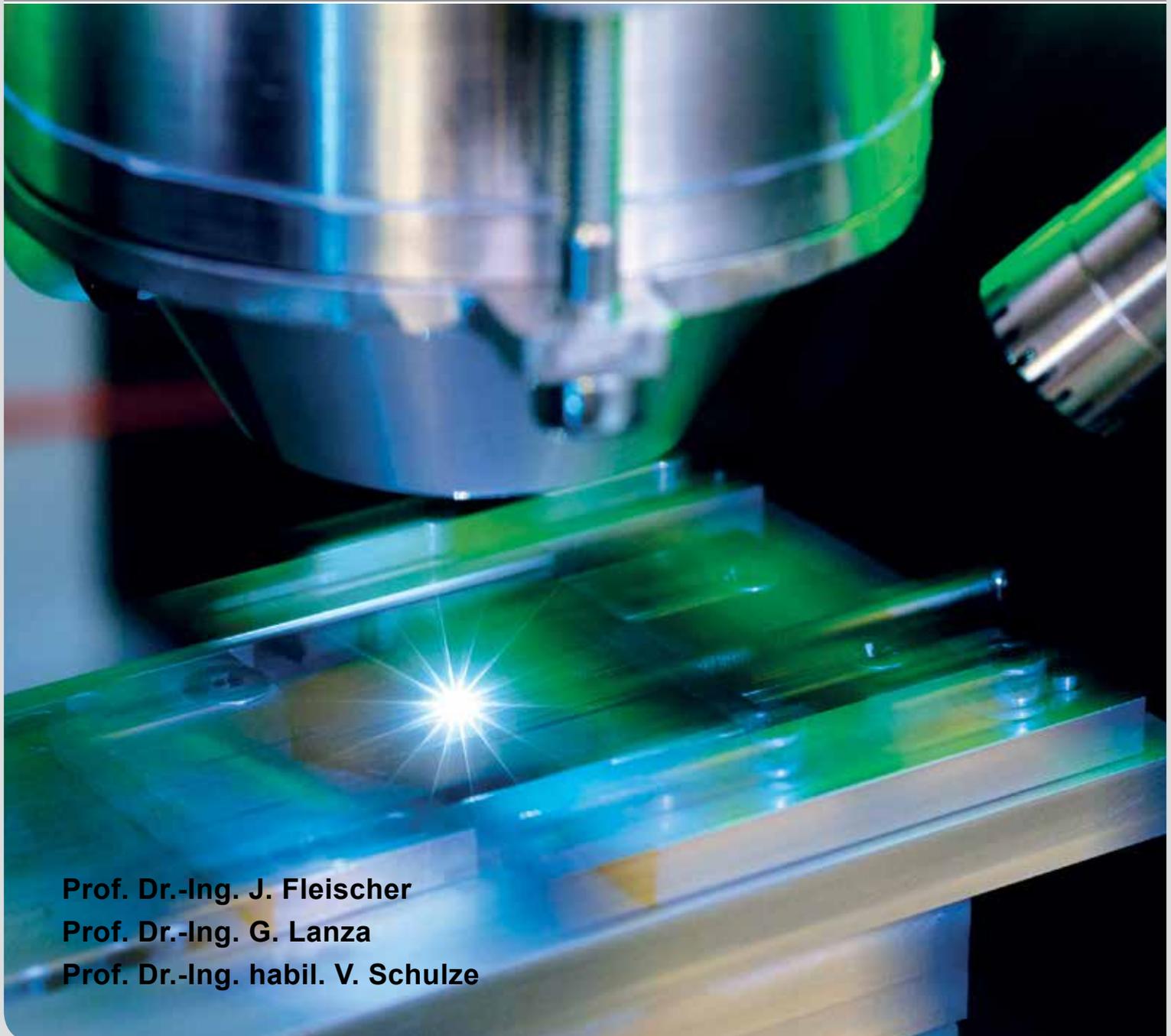
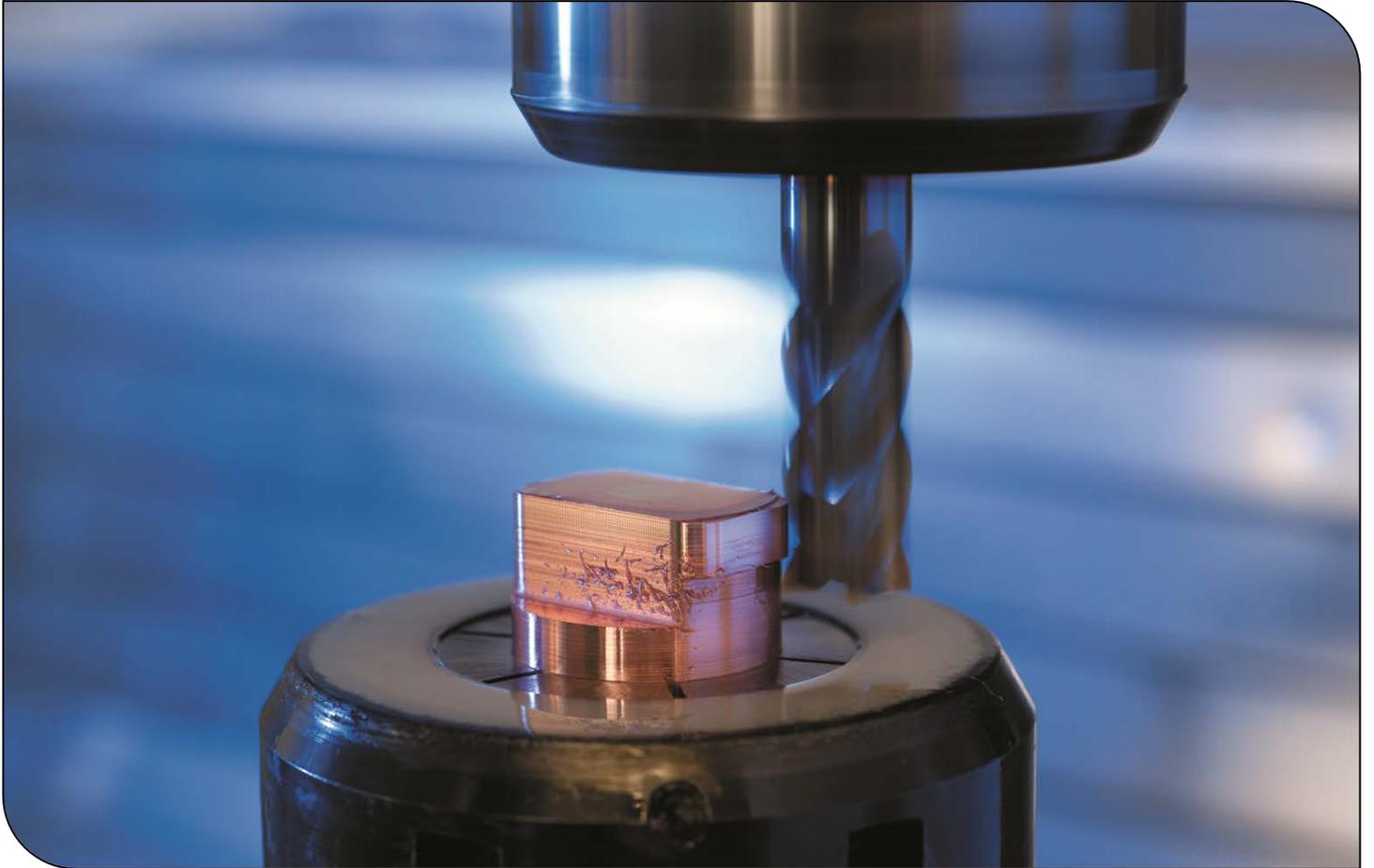


Jahresbericht 2012

KARLSRUHER INSTITUT FÜR TECHNOLOGIE



Prof. Dr.-Ing. J. Fleischer
Prof. Dr.-Ing. G. Lanza
Prof. Dr.-Ing. habil. V. Schulze



**„Die Faszination für die Umsetzung
einer Idee in ein reales Produkt
ist unser Antrieb in Forschung,
Innovation und Lehre.“**

Vorwort

Das wbk Institut für Produktionstechnik des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) ist mit seinen knapp 100 Mitarbeitern thematisch in der Fakultät für Maschinenbau angesiedelt.

Die drei Bereiche Fertigungs- und Werkstofftechnik, *Maschinen, Anlagen und Prozessautomatisierung* und *Produktionssysteme*, die von den Professoren *Prof. Dr.-Ing. habil. Volker Schulze*, *Prof. Dr.-Ing. Jürgen Fleischer* und *Prof. Dr.-Ing. Gisela Lanza* geleitet werden, widmen sich der anwendungsnahen Forschung, der Lehre und Innovation im Bereich Produktionstechnik am KIT.

