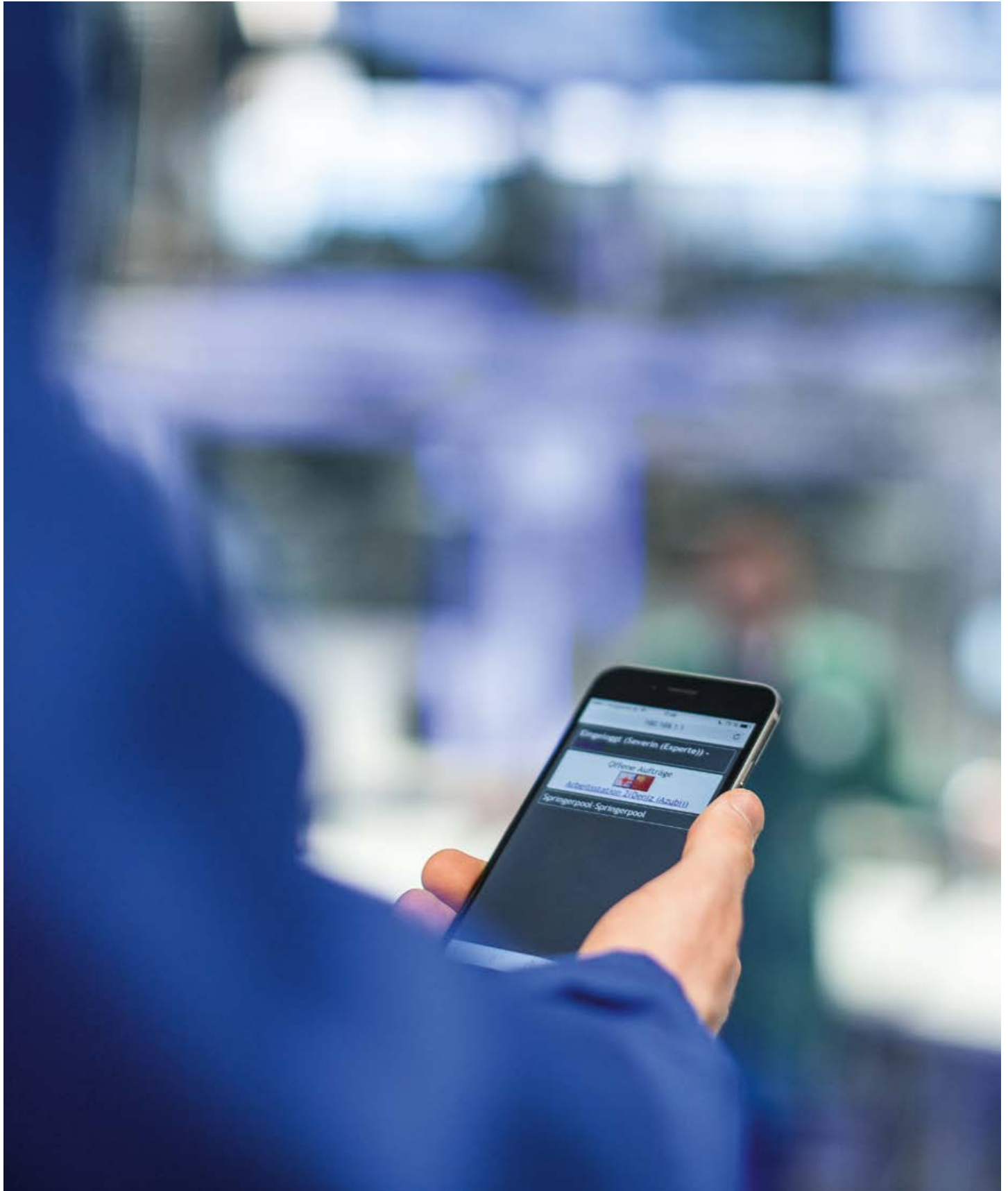


# ***iwb*** newsletter 2/2017

Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften (*iwb*)



# Editorial



Liebe Leserinnen und Leser,

die Digitalisierung der Produktion schreitet mit Siebenmeilenstiefeln voran. Gerne bezeichnen wir die digitale Transformation unserer Fabriken in ein neues Zeitalter mit dem Begriff der 4. Industriellen Revolution. Sie wird in den nächsten Jahren die Art, in der Produkte entwickelt, gefertigt und vertrieben werden, vollständig verändern.

Leider ist Industrie 4.0 weder ein Produkt noch ein Prozess und schon gar nicht eine Technologie. Erst einmal ist es auch kein Projekt. Vielmehr ist es ein Impuls der Wissenschaft und eine Aufforderung der Politik an die produzierende Industrie, durch die Integration moderner Informations- und Kommunikationstechnologie neuartige intelligente Produktionsanlagen und Produktionssysteme zu entwickeln. Dabei soll der Mensch aktiv eingebunden werden. Gerne wird hierfür auch der englische Begriff der Smart Factory verwendet.

Jedes Unternehmen muss für sich selbst entscheiden und entwickeln, wie seine Smart Factory aussehen soll. Dazu sind geeignete Projekte zur Definition und zum Aufbau der eigenen intelligent vernetzten Produktion mit dem Commitment der Unternehmensleitung aufzusetzen.

Wenigstens sind die „Zutaten“ für Industrie 4.0, also die Elemente der Smart Factory, bekannt: Die Cyber-Physischen Produktionssysteme, das Internet der Dinge, Sensornetzwerke, die Cloud Services und Big Data Analytics, Digitale Schatten und Digitale Zwillinge, kurz die Digitale Fabrik. Nicht zu vergessen kognitive und physische Assistenzsysteme wie kooperierende Roboter.

Aus diesen Elementen muss nun jedes Unternehmen seine eigene Smart Factory gestalten. Je nach Unternehmensstrategie, Geschäftsmodell, Produkt und Produktionskompetenz. Das stellt oftmals gerade mittelständische Unternehmen vor scheinbar unlösbare Herausforderungen.

Dem will sich das Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Bayern zuwenden. Es unterstützt kleine und mittlere Unternehmen dabei, die aufkommenden Veränderungen und Herausforderungen als Chance zu sehen. Das Zentrum bietet dazu praktische Informationen, spannende Lernangebote und praxistaugliche Lösungsansätze im Bereich der Digitalisierung.

Das Kompetenzzentrum, mit Sitz in Augsburg, vereint die Expertise des iwbs mit der des Lehrstuhls fml der TUM, des An-Instituts „fortiss“ der TUM und des Fraunhofer Instituts für Integrierte Schaltungen IIS. Das Zentrum bietet vier Schwerpunkte zur Vertiefung an: Digitale Geschäftsmodelle, Produktionsautomatisierung, Logistik und Arbeit 4.0.

