie sollten die deutsche Forschungs- und Innovationspolitik aus unterschiedlichen Perspektiven beleuchten. Vorsitzende dieses Forums waren Prof. Reimund Neugebauer, Präsident der Fraunhofer-Gesellschaft, und Andreas Barner, Präsident des Stifterverbandes. Professor Welf-Guntram Drossel und Professor Matthias Putz, Institutsleiter am Fraunhofer IWU, haben in den Fachforen »Autonome Systeme« und »Nachhaltiges Wirtschaften« aktiv mitgewirkt. Professor Drossel war es dabei wichtig, zu Lösungen gesellschaftlicher Herausforderungen beispielsweise bei der Entwicklung und Einführung intelligenter autonomer Systeme beizutragen – nicht nur für das aktuell diskutierte autonome Fahren, sondern auch für die Produktion, Robotik und Medizintechnik. Im Fachforum »Nachhaltiges Wirtschaften« hat sich Professor Putz insbesondere für die Digitalisierung in der Produktion stark gemacht.

### Innovationen im automobilen Leichtbau: Fraunhofer IWU kooperiert mit der TU Opole in Polen

Der Leichtbau in der Automobilfertigung gehört zu den großen technologischen Herausforderungen, wenn es um eine besonders effiziente und ressourcenschonende Fertigung geht. Um diesem Ziel einen großen Schritt näher zu kommen, haben sich das Fraunhofer IWU und die Technische Universität



2

Opole in Polen zusammengetan und ein Memorandum of Understanding (MoU) ausgearbeitet, das eine intensive Zusammenarbeit bei der Erforschung und Entwicklung des automobilen Leichtbaus vorsieht. Das Memorandum wurde von Professor Marek Tukiendorf, Rektor der Technischen Universität Opole, Professor Reimund Neugebauer, Präsident der Fraunhofer-Gesellschaft, und Professor Dirk Landgrebe, Institutsleiter am Fraunhofer IWU, unterzeichnet. Das MoU für das »Polish-German Fraunhofer Research Center for Automotive Lightweight Construction (ALC)« bestimmt die Ziele des Projekts, nennt konkrete Arbeitsbereiche und legt Spielregeln für die Nutzung von Patenten fest. Schon bald soll aus der Kooperation ein Fraunhofer Project Center entstehen.

Die Unterzeichnung fand am 24. Mai 2017 im Rahmen eines ganztägigen Kolloquiums an der Technischen Universität in Opole statt. An der Veranstaltung nahm auch Pär Malmhagen, Präsident von Tower International teil. Tower Automotive, eine Tochter von Tower International, ist ein international bedeutender Hightech-Zulieferer von Karosserieteilen und wird als Projektpartner eng in die Kooperation eingebunden.

