

# iwb newsletter

4

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)

## Dialogforum des iwb e.V.: Demografie in der Produktion

Der Verein der Freunde und Förderer des iwb (iwb e.V.) bietet seinen Mitgliedern und den aktiven wissenschaftlichen Mitarbeitern des iwbs in regelmäßigen Abständen die Gelegenheit zum fachlichen Austausch im Rahmen von Dialogforen. Am 01.07.2011 fand das letzte Dialogforum mit dem Thema „Demografie in der Produktion“ bei BMW in Dingolfing statt. Das sowohl für die Forschung als auch für die industrielle Praxis hochgradig aktuelle Thema brachte etwa 60 Teilnehmer zu einem interessanten Vortrags- und Besichtigungsprogramm zusammen.

### Referenten und Vorträge

Es gab bei dem als Abendveranstaltung konzipierten Dialogforum insgesamt drei Fachvorträge. Den Anfang machte Frau Dr. Toledo von Volkswagen, die über die „Verankerung der Ergonomie im Produktentstehungs- und Serienprozess bei Volkswagen“ referierte. Anschließend stellten Herr

Franz und Frau Bergmeier vom Gastgeber BMW das Projekt „Heute für Morgen“ vor, welches bereits seit mehreren Jahren Themen der demografie-gerechten Produktionsgestaltung am Standort Dingolfing aufgreift und gestaltet. Der Vortrag stand dabei unter dem Titel: „Den demografischen Realitäten aktiv begegnen“. Im letzten

Fachvortrag stellte Herr Prof. Reinhart vom iwb schließlich aktuelle Forschungsansätze aus dem Themenfeld vor und ging dabei besonders auf den Forschungsverbund „FitForAge“ ([www.fit4age.org](http://www.fit4age.org)) und die darin erarbeiteten Ergebnisse ein.

(Fortsetzung Seite 2)

## EDITORIAL



Zurzeit hört man an deutschen Universitäten oft von *Alumni*-Verbindungen. *Alumni* (lat.: Alumnus, Zögling) bezeichnet ehemalige Angehörige einer Hochschule, die sich zusammenschließen, um den Kontakt untereinander sowie zur Hochschule zu halten.

Der iwb e.V. ist *Alumni* und mit über 250 Mitgliedern ein schlagkräftiges Netzwerk. Neben informellen Zusammenkünften in kleineren Gruppen trifft man sich jährlich zum Dialogforum (siehe Seite 1), zum Besuch bei Kollegen vor Ort, zur Jahresvollversammlung oder zum Mentoren-Essen. Die diesjährige Mitgliederversammlung bei der IABG mbH in Ottobrunn bei München, auf Einladung unseres Kollegen Dr. Georg Völlner, war eine gewinnbringende und informative Veranstaltung, sowohl was die *Alumni*-Netzwerkarbeit als auch was die Aktivitäten der IABG auf dem Gebiet der Tests für die Luftfahrtindustrie sowie für Sicherheits- und Verteidigungsanalysen betraf. Gleichzeitig begingen wir bei diesem Treffen einen 20.

Geburtstag: Am 29.07.1991 wurde der iwb e.V. amtlich ins Vereinsregister München eingetragen. Ein wichtiger Grund auf das Wohl des iwb e.V. anzustoßen.

Den Leitern des iwb liegt eine gute und wirkungsvolle Beziehung der *Alumni* sehr am Herzen, daher haben Vorstand und Beirat des iwb e.V. im Sommer 2011 einen Workshop veranstaltet, um Mission, Ziele und Arbeitsweise unserer *Alumni*-Gemeinschaft zu überdenken. Erste Ergebnisse wurden auf der Vollversammlung vorgestellt: „Der iwb e.V. ist ein aktives Netzwerk ehemaliger und aktueller Institutsangehöriger, die sich gegenseitig unterstützen, die Marke iwb gemeinsam in die Zukunft führen und den wissenschaftlichen Nachwuchs sowie die Forschung auf dem Gebiet der Produktionstechnik fördern“.

Machen Sie mit! Ein *Alumni*-Netzwerk lebt von seinen intelligenten Knoten, die aktiv Impulse in das Netzwerk hineingeben.

Ihr



Gruppenbild der Teilnehmer und Referenten des Dialogforums

## Führungsprogramm

Unmittelbar nach dem Vortrag der BMW-Vertreter hatten die Teilnehmer die Möglichkeit, sich selbst einen Eindruck von den bisherigen Ergebnissen des Projektes „Heute für Morgen“ zu verschaffen. Eine Führung im Bereich der Fahrzeugendmontage zeigte dabei verschiedene Gestaltungs- und Organisationsansätze auf, die in den vergangenen Jahren implementiert wurden. Dazu gehörten neben einer verbesserten Gestaltung der Produktionsmittel auch Maßnahmen zur gesundheitlichen

Aufklärung der Mitarbeiter. Die zweite Führung im Bereich der Komponentenherstellung betraf einen Produktionsbereich, der erst kurz zuvor unter Berücksichtigung demografischer Veränderungen neu gestaltet worden war.

## Abschluss und Fazit

Nach den Fachvorträgen und Führungen bestand für die Teilnehmer die Möglichkeit zum informellen Austausch im Rahmen eines Get-Together mit Abendessen. Hierbei ergaben sich interessante Diskussionen

über den erreichten Stand und künftige Forschungsbedarfe.

## Danksagung

Das iwB und der iwB e.V. danken der BMW Group für die Möglichkeit, das Dialogforum in Dingolfing durchführen zu können und im Rahmen der Führungen einen vertieften Einblick in die Konzepte BMWs zur Bewältigung des Demografischen Wandels zu gewinnen. Darüber hinaus gebührt auch den Referenten besonderer Dank.