Darauf aufbauend muss jedes Unternehmen seinen eigenen Weg der Transformation definieren. Wichtige Schritte auf diesem Weg sind: Die Menschen abholen, Rahmenbedingungen schaffen und erfolgreiche Pilotprojekte realisieren. Dies mit der von allen Unternehmensangehörigen wahrnehmbaren Management Attention der Leitung.

Unsere Ziele sind: Den Mittelstand für die Digitalisierung fit machen, ihn für neue Chancen und Herausforderungen sensibilisieren, Industrie 4.0 erlebbar machen und die Vernetzung zwischen Anwendern, Anbietern und Forschung stärken.

Lesen Sie weitere Details über das Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Bayern auf Seite 3.

Falls Sie an noch mehr Hintergründen und Beispielen zur digitalen Transformation interessiert sind, so können Sie das gerade



erschienene Handbuch Industrie 4.0 lesen. Es besteht aus den drei Teilen *Prozesse für die Smart Factory*, *Cyber-Physische Automatisierungskomponenten* und *Anwendungsbeispiele*. Letztere kommen aus dem Automobilbau, der Luftfahrttechnik, der spannenden Fertigung und der Verpackungstechnik.

Nutzen Sie die digitale Transformation mit Rationalität und Augenmaß, um wieder einen Wettbewerbsvorteil für Deutschland und seinen innovativen Mittelstand zu erarbeiten.

Ihr

Gunther Reinhart

und Ihr Michael Zäh

# Digitalisierung im Mittelstand – Kompetenzzentrum Augsburg gestartet

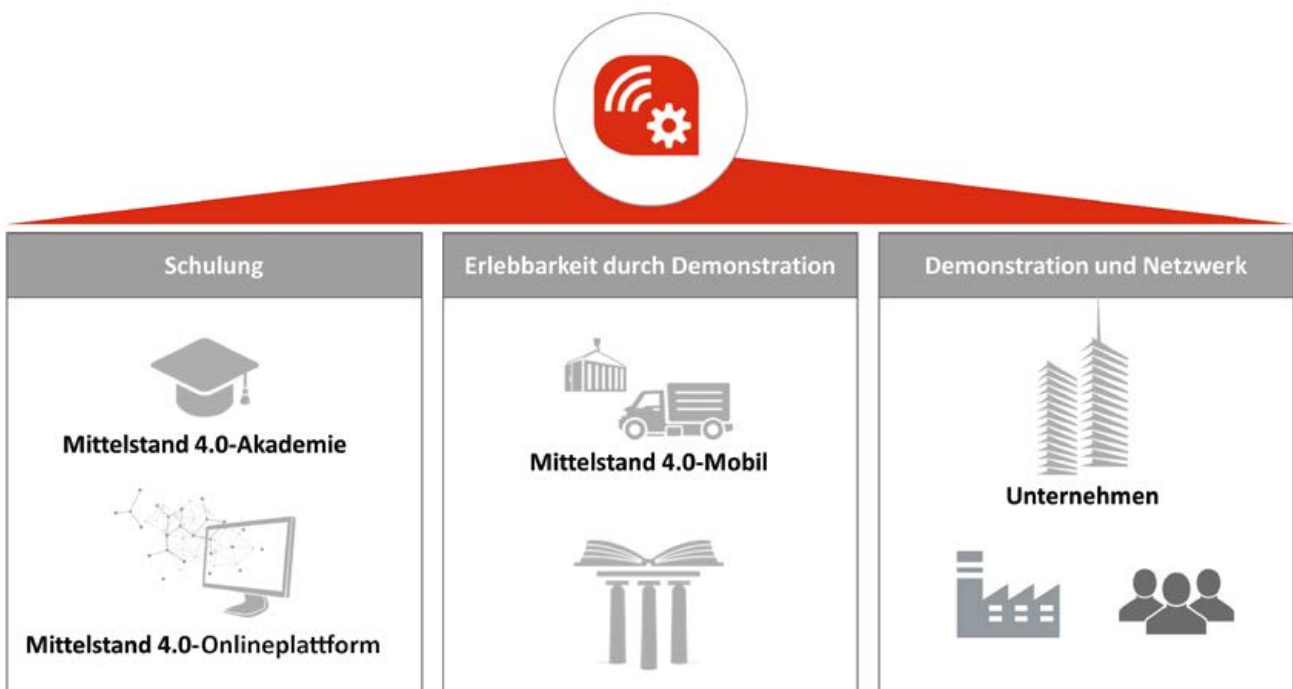
**Zum Dezember 2016 wurde das „Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Augsburg“ gestartet. Das Zentrum ist eines von elf Kompetenzzentren, die derzeit deutschlandweit im Rahmen des Förderschwerpunkts „Mittelstand-Digital – Strategien zur digitalen Transformation der Unternehmensprozesse“ des Bundeswirtschaftsministeriums entstehen.**

Der zunehmende Wettbewerbsdruck und die wachsende Zahl globaler Konkurrenten fordern auch von bayerischen Unternehmern ein hohes Maß an Innovations- und damit Investitions- und Risikobereitschaft. Während Großunternehmen Risiken in der Forschung und Entwicklung in vielen Fällen durch ihr Umsatzvolumen finanziell abfangen können, ist es kleinen und mittelständischen Unternehmen (KMU) bei gleichem Innovationsgrad nicht möglich, diese Risiken alleine zu tragen. Innovative Durchbrüche

im Bereich von Industrie 4.0-Anwendungen, wie z. B. Big/Smart Data oder mobile Geräte als Unterstützungssysteme, sind aktuell für den bayerischen Mittelstand ohne professionelle und unternehmensspezifische Unterstützung nur schwer möglich.

## Zielsetzung

Damit mittelständische Unternehmen mögliche Optimierungspotenziale durch Digitalisierung heben und hierdurch einen Innovationsvorsprung erhalten können, müssen sowohl das Bewusstsein über den Nutzen von Industrie 4.0-Anwendungen als auch die Fähigkeiten zu deren Entwicklung und Implementierung in den Unternehmen geschaffen werden. Ziel des „Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrums Augsburg“ ist der Aufbau eines mittelstandsgerechten Transferzentrums in Bayern für die Themenschwerpunkte Digitalisierung und Industrie 4.0. Ausgehend von einem physischen Zentrum am



Transferkonzept des „Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrums Augsburg“

Standort Augsburg werden die Aktivitäten einer Mittelstand 4.0-Onlineplattform, einer Mittelstand 4.0-Akademie, eines Mittelstand 4.0-Mobils sowie die regionale und nationale Vernetzung des Zentrums gebündelt. Als fachliche Ergänzung sind zwei Experten-Hubs in Garching bei München und in Nürnberg an das Augsburger Zentrum angegliedert. Ausgehend von diesen drei Standorten baut das Kompetenzzentrum durch seine Aktivitäten regionale Unterstützungsnetzwerke aus Anwendern/-innen, Anbietern/-innen und Wissenschaftlern/-innen auf.

