

# topics

wbk Frühjahrstagung • BMBF-Projekt SMiLE • Höchstpräzise Mikrozerspanung • SIP-Studie

## Editorial

Liebe Freunde und Partner des wbk,

in dieser Ausgabe unseres Newsletters berichten wir von der zurückliegenden Frühjahrstagung, die sich dem Thema „Wertschöpfung in China“ widmete. Namhafte Vertreter aus der Industrie und von unseren Partnerinstituten in China, dem GAMI und dem AMTC nutzten die gut besuchte Veranstaltung zu einem regen Erfahrungsaustausch.

Seit September 2014 ist das BMBF-Projekt „SMiLE“ am Start, das die Multi-Material-Integration großserientauglicher Produktionsprozesse im Sinne eines effizienten Leichtbaus in der Automobilfertigung vorantreibt.

Unser Beitrag aus der Fertigungs- und Werkstofftechnik zeigt die Herausforderungen der Ultrapräzisionszerspanung sensibler Werkstoffe, beispielsweise für minimalinvasive Operationen, die nun

mit neuester Technik zukunftssicher vorangebracht werden sollen.

Und schließlich möchten wir Sie auf unsere aktuelle Studie hinweisen, die das Potenzial industrieller Synergien zwischen Deutschland und China analysiert.

Wir wünschen Ihnen eine spannende Lektüre

*Ihr wbk-Team*

## wbk-Frühjahrstagung 2015

Unter dem Thema „Wertschöpfung in China“ fand am 26. März 2015 die diesjährige wbk-Frühjahrstagung statt. In vielseitigen Fachvorträgen wurden Strategien zur Nutzung der Chancen und zum Umgang mit den Herausforderungen entlang der gesamten Wertschöpfungskette in China vorgestellt – vom Lieferantenmanagement über Produktionsstrategien bis hin zur Anpassung von Produkt und Produktion an den lokalen Markt.

In seinem Auftaktvortrag berichtete Alexander Dahm, Vice President - Final Assembly and Integration A320 Family Programme, über die Wertschöpfung in China aus Sicht des Flugzeugbauers AIRBUS und teilte dabei seine Erfahrungen bezüglich des Aufbaus einer Endmontagelinie in Tianjin mit. Stefan Ruhrmann stellte als Geschäftsführer des Global Advanced Manufacturing Institute (GAMI) des wbk die Angebote zur Unterstützung deutscher Unternehmen in China vor und stellte dabei heraus, wie diese Operational Excellence erreichen können. Die Bedeutung eines effektiven Qualitäts- und Lieferantenmanagements für ein international erfolgreiches Unternehmen zeigte Dr. Siegfried Beichter, Leiter des Qualitätsmanagements der Würth Gruppe, auf. Darüber hinaus stellte er das ResQ-Projekt vor, welches auf die Steigerung der Ressourceneffizienz des gesamten Wertschöpfungsnetzwerks durch die nachhaltige Qualifizierung chinesischer Lieferanten abzielt und gemeinsam mit dem GAMI durchgeführt wurde.

Inwieweit ein skalierbarer Automatisierungsgrad die Wettbewerbsfähigkeit eines Unternehmens positiv beeinflusst, erklärte Dr. Hubert Oebels, Leiter der Fertigungstechnik im Geschäftsbereich Electrical Drives der Robert Bosch GmbH, am Beispiel der Entwicklung von Bosch in China. Vor diesem Hintergrund unterstützt Bosch den Aufbau der „Lernfabrik Globale Produktion“ am wbk, die Studierenden und Industriepartnern als Aus- und Weiterbildungsplattform dienen wird.

Über die Chancen und Felder der Zusammenarbeit zwischen deutschen und chinesischen Unternehmen referierte Prof. Steffen Kinkel und stellte die Ergebnisse einer Studie dar, die gemeinsam mit dem wbk und dem GAMI durchgeführt wurde. Als Schlussfolgerung aus einer Online-Umfrage und Expertengesprächen hielt er fest, dass großes Potenzial für eine Zusammenarbeit vor allem im Bereich der Umwelt-, Wasser-, und Energietechnologien sowie in der E-Mobilität und der Automatisierungstechnik liegt.