Neben den Forschungsaktivitäten in den Feldern der Produktionstechnik insbesondere im Maschinen- und Anlagenbau, setzt das wbk auf die Entwicklung der Produktionstechnik für *Enabling Technologies*, wie beispielsweise für die Energietechnik, die Medizintechnik, die Mikrotechnik, die Elektromobilität und den Leichtbau. Hier wird zum einen untersucht, wie klassische Produktionstechnologien und -systematiken auf neue Materialien und Werkstoffe übertragen werden

können, zum anderen wird das Upscaling und die Gestaltung zukünftiger Fabrikwelten und deren Netzwerke erforscht.

Das wbk bietet wissenschaftlichen Mitarbeitern und Studenten durch die moderne und umfangreiche Sachausstattung ausgezeichnete Rahmenbedingungen für theoretische und experimentelle Forschungsarbeiten mit dem Ziel, das integrative Verständnis von den Prozessen über die Anlagen und Automatisierung bis hin zu vernetzten Fabriken zu vermitteln.

Mit Industriepartnern erarbeitet das wbk in gemeinsamen Projekten Lösungen für vielfältige Themenstellungen der Produktionstechnik und entwickelt außerdem mit Blick in die Zukunft Methoden und Prozesse für die Produktion von morgen.

Mit diesem Jahresbericht möchten wir Ihnen einen Überblick über wesentliche Eckpunkte der Institutsarbeit im Jahr 2012 geben und wünschen Ihnen eine spannende Lektüre.



Jürgen Fleischer

Prof. Dr.-Ing. Jürgen Fleischer

Gisela Lanza

Prof. Dr.-Ing. Gisela Lanza

V. Schulze

Prof. Dr.-Ing. habil. Volker Schulze

VORWORT	2
DAS INSTITUT	6
Events	6
Standorte & Zahlen	8
Forschungsstruktur	9
FORSCHUNG	10
Forschungsbereiche	10
Bereich Fertigungs- und Werkstofftechnik (FWT)	10
Bereich Maschinen, Anlagen und Prozessautomatisierung (MAP)	14
Bereich Produktionssysteme (PRO)	18
Forschungsschwerpunkte	22
Mikroproduktion (MP)	22
Leichtbaufertigung (LF)	24
Elektromobilität (EM)	26
Virtuelle Produktion (VP)	28
Life Cycle Performance (LCP)	30
GAMI & PARTNER / KOOPERATIONEN	32

DISSERTATIONEN	34
VERÖFFENTLICHUNGEN	40
Zeitschriften	40
Buch	41
Buchbeiträge	41
Konferenzbeiträge	42
Patente	45
STUDIUM & LEHRE	46
Studentenzahlen	46
Vorlesungen	47
Abschluss- und Studienarbeiten	48
Bachelorarbeiten	48
Masterarbeiten	51
Studienarbeiten	52
Diplomarbeiten	54
Exkursionen	59

Events

60 Jahre wbk

Seit 1952 gibt es das wbk und seit 1987 den Standort am Fasanengarten. Aus diesem Anlass luden Prof. Fleischer, Prof. Lanza und Prof. Schulze am 13.7.2012 zur 60 Jahre wbk Feier in den Tulla-Hörsaal ein.

Neben vielen ehemaligen wbk-Mitarbeitern waren auch hochrangige Vertreter aus Industrie und Wissenschaft anwesend. Im Tulla-Hörsaal folgten den einleitenden Worten von Dr. Fritz (KIT) Vorträge von WGP-Präsident Prof. Aurich über das wbk in der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Produktionstechnik sowie von Herrn Thurner von der Daimler AG über das wbk als Innovationspartner für die Industrie. Danach folgte ein Vortrag der gesamten Institutsleitung über aktuelle und zukünftige Forschungsthemen am wbk.

Das wbk wird sich zukünftigen Forschungsthemen unter den Gesichtspunkten Interdisziplinarität, Integrität und Globalisierung widmen. Vorzuheben ist z. B. das Themenfeld Leichtbau, in dem Montageaspekte leichter Tragwerksstrukturen betrachtet werden, sowie die Handhabung, das Preforming, die Qualitätssicherung und Nachbearbeitung von Hochleistungsfaserverbundbauteilen. Das neue Themenfeld Elektromobilität befasst sich mit neuen Herausforderungen in der Produktion im Umfeld des Automobils. Vor dem Hintergrund der Globalisierung sind Schlagworte wie Volatilität und Wandlungsfähigkeit von Bedeutung.

In der virtuellen Produktion werden zahlreiche Aspekte im Umfeld der Produktion simulativ betrachtet. So wird zum Beispiel die Auswirkung eines Prozesses auf die Eigenschaften des Bauteils unter Berücksichtigung der Maschinenstruktur berechnet.

In der Mikroproduktion werden bspw. Kombinationen unterschiedlichster Maschinen und Verfahren verwendet, um Mikrostrukturen auf Bauteile aufzubringen. Damit ergeben sich zahlreiche neue Ansätze, um bestehende Produkte auf Basis einer Oberflächenstrukturierung weiter zu verbessern. Das wbk mit seiner 60-jährigen Geschichte wird unter dem Leitsatz „Die Faszination für die Umsetzung einer Idee in ein reales Produkt ist unser Antrieb in Forschung, Innovation und Lehre“ die Produktionsforschung in Karlsruhe vorantreiben.

Den Abschluss der Festveranstaltung bildete das Ehemaligenfest am Standort Fasanengarten.



Umsetzungsforen der Forschungsunion – „Produktion und Wertschöpfung in den Mobilitätsindustrien“

Die Identifikation von Forschungsbedarfen der Produktionstechnik mit Hebelwirkung in allen Mobilitätsindustrien ist Ziel der veranstalteten Umsetzungsforen der Forschungsunion im Juni und Oktober 2012 am Institut für Produktionstechnik. Die Foren wurden von Fachexperten und Entscheidern aus Politik, Wissenschaft und Wirtschaft gestaltet. Ausrüster, Zulieferer und OEM aus Automobil-, Luftfahrt-, Bahn- und Schiffbauindustrie waren vertreten.

Über eine erfolgreiche Forschungs- und Entwicklungstätigkeit der Unternehmen und Forschungseinrichtungen hinaus bilden innovationsfreundliche Rahmenbedingungen und Fördermöglichkeiten die Basis für die internationale Wettbewerbsfähigkeit, Exportfähigkeit und die Sicherung von Arbeitsplätzen. Daher wurden mit den Teilnehmern nicht nur konkrete Handlungsempfehlungen erarbeitet, sondern zusätzlich allgemeine Treiber und Hemmnisse identifiziert. Die erarbeiteten Ergebnisse wurden in den Lesungen der Forschungsunion der Bundesregierung übergeben.



wbk Herbsttagung

Am 25. Oktober 2012 fand die wbk-Herbsttagung zum Thema „Life-Cycle-Performance im Maschinen- und Anlagenbau“ statt und setzte damit in der fünften Auflage die Historie mit den Themen Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit, Servicemodelle, Lebenszykluskosten und Effizienz fort. Unter den rund 60 Teilnehmern der Veranstaltung waren sowohl Betreiber produktionstechnischer Anlagen als auch Maschinen- und Anlagenhersteller sowie Vertreter aus Wissenschaft, Forschung und Fachpresse.

Seit der letzten Herbsttagung zum Thema Life Cycle Performance (LCP) im Jahre 2010 wurden am wbk die Zustandsdiagnose und -prognose am Beispiel des Kugelgewindetribs weiter vorangetrieben sowie die belastungsorientierte Zuverlässigkeitsanalyse weiter ausgebaut. Zudem wurden innovative Ansätze, wie z. B. der Rückschluss auf Bauteilqualität und Maschinenlebensdauer auf Basis von Energie-Last-Beziehungen, vorgestellt.

Im Vordergrund standen aber nicht nur die innovativen Beiträge aus Industrie und Wissenschaft, welche das Themenfeld aus verschiedenen Perspektiven betrachteten, sondern auch der rege Austausch unter den Teilnehmern. Hier wurden die künftigen Handlungsfelder und Potentiale aufgezeigt, die sich beispielsweise aus der Elektrifizierung und zunehmenden Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) ergeben.