Thematische Schwerpunkte des Zentrums sind die Entwicklung von digitalen Geschäftsmodellen, die Automatisierung von Produktionsprozessen sowie die Optimierung von Logistikprozessen entlang der Produktionskette. Das *iwb* vertritt den inhaltlichen Schwerpunkt Arbeit 4.0 und unterstützt bei Fragen zur Gestaltung einer ergonomischen Einbindung des Menschen in die Produktion. Darüber hinaus werden Auswirkungen der Digitalisierung auf die Tätigkeiten und die Qualifikation von Mitarbeitern/-innen aufgezeigt.

### Vorgehen

Die vorrangige Zielgruppe des Kompetenzzentrums sind Unternehmen des Mittelstands und Handwerks im Wirtschaftsraum Bayern. Aus dieser Zielgruppe sollen im Rahmen der Initiative Interessenten für das „Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Augsburg“ angesprochen werden und das Weiterbildungsangebot nutzen. Mit einer ausgewählten Anzahl dieser Unternehmen sollen Kleinprojekte zur Ermittlung von Digitalisierungspotenzialen durchgeführt werden. Hierbei werden Handlungsfelder anwendungsnah analysiert und herausgestellt. Die Teilnehmer/-innen, die in ihrer jeweiligen Branche eine Vorreiterrolle im Hinblick auf die Digitalisierung einnehmen, werden vom Kompetenzzentrum ausgewählt, um im Anschluss an die Kleinprojekte gemeinsame Pilotprojekte bis zur Umsetzung innovativer Lösungen im Zeichen der Industrie 4.0 durchzuführen.

### Konsortium

Das Projekt wird unter der Leitung der Fraunhofer-Einrichtung IGCV in enger Zusammenarbeit mit dem *iwb* und als weiteren Konsortialpartnern mit dem Cluster Mechatronik & Automation, der fortiss GmbH, der Arbeitsgruppe Supply Chain Services des Fraunhofer IIS sowie dem Institut für Fördertechnik Materialfluss Logistik (fml) der Technischen Universität München und dem Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau (VDMA) durchgeführt.

### Dank

Das „Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Augsburg“ wird vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) gefördert und vom Projektträger Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V. (DLR) betreut. Wir danken dem BMWi sowie dem DLR für die gute Zusammenarbeit.

### Weitere Informationen

[www.mittelstand-digital.de](http://www.mittelstand-digital.de) und  
[www.kompetenzzentrum-augsburg-digital.de](http://www.kompetenzzentrum-augsburg-digital.de)



**Christoph Berger, M. Sc.**  
Fraunhofer-Einrichtung IGCV



**Georg Höllthaler, M. Sc.**  
Fraunhofer-Einrichtung IGCV



**Dipl.-Wirtsch.-Ing.  
Susanne Vernim**  
Themengruppe  
Produktionsmanagement  
und Logistik

# Dezentrale stationäre Batteriespeicher zur effizienten Nutzung erneuerbarer Energien und Unterstützung der Netzstabilität

**Im Rahmen des interdisziplinären Forschungsprojekts „EEBatt“ erforschten 13 Lehrstühle und Fachgebiete der Technischen Universität München von Januar 2013 bis Dezember 2016 dezentrale stationäre Energiespeicher zur effizienten Nutzung erneuerbarer Energien und zur Unterstützung der Netzstabilität.**

Die Energiewende hat nicht nur eine Änderung der Technologien für die Energieerzeugung zur Folge, sondern sie führt auch zu einem strukturellen Wandel und einer großen Anzahl dezentraler, zeitabhängiger Einrichtungen, zu neuer Infrastruktur und erfordert neue Möglichkeiten zur Energieerzeugung. Die daraus resultierenden Schwankungen der Stromproduktion und

die ungleichmäßigen Belastungen der Stromnetze machen den Einsatz von Speichertechnologien erforderlich.

## **Flexible Batteriemodulmontage**

Für eine wirtschaftliche Montage dieser Energiespeichersysteme mussten Lösungen zur stückzahlgerechten Automatisierung entwickelt werden, um auf wachsende Produktionsanforderungen sowie Produktänderungen reagieren zu können. Zur Flexibilisierung der Modulmontage wurde ein modulares Montagesystem entworfen, virtuell mittels 3D-Simulation abgesichert und als Versuchszelle am *iwb* aufgebaut. Das zentrale Element der Montagezelle ist ein sensibler Leichtbauroboter (LBR), der alle Handhabungs- und Montagevorgänge



Versuchszelle zur Modulmontage am *iwb*

übernimmt. Um den Anforderungen der Handhabung verschiedenartiger Bauteile zu begegnen, wurden innovative Greiferlösungen entwickelt.

Ableiter und Zellhalter werden nun von einem Universalgreifer transportiert, der als kombinierter Backen-Sauggreifer beide Bauteile in unterschiedlichen Varianten und Formaten handhaben kann. Für die Platzierung der Zellen wurde ein variabler Zellgreifer realisiert, der über drei zueinander positionierbare Sauger verfügt. Um die Qualität der verbauten Zellen zu prüfen, müssen deren Spannungen sowie Impedanzen gemessen werden. Hierfür wurde eine Inline-Vermessungsstation entwickelt, mit welcher nur intakte Zellen verbaut werden und mit der im Fehlerfall automatisiert nachgearbeitet werden kann. Die Versuchszelle kam



Kombinierter Backen-Sauggreifer zur Handhabung der Zellhalter

als Messedemonstrator unter anderem auf der Automatica 2016 sowie dem Produktionskongress 2016 in München zum Einsatz.

