

# iwb newsletter

Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften

Prof. Dr.-Ing. Michael Zäh | Prof. Dr.-Ing. Gunther Reinhart | Technische Universität München | [www.iwb.tum.de](http://www.iwb.tum.de)

4

## Produktionskongress des münchener kolloquiums

36 Referenten, 6 Themengebiete und mehr als 400 Teilnehmer – der Produktionskongress des münchener kolloquiums überzeugt auch im Jahr 2010 durch aktuelle Themen und den Dialog zwischen Wirtschaft und Wissenschaft.

Die wertvolle Kooperation zwischen Industrie und Hochschule themisierte gleich eingangs Dr. Norbert Reithofer, der Vorsitzende des Vorstands der BMW AG. In seinem Impulsvortrag zu Beginn des Kongresses, den er als „Heimspiel“ be-

zeichnete, betonte er die Vorteile der etablierten Zusammenarbeit und zeigte sich über die zukunftsweisende Ausbildung der Studierenden an der TUM erfreut. Von der Vernetzung in strategischen wie auch technisch orientierten Forschungsprojekten

profitierten Industrie und Hochschule gleichermaßen, so Norbert Reithofer, der an der TUM Fertigungstechnik und Betriebswissenschaft studierte und am Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissen-

(Fortsetzung Seite 2)

### EDITORIAL



Alleinstellungsmerkmal der deutschen Ingenieurwissenschaften im internationalen Vergleich, aber auch im Vergleich zu anderen Wissenschaftsdisziplinen, ist deren großer Industriebezug. Unternehmen und Hochschulen kooperieren in verschiedenartigen Projekten und unterschiedlichen Projektformen und generieren so genannte Win-win-Situationen, d.h. beiderseitigen Nutzen.

Auch am iwb stehen verschiedene Formen der Zusammenarbeit zur Verfügung, die sich im Wesentlichen in drei große Bereiche einteilen lassen: öffentlich geförderte Grundlagenforschung, Verbund- und bilaterale Projekte. Öffentlich geförderte Grundlagenforschung bietet die Möglichkeit, im Rahmen von Fördermaßnahmen des Landes, des Bundes und der EU, oder auch von Transferbereichen der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG), innerhalb bestimmter Schwerpunkte unternehmensspezifische Fragestellungen gemeinsam mit dem iwb zu lösen und die Ergebnisse umzusetzen. Dagegen verfolgen in industriellen Verbundprojekten, die beispielsweise vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), der Bayerischen Forschungsallianz (BayFOR), der Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen "Otto von Guericke" e.V. (AiF) oder auch von der EU gefördert werden, mehrere Partner aus verschiedenen Disziplinen zusammen mit dem iwb ein bestimmtes Projektziel. Diese Partner stammen idealerweise aus unterschiedlichen, aber sich ergänzenden Disziplinen und können beispielsweise Anwender und Zulieferer sein. Die Forschungsergebnisse aus diesen beiden Projektformen werden publiziert und sind somit auch externen Interessenten zugänglich.

Vertrauliche oder sehr spezielle Aufgabenstellungen werden vom iwb in bilateralen Projekten bearbeitet, wobei die Industriepartner insbesondere von Methodenkompetenz, Technologie-Know-how und Rechnerwerkzeugen des Instituts profitieren.

Einem allgemeinen und nicht direkt projektorientierten Wissenstransfer dienen Seminare, Messeauftritte oder Kongresse. Ihr übergeordnetes Ziel besteht aber immer in der Förderung des Austausches zwischen Wirtschaft und Wissenschaft, da gemeinsame Ziele nur durch Gespräche und Diskussionen erreicht werden können. Erst dann entstehen Win-win-Situationen, von denen Industrie und Hochschule gleichermaßen profitieren.

Mit den besten Wünschen für ein erfolgreiches Jahr 2011 freuen wir uns auf Ihr Interesse und den Dialog mit Ihnen.

Herzlichst Ihr



Impuls vortrag von Herrn Dr.-Ing. Norbert Reithofer

schaften (iwb) unter Leitung von Prof. Joachim Milberg promovierte.

Während die Industrie die Studierenden an die fachlichen Belange in der Automobilindustrie heranführe, helfe die Wissenschaft dabei, Probleme mit akademischer Tiefe auszuloten, was im Tagesgeschäft der Industrie nicht immer möglich sei. Als Herausforderungen in der Produktion identifizierte er insbesondere die Themen Elektromobilität, Leichtbau und Nachhaltigkeit in der Produktion und betonte das Wirkungspotenzial der künftigen Zusammenarbeit – insbesondere mit dem Lehrstuhl für Umformtechnik und Gießereiwesen (utg) und dem Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften (iwb), die das münchener kolloquium jährlich gemeinsam veranstalten.

Auch Albert Berger, der Kanzler der TUM, betonte den Stellenwert des gegenseitigen Wissenstransfers, da Wachstum und internationale Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Wirtschaft in hohem Maße von deren Wissenschaftsbasis und Innovationsfähigkeit abhingen. Auch das Gesamtbudget der TUM profitiere von jährlich rund 100 Mio. Euro eingeworbenen Drittmitteln, die zum größten Teil aus Forschungskooperationen mit der Privatwirtschaft stammten. Nach dem gemeinsamen Kongressauftakt im Plenum teilte sich der Kongress in die sechs zeitlich parallelen Fachforen Automation und Montagetechnik, Produktionsmanagement, Fügetechnik, Werkzeugmaschinen, Gießen und Umformen.