Prof. Weimin Zhang stellte als stellvertretender Direktor des Advanced Manufacturing Technology Center (AMTC) des wbk die aktuelle Situation des Maschinen- und Anlagenbaus in China und das politische Ziel einer voranschreitenden Industrialisierung dar. Dr. Markus Klaißer, Technischer Geschäftsführer der Schunk GmbH & Co.KG, zeigte eine Produktstrategie für China mit Produktvorzugsreihen mit wesentlichen Funktionen und bestem Preis-Leistungs-Verhältnis

auf. Abgerundet wurde die Vortragsreihe mit einer Projektvorstellung von Emanuel Moser (wbk), der am Beispiel eines Mittelständlers aufzeigte, dass durch eine frühzeitige Identifikation von Wandlungstreibern und einer Bewertung von Handlungsalternativen ein globales Produktionsnetzwerk strategisch geplant und dynamisch optimiert werden kann.

Im Anschluss an die Fachvorträge wurden die Inhalte der Tagung angeregt durch Leitfragen von Prof. Gisela Lanza diskutiert. Vorwiegend waren die Teilnehmer der Meinung, dass China in Zukunft für deutsche Unternehmen an Bedeutung zunehmen wird und zwar nicht nur als Absatzmarkt, sondern auch in den Bereichen Produktion, Beschaffung, sowie Forschung und Entwicklung. Rund 90 % der Teilnehmer erwarten, dass sie ihre Produkte in Zukunft lokal anpassen werden, und sehen die Marktbedürfnisse als wesentliche Treiber hierfür.

### **Ansprechpartner:**

*Dipl.-Wirt.-Ing. Tobias Arndt M. Sc.*

*E-Mail: tobias.arndt@kit.edu*

*M.Sc. Jens Bürgin*

*E-Mail: jens.buergin@kit.edu*

*Telefon: +49 721/608-44297*

# Automatisierung von Subpreform-Montage und Insertintegration

## Motivation

Bei der Konstruktion neuer Fahrzeuge wird aufgrund von Ressourceneffizienz und Fahrdynamik eine Reduktion des Fahrzeugesamtgewichts immer wichtiger. Besonders für die Elektromobilität ist ein effizienter Leichtbau entscheidend. Da hier Batterien das Gesamtgewicht des Fahrzeugs maßgeblich beeinflussen, muss in den verbleibenden Fahrzeugstrukturen Gewicht eingespart werden. Gleichzeitig herrscht im Bereich der Großserie ein sehr hoher Kostendruck. Es gibt daher in der Automobilindustrie einen großen Bedarf an kostengünstigen Leichtbaulösungen für den Serieneinsatz. Diese angestrebte Kostenreduzierung ist nur durch eine konsequente Automatisierung der Prozesskette zu erreichen. Effektiv wird Leichtbau allerdings erst dann, wenn das richtige Material an der richtigen Stelle eingesetzt wird. Hierfür ist es notwendig Strukturen aus unterschiedlichen Materialien wirtschaftlich und automatisiert verbinden zu können und so ein Multi-Material-Design (MMD) zu ermöglichen.

projekts an der Weiterentwicklung der Werkstoff- und Prozesstechnologie endlosfaserverstärkter Duromere beteiligt.

