

# iwb newsletter 1

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)

## Ein Rückblick auf das vergangene Jahr

Auch dieses Mal möchten wir Ihnen mit unserem ersten Newsletter 2015 einen kompakten Rückblick auf das gelungene Jahr 2014 geben.

Wir berichten zum Beispiel über unsere erfolgreich abgeschlossenen Forschungsprojekte, unsere Kompetenzen für Industrieunternehmen sowie über die Jubiläen der Projektgruppe „Resourceneffiziente Mechatronische Verarbeitungsmaschinen“ des Fraunhofer IWU sowie des iwb Anwenderzentrum Augsburg.

Auf den folgenden Seiten erwartet Sie ein „Rundgang“ durch das iwb, auf dem Sie unter anderem einen Überblick über die fortschrittliche technische Ausstattung unserer Labore, die innovativen Forschungskonzepte unserer Themengruppen und über Personalien erhalten sowie eine kleine terminliche Vorschau auf das Jahr 2015 finden.

Wir wünschen Ihnen viel Spaß beim Lesen von „Rückblick“ und „News“.

Das Team des iwb newsletter

### EDITORIAL

Liebe Leserinnen und Leser,

bestimmt erinnern Sie sich an viele einzelne Berichte aus den Teilprojekten unseres transregionalen Sonderforschungsbereiches zu den leichten Tragwerkstrukturen, den wir seit Anfang des Jahres 2003 zusammen mit unseren Kollegen in Dortmund und Karlsruhe bearbeiten. Mit Ablauf des letzten Jahres ging die dritte und somit letzte vierjährige Förderphase zu Ende. Es naht der Abschluss von zwölf erfolgreichen Jahren.

Sonderforschungsbereiche gehören zu den großen und langfristigen Förderinstrumenten der Deutschen Forschungsgemeinschaft und sind dazu gedacht, anspruchsvolle und aufwendige und Forschungsvorhaben durch die Bündelung von Kräften an einer Universität zu bearbeiten.

In der Antragsphase im Jahre 2002 startete das iwb mit vier Teilprojekten, von denen leider nur zwei bewilligt wurden. Wir haben dies damals positiv gesehen, nach dem Motto, dass es gut ist, dabei zu sein und „dass das Glas halb voll ist und nicht halb leer“.

In der zweiten Förderphase konnten wir dann unsere Kapazität leicht erhöhen, da das Teilprojekt zum Fügezentrum von da an mit zwei Personalstellen ausgestattet war. Diese Konstellation ließ sich auch in der dritten Förderphase aufrecht erhalten, und es kam noch ein Transferprojekt hinzu.

Alles zusammen genommen wurden über die zwölf Jahre hinweg mehr als 20 Millionen Euro an Fördermitteln ausgegeben, wobei mehr als 3 Millionen der Forschung am iwb zugute kamen.

Die so genannten Space Frames rückten jüngst wieder in den Mittelpunkt des Interesses der Automobilindustrie. Hinsichtlich des durch die Elektromobilität weiter an Wichtigkeit gewinnenden Leichtbaus sind sie eine vielversprechende Alternative zu den bisher stark verbreiteten selbsttragenden Bauweisen. In der letzten Förderphase ist ein Demonstrator entstanden, anhand dessen aufgezeigt werden soll, wie eine Fahrzeugstruktur in Space-Frame-Bauweise aussehen könnte. In diesem Demonstrator spiegeln sich alle im Transregio betrachteten Tech-



nologien wider: Vom stranggepressten drahtverstärkten und querschnittsvariablen Profil über umformtechnisch realisierte Fügeverbindungen bis hin zu mit dem Laser oder mittels Rührreißschweißen generierten Nähten. Zu allen betrachteten Technologien wurden Simulationsmodelle entwickelt, so dass die gesamte Prozesskette auch virtuell analysiert und ausgelegt werden kann. Neben den durchweg sehr wertvollen Erkenntnissen sind am iwb bereits fünf Dissertationen im Transregio entstanden und weitere fünf befinden sich in Vorbereitung. Fazit: Neben dem wissenschaftlichen Aspekt ist auch die Nachwuchsförderung sehr erfolgreich gewesen.

Zum Abschluss danken wir unseren Partnern in Dortmund und in Karlsruhe für die großartige Zu-

sammenarbeit und unseren Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern für das unermüdliche Engagement über zwölf Jahre hinweg. Allen Leserinnen und Lesern wünschen wir ein glückliches und erfolgreiches Jahr 2015.

Herzlichst

Ihr

  
Michael Zäh

und Ihr



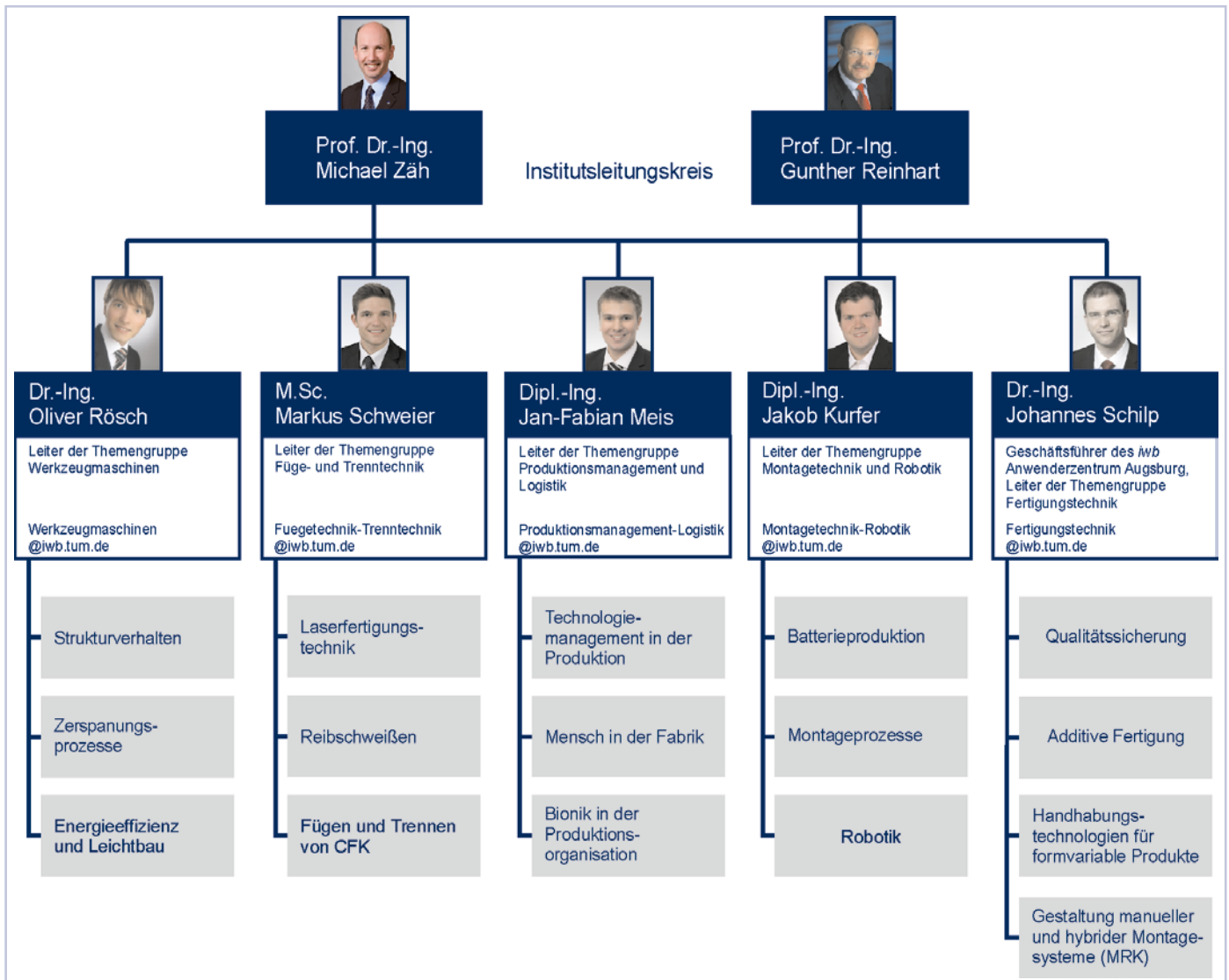
Gunther Reinhart

Als Teil der Technischen Universität München ist das *iwb* an insgesamt zwei Standorten vertreten – mit dem Hauptsitz in der Fakultät für Maschinenwesen in Garching bei München und mit dem produktionstechnischen Anwenderzentrum in Augsburg.

Die Forschungsaktivitäten des *iwb* werden in Themengruppen und Forschungsfelder eingeteilt. Die Themengruppen repräsentieren die am *iwb* vorhandene

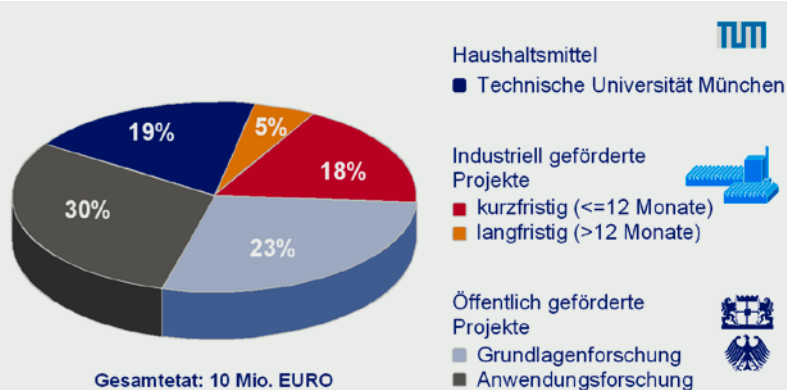
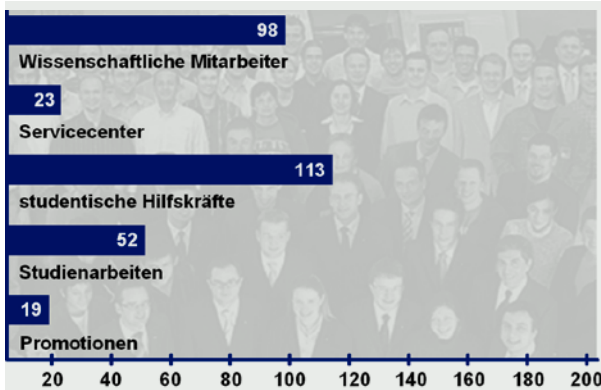
Fachkompetenz und spiegeln die langfristige Ausrichtung des Instituts wider. Die Forschungsfelder stellen die fachliche Vertiefung der Themengruppen auf spezielle, innovative Inhalte dar und können dynamisch auf aktuelle Bedürfnisse und Marktbedingungen abgestimmt werden.

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



## iwb-Personalstruktur und Finanzen 2014

Stand: Dezember 2014

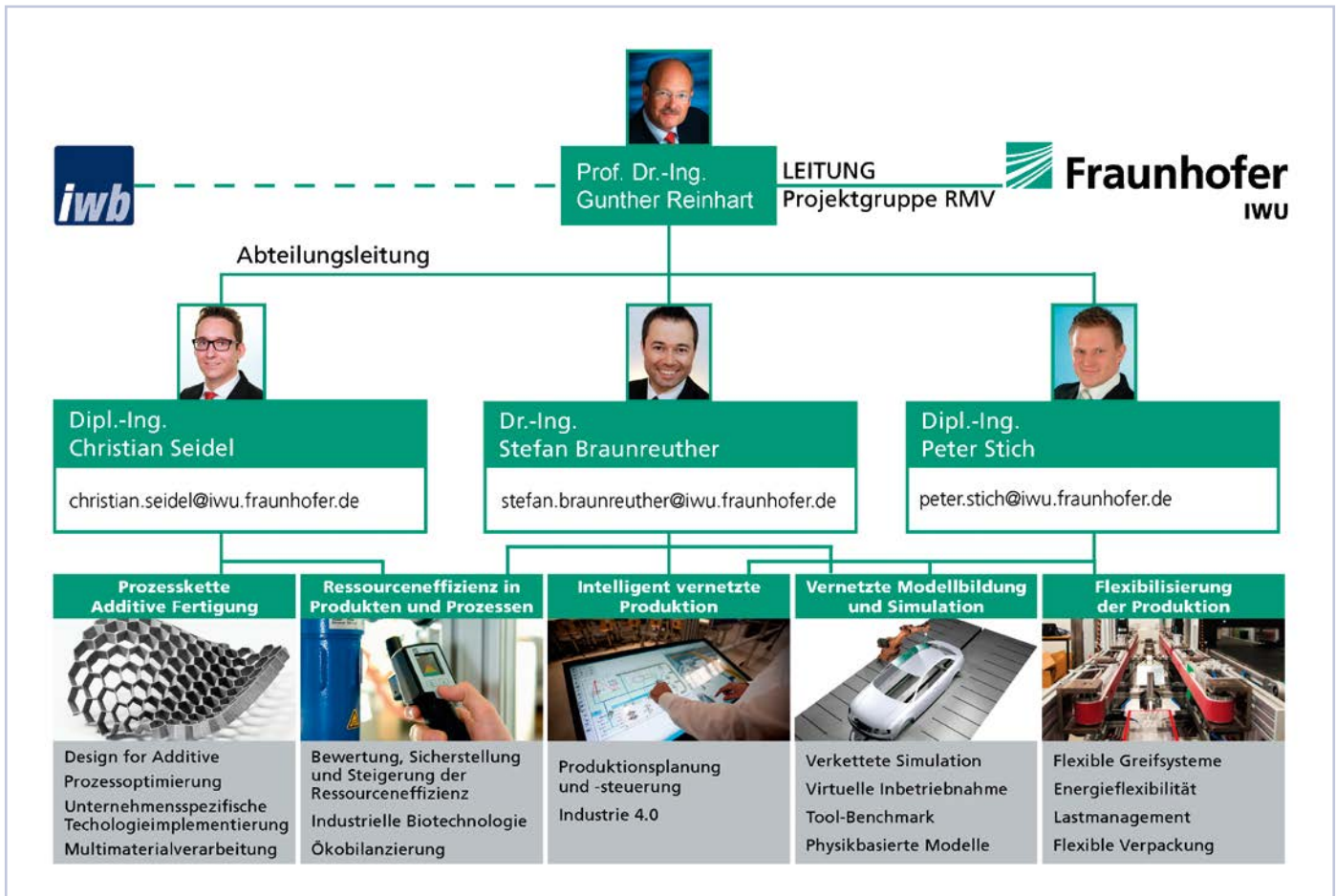


Die produktionstechnische Forschungs- und Entwicklungsarbeit der Projektgruppe für ressourceneffiziente mechatronische Verarbeitungsmaschinen (RMV) des Fraunhofer IWU konzentriert sich auf die Belange und Herausforderungen der ressourceneffizienten Produktion. Im Vordergrund steht das Bestreben, den Ressourcenverbrauch in produzierenden Unternehmen nachhaltig zu senken und einen Vorsprung durch innovative Technologien zu erreichen.

Unsere Forschungstätigkeiten reichen von zielgerichteten Lösungen für Prozesse, Komponenten, Baugruppen und

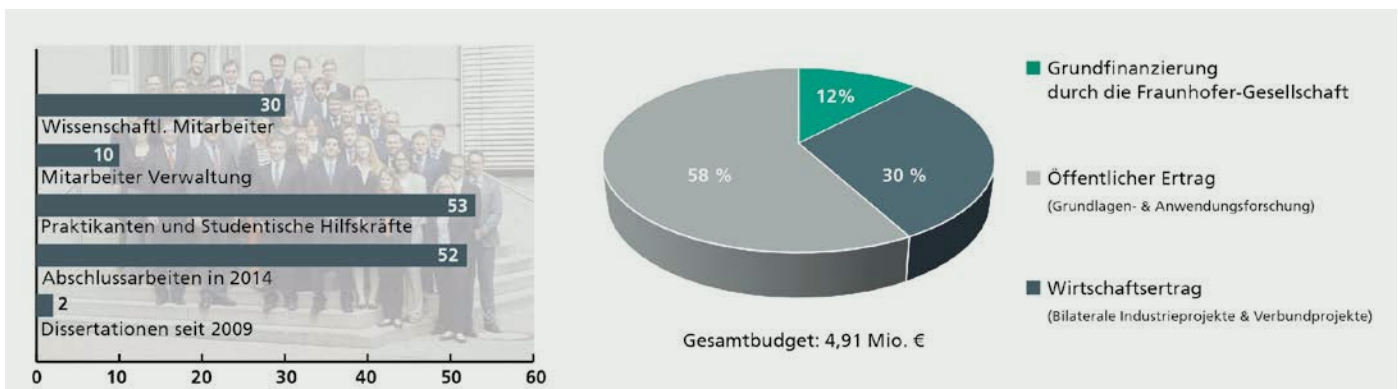
komplexe Anlagen über eine durchgängige Prozessverkettung bis hin zu innovativen Ansätzen zur Planung, Bewertung und Steuerung der Produktion. Dazu konzentrieren wir uns auf die Kernkompetenzen: Intelligent vernetzte Produktion, Ressourceneffizienz in Produkten und Prozessen, vernetzte Modellbildung und Simulation, Flexibilisierung der Produktion sowie Prozesskette der additiven Fertigung.

**Weitere Informationen:**  
[www.iwu.fraunhofer.de/rmv](http://www.iwu.fraunhofer.de/rmv)



## RMV-Personalstruktur und Finanzen 2014

Stand: Dezember 2014



## Schwerpunktprogramm startet in die zweite Förderphase

Im Rahmen des Forschungsprojekts „Bindemechanismen beim Rührreibschweißen von Mischverbindungen“ sollen die effektiv wirkenden Bindemechanismen von artfremden metallischen Mischverbindungen erforscht werden.

In der ersten Förderphase lag der Fokus auf einer gezielten Beeinflussung der Bindungsvorgänge und damit der Eigenschaften der Verbindung. Hierzu wurden Kombinationen aus Aluminium- und Titanwerkstoffen im Überlapp- und Stumpfstoß mit unterschiedlichen Schweißparametern gefertigt. Eine zentrale Erkenntnis ist die Ausbildung einer elektrisch leitenden Schicht im Nanometerbereich an der Grenzfläche zwischen den Fügepartnern, welche mittels Transmissions-elektronen-Mikroskopie (TEM) nach-

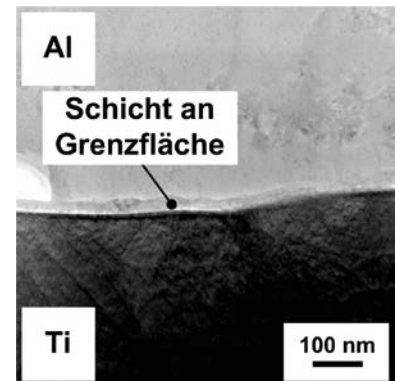
gewiesen werden konnte. Dies deutet auf eine dominant stoffschlüssige Verbindung hin.

### Start in die Förderphase II

Das Ziel der zweiten Förderphase ist ein erweitertes Verständnis der Vorgänge an den Grenzflächen, da diese maßgeblich die Verbindungseigenschaften beeinflussen. Der Schwerpunkt liegt in der Erfassung und Beschreibung der Wirkzusammenhänge zwischen Schweißparametern, Prozessgrößen, der Art und Ausbildung der wirksamen Bindemechanismen sowie der erreichten Festigkeit. Diese Zusammenhänge sollen anschließend in Modelle überführt werden, die eine Vorhersage und gezielte Anpassung der Bindemechanismen und damit der Verbindungseigenschaften erlauben.

### Projektpartner

Das Forschungsprojekt wird in Zusammenarbeit mit dem Lehrstuhl für Expe-



TEM-Aufnahme der Grenzfläche bei einem Überlappstoß

rimentalphysik I der Universität Augsburg durchgeführt.

### Dank

Unser Dank gilt der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG), die das vorgestellte Projekt innerhalb des Schwerpunktprogramms 1640 „Fügen durch plastische Deformation“ fördert.



### Autor

**Dipl.-Ing. Markus Krutzlinger**

Themengruppe Füge- und Trenntechnik

### iwb-VERÖFFENTLICHUNGEN 2014

Unsere iwb-Publikationsdatenbank auf unserer Homepage gibt Ihnen die Möglichkeit, gezielt nach Publikationen ab dem Jahr 1997 zu suchen. In dieser Rubrik finden Sie auch eine Übersicht aller iwb Forschungs- und Seminarberichte des Jahres 2014.