Besonderer Dank gilt den Sponsoringpartnern BMW Group und MTU Aero Engines GmbH sowie dem Medienpartner Carl Hanser Verlag.

Stephanie Holzer



Plenumsveranstaltung zu Beginn des Produktionskongresses

Medienpartner:

**BLECH InForm**  
www.blechinform.com

**MONTAGETECHNIK**  
www.montagetechnik-online.de

**WB Werkstatt + Betrieb**  
www.werkstatt-betrieb.de

**ZWF**  
Zeitschrift für  
wirtschaftlichen Fabrikbetrieb  
www.zwf-online.de

Einen ausführlichen Überblick über die Inhalte des Produktionskongresses bietet der Tagungsband zur Veranstaltung, der über den Herbert Utz Verlag ([www.utzverlag.de](http://www.utzverlag.de)) bezogen werden kann.

## IMPRESSUM

Der iwb newsletter erscheint vierteljährlich und wird herausgegeben vom  
**Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften (iwb)**  
Technische Universität München  
Boltzmannstraße 15, 85748 Garching  
Tel.: 089/289-15500, Fax: 089/289-15555  
ISSN 1434-324X (Druck-Ausgabe)  
ISSN 1614-3442 (Online-Ausgabe)  
Redaktion: Stephanie Holzer (verantw.)  
Tel.: 089/289-15537  
E-Mail: [stephanie.holzer@iwb.tum.de](mailto:stephanie.holzer@iwb.tum.de)  
Web: [www.iwb.tum.de](http://www.iwb.tum.de)

**Herstellung:**  
dm druckmedien gmbh  
Paul-Heyse-Straße 28, 80336 München

**Verlag:**  
Herbert Utz Verlag GmbH  
Adalbertstraße 57 · 80799 München  
Tel. 089-277791-00  
E-Mail: [info@utzverlag.com](mailto:info@utzverlag.com)  
Web: [www.utzverlag.com](http://www.utzverlag.com)  
Natürlich gedruckt auf chlorfrei gebleichtem Umweltpapier.

**Adressverteiler:**  
Möchten Sie in den Verteiler aufgenommen werden oder hat sich Ihre Adresse geändert? Dann schicken Sie bitte eine E-Mail an [info@iwb.tum.de](mailto:info@iwb.tum.de)

**BMW Group**



**MTU**  
aero Engines

# CogSYS – Ressourceneffiziente Druckmaschine mit kognitiven Systemen

Der Startschuss für das vom Bayerischen Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie geförderte Forschungsprojekt „CogSYS“ fiel am 01.06.2010. Während der knapp dreijährigen Projektlaufzeit werden unter Federführung der Fraunhofer-Projektgruppe RMV in Zusammenarbeit mit den Projektpartnern manroland AG und Baumann Druck neuartige Regelkonzepte zur intelligenten Steuerung einer Druckmaschine erforscht und praktisch erprobt. Die Projekträgerschaft liegt bei der VDI/VDE-IT.

## Motivation und Handlungsbedarf

Aufgrund kontinuierlich steigender Rohstoffpreise wird in der Industrie der Ruf nach ressourceneffizienteren Produktionsanlagen immer größer und spielt auch bei vielen Investitionsentscheidungen eine wichtige Rolle. Wie eine Vorstudie der Projektgruppe RMV zusammen mit manroland zeigte, verursacht insbesondere das Umrüsten zwischen Druckaufträgen oder der Andruck bei Produktionsbeginn an Offset-Druckmaschinen hohe Makulaturzahlen. Bei ungünstigen Randbedingungen können so mehrere Kilometer Papierabfall entstehen. Hinzu kommen weitere Kosten, vor allem in Form von Druckfarbe und Energie.

## Zielsetzung

Ziel des Vorhabens ist es, durch intelligente Regelstrategien die Ressourceneffizienz von Druckanlagen zu steigern, wodurch der Material- und Energieverbrauch – insbesondere bei kurzen Auftragszyklen – reduziert wird. Die erarbeiteten Ansätze werden vorab an einer Versuchsanlage umgesetzt, anschließend in der realen Produktionsumgebung getestet und entsprechend optimiert.

## Lösungsansatz

Durch Integration eines echtzeitfähigen Simulationsmodells in der Maschinensteuerung kann das Prozessverhalten vorausberechnet und anhand aktueller Sensorwerte möglichst nahe am realen Prozess geführt werden. Folglich lassen sich Probleme frühzeitig erkennen und entsprechende Gegenmaßnahmen zur ihrer Behebung einleiten. Hierzu ist es jedoch notwendig, über geeignete Sensorik ein möglichst ganzheitliches Prozessabbild zu generieren, welches die Auswirkungen physikalischer Größen sowie die Wechselwirkungen unterschiedlicher Eingangs faktoren (Farbe, Papier etc.) berücksichtigt. Die Vielzahl der möglichen Einflussparameter erfordert einerseits eine flexible Auslegung des Regelalgorithmus, andererseits müssen die Berechnungen in sehr kurzer Zeit durchgeführt werden. Nur so ist gewährleistet, dass die Simulationsergebnisse zeitlich vor den realen Prozessgrößen liegen, damit das zu erwartende Systemverhalten gezielt beeinflusst werden kann.