Eröffnet wurde die Tagung von Frau Prof. Lanza, die einen Überblick über die verschiedenen Aktivitäten und Projekte des wbks im Bereich LCP gab. Im Anschluss stellten Projektpartner aus der Industrie Ergebnisse aus Kooperationsprojekten und Eigeninitiativen vor.

Das Vormittagsprogramm wurde mit der Vorstellung aktueller Forschungsarbeiten zum Thema Ressourceneffizienz

am wbk abgerundet. Nach der Mittagspause wurde das Thema Ressourceneffizienz fortgeführt. Herr Dr. Schmidt, Zentralentwicklung bei MAG Europe GmbH, stellte eine vollelektrifizierte Werkzeugmaschine vor und präsentierte die sich daraus ergebenden Wirtschaftlichkeits- und Energieeffizienzpotenziale.

Abgerundet wurde die Veranstaltung mit zwei Vorträgen zum Thema intelligente Vernetzung. Den abschließenden Vortrag hielt Herr Bauer, Leiter Systementwicklung Basistechnologien bei TRUMPF Werkzeugmaschinen GmbH + Co., zum Internet-Telepräsenzportal und den sich durch moderne IKT auftuenden Möglichkeiten für neue Dienstleistungen. Der Vortrag mündete in eine Abschlussdiskussion und den Chancen und Risiken durch die voranschreitende Elektrifizierung und IKT-Durchdringung im Bereich des Maschinen- und Anlagenbaus (Industrie 4.0).



Herstellung von Verzahnungen für die Antriebstechnik

Am 08./09. November 2012 fand in Karlsruhe das von der Forschungsvereinigung Antriebstechnik (FVA) und dem Institut für Produktionstechnik (wbk) organisierte Fertigungskolloquium Antriebstechnik: Verfahren zur Stirnradherstellung statt.

Ziel des Kolloquiums war die Darstellung der gesamten Wertschöpfungskette - angefangen von konstruktiven Grundlagen über die Fertigung einschließlich der Wärmebehandlung. Durch die Veranstaltung führte Professor Klaus Felten, der mit Grundlagenbeiträgen zur Historie der Zahnradherstellung und einzelnen Fertigungsverfahren die jeweiligen Fachbeiträge mit seinen fundierten Kenntnissen aus seinem industriell geprägten Arbeitsleben einleitete.

Die Vortragsreihe startete mit spanlosen Herstellverfahren von Verzahnungen wie Präzisionsschmieden und Axialformen, an die Beiträge zu Herstellstrategien beim Wälzfräsen



und Werkzeugmanagement anschlossen sowie zwei Vorträge des wbk zu aktuellen Forschungsthemen bei den Fertigungsverfahren Räumen und Wälzschälen.

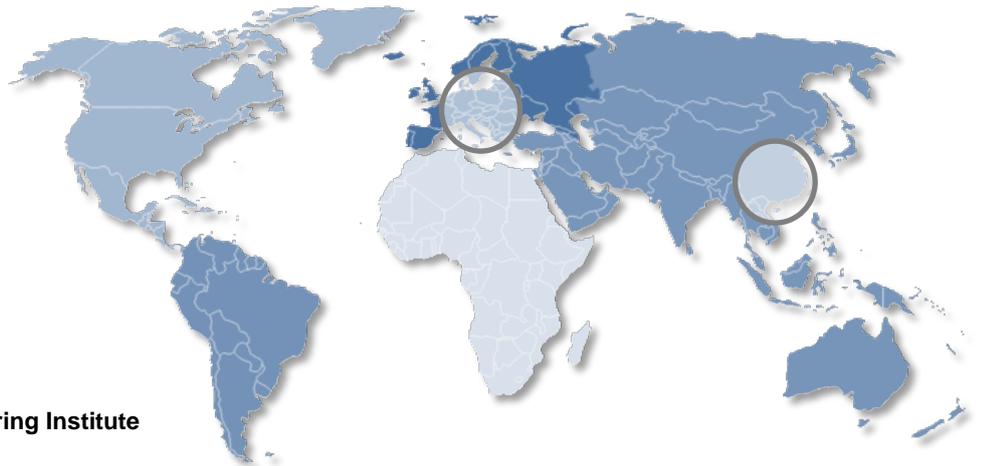
Den Abschluss des ersten Tages bildeten Beiträge zu fertigungsintegrierten Wärmebehandlungsprozessen und einem Vergleich von Nitrieren und Einsatzhärten.

Der zweite Tag stand ganz im Mittelpunkt der Hartfeinbearbeitung. Vorgestellt wurden Maschinenkonzepte und Anwendungen beim Verzahnungsschleifen, produktive und flexible Endbearbeitung auf Wälzschleifmaschinen und Methoden zur Erkennung von Schleifbrand. Den Abschluss der Vortragsreihe bildete ein Beitrag zum Thema Powerhonen. Die

insgesamt 13 Fachvorträge wurden durch einen Besuch des wbk Zerspanungslabors am Ende des ersten Tages und eine Firmenbesichtigung der Firma Felss Rotaform in Bretten abgerundet.

Standorte

- **wbk am Fasanengarten**
 - Produktionssysteme
 - Maschinen, Anlagen und Prozessautomatisierung
- **wbk am Ehrenhof**
 - Fertigungs- und Werkstofftechnik
- **wbk am Campus Nord**
- **GAMI - Global Advanced Manufacturing Institute**
 - Suzhou, China
- **AMTC - Advanced Manufacturing Technology Center**
 - Shanghai, Jading Campus der Tongji Universität, China



wbk, Fasanengarten, KIT



wbk, Ehrenhof, KIT



Gebäude 276, KIT
Campus Nord



AMTC, China



GAMI, China

Zahlen

Mitarbeiter:

■ Wissenschaftler	56
■ Technik und Verwaltung	32
■ Auszubildende	9
■ Studentische Hilfskräfte	220

Lehre:

- 21 Vorlesungen
- Ca. 1.600 Hörer pro Jahr
- Ca. 280 Studien- und Abschlussarbeiten pro Jahr

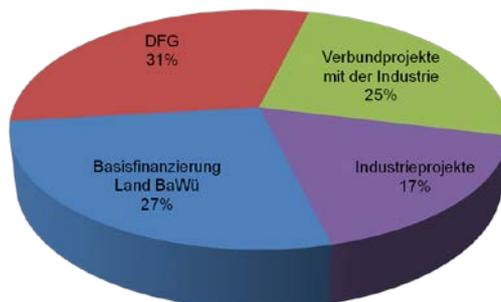
Ausstattung:

- 1.220 m² Laborfläche
- Ca. 30 Versuchsstände
- Zwei mechanische Werkstätten mit Lehrlingsausbildung
- Umfassendes Rechner- und Simulationsequipment

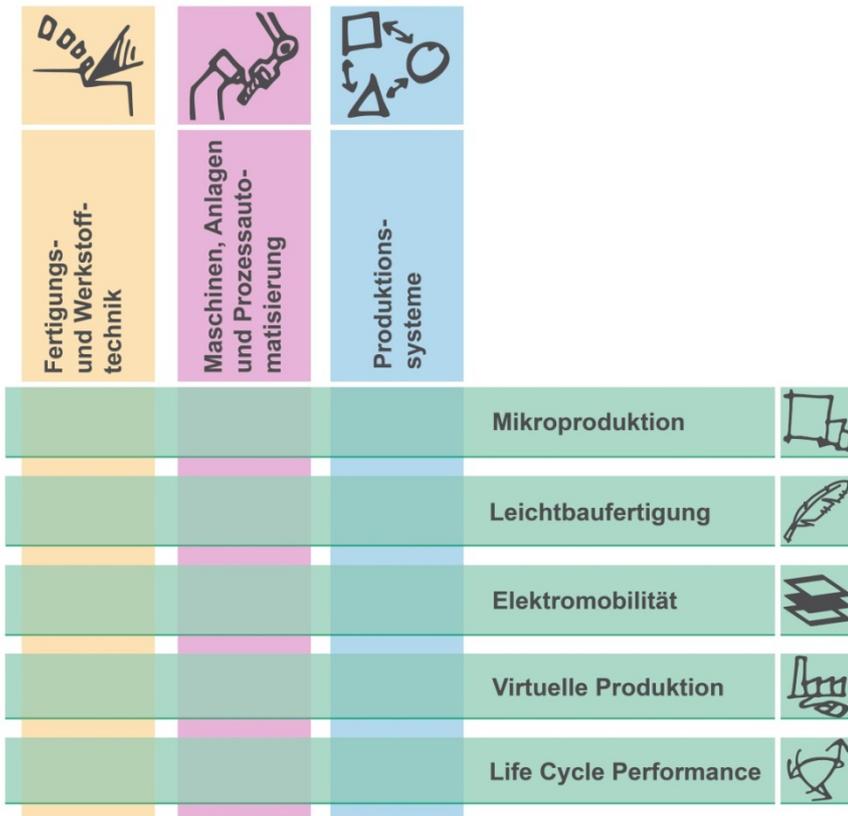
Projekte:

- 40 Grundlagen-Forschungsprojekte
- 16 Verbundprojekte
- 35 Industrieprojekte

Finanzierung



Forschungsstruktur



Ansprechpartner

Bereich: Fertigungs- und Werkstofftechnik (FWT)

Forschungsschwerpunkte: Virtuelle Produktion (VP), Mikroproduktion (MP)

Prof. Dr.-Ing. habil. Volker Schulze

Raum: 001

Gebäude 10.91

Tel.: +49 721 608-42440

Fax: +49 721 608-45004

Volker.Schulze@kit.edu

Bereich: Maschinen, Anlagen und Prozessautomatisierung (MAP)

Forschungsschwerpunkte: Leichtbaufertigung (LF), Elektromobilität (EM)

Prof. Dr.-Ing. Jürgen Fleischer

Raum: 119

Gebäude 50.36

Tel.: +49 721 608-44009

Fax: +49 721 608-45005

Juergen.Fleischer@kit.edu

Bereich: Produktionssysteme (PRO)

Forschungsschwerpunkte: Life Cycle Performance (LCP), Elektromobilität (EM)

Prof. Dr.-Ing. Gisela Lanza

Raum: 117

Geb. 50.36

Tel.: +49 721 608-44017

Fax: +49 721 608-45005

Gisela.Lanza@kit.edu

Fertigungs- und Werkstofftechnik (FWT)

Leitung:
Prof. Dr.-Ing. habil. Volker Schulze

Die Entwicklung neuer Produkte ist eine zentrale Ingenieursaufgabe, die zunehmend nur noch interdisziplinär zwischen Produktentwicklung, Produktion und Werkstofftechnik zu bewältigen ist. Dies hat seine Ursache darin, dass in der Entwicklung geforderte Bauteileigenschaften durch die einzelnen Bearbeitungsschritte vom Rohstoff bzw. Halbzeug bis hin zum fertigen Bauteil in erheblichem Ausmaß beeinflusst werden.

Angesichts des hohen Entwicklungsstands verfügbarer Prozesse wird in den damit verknüpften Fragestellungen ein vorrangiges Themenfeld für die Forschungsarbeiten in der Fertigungstechnik gesehen.

Die vorrangige Aufgabenstellung des Bereichs **Fertigungs- und Werkstofftechnik** ist die Entwicklung und Optimierung von Prozessen und Prozessketten der Fertigungs- und Werkstofftechnik unter Einschluss der fertigungsbedingten Bauteileigenschaften. Durch die grundlagenorientierte Untersuchung sowohl etablierter als auch neuer innovativer **Fertigungsprozesse** werden diese in Zusammenarbeit mit der Industrie stetig weiterentwickelt und in vielerlei Hinsicht verbessert. Der Aufbau von Prozessketten und deren Optimierung durch Integration mehrerer Fertigungsverfahren in eine Maschine wird dabei ebenfalls untersucht. Der Fokus liegt hierbei auf spanenden und abtragenden Fertigungsverfahren sowohl im Makro- als auch im Mikrobereich. Auf Seiten der Mikrobearbeitung kommen dabei das Mikrofräsen, die Mikrofunktenerosion, das Mikro-Laserabtragen sowie Kombinationen der drei Verfahren zum Einsatz.

Prozesse

Prozessentwicklung

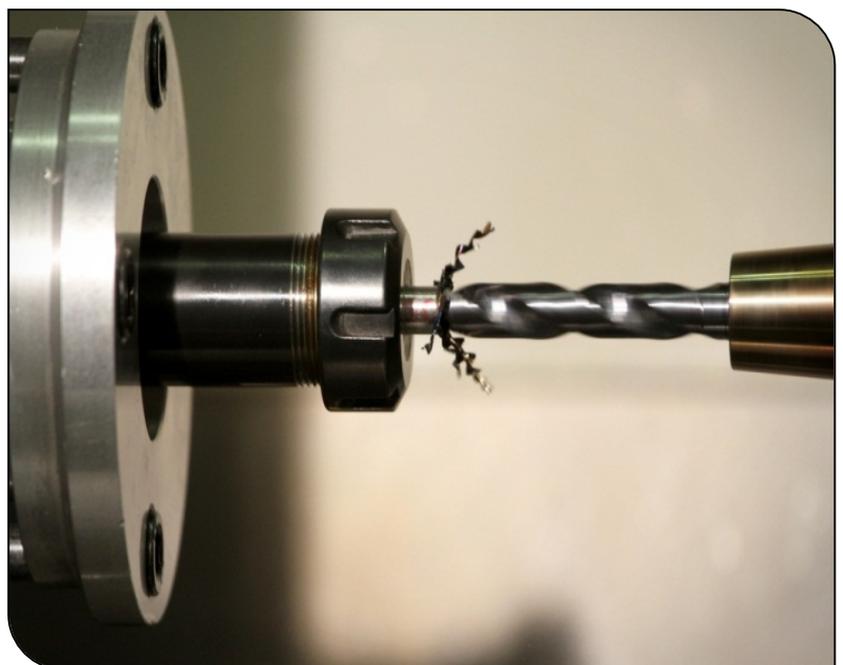
- Zerspanung
- Mikrobearbeitung
- Wärme- und Oberflächenbehandlung

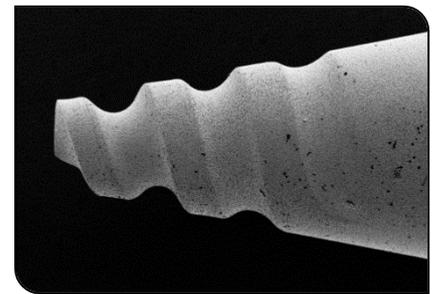
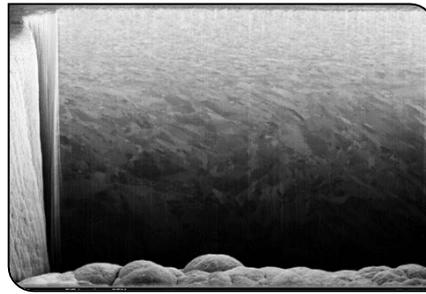
Prozessplanung/-überwachung

- Simulation von Prozessen
- In-Prozess-Kontrolle
- Prozess-Maschine-Interaktion

Prozessintegration/-verkettung

- Hybride Prozesse
- Prozessketten





Die Simulation von Fertigungsprozessen ermöglicht eine Erweiterung des Prozessverständnisses durch detaillierte Teilmodelle zur Untersuchung unterschiedlichster Effekte wie beispielsweise Verschleiß und Reibung. Hierbei können der Versuchsaufwand reduziert und zudem experimentell nicht zugängliche Erkenntnisse gewonnen werden. Mit den Simulationen wird die effiziente Auslegung von Bearbeitungsstrategien unterstützt und die Abbildung vollständiger Prozessketten ermöglicht.

Mit Hilfe neuer Kenntnisse über die Wechselwirkungen zwischen Prozessen und Bauteilen werden in enger Zusammenarbeit mit dem Institut für angewandte Materialien-Werkstoffkunde (IAM-WK) mittels **Surface Engineering** Bauteile untersucht und ihre Eigenschaften definiert eingestellt.

Hierbei stehen besonders Charakteristika der Bauteilrandzonen, wie Eigenspannungs- und Verfestigungszustände, im Vordergrund, die durch den Fertigungsprozess bestimmt werden und einen großen Einfluss auf die Eigenschaften bei schwingender oder tribologischer Beanspruchung besitzen. Die definierte Erzeugung von Bauteilrandzonen, aber auch die schädigungsarme Bearbeitung, spielt bei der Bearbeitung von Verbundwerkstoffen wie CFK, GFK und MMCs ebenfalls eine große Rolle. Hierfür werden im Bereich **Fertigungs- und Werkstofftechnik** neue Verfahren und Bearbeitungsstrategien für den Leichtbau untersucht und entwickelt.