### **Kontaktieren der Batteriezellen**

Für die Kontaktierung der Rundzellen zu Batteriemodulen bietet sich aufgrund des geringen Energieeintrags bei gleichzeitig geringer Prozesszeit der Einsatz von gepulster Laserstrahlung an. Im Rahmen des Projektes wurden am *iwb* Parameterstudien durchgeführt, um reproduzierbare Einschweißiefen zu erreichen. Die thermische Beschädigung der Zellen ab einer Temperatur von 60 °C stellte allerdings eine kritische Randbedingung für die Kontaktierung dar. Da die Schweißreihenfolge beim gepulsten Schweißen beliebig auf mehrere Zellen verteilt werden kann, entstehen Pausenzeiten, welche eine Reduktion der Maximaltemperatur

---

## **NEUE MITARBEITER/-INNEN**

### **Garching**

- Philipp Bauer, M. Sc.
- Michael Breuer
- Andreas Hofer, M. Sc.
- Verena Hammerschmidt
- Ajinka Methar, M. Sc.
- Michael Milde, M. Sc.
- Valerie Scharmer, M. Sc.
- Christian Stadter, M. Sc.
- Christian Wunderling, M. Sc.

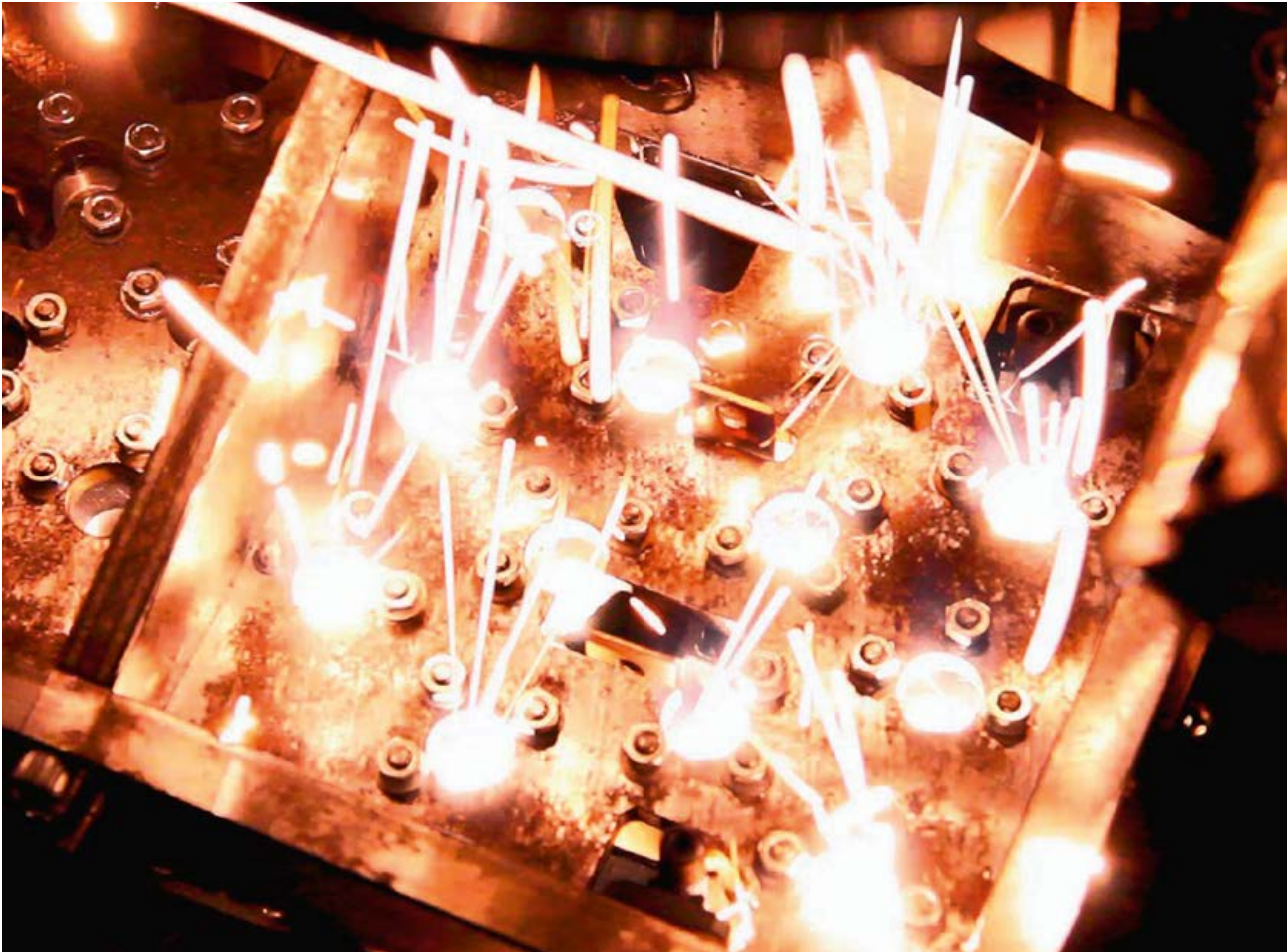
## **AUSGESCHIEDENE MITARBEITER/-INNEN**

### **Garching**

- Dipl.-Ing. Mareile Dörge
- Dipl.-Ing. Clemens Marder
- Marco Ulrich, M. Sc.
- Dipl.-Ing. Thomas Knoche
- Dipl.-Ing. Johannes Schmalz
- Michael Wildgruber

### **Augsburg**

- Dipl.-Ing. Univ. Michael Jelinek
  - Dipl.-Päd. Univ. Eva Kern
-



Kontaktieren der Zellen mittels gepulster Laserstrahlung

auf Werte unterhalb des kritischen Bereichs ermöglichen. Unter Verwendung dieser Strategie konnten die Zellen angebonden und die elektrische Funktionsfähigkeit des Zellverbunds nachgewiesen werden.

### Dank

Das Forschungsprojekt „EEBatt“ wurde vom Bayerischen Staatsministerium für Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie (StMWi) gefördert. Wir danken dem StMWi für die hervorragende Unterstützung. Als Partner waren das Bayerische Zentrum für Angewandte Energieforschung (ZAE) und die VARTA Storage GmbH beteiligt. Zusammen mit der KWH Netz GmbH wurden die Ergebnisse des Forschungsprojektes umgesetzt und evaluiert. Des Weiteren danken wir unserer ehemaligen Kollegin Carola Zwicker für ihren außergewöhnlichen Einsatz als Projektleiterin von „EEBatt“.