Weitere Informationen:  
[www.iwb.tum.de/Institut/Publikationen](http://www.iwb.tum.de/Institut/Publikationen)

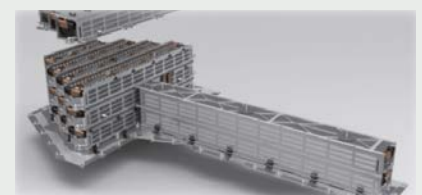
## Elektrische Kontaktierung von Lithium-Ionen-Batterien in Elektro- und Hybridfahrzeugen

Im Zuge der Elektrifizierung von Kraftfahrzeugen werden Lithium-Ionen-Batterien für den Einsatz in Traktionsbatterien favorisiert. Diese Zelltechnologie überzeugt vor allem durch eine hohe Energiedichte, die für effiziente Elektro- und Hybridfahrzeuge wesentlich ist. Aufgrund einer hohen Anzahl an Lithium-Ionen-Batterien in einem Batteriesystem spielt die Verbindungstechnik der einzelnen Zellen eine zentrale Rolle. Das iwb untersucht dabei Fügeverfahren zur elektrischen Kontaktierung der Lithium-Ionen-Zellen, die den hohen Anforderungen, bedingt durch den Einsatz in Elektro- und Hybridfahrzeugen, genügen.

In elektrisch betriebenen Fahrzeugen müssen Batteriesysteme mit einer hohen Spannung eingesetzt werden, damit die geforderte elektrische Leistung mit moderaten Leitungsquerschnitten und nicht zu hohen Stromstärken bereitgestellt werden kann. Um eine solche Spannung zu erzielen, müssen bis zu hundert oder mehr Lithium-Ionen-Batterien in Reihe miteinander zu einem Hochvoltspeicher (siehe Abbildung) verschaltet werden.

### Fügeverfahren zur Zellkontaktierung

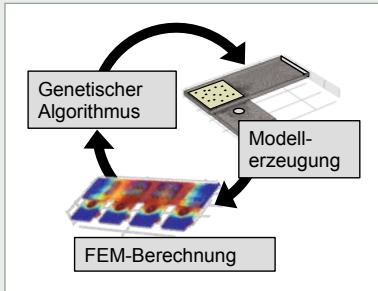
Zur Erzeugung der elektrischen Kontakte zwischen den Lithium-Ionen-Zellen wurden zwölf Fügeverfahren experimentell untersucht. Als Zielgröße zur Bewertung der Technologien standen der elektrische Verbindungswiderstand sowie die Möglichkeit zur technischen Umsetzung in einem Batteriemodul im Vordergrund. Als Ergebnis dieser Untersuchungen wurde das Laserstrahlschweißen als das



Hochvoltspeicher des Audi R8 e-tron (Quelle: Audi AG)

am besten geeignete Verfahren identifiziert. Diese Technologie bietet neben einer hohen Gestaltungsfreiheit bei der Auslegung der Kontaktgeometrie sehr geringe Verbindungswiderstände, welche im Bereich von wenigen Mikroohm liegen. Zudem lassen sich die elektrischen Kontakte in weniger als einer Sekunde berührungslos fügen. Dies macht den Prozess für den Einsatz in taktgebundenen Serienprodukten sehr attraktiv.





**Ablauf der Methode zur simulationsgestützten Auslegung elektrischer Kontakte**

### Laserstrahlschweißen

Wird das Verfahren Laserstrahlschweißen zur Zellkontaktierung eingesetzt, müssen zwei wesentliche Herausforderungen bewältigt werden: Zum einen gilt es, bei der Serienschaltung der Zellen eine Verbindung zwischen den Werkstoffen Aluminium und Kupfer herzustellen. Zum anderen dürfen die Lithium-Ionen-Batterien während des Fügeprozesses durch die thermische Belastung nicht geschädigt werden.

Das Fügen der Aluminium-Kupfer-Mischverbindung wird mit Hilfe eines walzplattierten Zwischenelements erreicht. Der Werkstoffübergang wird so in den negativen Zellpol (Anode) verlagert und ermöglicht ein artgleiches Fügen der Aluminium-Zellverbinder. Um die thermische Belastung der Zellen einzuschränken, wird die zu schweißende Anbindungsfläche mit Hilfe von einzelnen Schweißpunkten begrenzt. Um dennoch hoch leitfähige Kontakte zu realisieren, werden die Schweißpunkte innerhalb einer Überlappverbindung so angeordnet, dass der elektrische Widerstand zwischen dem Zellpol und dem Zellverbinder minimiert wird. Um diese optimale Anordnung der Schweißpunkte zu ermitteln, wurde eine Methode zur simulationsgestützten Auslegung laserstrahlgeschweißter Kontakte entwickelt. Diese Methode basiert auf einem genetischen Algorithmus, welcher mit numerischen thermoelektrischen Berechnungen gekoppelt ist. Der Ablauf dieser Optimierungsaufgabe wird in der Abbildung veranschaulicht.

Mit dieser Methode konnte die optimierte Schweißpunktverteilung für ein Demonstratorbatteriemodul ermittelt und erfolgreich umgesetzt werden.

Dieses Forschungsprojekt wurde im Rahmen eines INI.TUM-Kooperationsprojektes mit der Audi AG in Ingolstadt über eine Dauer von drei Jahren durchgeführt.



#### Autor

**Dipl.-Ing.  
Philipp Schmidt**

Themengruppe Füge- und Trenntechnik

## Ressourceneffiziente Produktion durch additive Fertigung

**Durch steigendes Bewusstsein beim Konsumenten und durch die Auswirkungen der Energiewende gewinnt Ressourceneffizienz zunehmend an Bedeutung. Im Rahmen des Projekts „Green Factory Augsburg“ wird mit der additiven Fertigung eine neue, vielversprechende Technologie ins Spiel gebracht, durch die Materialverschwendung nahezu vermieden werden kann. So werden gleichzeitig Ressourcen und Kosten gespart.**



**Green  
Factory  
BAVARIA**

Wo Nachhaltigkeit und Effizienz sich überschneiden, findet die Ressourceneffizienz ihren Platz. Um diesen Trend in der Produktion aufzugreifen, wird über das Projekt „Green Factory Augsburg“ an der Fraunhofer Projektgruppe für ressourceneffiziente mechanische Verarbeitungsmaschinen (RMV) eine seriennahe, additive Prozesskette aufgebaut. Diese dient langfristig als Demonstrations-, Forschungs- und Lernplattform für Ressourceneffizienz. Zur Abbildung der gesamten Prozesskette wird die additive Fertigung dabei durch eine biolo-

gische Bauteilreinigung und formflexible Verpackungstechnik ergänzt.

### Materialeffizienz als übergeordnetes Ziel

Ein inhaltlicher Schwerpunkt liegt dabei auf der Realisierung einer möglichst hohen Materialeffizienz, die im Wesentlichen über zwei Hebel erreicht werden kann: Die Reduzierung von Abfallmaterial und die Vermeidung von Fehlteilen.

Hinsichtlich der Materialeffizienz kann sich die additive Fertigung im Vergleich zu konventionellen Fertigungsverfahren hervorheben. Bei der spanenden Herstellung von Leichtbauteilen stellt eine Materialnutzungsrate von 10% keine Seltenheit dar. Bei der additiven Fertigung kann dagegen eine Nutzungsrate von bis zu ca. 97% erreicht werden [1]. Zur Vermeidung von Materialverlusten kann nichtver-

festigtes Ausgangsmaterial mit Neupulver gemischt und so wiederverwendet werden. Dabei gilt es allerdings auf die Beschaffenheit der sich daraus ergebenden Pulvermischung zu achten. Ein Forschungsansatz in diesem Kontext betrifft das Verpacken, Verwalten und Mischen von Altpulvern. Durch die intelligente Kombination von Pulverchargen können weiterführend beispielsweise zielgerichtet Materialmischungen mit spezifischen, bedarfsgerechten Eigenschaften erstellt werden.

Bei der Vermeidung von Fehlteilen spielt die Qualität des verwendeten Pulvers eine entscheidende Rolle.

[1] Reeves, P.: *How rapid manufacturing could transform supply chains*. CSCMP, Supply Chain Q 2008;2(4): S. 32-6

Für die Ermittlung der Pulvereigenschaften ist daher ein Analyselabor für Metallpulver geplant, in dem der Zustand des verwendeten Pulvers vor der Fertigung bestimmt wird. Bei der ausführlichen Analyse werden beispielsweise die Korngrößenverteilung, die chemische Zusammensetzung und die Fließeigenschaften des Pulvers gemessen.

### Referenzbauteil zeigt Leichtbaupotenziale auf

Für die Demonstration der Technologie wurde ein Referenzbauteil ausgewählt, das beispielhaft mithilfe der additiven Prozesskette hergestellt wird. Dazu wurde ein leichtbauoptimiertes Zahnrad ausgewählt, das sich durch seine branchenübergreifende Relevanz sowie einen hohen Bekanntheitsgrad auszeichnet. Hinsichtlich der Ressourceneffizienz zeigt sich das Potenzial dieses Bauteils durch die Betrachtung des Lebenszyklus'. Durch eine

– im Vergleich zu konventionell gefertigten Zahnrädern – geringere Masse kann das Bauteil in Mobilitätsanwendungen energiesparend wirken. Durch konturnahe Kühlung der Zahnflanken, die durch die Gestaltungsfreiheit der Technologie ermöglicht wird, kann weiterhin der Bedarf für die Schmierung des Zahnrads reduziert werden. Somit verringert sich der gesamte CO<sub>2</sub>-Fußabdruck des Bauteils merklich.

### Wirtschaftlichkeit von Prozessketten bewerten

Zur additiven Herstellung eines Bauteils können unterschiedliche Prozessketten durchlaufen werden. Dabei unterscheiden sich diese hinsichtlich Kosten, Zeit, Qualität und Flexibilität. Aufgrund der hohen Wechselwirkungen zwischen Bauteil, Verfahren und dem Anwendungsszenario gestaltet es sich für Unternehmen häufig schwierig, die richtige Prozesskette für den betrachteten Anwendungsfall zu definieren. Das For-

schungsvorhaben zielt daher auch auf eine methodische Unterstützung der Gestaltung der Prozesskette ab.

### Dank

Dieses Projekt wird durch den Freistaat Bayern im Rahmen der Zukunftsinitiative „Aufbruch Bayern“ gefördert.



#### Autoren

**Dipl.-Ing. Johannes Glasschröder**

Themengruppe  
Fertigungstechnik  
am Anwenderzentrum  
Augsburg



**M. Sc. Max Lutter-Günther**

Projektgruppe RMV des  
Fraunhofer IWU

## Zyklusmanagement in der Produktion

**Die Beherrschung zyklisch auftretender interner und externer Einflussgrößen, wie beispielsweise Nachfrageschwankungen oder der technologische Wandel, wird für produzierende Unternehmen ein immer größerer Erfolgsfaktor. Dieses sogenannten turbulenten Umfelds nehmen sich vier Teilprojekte des *iwb* an. Die Handlungsfelder umfassen die dynamische Produktionstechnologieplanung, die Analyse und Bewertung von Fabriksystemen, das Management von Veränderungen in der Produktion sowie den Industrietransfer der Forschungsergebnisse.**

Unternehmen stehen vor der Herausforderung, kommende Veränderungen frühzeitig zu antizipieren und daraus resultierende Chancen möglichst frühzeitig zu nutzen. Für produzierende Unternehmen sind dabei insbesondere sich verkürzende Produktlebenszyklen bei synchroner Zunahme der Produktvarianten, die Entwicklung immer neuer Technologien sowie die steigende Ressourcenknappheit als sich häufig zyklisch verhaltende Einflussgrößen relevant. Weitere Beispiele für solche Einflüsse stellen Konjunkturschwankungen, die Einführung politischer Gesetze und Regularien sowie die Forderung nach Effizienzsteigerungen dar.

### Forschungsansatz

Im Fokus der Untersuchungen des transdisziplinär ausgerichteten Sonderforschungsbereichs SFB 768-„Zyklusmanagement von Innovationsprozessen – verzahnte Entwicklung von Leistungsbündeln auf Basis technischer Produkte“

steht das Management wiederkehrender Verlaufsmuster unter Berücksichtigung der inhaltlichen und temporalen Abhängigkeiten in produzierenden Unternehmen. Ein Zyklus ist in diesem Zusammenhang stets verbunden mit Wiederholung, Phasen, Dauer, Auslösern und Auswirkungen.

### Vorgehen

Die Zielsetzung der aktuellen Forschungsaktivitäten des SFB 768 besteht in der Analyse und Modellierung von Zyklen. Die Beherrschung des Umgangs mit Zyklen und die Ableitung geeigneter Handlungsoptionen stehen dabei im Mittelpunkt der Aktivitäten.

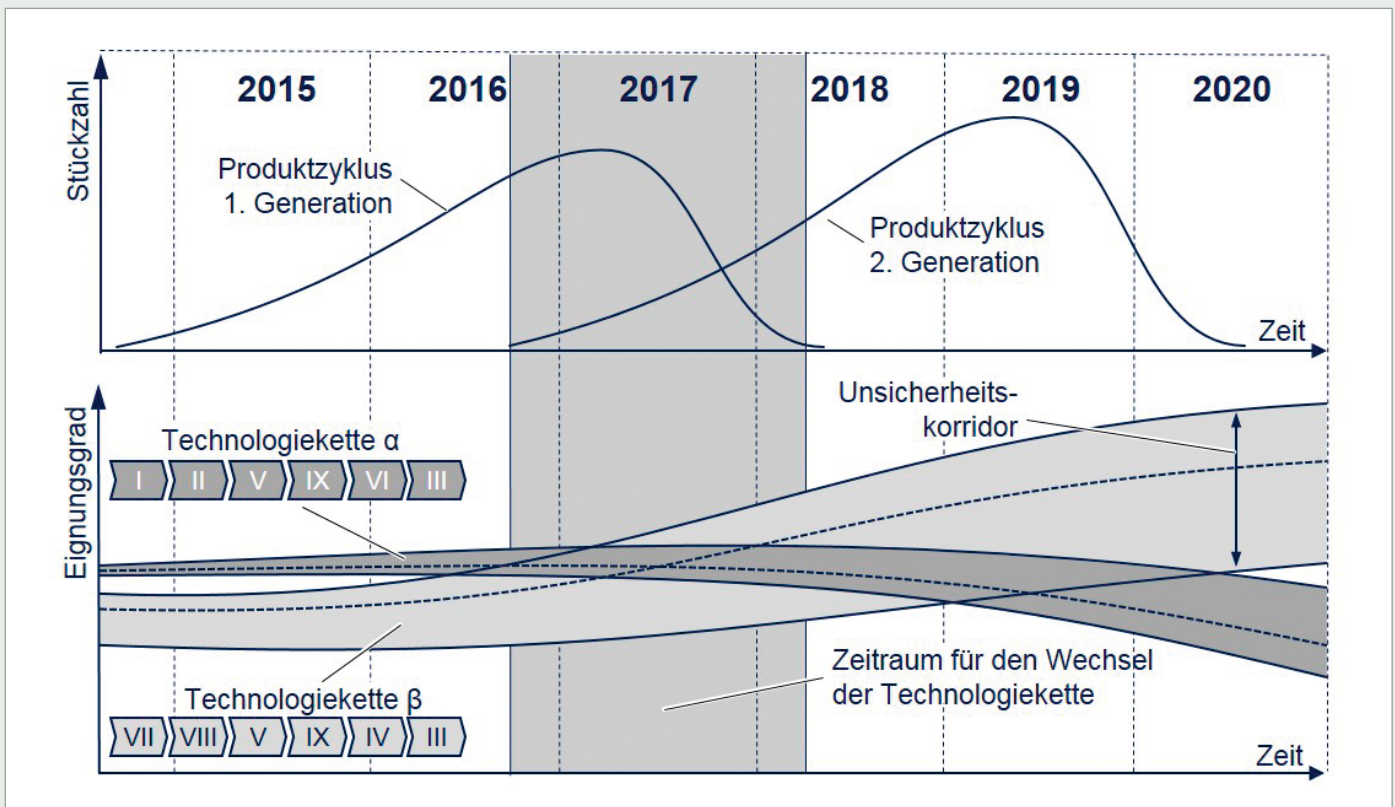
Um produzierende Unternehmen bei der Antizipation und Anpassung an sich verändernde Rahmenbedingungen effektiv und effizient zu unterstützen, fokussieren die Forschungen am *iwb* sowohl die Produktionstechnologien und Fabriksysteme als auch die steuernden

Prozess- und Managementaktivitäten. Im Folgenden werden aus allen betrachteten Themenbereichen exemplarisch aktuelle Forschungsergebnisse vorgestellt.

### Ergebnisse

Um im Produktionsumfeld auftretende und wiederkehrende Verlaufsmuster – häufig zyklische Einflussfaktoren wie Produktlebenszyklen oder Technologiereifezyklen – systematisch beschreiben und dokumentieren zu können, wurde das Cycle Information Sheet (CIS) entwickelt. Hiermit lässt sich das häufig nur implizit vorhandene Wissen über Einflüsse auf die Produktion auf einfache Weise nutzbar machen.

Um die Wirkung mehrerer dieser zyklischen Einflussfaktoren untereinander besser zu verstehen, wurde auf Basis von Fuzzy-Logik und einem System-Dynamics-Ansatz ein sogenanntes Zyklen-Wirknetz modelliert. Dies ermöglicht die Abbildung und Analyse der komplexen Abhängigkeiten und Wechselwirkungen der Einflüsse auf die Betrachtungsfelder Fabrik, Produkt und Produktionstechnologie. Das Verständnis dieses Wirknetzes ist ein erster Schritt, um die Beherrschung der Zyklen in der Produktion zu unterstützen.



**Dynamischer Technologiekettenkalender**

Einen weiteren Beitrag zur Beherrschung von Zyklen in der Produktion stellen die Forschungsergebnisse zum Thema Produktionstechnologie dar. Hier wurden Methoden zur Unterstützung einer systematischen Identifikation alternativer Technologien sowie deren Kombination zu Technologieketten entwickelt. Unter einer Technologiekette wird in diesem Zusammenhang die Verknüpfung von Technologien zur Herstellung eines Produkts verstanden. Da sich die Eignung einer Technologie und damit auch einer Technologiekette (basierend auf deren Reifegrad und Wirtschaftlichkeit) für den Einsatz in der Produktion über die Zeit ändert, stellt sich für Unternehmen fortlaufend die Frage nach dem geeigneten Zeitpunkt für einen Technologiewechsel. Der neu entwickelte dynamische Technologiekettenkalender (s. Abbildung) stellt für Anwender eine Möglichkeit dar, diese Zeitpunkte durch eine methodische Unterstützung leichter zu ermitteln.

Die Einführung neuer Technologien stellt eine Quelle für die zahlreich auftretenden Veränderungen, wie z. B. Betriebsmittelrekonfigurationen oder Prozessanpassungen, in der Produktion dar. Hierzu ist ein fundamentales Verständnis der Auswirkungen von Veränderungen in Fabrikssystemen von hoher wissenschaftlicher und praktischer Relevanz. Mithilfe geeigneter Modelle

realer Fabrikssysteme lässt sich beispielsweise der Einfluss von Veränderungen in der Produktion systematisch und unter Berücksichtigung des tatsächlichen Fabriksystems untersuchen und bewerten.

Um darüber hinaus ein effektives und effizientes Management der Veränderungen in Fabriken gewährleisten zu können, bedarf es einer zielgerichteten Methoden- und Prozessunterstützung. Hierzu entwickelt das *iwb* Ansätze, die den Umgang mit unterschiedlichsten Arten der Veränderung – von der Einführung neuer Technologien bis hin zu kleinen Verbesserungen – unterstützen.

Der Industrietransfer der Forschungsergebnisse erfolgt im Rahmen einer Ko-

operation mit einem führenden Nutzfahrzeughersteller. Dabei liegt der Fokus aktuell darauf, die entwickelten Ansätze und Methoden zur Technologiekettenplanung für Produktionsprozesse in der Praxis zu erproben, zu validieren und praxisorientiert weiterzuentwickeln.

### Dank

Der Sonderforschungsbereich (SFB) 768 wird von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) gefördert. Wir danken der DFG für die Unterstützung unserer Forschungsaktivitäten. Interessierte Partner aus der Industrie sind herzlich eingeladen, die Forschung inhaltlich zu begleiten. Nähere Informationen finden Sie im Internet unter [www.sfb768.de](http://www.sfb768.de).

### Autoren



**Dipl.-Ing. Josef Greitemann**

Themengruppe Produktionsmanagement und Logistik



**Dipl.-Wirt.-Ing. Christian Plehn**

Themengruppe Produktionsmanagement und Logistik



**Dipl.-Ing. Jonas Koch**

Themengruppe Produktionsmanagement und Logistik



**M. Sc. Alexander Schoenmann**

Themengruppe Produktionsmanagement und Logistik

# Ultraschallunterstütztes Fräsen von schwer zerspanbaren Werkstoffen

Um die stetig steigenden Anforderungen bezüglich Leichtbau und Energieeffizienz zu erfüllen, werden vermehrt schwer zerspanbare Werkstoffe wie beispielsweise Hartmetalle, Keramiken und faserverstärkte Kunststoffe eingesetzt. Diese Werkstoffe können mit konventionellen spanenden Fertigungsverfahren aufgrund des hohen Werkzeugverschleißes nur mit großem Aufwand bearbeitet werden. Die schwingungsunterstützte Zerspanung hat sich als geeignetes Mittel erwiesen, um diesem Nachteil entgegen zu wirken.