---

### **Chemnitz wird Innovationsraum mit internationaler Strahlkraft**

---

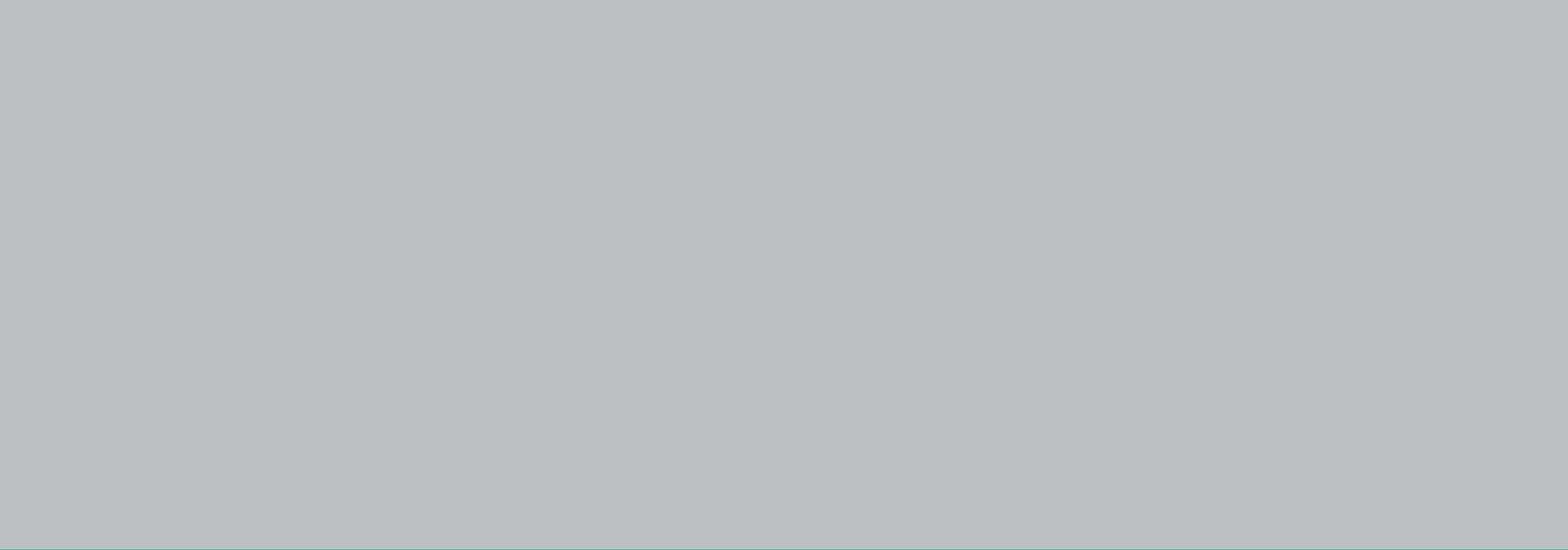
Am 8. September 2017 wurde das Leistungszentrum »Smart Production« durch Sachsens Ministerpräsident Stanislaw Tillich, Fraunhofer-Präsident Professor Reimund Neugebauer und den Rektor der Technischen Universität Chemnitz, Professor Gerd Strohmeier, gemeinsam mit Vertretern von Wissenschaft und Wirtschaft eröffnet. Damit entsteht am Forschungs- und Wissenschaftsstandort Chemnitz ein neuartiger Innovationsraum, der die Wettbewerbsfähigkeit der Region noch weiter stärkt und mit internationaler Strahlkraft versieht. Künftig wird das Leistungszentrum zentrale Drehscheibe für strategische Forschungs- und Transferprojekte sein, dabei kleine und mittlere Unternehmen aktiv einbeziehen

sowie den Innovations- und Wissenstransfer in die Wirtschaft nachhaltig unterstützen. Ziel ist es, Entwicklungen für die digitale industrielle Produktion schnellstmöglich von der universitären und außeruniversitären Forschung in die Wirtschaft zu übertragen. Das Leistungszentrum wird von der Technischen Universität Chemnitz und den Fraunhofer-Instituten ENAS und IWU koordiniert. Fördermittelgeber sind der Freistaat Sachsen und die Fraunhofer-Gesellschaft.

**1** *Das Fraunhofer-Leitprojekt E<sup>3</sup>-Produktion hat den Weg in die industrielle Produktion der Zukunft geebnet. Die Ergebnisse präsentierten die Wissenschaftler auf dem 5. Kongress Ressourceneffiziente Produktion in Leipzig. (v.l.: Prof. Fritz Klocke, Institutsleiter Fraunhofer IPT, Prof.*

*Reimund Neugebauer, Präsident der Fraunhofer-Gesellschaft, Martin Dulig, Sächsischer Staatsminister für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr, und Prof. Matthias Putz, Institutsleiter Fraunhofer IWU)*

**2** *Eröffnung des Fraunhofer-Leistungszentrums »Smart Production« (v.l.: Stanislaw Tillich, Prof. Reimund Neugebauer, Prof. Welf-Guntram Drossel, Prof. Gerd Strohmeier und Dr. Mohamad Bdiwi, Abteilungsleiter Robotik am Fraunhofer IWU)*



---

# DAS INSTITUT IM PROFIL

---

---

## FORSCHEN FÜR DIE ZUKUNFT

Das Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU ist Motor für Neuerungen im Umfeld der produktionstechnischen Forschung und Entwicklung. Mehr als 530 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter forschen an den Standorten Chemnitz, Dresden, Leipzig, Wolfsburg und Zittau in Zukunftsbranchen wie Automobil- und Maschinenbau, Luft- und Raumfahrt oder Medizintechnik, aber auch der Elektrotechnik sowie der Feinwerk- und Mikrotechnik. Sie erschließen Potenziale, entwickeln Lösungen, verbessern Technik und treiben Innovationen in Wissenschaft und Auftragsforschung voran. Im Fokus: Bauteile und Verfahren, Technologien und Prozesse, komplexe Maschinensysteme – die ganze Fabrik.