## Automatisierung von Subpreform-Montage und Insertintegration

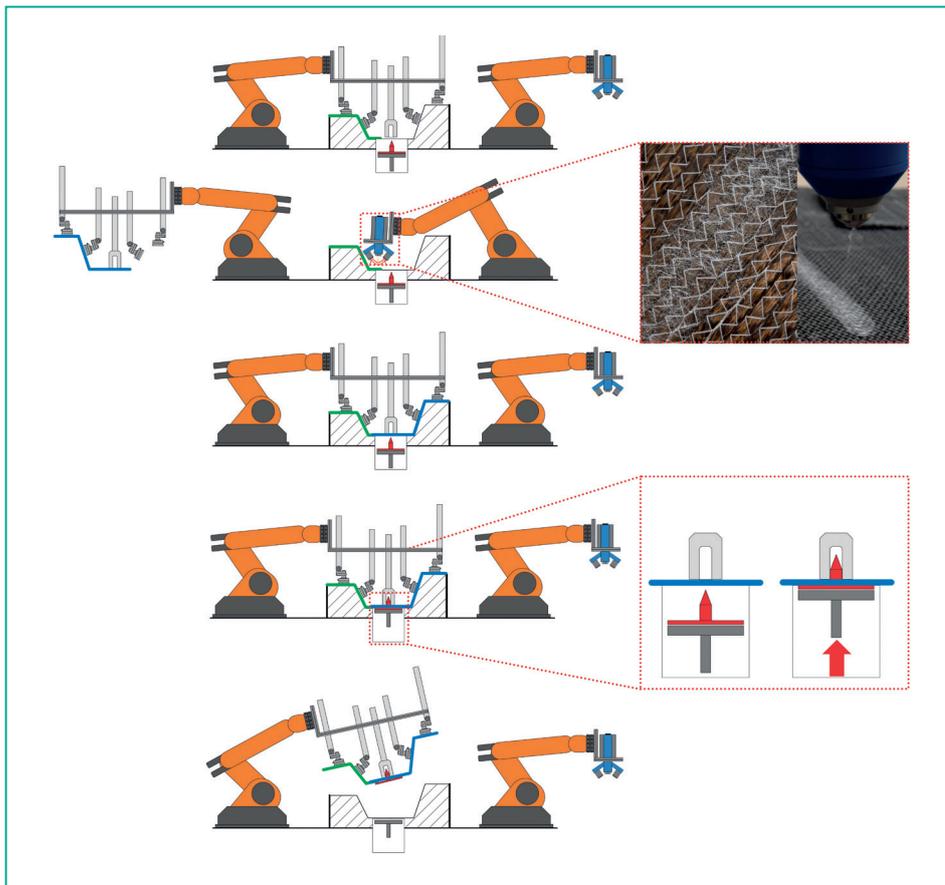
Für den Einsatz von faserverstärkten Kunststoffen (FVK) in der Großserie ist es notwendig, den Automatisierungsgrad entlang der Prozesskette weiter zu erhöhen. Innerhalb dieser Prozesskette werden aus Kohlefaserhalbzeugen sogenannte Subpreforms erstellt. Diese Subpreforms stellen einen Teil der Geometrie des späteren fertigen Bauteils dar und müssen vor der Infiltration mit Harz fest miteinander verbunden werden. Geometrie und Materialien erzeugen dabei Randbedingungen, die bei der Auswahl einer Verbindungstechnologie zu beachten sind. Aufgrund dieser Bedingungen wurden bereits eine Anzahl verschiedenster Technologien betrachtet und eine vielversprechende Lösung identifiziert. Hierbei zeigte sich, dass vor allem die Hot-Melt-

bieten. Bedingt durch die Art des Auftrags besitzt der applizierte Binder bereits ein hohes Maß an thermischer Energie, abhängig in welcher Form er appliziert wird. Kann hierdurch eine zweite separate Aktivierung des Binders entfallen, ermöglicht dies eine sehr schnelle und somit serienhafte Montage von Subpreforms. Dies setzt eine enge Abstimmung von Handhabung und Applikationseinheit voraus. Die so herstellbaren Bauteile verfügen allerdings noch nicht über die Möglichkeit, mit anderen Komponenten verbunden zu werden und ein MMD zu erlauben. Dies wird erst durch mechanisch hochbelastbare und zugleich wirtschaftliche Verbindungselemente realisiert. Für die Erfüllung einer solchen Aufgabe haben sich integrierte Lasteinleitungselemente aus Metall, sogenannte Inserts, als effektive Lösung erwiesen. Zugleich ist die Automatisierung ihrer Einbringung innerhalb der Montage der Subpreforms integrierbar. Das Insert wird hierzu durch eine pneumatische Vorrichtung durch die Lagen der Preforms gedrückt. Die dabei auftretenden Prozesskräfte müssen mittels einer Fixierung aufgenommen werden, um eine Verformung zu verhindern. Diese Aufgabe kann durch die bereits notwendige Handhabungseinheit der Subpreform-Montage übernommen werden. Hierfür muss diese lediglich einige wenige Sekunden mehr an der Ablegeposition verharren.