## Aktueller Status der Arbeiten

Erste drucktechnische Versuchsreihen zur Aufnahme des Systemverhaltens zu Beginn des Vorhabens zeigten, dass sich das Prozessverhalten an einer Laboran-

lage näherungsweise über eine standarde Reglerauslegung abbilden lässt. Für die weiteren Untersuchungen unter Einsatz komplexerer Drucksujets müssen allerdings adaptive bzw. prädiktive Regelungskonzepte eingesetzt werden, um das Systemverhalten mit ausreichender Genauigkeit in einem Modell abilden zu können.

Thomas Trappendreher  
Martin Schmid

## GESTARTETE FORSCHUNGSPROJEKTE

### ISAR – Innovativer Spinformprozess für hochfeste Aluminiumlegierungen und Rührreibschweißtechnik

01.10.2010 – 30.09.2013  
Projektförderer: Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie

### Berührungslose, ultraschallbasierte Transportsysteme für Hochtemperaturanwendungen

01.04.2010 – 31.03.2012  
Projektförderer: Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen "Otto von Guericke" e.V. (AiF)

### Kopplung von analytischen und numerischen Modellen zur Simulation thermomechanischer Wechselwirkungen während der Fräsbearbeitung komplexer Werkstücke

01.12.2010 – 30.11.2012  
Projektförderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) Schwerpunktprogramm 1480

## ABGESCHLOSSENE FORSCHUNGSPROJEKTE

### Einsatz von Mikrosystemtechnik (MST) für das automatisierte Konfektionieren von trockenen CFK-Textilien (CFK-Tex)

15.11.2007 – 14.11.2010  
Projektförderer: Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie

### Mikrobearbeitung von Stichtiefdruckplatten

15.02.2008 – 15.10.2010  
Projektförderer: Bayerische Forschungsstiftung

**PROJEKTGRUPPE**  
**RESSOURCENEFFIZIENTE MECHATRONISCHE VERARBEITUNGSMASCHINEN**

► **ZIELSETZUNG**  
Aufbau eines eigenständigen Fraunhofer-Instituts am Standort Augsburg

► **AUFBAPHASE**  
5 Jahre (2009-2014) am iwb Anwenderzentrum Augsburg; Ausbauziel: 25 wissenschaftliche Mitarbeiter

► **FÖRDERUNG**  
Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie

**Fraunhofer**  
IWW

Die Projektgruppe RMV wird administrativ vom etablierten produktionstechnischen Fraunhofer-Institut IWW in Chemnitz betreut.  
Durch die Zusammenarbeit mit dem iwb ist die Verankerung mit den Standorten Augsburg und Garching sowie der Technischen Universität München sicher gestellt.



Rollenoffset-Druckmaschine (Quelle: manroland AG)

# Rührrebschweißen von Aluminiumstrangpressprofilen mit Kunststoffkomponenten

Im Mai startete das Transferprojekt „Rührrebschweißen von Aluminiumstrangpressprofilen mit Kunststoffkomponenten“ im Rahmen des Sonderforschungsbereiches Transregio 10. Das Projekt wird aus Mitteln der DFG finanziert und erfolgt in enger Zusammenarbeit mit EADS Innovation Works Germany in Ottobrunn.

## Ausgangssituation

In der Diskussion um CO<sub>2</sub>-Emissionen und den Klimawandel rückt die Fahrzeug- und Luftfahrtindustrie verstärkt in den Fokus des öffentlichen Interesses und der Gesetzgebung. Die Fahrzeug- und Luftfahrzeughsteller begegnen dieser Entwicklung durch die Reduzierung des Energie- und Ressourcenverbrauchs ihrer Produkte. Neben effizienteren oder neuartigen Antriebskonzepten birgt eine Verringerung der Fahrzeugmasse dabei enormes Potenzial. Hier setzt moderner Leichtbau durch eine optimierte Konstruktion und durch den Einsatz neuer oder weiterentwickelter Werkstoffe an, um beispielsweise bei Automobilen trotz gestiegener Komfort- und Sicherheitsansprüche die Fahrzeugmasse so gering wie möglich zu halten. Ein Trend dabei sind Hybridbauweisen, bei denen jeweils optimale Materialien für die lokalen Anforderungen zum Einsatz kommen. Durch die Substitution von Stahl durch Aluminium- und Magnesiumlegierungen sowie durch Kunststoffe steigt die Zahl von Mischverbindungen stark an. Die große Herausforderung liegt darin, diese artfremden Werkstoffe in hoher Güte und zu geringen Kosten miteinander zu fügen.

## Zielsetzung

Mit der Erforschung und Entwicklung eines abgeänderten Rührrebschweißverfahrens

## MITARBEITER

### Neue Mitarbeiter

Dipl.-Wi.-Ing. Emin Genc  
Dipl.-Ing. Johannes Glasschröder  
Florian Greppmair  
Dipl.-Ing. Edgars Locmelis  
Dipl.-Ing. (FH) Johannes Löhe  
Dipl.-Ing. Zeyad Mari  
Dipl.-Ing. Markus Pröpster  
Dipl.-Wi.-Ing. Kirsten Reisen  
M.Sc. Mark Schlägel  
Dipl.-Ing. Franz Xaver Wirth

### Ausgeschiedene Mitarbeiter

Dipl.-Ing. Paul Gebhard  
Dipl.-Ing. Florian Oefele  
Dipl.-Ing. (FH) Johannes Scharrer  
Dipl.-Wi.-Ing. Tobias Gyger  
Dipl.-Ing. Axel Pöhler  
Dipl.-Ing. Andrea Acker

zum Fügen von Aluminiumstrangpressprofilen mit thermoplastischen Kunststoffen begegnet das Transferprojekt dieser Herausforderung. Kunststoffseitig werden ausschließlich Thermoplaste untersucht, da diese bei höheren Temperaturen in einen plastischen oder flüssigen Zustand übergehen können und sich nicht wie duroplaste zersetzen. Das Spektrum der Kunststoffe soll sich dabei über mehrere Werkstoffe wie Polypropylen (PP) und Polymethylmethacrylat (PMMA) bis hin zu Polyetheretherketon (PEEK) erstrecken. Bei den Aluminiumwerkstoffen liegt der Fokus auf Strangpresslegierungen im Dickenbereich von 2 mm bis 5 mm.