Surface Engineering

Werkzeuge

- Werkzeugoptimierung
- Verschleißanalysen

Bauteilrandzonen

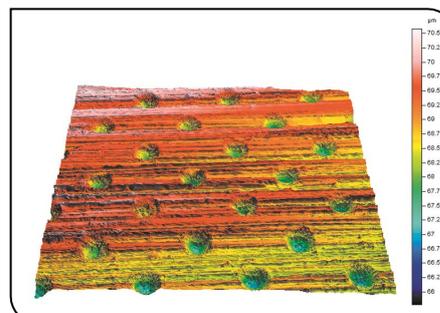
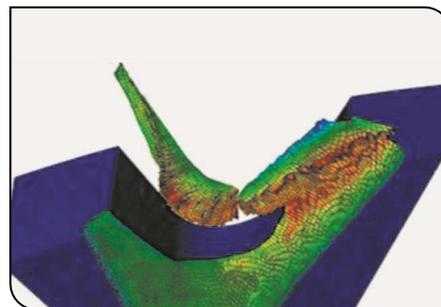
- Topographie
- Gefüge
- Eigenspannungen
- Verfestigung

Bauteilverhalten

- Schwingende Beanspruchung
- Tribologische Beanspruchung

Prozess-Bauteil-Interaktion

- Simulation der Bauteilzustände



Entwicklung neuer Prozessstrategien zur schädigungsarmen Nachbearbeitung von faserverstärkten Kunststoffen



Ansprechpartner am wbk
Stefan Klotz M.Sc.
Telefon: 0721 608-42448
E-Mail: stefan.klotz@kit.edu

Ziel des Vorhabens

Der Einsatz faserverstärkter Kunststoffe hat in den letzten Jahren stark zugenommen. Daher gewinnen diese Werkstoffe zunehmend auch für die Großserienfertigung, beispielsweise im Automobilbau, an Bedeutung. Jedoch bestehen aufgrund des inhomogenen Materialaufbaus noch einige Defizite in der Prozessbeherrschung bei der Bearbeitung dieser Werkstoffe. Ziel des Vorhabens ist es, die Schädigungen bei der Bearbeitung von faserverstärkten Kunststoffen zu verringern. Diese sind aufgrund ihres Lagenaufbaus häufig anfällig für Schädigungen, die während der Bearbeitung durch den Prozess hervorgerufen werden. Die zur Verringerung der Schädigungen erforderlichen Grundlagen bedürfen einer genaueren wissenschaftlichen Durchdringung, um hier fehlende Erkenntnisse zum besseren Prozessverständnis zu erhalten. Deshalb sollen in diesem Forschungsprojekt grundlegende Zusammenhänge zwischen Werkzeugverschleiß und Bearbeitungsqualität erarbeitet werden. Die Einbeziehung der Bearbeitungskräfte, die während des Prozesses entstehen, soll zudem Erkenntnisse für die Entwicklung neuer Verfahren zur Bohrbearbeitung liefern, so dass Schädigungen insbesondere an den Decklagen verringert werden.

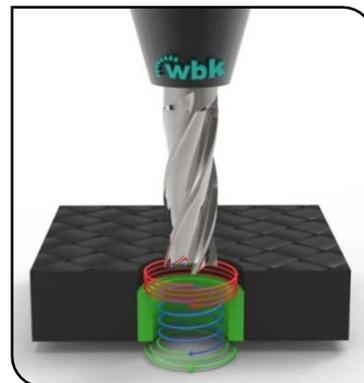
Vorgehensweise

Zur Erreichung der Zielstellung des Projektes werden umfangreiche Versuche zur Bohrbearbeitung von faserverstärkten Kunststoffen durchgeführt. Hierbei werden die Größen Werkzeugverschleiß, Prozesskräfte und Bauteilschädigungen erfasst, um Wechselwirkungen aufzuzeigen. Mit den Ergebnissen dieser Versuche sollen alternative Fertigungsverfahren entwickelt werden, mit denen die prozessinduzierten Schädigungen signifikant verringert werden können. Dabei wird die Prozessentwicklung mittels kinematischen Prozesssimulationen unterstützt. Gestützt werden die experimentellen Ergebnisse durch eine kinematische Simulation, mit der das gewonnene Verständnis aus den Experimenten auf weitere Prozesskinematiken übertragen werden kann. Als Ergebnisgrößen liefert dieses

Simulationstool die resultierenden Kraftvektoren sowie die unverformten Spangeometrien bei der Bearbeitung. Somit dient diese Simulation zur Entwicklung weiterer Verfahren und zur Identifikation von optimalen Prozessparametern für die jeweiligen Verfahren. Mit den erzielten Ergebnissen soll dieses Forschungsprojekt einen Beitrag zur Umsetzung in der Serienfertigung von faserverstärkten Kunststoffen liefern.

Ergebnisse

In den Versuchen konnten eindeutige Korrelationen zwischen dem Werkzeugverschleiß und den entstehenden Bauteilschädigungen erzielt werden. Des Weiteren konnte bei steigenden Schädigungen auch ein Anstieg der entstehenden Prozesskräfte festgestellt werden. Diese Erkenntnisse wurden genutzt, um alternative Verfahren zu entwickeln, mit denen die Schädigungen vermindert werden können, indem die resultierenden Prozesskräfte gezielt ins Werkstückinnere gerichtet werden. Als Verfahren wurde das Taumelfräsen entwickelt, bei dem durch eine Taumbewegung die Decklagen mit ins Werkstückinnere gerichteten Prozesskräften bearbeitet werden, wodurch eine selbstabstützende Wirkung des Laminates erreicht wird. Als weiteres Verfahren wurde ein Prozess entwickelt, der das bereits etablierte Zirkularfräsen und einen Spiralfräsvorgang kombiniert. Hierbei werden die Decklagen so bearbeitet, dass sich ebenfalls ins Werkstückinnere gerichtete Prozesskräfte ergeben. An der Werkstückoberseite geschieht dies durch die Ausnutzung des Werkzeugverschleißes, indem der axiale Zahnvorschub kleiner gewählt wird als die Schneidkantenverrundung. An der Werkstückunterseite wird dagegen in einem Spiralfräsvorgang die Werkzeugwendelung des Fräasers genutzt, um die Prozesskräfte nach oben ins Werkstückinnere zu richten.



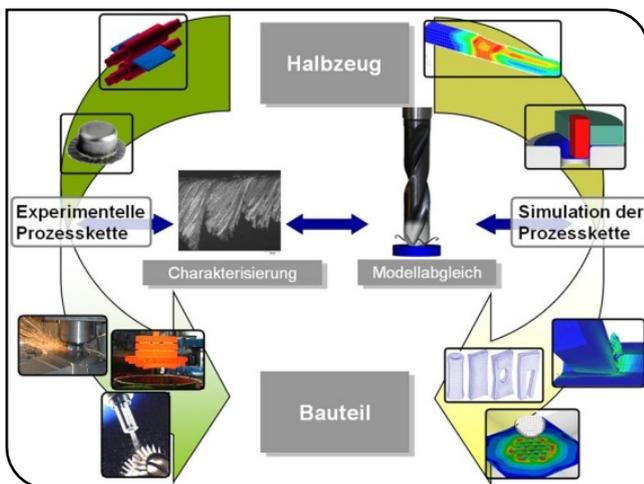
Graduiertenkolleg 1483 Prozessketten in der Fertigung



Ansprechpartner am wbk

Farboud Bejnoud E-Mail: farboud.bejnoud@kit.edu
Irina Waltschläger E-Mail: irina.waltschlaeger@kit.edu
Benjamin Geibel E-Mail: benjamin.geibel@kit.edu

Im Graduiertenkolleg 1483 „Prozessketten in der Fertigung“ erfolgt die interdisziplinäre Ausbildung des wissenschaftlichen Nachwuchses im Bereich des Computational Engineering, der Werkstoffwissenschaft und der Produktionstechnik. Dabei steht die Betrachtung von Prozessketten „vom Halbzeug zum Bauteil“ im Mittelpunkt. Das Forschungsprojekt wird von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) in der zweiten und dritten Generation für weitere 4,5 Jahre mit ca. 6 Millionen Euro gefördert. Sprecher des Graduiertenkollegs ist Prof. Dr.-Ing. habil. Volker Schulze. Die Geschäftsführung liegt ebenfalls am wbk und wird von Dr.-Ing. Frederik Zanger übernommen.