Bei der ultraschallunterstützten Zerspanung wird der Kinematik des konventionellen Bearbeitungsprozesses eine zusätzliche hochfrequente Schwingung überlagert. Diese erzeugt an der Werkzeugschneide Schwingungsamplituden im Bereich von wenigen Mikrometern und bewirkt hierdurch eine hochfrequente Schnittunterbrechung während des Zerspanungsprozesses.

## Ausgangssituation

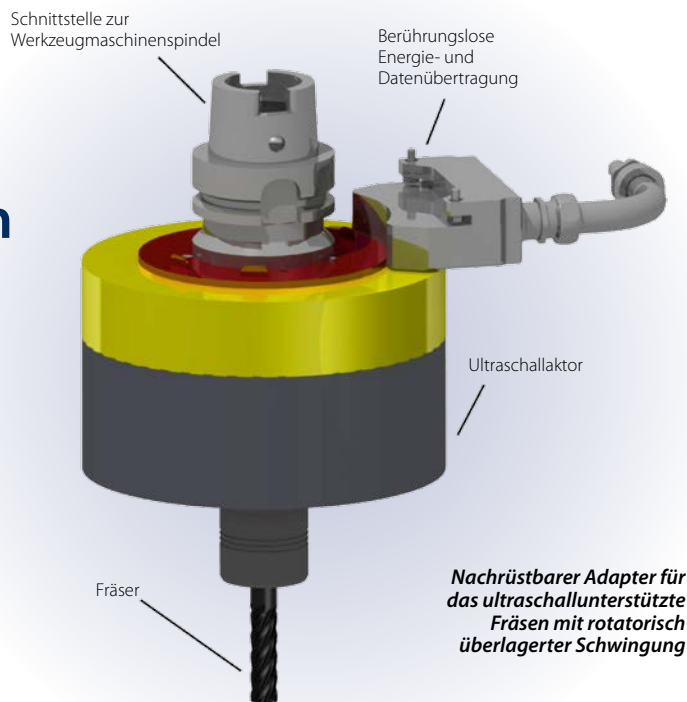
Das ultraschallunterstützte Drehen von schwer zerspanbaren Werkstoffen war bereits Gegenstand einiger Forschungsarbeiten. Hierbei wird der Werkzeugschneide eine longitudinale Schwingung in Schnittrichtung überlagert. Im Vergleich zum konventionellen Bearbeitungsprozess ergeben sich durch die zusätzliche Schwingungsan-

regung zahlreiche Vorteile. Darunter fallen unter anderem ein erhöhtes Zeitspanvolumen, eine verbesserte Oberflächenqualität des Werkstücks sowie eine erhöhte Standzeit des Werkzeugs.

## Zielsetzung

Die Erkenntnisse, die beim ultraschallunterstützten Drehen mit longitudinal überlagelter Ultraschallschwingung gewonnen wurden, sollen im Rahmen des Projektes „UltraFräs“ auf das Fräsen übertragen werden. Hierzu soll ein System entwickelt werden, welches dem Fräs Werkzeug eine rotatorische Ultraschallschwingung überlagert. Das System soll in Form eines Adapters an konventionellen Werk-

zeugmaschinen nachrüstbar sein (siehe Abbildung).



## RÜCKBLICK AUF SEMINARE UND KONGRESSE 2014

**Schülertag der Fakultät Maschinenwesen**  
06.02.2014

**münchener kolloquium – Produktionskongress 2014**  
01.03.2014

**Hannover Messe 2014**  
07. – 11.04.2014

**Seminar für Energieflexibilität (RMV)**  
06.05.2014

**ScienceDay Industrie 4.0**  
06.05.2014

**Automatica 2014**  
03. – 06.06.2014

...sowie auch im Jahr 2014 wieder mehrere Schulungen in der Lernfabrik für Energieproduktivität (LEP) sowie in der Lernfabrik für Schlanke Produktion (LSP).

**25. Deutscher Montagekongress**  
24. – 25.06.2014

**Tag der offenen Tür 2014**  
11.10.2014

**Herbstuniversität „Lass' Roboter für Dich malen!“**  
27.10.2014

**12. Deutscher Fachkongress Fabrikplanung**  
11. – 12.11.2014

**Münchener Wissenschaftstage**  
08. – 11.11.2014

## 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: Tanja Mayer (verantw.)  
Tel.: 089/289-155 51  
E-Mail: tanja.mayer@iwb.tum.de  
Web: 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, Fax: 089/277791-01  
E-Mail: info@utzverlag.com  
Web: 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



## Vorgehen

Im ersten Schritt müssen die Anforderungen an das Ultraschallsystem festgelegt werden. Dazu zählen in erster Linie die Schwingungsfrequenz und die Amplitude an der Werkzeugschneide. Entsprechend diesen Anforderungen erfolgt die simulationsgestützte Auslegung des Adapters. Hierfür wird ein parametrierbares FEM-Modell der mechanischen Struktur einschließlich des Ultraschall-Aktors erstellt, mit dem automatisiert eine Geometrieoptimierung des Systems erfolgen kann.

Zur Erzeugung der Ultraschallschwingung kommen Piezoaktoren zum Einsatz, die aus einer hochfrequenten Wechselspannung eine mechanische Schwingung erzeugen.

Um möglichst hohe Schwingungsamplituden an der Werkzeugschneide zu erzeugen, muss das Gesamtsystem in Resonanz betrieben werden, d.h. die Anregungsfrequenz der Piezoaktoren muss der Eigenfrequenz des Systems entsprechen. Aufgrund von Temperatureinflüssen und veränderlicher Prozesskräfte kann sich die Eigenfrequenz während des Betriebs ändern, weshalb eine geeignete Regelungsstrategie zur Nachführung der Anregungsfrequenz entworfen werden muss.

Auf Basis der simulativen Systemauslegung soll abschließend ein Prototyp des Adapters gefertigt werden, der strukturdynamisch vermessen und anhand eines Referenzprozesses validiert wird. Insbesondere soll das System anhand der Kriterien Werkzeugverschleiß,

Zerspankräfte und Oberflächenqualität im Vergleich zum konventionellen Fräsprozess bewertet werden.

## Dank

Für die finanzielle Unterstützung danken wir dem Bundesministerium für Bildung und Forschung.



### Autor

**Dipl.-Ing. (Univ.)  
Philipp Rinck**

Themengruppe  
Werkzeugmaschinen

# Planung flexibler Layouts auf Basis unscharfer Daten

**Die zukünftig zu produzierende Anzahl an Produkten, deren Aufbau sowie Zahl und Eigenschaften der Teile, aus denen sich das Endprodukt zusammensetzt, sind Beispiele für Planungsdaten, die im Rahmen der Fabrikplanung benötigt werden. Diese Daten unterliegen einer Unschärfe, sodass die Berücksichtigung von Flexibilität bereits in der Planungsphase der Fabrik erforderlich ist.**

Ziel des hier vorgestellten Forschungsprojekts ist die Entwicklung einer Methodik zur Gestaltung flexibler Fabriklayouts auf Basis unscharfer Planungsdaten, die in drei Teilprojekten erfolgt.

## Vorgehen im Projekt

Im ersten Teilprojekt werden das Zustandekommen und die Auswirkung

gen unvollständiger und unscharfer Planungsdaten untersucht und eine Klassifizierung der Unschärfe vorgenommen. Außerdem wird die Frage beantwortet, welche Anforderung an die Schärfe der Daten in den unterschiedlichen Planungsphasen zu stellen ist. Im zweiten Teilprojekt werden Flexibilitätsbefähiger ermittelt und ei-

ne messbare Kennzahl für die Flexibilität eines Layouts abgeleitet. Auf diese Weise lassen sich unterschiedliche Layoutvarianten bezüglich ihrer Flexibilität vergleichen.

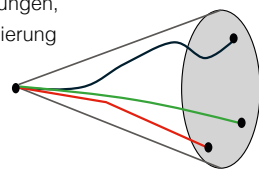
Im Fokus des dritten Teilprojekts steht die Entwicklung der Methode zur Planung flexibler Layouts. Dabei wird das benötigte Maß an Flexibilität unter anderem von der Unschärfe der Daten abgeleitet. Flexibilität wird sowohl für den Planungsprozess selbst als auch für das Layout der geplanten Fabrik angestrebt. Derzeit finden Experteninterviews mit Kompetenzträgern aus der Industrie statt, um Potenziale für eine Methode zur Layoutplanung zu ermitteln und die Erfahrungen im Umgang mit unscharfen Daten in der Praxis aufzunehmen.

## Dank

Das iwB dankt der DFG für die Förderung dieses Projekts.

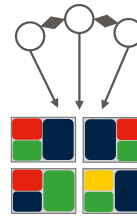
### Teilprojekt 1: Anforderungsanalyse – Unschärfe von Planungsdaten

Identifikation,  
Auswirkungen,  
Klassifizierung



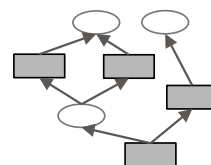
### Teilprojekt 2: Potenzialanalyse – Flexibilitätsbefähiger

Identifikation,  
Messbarkeit,  
Wirkzusammenhänge



### Teilprojekt 3: Abgleich von Anforderungen und Potenzialen – Ursache-Wirkungs-Analyse

Unschärfe der Planungsdaten → Layout-Flexibilität  
Entwicklung der Layout-Planungsmethode



Übersicht zu den einzelnen Teilprojekten



### Autor

**M. Sc.  
Sven Hawer**

Themengruppe  
Produktionsmanagement und Logistik

# Wirtschaftlicher Umformen und Zerspanen auf geometrieflexiblen Werkzeugsystemen

**Projektabschluss des Forschungsprojektes „3D-Former zur Entwicklung von flexiblen Umform- und Spannwerkzeugen für das Verarbeiten von Kunststoffplatten“. Mit den automatisierten flexiblen Werkzeugen können durch Ersatz der derzeit verwendeten Formblöcke, welche meist nur für eine spezifische Bauteilgeometrie einsetzbar sind, in großem Umfang Kosten eingespart werden. Ein Anwendungsfall dafür ist die Herstellung von Scheibenprototypen in der Automobilproduktion.**

## Motivation zum Einsatz flexibler Werkzeugsysteme

Die verarbeitende Industrie in Deutschland hat sich einem turbulenten Marktumfeld zu stellen. Indikatoren dafür sind die zunehmende Individualisierung der Produkte und die Verkürzung der Produktlebenszyklen. Form- und Spannwerkzeuge weisen prozessbe-

*Flexibles Formwerkzeug für Kunststoffplatten*



dingt eine große Abhängigkeit von der geometrischen Ausprägung des Produktionsgutes auf. Daher werden sie zumeist kunden- und produktindividuell hergestellt und sind somit sehr kostenintensiv. Um zukünftig weiterhin wirtschaftlich fertigen zu können, ist die Entwicklung flexibler Form- und Spannwerkzeuge notwendig, welche

*Flexibles Spannsystem zum Spannen von Kunststoffplatten*



für die Fertigung einer Vielzahl unterschiedlichster Produkte geeignet sind.

In der Projektgruppe für Ressourceneffiziente mechatronische Verarbeitungsmaschinen des Fraunhofer IWU in Augsburg wird daran geforscht, automatisierte und flexible Werkzeuge zu entwickeln. Im weiteren Verlauf des Beitrags werden zwei der entwickelten flexiblen Werkzeuge vorgestellt. Diese Prototypen basieren alle auf einem Prinzip, bei dem die Wirkfläche über diskrete Niveaus abgebildet wird, einer sogenannten Aktormatrix.

## Werkzeugsystem für das flexible Umformen von Kunststoffplatten

Der Anlagenprototyp zum Umformen von Kunststoffplatten beinhaltet auf einer Fläche von 500 x 1000 mm<sup>2</sup> insgesamt 578 individuell höhenpositionierbare Stäbe. Die Anlage ist modular gestaltet, sodass die Abformfläche mit moderatem Aufwand erweitert werden kann.

Eine besondere Herausforderung war die Entwicklung eines neuartigen Antriebskonzepts zum Positionieren der

Stäbe. Es wurde ein Ansatz konzeptioniert und umgesetzt, bei dem die Stäbe lose auf einer verfahrbaren Plattform stehen, welche über einen zentralen Antrieb bewegt wird. Jeder einzelne Stab kann über eine Klemmeinheit arretiert oder gelöst werden. Die Form wird eingestellt, indem die Stäbe während des Absenkens der Plattform an der gewünschten Zielposition geklemmt werden. Um eine stetige Oberfläche zu erreichen, wurden Stempelköpfe auf die Stäbe aufgebracht und eine Interpolationsmatte aus Silikon gefertigt.

Das Überprüfen der Maßhaltigkeit und die optische Beurteilung ergaben, dass die umgeformten Scheiben den Qualitätsansprüchen der industriellen Kunden entsprechen. Ab Ersatz von ca. 250 Stück individuell gefertigter Formblöcken amortisiert sich eine Investition in die flexible Anlage.

## Flexibles Spannsystem für die mechanische Bearbeitung von Kunststoffscheiben

Als zweiter Anlagenprototyp wurde ein flexibles Spannsystem, welches in der zweiten Abbildung dargestellt ist, aufgebaut. Die Höhenpositionierung der Stäbe erfolgt analog zum flexiblen Umformwerkzeug. Im Gegensatz zum Formwerkzeug wird beim Spannsystem eine geringere Stab-Dichte benötigt. Für die Fläche von 1000 x 500 mm<sup>2</sup> kommen 153 Stäbe zum Einsatz.

Die Stäbe sind abwechselnd mit Gegenhaltern und Saugbälgen bestückt. Mit den Saugbälgen wird die Scheibe mit Unterdruck auf die Gegenhalter gezogen. Die Gegenhalter dienen dazu, die beim Fräsen entstehenden Längs- sowie Querkkräfte aufzunehmen. In Fräsversuchen konnte gezeigt werden, dass die für Scheibenprototypen erforderlichen Toleranzen für die Bearbeitung der Außenkontur erfüllt werden.

## Dank

Großer Dank gebührt der Bayerischen Forschungstiftung für die Förderung des Projekts sowie den beteiligten Forschungs- und Industriepartnern.



### Autor

**Dipl.-Ing.  
Dominik Simon**  
Projektgruppe RMV  
des Fraunhofer IWU

# Dem Energieverbrauch einen Dämpfer verpassen

**Kernziel des Verbundprojektes Green Factory Bavaria ist die Steigerung von Energie- und Ressourceneffizienz in der Industrie. Im Rahmen des Forschungsprojektes „E<sup>2</sup>D-Erhöhung der Energieeffizienz durch Dämpfung von Maschinenstrukturen“ sollen verschiedene Dämpfungsstrategien zur Steigerung der Energieeffizienz von Werkzeugmaschinen untersucht und in der industriellen Praxis erprobt werden.**

zessen hinsichtlich ihres Beitrages zur Erhöhung der Energieeffizienz zu evaluieren. Hierzu wird im ersten Schritt eine Energiebedarfssimulation, welche die Stabilität des Zerspanungsprozesses berücksichtigt, aufgebaut.

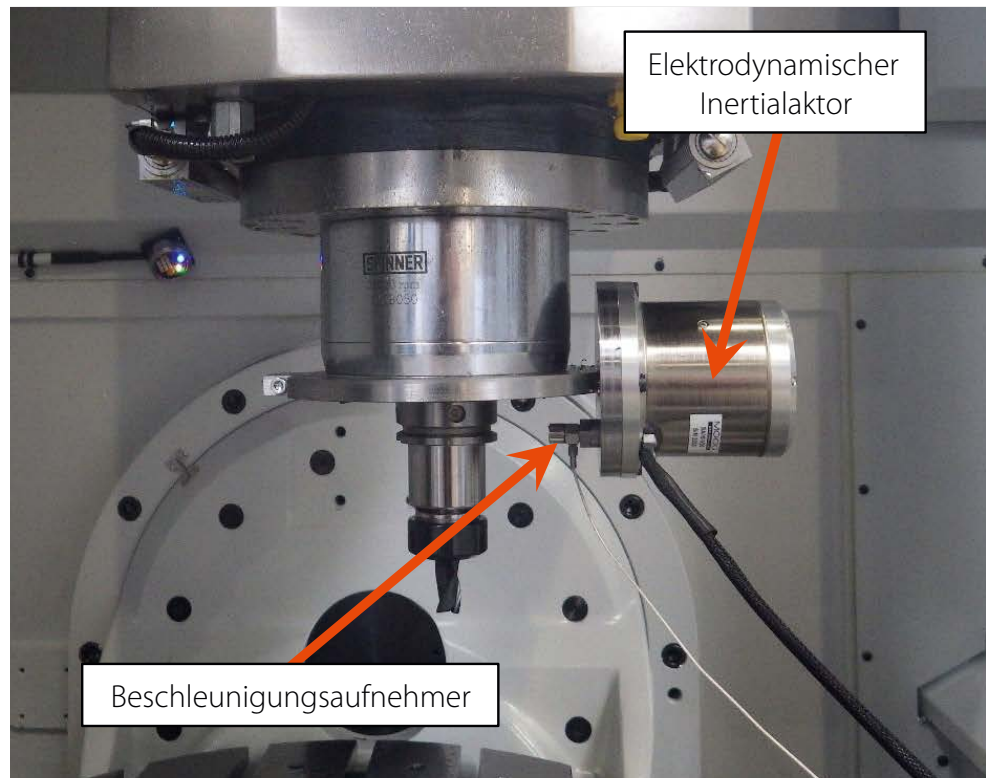
Nach der experimentellen Verifikation durch Energievergleichsmessungen an einem Bearbeitungszentrum können mithilfe der Simulation verschie-

Die Energieeffizienz spanender Werkzeugmaschinen wird in hohem Maße vom Grundverbrauch der Maschine bestimmt. Diese Leistung fällt unabhängig von der Bearbeitungsaufgabe an. Zu einem erheblichen Teil kann die Energieeffizienz der Maschine deshalb durch möglichst geringe Bearbeitungszeiten pro Werkstück verbessert werden. Der größte Stellhebel ist hierbei die Steigerung des Zeitspanvolumens. Diese ist jedoch durch die Stabilität des Bearbeitungsprozesses beschränkt. Die Erhöhung der Stabilitätsgrenzen kann mit passiver, vor allem aber auch mit aktiver Schwingungsdämpfung gewährleistet werden.

## Projektziel

Um ein System zur aktiven Schwingungsdämpfung in die industrielle Anwendung zu bringen, sind im Rahmen dieses Forschungsprojektes die Robustheit und die Lebensdauer der Komponenten zu untersuchen. Darüber hinaus erfordert die Auslegung und Platzierung dieser Systeme in der Werkzeugmaschine ein hohes Maß an Systemverständnis. Deshalb ist hierfür ein selbstkonfigurierender Aufbau zu entwickeln und in der industriellen Praxis zu erproben. Neben der Befähigung der aktiven Dämpfung für den wirtschaftlichen industriellen Einsatz ist es erforderlich, dass diese und weitere Energieeffizienzmaßnahmen für die spanende Bearbeitung in die Industrie transferiert werden.

Hierfür wird momentan eine neue Lernfabrik für Zerspanung am *iwb* aufgebaut. Diese zielt darauf ab, Teilnehmern aus der Industrie verschiedene Maßnahmen und neue Ansätze aus der Forschung vorzustellen, wodurch die Zeitspanvolumina erhöht und somit die Energieeffizienz von Werkzeugmaschinen gesteigert werden kann. Neben der aktiven Schwingungsdämpfung werden hier auch viele weitere Maßnahmen auf Prozess-, Maschinen- oder Werkzeugseite vorgestellt. Aktuelle Erkenntnisse aus



der Forschung können somit direkt in die Industrie transferiert werden.

## Vorgehen im Projekt

Im Rahmen eines Screenings von Fertigungsverfahren bei einem Industriepartner stellte sich heraus, dass neben der aktiven Schwingungsdämpfung oftmals auch schon sehr einfach umzusetzende Maßnahmen zu einer deutlichen Steigerung des Zeitspanvolumens führen können. Dabei kann zwischen prozess-, maschinenstruktur- oder werkzeugseitigen Maßnahmen unterschieden werden. Bei der Bearbeitung von weichen Materialien hilft beispielsweise oftmals eine gezielte Drehzahlanpassung, die Grenzschnitttiefe signifikant zu erhöhen. Schruppprozesse bei niedrigen Drehzahlen sind mit der aktiven Schwingungsdämpfung zu stabilisieren.

Im Rahmen dieses Forschungsprojektes gilt es, eine Vielzahl verschiedener Maßnahmen an realen Fertigungspro-

dene Maßnahmen hinsichtlich der Verbesserung der Energieeffizienz untersucht werden.

## Dank

Für die Förderung des Forschungsprojektes E<sup>2</sup>D im Rahmen des Verbundprojektes Green Factory Bavaria geht ein besonderer Dank an das bayerische Staatsministerium für Bildung und Kultus, Wissenschaft und Kunst (StMWFK).