## Prozessanpassung notwendig

Unter Zuhilfenahme eines konstruktiv veränderten Rührrebschweißwerkzeugs, das auf einen Schweißpin verzichtet, wird Druck auf den Aluminiumfügepartner ausgeübt und Wärme eingebracht. Die notwendige Prozesswärme wird durch Reibung des Werkzeugs auf der Bauteiloberfläche generiert. Den Druck erzeugt die Anpresskraft F<sub>z</sub>. Über den Wärmestrom Q und die Druckspannung wird eine dauerhafte Verbindung der Aluminiumlegierung mit dem Kunststoff erzeugt. Die Bewegung des Werkzeugs wird analog zum konventionellen Rührrebschweißen über die Rotation n und die Vorschubbewegung mit der Geschwindigkeit v beschrieben (siehe Abb. 1).

## Vorgehen

Zu Beginn des Projekts wird mit Hilfe einer Parametervariation ein geeignetes Prozess-

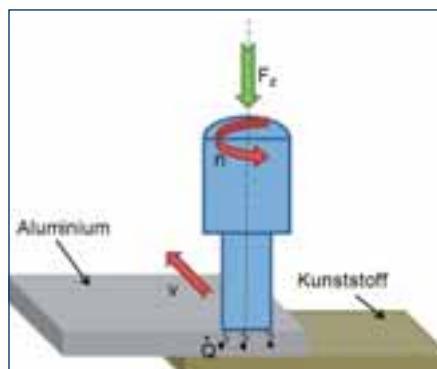


Abb. 1: Prozessschema des Reibpressfügens von Aluminium mit Kunststoff

fenster für das Schweißen von Polypropylen (PP) mit anodisiertem Aluminiumwerkstoff (EN AW-6056) ermittelt. Aufbauend auf diesen Erkenntnissen soll im weiteren Projektverlauf die Festigkeit der Verbindung durch verschiedene Modifikationen der Aluminiumoberfläche erhöht werden. Hierzu zählt neben der bereits erwähnten Erzeugung von Schichten durch Anodisieren (TSA Verfahren) auch die Einbringung geometrischer Formelemente bzw. Oberflächentexturen z. B. durch Prägen, Räumen, Strahlen oder andere Verfahren. Ziel dieser Oberflächenbehandlung ist es, sowohl makroskopische als auch mikroskopische Hinterschnitte zu erzeugen, in die der plastifizierte Kunststoff während des Prozesses eingepresst wird und so eine formschlüssige Verbindung herstellt. Darüber hinaus soll das Auftreten weiterer Bindungsmechanismen (z. B. Adhäsion) untersucht und optimiert werden. In Abbildung 2 ist eine Rasterelektronenmikroskopaufnahme einer gedehnten Schweißverbindung zu sehen. Die erkennbaren gestreckten Thermoplastfäden haften sehr gut an den Kavernen der anodisierten Aluminiumoberfläche.

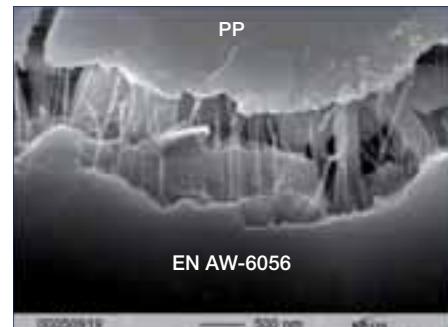


Abb. 2: REM-Aufnahme einer Verbindung von Aluminium mit Polypropylen  
(Quelle: EADS Innovation Works)

Zusätzlich zu den Fügeversuchen soll das Prozessverständnis durch eine entsprechende thermische Struktursimulation des Wärmeaushalts erweitert werden. Ziel dieser Wärmequellensimulation ist es, durch Parametervariation die optimale Prozesstemperatur an der Grenzschicht zwischen Aluminium und Kunststoff einzustellen.

## Nutzen

Zum Abschluss des Projekts wird der veränderte Rührrebschweißprozess (Reibpressfügen) auf den Bau von Strukturen durch die Untersuchung von Referenzanwendungen übertragen.

Franz Wirth

# EU-Projekt „CustomPacker“ startet erfolgreich

Am 1. Juli 2010 startete das neue EU-Projekt „CustomPacker“. Mit einem erfolgreichen Kick-off-Meeting am 14. und 15. Juli 2010 bei der Firma Loewe Opta GmbH in Kronach wurde die dreijährige Projektphase eröffnet. Vertreter der sieben Projektpartner aus vier verschiedenen europäischen Ländern trafen sich beim größten deutschen Hersteller von Fernsehgeräten, um dort in einem zweitägigen Workshop das internationale Projekt zu eröffnen.