Stefan Hüttner



Autor

**Dipl.-Ing. Stefan Hüttner**  
Mitglied der Institutsleitung

# Roboter in der industriellen Anwendung – Der Bereich Robotik stellt sich vor!

**Moderne Automation und Robotik stellen heute Schlüsseltechnologien für produzierende Unternehmen dar. Rahmenbedingungen für den Robotereinsatz, Wirtschaftlichkeit, Prozessverbesserungen bzw. Prozessneuentwicklungen oder komplexe Applikationen sind Themen, die bei einer Roboteranwendung große Herausforderungen darstellen. Das iwB bietet im Bereich Robotik ein breites Angebot an Forschungsleistungen für Systemintegratoren, Komponentenhersteller und Anwender.**

Der Bereich Robotik des iwBs beschäftigt sich mit drei Forschungsschwerpunkten: Smart Robotics (Plug & Produce), Mensch-Roboter-Kooperation (Kollege Roboter) sowie intuitive, aufgabenorientierte Programmierung (automatische Bahn- u. Prozessplanung). Ergänzt wird das wissenschaftlich begründete Know-how durch langjährige praktische Erfahrung aus anwendungsnahen, industriegetriebenen Entwicklungsprojekten. Hierdurch kann ein breites Spektrum an Leistungen im Bereich der Robotik und Automation geboten werden.

## Was wir für Sie tun können ...

### Systemintegratoren und Komponentenhersteller

Qualität, Innovation und Kosten sind Ihnen und Ihren Kunden wichtig? Wir bringen Sie in Kontakt mit den neuesten Technologien, beraten Ihr Unternehmen strategisch wie technisch, erarbeiten Prozesswissen, analysieren und optimieren Prozesse von Fertigung, Montage oder Anlagenbetrieb und entwickeln Innovationen von der Marktanalyse und Konzepterstellung bis zur Prototypenprobung und virtuellen Inbetriebnahme.

### Anwender mit und ohne Erfahrung im Robotereinsatz

Ihre Produktion soll reibungslos und effizient laufen? Die Automation ist ein wesentlicher Faktor - aber nicht jede mögliche Lösung ist auch eine wirtschaftliche. Wir unterstützen Sie dabei, bestehende Prozesse hinsichtlich Automatisierbarkeit zu bewerten und mit Ihnen den für Sie richtigen Automatisierungsgrad und die richtige Systemlösung zu finden. Wir können Sie dabei in jeder Projektphase gezielt unterstützen, angefangen von Anforderungsanalysen, Lösungsrecherchen und unabhängiger Systembewertung



**Innovation trifft Leistung: Handhabung formflexibler Bauteile mit kraftgeregelten kooperierenden Industrierobotern**

über Konzipierung, Planung und Auslegung von Anlagen oder Komponenten bis zur Begleitung der Umsetzung. Auch wenn Ihre bestehenden Anlagen nicht optimal arbeiten, können wir flexibel und kurzfristig die Schwachstellen analysieren und zielführende Maßnahmen ableiten.

Aufgrund des breiten Kompetenzprofils unseres Instituts finden wir mit Ihnen für fast alle Herausforderungen der Produktionstechnik die passende Antwort.

## Wie Sie mit uns arbeiten können:

- Kooperation in Forschungsprojekten oder Arbeitsgemeinschaften
- Bilaterale Zusammenarbeit in Ihrem Auftrag
- Speziell für KMU: staatlich geförderte Entwicklungsleistungen per Innovationsgutschein

Wir freuen uns auf Ihre Herausforderungen!

Rüdiger Spillner, Stefan Krug



Autoren

**Dipl.-Ing. Rüdiger Spillner**  
Geschäftsfeld Montagetechnik am Anwenderzentrum Augsburg

**Dipl.-Ing. Stefan Krug**  
Mitglied der Institutsleitung

# Prozessuntersuchungen und Entwicklung einer Systemtechnik zum laserunterstützten Fräsen

Im Rahmen eines Forschungsprojekts wurden seit 2009 am *iwb* in Zusammenarbeit mit einem Industriekonsortium systematische Prozessuntersuchungen zum laserunterstützten Fräsen durchgeführt und eine prototypische Versuchsanlage entwickelt.

Leichtbau bei gleichzeitig steigender Festigkeit mechanischer Bauteile führt vermehrt zum Einsatz hoch-fester Werkstoffe. Ein Beispiel sind Titanlegierungen. Die technologischen Anforderungen an Werkzeuge und Maschinen zur spanenden Bearbeitung dieser Werkstoffe nehmen daher beständig zu. Zudem führen geringe Zeitspannvolumina bei hohen zu realisierenden Zerspanungsanteilen zu einer geringen Wirtschaftlichkeit der Bearbeitung. Daher werden leistungsfähigere Bearbeitungstechnologien benötigt, um eine wirtschaftliche Bearbeitung hochfester Werkstoffe gewährleisten zu können.

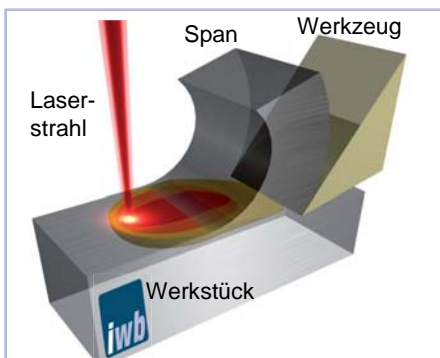


Abb. 1: Prinzip der lasergestützten Zerspanung

## Laserunterstütztes Fräsen

Zur prozessseitigen Leistungssteigerung der spanenden Bearbeitung eignet sich das laserunterstützte Fräsen. In diesem hybriden Prozess wird mittels Laserstrahlung lokal Wärme in die Zerspanzone eingebracht, der Werkstoff dadurch entfestigt und anschließend im entfestigten Zustand abgehoben. So werden die Prozesskräfte und die Belastung des Werkzeugs redu-

ziert, wodurch die Werkzeugstandzeit erhöht werden kann. Damit sind eine Verschiebung der werkzeugseitigen Prozessgrenze und damit eine Erhöhung des Zeitspannvolumens möglich. Eine industrielle Umsetzung des laserunterstützten Fräsens findet derzeit noch nicht statt, da dieser Prozess einen hohen systemtechnischen Aufwand erfordert und der hybride Prozess bisher nicht prozesssicher beherrscht wird.