Ein weiterer Dank gilt zudem den Projektpartnern SPINNER Werkzeugmaschinenfabrik GmbH und Airbus Helicopters Deutschland GmbH.

**Aktives Dämpfungssystem installiert an einem 5-Achs-Fräsbearbeitungszentrum**



## Autor

**M. Sc.  
Robin Kleinwort**

Themengruppe  
Werkzeugmaschinen



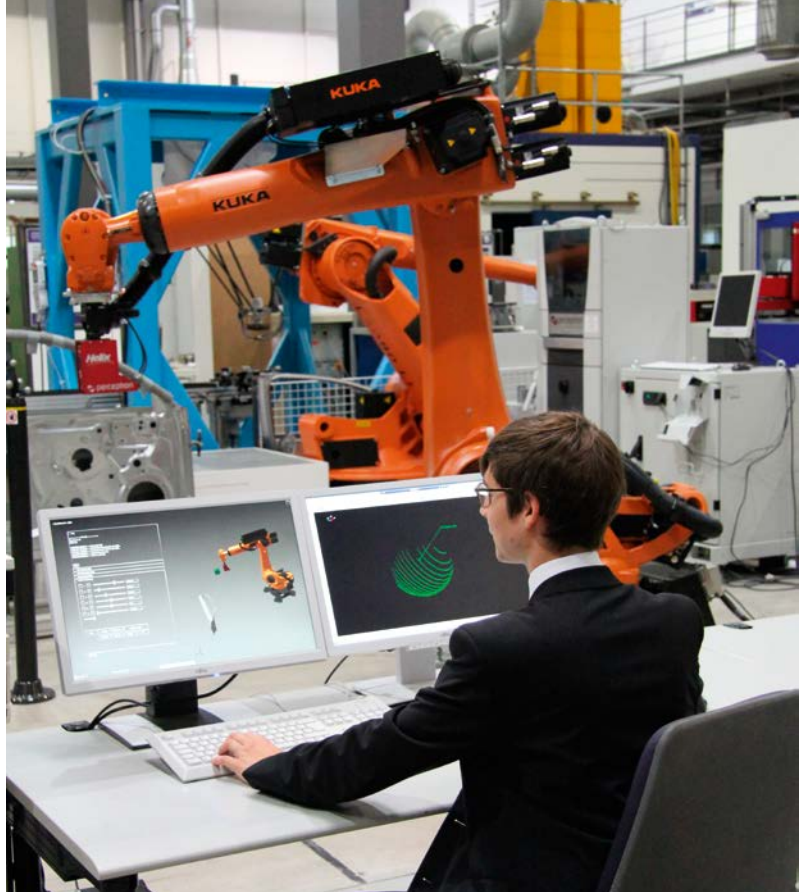
# Roboterbasierte hochgenaue Qualitätssicherungssysteme

Roboterbasierte Messsysteme besitzen das Potenzial, sich gegenüber herkömmlich eingesetzten Messgeräten zu einer zeitsparenden, kosteneffizienten Alternative zu entwickeln. Die grundlegende Herausforderung für den Einsatz roboterbasierter Messtechnik in der Praxis liegt dabei in der limitierten Posegenauigkeit des Industrieroboters.

Allgemeine Trends der Produktionstechnik wie beschleunigte Entwicklung, individuelle Produkte, unsichere Prognosen oder steigender Rationalisierungsdruck führen zu einem wachsenden Bedarf an flexiblen und wandlungsfähigen Produktionsanlagen. Um sich von der stetig wachsenden Konkurrenz abzuheben, spielt die Qualität der auszuliefernden Ware eine große Rolle. Die Kundenzufriedenheit ist eine direkte Folge von hoher Qualität und kann nur gewahrt werden, wenn die Kunden mit fehlerfreien Produkten beliefert werden. Zudem müssen die Produkte auf dem neusten technischen Stand sein, der sich durch innovative Technologien und enge Toleranzen auszeichnet. Um den hohen Erwartungen an die Anmutungs- und Verarbeitungsqualität gerecht zu werden, muss eine zuverlässige Qualitätssicherung zur Verfügung stehen, welche die optische und funktionale Qualität der Produkte, auch über lange Produktionszyklen, sicherstellt.

## Industrieroboter statt Koordinatenmessgerät?

Etablierte Messmaschinen, vor allem Koordinatenmessgeräte, erfüllen die Genauigkeitsanforderungen, sind allerdings kostenintensiv und unflexibel und sie erfordern lange Prüfzeiten. Diese Nachteile führen zu einem hohen Aufwand bei der Umstellung auf neue Prüfaufträge und unter Berücksichtigung der Taktzeit zu weniger geprüften Teilen im Prozess. Als Alternative stehen roboterbasierte Messsysteme zur Verfügung. Mit dem Einsatz von Standard-Industrierobotern kann die Flexibilität der Anlage gesteigert werden, während Prozesszeiten und Investitionskosten sinken. Nachteilig ist dabei die für viele Prüfaufgaben unzureichende Absolutgenauigkeit des Roboters. Auch die hohe Komplexität und der Expertenaufwand, der zur Inbetriebnahme notwendig ist, schränken den Praxiseinsatz bisher ein.



Versuchsumgebung bestehend aus Industrieroboter, Laserscanner und Kalibriersoftware

## Sind diese Einschränkungen überwindbar?

Die maßgebliche Zielstellung des Forschungsvorhabens ist daher die Steigerung der Messgenauigkeit und Benutzerfreundlichkeit von roboterbasierten Qualitätssicherungssystemen, wodurch das Potenzial derartiger Systeme besser nutzbar wird. Die Reduzierung des Expertenaufwands für die Programmierung und Inbetriebnahme führt zu einer gesteigerten Flexibilität und damit auch zu einem erweiterten Einsatzfeld im Rahmen der Qualitätssicherung.

## Wie kann die Genauigkeit gesteigert werden?

Im Speziellen wird der Einsatz von optischen 3D-Sensoren auf Basis von Lasertriangulationsmesstechnik in Kombination mit einem Industrieroboter untersucht. Hierbei soll auf eine intuitive Bedienoberfläche für den gesamten Messvorgang geachtet werden. Darüber hinaus ist eine bauteilflexible, den Genauigkeitsanforderungen entsprechende Lösung notwendig. Folglich sind neue Ansätze zur Genauigkeitssteigerung des Gesamtsystems zu erforschen. Im Fokus steht hierbei die Kalibrierung des Industrieroboters, wodurch Effekte wie beispielsweise Längenänderungen der Roboter Elemente aufgrund von Temperaturschwankungen kompensiert werden. Des Weiteren sind Lösungsansätze im Bereich der Messstrategie, Bahnplanung und Benutzersteuerung zu entwickeln. Diese Methoden ermöglichen es,

den Expertenaufwand zur Integration, Konfiguration und Kalibrierung von roboterbasierten Qualitätssicherungssystemen zu reduzieren. Der Messablauf soll abschließend von der Auswahl der Messpunkte bis zur Messdatenauswertung automatisiert und in die intuitive Benutzeroberfläche integriert werden. Anhand des Anwendungsbeispiels von Karosserieteilen werden die entwickelten Methoden mit Hilfe eines Demonstrators validiert.

## Dank

Für die Förderung des Forschungsprojektes „RoHoQ“ geht ein besonderer Dank an das Bayerische Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie sowie an die VDI/VDE Innovation + Technik GmbH. Unser Dank gilt weiterhin den beiden Projektpartnern Audi AG und Perceptron GmbH.



### Autoren

#### Dipl.-Phys. Gregor Lux

Themengruppe Montagetechnik und Robotik



#### M. Sc. Marco Ulrich

Themengruppe Montagetechnik und Robotik



## Prozesskette zur automatisierten Wärmequellenkalibrierung für die Schweißsimulation

Das Laserstrahlschweißen ist ein innovatives Fügeverfahren und wird wegen seiner hohen Prozessgeschwindigkeiten und der geringen Wärmebelastung immer häufiger eingesetzt. Insbesondere mit der steigenden Verbreitung des Remote-Laserstrahl-Schweißens wird die Flexibilität weiter gesteigert. Zur effizienten Vorhersage thermisch bedingter Effekte kann der Schweißprozess mithilfe der FE-Simulation abgebildet werden. Anhand einer beispielhaften Bauteilgeometrie der BMW Group wurde eine automatische Prozesskette für die Wärmequellen-Kalibrierung und Temperaturfeldberechnung entwickelt und umgesetzt.

mittels Optimierungsalgorithmen variiert (Abb., Schritt 3). Die Ergebnisse der thermischen Simulation zeigen, dass eine automatisierte WQ-Kalibrierung erfolgreich umgesetzt werden kann (Abb., Schritt 4a). Auf Grundlage dieser Kalibrierung folgen anschließend weitere Analysen hinsichtlich der mechanischen Eigenschaften, die durch die Wärmeeinbringung bewirkt werden.

### Dank

Diese Veröffentlichung basiert auf Forschungsarbeiten des Sonderforschungsbereichs SFB/TR 10 und des IGF-Vorhabens 16.857 N. Der SFB/TR 10 wird von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) gefördert. Das IGF-Vorhaben 16.857 N der Forschungsvereinigung DVS wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Um neue Fügeverfahren allgemeingültig bewerten zu können, sind experimentelle Untersuchungen innerhalb eines weit aufgespannten Parameter-raums erforderlich, wodurch die Ermittlung aller Qualitätsgrößen (z. B. Verzug oder Heißrissbildung) äußerst aufwendig wird. Abhilfe kann hier eine simulative Untersuchung bieten, in der die Ausprägung dieser Prozessfehler aus-gewertet werden kann.

### Ziel des Industrieprojekts

Um den Einfluss der Prozessparameterwahl auf die Schweißnahtqualität simulationsgestützt bewerten zu können, ist die Abbildung des thermomechanischen Feldes in Abhängigkeit der gewählten Schweißparameter erforderlich. Hierzu werden sogenannte Ersatz-wärmequellen-Modelle verwendet, die den Energieeintrag durch den Schweiß-prozess in einem FE-Netz abbilden. Diese Ersatzwärmequellen (WQ) werden über WQ-Parameter beschrieben. Sie müssen üblicherweise manuell und iterativ solange angepasst werden, bis das Temperaturfeld in der Simulation dem Temperaturfeld im Schweißprozess entspricht. Das Ziel des Projekts bestand darin, diesen aufwendigen Vorgang der WQ-Kalibrierung durch eine Auto-

omatisierung der gesamten simulativen Prozesskette abzubilden, um möglichst aufwandsarm alle Wärmequellen innerhalb eines Parameterraums kalibrieren zu können und damit eine anschließende Bewertung der Qualitätsgrößen zu ermöglichen.

### Vorgehensweise zur WQ-Kalibrierung

Die entwickelte Vorgehensweise zur Automatisierung der WQ-Kalibrierung lässt sich in die Schritte der Schmelzbadform-Erfassung, der Modellierung sowie der Optimierung der WQ-Parameter einteilen. Ausgangspunkt der Kalibrierung ist dabei die automatisierte Erfassung der Schmelzbadform sowie der Probenkontur aus geätzten Querschliffen (Abb. Schritt 1). Unter Zuhilfenahme der erfassten Probenkontur werden anschließend die FE-Netze für jeden Parametersatz automatisiert aufgebaut und für die Kalibrierung der Ersatzwärmequellen vorbereitet (Abb., Schritt 2). Die Kalibrierung der Ersatzwärmequelle ist eine Optimierungsaufgabe mit dem Ziel, die Abweichung des Temperaturfeldes der Simulation vom realen Temperaturfeld der erfassten Schmelzbadkontur zu minimieren. Hierfür werden die WQ-Parameter



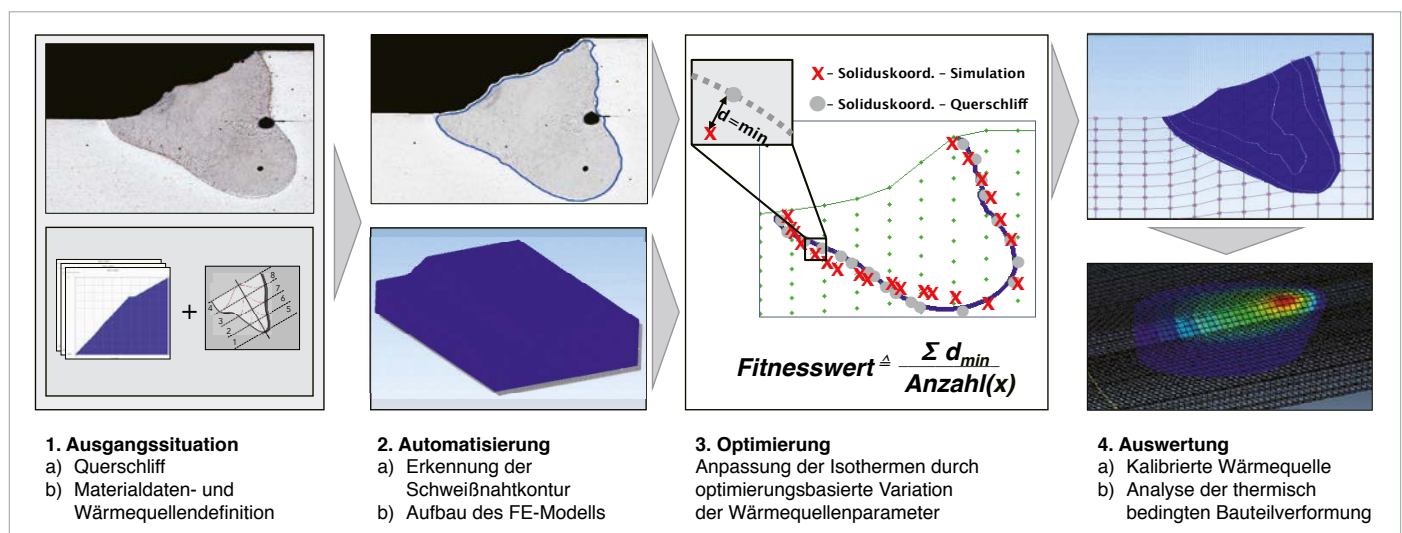
### Autoren

**Dipl.-Ing. Alexander Belitzki**  
Themengruppe Füge- und Trenntechnik



**Dipl.-Ing. Clemens Marder**  
Themengruppe Werkzeugmaschinen

### Prozesskette



# Simulation von Materialflüssen zur Absicherung von Umstrukturierungen

Umstrukturierungen in Fabriken bergen für Unternehmen bereits bei geringen Fehlern Potenzial für Leistungseinbußen. Das *iwb* führte daher mit zahlreichen Unternehmen Simulationen der Fabriken durch, um die maximale Leistung aus den zur Verfügung stehenden Ressourcen zu erreichen. Dabei konnte die Themengruppe Produktionsmanagement und Logistik unterschiedliche Simulationskonzepte zum Einsatz bringen.

## Ausgangssituation

Veränderungen am Produktionssystem oder Neuplanungen von Werken sind für Unternehmen mit großen finanziellen Risiken verbunden. Ermöglicht die Investition nicht die notwendigen Stückzahlen oder verursacht im schlimmsten Fall sogar temporäre Ausfälle, kann dies schnell zu Problemen für das Unternehmen führen. Eine Absicherung der Planung ist daher vor der eigentlichen Implementierung zwangsläufig notwendig.

**Ablauf eines Simulationsprojekts von der Datenerfassung zur Ableitung von Handlungsempfehlungen**

Während bei sehr kleinen Fertigungen ein analytisches Modell häufig ausreichend ist, sorgt die gegenseitige Beeinflussung einzelner Stationen für

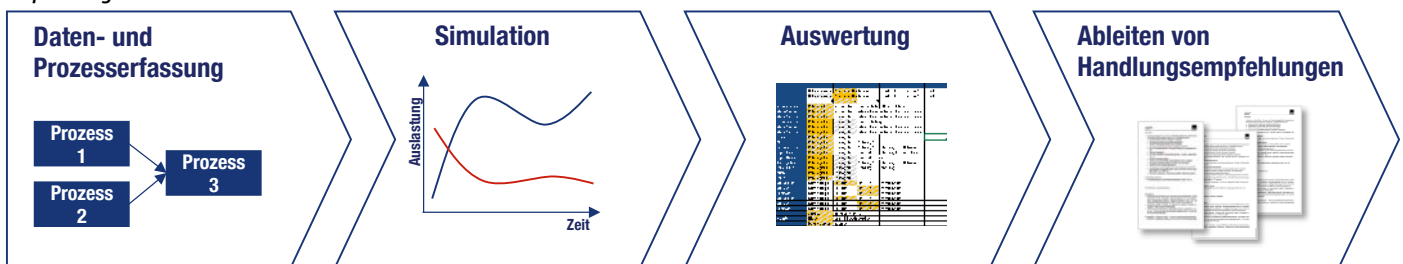
deutlich komplexere Zusammenhänge, weshalb für eine fundierte Untersuchung eine Simulation benötigt wird. Hierbei kommen sogenannte Ablaufsimulationen zum Einsatz, welche die Durchführung von Experimenten oder „Was-wäre-wenn-Szenarien“ erlauben, ohne dabei vorhandene Produktionssysteme im Produktiveinsatz zu beeinträchtigen.

## Vorgehen

Ausgangspunkt für eine Simulation ist immer eine genaue Aufnahme der IST-Situation oder im Falle einer Neuplanung die Analyse der Planungsdaten. Die strukturierte Definition von Zielen ermöglicht die Entscheidung, welche

einen Industriepartner eine individuelle Simulationsumgebung entwickelt. Das Unternehmen stand vor der Frage, ob zwei im logistischen Bereich agierende Abteilungen sinnvollerweise zusammengeführt werden sollten oder ob die Trennung weiterhin bestehen bleiben sollte. Eine analytische Untersuchung war nur begrenzt aussagefähig, ein Softwarepaket zur Klärung solcher Fragestellungen jedoch auf dem Markt nicht verfügbar. Die genau auf dieses Problem zugeschnittene Speziallösung konnte die Fragestellungen des Kunden zu dessen vollster Zufriedenheit beantworten und ermöglichte die Ableitung von Handlungsempfehlungen.

Erfahrung ist vor allem bei der Auswertung des Simulationsmodells sowie der Identifikation der Handlungsempfehlungen notwendig, da hierbei die Restriktionen der Simulation bei der Interpretation berücksichtigt werden müssen. Hierbei kann das fundierte Hinter-



## TERMINE 2015

### JEC Europe 2015

Paris, 10. – 12.03.2015

### Forschungsfahrt

Garching, 17. – 19.03.2015

### Hannover Messe 2015

Hannover, 13. – 17.04.2015

### 3D-Drucken im industriellen Einsatz – Status quo und Potenziale

Augsburg, 22.04.2015

### 26. Deutscher Montagekongress

München, 09. – 10.06.2015

### Seminar für Additive Fertigung

Augsburg, 16.06.2015

### LASER World of Photonics 2015

München, 22. – 25.06.2015

### Lange Nacht der Wissenschaften

Garching, 27.06.2015

Terminänderungen sowie weitere Termine erhalten Sie auf unserer Homepage [www.iwb.tum.de/veranstaltungen](http://www.iwb.tum.de/veranstaltungen).



Art der Simulation und welcher Detaillierungsgrad notwendig ist.

Das *iwb* unterstützte einen Industriepartner bei der Neuplanung einer Fertigung in einem bestehenden Gebäude. Die erwarteten Stückzahlen waren detailliert bekannt, der geplante Maschinenpark jedoch nur geplant und grob abgeschätzt. In enger Zusammenarbeit mit dem Unternehmen wurde das Produktspektrum analysiert und die Eigenschaften der geplanten Maschinen wurden untersucht. Darauf aufbauend konnte ein Simulationsmodell erstellt werden, welches die überschlägige Rechnung großteils bestätigte, an einigen Stellen jedoch auch Flaschenhälse identifizierte, die andernfalls erst bei Inbetriebnahme aufgefallen wären.

Während das erste Szenario mit Standardsoftware gelöst werden konnte, wurde in einem weiteren Projekt für

grundwissen aus Forschungsarbeiten gewinnbringend eingesetzt werden.

## Zusammenfassung

Die Auswirkungen von Änderungen in Wertschöpfungsketten im Vorfeld vorzusehen minimiert das unternehmerische Risiko erheblich. Das *iwb* konnte daher bereits in mehreren Projekten seine Erfahrungen im Bereich Simulation in Kombination mit den Kompetenzen im Bereich Fabrikplanung für Problemstellungen aus der Industrie erfolgreich einsetzen und somit Planungssicherheit für die Industriepartner schaffen.



### Autor

**Dipl.-Ing. Ulrich Teschemacher**

Themengruppe  
Produktionsmanagement und Logistik

# Maßgeschneiderter Endeffektor für das Rührreibschweißen

Das Rührreibschweißen ist ein ideales Verfahren zur Herstellung qualitativ hochwertiger Aluminiumverbindungen. Diese Eigenschaft macht es besonders für den Einsatz in der Luft- und Raumfahrtindustrie, wo hohe Qualitätsmaßstäbe angesetzt werden, interessant. Vor diesem Hintergrund wurde vom *iwb* im Auftrag der RUAG Aerospace Structures GmbH ein für diese Anwendung maßgeschneiderter Endeffektor entwickelt und gebaut.