Die Verpackung von variantenreichen elektronischen Großgeräten wird heute mit großem Personaleinsatz und ergonomisch nicht optimaler Belastung der ausführenden Mitarbeiter weitgehend manuell ausgeführt. Die Technische Universität München (TUM) hat hier im Dialog mit Industriepartnern Optimierungspotenzial identifiziert und das EU-Projekt „CustomPacker“ (Highly Customizable and Flexible Packaging Station for mid to upper sized Electronic

Consumer Goods using Industrial Robots) initiiert. Zur Reduzierung der Taktzeit und um Produktions- und Verpackungskosten zu senken, kann eine Kooperation zwischen Mensch und Industrieroboter beim Verpackungsprozess zum Einsatz kommen. Der Roboter entlastet den Werker, indem er die bis zu 30 kg schweren Geräte in die Verpackungskartons hineinhebt.

Der Mensch kann zeitgleich die variantenreichen und formflexiblen Gegenstände, wie Kabelsatz, Bedienungsanleitung und Fernbedienung, kommissionieren und verpacken. Die TUM, vertreten durch den Lehrstuhl für Mensch-Maschine-Kommunikation MMK (Prof. Rigoll), das Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften iwb (Prof. Zäh) und den Exzellenzcluster „Cognition for Technical Systems“ CoTeSys, wird hierbei geeignete Methoden der sicheren Mensch-Roboter-Kooperation erforschen und erproben. Hierzu wird ein Prototyp aufgebaut, der LCD-Flachbildfernseher



Verpackung von Großbildfernsehern mittels Mensch-Roboter-Kooperation (Fotomontage) © CustomPacker / iwb



der Premiummarke Loewe verpacken soll. Die Verpackung erfolgt hierbei gemeinsam von einem Werker und einem Industrieroboter. Weitere Partner des dreijährigen Projektes sind die Firma MRK-Systeme GmbH aus Augsburg, die österreichischen Firmen PROFACTOR GmbH und FerRobotics Compliant Robot Technology GmbH aus Steyr bzw. Linz sowie die Forschungsinstitute Fundacion Tekniker aus Spanien und Valtion Teknillinen Tutkimuskeskus (VTT) aus Finnland.

Dieses Projekt ist ein Satellitenprojekt des Exzellenzclusters CoTeSys und wird im siebten Rahmenprogramm aus Mitteln der Europäischen Union gefördert.

Weitere Informationen: <http://www.custompacker.eu>. Weitere Anfragen gerne an [info@custompacker.eu](mailto:info@custompacker.eu). Projektkoordinator: Prof. Dr.-Ing. Frank Wallhoff

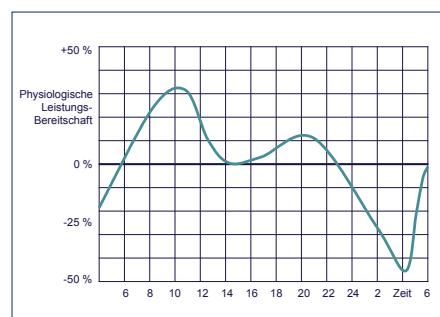
Wolfgang Rösel

## BioTakt – Reduzierung der Arbeitsbelastungen von Montagemitarbeitern induziert durch die zirkadiane Rhythmisik

Zunehmende Leistungsverdichtung in der industriellen Produktion führt zu einer stetigen Erhöhung psychischer und physischer Arbeitsbelastungen von Montagemitarbeitern. In diesem Zusammenhang wurde die sich im Tageszyklus ändernde physiologische Leistungsbereitschaft (Definition für „zirkadiane Rhythmisik“ oder auch „Biorhythmisik“) in Bezug auf den Betrieb von Montagesystemen in bisherigen Forschungsarbeiten nicht berücksichtigt. Daher planen die Wissenschaftler des iwb Anwendenzentrums in Augsburg derzeit ein Forschungsprojekt zur Reduzierung der Arbeitsbelastungen von Montagemitarbeitern induziert durch die zirkadiane Rhythmisik.

Steigende Variantenzahlen, dynamisierte Produktlebenszyklen und abnehmende Losgrößen führen zu einer Erhöhung der Flexibilitätsanforderungen an die Montagemitarbeiter sowie von psychischen und physischen Arbeitsbelastungen.

Aus diesen Gründen soll im geplanten Forschungsvorhaben in einem ersten Schritt eine Methode entwickelt werden, mittels derer die durch die zirkadiane Rhythmisik verursachte Arbeitsbelastung identifiziert



Zirkadiane Rhythmisik beschrieben durch die REFA-Normkurve

und aufwandsarm aufgenommen werden kann. Im Anschluss sollen daraus Auswirkungen auf Montagemitarbeiter abgeleitet und wesentliche belastungsinduzierende Parameter wie z. B. Auftragssequenzen oder die Taktzeit methodisch in der Auftragsplanung und -steuerung angepasst werden. Zudem sollen die entwickelten Ideen an einem konkreten Anwendungsfall verifiziert werden. Abschließend erfolgt eine Bewertung sowie Ableitung von Optimierungspotenzialen. Somit sollen die durch die zirkadiane Rhythmisik induzierten Arbeitsbelastungen identifiziert und reduziert werden können.

Derzeit formiert sich der Forschungsverbund. Sollten Sie Interesse an der Themenstellung haben, wenden sich bitte an einen der beiden Autoren des Artikels.