Als Leitinstitut für ressourceneffiziente Produktion innerhalb der Fraunhofer-Gesellschaft liegt unser Hauptaugenmerk auf der Entwicklung von Effizienztechnologien und intelligenten Produktionsanlagen zur Herstellung von Karosserie- und Powertrainkomponenten sowie der Optimierung der damit verbundenen umformenden, spanenden und fügenden Fertigungsprozesse, wobei wir Wert auf die Betrachtung der gesamten Prozesskette legen. Die Entwicklung von Leichtbaustrukturen und Technologien zur Verarbeitung neuer Werkstoffe, aber auch die Funktionsübertragung in Baugruppen sind dabei wesentliche Erfolgsfaktoren.

Mit der »E<sup>3</sup>-Forschungsfabrik Ressourceneffiziente Produktion« greifen wir Fragestellungen für die Produktion von morgen auf und bündeln unsere Industrie-4.0-Kompetenzen in den Themenbereichen Antriebsstrang, Karosseriebau sowie Energie- und Datenmanagement 2.0. Gemeinsam mit Forschungs- und Industriepartnern entstehen neben Lösungen für effiziente Technologien auch fabrikplanerische Konzepte für die flexible, energie- und ressourceneffiziente Produktion und Logistik sowie innovative Informations- und Visualisierungstechnologien zur Einbindung des Menschen in die Smart Factory. Zentrales Ziel ist es, diese zu einem Wettbewerbsvorteil für die deutsche Industrie auszubauen.



---

## GEMEINSAM ZUM ERFOLG – VORSPRUNG FÜR UNTERNEHMEN

Unsere Kunden profitieren von unserem Know-how und einem kompletten Service bei der Entwicklung von Produkten und Verfahren bis zur Anwendungsreife.

### **Überblick über technische Möglichkeiten und die aktuelle Marktlage**

Wir erstellen Machbarkeitsstudien, Markt- und Trendanalysen und führen Wirtschaftlichkeitsberechnungen durch.

### **Produkte entwickeln und Produktqualität verbessern**

Wir übernehmen neben der Entwicklung und Optimierung von Produkten und Anwendungen auch die Konstruktion und Fertigung von Prototypen, ganz gleich, ob es sich um ein einzelnes Bauteil, eine Baugruppe oder ein Komplettsystem handelt.

### **Produktivität steigern**

Wir optimieren Produktionsabläufe, entwickeln neue Technologien und Produktionsverfahren und unterstützen Sie bei deren Einführung.

### **Technische Kennwerte für Produkte und Verfahren**

Wir bieten modernste messtechnische Serviceleistungen von der Werkstoffprüfung bis zur Maschinendiagnose.

---

### **Kooperationsformen**

---

Für eine erfolgreiche, zukunftsorientierte Forschung auf dem Gebiet der Produktionstechnik kooperieren wir mit Partnern aus Industrie und Forschung. Dazu bieten wir verschiedene Kooperationsformen an, die wir individuell an die Anforderungen unserer Kunden anpassen:

- Zielgerichtete Grundlagenforschung im Verbund zwischen Fraunhofer IWU und den angeschlossenen Professuren der Technischen Universität Chemnitz
- Nutzung Fraunhofer-interner Instrumente der Vorlauforschung und anschließende Überführung der Ergebnisse in einen Technologietransfer hin zu Kooperationspartnern
- Gemeinsame Beteiligung mit Unternehmen und Hochschulen an öffentlich geförderten Technologie-Verbundvorhaben
- Direkte, bilaterale Auftragsforschung für Industrie- und Dienstleistungsunternehmen mit und ohne Zufinanzierung durch öffentliche Geldgeber
- Bereitstellung neuester Maschinen- und Anlagentechnik durch Unternehmen für Versuchs- und Forschungszwecke im Institut
- Mitnutzung der modernen technischen Ausstattung des Instituts durch Fremdfirmen, um sich mit neuen Technologien vertraut zu machen

Bei fachübergreifenden Aufgabenstellungen arbeiten wir eng mit anderen Forschungseinrichtungen, hauptsächlich Fraunhofer-Instituten, und spezialisierten Unternehmen zusammen und können so komplexe Systemlösungen anbieten.