## Ausblick

Im weiteren Verlauf geht es nun an die praktische Umsetzung der hier präsentierten Inhalte und somit an ihre Validierung. Es findet eine Zusammenführung der Konzepte in einer Anlage statt, wodurch gezeigt werden kann, ob ein höherer Automationsgrad erreichbar ist. Die praktische Umsetzung anhand eines Schikanebauteils wird zudem Defizite identifizieren und Optimierungen erkennen lassen.

*Automatisierungskonzept zur Einbringung von Lasteinleitungselementen während der Subpreform-Montage*



## Das BMBF-Projekt SMiLE

Dieser Herausforderung stellt sich das BMBF Forschungsprojekt SMiLE (Systemintegrativer Multi-Material-Leichtbau für die Elektromobilität). Ziel ist ein vertieftes Verständnis der Multi-Material-Design-Problematik vor dem Hintergrund großserientauglicher Prozesse für den effizienten Leichtbau. Das wbk Institut für Produktionstechnik ist innerhalb dieses Forschungs-

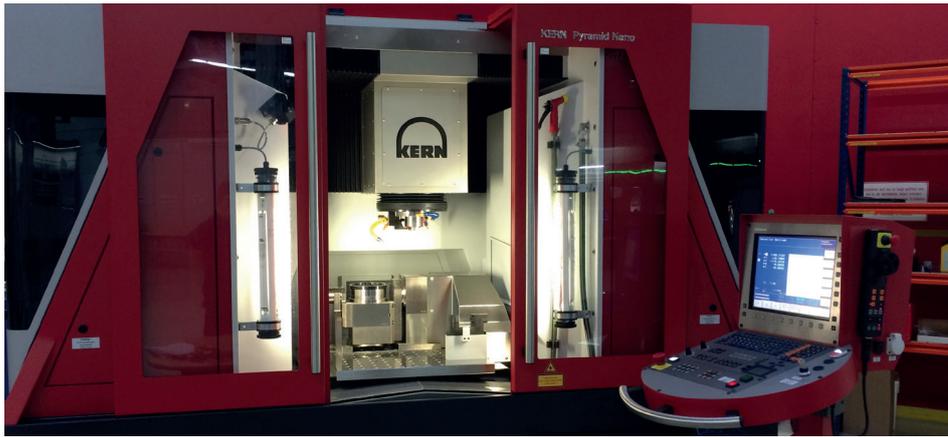
Applikation viel Potenzial für den Serieneinsatz bietet. Sie erlaubt auch bei dreidimensionalen Strukturen die Erzeugung von Verbindungsstellen, indem der Binder mittels Sprühauftrag auch auf schräge Flächen appliziert werden kann. Bei vielen binderbasierten Verbindungstechnologien ist nach der Applikation ein separater Aktivierungsprozess vorgesehen. Genau hier könnte die Hot-Melt-Technologie einen besonderen Vorteil

## Ansprechpartner:

*Dipl.-Ing. Jan Schwennen  
Telefon: +49 721/608-41674  
E-Mail: Jan.Schwennen@kit.edu*

*Dipl.-Ing. Fabian Ballier  
Telefon: +49 721/608-46019  
E-Mail: Fabian.Ballier@kit.edu*