Matthias Glonegger  
Jörg Egbers

# Verbundprojekt CFK-Tex: Automatisierte Herstellung von Faserverbundstrukturen

Die Herstellung innovativer Faserverbundstrukturen ist durch eine kostenintensive manuelle Fertigung geprägt. Auf der Basis flexibler Roboter-End-Effektoren konnten innerhalb des Forschungsprojektes CFK-Tex zentrale Prozessschritte wie das Handhaben und Preformen (Ablegen und Fixieren einzelner Halbzeuge) automatisiert werden. Neben einer selektiv wirkenden Greiftechnologie zum Vereinzen der textilen Halbzeuge nach dem Zuschnitt wurde vor allem ein multifunktionales Legewerkzeug erforscht und prototypisch am *iwb* Anwendenzentrum Augsburg umgesetzt. Die parallel entwickelte Anwendungssoftware CFK-Tex-Office ist weiterhin in der Lage die Teilsysteme datentechnisch zu vernetzen, so dass keine aufwendige Konfiguration der einzelnen Anlagen mehr notwendig ist.

## Ausgangssituation

Politisch-gesellschaftliche Forderungen nach höherer Energieeffizienz und ökologisch sinnvollen Lösungen steigern insbesondere für den Sektor Transport die Notwendigkeit, neue Technologien einzusetzen. Bauteile aus Faserverstärkten Kunststoffen (FVK) stellen hierbei eine maßgebliche Zukunftstechnologie dar, da sich derartige Materialien aufgrund ihrer werkstoffbezogenen Vorteile besonders für den Einsatz in hochbelasteten Leichtbaustrukturen eignen. Dies führte ausgehend von militärischen Anwendungen in den letzten Jahren zu einer bemerkenswerten Zunahme des Bedarfs in mehreren wichtigen Industriebereichen wie der Bauindustrie und dem Transportsektor (z. B. Schiffsbau). Aber auch die Sportartikelindustrie und der Windenergiesektor wenden die innovativen Materialsysteme zunehmend auf breiter Basis an. Durch

eine kostenintensive, manuell geprägte Fertigung bestehen bisher noch grundlegende ökonomische Nachteile gegenüber konventionellen Materialien. Zur Verminderung dieser Nachteile wird die Entwicklung von Automatisierungslösungen zu einem entscheidenden Faktor, welcher durch das Bestreben nach hoher Prozesssicherheit sowie -nachverfolgbarkeit an zusätzlicher Bedeutung gewinnt. Insbesondere Montage- und Verkettungsprozesse treten vor diesem Hintergrund in den Fokus, da diese aufgrund der eingesetzten textilen Halbzeuge derzeit nahezu ausschließlich manuell durchgeführt werden. Es müssen daher neuartige Ansätze und Technologien etabliert werden. Durch eine intelligente Automatisierung von Teilen der Prozesskette ergeben sich somit Einsparpotenziale, um auch stetig steigende Stückzahlen, wie sie in der Fluggerätefertigung existieren, aber auch Kleinserien wirtschaftlich und somit konkurrenzfähig fertigen zu können.



Abb. 2: Automatisiertes Greifsystem zur Handhabung konturvarianter technischer Textilien

onsintegrierten Einzellagen-Preformings für 3D-Form-Geometrien.

Durch die in der Luftfahrtbranche existierenden Qualitätsansprüche, Fertigungsstrukturen und Serienumfänge stehen bei der Entwicklung von roboterbasierteren Handhabungsapplikationen die hohen Anforderungen hinsichtlich Materialintegrität und Prozesssicherheit sowie Flexibilität des Systems im Vordergrund. Für die vorliegende Forschungsarbeit werden das automatisierte Vereinzen von CF-Halbzeugen vom Schneidtisch sowie das folgende Ablegen, Drapieren und Fixieren dieser Textilzuschnitte auf 3D-Formen als Referenzszenario herangezogen und diesbezüglich hochflexible End-Effektoren entwickelt.

## Ergebnisse

Auf der Basis einer umfassenden Evaluierung unterschiedlichster Wirkprinzipien wird das Niederdruckflächensaugen (NFS) als potenzialträchtigster Ansatz ausgewählt und in einem flexiblen Greifsystem umgesetzt. Hierbei werden durch einen Volumenstromerzeuger geringe Unterdrücke an einer perforierten Platte erzeugt, deren Bohrungen durch einzelne Aktoren verschlossen werden können. Somit lässt sich basierend auf der Kontur des handhabenden Zuschnitts eine selektiv haltende Greiffläche zum Herauslösen eines spezifischen Teils erzeugen. Auf der Grundlage dieses Prinzips wird im Rahmen des Projekts ein Prototyp am *iwb* Anwendenzentrum Augsburg entwickelt, installiert und erprobt (vgl. Abb. 2).