Forschungsschwerpunkte

Das Forschungsprogramm des Graduiertenkollegs gliedert sich in 3 Themenbereiche: Umformen (A), Zerspanen und Wärmebehandlung (B) und Simulationstechniken für Prozessketten (C). Der Themenbereich A behandelt die Leitprozesskette eines Blechbauteils. Dort stehen die Prozessschritte Walzen, Glühen und Tiefziehen im Fokus der Untersuchung. Im Themenbereich B, in dem das wbk mit mehreren Themen vertreten ist, wird die Fertigungskette von Massivbauteilen betrachtet. Dabei werden die Prozessschritte Weichbearbeitung, Wärmebehandlung, Hart-

bearbeitung und Oberflächenbearbeitung untersucht. Der Themenbereich C befasst sich mit übergeordneten Fragestellungen, die sowohl den Themenbereich A als auch den Themenbereich B betreffen. Der Forschungsschwerpunkt der ersten Generation lag im Themenbereich A auf der experimentellen Untersuchung und numerischen Simulation des mechanischen Materialverhaltens eines ferritischen Stahls (DC04). Der Themenbereich B beschäftigte sich in der ersten Generation mit der experimentellen und simulativen Betrachtung der Prozesskette Weichbearbeitung-Härten-Hartbearbeitung an einem Massivbauteil: Wärmebehandlungen, prozessübergreifende Eigenspannungsanalyse sowie die Einflüsse von Räumparametern auf den Werkstückzustand auf Mikro- und Makroebene wurden dabei untersucht.

Im Themenbereich A werden die entwickelten Methoden auf wesentlich komplexere mehrphasige und pressgehärtete Stähle übertragen, während im Themenbereich B verstärkt die Abschreckprozesse bei der Wärmebehandlung und die resultierenden Bauteilzustände sowie die Hartbearbeitung betrachtet werden. Die Verknüpfung einzelner Fertigungsprozesse in einer multiskaligen, prozessübergreifenden Simulation führt zum Ziel, eine zuverlässige Prognose für das Bauteilverhalten unter Einsatzbedingungen zu erstellen.

In der zweiten Generation werden 14 Projekte bearbeitet: 3 der Projektthemen werden von Kollegiaten am wbk verfolgt. Im Teilprojekt B12 bearbeitet Farboud Bejnoud das Thema „Harträumen komplexer Bauteilgeometrien“, welches auf den Arbeiten der ersten Generation von Harald Meier „Optimierung der Prozessführung für die Prozesskette Weichbearbeiten-Einsatzhärten-Hartbearbeiten“ aufbaut. Das Ziel des Projektes ist die Optimierung der Bauteileigenschaften durch Verständnis der Prozesseinflussgrößen beim Harträumen. Aufbauend auf den Arbeiten von Julius Osterried „Anwendung von Ähnlichkeitsmechanik und Finite-Element Simulationen zur Steigerung der Prozesseffizienz bei der Weich- und Hartbearbeitung“ bearbeitet Irina Waltschläger das Teilprojekt B10 „Simulation des Verzugspotentials dünnwandiger, eigenspannungsbehafteter Bauteile beim Teilprozess Zerspanung“. Ein zusätzlicher neuer Aspekt im Themenbereich B, bedingt durch die Diskussion um die Verknappung von Ressourcen und der damit verbundenen steigenden Energiekosten, ist die Betrachtung der Energieeffizienz. Benjamin Geibel bewertet im Rahmen des Projektes B13 „Energieeffizienz in der Fertigung“ Energie und Kosten einzelner Prozessschritte. Ausgehend von einem einzelnen Prozess, dessen Prozessführung und den resultierenden Bauteilzuständen, welche zugleich relevant für den nächsten Prozessschritt sind, sollen energetische Bewertungsansätze entwickelt werden, die eine ganzheitliche Betrachtung sowie eine Optimierung der Prozesskette ermöglichen.

Maschinen, Anlagen und Prozessautomatisierung (MAP)

Leitung:
Prof. Dr.-Ing. Jürgen Fleischer

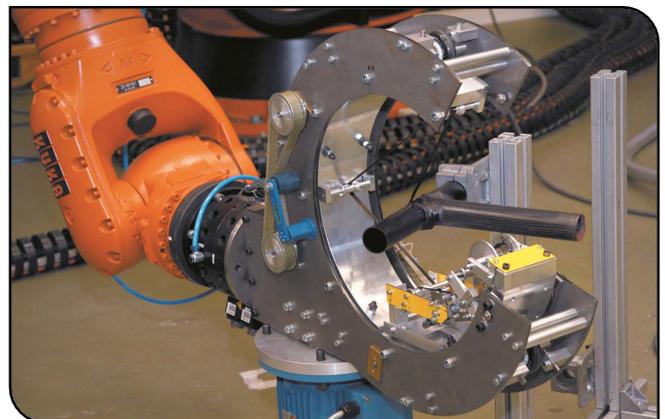
Zukünftige **Maschinen und Anlagen** sowie die zugehörige **Prozessautomatisierung** müssen sich in einem volatilen Markt beweisen und den stetig steigenden technologischen Anforderungen gerecht werden. Neben den wesentlichen Kriterien wie Stückzahl-, Varianten- und Konfigurationsflexibilität und der Minimierung von Investitions- und Instandhaltungskosten rückt dabei der Umgang mit unreifen Technologien wie beispielsweise der Elektromobilität oder der Leichtbauproduktion in den Vordergrund. Gerade in solchen Gebieten, deren Produkt- und Produktionsstrukturen noch weitgehend unbekannt sind, sind interdisziplinäre Lösungen von Ingenieuren aller technischen Fachrichtungen gefordert, um die Herausforderungen zu meistern. Die notwendige Verschmelzung von Produkt- und Produktionstechnologieentwicklung muss dabei intensiver denn je betrieben werden, um die Marktanforderungen zu erfüllen und dem Standort Deutschland weiter Aufwind zu geben.

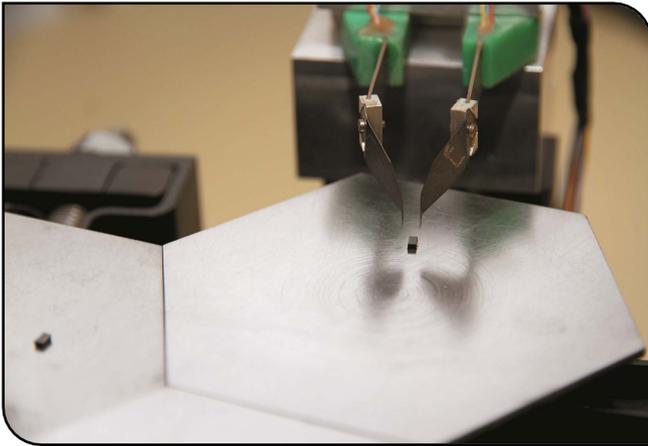
Zukünftige Generationen von mechatronischen Produkten, aber auch deren zugehörige Produktionstechnik erfordern darüber hinaus neben der klassischen Mechanik eine steigende Integration von Leistungs- und Regelungselektronik und IT-Bausteine, um für immer schnellere, flexiblere, rekonfigurierbare und energieeffiziente Produkte und Produktionsprozesse das notwendige Prozesswissen intelligent vorhalten zu können.

Die Kernkompetenzen des Bereichs **Maschinen, Anlagen und Prozessautomatisierung** liegen in der Entwicklung und Auslegung von intelligenten, ressourceneffizienten Komponenten für Maschinen und Anlagen sowie in der Gestaltung kompletter automatisierter Prozessketten. Im Fokus stehen dabei Handhabungs- und Montagetechnologie, Greiftechniken und die Herstellung mikromechatronischer Komponenten. Anwendungsfelder sind Werkzeugmaschinen sowie Fertigungs- und Montageanlagen für Leichtbau und Elektromobilität. Neben der Grundlagenforschung werden dabei in besonderem Maße Partner aus der Industrie mit in die Forschungstätigkeiten eingebunden, um realitätsnahen Fragestellungen und Problemen produzierender Firmen begegnen zu können.

Komponenten und Maschinen

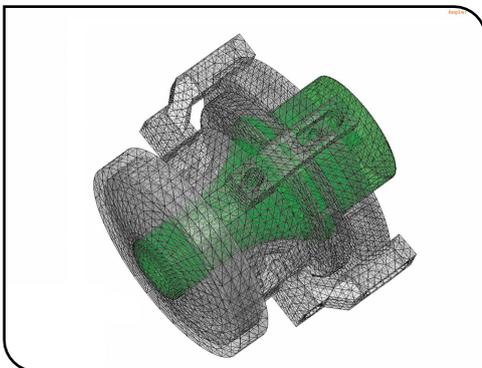
- Mechatronik
- Piezotechnologien
- Ressourceneffiziente Auslegung von Werkzeugmaschinenkomponenten
- Statistische und dynamische Maschinensimulation
- Entwicklung intelligenter Instandhaltung von Maschinen
- Greiftechnologien





Ein besonderes Augenmerk der Forschungs- und Entwicklungsarbeiten liegt dabei auf dem ressourcenschonendem Umgang mit Energie und den eingesetzten Ausgangsmaterialien. Dies führt nicht nur zu umweltschonenden Produktionstechnologien, sondern auch die Wirtschaftlichkeit von Produktionsprozessen kann dadurch nachhaltig gesteigert werden. Bereits während der Konzeptionsphase jeder Forschungsarbeit werden diese Fragestellungen in simultaner Zusammenarbeit mit den Produktentwicklern berücksichtigt.