### Weitere Informationen

[www.iwb.mw.tum.de/eebatt](http://www.iwb.mw.tum.de/eebatt)



**Till Günther, M. Eng.**

Themengruppe  
Montagetechnik und Robotik



**Patrick Schmitz, M. Sc.**

Themengruppe  
Füge- und Trenntechnik



**Cosima Stocker, M. Eng.**

Themengruppe  
Montagetechnik und Robotik



# Oberflächentechnologien für moderne Lithium-Ionen-Akkus

**SurfaLIB**

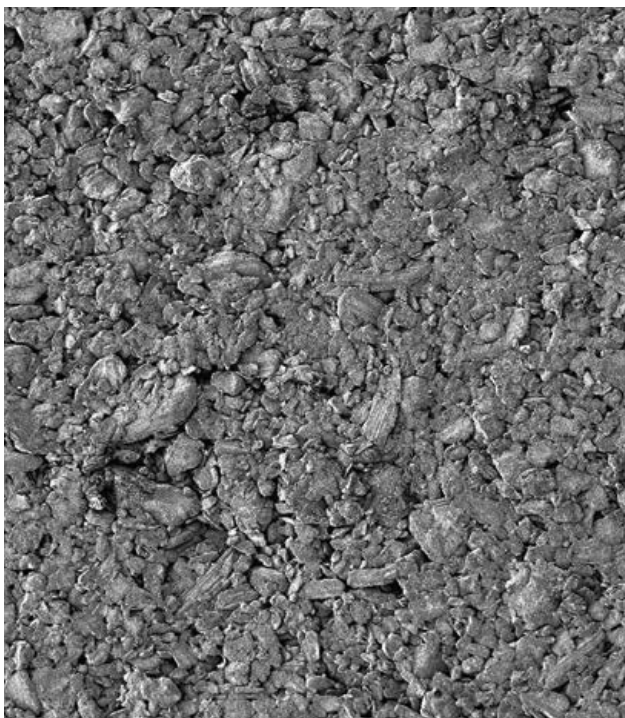
Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

**Lithium-Ionen-Akkus sind der Energiespeicher der Zukunft. Doch wie lassen sich Zelleigenschaften, wie Energiedichte oder Schnellladefähigkeit, weiter verbessern? Im Projekt „SurfaLIB“ wird untersucht, wie Oberflächentechnologien dazu beitragen können.**

Nicht nur in Smartphones, Tablets und Kameras kommen Lithium-Ionen-Akkus zum Einsatz, sondern auch in Elektrofahrzeugen und Energiespeichern für die heimische Solaranlage. Doch gerade für den Durchbruch der Elektromobilität sind technologische Fortschritte nötig. Noch ist die speicherbare Energie pro Volumen zu gering und das Laden der Akkus



Mikroskopaufnahme der Oberfläche einer Graphit-Elektrode

nimmt zu viel Zeit in Anspruch. Aber wie lassen sich diese Eigenschaften verbessern, ohne die Sicherheit und Lebensdauer negativ zu beeinflussen?

## **Von wegen oberflächlich!**

Lithium-Ionen-Akkus bestehen aus Elektroden, die durch ionendurchlässige Schichten voneinander getrennt sind. In dieser Sandwichkonstruktion laufen Ladungs- und Massetransportprozesse über die Oberfläche der Elektroden ab. Die Geschwindigkeit dieser Prozesse definiert wichtige Eigenschaften des Akkus. Die Beschaffenheit der Oberfläche der Elektroden ist demnach ein Schlüsselfaktor für einen leistungsfähigen Energiespeicher.

## **Laser, Plasma, Galvanik**

Doch wie müssen die Elektrodenoberflächen aussehen, damit der Ladungstransport optimal abläuft? Und wie können solche Oberflächen gefertigt werden? Diesen Fragen wird im Projekt „SurfaLIB“ mit einem Konsortium aus Forschung und Industrie auf den Grund gegangen. Dabei werden unterschiedliche Technologien untersucht: von der galvanischen Oberflächenmodifikation der Stromkollektorfolien über die Aktivierung der Elektroden mit Unterdruckplasma zur schnelleren Elektrolytaufnahme bis hin zur Laserstrukturierung der Aktivmaterialschichten, die eine Verbesserung der Ionen-Diffusion zum Ziel hat. Hier bringt das *iwb* seine Erfahrungen im Bereich der Lasertechnik ein. Auf Basis der Expertise in der Produktion von Lithium-Ionen-Akkus sollen die Technologien nicht nur im Labormaßstab erforscht, sondern auch unter serienähnlichen Bedingungen erprobt werden.

## **Dank**

Im Namen aller beteiligten Projektpartner bedanken wir uns beim Bundesministerium für

Wirtschaft und Energie für die Förderung sowie beim Projektträger Jülich für die administrative und fachliche Betreuung des Projekts.

### Weitere Informationen

[www.iwb.mw.tum.de/surfalib](http://www.iwb.mw.tum.de/surfalib)



**Nicolas Billot, M. Eng.**

Themengruppe  
Montagetechnik und Robotik



**Jan Bernd Habedank, M. Sc.**

Themengruppe  
Füge- und Trenntechnik

---

## TERMINE

### 28. Deutscher Montagekongress

München, 20. – 21. Juni 2017

### LASER World of PHOTONICS 2017

München, 26. – 29. Juni 2017

### 21. Augsburger Seminar für additive Fertigung

Augsburg, 20. Juli 2017

### EMO 2017

Hannover, 18. – 23. September 2017

### Tag der offenen Tür 2017

Garching, Oktober 2017

### Seminar „Rührreibschweißen: Anwendungen und Trends für die Zukunft“

Garching, 21. – 22. November 2017

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

---

---

## ABGESCHLOSSENE FORSCHUNGSPROJEKTE

### EEBatt – Dezentrale stationäre Batteriespeicher zur effizienten Nutzung erneuerbarer Energien und Unterstützung der Netzstabilität

Laufzeit: 01.01.2013 – 31.12.2016

Förderer: Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie

### Forschergruppe FOR1087: Simulation von Dämpfungseffekten in der gesamten Werkzeugmaschinenstruktur

01.01.2010 – 31.12.2016

Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)

### FOREL – Forschungs- und Technologiezentrum für ressourceneffiziente Leichtbaustrukturen der Elektromobilität

01.07.2013 – 31.12.2016

Förderer: Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

### SPP 1640/A6 Phase II – Bindemechanismen beim Rührreibschweißen von Mischverbindungen

01.01.2015 – 31.12.2016

Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)

### SPP 1480 „CutSim“ – Kopplung von analytischen und numerischen Modellen zur Simulation thermo-mechanischer Wechselwirkungen während der Fräsbearbeitung komplexer Werkstücke

01.01.2011 – 31.03.2017

Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)

### ExZellTUM – Exzellenz-Zentrum für Batterie-Zellen

01.08.2012 – 31.12.2015

Förderer: Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

### Transiente räumliche Reflexion der Laserstrahlung beim Laserstrahl-tiefschweißen (ReLaTis)

01.08.2013 – 29.02.2016

Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)