Das Greifsystem ist hierbei als Roboter-End-Effektor umgesetzt, der mit Hilfe von 15 an einem Trägerrahmen befestigten Modulen eine Greiffläche von 2,25 m x 1,2 m abdeckt. Die einzelnen, baugleich ausgeführten Module verfügen jeweils über 288 Aktoren und sind über die ent-

## ***iwb* BERICHTE**

### Martin Georg Prasch

Integration leistungsgewandelter Mitarbeiter in die variantenreiche Serienmontage  
(Herbert Utz Verlag Bd. 243)

### Florian Schwarz

Simulation der Wechselwirkungen zwischen Prozess und Struktur bei der Drehbearbeitung  
(Herbert Utz Verlag Bd. 242)

### Andreas Eursch

Konzept eines immersiven Assistenzsystems mit Augmented Reality zur Unterstützung manueller Aktivitäten in radioaktiven Produktionsumgebungen  
(Herbert Utz Verlag Bd. 241)

### Michael Loy

Modulare Vibrationswendelförderer zur flexiblen Teilezuführung  
(Herbert Utz Verlag Bd. 240)



Abb. 1: Logo des Verbundprojektes CFK-Tex



Abb. 3: End-Effektor zur automatisierten Preform-Erstellung mit Robotern

sprechende Steuerungstechnik miteinander verknüpft und können mit geringem Aufwand ausgetauscht werden. Durch die vorgestellte Greiftechnik wird das Halbzeug hierbei unabhängig von seiner Kontur äußerst schonend flächig gehalten. In Zusammenarbeit mit dem Forschungspartner ISSE (Institut für Software- und Systemsengineering) der Universität Augsburg konnte weitergehend bereits die Anwendungssoftware CFK-Tex Office zur datentechnischen Verknüpfung der Teilsysteme Cutter, Kinematiksystem (Industrieroboter) und Greifsystem realisiert werden. Somit ist es nun möglich, auf Basis der Zuschchnittsdaten des Schneidsystems eine optimierte Greiferstellung (Position und Orientierung) zu errechnen und diese dem Robotersystem zur Verfügung zu stellen.

Zur Realisierung eines End-Effektors zur automatisierten Preform-Erstellung mit Robotern ist es notwendig, verschiedene

Funktionen in das Greifsystem zu integrieren. Zum einen muss das vereinzelte Textil vom Lagerungssystem aufgenommen und zum Formwerkzeug transportiert werden. Auch beim Preforming-End-Effektor wird als Greifprinzip das Niederdruckflächen-saugen eingesetzt. Die selektiv aktivierbare Greiffläche kann eine geringere Auflösung besitzen, da das Textil bereits vereinzelt auf dem Lagerungssystem bereit liegt und nicht aus dem Textil-Verbund herausgegriffen werden muss.

Anschließend muss der End-Effektor das geöffnete Textil auf das Formwerkzeug drapieren. Zur Erfüllung dieser Funktion wurde das Werkzeug trommelförmig gestaltet, so dass die Abrollbewegung zu einem linienförmigen Ausstreichen des CF-Textils führt und Lufteinschlüsse vermieden werden. Des Weiteren ist die äußerste Schicht des Preforming-End-Effektors als flexible Schaumstoffschicht ausgeführt, um Unebenheiten des Formwerkzeuges durch Andrücken auszugleichen und eine Nachgiebigkeit im Werkzeug zu integrieren.

Die dritte wichtige Funktion, die der Preforming-End-Effektor erfüllen muss, stellt das positionsgenaue Fixieren der Textilien auf dem Formwerkzeug dar. Hierzu muss das thermoplastische Bindervlies auf der Rückseite der CF-Textilien durch Wärmeeinbringung aufgeschmolzen werden. Zur Erwärmung der CF-Textilien werden auf der Oberfläche des End-Effektors 108 Heizfelder integriert, welche selek-

tiv auf eine vorgegebene Temperatur ge-regelt werden können. Der End-Effektor wurde im Rahmen des Forschungsprojektes entwickelt, aufgebaut und an ei-nem industriellen Referenzszenario aus der Luft- und Raumfahrt erprobt (vgl. Abb. 3). Die Integration in die Software-Umgebung CFK-Tex Office sowie die Realisie- rung einer aufgabenorientierten Bahnpla-nung erfolgte in Zusammenarbeit mit dem Forschungspartner ISSE der Universität Augsburg.

Mit der Entwicklung und Erprobung der bei-den Greifsysteme für die Handhabung kon-turvarianter Zuschritte und das automati-sierte Preformen konnte eine vollständig automatisierte Prozesskette zur Herstellung von CFK-Preforms am iwb Anwenderzentrum Augsburg realisiert werden.

### Dank

Die vorgestellten Forschungsergebnisse wurden im Rahmen des Projektes CFK-Tex erarbeitet, welches von der Bayeri-schen Staatsregierung sowie der Europäi-schen Union gefördert und vom VDI/VDE-IT getragen wird. Neben dem iwb Anwen-derzentrum der TU München und dem IS-SE der Universität Augsburg unterstützen folgende industrielle Partner die Arbeiten: eurocopter Deutschland GmbH, Premium AEROTEC GmbH, KUKA Roboter GmbH, IMA Abele + Partner GmbH, TopCut-Bull-mer GmbH.

Gerhard Straßer  
Claudia Ehinger

## CoTeSys Industrieworkshop: Kognition in der Fabrik – Industrielle Anwendungen und Visionen für Kognitive Technische Systeme

Bereits zum zweiten Mal veranstaltet das Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften (iwb) am 16. Februar 2011 im Rahmen des Exzellenz-clusters CoTeSys (Cognition for Technical Systems) einen Industrieworkshop.