Ein aktuelles Thema im Anwendungsfeld **Werkzeugmaschinen** ist die Entwicklung intelligenter Maschinenkomponenten. Beispiele sind Systeme zur Zustandsdiagnose und -prognose und zur Vorspannungsregelung mittels Self-Sensing-Aktoren von Kugelgewindedrieben. Weitere Themenstellungen sind die Wertgestaltung von Montageanlagen, Herstellung mikromechatronischer Produkte mittels Sinterfügen, piezoelektrische Schwingförderer, mikromechatronische hydraulische Vorschubachsen und Energy-Harvesting-Systemen in der Sanitärhydraulik.



Im Anwendungsfeld **Leichtbaufertigung** werden derzeit ganzheitliche Prozessautomatisierungslösungen für die Fertigung von Aluminium-Space-Frame Strukturen sowie für faserverstärkte Kunststoffe entwickelt. Die Erkenntnisse daraus fließen in die Entwicklung von angepassten Technologien zur Herstellung hybrider Strukturen ein, die es ermöglichen unterschiedliche Materialien und Funktionen optimal zu kombinieren.

Das Anwendungsfeld **Elektromobilität** erforscht Produktionstechnologien für mobile und stationäre Energiespeicher sowie für Elektromotoren. Themen sind die Analyse, Bewertung und Optimierung bestehender Produktionsprozesse, wie Greifsysteme für die Zellfertigung sowie die Neuentwicklung, Simulation und serienfähige Umsetzung von Batteriemontagesystemen und Fertigungsanlagen für Elektromotoren.

Automatisierte Prozessketten

- Prozessverkettung
- Steuerungs- und Regelungstechnik
- Montageautomatisierung
- Wertgestaltung von automatisierten Systemen

Produktionstechnologien für effiziente Leichtbaumotoren für Elektrofahrzeuge (ProLeMo)



Ansprechpartner am wbk
 Manuel Peter
 Telefon: 0721 608-28311
 E-Mail: manuel.peter@kit.edu

Ziel des Vorhabens

Um die Elektromobilität flächendeckend und kundenorientiert realisieren zu können, müssen die beteiligten produzierenden Unternehmen in der Lage sein, die benötigten Schlüsselkomponenten wie den elektrischen Antriebsmotor effizient und serienflexibel auslegen und kostengünstig produzieren zu können. Zur Reduzierung des Gewichts der Elektro-Antriebsstränge bei gleichzeitiger Verbesserung der elektrischen und mechanischen Eigenschaften bietet die Integration von Leichtbautechnologien auf Basis faserverstärkter Kunststoffe (FVK) wie beispielsweise kohlenstofffaserverstärkter Kunststoff (CFK) die höchsten Potenziale, dies in Antriebssystemen erreichen zu können.

Ziel des Vorhabens ist die Steigerung des Leistungsgeichtes, also dem Verhältnis von Motorleistung zu Motorgewicht, sowie eine konsequente Prozessintegration bei der Herstellung der Elektromotoren zur Sicherstellung einer wirtschaftlichen Produktion.

Vorgehensweise

Zur Identifikation der Leichtbaupotentiale wird eine Technologiematrix für die drei Motortechnologien permanent erregte Synchronmaschine, elektrisch erregte Synchronmaschine sowie Asynchronmaschine erarbeitet. Für ausgewählte Motorkonzepte werden technologische und wirtschaftliche Bewertungen durchgeführt, um aussichtsreiche Lösungen zu bestimmen. Betrachtet werden die relevanten Motor-komponenten Rotor, Stator, Gehäuse und Lagerschilde.

Für die aussichtsreichsten Lösungen werden in Zusammenarbeit mit Industrieunternehmen detaillierte Konzepte erarbeitet und Prototypen hergestellt. Bei der Umsetzung der Konzepte wird auf eine möglichst große Kompatibilität zu einem existierenden, als Referenz dienenden, Elektromotor geachtet. Die hergestellten Prototypen können so in einer funktionsfähigen Umgebung getestet werden.

Aufgrund der technologischen Breite des Projekts findet die Bearbeitung in den Forschungsschwerpunkten Elektromobilität und Leichtbau statt.

Ergebnisse

In der ersten Projektphase wurde der Fokus auf neue Technologien im Rotor gesetzt. Gewichtseinsparungen wirken sich hierbei zusätzlich auf das Trägheitsmoment und somit die Motordynamik aus.

Beim Rotorjoch wurden Materialeinsparungen in nicht flussführenden Bereichen des Elektroblechs mit einer Materialsubstitution durch einen spritzgießbaren weichmagnetischen Verbundwerkstoff (soft magnetic composite) verglichen. Die Drehmomentanbindung erfolgt in beiden Ansätzen durch einen faserverstärkten Thermoplast, welcher im Prozess um die Rotorwelle gespritzt wird. Nachgeschaltete Fügeprozesse entfallen und verkürzen damit die Prozesskette.

Im Bereich der Rotorwelle werden neben der konventionellen Stahlvariante auch hybride Metall-Faserverbund-Wellenkonzepte verfolgt. Die metallischen Komponenten sollen durch Faserwickeln oder Schleudern mit dem FVK verbunden werden.

Die bisherigen Berechnungen bei Rotorjoch und -welle zeigen in Summe das Potential zu Gewichtseinsparungen von bis zu 40 % (ca. 3,5 kg) bei gleicher Leistung im Vergleich zum Referenzrotor.

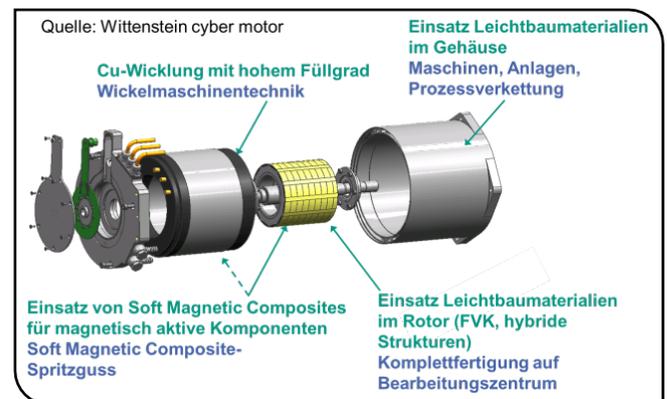


Abbildung: Betrachtete Leichtbauansätze im Elektromotor

Ausblick

In den weiteren Teilvorhaben wird die Erhöhung des Füllgrades in der Statorwicklung mittels Linear-Spulentechnik oder verteilter Wicklung angestrebt. Zudem werden Leichtbaupotentiale im Gehäuse und den Lagerschilden überprüft. Hierbei ist die größte Herausforderung eine aktive Kühlung in ein FVK-Gehäuse zu integrieren.

Sichere energieautarke Wassertechnik mit Telemetrie (SiegaWATT)



Ansprechpartner am wbk
 Dipl.-Math. Martin Krauß
 Telefon: 0721 608-44289
 E-Mail: martin.krausse@kit.edu

Ziel des Vorhabens

Ziel von SiegaWATT war die Entwicklung und Umsetzung eines Baukastens zuverlässiger Grundmodule für automatische, energieautarke Systeme der Wasserhydraulik. Im BMBF-Forschungsverbund sollte die Entwicklung und Integration weitergehender Funktionen autarker Systeme wie drahtlose Datenübertragung, Datenlogger- und Monitoringfunktionen sowie die Anbindung anwendungsabhängiger Sensorik in die Steuerung erfolgreich umgesetzt werden.

Vorgehensweise

Batteriearme automatische Systeme der Wasserhydraulik wurden bislang zentral über eine Stromleitung mit Energie und Steuerinformationen versorgt. Somit waren prinzipbedingt immer sowohl Wasser als auch elektrische Energie zur Versorgung notwendig. Dies erforderte einen hohen Aufwand für die Bereitstellung und Installation sowie die Instandhaltung dieser Systeme. Des Weiteren war der flexible Einsatz nur mit einem erhöhten Aufwand möglich und erforderte neben der Wasserversorgung auch immer eine Stromversorgung für die Steuerung. Bisherige energieautarke Ansätze kabelloser Technologien erreichten den Markt kaum, da keine gesicherte Zuverlässigkeit garantiert werden konnte.