Das *iwb* erforschte daher in Zusammenarbeit mit den Firmen Pokolm Frästechnik GmbH & Co. KG, der Tebis AG und IPG Photonics im Rahmen eines vom BMBF geförderten Forschungsprojekts diesen innovativen Bearbeitungsprozess und entwickelte eine prototypische Versuchsanlage.

## Prozessuntersuchungen

Mit Hilfe einer Kombination aus experimentellen Untersuchungen und Simulation konnte ein Prozessfenster aus Laser- und Fräsparmetern bestimmt werden. Dazu wurden die Prozesse Fräsen und Lasermaterialbearbeitung separat betrachtet und die dadurch gewonnenen Erkenntnisse zum laserunterstützten Fräsen zusammengeführt. Ein besonderer Fokus lag auf der Reduzierung der Schnittkräfte, wobei durch die Laserunterstützung keine thermische Schädigung des Werkstoffgefüges des Endbauteils zulässig war und ist. Die durchgeführten Grundlagenuntersuchungen zeigten, dass die Schnittkräfte durch Laserunterstützung im Vergleich zum konventionellen Fräsen von Titan TiAl6V4 um bis zu 20 % reduziert bzw. das Zeitspannvolumen um 35 % erhöht werden kann.

## Systemtechnik

Basierend auf den durchgeführten Prozessuntersuchungen wurde eine prototypische Systemtechnik entwickelt und aufgebaut. Dazu zählen, neben der Lasernachführeinheit, ein Lasersicherheitskonzept sowie eine CAD/CAM-Kopplung. Die Lasernachführeinheit besteht aus einer Rotationsachse, die als C-Achse in die Fräsmaschine integriert wurde. Mit einer konventionellen Schweißoptik wird der Laserstrahl über einen Umlenkspiegel direkt vor das Werkzeug auf das Bauteil fokussiert.

Besonderes Augenmerk wurde bei der Entwicklung auf die Wirtschaftlichkeit und die Anwenderorientierung gelegt. Es wur-

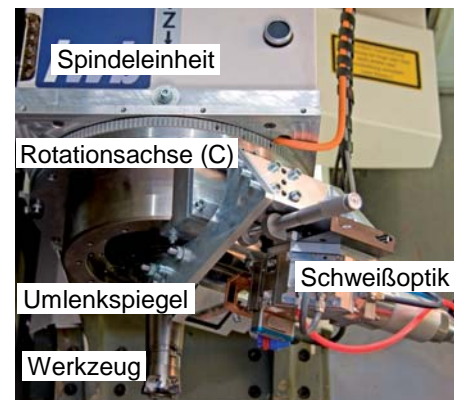


Abb. 2: Modulare und nachrüstbare Lasernachführeinheit

de der Ansatz verfolgt, am Markt verfügbare Komponenten zu verwenden, um so die Investitionskosten zu minimieren. Die entwickelte Lasernachführeinheit ist modular einsetzbar und kann an jeder herkömmlichen Fräsmaschine nachgerüstet werden.

## Zusammenfassung und Ausblick

Als Abschluss des Forschungsprojekts wurde der entwickelte Prototyp auf der Sonderchau „Photons in Production“ auf der Messe „LASER World of Photonics 2011“ in München erstmals der Öffentlichkeit vorgestellt. In weiteren Arbeiten gilt es nun den Prototypen weiterzuentwickeln und die Ergebnisse der Prozessuntersuchungen auf weitere Werkstoffe, Werkzeuge und Bestrahlungsstrategien zu übertragen.

## Danksagung

Wir danken dem Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) für die Förderung der vorgestellten Arbeiten im Rahmen des Forschungsprojekts „KMU-innovativ: Laserunterstütztes Fräsen hoch-fester Werkstoffe (LasFräs)“ sowie den Projektpartnern Pokolm Frästechnik GmbH & Co. KG, Tebis AG und IPG Photonics für die gute Zusammenarbeit.

Robert Wiedenmann



Autor

Dipl.-Ing.  
Robert Wiedenmann

Themengruppe Füge- und Trenntechnik

## MITARBEITER

### Neue Mitarbeiter

Dipl.-Ing. Johannes Stock  
Dipl.-Ing. Carola Zwicker

### Ausgeschiedene Mitarbeiter

Dipl.-Ing. Michael Heinz  
M.A. Stephanie Holzer  
M.Sc. Thomas Kirchmeier  
Dipl.-Ing. Hendrik Schellmann  
Dipl.-Ing. Sebastian Westhäuser

# Energieeffizienter Leichtbau: Das Trennen und das Fügen von CFK-Bauteilen

Um die Fahrdynamik von Elektroautos zu verbessern, setzt sich kohlenstofffaserverstärkter Kunststoff (CFK) im Karosseriebau immer mehr durch. Das gute Verhältnis von E-Modul zu Dichte reduziert die bewegten Massen und damit die notwendige Antriebsenergie. Der Einsatz von maßgeschneiderten Hybrid-Verbindungen aus Metall und CFK erlaubt es, die Vorteile beider Werkstoffe zu kombinieren. Dafür entwickeln die Forscher des *iwbs* ressourceneffiziente Bearbeitungstechniken, welche den hohen Anforderungen der CFK-Hersteller entsprechen.

## Ausgangssituation

Die Fertigung von CFK-Bauteilen beinhaltet das Schneiden von Kohlenstoff-Faser-Gelegen und CFK-Laminaten. Gängige Verfahren sind das Ultraschall-Schneiden von Faser-Gelegen sowie das Fräsen und das Wasserstrahlschneiden von Laminaten. Aufgrund der begrenzten Schnittgeschwindigkeit und des hohen Verschleißes verursachen diese Verfahren in der Großserienfertigung von CFK-Fahrzeugkarosserien lange Taktzeiten und hohe Kosten. Die derzeit verbreiteten Niet- und Schraubverbindungen beim Fügen von CFK gehen wegen der Bohrung mit einer Schwächung der Grundstruktur einher. Klebeverbindungen bedürfen dagegen häufig einer langen Aushärtung.