## EIN IWU – DREI WISSENSCHAFTSBEREICHE

### Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU

**Institutsleitung**  
 Prof. Welf-Guntram Drossel (geschäftsführend)  
 Prof. Dirk Landgrebe  
 Prof. Matthias Putz

Wissenschaftsbereich  
**Mechatronik und Funktionsleichtbau**



Prof. Welf-Guntram Drossel

Hauptabteilung  
**Mechatronik**

Holger Kunze



Hauptabteilung  
**Funktionsintegration / Leichtbau**

Dr. Ines Dani



Hauptabteilung  
**Textiler Leichtbau**

Prof. Lothar Kroll



Hauptabteilung  
**Cyber-physische Produktionssysteme**

Prof. Steffen Ihlenfeldt



Wissenschaftsbereich  
**Umformtechnik und Fügen**



Prof. Dirk Landgrebe

Hauptabteilung  
**Blechumformung**

Frank Schieck



Hauptabteilung  
**Massivumformung**

Dr. Andreas Sterzing



Hauptabteilung  
**Fügen**

Prof. Reinhard Mauermann



Hauptabteilung  
**Geschäftsfeldentwicklung und Kommunikation**  
 Angela Göschel

Das Institut ist in die drei Wissenschaftsbereiche »Mechatronik und Funktionsleichtbau«, »Umformtechnik und Fügen« sowie »Werkzeugmaschinen, Produktionssysteme und Zerspanungstechnik« gegliedert. Die enge Kooperation mit der Technischen Universität Chemnitz schlägt sich strukturell in dieser Dreiteilung nieder: Jeder Institutsleiter leitet in Personalunion parallel zu seinem Wissenschaftsbereich eine Professur am Institut für Werkzeugmaschinen und Produktionsprozesse IWP.

Wissenschaftsbereich  
**Werkzeugmaschinen, Produktionssysteme  
 und Zerspanungstechnik**  
 Prof. Matthias Putz



Hauptabteilung  
**Fertigungssysteme und Maschinen**  
 Marko Pfeifer



Hauptabteilung  
**Smarte Fabrik –  
 Digitalisierung und Automatisierung**  
 Dr. Tino Langer



Hauptabteilung  
**Zerspanungstechnik und Abtragen**  
 Peter Blau



Hauptabteilung  
**Betrieb**  
 Heiko Riede

**Technische Universität Chemnitz – Institut für  
 Werkzeugmaschinen und Produktionsprozesse IWP**

Prof. Welf-Guntram Drossel, Geschäftsführender Direktor  
 Prof. Andreas Hirsch, Geschäftsführer

**Professur Werkzeugmaschinen und Umformtechnik**

Leiter der Professur:  
 Prof. Reimund Neugebauer  
 mit der Wahrnehmung der Professur beauftragt:  
 Prof. Matthias Putz

**Professur Adaptronik und Funktionsleichtbau**

Prof. Welf-Guntram Drossel

**Professur Umformendes Formgeben und Fügen**

Prof. Dirk Landgrebe

**Professur Fertigungsmesstechnik**

Prof. Sophie Gröger

**Professur Mikrofertigungstechnik**

Prof. Andreas Schubert

**Professur Virtuelle Fertigungstechnik**

Prof. Birgit Awiszus

## BETRIEBSHAUSHALT UND MITARBEITERENTWICKLUNG

### Betriebshaushalt

Die Betriebsausgaben des Jahres 2016 beliefen sich auf 36,3 Millionen Euro, wobei 24,1 Millionen Euro als Personalaufwand und 12,2 Millionen Euro als Sachaufwand entstanden. Die Finanzierung des Betriebshaushalts stellt sich wie folgt dar:

- Bearbeitung von Aufträgen aus der Industrie bzw. von Wirtschaftsverbänden: 14,7 Millionen Euro,
- Vertragsforschung für die öffentliche Hand: 11,6 Millionen Euro, wobei auf Bund und Länder 8,3 Millionen Euro sowie auf Forschungsförderung und Sonstige 3,3 Millionen Euro entfallen,
- Zuschuss aus der institutionellen Förderung des Bundes und der Länder: 10 Millionen Euro.