# Höchstpräzise Mikrozerspanung



Die neu beschaffte Kern Pyramid Nano

Kleinste Bauteile und Systeme prozesssicher herzustellen, das war das Ziel des im Jahre 2000 installierten Sonderforschungsbereichs 499. Damals sollte die gesamte Prozesskette urgeformter Mikrobauteile und -systeme am KIT entwickelt werden. Das wbk Institut für Produktionstechnik agierte als zentrale Stelle zur Herstellung von Strukturen und Formeinsätzen für die nachgelagerten Prozessschritte. Die Untersuchungen begannen auf einer selbst entwickelten und aufgebauten Mikrofräsmaschine. 2001 wurde diese durch eine Kugler Micromaster MM2 ersetzt, damals eine der ersten kommerziell erhältlichen Ultrapräzisionsmaschinen. Damit konnten erstmals Werkstoffe bis ca. 62 HRC sowie höchst abrasive Werkstoffe, wie sie bspw. in der Raumfahrt Verwendung finden, auf wenige  $\mu\text{m}$  genau bearbeitet werden. Automatische Werkzeug- und Werkstückmesssysteme, wie sie heutzutage Stand der Technik sind, sowie effiziente 5-Achs Bearbeitung sind damit nur bedingt möglich. Dies wird erst mit der vor kurzem am wbk in Betrieb genommenen Kern Pyramid Nano möglich. Diese bildet eine höchstpräzise Maschinenbasis auf dem aktuellen Stand der Technik und neben modernster Messtechnik auch einen für die Ultrapräzisionszerspanung großen Bearbeitungsraum, effiziente 5-Achs-Bearbeitung sowie eine hohe Maschinendynamik.

## Mikrozerspanung am wbk Institut für Produktionstechnik

Während im Sonderforschungsbereich 499 der Schwerpunkt auf der Untersuchung stabiler Prozessfenster für die Bearbeitung urgeformter Bauteile bis 62 HRC lag, geht der aktuelle Trend bei Formeinsätzen, um die Haltbarkeit zu erhöhen, zu noch härteren Werkstoffzuständen. Aktuelle Untersuchungen zeigen jedoch, dass die Härte alleine noch keine Aussage zur Bearbeitbarkeit zulässt. Die zerspanende Bearbeitung gehärteter Stähle bei Härten  $> 60$  HRC mit Kleinstwerkzeugen  $< 1$  mm stellt die Fertigung, je nach zu fertigenden Strukturen und Prozessbedingungen, immer noch vor das Problem einer prozesssicheren Fertigung. Neben klassischen Themen, wie der Herstellung

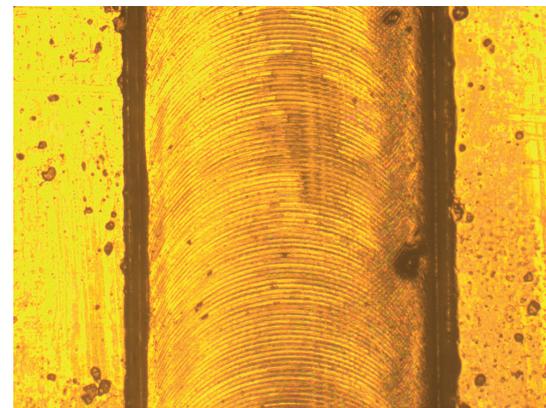
von Formeinsätzen, wird aktuell im Bereich temperaturempfindlicher Werkstoffe geforscht. Darunter fallen zum einen metallische Gläser und zum anderen Knochen als Anwendung aus der Medizintechnik. Metallische Gläser sind Legierungen, die nach dem Abschrecken während der Herstellung ein amorphes, d. h. glasartiges, Gefüge aufweisen. Aktuelle Legierungen können mehrere Millimeter dick sein. Die durch Gießen oder Selective Laser Melting (SLM) hergestellten Bauteile müssen aufgrund der hohen Oberflächenrauheit nachbearbeitet werden, um als Funktionsbauteile eingesetzt werden zu können. Die Herausforderung dabei ist, dass der Wärmeeintrag während des Fräsens, Erodierens oder Laserabtragens das Bauteil nicht über die Glasübergangstemperatur erwärmen