## Zielsetzung

Das Ziel des öffentlich geförderten Forschungsprojekts ELite ist, das Trennen und Fügen von CFK wirtschaftlicher und ressourceneffizienter zu gestalten.

Die Mitarbeiter des *iwbs* erforschen hierzu ein laserbasiertes Trenn- und Abtragsverfahren, welches sowohl CFK-Werkstoffe konfektioniert als auch fertige CFK-Bauteile bearbeitet. Dabei stehen die Qualität des Werkstoffs und eine uneingeschränkte Funktionalität des Bauteils im Vordergrund.



Abb. 1: Gezündete Nanofolie (Quelle: innojoin)



Abb. 2: Laserschnitt eines Kohlenstoff-Faser-Geleges

Parallel untersucht das Projekt als Alternative zum Kleben den Einsatz von Nanofolien zum Fügen von CFK-CFK- oder CFK-Metall-Kombinationen (vgl. Abb. 1). Die Nanofolie dient dabei als flächige Wärmequelle und besteht aus Elementen, die durch eine externe Zündenergie beginnen, exotherm zu reagieren. Die Wärme erzeugt eine formschlüssige Verbindung durch Eindrücken eines metallischen Gitters in einen Thermoplast auf der CFK-Seite und eine Lötverbindung auf der Metallseite. Die Prozessdauer liegt bei einigen Millisekunden.

## Vorgehen

Im Teilprojekt Trennen ist die Qualifizierung einer laserbasierten Technik zum Trennen durch Abtragen von CFK im Fokus. Dabei ist die vorrangige Zielgröße die Schnittqualität (vgl. Abb. 2). Geeignete Prüfverfahren qualifizieren die unterschiedlichen Merkmale wie Festigkeit, Delamination und Korrosion und identifizieren den Einfluss der unterschiedlichen Prozessparameter. Im Hin-

blick auf die Arbeitssicherheit erfolgen eine Analyse der entstehenden Gase im Abtragsprozess und die Definition geeigneter Schutzmaßnahmen.

Das zweite Teilprojekt beschäftigt sich mit hybriden Verbindungen aus CFK und Metall mittels reaktiver Nanofolien. Zunächst entsteht ein Fügekonzept, welches sich durch die Herstellung von Proben einer Validierung unterzieht.

Nach erfolgreicher Probenherstellung mit ebener Fügefläche bildet die Übertragung der Erkenntnisse auf gekrümmte Flächen den nächsten Schritt. Mit dem Ziel, die Ressourceneffizienz der neuen Verfahren zu bewerten, stellt der letzte Projektabschnitt den direkten Vergleich zu den konventionellen Verfahren an. Die Fertigung von Referenzbauteilen zeigt hierbei den Energieverbrauch der Verfahren auf. Schließlich rundet die Entwicklung eines Recyclingkonzeptes zur Separation der CFK-Metall-Verbindungen dieses Aufgabenpaket ab.

## Projektkonsortium

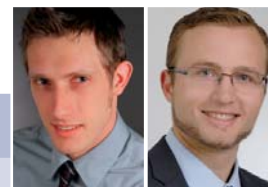
Neben dem *iwb* wirken noch folgende Industrie- und Forschungspartner an diesem Projekt mit:

- EADS Innovation Works
- BMW AG
- CrossLink Faserverbundtechnik GmbH & Co. KG
- InnoJoin GmbH & Co. KG
- TRUMPF Laser GmbH + Co. KG
- Bayerisches Laserzentrum GmbH (blz)

## Danksagung

Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) fördert dieses Forschungs- und Entwicklungsprojekt, welches der Projektträger Karlsruhe (PTKA) betreut.

Rüdiger Daub  
Johannes Stock



## Autoren

**Dipl.-Ing. Rüdiger Daub**  
Themengruppe Füge- und Trenntechnik

**Dipl.-Ing. Johannes Stock**  
Themengruppe Füge- und Trenntechnik

## GESTARTETE FORSCHUNGSPROJEKTE

**PPS-Adaption an zirkadiane Leistungsschwankungen**  
15.08.2011 – 14.08.2014

Projektförderer: Bayerische Forschungsgemeinschaft

**ReLaTiS – Reflektierte Laserstrahlung beim Tiefschweißen**  
01.09.2011 – 31.08.2013

Projektförderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)

# RAN-Demonstrationsplattform: Durchgängigkeit von der Werkzeugmaschine bis zum ERP-System

Am iwb wurde im Rahmen des vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) geförderten Verbundforschungsprojektes RAN (RFID-based Automotive Network) eine Demonstrationsplattform aufgebaut. Diese dient zur Untersuchung und Validierung unterschiedlicher Ausprägungen der entwickelten RFID-basierten hybriden Steuerungsarchitektur sowie zur Durchführung von Schulungen für Industrieunternehmen. Um ein möglichst realitätsnahes Demonstrationsszenario zu erzeugen, finden neben realen Produktionsressourcen auch industriell anerkannte Produktionsplanungs- und -steuerungssysteme, wie z. B. SAP, Anwendung.