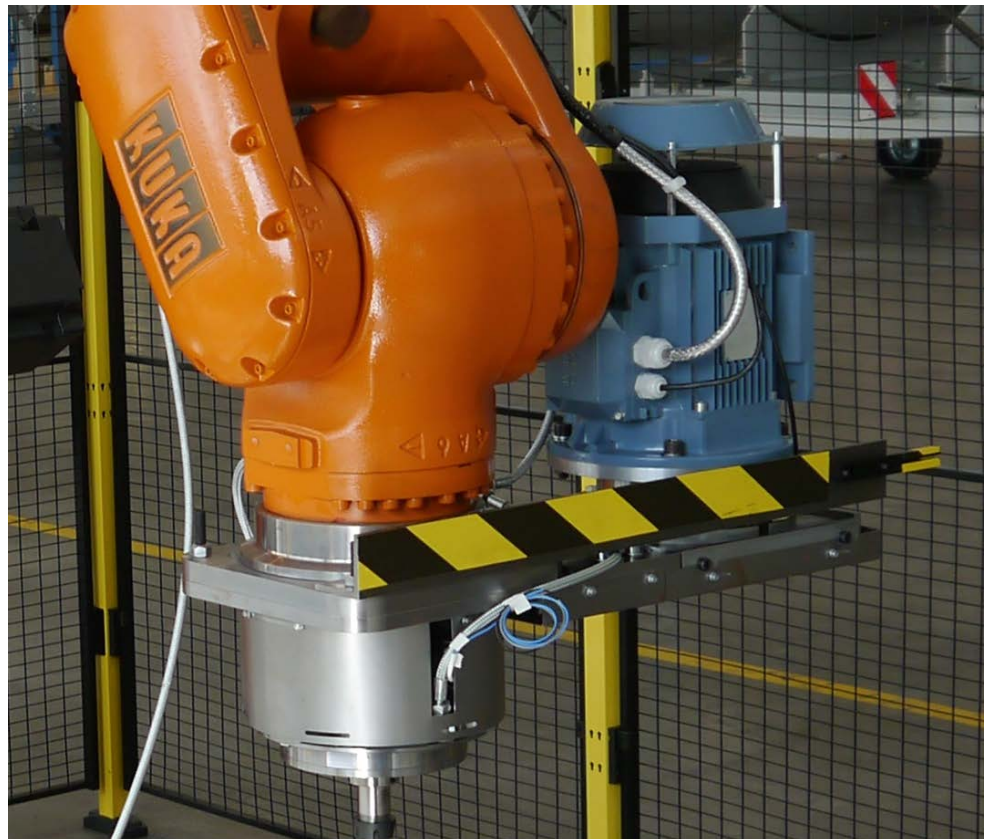
Leichtbaubestrebungen und der dadurch zunehmende Einsatz neuer Werkstoffe in der Luft- und Raumfahrttechnik stellen die Fügetechnik vor neue Herausforderungen. Insbesondere das Verbinden artfremder und konventionell schwer schweißbarer Materialien spielt hierbei eine Rolle. Das Rührreibschweißen (engl. Friction-Stir-Welding, FSW) kann diese Anforderungen erfüllen. Die Fügepartner werden durch das Einbringen von Wärme mit Hilfe eines verschleißfesten rotierenden Werkzeugs verbunden. Durch die Vermeidung einer schmelzflüssigen Phase und aufgrund hoher plastischer Deformation in der Fügezone werden mechanische Verbindungseigenschaften auf Grundwerkstoffniveau und darüber hinaus erzielt.

## Defizite kommerziell erhältlicher Endeffektoren

Aus Sicht der RUAG Aerospace Structures GmbH weisen die kommerziell erhältlichen FSW-Spindeln für die Anforderungen im Bereich der Luftfahrttechnik eine für den verfügbaren Arbeitsraum zu große Baulänge und zu kurze Wartungsintervalle auf. Des Weiteren kann in der Regel keine interne Kraftregelung angeboten werden, sondern diese muss extern über die Werkzeugführungskinematik, wie z. B. einen Roboter, erfolgen. Außerdem müssen oftmals kostenintensive und nicht benötigte Funktionen, wie beispielsweise eine hohe Motorleistung, Wasserkühlung oder automatischer Werkzeugwechsel, miterworben werden.

## Entwicklung einer maßgeschneiderten Lösung

Aus diesem Grund wurde von der RUAG Aerospace Structures GmbH der Auftrag an das *iwb* erteilt, einen für die speziellen Anforderungen der Luftfahrttechnik geeigneten Endeffektor zu entwickeln, zu konstruieren, aufzubauen und zu testen. Durch die seitliche Anordnung des Elektromotors wurde eine extrem geringe Baulänge von nur 240 mm erreicht. Der Endeffektor verfügt über eine hydraulisch gesteuerte, von der Kinematik unabhängige Kraftregelung im Bereich bis max. 10 kN. Des Weiteren besteht durch eine Aufzeichnung der Parameter Motorstrom, Mo-



Entwickelter FSW-Endeffektor

tordrehzahl, Drehmoment und Hydraulikdruck die Möglichkeit der Prozessuntersuchung und -überwachung. Dies spielt insbesondere im Hinblick auf eine Dokumentation während der Qualitätssicherung in der Luftfahrtindustrie eine wichtige Rolle.

## Geprüfte Funktionsfähigkeit

Im Rahmen der Inbetriebnahme des Endeffektors am *iwb* konnte durch mehrere Schweißungen verschiedener Aluminiumlegierungen die Funktionsfähigkeit des neuen Konzeptes nachgewiesen werden. In einem nächsten Schritt gilt es nun, die Prozessüberwachung und -steuerung zu einer Regelung auszubauen, um die für die Luftfahrtindustrie benötigte Qualität sicherstellen zu können. Dadurch wird Ausschuss in der Serienproduktion vermindert und die Wertschöpfung sowie die Sicherheit erhöht.

Der Endeffektor wurde in der Zwischenzeit erfolgreich beim Auftraggeber in Betrieb genommen. Es folgt ein um-

fangreiches Probenprogramm zur Ermittlung der Werkstoffdaten und der Vermessung des Endeffektors.

## Autoren



Dipl.-Ing. (FH)  
Florian Lugauer,  
M. Sc.

Themengruppe Füge- und Trenntechnik



Dipl.-Ing.  
Richard Popp

Themengruppe Werkzeugmaschinen



Dipl.-Ing.  
Andreas Roth

Themengruppe Füge- und Trenntechnik



# Strategie Zuführtechnik

**Zuführsysteme stellen im Allgemeinen eine Schlüsselkomponente für die Anlagenverfügbarkeit dar. Insbesondere bei der Entwicklung neuer Anlagen ist die Auswahl geeigneter Zuführsysteme daher von außerordentlicher Bedeutung. Die Vielzahl an verfügbaren Zuführsystemen und der Mangel an effizienten Auswahlmethoden erschweren derzeit den wirtschaftlichen Einsatz.**

Bei der Automation von Montagetätigkeiten begrenzt häufig die eingesetzte Zuführtechnik die Verfügbarkeit der gesamten Anlage. Jedoch entwickeln und fertigen die Anlagenhersteller in den wenigsten Fällen die Zuführtechnik selbst, sondern integrieren auf ihre Bedürfnisse angepasste Systeme von spezialisierten Zulieferern. Um ein geeignetes Zuführsystem zu erhalten, muss

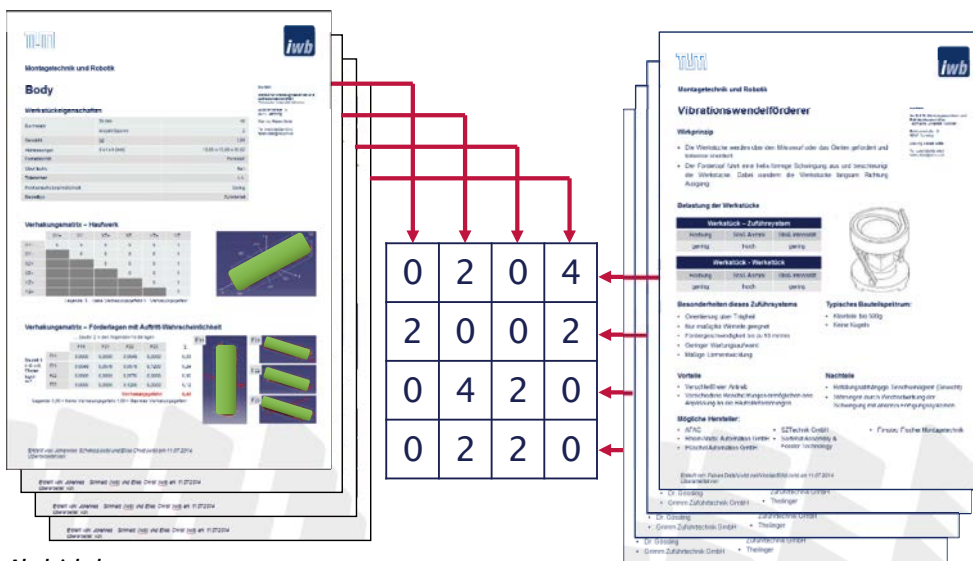
mehreren Gründen eine besondere Herausforderung dar. Einerseits existiert am Markt eine Vielzahl an Zuführsystemen in unzähligen Varianten, über welche der Anlagenhersteller nur unzureichende praktische Erfahrung besitzen kann. Auch die sich stetig ändernden Zuführaufgaben erschweren eine erfahrungsbasierte Auswahl. Andererseits kann das individuelle Bauteilverhalten

stückspektrums mittels aus der wissenschaftlichen Theorie abgeleiteten Methoden. Diese selbst entwickelten Bewertungsmetriken ermöglichen die Identifikation geeigneter Unterscheidungskriterien sowie eine Gruppierung der Zuführaufgaben. Zusammen mit den prozesstechnischen Randbedingungen, wie beispielsweise der geforderten Zuführleistung, kann anschließend ein paarweiser Abgleich mit den Zuführsystemen durchgeführt werden (siehe Abbildung).

Hierzu sind am *iwb* für diesen Zweck speziell aufbereitete Informationen über das weite Spektrum an Zuführsystemen vorhanden. Die Ergebnisse der paarweisen Bewertung sind keine absoluten Aussagen, sondern ergeben eine Priorisierung aller potentiell geeigneten Zuführsysteme. Für die individuelle Zuführstrategie werden in Workshops sich ergänzende Zuführsysteme ausgewählt und den Zuführaufgaben zugeordnet. Falls das kundenspezifische Werkstückspektrum zu heterogen für eine solche Zuführstrategie ist, kann zudem ein vereinfachtes, auf den Anlagenhersteller zugeschnittenes Auswahlverfahren erstellt werden.

## Optimierung

Für besonders anspruchsvolle Werkstücke lohnt sich zudem die computergestützte Auslegung und Optimierung der einzelnen Zuführsysteme, wobei meist der Schwerpunkt auf den Ordnungslösungen liegt. Hierzu beschäftigt sich das *iwb* intensiv mit fortschrittlichen Simulationsverfahren, welche dazu geeignet sind, die stochastisch auftretenden Wechselwirkungen zwischen den Werkstücken zu berücksichtigen. Durch computergestützte Optimierungsverfahren kann am *iwb* auch die Effizienz bestehender Systeme signifikant, häufig im zweistelligen Prozentbereich, gesteigert werden.



## Abgleich der Werkstücke und Zuführsysteme

der Anlagenhersteller bei den richtigen Zulieferern anfragen, weshalb er zumindest in der Lage sein muss, grundsätzlich geeignete Zuführlösungen zu identifizieren. Weder in der industriellen Praxis noch in der wissenschaftlichen Literatur sind derzeit Methoden zu einer solchen Vorauswahl aufzufinden.

## Herausforderungen

Für Anlagenhersteller stellt die Vorauswahl geeigneter Zuführsysteme aus

in den Zuführsystemen nicht mittels einfacher Methoden bestimmt werden. Schon kleinste Werkstoff- oder Geometrieänderungen, sowohl auf Seiten des Werkstücks als auch auf Seiten des Zuführsystems, können über den Erfolg oder Misserfolg einer Zuführlösung entscheiden. Die hierfür verantwortlichen Effekte können nur mit speziellen Simulationsmethoden berücksichtigt werden. Deren Einsatz in dem frühen Stadium der Technologieauswahl ist aufgrund des erforderlichen Aufwands bei der Modellbildung, Berechnung und Auswertung nur in den wenigsten Fällen wirtschaftlich.

## Vorauswahl

Um trotz dieser Herausforderungen eine sinnvolle Vorauswahl treffen zu können, bietet das *iwb* die Erstellung individueller Zuführstrategien an. Aufgrund der erforderlichen Abstraktion der Zuführaufgaben wird dabei die Vereinfachung fokussiert. Begonnen wird mit der Analyse des kundenspezifischen Werk-

## iwb-EINSTELLUNGEN 2014

### Garching

M. Eng. Nicolas Billot  
M. Sc. Christiane Dollinger  
M. Eng. Till Günther  
Dipl.-Ing. Martin Wilhelm  
Haubold  
M. Sc. Sven Hawer  
M. Sc. Robin Kleinwort  
Dipl.-Ing. Stefan Liebl  
Dipl.-Ing. Philipp Rinck  
M. Sc. Joscha Schnell

### M. Sc. Alexander

Schönmann  
Dipl.-Ing. Michael Seebach  
M. Eng. Cosima Stocker  
Dipl.-Wirtsch.-Ing. Susanne  
Vernim

### Augsburg

M. Sc. Fabian Bayerlein  
M. Sc. Sandra Schreiber  
M. Sc. Christian Zeller



### Autor

**Dipl.-Ing.  
Fabian Distel**

Themengruppe  
Montagetechnik und  
Robotik



**Dr.-Ing.  
Matthias Baur**

Aktives Dämpfungssystem zur Ratterunterdrückung an spannenden Werkzeugmaschinen (Utz Verlag, Bd. 290)



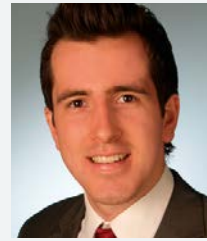
**Dr.-Ing.  
Tobias Föckerer**

Methode zur rechnergestützten Prozessgestaltung des Schleifhärstens (Utz Verlag, Bd. 295)



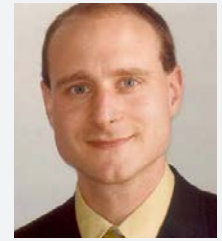
**Dr.-Ing.  
Michael Franzkowiak**

Methodik zur Strukturierung von Vorrichtungssystemen in der Lohnfertigung (Utz Verlag\*)



**Dr.-Ing.  
Matthias Glonegger**

Berücksichtigung menschlicher Leistungsschwankungen bei der Planung von Variantenfließmontagesystemen (Utz Verlag, Bd. 292)



**Dr.-Ing.  
Jens Hatwig**

Automatisierte Bahnplanung für Industrieroboter und Scanneroptiken bei der Remote-Laserstrahlbearbeitung (Utz Verlag, Bd. 289)



**Dr.-Ing.  
Daniel Hofmann**

Simulationsgestützte Auslegung von Ordnungsschikanen in Vibrationswendelförderern (Utz Verlag\*)



**Dr.-Ing.  
Sonja Huber**

In-situ-Legierungsbestimmungen beim Laserstrahlschweißen (Utz Verlag, Bd. 286)



**Dr.-Ing.  
Thomas Irrenhauser**

Bewertung der Wirtschaftlichkeit von RFID im Wertschöpfungsnetz (Utz Verlag, Bd. 288)



**Dr.-Ing.  
Markus Kahnert**

Scanstrategien zur verbesserten Prozessführung beim Elektrostrahlschmelzen (Utz Verlag, Bd. 293)



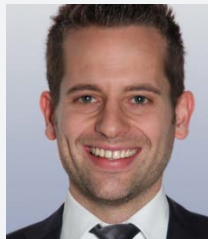
**Dr.-Ing.  
Florian Karl**

Bedarfsermittlung und Planung von Rekonfigurationen an Betriebsmitteln (Utz Verlag\*)



**Dr.-Ing.  
Thomas Kirchmeier**

Methode zur Anwendung der berührungslosen Handhabung mittels Ultraschall im automatisierten Montageprozess (Utz Verlag\*)



**Dr.-Ing.  
Kai Magenheimer**

Lean Management in indirekten Unternehmensbereichen: Modellierung, Analyse und Bewertung von Verschwendung (Utz Verlag\*)



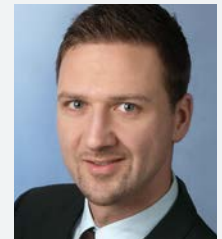
**Dr.-Ing.  
Oliver Rösch**

Steigerung der Arbeitsgenauigkeit bei der Fräsbearbeitung metallischer Werkstoffe mit Industrierobotern (Utz Verlag\*)



**Dr.-Ing.  
Sebastian Schindler**

Strategische Planung von Technologieketten für die Produktion (Utz Verlag, Bd. 294)



**Dr.-Ing.  
Daniel Schmid**

Rührreißschweißen von Aluminiumlegierungen mit Stählen für die Automobilindustrie (Utz Verlag, Bd. 297)



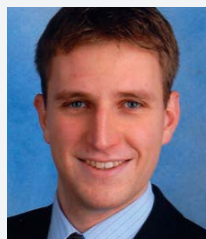
**Dr.-Ing.  
Alexander Schober**

Eine Methode zur Wärmequellenkalibrierung in der Schweißstruktursimulation (Utz Verlag, Bd. 291)



**Dr.-Ing.  
Rüdiger Spillner**

Einsatz und Planung von Roboterassistenz zur Berücksichtigung von Leistungswandlungen in der Produktion (Utz Verlag, Bd. 296)



**Dr.-Ing.  
Robert Wiedenmann**

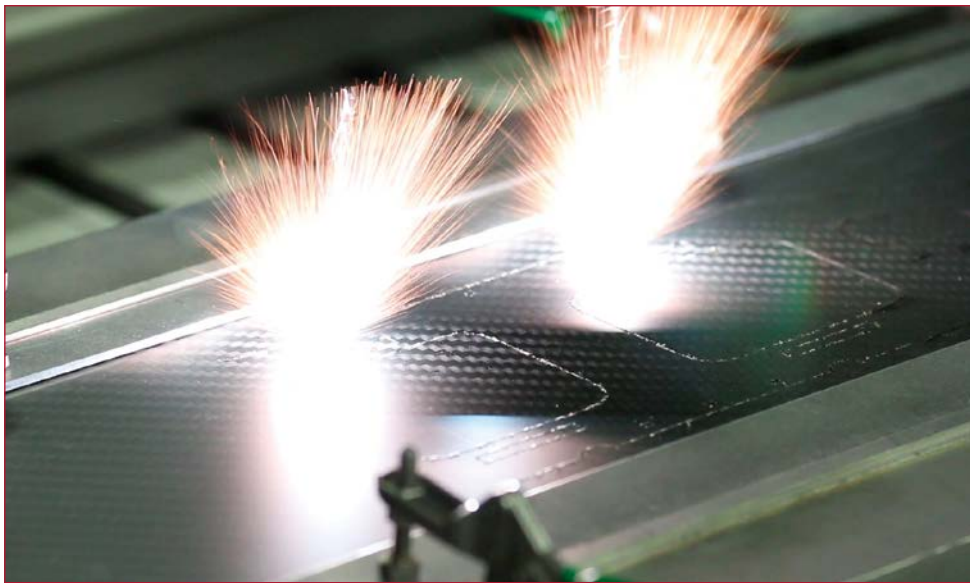
Prozessmodell und Systemtechnik für das laserunterstützte Fräsen (Utz Verlag, Bd. 287)



**Dr.-Ing.  
Matthey Wiesbeck**

Struktur zur Repräsentation von Montagesequenzen für die situationsorientierte Werkerführung (Utz Verlag, Bd. 285)

\* Diese Dissertationen befinden sich zur Zeit in der Veröffentlichung.



**Laserstrahl-  
schneiden  
von CFK-  
Werkstoffen**

**A**uf dem Weg vom Halbzeug zum fertigen Produkt durchlaufen technische Erzeugnisse in der Regel mehrere Füge- und Trennoperationen, welche eine besondere Relevanz für die qualitativ hochwertige und wirtschaftlich erfolgreiche Produktion besitzen. Die Themengruppe Füge- und Trenntechnik widmet sich diesem Schwerpunkt und beschäftigt sich mit innovativen Produktionsverfahren.

Ziel der Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten sind hinsichtlich Qualität und Produktivität optimierte sowie wissenschaftlich durchdrungene Fertigungsprozesse. Dazu steht der Themengruppe ein Maschinenpark mit modernen Laserstrahlquellen, Reibschweißanlagen und umfangreichen Mess- und Analysewerkzeugen zur Verfügung.