Bearbeitung von Rinderknochen für medizintechnische Anwendungen

darf, da das Material sonst kristallisiert und seine Eigenschaften negativ verändert werden. Um dies zu vermeiden, ist eine Optimierung der Prozessführung und -parameter notwendig. Bei der Fräsbearbeitung mit Kleinstwerkzeugen fällt auf, dass der Verschleiß, verglichen bspw. mit der Bearbeitung von Werkzeugstählen, deutlich höher ist und die Werkzeuge in der Folge bereits nach kurzer Zeit durch Bruch am Werkzeugschaft versagen. Ansätze

zur Erhöhung der Werkzeugstandzeit sind eine Optimierung der Prozesskinematik, bspw. mittels Trochoidalfräsen, sowie die Untersuchung des Einflusses verschiedener Werkzeugmaterialien. Ebenfalls zu den temperaturempfindlichen Materialien gehören Knochen. Während verschiedenster Operationen müssen Knochen von Chirurgen spanend bearbeitet werden. Hierbei ist es wichtig, medizinische Grenzwerte nicht zu überschreiten. Dazu gehört die im Knochen entstehende Temperatur, da ab einer bestimmten Temperatur, abhängig von der Einwirkzeit, im Knochen Zersetzungsprozesse beginnen. Diese führen u. a. zu einer schlechteren Anbindung von Implantaten zum Knochen und längeren Heilungsprozessen.



Die mit einem Fräser mit 0,5 mm Durchmesser hergestellte Nut in einem zirkonbasierten metallischen Glas

Das Problem eines stabilen Zerspanungsprozesses verschärft sich noch an schwer zugänglichen Stellen, da dort der verfügbare Bauraum negative Auswirkungen auf die Werkzeugsteifigkeit hat. Ein Beispiel hierfür sind minimalinvasive Operationen im HNO-Bereich. Für die Untersuchungen am Institut werden tierische Analogieknochen verwendet. Während der Versuche hat sich gezeigt, dass der Ansatz einer diskontinuierlichen Bearbeitung die resultierenden Kräfte signifikant senken kann, ohne den Knochen zu schädigen. Weitere Untersuchungen sollen den Spanbildungsprozess im Knochen nachvollziehbar machen, um zukünftig stabile Prozessfenster vorab bestimmen zu können.

Sowohl bei klassischen Themen, wie der Herstellung gehärteter Formeinsätze, als auch bei neuen Themen, wie der Bearbeitung temperaturempfindlicher Werkstoffe, gibt es weiterhin ungeklärte Fragestellungen, die mit der Kern Pyramid Nano effektiv und zukunftsicher angegangen werden können.

**Ansprechpartner:**  
Dipl.-Ing. Philipp Hoppen  
Telefon: +49 721/608-44015  
E-Mail: philipp.hoppen@kit.edu

# Studie zu industriellen Synergien zwischen dem Land Baden-Württemberg und dem Suzhou Industrial Park in China

## Einleitung

Hinsichtlich der zunehmenden Lokalisierung deutscher Unternehmen in China zur Erschließung des chinesischen Marktes stellt sich für deren Erfolg nicht nur die Frage, wie die unterschiedlichen Standortfaktoren in Deutschland und China ausgenutzt, sondern auch wie industrielle Synergien mit anderen Unternehmen an den lokalen Standorten generiert werden können. Um Unternehmen bezüglich solcher Fragestellungen zu unterstützen, gründete Prof. Lanza 2008 das Global Advanced Manufacturing Institute (GAMI) als Forschungs- und Industrieberatungsplattform des wbk in China. Im Jahr 2014 wurde gemeinsam von wbk, GAMI und der Hochschule Karlsruhe eine Studie zur Identifikation potenzieller industrieller Synergien zwischen dem Land Baden-Württemberg und dessen Partnerprovinz Jiangsu in China am Beispiel des Suzhou Industrial Park durchgeführt. Gefördert wurde die Studie durch das Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst Baden-Württemberg.

## Ansatz

Im Rahmen der Studie wurden die wirtschaftlichen Entwicklungen, die Industriestrukturen, Industriecluster und die Wissensinfrastrukturen des Landes Baden-Württemberg und des Suzhou Industrial Park analysiert und miteinander verglichen. Zur Identifikation

potenzieller industrieller Synergien wurde eine Online-Umfrage konzipiert, an der rund 270 baden-württembergische und 70 Unternehmen aus Suzhou teilnahmen. Ergänzend dazu wurden Interviews mit 25 Experten verschiedener Unternehmen und Organisationen aus Baden-Württemberg und Jiangsu durchgeführt.