Aufgrund mangelnder Transparenz entlang der Wertschöpfungskette laufen unternehmensübergreifende Prozesse häufig ineffizient ab. Eine gezielte Verteilung des Steuerungsaufwandes auf zentrale und dezentrale Elemente in Form einer hybriden Steuerung erlaubt es, diesem Zustand entgegenzuwirken. Unter einer RFID-basierten hybriden Steuerungsarchitektur wird ein kombiniertes Datenmanagement verstanden, bei dem produktspezifische Informationen (z.B. Qualitätsdaten) dezentral am Produkt mitgeführt und auftragsspezifische Informationen (z.B. Auftragstatus) zentral in unternehmensinternen Datenbanken eines sog. Infobrokers hinterlegt werden. Eine zentrale Infrastruktur ermöglicht die gezielte Adressierung der entsprechenden Datenbanken (Repositories) und den stan-

dardisierten, überbetrieblichen Austausch der zentral gespeicherten auftragsrelevanten Daten. Die RFID-Technologie wird in diesem Kontext zum einen für die Erzeugung von echtzeitnahen Ereignisdaten und zum anderen für die dezentrale Speicherung von produktspezifischen Daten eingesetzt. Auf diese Weise werden eine Optimierung und adaptive Planung der Wertschöpfungskette durch die Weitergabe auftragsspezifischer Informationen mit Hilfe des Infobrokers ermöglicht. Des Weiteren erfolgt durch die am Produkt gespeicherten Daten eine adaptive Steuerung von Produktionsprozessen.

Um die Validierung unterschiedlicher Ausprägungen unter realitätsnahen Bedingungen durchzuführen, entstand am iwb

ein Demonstrator. Dieser verfügt über reale Werkzeugmaschinen und Montagearbeitsplätze auf der Produktionsebene bis hin zu industriell anerkannten Systemen zur Produktionsplanung und -steuerung auf der Fertigungsleit- und Unternehmensebene. Die Partner der Wertschöpfungskette werden hierbei von drei am iwb bestehenden Forschungs- und Lernfabriken: der Kognitiven Fabrik, der Lernfabrik für Energieproduktivität und der Lernfabrik für schlanke Produktion, ergänzt durch ein Warenlager, dargestellt. Der Transport erfolgt hier durch zwei fahrerlose Transportsysteme.

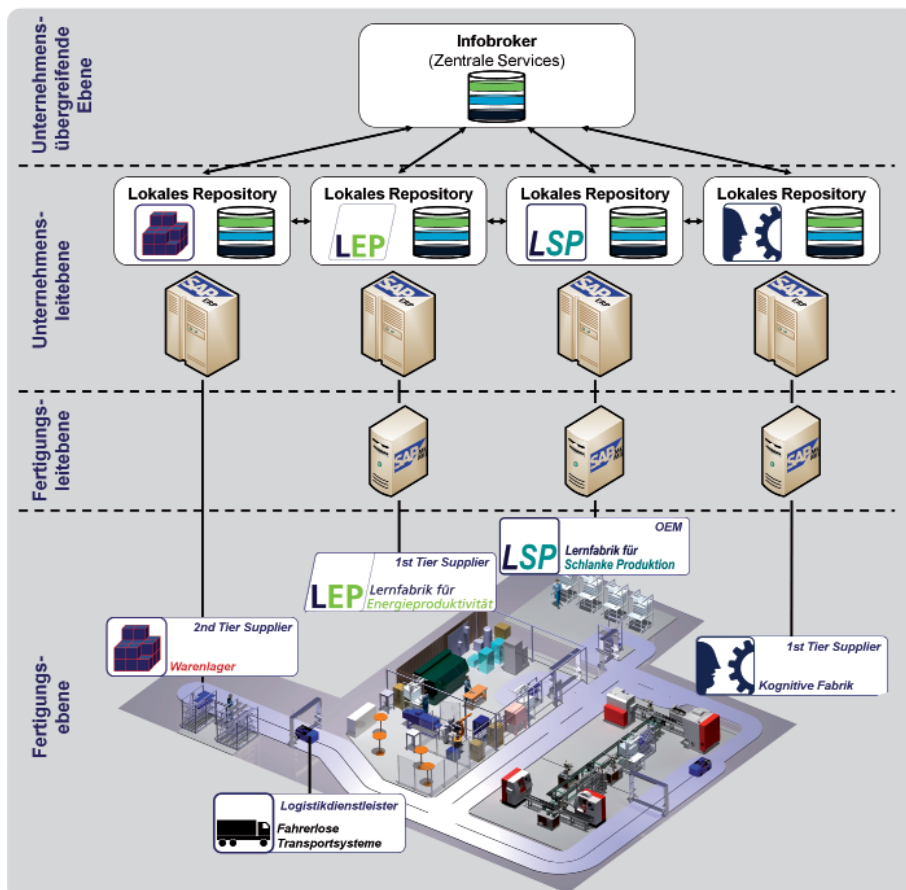
Systemtechnisch ist jede der Lernfabriken, analog zu realen Unternehmen, in einem eigenständigen ERP-Mandanten abgebildet. Die Steuerung von Aufträgen, die Verwaltung von Materialstämmen und Arbeitsplänen sowie Wareneingangs- und -ausgangsbuchungen werden im vorliegenden Fall in SAP ERP durchgeführt. Für die Tätigkeit der Feinplanung, d. h. die kurzfristige Planung und Steuerung von Materialien, Arbeitskräften und Ressourcen in der Produktionsebene wird ein Manufacturing Execution System (MES), hier SAP ME, eingesetzt.

Bei der Integration von ERP und MES in die einzelnen Lernfabriken sowie bei der Anbindung der RFID-Systeme an die Planungsebene wird das iwb durch die SALT Solutions GmbH und die noFilis GmbH unterstützt. So ist es möglich, industriell anerkannte Produktionsplanungs- und -steuerungssysteme in die Forschungsarbeiten einzubeziehen. Folglich kann eine deutlich höhere Akzeptanz der entwickelten RFID-basierten hybriden Steuerungsarchitektur erreicht werden.

## Danksagung

Für die Förderung des Forschungsprojektes RAN geht der besondere Dank an das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi).

Florian Geiger



Systemarchitektur des RAN-Demonstrators

Autor



Dipl.-Ing. Florian Geiger

Themengruppe Automation und Robotik

# Virtuelle Inbetriebnahme – Physiksimulation für effizienten Materialfluss

Die Fraunhofer Projektgruppe für ressourceneffiziente mechatronische Verarbeitungsmaschinen (RMV) befasst sich mit der Optimierung von Materialflüssen. Durch die Beachtung der physikalischen Eigenschaften von Bauteilen und Baugruppen können diese bereits in der Konstruktionsphase für einen möglichst effizienten Betrieb ausgelegt werden.