Die Kompetenzen der Themengruppe erstrecken sich über die Bereiche Prozessuntersuchung, Systemtechnik, Technologieberatung und Simulation. Diese übergreifenden Kompetenzen finden in drei Forschungsfeldern ihre Anwendung:

## Laserfertigungstechnik

Im Forschungsfeld Laserfertigungstechnik werden laserbasierte Schweiß- und Schneidverfahren erforscht. Dies beinhaltet sowohl das Verständnis der Prozesse als auch die Entwicklung der zugehörigen Systemtechnik.

## Reibschweißen

Das Forschungsfeld Reibschweißen widmet sich der Qualifizierung des Verfahrens für neuartige Werkstoffe und

der Fertigung ihrer Mischverbindungen. Im Weiteren liegt der Fokus auf der Prozessmodellierung zur Steigerung der Robustheit für die industrielle Anwendung.

## Fügen und Trennen von CFK

Das Forschungsfeld CFK stellt sich der Herausforderung des Fügens und Trennens von (kohlenstoff-)faserverstärkten Kunststoffen.

Einen Forschungsschwerpunkt stellt dabei das Laserstrukturieren von Metalloberflächen für das Fügen von Mischverbindungen mittels neuartiger Verfahren wie dem laserbasierten Wärmeleitungsfügen, dem Reibpressfügen und dem Fügen mit reaktiven Nanofolien dar.

## Aktuelle Projekte

- ExZellTUM: Exzellenz-Zentrum für Batterie-Zellen an der Technischen Universität München
- EEBat: Dezentrale Stationäre Batteriespeicher zur effizienten Nutzung erneuerbarer Energien und Unterstützung der Netzstabilität
- Friction Stir Processing (FSP) zur Leistungssteigerung von Aluminium-Gussbauteilen
- FOREL: Forschungszentrum für ressourceneffiziente Leichtbaustrukturen der Elektromobilität
- ISAR: Rührreibschweißen von Tankstrukturen für Trägerraketen
- Nexhos: Next Generation Hochvolt-speicher in Leichtbauweise
- Optimierung von Parametern beim Schwungradreibschweißen

- RegTemp: Regelung der Temperatur beim Rührreibschweißen
- ReLaTiS – Modellierung und Simulation der Reflexion der Strahlung beim Laserstrahl-Tiefschweißen
- SPP 1640 (2. Förderphase): Bindemechanismen beim Rührreibschweißen von Mischverbindungen
- TR10-T9: Laserstrahlschweißen von Karosseriebauteilen in Sichtnahtqualität
- ZAktiSiLA: Konzeption und Entwicklung eines Prototyps einer zentralen aktiven Sicherheitseinrichtung zur Überwachung von Remote-Hochleistungs-Laserstrahlanlagen im industriellen Einsatz
- eProduction – Kompetenz in der Produktion von Hochenergiespeichersystemen für die Elektromobilität
- PaLaSi – Passive Lasersicherheit für Hochleistungslaser im industriellen Einsatz
- ISAR: Innovativer Spinformprozess für hochfeste Aluminiumlegierungen mit Rührreibschweißtechnik
- ZaktiSiLA: Zentrale Aktive Lasersicherheit

## Abgeschlossene Projekte

- ELite: Energieeffizienter Leichtbau, Trennen und Fügen von CFK-Bauteilen
- INI.TUM – Fügen von Batteriezellen
- Entwicklung und Aufbau einer Werkzeugspindel zum roboterbasierten Rührreibschweißen
- SPP 1640 (1. Förderphase): Bindemechanismen beim Rührreibschweißen von Mischverbindungen
- Sonderforschungsbereich TransRegio T10: Fügezentrum für Leichtbaustrukturen



### Autor

**M. Sc.  
Markus Schweier**

Mitglied der  
Institutsleitung  
Themengruppe Füge-  
und Trenntechnik



Das *iwb* Anwenderzentrum Augsburg ist die Technologietransferstelle des Instituts für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften der Technischen Universität München. Im Rahmen dieser Tätigkeit möchten wir mit dem Know-how der Universität im Bereich der Produktionstechnik insbesondere die mittelständische Wirtschaft in Bayern nachhaltig unterstützen. Am *iwb* Anwenderzentrum Augsburg gibt es folgende vier Forschungsfelder.

## Additive Fertigung

Mit Hilfe der additiven Fertigung, welche auf einer schichtweisen Bauteilherstellung beruht, können zahlreiche Metalle, Kunststoffe und Keramiken direkt aus CAD-Daten zu komplexen, kundenindividuellen Bauteilen verarbeitet werden. Am *iwb* Anwenderzentrum Augsburg wurde 2012 das Additive Manufacturing Laboratory (AMLab) mit einer Fläche von 200 m<sup>2</sup> eröffnet. Dieses bietet optimale Voraussetzungen zur Weiterentwicklung und Verbesserung unterschiedlicher additiver Fertigungsverfahren. Neben verschiedensten Anlagentechnologien stehen ebenfalls unterschiedliche Prüfverfahren (Metallografie, mech. Materialprüfung, mech. Bauteilprüfung, etc.) zur Verfügung, mit denen die additiv erzeugten Prüfkörper hinsichtlich ihrer Eigenschaften untersucht werden können. Durch eine enge Kooperation mit der Industrie können die Ergebnisse aus der Forschung direkt transferiert werden, um einen Beitrag zur Entwicklung dieser noch jungen Technologie zu leisten.

## Qualitätssicherung

Der Fokus liegt auf der Entwicklung und Integration zerstörungsfreier Prüfverfahren für Serienproduktionen, einer prozessübergreifenden Qualitätskontrolle sowie der Toleranzsimulation. Einen anwendungsspezifischen Schwerpunkt des Forschungsfeldes stellt die gezielte Reinigung von Bauteilen nach vorheriger Verschmutzungsdetektion dar. Zum einen sollen dadurch Stabilität und Fähigkeit des Prozesses sichergestellt und zum anderen die Ressourceneffizienz durch Senkung des Hilfsmittelverbrauchs reduziert werden.

## Handhabungstechnologien für formvariable Produkte

Im Forschungsfeld „Technologien und Anlagen für formvariable Produkte“ werden prozesssichere Greiftechnologien sowie -strategien (z. B. Handhaben und Legen von CF-Matten) erforscht und in

die Industrie transferiert. Weitere Forschungsschwerpunkte sind die Erzeugung und Bearbeitung von formvariablen Objekten, wobei die zu wahrende Bauteilintegrität sowie die Prozesssicherheit und Flexibilität des Systems von entscheidender Bedeutung sind.

## Gestaltung manueller und hybrider Montagesysteme

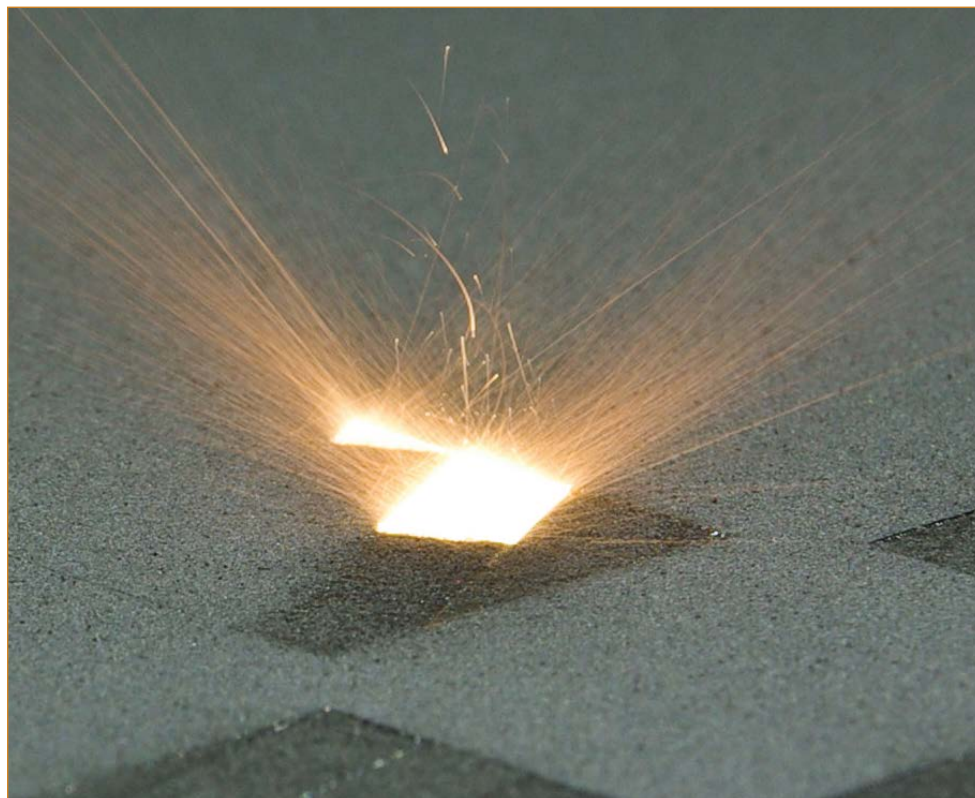
In diesem Forschungsfeld werden Technologien für zukünftige manuelle und hybride Arbeitsplätze erforscht. Dies wird in den Schwerpunkten Roboterassistenz,

systems für die Mensch-Roboter-Koexistenz in der Fließmontage

- ThermoQS – Thermografische Schichtüberwachung beim Laserstrahlschmelzen
- ZeDAM – Zero Defect Additive Manufacturing

## Abgeschlossene Projekte

- 3DAMEEA – Additive 3D-Fertigung von elektrischen und elektronischen Anwendungen
- CarboSens – Validierung eines Sensorsystems für die Qualitätssicherung



Arbeitsplatz-Mensch-Interaktion und deren Planung und Betrieb angegangen.

## Aktuelle Projekte

- AeroSim – Development of a Selective Laser Melting (SLM) Simulation tool for Aero Engine applications
- AMMag – Laserstrahlschmelzen von Magnesiumlegierungen
- Flexicut – Flexible, intelligente Bearbeitungstechnologien für komplexe Faserverbundbauteile
- FORCIM3A – CFK/Metall-Mischbauweise im Maschinen- und Anlagenbau, TP 6: Qualitäts- und Strukturprüfung hybrider CFK-Bauteile
- IDe3D – Intelligente Deformationskompensation im 3D-Druck
- SIL – Safety In the Loop – Entwicklung eines kaskadierten Sicherheits-

bei der automatisierten Handhabung von CF-Textilien

- CutFood – Wasserstrahlschneiden für die automatisierte, hygienische und individuelle Verarbeitung von Lebensmitteln
- Freiform – Qualitätserhöhung durch Verzugkompensation beim Laser-Sintern
- Selektive Schichtverfestigung

**Selektive  
Schicht-  
verfestigung**



### Autor

**Dr.-Ing.  
Johannes Schilp**  
Anwenderzentrum  
Augsburg

Die Themengruppe Produktionsmanagement und Logistik bearbeitet Projekte mit dem Ziel der Erhöhung von Effektivität und Effizienz in der Produktion. Forschungsschwerpunkte sind dabei die Gestaltung eines effektiven Änderungsmanagements in der Produktion sowie die Identifizierung, Früherkennung und Bewertung von Produktionstechnologien. Darüber hinaus forscht die Themengruppe an der effektiven

methodische Unterstützung bei anfallenden Fragestellungen bezogen auf Innovationen im Produktionsumfeld ist Ziel des Forschungsfelds.

## Mensch in der Fabrik

Das Forschungsfeld „Mensch in der Fabrik“ untersucht die Interaktionen zwischen Produktionsmitarbeitern und den unterschiedlichsten Produktionssystemelementen mit dem Ziel, die Erkenntnis-

- VisioM – Fahrzeugkonzept für die urbane Elektromobilität, AP3 „Bewertung der Produktion“
- FLEXS – Flexibel-integrierbare wertschöpfungsorientierte Collaboration im Servicebereich auf Basis von eBusiness-Standards
- MAN.TUM – Effiziente Serienreife-machung hochvarianter Kleinserien
- BMW.TUM – Konfiguration und Dimensionierung von Produktions-



**Schulung in der Lernfabrik Schlanke Produktion**

Nutzung menschlicher Fähig- & Fertigkeiten sowie des Wissens vor dem Hintergrund der sich stets verändernden Rahmenbedingungen der Produktion. Ein weiteres Forschungsgebiet ist Bionik in der Produktionsorganisation, das sich mit der Beantwortung produktionstechnischer Fragestellungen (z. B. Layout- und Routenplanung) durch Übertragung von Lösungen aus der Natur befasst. Aus diesen Forschungsgebieten sowie früheren Forschungsschwerpunkten ergeben sich vielfältige Kompetenzen der Themengruppe zu allen Bereichen des Produktionsmanagements und der Logistik. Darüber hinaus verfügt die Themengruppe mit der Lernfabrik für Schlanke Produktion (LSP) über eine reale Produktionsumgebung, die im Rahmen von Forschung, Lehre und Schulungen zum Thema Mensch und Produktion sowie Lean-Management eingesetzt wird.

## Innovationsmanagement in der Produktion

Das Innovationsmanagement ist ein wesentlicher Faktor für den Erfolg eines produzierenden Unternehmens. Eine

se zur verbesserten Erfüllung der Aufgaben des Produktionsmanagements zu nutzen.

## Bionik in der Produktionsorganisation

Das Forschungsfeld Bionik entwickelt Vorgehensweisen zum Transfer ablauf- und entscheidungsbezogener Lösungen der Natur auf produktionstechnische Fragestellungen der Organisation und bringt sie zur industriellen Anwendung.

## Aktuelle Projekte

- SFB 768 – Zyklenmanagement von Innovationsprozessen, Teilprojekte B3 „Dynamische Produktionstechnologieplanung“, B4 „Dynamische Produktionsstrukturplanung“ und B5 „Zyklusorientierte Gestaltung wandlungsfähiger Produktionsressourcen“ der Förderphase II sowie das Transferprojekt T2 „Zyklusorientierte Bewertung und Planung von Technologieketten und Betriebsmitteln für Montageprozesse“
- Gestaltung flexibler Fabriklayouts auf Basis unscharfer Planungsdaten

netzwerken auf Basis bionischer Prinzipien

- InnoCyFer – Integrierte Gestaltung und Herstellung kundeninnovierter Produkte in Cyber-Physischen Fertigungssystemen

## Abgeschlossene Projekte

- BioTakt – PPS-Adaption an zirkadiane Leistungsschwankungen
- MAN.TUM – Dynamischer Abtaktungsprozess im Nutzfahrzeugbau
- MAN.TUM – Produktionsseitiges Anforderungsmanagement im Simultaneous Engineering
- Leonardo DaVinci-Förderung, Bionische Ansätze zur Gestaltung der Kooperation in Produktionsnetzwerken



### Autor

**Dipl.-Ing. Jan-Fabian Meis**

Mitglied der  
Institutsleitung  
Themengruppe  
Produktionsmanagement und Logistik





*Im Trockenraum der Forschungsproduktionslinie für Lithium-Ionen-Zellen*

**D**ie Themengruppe Montagetechnik und Robotik adressiert innerhalb der Produktion die letzte Stufe der Wertschöpfung – die Montage. Dort werden Kosten und Qualität von Produkten maßgeblich beeinflusst. Effiziente Montageprozesse, innovative Anlagentechnik und Montagesysteme sowie der gezielte Einsatz von Industrierobotern sind der Schlüssel zu einer wirtschaftlichen Produktion.

Die Forscher der Themengruppe Montagetechnik und Robotik arbeiten deshalb an neuen Lösungen für konkrete Problemstellungen in diesen Bereichen. Maßgeblich sind dabei auch die aktuellen Trends der Produktion. So orientiert sich ein Großteil der Arbeiten am Zukunftsfeld Elektromobilität und der dezentralen Energiespeicherung. Hierbei entstand am *iwb* eine Forschungsline für die Produktion von Lithium-Ionen-Batteriezellen, die eine einzigartige Plattform zur Erforschung der Zusammenhänge zwischen Produktion und Produktqualität bietet. Andere bestimmende Entwicklungen sind die ständig steigenden Anforderungen an die Wandlungsfähigkeit von Montageanlagen und Robotersystemen sowie die Themen rund um Industrie 4.0.

Beginnend mit einer umfassenden Analyse wird ein tiefgreifendes Verständnis für Montage- und Handhabungspro-

zesse entwickelt. Hierauf aufbauend werden Prozessketten generiert und in neuartige Anlagenkonzepte integriert. Wirtschaftlichkeits- und Qualitätsbetrachtungen sichern begleitend die Anwendbarkeit der Lösungen ab. Der Industrieroboter als universelles Werkzeug zur Automatisierung von Prozessen in der Produktion erhält besonders hohe Aufmerksamkeit.

## **Batterieproduktion**

Im neu geschaffenen Forschungsfeld Batterieproduktion werden alle Arbeiten zu diesem aktuellen Thema koordiniert. Kern der Arbeiten ist die Forschung an der Zellproduktion, die an der *iwb*-eigenen Forschungsproduktionslinie auf ihre Praxistauglichkeit hin abgesichert wird.

## **Montageprozesse**

Montageprozesse werden analysiert, modelliert und simuliert, um für neue Anwendungen erprobt und aufgelegt zu werden. Die Zuführ- und Handhabungstechnik steht derzeit im Fokus der Arbeiten.

## **Robotik**

Flexible und wandlungsfähige Roboter-Systemlösungen werden durch effiziente Planungsmethoden, den Plug&Produce-Ansatz sowie einfache Möglichkeiten zur Programmierung ermöglicht. Weitere Themen sind die

robotergestützte Messtechnik sowie Cyber-Physische Robotersysteme im Kontext der Industrie 4.0.

## **Aktuelle Projekte**

- ExZELITUM – Exzellenz-Zentrum für Batterie-Zellen an der Technischen Universität München
- ProLIZ – Produktionstechnik für Lithium-Ionen-Zellen
- EEBatt – Dezentrale stationäre Energiespeicher
- FOREL – Forschungs- und Technologiezentrum für ressourceneffiziente Leichtbaustrukturen der Elektromobilität
- AKOMI – Automatisierte Konfiguration in der Mikrosystemtechnik
- CyPros – Cyber-Physische Produktionssysteme
- RoHoQ – Roboterbasierte hochgenaue Qualitätssicherung
- eProduction – Kompetenz in der Produktion von Hochenergiespeichersystemen für die Elektromobilität



### **Autor**

**Dipl.-Ing.  
Jakob Kurfer**

Mitglied der  
Institutsleitung

Themengruppe  
Montagetechnik und  
Robotik



**D**ie Themengruppe Werkzeugmaschinen befasst sich mit der Analyse und Optimierung spanabhebender Produktionssysteme. Die Schwerpunkte der Untersuchungen liegen dabei auf der Betrachtung des dynamischen Maschinenverhaltens, des spanabhebenden Prozesses sowie der thermischen Einflussgrößen. Durch die Berücksichtigung von Aspekten der Steuerungs- und Regelungstechnik wird der Betrachtungshorizont von rein mechanischen Strukturen auf das komplexe mechatronische Gesamtsystem erweitert. Für diese Untersuchungen

## Strukturverhalten

Ziel dieses Forschungsfelds ist es, Methoden zur Analyse und Optimierung des statischen, dynamischen und thermischen Verhaltens von Werkzeugmaschinen unter Berücksichtigung der Bearbeitungsprozesse zu entwickeln.

## Zerspanungsprozesse

Der Schwerpunkt in diesem Forschungsfeld ist die simulative und experimentelle Untersuchung von Zerspanungsprozessen mit dem Ziel, diese hinsichtlich ihrer Qualität und ihrer Wirtschaftlichkeit zu steigern.



Fräsprozess

kommen moderne Simulationsmethoden wie die Finite-Elemente- und die Mehrkörpersimulation zum Einsatz, um die Maschineneigenschaften detailliert abbilden zu können.

Durch die Kopplung mit weiter- oder neuentwickelten Zerspankraftmodellen können die auftretenden Wechselwirkungen zwischen Struktur und Prozess aufgezeigt werden. Darüber hinaus stehen energiebezogene Aspekte, die ebenfalls mit den Maschineneigenschaften in Wechselbeziehung stehen, im Fokus der Untersuchungen. Insbesondere in Bezug auf eine weitere Steigerung der Prozessstabilität und Produktivität wird die Energieeffizienz von Werkzeugmaschinen immer mehr zum Wettbewerbsfaktor.

## Energieeffizienz und Leichtbau

Ziel ist es hier, die Energieeffizienz und -flexibilität von Maschinen und Anlagen zu verbessern – bei gleichzeitiger Steigerung der Prozessstabilität und der Produktivität.