### Roboterbasierte, hochgenaue Qualitätssicherungssysteme (RoHoQ)

01.12.2012 – 30.06.2016

Förderer: Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie

---

# Schweißen von Kupferwerkstoffen mit grüner Laserstrahlung

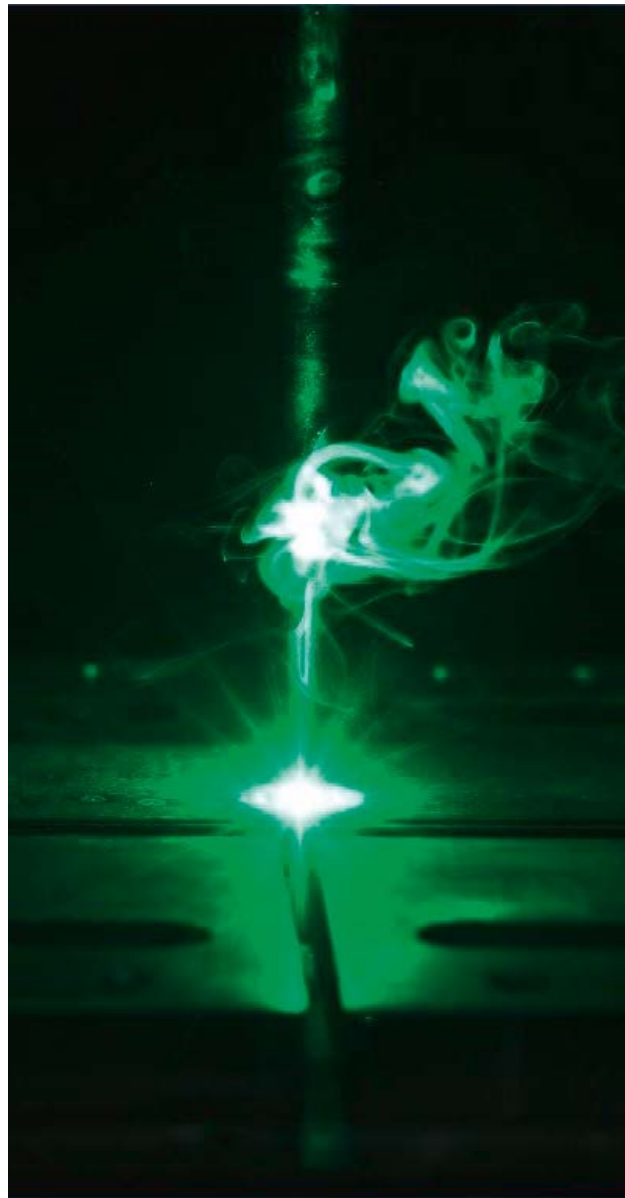
Anhand innovativer Systemtechnik soll die Prozesseffizienz und die Schweißnahtqualität beim Laserstrahlschweißen von Kupferwerkstoffen gesteigert werden. Hierzu werden mit einer Strahlquelle im grünen Wellenlängenbereich am *iwb* Grundlagenversuche durchgeführt.

## Entwicklung einer grünen Strahlquelle

Das Laserstrahlschweißen von Kupfer stellt aufgrund der physikalischen Eigenschaften dieses Werkstoffes eine echte Herausforderung dar. Neben der großen Wärmeleitfähigkeit ist der geringe Absorptionsgrad besonders problematisch. Dieser beträgt bei infraroter Laserstrahlung (1030 nm) für Kupfer weniger als 5 %, bei grüner Laserstrahlung (515 nm) liegt er jedoch bei ca. 35 %. Um diesen Vorteil der erhöhten Absorption zu nutzen, soll in diesem Projekt eine im grünen Wellenlängenbereich emittierende Strahlquelle entwickelt werden, mit welcher eine Ausgangsleistung von bis zu 1,5 kW im Dauerstrichmodus möglich ist. Durch einen angepassten Schweißprozess mit grüner Laserstrahlung werden reproduzierbare Schweißergebnisse erwartet – trotz unterschiedlicher Oberflächenbeschaffenheit des Ausgangsmaterials.

## Bewertung des Schweißprozesses und der Schweißnähte

Zur Bewertung der Prozesseffizienz sollen Querschliffe verwendet werden, um aus der Nahtquerschnittsfläche auf den Prozesswirkungsgrad schließen zu können. Neben der Prozesseffizienz wird die Schweißnahtqualität überwacht, indem eine auf automatischer Bildverarbeitung basierende Online-Prozessüberwachung entwickelt wird. Anhand von Hochgeschwindigkeitsaufnahmen soll man somit nicht nur auf die Anzahl und Größe der Spritzer schließen können, es sollen auch



Materialbearbeitung mit einem grünen Laserstrahl  
(Quelle: TRUMPF Laser GmbH)

unterschiedliche Mechanismen der Spritzerbildung identifiziert werden.

## Anwendung der grünen Strahlquelle

Das gewonnene Prozessverständnis soll auf Demonstratorbauteile, wie z. B. Elektromotoren und Vakuum-Schaltröhren, angewandt werden. Diese werden durch die Projektpartner Siemens AG und Continental TEMIC Automotive Electric

Motors GmbH identifiziert und die Applikationsprozesse werden entsprechend umgesetzt. Somit wird das Laserstrahlschweißen mit grüner Laserstrahlung an industriell relevanten Anwendungsfällen erprobt.

### Dank

Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 13N13916 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.

### Weitere Informationen

[www.iwb.mw.tum.de/prolasku](http://www.iwb.mw.tum.de/prolasku)



**Andreas Ganser, M. Sc.**

Themengruppe  
Füge- und Trenntechnik



**Dipl.-Ing.  
Martin Haubold**

Themengruppe  
Füge- und Trenntechnik

---

## NEUE FORSCHUNGSPROJEKTE

### **CyMePro – Cyber-Physische Messtechnik zur 3D-Digitalisierung in der vernetzten Produktion**

01.09.2016 – 31.08.2019

Förderer: Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie

### **Kopernikus-Projekte für die Energiewende: SynErgie – Synchronisierte und energieadaptive Produktionstechnik zur flexiblen Ausrichtung von Industrieprozessen auf eine fluktuierende Energieversorgung**

01.09.2016 – 31.08.2019

Förderer: Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

### **SurFaLIB – Verbesserte Lithium-Ionen-Batterien durch Modifikation der Elektrodenoberflächen**

01.10.2016 – 30.09.2019

Förderer: Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

### **FOREL 2 – Forschungs- und Technologiezentrum für ressourceneffiziente Leichtbaustrukturen der Elektromobilität 2**

01.12.2016 – 30.11.2019

Förderer: Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

### **ProLasKu – Steigerung der Prozesseffizienz und der Schweißnahtqualität beim Laserstrahlschweißen von Kupferwerkstoffen durch innovative Systemtechnik**