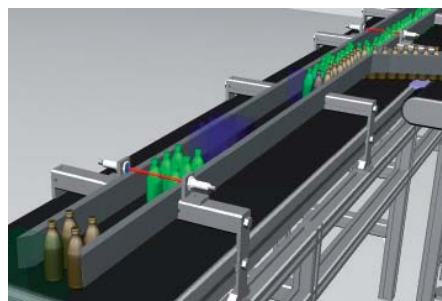
Komplexer werdende Prozessabläufe stellen den Maschinen- und Anlagenbau immer wieder vor neuartige Herausforderungen. Dies zeigt sich im wachsenden Aufwand aufgrund steigender Komplexität in der Produktionsanlagenentwicklung sowie im starken Zusammenwirken interdisziplinärer Ingenieurdisziplinen wie z.B. Hydraulik, Mechanik und Steuerung. Dabei gewinnt die Informatik einen immer höheren Stellenwert. Die Entwicklung hin zu einer größeren Gewichtung der Informations- und Automatisierungstechnik stellt aber auch eine Chance für die Konstruktion komplexer Anlagen dar. Zum einen können die unterschiedlichen Module teilweise unabhängig voneinander entwickelt werden, zum anderen werden Entwickler schon vor dem Bau der Anlage zu neuartigen Anwendungsmöglichkeiten der Funktionsabsicherung befähigt. Ein weiterer positiver Aspekt ist, dass Module mit relativ geringem Aufwand schon vor der Fertigstellung der Maschine oder Anlage ausgiebig hinsichtlich ihrer Funktionsweise und eventueller Fehler getestet werden können. Eine frühzeitige „Virtuelle Inbetriebnahme“ (VIBN) ermöglicht eine effektive Nutzung dieser Vorteile. Durch die Absicherung der Module von Produktionsanlagen in der VIBN ist somit

eine Verkürzung der teuren Anlaufphase möglich.

## Ressourceneffizienz durch Simulation

Eine auf Simulation basierende VIBN reduziert jedoch nicht nur Kosten in der Anlaufphase, sie ermöglicht auch die Reduktion kostspieliger Ressourcen im Prototypenbau. Die VIBN kann heute vielmehr als Werkzeug zur Anlagenplanung anstatt eines reinen Absicherungswerkzeugs verstanden werden. Konstrukteure können frühzeitig Designfehler in Prozessabläufen erkennen. Dadurch wird eine erhebliche Verbesserung der Zusammenhänge über den Materialfluss hinaus in der Prozesskette erreicht, was wiederum in eine optimierte Produktionsanlage mündet. Die daraus resultierende erhöhte Durchsatzleistung trägt einen Beitrag zu einer ressourcenschonenden Produktion bei.

## Virtuelle Produktionsanlagen



Materialflusssimulation

Diese Innovation des Konstruktionsprozesses von Produktionsanlagen und Maschinen setzt jedoch eine einfache, schnelle und gut integrierte Methode zur schnellen Nutzung der VIBN voraus. Daher ist eine Simulationsumgebung, welche physikalische Zusammenhänge automatisch erkennt und auch entsprechend in der Simulationsumgebung agiert, Voraussetzung. Eine rudimentäre Physiksimulation, welche nur einfache mechanische Interaktionen zwischen Starrkörpern simulieren kann, wird heute bereits in Anlagensimulationen genutzt (vgl. Abb.). Prozesse, welche sich auf Bauteileigenschaften im Materialfluss auswirken, sind in heutigen Simulationsumgebungen zur VIBN jedoch nicht verifizierbar.

## Physiksimulation im Materialfluss

Die Fraunhofer Projektgruppe RMV entwickelt daher eine realitätsnahe Simulation von Materialflüssen unter Berücksichtigung der physikalischen Randbedingungen. Das Hauptaugenmerk liegt dabei auf der Nachbildung von bauteilbezogenen, instationären physikalischen Prozessen. Eine Beispielanwendung ist die Evaluation des Abkühlverhaltens von Bauteilen in einer Kühlstrecke. Durch die Simulation der inhärenten Bauteilzustände im Materialfluss können die Parameter der zu kühlenden Förderstrecke auf ein ressourcenschonendes Minimum gesenkt werden. Des Weiteren können die derzeit schon häufig eingesetzten Simulationen von Verarbeitungsmaschinen, wie z.B. Fräs- und Bohrprozesse, durch die präzisere Übergabe der Bauteilzustände in der Simulation optimiert werden. Da während des Anlagenentwurfs noch häufig grundlegende Änderungen im Design vorgenommen werden, ist ein Nebenziel eine möglichst einfache und schnelle Nutzung der Simulation. Ein weiteres Ziel ist es, durch eine hochauflösende 3-dimensionale Darstellung dem Konstrukteur zu ermöglichen, den Materialfluss nicht nur anhand von Zahlenwerten, sondern auch durch eine realzeitfähige Simulation zu beurteilen. Dadurch wird sichergestellt, dass auf Basis der visuellen Darstellung dem Konstrukteur mehrere Methoden zum Auffinden von Designfehlern offeriert werden.

## Danksagung

Die Projektgruppe RMV wird vom Bayerischen Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie gefördert und administrativ vom etablierten produktionstechnischen Fraunhofer-Institut IWU in Chemnitz betreut.

Stefan Krottil

### PROJEKTGRUPPE

### RESSOURCENEFFIZIENTE MECHATRONISCHE VERARBEITUNGSMASCHINEN

#### ► ZIELSETZUNG

Aufbau eines eigenständigen Fraunhofer-Instituts am Standort Augsburg

#### ► AUFBAUPHASE

5 Jahre (2009-2014) am iwB Anwenderzentrum Augsburg; Ausbauziel: 25 wissenschaftliche Mitarbeiter

#### ► FÖRDERUNG

Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie



Die Projektgruppe RMV wird administrativ vom etablierten produktionstechnischen Fraunhofer-Institut IWU in Chemnitz betreut.