## Aktuelle Projekte

- TOPOS: Entwicklung, Herstellung und Prüfung topologieoptimierter Osteosynthesen
- Simulationenmethoden als Basis für autonome Produktionseinheiten
- FORCIM<sup>3</sup>A – TP 7: Systemvalidierung und Technologiereifebewertung von CFK/Metall-Mischbauweisen im Maschinen- und Anlagenbau
- FOR 1087 II – TP 3: Simulation von Dämpfungseffekten in Werkzeugmaschinen

- SPP 1480/3: Kopplung von analytischen und numerischen Modellen zur Simulation thermo-mechanischer Wechselwirkungen während der Fräsbearbeitung komplexer Werkstücke
- DynSpann: Prozessbegleitendes dynamisches Spannen zur Verzugs- und Eigenspannungsreduzierung beim Schweißen von Bauteilen
- FOREnergy – TP 1: Erzeugung von Transparenz über das energetische Verhalten und die Energieflexibilität von Fabrikanlagen
- FOREnergy – TP 2: Erweiterung der Anlagenflexibilität um die Steuerbarkeit des Energiebedarfs und das Management von energetischen Lastspitzen
- BaZMod: Bauteilgerechte Maschinenkonfiguration in der Fertigung durch Cyber-Physische Zusatzmodule
- DynaMoRe: Dynamiksteigerung von Galvanometer-Laserscannern durch modellbasierte Regelung
- E2D: Erhöhung der Energieeffizienz durch Dämpfung von Maschinenstrukturen

## Abgeschlossene Projekte

- Steigerung der Genauigkeit von Fräsrobotern mit minimalem Sensoreinsatz
- Schleifhärten II: Rechnergestützte Auslegung geeigneter Spannstrategien sowie von Vor- und Nachbehandlungsverfahren zur effizienten Verzugskompensation beim Schleifen
- Entwicklung der Herstellung von Ga-68-Generatoren
- Untersuchung des Drehzahleinflusses auf das Geräusch- und Schwingungsverhalten von mehrstufigen Getrieben unter Berücksichtigung der Kopplung der Getriebestufen



### Autor

**Dr.-Ing. Oliver Rösch**

Mitglied der  
Institutsleitung  
Themengruppe  
Werkzeugmaschinen

## Abteilung Anlagen- und Steuerungstechnik

**Lösungen zur Flexibilitätssteigerung von Produktionssystemen sowie zur Verbesserung des Engineering-Prozesses werden immer bedeutsamer. Den immer kürzer werdenden Produktlebenszyklen kann durch flexible mechatronische Systeme begegnet werden, welche je nach Anwendungsfall eine optimale Kombination aus mechanischen, elektrischen und informationstechnischen Komponenten in sich vereinen. Hierfür werden in der Abteilung Anlagen- und Steuerungstechnik disziplinübergreifend innovative Lösungen identifiziert, bewertet, abgesichert und prototypisch umgesetzt.**

Die Anlagen der Zukunft zeichnen sich durch ein mechatronisches Grundprinzip aus. Die Mechanik stellt das Grundgerüst bereit, das elektronisch angetrieben und durch komplexe Software synchronisiert wird.

Die Abteilung Anlagen- und Steuerungstechnik beschäftigt sich in diesem Spannungsfeld mit der Flexibilisierung der Anlagen- und der Steuerungstechnik. Hierbei werden vor allem modellbasierte und simulationsgestützte Verfahren fokussiert. Die mechatronischen Entwicklungsprozesse stellen dazu Ansätze bereit, die den methodischen Rahmen für die Entwicklung von Produktionssystemen darstellen.

Mit den Kernkompetenzen der Abteilung werden aktuell drei Branchen schwerpunktmäßig adressiert:

- Verpackungsmaschinen
- Fertigung technischer Textilien mit Fokus CFK
- Automobilproduktion

### Steuerungsprojektierung und Anlagensimulation

Die Unterstützung des Engineering-Prozesses durch IT-Werkzeuge sowie die Entwicklung innovativer Steuerungs- und Regelungskonzepte stehen im Fokus dieser Gruppe. Daneben werden Machbarkeitsstudien und digitale Prototypen erstellt sowie innovative Ansätze zur Materialflusssimulation und zur Geometrieabsicherung der Produkte und Produktionsprozesse auf Fabrik- und Anlagenebene neu- bzw. weiterentwickelt.

Ein besonderer Schwerpunkt im Bereich der Simulationstechniken liegt auf der physikbasierten mechatronischen Simulation. Diese Technologie wird u. a. im Bereich der Virtuellen Inbetriebnahme (VIBN) eingesetzt.

Weiterhin werden Steuerungsarchitekturen entwickelt, welche eine automatische Konfiguration von Anlagen ermöglichen (Plug&Produce). Innovative Ansätze im Bereich der Reglerauslegung unter Verwendung kognitiver Systeme runden das Kompetenzprofil ab.

### Flexible Anlagentechnik

Die Konzeption und Umsetzung von flexiblen Werkzeugsystemen und Anlagen stellt den Kernbereich dieser Forschungsgruppe dar. Adressiert werden schwerpunktmäßig Handhabungs- und Verarbeitungsprozesse. Aktuelle Projekte beschäftigen sich z. B. mit Handhabungslösungen für flächige, formlabile CFK-Textilien sowie der Mensch-Roboter-Kooperation und Telemanipulation.

Weitere Schwerpunkte sind die Flexibilisierung von Verpackungsmaschinen sowie flexible Werkzeuge im Bereich des Umformens und des Spannsens

von Werkstücken mit komplexen dreidimensionalen Oberflächenkonturen.

### Mechatronische Entwicklungsprozesse

Basierend auf einer Analyse des mechatronischen Reifegrades einer Organisation werden in dieser Gruppe Vorgehensmodelle und zugehörige Methoden, Werkzeuge und Beschreibungssprachen ausgewählt und weiterentwickelt. Es werden neuartige Ansätze des agilen Engineerings und der effizienten Entwicklung von Bedienoberflächen sowie zur unternehmensspezifischen Bewertung von mechatronischen Entwicklungsumgebungen erarbeitet.

### Industrielle Relevanz

Der Transfer in die industrielle Praxis wird dabei durch Einführungs- und Schulungskonzepte sichergestellt. Mit dem Ziel, den Menschen als zentralen Akteur in den Mittelpunkt des Entwicklungsprozesses zu stellen, unterstützen die entwickelten Ansätze die Ingenieurinnen und Ingenieure bei der Konzeption und Entwicklung sowie beim Test produktionstechnischer Lösungen der Zukunft.



#### Autor

**Dipl.-Ing.  
Peter Stich**

Projektgruppe RMV  
des Fraunhofer IWU



*Partikelbasierte  
Fluidsimulation  
am Beispiel eines  
Lackierprozesses*



*Additiv gefertigte Freiform-Wabenstruktur*

## Abteilung Komponenten und Prozesse

**In der Gesamtbetrachtung der Forschungsausrichtung der Projektgruppe RMV zielt die Abteilung „Komponenten und Prozesse“ auf die Effizienz im Bereich einzelner Technologien hinsichtlich der Ressourcen Energie und Material ab. So wird hier bewusst die Gestaltung von mechatronischen Systemen ausgespart und stattdessen der Fokus auf die zugrundeliegenden Prozesse und Komponenten gelenkt. Die Abteilung gliedert sich in drei Gruppen:**

### Additive Fertigung

In der Gruppe „Additive Fertigung“ werden Themen im Bereich der schichtweisen Fertigung adressiert. Neben der Erforschung von Leichtbau- und Funktionsintegrationsansätzen zur Bauteilgestaltung befasst sich die Gruppe mit der kundenindividuellen Optimierung von Prozessparameterdatensätzen. Dieses Forschungsportfolio wird durch die Prozesskettengestaltung für die additive Fertigung und die Implementierungsbegleitung abgerundet. Darüber hinaus werden gezielt Möglichkeiten der Technologieweiterentwicklung erforscht,

um beispielsweise die Anlagen zur Multimaterialverarbeitung zu befähigen.

Bei der Optimierung von Bauteilen ist es häufig das Ziel, die Masse zu minimieren. Obige Abbildung zeigt eine kraftflussoptimierte Freiform-Wabenstruktur, die hierbei zum Einsatz kommen kann.

### Qualität und technische Sauberkeit

In der Gruppe „Qualität und technische Sauberkeit“ wird das Qualitätsmanagement vorrangig unter Einbeziehung zerstörungsfreier Prüfverfahren

erforscht. Hierbei kommen thermografische wie auch optische Messverfahren zum Einsatz. Im Fokus der Gruppe steht dabei die Anbindung dieser Prüfverfahren zur Detektion und Sicherstellung der technischen Sauberkeit als Teil eines Qualitätssicherungskonzepts. Die Reinigungsverfahren zur Generierung der technischen Sauberkeit sowie deren wissensbasierte Auslegung werden ebenfalls betrachtet. In diesem Kontext werden Möglichkeiten einer Substitution bestehender etablierter Reinigungsprinzipien durch alternative, energie- und ressourcensparende Verfahren untersucht. Ein besonderer Fokus wird hierbei auf die Reinigung 3-D-gedruckter Bauteile aus Kunststoff oder Metall gelegt.

### Industrielle Biotechnologie

Durch den Einsatz biotechnologischer Prozesse können umweltbelastende und ressourcenzehrende chemische beziehungsweise mechanische Verfahren in der Produktion oftmals ersetzt werden. Die Gruppe „Industrielle Biotechnologie“ beschäftigt sich deshalb mit dem Transfer neuartiger Prozesse aus dem Feld der Biotechnologie in die industrielle Anwendung (Weiße Biotechnologie). Eine Kernkompetenz stellt in diesem Bereich der enzymatische Abbau dar. Dieses Prinzip wird derzeit für das Recycling von Faserverbundwerkstoffen (CFK) mit dem Ziel der Realisierung einer Wiederverwendbarkeit der Kohlefasern und zur Reinigung filmischer Verschmutzungen eingesetzt. Für die Forschungs- und Transferarbeiten steht hierfür ein modern ausgestattetes S1-Labor zur Verfügung. Darüber hinaus hat sich die Gruppe zum Ziel gesetzt, die Energieerzeugung in Biogasanlagen mittels simulationsbasierter Regelstrategien für die ablaufenden biologischen Prozesse effizienter zu gestalten.

### Industrielle Relevanz

Durch die heterogene Zusammensetzung der Abteilung ist es möglich, interdisziplinäre Forschungsansätze aufzugreifen und so zu innovativen Lösungen in den genannten Bereichen zu gelangen.

*Schimmelpilzwachstum auf Nährmedium*



#### Autor

**Dipl.-Ing.  
Christian Seidel**

Abteilungsleiter Komponenten und Prozesse  
Projektgruppe RMV des Fraunhofer IWU



# Abteilung Planung und Steuerung

**Die Forschungs- und Entwicklungsarbeiten der Abteilung Planung und Steuerung erlauben die Gestaltung und Realisierung von effizienten Abläufen in der auftragsbezogenen Fertigung und Montage. Mit dem Ziel der Reduzierung von Verschwendung steht die Beherrschung der wettbewerbsinduzierten Komplexität in Bezug auf den Auftragsabwicklungsprozess sowie die individuelle Befähigung der Produktionsplanung und -steuerung (PPS) im Mittelpunkt.**

Die vorrangige Herausforderung der Abteilung ist es, den gesteigerten Anforderungen produzierender Unternehmen durch individuelle Planungs- und Steuerungskonzepte sowie den Einsatz moderner Informations- und Kommunikationstechnologien erfolgreich zu begegnen. Hierfür hat sich die Abteilung im Jahr 2014 in zwei Gruppen aufgespalten, welche sich thematisch ergänzen. Diese beiden Gruppen sind „Intelligente Auftragsabwicklung“ und „Adaptive Produktionsorganisation“.

## Intelligente Auftragsabwicklung

Im Jahr 2014 arbeitete die Gruppe „Intelligente Auftragsabwicklung“ forschungsseitig mit fünf Mitarbeitern insbesondere an der Konzeption und Bewertung von cyber-physischen Produktionssystemen im Kontext von Industrie 4.0. Im Rahmen von Industrieprojekten wurde der Fokus auf die Entwicklung von kundenindividuellen Planungs- und Steuerungskonzepten sowie die betriebsorganisatorische Gestaltung von Produktionsabläufen gerichtet. Ein wesentliches Planungswerkzeug ist hierbei die Ablaufsimulation zur quantitativen Evaluierung von Produktionsalternativen.

## Adaptive Produktionsorganisation

Das Ergebnis der thematischen Weiterentwicklung und der strategischen Positionierung der Abteilung „Planung und Steuerung“ im Jahr 2014 mündete in die Schaffung der zweiten Gruppe „Adaptive Produktionsorganisation“, welche sich zunächst „Ressourceneffiziente Wertschöpfungsnetzwerke“ nannte. Durch eine Feinjustage der Gruppenausrichtung und die zugehörige Um-

benennung werden hier die Kompetenzen im Themenfeld der Auswahl und der Einführung von produktionsnahen IT-Systemen (ERP/MES) abgedeckt und ausgedrückt. Die Gruppe setzte sich Ende 2014 aus insgesamt vier Mitarbeitern zusammen. Diese verfügen über detailliertes Expertenwissen hinsichtlich der Nutzung von modernen Informations-



und Kommunikationstechnologien (z. B. RFID) in der Produktion. Des Weiteren wird die Integration neuer Zielgrößen (z. B. Energie) in die PPS adressiert.

## Produkte für die Industrie

Die Hauptprodukte der gesamten Abteilung sind Potenzialanalysen, die Gestaltung von schlanken Fertigungsabläufen, die Auswahl und der Einsatz von produktionsnahen IT-Systemen sowie die technische Qualifikation von Produkten und Produktionssystemen hinsichtlich neuer Potenziale von Kommunikationssystemen – auch bekannt als Industrie 4.0.

Als eine Referenz ist eine Potenzialanalyse in der technischen Auftragsabwick-

lung eines mittelständischen Unternehmens zu nennen. Durch eine intensive Zusammenarbeit vor Ort sowie die gemeinsame Erarbeitung eines Leitbildes für eine effektive Produktionsplanung und -steuerung (PPS) konnte ein Maßnahmenkatalog konzipiert werden, der zielgerichtete Abläufe und klare Schnittstellen zwischen den Abteilungen des Kunden erlaubt und so eine signifikante Steigerung der Termintreue ermöglicht.

Im einem anderen Projekt wurde ein mittelständisches Unternehmen bei der Bewältigung der Herausforderung steigender Stromkosten als eine Folge der Energiewende unterstützt. In enger Zusammenarbeit erfolgte die Errichtung einer energieautarken Fabrik. Die hierfür erforderlichen informationstechnischen Anforderungen wurden zunächst in einem Lastenheft dokumentiert. Darauf

**Intelligente Auftragsabwicklung durch digitale Werkzeuge**

aufbauend wurde im Rahmen eines Folgeprojektes an der Auswahl und Implementierung entsprechender IT-Systeme gearbeitet.

## Industrielle Relevanz

Auch im Jahr 2015 wird die Abteilung Planung und Steuerung am Puls der Industrie ausgerichtet. Thematisch soll dies vor allem hinsichtlich einer angepassten PPS am Beispiel einer additiven Serienfertigung erfolgen. Des Weiteren wird an der Errichtung eines Industrie-4.0-Kompetenz- und -Transferzentrums gearbeitet.

## RMV-EINSTELLUNGEN 2014

|                              |                           |                             |
|------------------------------|---------------------------|-----------------------------|
| M. Sc. Christine Anstätt     | M. Eng. Qian Chen         | M. Sc. Julia Pielmeier      |
| Dipl.-Ing. Julian Backhaus   | M. Sc. Max Lutter-Günther | Dipl.-Ing. Christian Seidel |
| M. Sc. Christoph Berger      | Dipl.-Ing. Andreas Hees   |                             |
| Dr.-Ing. Stefan Braunreuther | Marina Kruglikow          |                             |



### Autoren

**Dr.-Ing. Stefan Braunreuther**

Abteilungsleiter  
Planung und  
Steuerung sowie  
ressourceneffiziente  
Fabriken  
Projektgruppe RMV des  
Fraunhofer IWU

# Abteilung Ressourceneffiziente Fabriken

Vor dem Hintergrund knapper werdender Ressourcen, steigender Energiepreise sowie der zunehmenden Volatilität in der Energiebereitstellung beschäftigt sich die Abteilung „Ressourceneffiziente Fabriken“ mit produktionstechnischen Fragestellungen im Bereich des effizienten Einsatzes von Ressourcen. Sie leistet einen wichtigen Beitrag, damit Unternehmen langfristig wirtschaftlich und nachhaltig produzieren können, wobei der Transfer von Know-how in die Industrie sowie die Unterstützung von Unternehmen bei der Reduktion ihres Ressourcenverbrauchs wichtige Schwerpunkte darstellen.



Ermittlung von Energieverschwendung in der Produktion

Im Jahr 2014 stand insbesondere die strategische Ausrichtung der 2013 neu gegründeten Abteilung „Ressourceneffiziente Fabriken“ im Fokus. Ihre Ausrichtung stellt sich in drei Bereichen dar. Diese sind „Energieflexible Fabriken“, „Bewertung der Ressourceneffizienz“ und „Steigerung der Ressourceneffizienz“.

## Energieflexible Fabriken

Das Ziel der Gruppe „Energieflexible Fabriken“ ist die Unterstützung von Unternehmen bei der wirtschaftlichen Nutzung ihrer Energieflexibilitätpotenziale. Energieflexibilität ist die Fähigkeit einer

Fabrik, ihren Energiebedarf schnell und einfach an die Änderungen des Energiemarktes anzupassen. Hierbei wird die Energieflexibilität einer Fabrik identifiziert und bewertet. Ferner erfolgt die Beschreibung des energieflexiblen Verhaltens sowie die Auswahl geeigneter Energie-, d. h. in der Regel geeigneter Strombezugsstrategien. Diese können eine Eigenerzeugung, eine Energiespeicherung oder auch last- und zeitvariable Tarife, insbesondere nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten, sein.

## Bewertung der Ressourceneffizienz

In diesem Bereich und damit in der gleichnamigen Gruppe erfolgt die Bewertung der Ressourceneffizienz von einzelnen Betriebsmitteln und ganzen Prozessketten bis hin zu Fabriken sowie einzelner Produkte. Die Bewertung erfolgt bspw. anhand der Methode der Ökobilanzierung nach DIN 14040. Hierzu werden Messungen durchgeführt, um Ressourcenströme sowie Umweltwirkungen zu erfassen. Darüber hinaus werden Möglichkeiten zur Integration der Ressourceneffizienz in bestehende Kennzahlensysteme untersucht.

## Steigerung der Ressourceneffizienz

Zugehörig zur Bewertung der Ressourceneffizienz soll ebenso eine Steigerung dieser erfolgen. Dies kann von einzelnen Betriebsmitteln über bestehende bis hin zu künftigen Produktionen erfolgen. Zur Sensibilisierung sowie zum Erlernen eines methodischen Vorgehens zur Erhöhung der Ressourcen- und der Energieeffizienz in der Produktion werden Industriepartner in einer praxisnahen Produktionsumgebung geschult. Des Weiteren wird das Thema Ressourceneffizienz in Abläufen und Organisationen verankert. Dabei wird durch die Integration von Messsystemen sowie die Definition von Messabläufen Trans-

parenz über die Verbräuche von Anlagen geschaffen. Auf die Analyse von Maschinen hinsichtlich ihres Ressourcenverbrauchs folgt die Erarbeitung von Verbesserungsvorschlägen. Die Anlagen werden nicht isoliert betrachtet. Vielmehr werden Wechselwirkungen mit dem gesamten Produktionssystem, der Gebäudehülle sowie der technischen Gebäudeausrüstung berücksichtigt. Ferner stellt die Verhaltensbeeinflussung von Mitarbeitern durch die Entwicklung von angepassten Visualisierungssystemen für die Energie- und Medienverbräuche sowie durch Anreizsysteme zur Ressourceneinsparung einen wichtigen Bestandteil dar.

## Industrielle Relevanz

Die aufgezeigten Kompetenzen wurden in bilateralen Projekten zum Einsatz gebracht. So wurden Strategien zur Schaffung der Transparenz hinsichtlich des Energieverbrauchs in Fabriken erarbeitet sowie Produktionen unter Energiegesichtspunkten betrachtet und Optimierungspotenziale aufgezeigt. Auch die in dieser Abteilung verankerten Forschungsvorhaben FOREnergy und Green Factory Bavaria haben starken industriellen Bezug und schaffen Wissen für einen besseren Umgang mit Ressourcen und mit Energie in der Wirtschaft.