Zur weiteren technischen Ausstattung des Instituts wurden im Jahr 2016 Investitionsmittel in Höhe von 2,9 Millionen Euro aufgewendet. Diese wurden über die institutionelle Förderung des Bundes und der Länder sowie über Projekte finanziert. Im Jahr 2016 sind insgesamt 700 Projekte bearbeitet worden.

### Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter

Die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter sind der Erfolgsgarant des Instituts, das geistige Kapital für unsere Forschung. Zum Stichtag 31. Dezember 2016 waren am Fraunhofer IWU 521 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter beschäftigt.

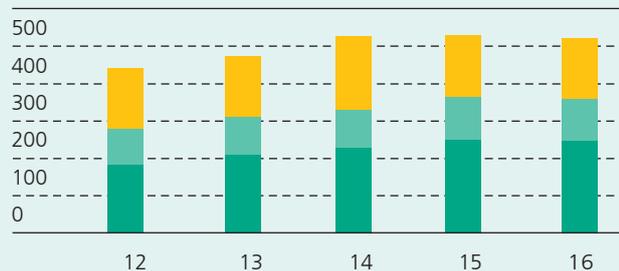
Damit wir auch in Zukunft unsere Ziele mit hochqualifiziertem und motiviertem Personal verwirklichen können, haben wir im Jahr 2010 die Fraunhofer IWU-Führungsakademie ins Leben gerufen. Talentierte, hochmotivierte Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der Fraunhofer-Gesellschaft nehmen an diesem zweijährigen Programm teil, das u. a. anspruchsvolle Führungseminare und einen individuellen Mentoring-Baustein beinhaltet. Die Teilnehmer erhalten dabei Einblick in die Ziele und die zukünftige Entwicklung der Produktionstechnik und werden zur aktiven Mitgestaltung befähigt. 2017 startete der nunmehr fünfte Durchgang der Führungsakademie.

## Betriebshaushalt 2012–2016\*



|   | 2012        | 2013        | 2014        | 2015        | 2016        |
|---|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| ■ Wirtschaftserträge                    | 13,2        | 14,3        | 15,6        | 16,2        | 14,7        |
| ■ Öffentliche Erträge (Bund und Länder) | 7,2         | 7,2         | 7,7         | 6,8         | 8,3         |
| ■ Forschungsförderung/Sonstige          | 1,6         | 2,4         | 2,7         | 3,1         | 3,3         |
| ■ Institutionelle Förderung             | 6,3         | 5,9         | 7,6         | 9,0         | 10,0        |
| <b>= Betriebshaushalt in Mio €</b>      | <b>28,3</b> | <b>29,8</b> | <b>33,6</b> | <b>35,1</b> | <b>36,3</b> |

## Mitarbeiterentwicklung 2012–2016\*



|                                       | 2012       | 2013       | 2014       | 2015       | 2016       |
|---------------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| ■ Wissenschaftler                     | 184        | 211        | 228        | 251        | 248        |
| ■ Verwaltung und technisches Personal | 95         | 102        | 104        | 114        | 113        |
| ■ Studentische Hilfskräfte            | 163        | 160        | 196        | 164        | 160        |
| <b>= Mitarbeiter</b>                  | <b>442</b> | <b>473</b> | <b>528</b> | <b>529</b> | <b>521</b> |

\* Angaben ohne RMV

## STANDORTE

### Chemnitz

Der traditionsreiche Maschinenbaustandort Chemnitz ist Hauptsitz des Fraunhofer IWU. Der Campus E<sup>3</sup>-Produktion, direkt neben der Technischen Universität gelegen, vereint neben der »E<sup>3</sup>-Forschungsfabrik Ressourceneffiziente Produktion« verschiedene Versuchsfelder sowie ein Virtual-Reality-Technikum zur Bearbeitung von Forschungs- und Entwicklungsaufgaben aus den Bereichen Werkzeugmaschinen und Produktionssysteme, Umformtechnik, Montage, Zerspanungs- und Mikrotechnik sowie Produktionsmanagement.