01.12.2016 – 30.11.2019

Förderer: Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

### **FORobotics – Mobile, ad-hoc kooperierende Roboterteams**

01.01.2017 – 31.12.2019

Förderer: Bayerische Forschungsförderung

### **Bindemechanismen beim Rührreißschweißen von Mischverbindungen (SPP1640/A6 – Projektphase 3)**

01.01.2017 – 31.12.2018

Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft

### **FSW-Leg – Synthese von Nicht-Gleichgewichts-Legierungen durch Rührreißschweißprozesse**

01.03.2017 – 28.02.2019

Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft

### **Bindemechanismen beim Rührreißschweißen von Mischverbindungen (SPP 1640 – Projektphase 2)**

01.03.2015 – 28.02.2017

Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)

### **FELIZIA**

01.01.2016 – 31.12.2018

Förderer: Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

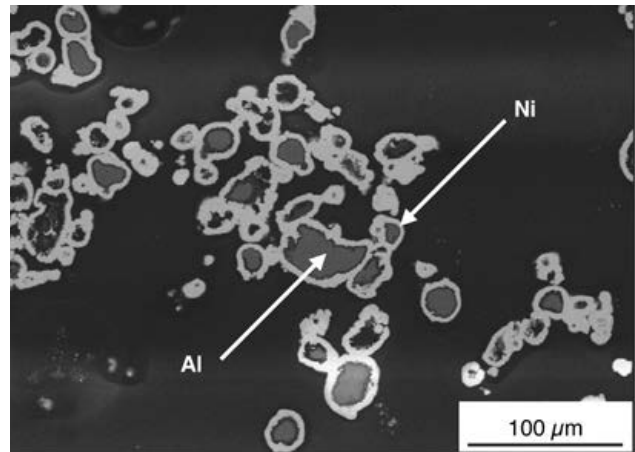
# Reaktive Mikropartikel als innovative Wärmequelle für das thermische Fügen

Ein vielversprechender Ansatz in der Produktionstechnik zur Herstellung von Verbunden aus artgleichen und artfremden Werkstoffen ist das Fügen mittels reaktiver Systeme. Diese Systeme besitzen die Eigenschaft, in einer exothermen Reaktion miteinander zu reagieren. Zwischen zwei Fügepartnern kann die entstehende Reaktionsenergie gezielt genutzt werden, um eine stoffschlüssige Fügeverbindung herzustellen. Im Rahmen eines innovativen Forschungsansatzes werden am *iwb* reaktive Pulverwerkstoffe erforscht, welche eine formflexible und anpassbare Wärmequelle für das thermische Fügen darstellen.

## Reaktive Systeme

Wichtige Anforderungen in der Füge-technik, wie die Gewährleistung geforderter Verbindungseigenschaften oder geringe thermische und mechanische Belastungen der Fügepartner, erfordern angepasste Füge-technologien. Ein vielversprechender Ansatz sind sogenannte reaktive Systeme.

Diese Stoffsysteme bestehen aus mindestens zwei Komponenten und besitzen die besondere Eigenschaft, nach Einbringung einer definierten Aktivierungsenergie in einer exothermen Verbrennungsreaktion miteinander zu reagieren. Der Grad der Exothermie ist von der stöchiometrischen Zusammensetzung der Reaktanten abhängig. Ein Stoffsystem, welchem besondere Bedeutung zukommt, ist das System aus Nickel (Ni) und Aluminium (Al). Dieses bildet als Reaktionsprodukt Nickel-Aluminide aus, welche sich durch gute mechanisch-technologische Eigenschaften, wie eine geringe Dichte und einen hohen Schmelzpunkt, auszeichnen und sich für den Einsatz bei Leichtbauwerkstoffen eignen. Kommerziell sind reaktive Systeme derzeit ausschließlich als sogenannte



Rasterelektronenmikroskop-Aufnahme nasschemisch synthetisierter Ni-Al-Mikropartikel

Multischichtfolien erhältlich. Im fügetechnischen Kontext sind diese jedoch mit Nachteilen behaftet, wie zum Beispiel einem spröden Materialverhalten oder der Beschränkung auf ebene Fügeflächen.

## Zielsetzung

Am *iwb* werden die vorteilhaften Reaktions-eigenschaften reaktiver Systeme in einem fertigungstechnisch flexiblen Format, nämlich als Pulver aus Partikeln in Mikrometergröße, untersucht. Das Ziel des Forschungsvorhabens ist es, das Aktivierungs- und Reaktionsverhalten reaktiver Mikropartikel zu charakterisieren und auf dieser Basis den Einsatz in der Füge-technik zu ermöglichen.

## Vorgehen und erste Ergebnisse

Zum Erreichen der Zielsetzung steht zunächst die Synthese reaktiver Mikropartikel im Fokus der Untersuchungen. Um Mikropartikel zu erhalten, welche als Mikroreaktoren agieren können, werden sogenannte Kern-Hülle-Strukturen in einem zweistufigen, nasschemischen Verfahren synthetisiert.

Im Anschluss daran wird das Aktivierungs- und Reaktionsverhalten untersucht, indem

die synthetisierten Mikropartikel mittels des Eintrags von elektromagnetischer Strahlung aktiviert werden. Die Zusammensetzung der Kern-Hülle-Strukturen wie auch der Eintrag der Aktivierungsenergie ermöglichen es, Einfluss auf das Reaktionsverhalten zu nehmen. Somit können die reaktiven Mikropartikel an die spezifischen Fügeaufgaben angepasst werden.

### Ausblick

Die fortwährende Charakterisierung der Einzeleffekte und Wirkzusammenhänge zwischen reaktiven Mikropartikeln und elektromagnetischer Strahlung erlaubt zukünftig fundierte Rückschlüsse auf die Einsatzmöglichkeiten in der Fügechnik.

### Dank

Dieses Forschungs- und Entwicklungsprojekt wird mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) im Rahmenkonzept „Innovationen für die Produktion, Dienstleistung und Arbeit von morgen“ mit Mitteln aus dem Energie- und Klimafond gefördert (Förderkennzeichen 02P16Z010–02P16Z014) und vom Projektträger Karlsruhe (PTKA) betreut. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei der Autorin.