### PROJEKTGRUPPE RESSOURCENEFFIZIENTE MECHATRONISCHE VERARBEITUNGSMASCHINEN RMV

- **GRÜNDUNG**  
01.01.2009 in Augsburg
- **FORSCHUNGSINTENTION**  
Nachhaltige Senkung des Ressourcenverbrauchs und Schaffung eines Technologievorsprungs in produzierenden Unternehmen durch exzellente Forschungs- und Entwicklungsarbeit
- **ENTWICKLUNGSZIEL 2017**  
Organisches Wachstum zu einem Fraunhofer-Institut für ressourceneffiziente Verarbeitung am Standort Augsburg



- **KOOPERATIONEN**  
Neben einer administrativen Betreuung und Unterstützung durch das Fraunhofer IWU in Chemnitz wird auch fachlich mit dem Mutterinstitut kooperiert
- Eine enge Forschungszusammenarbeit erfolgt mit dem *iwb* der TUM sowie unserem Partner am Standort, dem *iwb* Anwenderzentrum Augsburg
- Der geplante Einzug in das Technologiezentrum „Augsburg Innovationspark“ sichert eine gute Vernetzung mit der regionalen Industrie und Hochschullandschaft



### Autoren

**Dr.-Ing.  
Stefan Braunreuther**  
Abteilungsleiter  
Planung und  
Steuerung sowie  
ressourceneffiziente  
Fabriken  
Projektgruppe RMV des  
Fraunhofer IWU





## Ein ganz besonderes Jubiläum: 5 & 20 Jahre produktionstechnische Forschung in Augsburg

Das *iwb* Anwenderzentrum Augsburg und die Projektgruppe RMV des Fraunhofer IWU feierten am 16.10.2014 gemeinsam das 20- und 5-jährige Jubiläum ihrer Forschungs- und Entwicklungstätigkeiten in Augsburg. Die bayerische Staatsministerin Ilse Aigner überbrachte Glückwünsche aus dem Ministerium für Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie.

*Anschnitt der Jubiläumstorte durch Prof. Gunther Reinhart, Prof. Joachim Milberg und Prof. Michael Zäh (v.l.n.r.)*

### Wie alles begann

Vor 20 Jahren wurde auf Initiative der IHK Schwaben und der Stadt Augsburg das Anwenderzentrum des *iwb* in Augsburg gegründet. Mit finanzieller Unterstützung durch das bayerische Staatsministerium für Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie hat sich dieses in den letzten zwei Jahrzehnten einen exzellenten Ruf als Forschungs- und Technologietransferstelle für Produktionstechnik erarbeitet. 2009, also vor etwas mehr als 5 Jahren, wurde am Standort zudem die Projektgruppe Ressourceneffiziente mechatronische Verarbeitungsmaschinen des Fraunhofer IWU gegründet.

### Jubiläumsfeier

Diese beiden Jubiläen galt es in einem Festakt am 16.10.2014 zu feiern. Über 100 geladene Gäste aus Politik, Wirtschaft und Wissenschaft sowie zahlreiche Mitglieder des *iwb* e.V. nahmen in den Räumlichkeiten des H2-Zentrums

für Gegenwartskunst im Glaspalast daran teil und ließen sich durch Prof. Dr.-Ing. Michael F. Zäh, Institutsleiter des *iwb*, durch die Veranstaltung führen.

In ihren Grußworten stellten Augsburgs zweite Bürgermeisterin, Eva Weber, und

der Präsident der IHK Schwaben, Dr. Andreas Kopton, die Bedeutung der beiden Einrichtungen für den traditionsreichen Produktionsstandort Schwaben heraus und versprachen, auch weiterhin konstante und verlässliche Kooperationspartner zu sein. Dr. Markus Partik,

*Festakt im Glaspalast Augsburg*







**Alle Redner des Festaktes (von links nach rechts: Prof. Dr.-Ing. Gunther Reinhart, Staatsministerin Ilse Aigner, Eva Weber, Prof. Dr.-Ing. Joachim Milberg, Dr. Andreas Kopton, Dr. Markus Partik, Prof. Dr.-Ing. Michael F. Zäh)**

Geschäftsführer der SGL Carbon GmbH, betonte in seiner Rede die Wichtigkeit regionaler Forschungs- und Transfereinrichtungen für die heimische Industrie.

Die bayerische Staatsministerin Ilse Aigner überbrachte die besten Glückwünsche aus dem Ministerium und machte deutlich, auch in Zukunft unterstützend zur Seite zu stehen.

Prof. Dr.-Ing. Joachim Milberg blickte als ehemaliger Institutsleiter des *iwb* in seiner Rede auf die Anfänge in Augsburg zurück. Er unterstrich zudem die hohe Bedeutung guter Ingenieurausbildung für Technologietransfer und Innovationsfähigkeit.

Prof. Dr.-Ing. Gunther Reinhart, Institutsleiter des *iwb* und Leiter der Fraunhofer Projektgruppe RMV wagte indessen einen Ausblick in die Zukunft.

### **Ziel: Fraunhofer-Institut für Ressourceneffiziente Produktion**

Ziel der aktuellen Aktivitäten ist die gemeinsame Entwicklung der Projektgruppe RMV mit Teilen des *iwb* Anwenderzentrums zu einem eigenständigen Fraunhofer-Institut für Ressourceneffiziente Produktion in Augsburg.

Wie auch das *iwb* Anwenderzentrum forscht die Fraunhofer-Projektgruppe anwenderorientiert und hat sich den Know-how-Transfer in Industrieunternehmen zur Aufgabe gemacht. Die wachsenden Forschungs- und Entwicklungsaufgaben setzen auch eine Erweiterung des Standortes voraus.

### **Gebäude auf dem Augsburg Innovationspark**

Geplant ist ein Neubau für über 100 Mitarbeiter auf ca. 4000 m<sup>2</sup> Gesamt-Nutzfläche auf dem Augsburg Innovationspark. Die derzeit auf drei Standorte verteilten Mitarbeiter sollen das Gebäude Anfang 2018 beziehen. Der Neubau wird neben seiner Funktion als Institutsgebäude auch eine Demonstrations-, Lern- und Forschungsplattform beinhalten, die im Rahmen des Projekts „Green Factory Bavaria“ geschaffen wird. Die Lage auf dem Augsburg Innovationspark ist ideal, um sich mit der ebenfalls in räumlicher Nähe angesiedelten Universität Augsburg, der Hochschule Augsburg und weiteren Forschungseinrichtungen des DLR und der Fraunhofer-Gesellschaft intensiver zu vernetzen.

Abgerundet wurde die Jubiläumsveranstaltung mit einem Get-together bei jazzigen Klängen des Trios „Zäh“.

### **Gesprächsreihe zu Themen der Projektgruppe RMV**

Weiterhin wurden anlässlich des Jubiläums die aktuellen Themenstellungen der Fraunhofer Projektgruppe RMV in einer Gesprächsreihe einem breiten Publikum präsentiert. An fünf Abendveranstaltungen im November und Dezember gewannen die Teilnehmer bei Kurzvorträgen und Demonstrationen der Versuchsstände Einblicke in die Forschungs- und Entwicklungsarbeit der Projektgruppe RMV.



#### **Autorinnen**

**M.A.  
Lena Sophie Frank**  
Marketing  
Projektgruppe RMV des  
Fraunhofer IWU



**Dipl.-Päd. Univ.  
Eva Kern**  
Marketing und Vertrieb  
Anwenderzentrum  
Augsburg



Die Finalisten  
der „Besten  
Montage-Idee“

## „Komplexität in der Montage: Handhaben – Beherrschen – Reduzieren“ Der Montagekongress 2014

**Am 24. und 25. Juni fand in Fürstentfeldbruck der 25. Deutsche Montagekongress statt. 150 Experten auf dem Gebiet der Montagetechnik trafen sich auf dem Gelände des ehemaligen Klosters, um die aktuellen Trends der Montage gemeinsam zu diskutieren, sich fortzubilden und Erfahrungen auszutauschen.**

Der diesjährige Montagekongress stand unter dem Motto „Komplexität in der Montage: Handhaben – Beherrschen – Reduzieren“. Gleichzeitig galt es, ein Jubiläum gebührend zu feiern. Über 25 Veranstaltungen in 40 Jahren hat sich der Deutsche Montagekongress zu einer traditionellen Institution auf dem Gebiet der Montagetechnik entwickelt. Keine andere Veranstaltung aus diesem Gebiet kann auf eine solche Historie zurückblicken.

Prof. Gunther Reinhart und Prof. Bruno Lotter begrüßten die Gäste und eröffneten mit einem kurzweiligen Jubiläumsvortrag über die Geschichte und Zukunft der Montage. Anschließend übernahm Prof. Jörg Franke das Wort und führte als Moderator durch die hervorragenden Vorträge des ersten Tages. So berichtete Steffen Reiche (Leiter Planung Marke Volkswagen), wie man Komplexität durch Modularisierung beherrschen kann. Dr. Detlef Pauly (Industry Automation Division, Siemens AG) diskutierte, inwiefern Industrie 4.0 zu einem Anstieg der Komplexität in der Montage führt. Dr. Karsten Ottenberg (Vorsitzender der Geschäftsführung, BSH GmbH) erläuterte, wie von der Bosch-Siemens-Hausgeräte GmbH individuelle Produkte von der Stange

produziert werden. Jörg Cwodziński (Vice President Supply Chain Management, ASM Assembly Systems) stimmte auf die anschließende Werksbesichtigung bei ASM Assembly Systems ein, indem er darstellte, wie man eine Montage gleichzeitig flexibel und lean gestalten kann. Die Führung durch die „Fabrik des Jahres 2013“ schloss den fachlichen Teil des ersten Tages ab.

Zudem hatten die drei Finalisten der „Besten Montage-Idee“ die Möglichkeit, ihre Einsendungen dem Publikum in Kurzvorträgen zu präsentieren. Im Vorfeld hatten sich sieben Unternehmen um die Auszeichnung beworben. Die stimmungsvolle Abendveranstaltung war der passende Rahmen für die Verleihung des Preises. Platz drei belegte die Albert-Kärcher GmbH mit der Vorstellung einer umgestalteten Fertigungslinie für Reinigungsfahrzeuge. Den zweiten Platz erreichte die Robert-Bosch GmbH mit dem automatischen Produktionsassistenten APAS, einem Roboter für die direkte Mensch-Roboter-Kollaboration. Als Sieger ging das VW-Werk Chemnitz aus dem Wettbewerb. Mit einem neuartigen Fügeablauf und konsequenter montagegerechter Produktgestaltung gelang es dem Team um Werksleiter Heinrich Nottbohm, die

Montagezeiten von Nockenwellen drastisch zu reduzieren.

Der zweite Veranstaltungstag stand ganz im Zeichen technisch detaillierter Vorträge. Den Referenten gelang es, den Bogen von Cardboard-Engineering über digitale Mock-Ups, Assistenzsysteme für die manuelle Montage und Auslegungsmethoden für die Zuführtechnik bis hin zu den steigenden Kundenanforderungen zu spannen. Den letzten Fachvortrag des Kongresses hielt Dr. Andreas Wendt (Leiter Werk Regensburg, BMW AG) über die Frage, wie man trotz hoher Komplexität qualitativ hochwertige Produkte fertigen kann. Nach einem unterhaltsamen Vortrag des Gedächtnisexperten Markus Hofmann fand eine gelungene Veranstaltung mit fachlich fundierten, begeisternden Vorträgen in einer entspannten Atmosphäre ihren Abschluss.

Der 26. Deutsche Montagekongress wird am 9.–10. Juni 2015 stattfinden. Wieder in Fürstentfeldbruck wird das Motto „Die Gesellschaft im Wandel: Lösungen für Mensch und Montage“ diskutiert werden.



**Autor**

**Dipl.-Ing.  
Thomas Knoche**

Themengruppe Montagetechnik und Robotik





## 18. Augsburger Seminar für additive Fertigung

Am 26. Juni 2014 fand das 18. Augsburger Seminar für additive Fertigung statt. Die Veranstaltung wurde durch Key-Note-Vorträge von Prof. Dr.-Ing. Michael F. Zäh (iwb, TUM) und Dr.-Ing. Steffen Beyer (Airbus DS) eröffnet. Hierauf folgten zwei parallele, spezifische Vortragsreihen für metallische und nicht-metallische Werkstoffe. Im Fokus standen zum einen die Herausforderungen in der Prozessentwicklung und zum anderen die sich durch die additive Fertigung eröffnenden neuen Potenziale für das Produktdesign.

Das steigende Branchenwachstum spiegelt sich auch in den über die letzten Jahre hinweg deutlich zunehmenden Teilnehmerzahlen wider. So konnte Dr.-Ing. Johannes Schilp (Geschäftsführer iwb Anwenderzentrum Augsburg) 110 Teilnehmer aus ver-

schiedenen Industriezweigen zum 18. Augsburger Seminar für additive Fertigung begrüßen. Den Rahmen für das breitgefächerte Vortragsangebot und das seminarbegleitend stattfindende Ausstellerforum bildete zum zweiten Mal in Folge das MAN-Museum in

Augsburg. So hatten die Teilnehmerinnen und Teilnehmer u. a. die Möglichkeit, sich zusätzlich vom Ur-Diesel und historischen Druckmaschinen inspirieren zu lassen. Den Ausklang eines informativen Seminartages bildete eine Zusammenfassung der Vortragsreihen sowie eine Führung durch das „AMLab“ in den Versuchshallen des iwb Anwenderzentrum Augsburg und der Fraunhofer IWU Projektgruppe RMV.

### Dank

Wir bedanken uns herzlich bei allen Teilnehmenden, den Referenten, unseren Förderern und Partnern sowie allen Mitwirkenden, die zum Erfolg des Seminars beigetragen haben.



### Autoren



**M. Sc.  
Fabian Riß**

Projektgruppe RMV des  
Fraunhofer IWU



**Dipl.-Phys.  
Johannes Weirather**

Anwenderzentrum  
Augsburg





**ARABIC 1**  
*Physarum polycephalum, welcher das Tokyoter Bahnnetz nachformt (Quelle: A. Tero)*

## Bionik – Lernen von der Natur: Ist das nicht ein alter Hut?

**Ende November diskutierten Bionik-Experten internationaler Forschungseinrichtungen und aus der Industrie gemeinsam mit interessierten Teilnehmern beim Seminar „Bionik in der Produktionsorganisation“ am iwB zukünftige Potenziale der Bionik zur Organisation von Unternehmen.**

der iwB-Versuchshalle Einblicke in die aktuellen Bionik-Forschungsaktivitäten des iwB zu erlangen. U. a. anhand der Demonstrationsplattform des Projekts InnoCyFer ([www.innocyfer.de](http://www.innocyfer.de)) konnte beobachtet werden, wie Ameisen dabei helfen, eine hochflexible Steuerung der Produktion kundeninnovierter Produkte zu realisieren.

Wie kann die Produktionsorganisation von der Arbeitsweise der Natur profitieren? Im Rahmen des iwB-Seminars „Bionik in der Produktionsorganisation“ wurden innovative Ansätze rund um diese Fragestellung aufgezeigt und ihr Potenzial diskutiert.

Bert von Festo, Stefan Dierks von Tchibo und Wolfgang Hohma von GORE. Alle drei Unternehmen haben bereits erfolgreich Bionik-Projekte umgesetzt.

Zum Ende der Veranstaltung hatten die Teilnehmer noch die Möglichkeit, in



### Autorin

**Dipl.-Wi.-Ing.  
Kirsten Reisen**

Themengruppe Produktionsmanagement und Logistik

Die Redebeiträge des Seminars umfassten vielfältige Anwendungen der Bionik. Prof. Shu von der Universität Toronto erläuterte ein Vorgehen, wie die Analogiesuche zwischen Biologie und Technik erfolgen kann. Dr. Herdy (inpro mbH) zeigte die Funktionsweise evolutionärer Algorithmen auf. Die Leistungsfähigkeit von Schleimpilzen bei der Gestaltung adaptiver Netzwerke wurde von Prof. Tero von der Universität Kyushu in Japan eindrücklich vorgeführt (s. Bild).

Können Kängurus, Wespen und Amöben also Vorbilder für Organisationsprozesse in Unternehmen sein? Hiervon überzeugten das Publikum Dr. Nina Gai-

## DIE INSTITUTSTAGE 2014

23. und 24. Juli 2014, St. Englmar, Bayerischer Wald – neben Vorträgen und Gruppenarbeit standen auch Freizeit- und Team-Building-Aktivitäten auf dem Programm.

Mit einer Begrüßung und dem Rückblick auf das vergangene Jahr starteten die Institutstage von iwB und RMV. Im Anschluss daran wurden aktuelle Themen in Gruppen diskutiert. Ein besonderer Höhepunkt war der Vortrag des ehemaligen Institutsleiters Prof. Joachim Milberg. Mit ihm diskutierte das Plenum über die Ingenieurwissenschaften von damals und heute. Bei einer Wanderung zum Waldwipfelweg



und diversen sportlichen Aktivitäten wurde der Teamgeist gestärkt. Außerdem wurden die Rohde & Schwarz GmbH, die Streicher Maschinenbau GmbH sowie die Landesgartenschau in Deggen-dorf besucht. Die Institutstage klangen bei Kaffee und Kuchen im Ruderhaus in Deggen-dorf aus.



Der Stand des iwbs: wissenschaftliche Mitarbeiter im Gespräch

## Rückblick 12. Deutscher Fachkongress Fabrikplanung

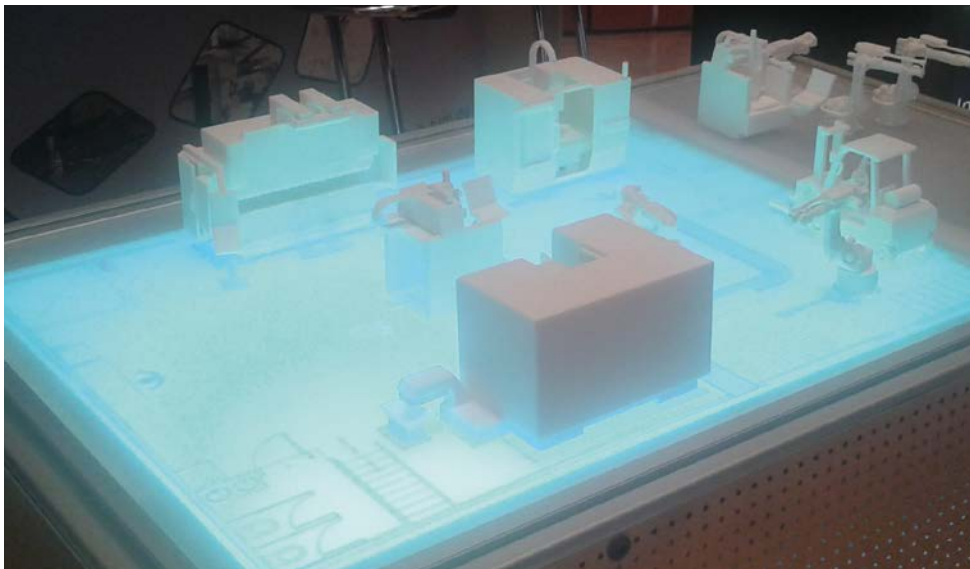
Der 12. Deutsche Fachkongress Fabrikplanung, an dessen Vorbereitung das iwbs beteiligt war, fand am 11. und 12. November im Ludwigsburger Forum am Schlosspark statt.

**Fabrikplanung von morgen – digital und doch zum Anfassen**

Über 150 Gäste aus Industrie und Wissenschaft nahmen an den Vorträgen von Kompetenzträgern aus dem Fachgebiet Fabrikplanung sowie an der begleitenden Fachausstellung teil. Die Re-

ferenten informierten zu aktuellen Herausforderungen in der Fabrikplanung und diskutierten unter anderem folgende Fragestellungen: Wie können XXL-Produkte wie Flugzeuge oder Schiffs-

motoren in einer Fließproduktion gefertigt werden? Welche Reinheitsanforderungen bestehen in der Produktion von hochpräzisen Messinstrumenten oder Hightech-Injektoren für Dieselmotoren? Unter welchen Gesichtspunkten sollte die Entscheidung für eine Brown-field- oder Greenfieldplanung getroffen werden? Das iwbs war auf der Fachausstellung vertreten und präsentierte dem interessierten Publikum mit einem eigens für diesen Kongress konstruierten Planungstisch eine neuartige, hochintegrierte Methode der Layoutplanung: Mit additiv gefertigten Produktionsanlagen wie beispielsweise Dreh- und Fräsbearbeitungszentren konnten die Gäste aktiv ihr eigenes Layout auf unserem Planungstisch erstellen und die Modelle der Maschinen beliebig im Fabriklayout anordnen. Die Simulation der Materialflüsse erfolgt weiterhin digital, an der automatisierten Übertragung des manuell erstellten Layouts in ein virtuelles 3D-Modell wird derzeit gearbeitet.



**Autor**

**M. Sc.  
Sven Hawer**

Themengruppe  
Produktionsmanagement und Logistik

## WISSENSCHAFT UND PRAXIS VERBINDEN – DAS MÜNCHENER KOLLOQUIUM

Seit über 30 Jahren ist das münchener kolloquium eine zentrale Plattform für den Austausch zwischen Industrie und Wissenschaft.

In diesem Jahr führen wir umfangreiche Maßnahmen zur Qualitätssteigerung und -sicherung durch, um auch zukünftig einen erstklassigen Kongress für Experten

und Anwender der Produktionstechnik auszurichten. Wir werden Ihnen bald wieder als Ansprechpartner zur Verfügung stehen, um Ihnen in Fachvorträgen, bei Institutsbesichtigungen und in Expertengesprächen über die neuesten Entwicklungen in der Produktionstechnik zu berichten.



**münchener kolloquium**