### Dresden

Das Fraunhofer IWU am Standort Dresden ist in unmittelbarer Nähe zur Technischen Universität angesiedelt. Zum Institutsteil gehört u. a. ein Technikum für Forschungen auf den Gebieten Adaptronik und Akustik, Generative Fertigung, Mechanische Fügetechnik und Medizintechnik. Neben modernster Maschinen- und Anlagentechnik wartet es mit einem reflexionsarmen Raum auf, in dem akustische Untersuchungen an Maschinen, Fahrzeugen und Anlagen durchgeführt werden können.

### Leipzig

Das Leipziger Zentrum zur Erforschung der Stütz- und Bewegungsorgane ZESBO ist ein gemeinsames Forschungslabor der Abteilung Medizintechnik des Fraunhofer IWU und der Universität Leipzig, Klinik und Poliklinik für Orthopädie, Unfallchirurgie und Plastische Chirurgie. In Leipzig arbeiten sechzehn Mitarbeiter an biomechanischen Fragestellungen des Bewegungssystems und der Medizinproduktentwicklung.

### Wolfsburg

Im Rahmen der öffentlich-privaten Partnerschaft »Open Hybrid LabFactory e. V. (OHLF)« forschen die Fraunhofer-Institute IFAM, IWU und WKI im »Fraunhofer-Projektzentrum Wolfsburg« an der Entwicklung und großseriennahen Erprobung der gesamten Prozesskette für Leichtbaustrukturen. Gemeinsam mit Partnern werden Lösungen für technologische Herausforderungen des ressourcenschonenden, kostengünstigen Leichtbaus entwickelt.

### Zittau

Das Fraunhofer-Kunststoffzentrum Oberlausitz arbeitet als Projektgruppe des Fraunhofer IWU an der Entwicklung von Leichtbautechnologien. Neben der generativen Fertigung von Kunststoffbauteilen liegt der Fokus auch auf Technologien für Faser-Kunststoff-Verbundhalbzeuge. Im Herbst 2016 wurde in unmittelbarer Nachbarschaft der Hochschule Zittau/Görlitz das neue Technikum des Kunststoffzentrums eingeweiht.



## KURATORIUM

### **Prof. Reinhold Achatz**

thyssenkrupp AG, Head of Corporate Function Technology, Innovation & Sustainability

### **Dr. Stephan Arnold**

Schuler AG, Chief Technology Officer

### **Bernhard Beck**

ehem. VERITAS AG

### **Dr. Thomas Brücher**

Hirschvogel Holding GmbH, Geschäftsführer

### **Dr. Gyula de Meleghy**

Meleghy Automotive GmbH & Co. KG, Geschäftsführer

### **Walter Fust**

Starrag Group Holding AG, Schweiz, Mitglied des Verwaltungsrates

### **Dr. Gunnar Grosse**

DEROSSI Invest GmbH, Geschäftsführer

### **Prof. Jochem Heizmann**

Volkswagen AG, Mitglied des Vorstands – Geschäftsbereich 'China'

### **Dr. Ferdinand Hollmann**

Deutsche Forschungsgemeinschaft e.V., Programmdirektor Gruppe Ingenieurwissenschaften

### **Wilfried Jakob**

Europäische Forschungsgesellschaft für Blechverarbeitung e.V., Präsident

### **Klaus Löffler**

TRUMPF GmbH + Co. KG, Geschäftsführer TRUMPF Lasertechnik GmbH und TRUMPF Laser- und Systemtechnik GmbH

### **Pär Malmhagen**

Tower International, Präsident

### **Prof. Hans J. Naumann**

NILES-SIMMONS Industrieanlagen GmbH, Geschäftsführender Gesellschafter

### **Prof. Hubert Waltl**

Kuratoriumsvorsitzender, Vorstand Produktion der Audi AG bis 08/2017

### **Prof. Konrad Wegener**

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich, Schweiz, Institutsleiter Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigung (IWF)

### **MinRat Christoph Zimmer-Conrad**

Sächsisches Staatsministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr, Leiter Referat »Technologie«

### **MinRat Reinhard Zimmermann**

Sächsisches Staatsministerium für Wissenschaft und Kunst, Leiter Referat »Grundsatzangelegenheiten«

Wir bedanken uns ganz herzlich bei allen Kuratoren und Förderern für ihren Einsatz zur erfolgreichen Entwicklung des Instituts.