Durch die Zusammenarbeit mit dem iwB ist die Verankerung mit den Standorten Augsburg und Garching sowie der Technischen Universität München sicher gestellt.

### Autor



### Dipl.-Ing. Stefan Krottil

Fraunhofer Projektgruppe RMV

# Umfrage – Beeinflussung der Produktion durch Zyklen

**D**amit produzierende Unternehmen im heutigen turbulenten Unternehmensumfeld ihre Wettbewerbsfähigkeit erhalten und ausbauen können, müssen sie sich kontinuierlich an veränderte Rahmenbedingungen anpassen. Dabei ist es notwendig, Veränderungsbedarfe zu antizipieren. Die Nutzung von Zyklusmodellen stellt dafür eine Möglichkeit der Antizipation dar, verlangt jedoch auch ein umfassendes Verständnis der auf die Produktion wirkenden Zyklen. Unter Zyklus wird dabei ein wiederkehrendes zeitliches Verlaufsmuster verstanden. Im Rahmen des Sonderforschungsbereichs 768 „Zyklusmanagement von Innovationsprozessen“ wurde durch Mitarbeiter des iwbs eine Studie durchgeführt.

Unternehmen müssen eine Vielzahl von Einflussfaktoren auf die Produktion rechtzeitig antizipieren, diese in die Planung einbeziehen sowie mit ihnen umgehen können, um den Betrieb am unternehmensspezifisch optimalen Punkt zu jeder Zeit gewährleisten zu können. Die Kenntnis über die Einflussfaktoren, deren Ausprägungen sowie zeitliches Verhalten ist dabei von entscheidender Bedeutung. Dabei lassen sich die Einflussfaktoren hinsichtlich zyklischer und nicht-zyklischer Ausprägungen unterteilen. Zyklusmodelle zur Beschreibung der zyklischen Faktoren leisten einen wesentlichen Beitrag zum besseren Verständnis und Umgang mit diesen Faktoren. Sie bieten ein großes Potenzial zur

Antizipation von möglichen Adaptionsbedarfen in der Produktion.

Zur Nutzung der Zyklusmodelle ist jedoch ein umfassendes Verständnis über produktionsbeeinflussende Zyklen sowie deren Auswirkungen notwendig. Aus diesem Grund wurde vom iwbs im Rahmen des von der DFG geförderten Sonderforschungsbereichs 768 „Zyklusmanagement von Innovationsprozessen“ eine Umfrage unter 1.900 Industriepartnern aus unterschiedlichen Branchen durchgeführt (Rücklaufquote ca. 5%), um folgende Fragen zu beantworten:

1. Wie weit ist das Verständnis über Zyklen in der Industrie verbreitet?
2. Welche zyklischen Einflüsse auf die Produktionsplanung, insbesondere auf die Technologie-, Betriebsmittel- und Produktionsstrukturplanung, existieren?
3. Welche Wechselwirkungen bestehen zwischen diesen Zyklen?
4. Welche Auswirkungen haben die zyklischen Einflüsse auf die Produktion und deren Planung?

Die Ergebnisse der Umfrage zeigten auf, dass v. a. im Rahmen der Planung noch erhebliche Defizite im Verständnis über produktionsbeeinflussende Zyklen sowie deren Nutzungsmöglichkeiten bestehen. Viele Unternehmen können Einflussfaktoren benennen, differenzieren jedoch nicht zwischen zyklischen und nicht-zyklischen.

Die in der Umfrage als für die Produktion relevant identifizierten Zyklen sind Produkt-, Technologie- und Betriebsmittel-Lebenszyklen. Die Notwendigkeit der Betrachtung unterschiedlicher Ausprägungsformen kristallisierte sich im Zuge der Umfrage ebenfalls heraus. So ist es beispielsweise nicht ausreichend, den Betriebsmittel-Lebenszyklus rein über die Abschreibung zu betrachten, sondern es ist notwendig, auch Ausprägungen wie die Ausfallrate zu berücksichtigen.

Der Produktlebenszyklus ist unter den zuvor genannten Zyklen der bekannteste und dominanteste. Die Ausrichtung der anderen

Zyklen erfolgt in der Regel nach dem Produktlebenszyklus.

Dies hat wiederum großen Einfluss auf die Produktionsplanung und verhindert eine Optimierung aus ganzheitlicher Sicht, also unter Berücksichtigung der sich in unterschiedlichen Lebenszyklusphasen befindlichen, einzelnen Elemente (z. B. Betriebsmittel, Produktionstechnologien) einer Produktion.

Die Umfrage zeigte deutlich, dass in der Industrie Zyklen sehr unterschiedlich definiert und betrachtet werden sowie ein großes Interesse an dieser Thematik aufgrund des dadurch zu hebenden Wettbewerbspotenzials besteht. Erste Ansätze und Methoden zum besseren Verständnis und zur Nutzung der Vorteile von Zyklen wurden seitens des iwbs bereits entwickelt und im Rahmen von ersten Anwendungsfällen erfolgreich validiert.

## Danksagung

Herzlich bedanken möchten wir uns bei den 80 Industrievertretern, die uns bei der Umfrage unterstützten. Ohne sie wäre es nicht möglich gewesen, die vorgestellten Erkenntnisse zu erlangen.

Der Beitrag entstand im Rahmen der Arbeiten des SFB 768, der in seiner ersten Phase im Zeitraum von 2008 bis 2011 von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) gefördert wird. 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).