**Sandra Schreiber, M. Sc.**

Themengruppe  
Füge- und Trenntechnik

---

## IWB FORSCHUNGSBERICHTE

### Andreas Roth

Modellierung des Rührreißschweißens unter besonderer Berücksichtigung der Spalttoleranz  
(Utz Verlag, Bd. 327)

### Harald Krauss

Qualitätssicherung beim Laserstrahlschmelzen durch schichtweise thermografische In-Process-Überwachung  
(Utz Verlag, Bd. 325)

---

# Automatisierte, rechnergestützte Generierung von Ordnungsstrecken

**Vibrationswendelförderer sind die meistverwendeten Systeme zur automatisierten Vereinzelung und Zuführung von Schüttgut. Zur Verbesserung der derzeit manuellen Entwicklung werden am *iwb* Methoden zur Simulation erforscht. Das Ziel ist, eine automatisierte, rechnergestützte Generierung von Ordnungsstrecken auf Basis der Physiksimulation zu ermöglichen.**

### Motivation

Die Zuführtechnik verursacht bis zu 50 % der Gesamtbetriebskosten einer automatisierten Produktionsanlage und ist durchschnittlich für 40 % bis 90 % aller Betriebsstörungen



Detailansicht der Ordnungsstrecke eines Vibrationswendelförderers

verantwortlich. Dabei zählen Vibrationswendelförderer (VWF) zu den am häufigsten verwendeten Systemen bei der automatisierten

Kleinteilezuführung. Sie nehmen ungeordnetes Schüttgut auf, vereinzeln dieses und sortieren es mithilfe von Ordnungsschikanen (OS).

Bisher werden VWF von erfahrenen Spezialisten entwickelt, ausgelegt und mittels experimenteller Versuchsreihen optimiert. Dieser Prozess ist zeit- und ressourcenintensiv, zudem ist die Qualität der Ergebnisse stark von personengebundenem Erfahrungswissen abhängig. Insbesondere OS müssen für jedes zu fördernde Werkstück individuell entwickelt und getestet werden.

### Zielsetzung

Aus diesen Gründen werden am *iwb* Methoden zur Simulation des Förderprozesses erforscht, welche die automatisierte Generierung von OS mithilfe der Physiksimulation ermöglichen. Ziel ist es, die zur Auslegung von OS notwendige Zeit, Ressourcen und Erfahrungswissen zu reduzieren. Gleichzeitig soll der wirtschaftliche Vergleich von Lösungsalternativen ermöglicht werden. Zu diesem Zweck soll ein Algorithmus entwickelt werden, der ausgehend von den mechanischen Eigenschaften des Förderguts funktionsfähige OS generiert.

### Vorgehen

Mithilfe der Physiksimulation wird untersucht, wie sich Fördergut im VWF bei Änderungen an der Schikanenoberfläche verhält. Dazu werden zunächst konventionelle Schikanengeometrien modelliert und simulativ mit Fördergut beschickt. Während der Simulation des Fördervorgangs werden Daten wie Ort, Geschwindigkeit und Beschleunigung der geförderten Elemente erfasst und gespeichert. Zusammen mit werkstückspezifischen Daten wie Masse und Masenträgheitsmoment werden diese Daten analysiert und in heuristischen Algorithmen hinterlegt. Daraus kann abgeleitet werden, welche Topologieänderungen vorgenommen werden müssen, um eine gewünschte Umorientierung der geförderten Werkstücke zu erreichen. Damit würde die automatisierte Auslegung von Ordnungsschikanen möglich.



**Cosima Stocker, M. Eng.**

Themengruppe  
Montagetechnik und Robotik

## Engineer your Career: Das *iwb*-Traineeprogramm

**2015 wurde am *iwb* ein neues Traineeprogramm ins Leben gerufen. Die ersten Trainees haben das Programm inzwischen erfolgreich durchlaufen und starten nun als bereits eingearbeitete wissenschaftliche Mitarbeiter /-innen am *iwb*.**

Wie in der Industrie schafft auch das Traineeprogramm am *iwb* einen gelungenen Übergang vom Studium zum Berufsleben eines wissenschaftlichen Mitarbeiters oder einer wissenschaftlichen Mitarbeiterin. Die Studierenden

bekommen innerhalb von zwei Jahren einen umfassenden Einblick in die Arbeitsweisen, Aufgabenbereiche und Aktivitäten am *iwb*. Das Programm erfreut sich großer Beliebtheit, was an den über 40 Bewerbungen zu sehen ist, die jedes Jahr auf die fünf zu vergebenden Plätze eingereicht werden.

### Randbedingungen

Jeder Trainee muss Aufgaben aus den Kernbereichen wissenschaftliches Arbeiten, d.h. Lehre, Industrieprojekte sowie Öffentlichkeitsarbeit

absolvieren. Die Master's Thesis muss am *iwb* oder an einem Partnerinstitut im Ausland angefertigt werden. Jeder Trainee bekommt hierfür einen festen, vollwertig ausgestatteten Arbeitsplatz und eine erfahrene Person für das Mentoring zur Seite gestellt. Durch die vielseitigen Aufgaben erfolgt eine optimale Vorbereitung auf die sich direkt anschließende Promotion am *iwb*.

### Gemeinschaftsprojekte

Neben den fachlichen Aufgaben wird der Zusammenhalt der Trainees durch Gemeinschaftsprojekte gefördert. Im ersten Jahrgang entschieden sich die Trainees, einen Tischkicker zu konstruieren und unter Verwendung der am *iwb* zur Verfügung stehenden Fertigungsverfahren auch selbst herzustellen. Das Gemeinschaftsprojekt des zweiten Jahrgangs, welches in wenigen Monaten fertiggestellt werden soll, ist ein Süßigkeitenautomat. Es ist zu erwarten, dass auch dieser ein voller Erfolg wird!



Trainee-Jahrgang 2015



**Robin Kleinwort, M. Sc.**

Themengruppe  
Werkzeugmaschinen



**Valerie Scharmer, M. Sc.**

Themengruppe  
Werkzeugmaschinen

### Impressum

Der *iwb* newsletter erscheint vierteljährlich und wird herausgegeben vom **Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften (*iwb*)** Fakultät für Maschinenwesen Technische Universität München Boltzmannstraße 15 85748 Garching bei München [www.iwb.mw.tum.de](http://www.iwb.mw.tum.de)

ISSN 1434-324X (Druck-Ausgabe)  
ISSN 1614-3442 (Online-Ausgabe)

Redaktion:  
Tanja Mayer, Fkfr. Marketing

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

Verlag:  
Herbert UTZ Verlag GmbH  
Adalbertstraße 57, 80799 München

Natürlich gedruckt auf chlorfrei gebleichtem Umltpapier.

Weitere Informationen erhalten Sie unter:  
[www.iwb.mw.tum.de/iwbnewsletter](http://www.iwb.mw.tum.de/iwbnewsletter)