**1** Die 22. Kuratoriumssitzung fand am 8. Juli 2016 in Chemnitz statt.

---

# SERVICE

---

---

## Publikationen

---

Die Datenbank FhG-Publica dokumentiert Publikationen und Patente, die aus der Forschungstätigkeit der Fraunhofer-Institute resultieren. Hier sind auch alle Veröffentlichungen der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Fraunhofer IWU hinterlegt.

Unter [www publica.fraunhofer.de](http://www publica.fraunhofer.de) finden Sie Hinweise auf Aufsätze, Konferenzbeiträge und Tagungsbände sowie Forschungsberichte, Studien, Hochschulschriften und Patente bzw. Gebrauchsmuster. Elektronisch vorhandene Dokumente können Sie direkt aus der Datenbank im Volltext abrufen.

### Ihre Ansprechpartnerin für Fachpublikationen

Dipl.-Bibl. Doris Lust  
[doris.lust@iwu.fraunhofer.de](mailto:doris.lust@iwu.fraunhofer.de)

### Ihre Ansprechpartnerin für Patente

Dipl.-Wirt.-Ing. Sabine Krause  
[sabine.krause@iwu.fraunhofer.de](mailto:sabine.krause@iwu.fraunhofer.de)

---

## Adressen

---

### Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU

Reichenhainer Straße 88  
09126 Chemnitz

Telefon +49 371 5397-0  
Fax +49 371 5397-1404  
[info@iwu.fraunhofer.de](mailto:info@iwu.fraunhofer.de)  
[www.iwu.fraunhofer.de](http://www.iwu.fraunhofer.de)

### Standort Dresden

Nöthnitzer Straße 44  
01187 Dresden

Telefon +49 351 4772-0  
Fax +49 351 4772-2103  
[info@iwu.fraunhofer.de](mailto:info@iwu.fraunhofer.de)

### Standort Zittau

Projektgruppe Fraunhofer-Kunststoffzentrum Oberlausitz  
Theodor-Körner-Allee 6  
02763 Zittau

Telefon +49 3583 54086-0  
Fax +49 3583 54086-4005  
[info.zittau@iwu.fraunhofer.de](mailto:info.zittau@iwu.fraunhofer.de)

---

## Impressum

---

### Herausgeber

Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen  
und Umformtechnik IWU  
Reichenhainer Straße 88  
09126 Chemnitz

### Öffentlichkeitsarbeit

Jan Müller  
Telefon +49 371 5397-1462  
jan.mueller@iwu.fraunhofer.de

### Redaktion

Dr.-Ing. Markus Bergmann  
Dr.-Ing. Ulrike Beyer  
Tina Grüning  
Martin Lamß  
Anja Schmieder

### Gestaltung und Produktion

Anja Schmieder

### Druck

Verlag Wissenschaftliche Scripten

### Bildquellen

Seiten 2, 48, 53, 63: Ines Escherich  
Seiten 7, 10, 15, 18, 20: Ronald Bonss  
Seiten 19 (li.), 25, 27: Jürgen Jeibmann  
Seite 19 (re.): Fraunhofer IWU/Westsächsische Hochschule  
Zwickau/Tobias Phieler  
Seite 29: Art-Kon-Tor  
Seite 30: Jürgen Lösel  
Seite 40: psdesign1 – Fotolia  
Seite 52: Uwe Frauendorf  
Seite 57: DragonImages – Fotolia

Alle anderen Abbildungen: © Fraunhofer IWU

Bei Abdruck ist die Einwilligung der Redaktion erforderlich.

© Fraunhofer IWU, 2017