*Florian Karl  
Johannes Pohl  
Sebastian Schindler*



### Dipl.-Ing. Florian Karl

Themengruppe Produktionsmanagement und Logistik

### Dipl.-Ing. Johannes Pohl

Themengruppe Produktionsmanagement und Logistik

### Dipl.-Ing. Sebastian Schindler

Mitglied der Institutsleitung

## IMPRESSUM

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

### Herstellung:

dm druckmedien gmbh Paul-Heyse-Straße 28, 80336 München

### Verlag:

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

### Adressverteiler:

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

# Stahl – ein Zukunftswerkstoff?

Unter dem Leitgedanken „Wirtschaft trifft Wissenschaft“ fanden sich am 5. Oktober 2011 wieder zahlreiche Teilnehmer zum Führungskräftegipfel des Münchener Kolloquiums zusammen. Als Gastredner gab der ehemalige Vorsitzende des Vorstands der ThyssenKrupp AG, Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. Dr. h.c. Ekkehard D. Schulz, Einblicke in das Thema „Zukunftswerkstoff Stahl – Leichtbau und Ressourceneffizienz“.



## MÜNCHENER KOLLOQUIUM

INNOVATION IN PRODUKTION

### Rückblick

1985 durch Prof. Dr.-Ing. Joachim Milberg gegründet, ist das Münchener Kolloquium eine etablierte Veranstaltungsplattform, die für Innovationen in der Produktionstechnik steht und gezielt den Dialog zwischen Wirtschaft und Wissenschaft fördert.

In diesem Jahr konnten die Veranstalter des Münchener Kolloquiums, das Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften (*iwb*) und der Lehrstuhl für Umformtechnik und Gießereiwesen (*utg*), Prof. Ekkehard D. Schulz gewinnen, der in seinem Vortrag besonders die Zukunft des Stahls herausstellte.

### Der Impulsvortrag

Stahl ist und bleibt ein zentraler Industrie-werkstoff weltweit. Durch den Klimawandel ist die Industrie gezwungen, verstärkt auf nachhaltige Werkstoffe zu setzen. In seinem Vortrag hob Ekkehard Schulz die Chancen und Risiken der globalen Trends (Ressourcenknappheit, Klimaveränderung, Urbanisierung) und deren Bedeutung für die Stahlindustrie hervor. Hierbei sei das Potenzial der technologischen Eigenschaften von Stahl bei weitem noch nicht ausgeschöpft. Auch wenn ein moderner Großhochofen inzwischen mit genau so viel Messtechnik und Elektronik wie ein Jumbo Jet ausgestattet ist, besteht die Herausforderung, dauerhaft ressourceneffiziente Lösungen in der Stahlindustrie zu schaffen. So entstehen im Rahmen zahlreicher konzerneigener und unternehmensübergreifender Forschungsprojekte innovative Leichtbauprodukte für die Automobilindustrie. Prof. Schulz ist der festen Überzeugung, dass der Werkstoff Stahl auch in Zukunft seine Position in der Industrie gegenüber Konkurrenzprodukten wie z.B. CFK oder Aluminium behaupten wird.

Nach einer abschließenden Diskussionsrunde wurden die Forschungsthemen von *iwb* und *utg* durch deren Leiter Prof. Dr.-Ing. Gunther Reinhart (*iwb*) und Prof. Dr.-Ing. Hartmut Hoffmann (*utg*) vorgestellt.



Impulsvortrag von Herrn Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. Dr. h.c. Ekkehard D. Schulz

In den Versuchshallen konnten anschließend die Mitarbeiter von *iwb* und *utg* den Entscheidungsträgern aus der Praxis ihre Forschungsarbeiten präsentieren. Bei einem gemütlichen Get-together bestand die Möglichkeit, zahlreiche Kontakte zu knüpfen und den Abend mit einem Glas Wein und lockerer Swingmusik ausklingen zu lassen.

### Dank

Besonderer Dank gilt unseren Sponsoringpartnern BMW Group und Autoform GmbH sowie unseren Medienpartnern Carl Hanser Verlag und Henrich Publikationen.

Alexandra Wüster  
Tanja Mayer

2012 findet, wie gewohnt im jährlichen Wechsel mit dem Führungskräftegipfel, der Produktionskongress der Veranstaltungsreihe Münchener Kolloquium statt. Besucher können sich dann sowohl in Fachvorträgen als auch in den Versuchshallen von *iwb* und *utg* umfangreich und ausführlich über die neuesten Trends der Produktionstechnik informieren.

Weitere Informationen finden Sie demnächst unter:  
[www.muenchener-kolloquium.de](http://www.muenchener-kolloquium.de)

## iwb FORSCHUNGSBERICHTE

### Michael Heinz

Modellunterstützte Auslegung berührungsloser Ultraschallgreifsysteme für die Mikrosystemtechnik (Herbert Utz Verlag Bd. 254)

### Paul Gebhard

Dynamisches Verhalten von Werkzeugmaschinen bei Anwendung für das Rührreißschweißen (Herbert Utz Verlag Bd. 253)

### Florian Reichl

Methode zum Management der Kooperation von Fabrik- und Technologieplanung (Herbert Utz Verlag Bd. 252)

### Roland Mork

Qualitätsbewertung und -regelung für die Fertigung von Karosserieteilen in Presswerken auf Basis Neuronaler Netze (Herbert Utz Verlag Bd. 251)

### Michael Mauderer

Ein Beitrag zur Planung und Entwicklung von rekonfigurierbaren mechatronischen Systemen – am Beispiel von starren Fertigungssystemen (Herbert Utz Verlag Bd. 250)

### Alexander Lindworsky

Teilautomatische Generierung von Simulationsmodellen für den entwicklungsbegleitenden Steuerungstest (Herbert Utz Verlag Bd. 249)

## ABGESCHLOSSENE FORSCHUNGSPROJEKTE

**Autoloader – Entwicklung einer Anlage zur automatisierten Verladung von Gepäckstücken im Flugverkehr**

27.5.2010 – 31.10.2011

Projektförderer: Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi), ZIM

### Autoren



**Dipl.-Wirt.-Geogr. Alexandra Wüster**  
Service Center Marketing

**Tanja Mayer**  
Service Center Marketing