Kognitive Technische Systeme besitzen durch den Einsatz von Methoden der Künstlichen Intelligenz, im Gegensatz zu konventionellen Produktionssystemen, kognitive Fähigkeiten (u. a. Wahrnehmung, Erinnerung, Schlussfolgerung, Planen, Lernen) sowie Kontrollmechanismen. Gerade die Kontrollmechanismen zeichnen sich durch eine Kombination von situationsab-hängigen Verhaltensformen und langfristi-gen Absichten aus. Dies ermöglicht die An-passung und kontinuierliche Optimierung der Produktionsumgebung an geänderte Randbedingungen sowie die Interaktion



Bei der Mensch-Roboter-Kooperation arbeiten Werker und Roboter zeitgleich im selben Arbeitsraum zusammen.

mit der Umgebung. Die Implementierung und Anwendung kognitiver Fähigkeiten finden hierbei auf der Systemebene, der Maschinen- und Anlagenebene sowie der Sensorebene statt.

Im Rahmen des Workshops berichten Re-ferenten aus Forschung und Industrie über aktuelle Ansätze aus der Wissenschaft, so-wie über erste Umsetzungsbeispiele in der Wirtschaft und es werden aktuelle Themen mit den Teilnehmern diskutiert.

Weitere Informationen und Anmeldemög-lichkeit: ab Januar 2011 unter [www.iwb.tum.de/Veranstaltungen](http://www.iwb.tum.de/Veranstaltungen)

Florian Geiger  
Wolfgang Rösel

# Seminar Laser + Blech am 2. und 3. März 2011

Am 2. und 3. März 2011 veranstaltet das Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften (iwb) zusammen mit dem Fraunhofer Institut für Werkstoff- und Strahltechnik (IWS) und dem Hanser Verlag das Seminar „Laser + Blech – Lasereinsatz in der Blechbearbeitung“.

An zwei Tagen berichten Fachleute aus Industrie und Forschung über Entwicklungen und Einsatzmöglichkeiten der Lasersystemtechnik und präsentieren praxisnahe Lösungsansätze. Im Fokus dieser Veranstaltung stehen Remoteverfahren, die hinsichtlich Strahlquellen, Optiken, Programmierung, Prozesstechnik, laser-gerechter Konstruktion sowie der Sicherheitsaspekte beleuchtet werden. Außerdem bietet das iwb eine Führung durch das Versuchsfeld mit ausgewählten Demonstrationen zur Laser- und Fügetechnik sowie die Möglichkeit, mehr aus dem Forschungsumfang des iwb kennen zu lernen.

Zum Ausklang des ersten Veranstaltungstages bestehen bei einem Get-together weitere Möglichkeiten zur Diskussion und zum Netzwerken.



Remote-Laserstrahl-Abtragsschneiden mit einem Single-Mode-Faserlaser an Edelstahl

Weitere Informationen und Anmeldemöglichkeit unter: [www.iwb.tum.de/Veranstaltungen](http://www.iwb.tum.de/Veranstaltungen)

Jan Musiol  
Tanja Mayer

Veranstalter:

**BLECH InForm** **LASER+**  
**PRODUKTION**

Mit Unterstützung von:

**Fraunhofer**  
iws

## TERMINE

CoTeSys-Industrieworkshop

16.02.2011, Garching

Seminar „Laser + Blech“

02. – 03.03.2011, Garching

Lasermesse – World of Photonics

23. – 26.05.2011, München

23. Deutscher Montagekongress

08. – 09.06.2011, München

CARV 2011

02. – 05.10.2011, Montreal, CA

# World of Photonics 2011

Von 23.-26. Mai 2011 organisiert das iwb im Auftrag der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Lasertechnik e.V. (WLT) und in Zusammenarbeit mit dem Bayrischen Laserzentrum (blz) die Konferenz „Lasers in Manufacturing (LiM 2011)“ sowie die Sonderschau „Photons in Production“ auf der Messe „LASER 2011 – World of Photonics“ in den Räumen der neuen Messe München.

In Rahmen der LiM 2011 und der LASER 2011 besteht für nationale und internationale Experten aus Industrie und Forschung die Möglichkeit zur fachlichen Diskussion und zum Austausch auf dem Gebiet der Lasertechnik.

## LiM 2011

Unter dem Motto „Mit Lichtgeschwindigkeit aus dem Labor in die Produktion“ leistet die WLT mit der LiM 2011 einen bedeutenden Beitrag zum „World of Photonics Congress (WoP)“. Die internationale Konferenz konzentriert sich dabei mit Vorträgen aus Industrie und Forschung auf die Thematik der Lasermaterialbearbeitung.

## LASER 2011 – World of Photonics

Mit der Ausstellung eines breiten Spektrums ermöglicht die LASER 2011 einen umfassenden Überblick über aktuelle Entwicklungen in der Photonik. Wie bereits in den Messejahren seit 2001 bildet auch 2011 die Sonderschau „Photons in Production“ mit dem diesjährigen Mot-

to „Green Solutions“ einen wichtigen Bestandteil. Anhand zahlreicher Live-Demos, Exponate und Fachvorträge zeigen das iwb und das blz das ganze Potenzial moderner Laserbearbeitungsverfahren.

Weitere Informationen unter: [www.iwb.tum.de/Veranstaltungen](http://www.iwb.tum.de/Veranstaltungen)

Robert Wiedemann



Messeauftritt LASER 2009

**WLT** Wissenschaftliche Gesellschaft für Lasertechnik e.V.

## Lasers in Manufacturing (LiM 2011)

Munich ICM

International Congress Centre Munich, Germany

May 23-26, 2011

[www.blz.org/lm](http://www.blz.org/lm)



World of Photonics Congress

20th International Congress on Photonics in Europe  
14-18 May 2011, Munich, Germany  
www.congresses.congressexpo.com

Ankündigung LiM 2011