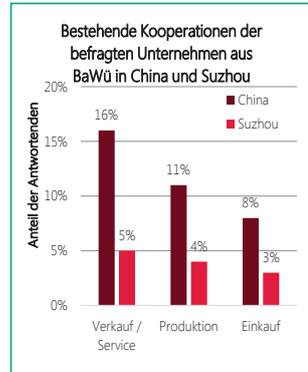
## Ergebnisse

Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass fast die Hälfte der antwortenden Unternehmen aus Baden-Württemberg bereits eine Produktionsstätte in China hat und dass einige bereits mit Unternehmen aus China und auch im Speziellen aus Suzhou kooperieren (Abbildung). Sowohl baden-württembergische als auch Unternehmen aus Suzhou fokussieren sich auf qualitativ hochwertige und innovative Produkte sowie deren Anpassung an Kundenbedürfnisse. Großes Potenzial für Kooperationen wird von beiden Seiten vor allem bezüglich der Umwelt- und der Energietechnologie erwartet, da China in diesen Bereichen vor Herausforderungen steht und von ausländischen Partnern lernen kann. Darüber hinaus sehen

Unternehmen aus Suzhou Möglichkeiten zur Kooperation in den Bereichen neue Materialien sowie Fertigungs- und Nanotechnologie, wogegen Unternehmen aus Baden-Württemberg in diesen Bereichen den stärksten Wettbewerb von chinesischer Seite erwarten.

Die gesamten Studienergebnisse finden Sie auf unserer Website unter: <http://www.wbk.kit.edu/2386.php>

Zur Unterstützung der Anbahnung und Durchführung von Kooperationen zwischen Unternehmen aus dem Land Baden-Württemberg und der Provinz Jiangsu wird in Kürze auch ein Kooperationsleitfaden auf unserer Website bereitgestellt werden.



## Ansprechpartner:

**M.Sc. Jan Hochdörffer**  
Telefon: +49 721/608-44297  
E-Mail: [Jan.Hochdoerffer@kit.edu](mailto:Jan.Hochdoerffer@kit.edu)

**M.Sc. Jens Bürgin**  
Telefon: +49 721/608-44013  
E-Mail: [Jens.Buergin@kit.edu](mailto:Jens.Buergin@kit.edu)

## Neueinstellungen



**Alexander Massold**  
Werkzeug- und Prozessauslegung für das Wälzschalen zum 01.02.2015



**Markus Schäfer**  
Leichtbaufertigung im Bereich Faser-Kunststoff-Verbunde zum 12.01.2015



**Marius Dackweiler**  
Automatisierte Leichtbaufertigung im Bereich Faserverbundkunststoffe zum 15.04.2015



**Eric Segebade**  
Zerspanprozesse zur Erzeugung tribologisch optimierter Randschichten zum 16.02.2015



**Benedikt Klee**  
Baukastenkonzepte für Produktionsanlagen zum 01.02.2015



**Bastian Rothaupt**  
Automatisierung und Prozessverkettung – Industrie 4.0 zum 01.05.2015



**Sven Coutandin**  
Leichtbauproduktion im Bereich der Faserverbundkunststoffe zum 01.12.2014



**Marielouise Zaiß**  
Qualitätssicherung im Leichtbau zum 12.04.2015



**Andreas Kacaras**  
Laserstrukturierung von großen Bauteilen zum 01.04.2015



**Dagmar Hohwieler**  
Assistentin der Institutsleitung zum 15.01.2015



**Christoph Liebrecht**  
Produktionsplanung und -steuerung – Industrie 4.0 zum 15.04.2015

## Impressum

### wbk

Institut für Produktionstechnik  
Karlsruher Institut für Technologie (KIT)  
Kaiserstr. 12 | 76131 Karlsruhe  
[www.wbk.kit.edu](http://www.wbk.kit.edu)

**Satz, Produktion & Redaktion:**  
Thomas Huschle

### Druck:

Druckerei Schindler  
Hertzstraße 10 | 69126 Heidelberg