Am Beispiel einer energieautarken, automatischen Wasserarmatur wurde im ebenfalls durch das BMBF geförderten Verbundprojekt powerFLUID der prinzipielle Funktionsnachweis eines energieautarken, automatischen Systems im Bereich der Wasserhydraulik erbracht. Die umgesetzten Grundfunktionen Energiewandler, Energiespeicher, Steuerung, Ventil und Sensorik lagen in diesem System als Funktionsmuster vor.

Das Grundprinzip aus diesen Modulen bestehender Systeme ist Folgendes: Die Mikroturbine nutzt das fließende Medium, um elektrische Energie zur autarken Versorgung zu wandeln. Mittels der aus dem strömenden Medium gewandelten Energie werden die Ventile zur Steuerung des Fluidstroms, die benötigten anwendungsspezifischen Sensoren sowie die Steuerung der gesamten Einheit versorgt.

Die Kommunikation mit einer zentralen Steuerung wird über eine Funkanbindung realisiert. Bisher gebrauchte Stromleitungen können damit eingespart werden.

Die zuverlässige Funktion aller Module wurde am Beispiel einer zweiten, energieautarken, automatischen Wasserarmatur gezeigt, die als Ausgangspunkt für weitere Anwendungen diente.

Dies war insbesondere ein Druckminderer aus dem öffentlichen Wassernetz, dem ein Bypass mit der Mikroturbine hinzugefügt wurde und der damit seine Arbeitsdaten aus gemessenen Eingangs- und Ausgangsdrücken ohne zusätzliche Energiequelle kabellos an den Leitstand funken konnte.

Grundlage der realisierten Anwendungen bildeten die jeweils von den Projektpartnern für die einzelnen Module erarbeiteten Entwicklungsleitfäden.

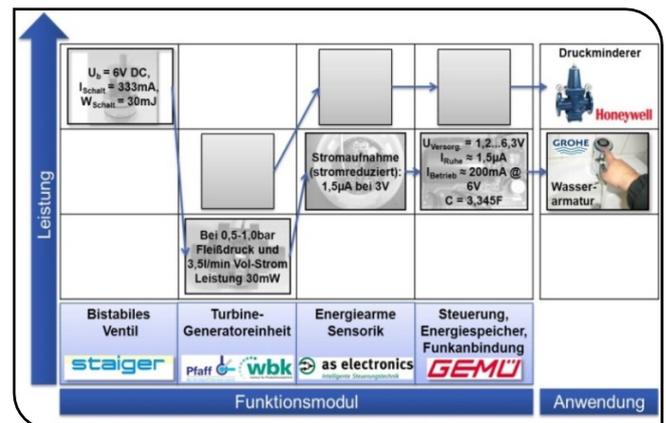


Abbildung: Baukasten energieautarker Energiemodule

Ergebnisse

Es konnte ein Baukasten energieautarker Funktionsmodule in verschiedenen Leistungsklassen realisiert werden. Im niedrigen Leistungsbereich waren eine marktnahe Wasserarmatur, im hohen Leistungsbereich ein Prototyp eines energieautarken, sich selbst kontrollierenden Druckminderers Anwendungsbeispiele. Daneben wurden für alle untersuchten Module Leitfäden erstellt, um diese auf unterschiedlichste Leistungsbereiche und Anforderungen spezifisch abgestimmt herstellen zu können.

Produktionssysteme (PRO)

Leitung:
Prof. Dr.-Ing. Gisela Lanza

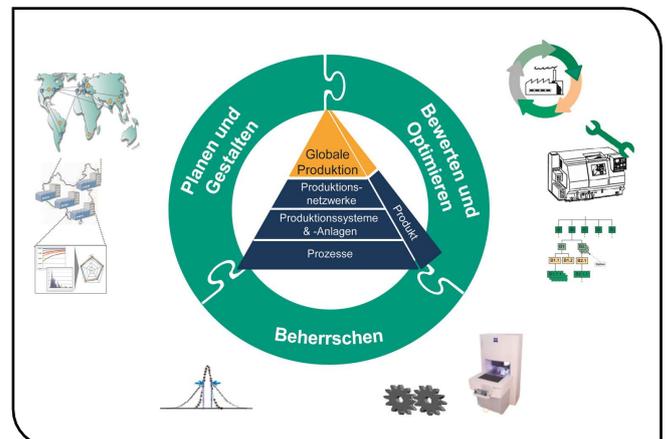
Um zukunftsfähige **Produktionssysteme** zu entwickeln, ist das fundierte Verständnis vom technologischen Prozess bis hin zum weltweit verteilten Produktionsnetzwerk erforderlich. Denn trotz vielfältiger Vorteile wie Marktzugang und Kosteneinsparungen, die Unternehmen dazu veranlassen, in weltweit verteilten Standorten zu produzieren, sind die damit einhergehenden Risiken oft unüberschaubar. Z. B. können Qualitätsprobleme oder Lieferengpässe einzelner Produktionsstandorte das gesamte Produktionsnetzwerk stilllegen. Ähnliche Folgen können z. B. Auswirkungen von veränderten Local Content Bestimmungen oder die Einführung einer CO₂ Steuer bewirken. Die Auswirkungen dieser Faktoren auf das Gesamtnetzwerk sowie die Wechselwirkungen im Netzwerk sind teilweise jedoch noch nicht verstanden.

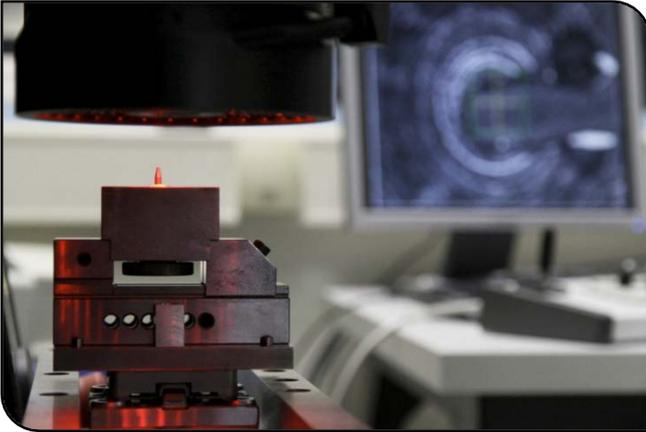
Insgesamt ist festzustellen, dass globale Produktionsnetzwerke in Bedeutung, Umfang und Komplexität weitaus schneller gewachsen sind, als die zu ihrer Beschreibung notwendigen Hypothesen und Erklärungsmodelle.

Die Herausforderungen zur Beherrschung globaler Produktionsverbünde können in die vier Ebenen Netzwerk, Produktionssystem, Prozess und Produkt unterteilt werden (siehe Abbildung unten). Um Wertschöpfungsnetzwerke und deren Wirkmechanismen zu verstehen, ist die Betrachtung dieser Einzelemente im System notwendig. Dazu zählen das Produkt, das hergestellt werden soll, die beherrschten Prozesse, die dazu notwendig sind, die Einbettung der Prozesse in das Produktionssystem eines Standorts sowie die Verkettung der Standorte im Produktionsnetzwerk.

Planen und Bewerten

- Wandlungsfähigkeit von Wertschöpfungsketten
- Qualitätssicherungsstrategien in Netzwerken
- Simulation und Optimierung von Produktionssystemen
- Bewertung von Lean-Methoden
- Ressourceneffizienz
- Lebenszyklusgerechtes Kosten- und Risikomanagement
- Technische Dienstleistungen





Ziel des Bereichs **Produktionssysteme** ist es daher, Methoden und Werkzeuge zur zielorientierten Gestaltung und Optimierung schneller, robuster und effizienter Produktionssysteme zu entwickeln.

Zur **Planung und Gestaltung** globaler Produktionsverbünde werden die Modellierung, Planung und Bewertung der Wertschöpfung in Produktionssystemen, Fabriken und globalen Netzwerken inklusive des Lieferantenmanagements behandelt.

Zur **Bewertung und Optimierung** von Produktionssystemen und -anlagen werden die mathematischen Berechnungs- und Optimierungsmethoden für Kennzahlen wie Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit, Life-Cycle-Cost, Overall-Equipment-Effectiveness entwickelt und angewendet sowie die Einflüsse des Produktionsprozesses und der dabei entstehenden Qualität auf die Zuverlässigkeit verschiedener Produkte ermittelt.

Zur **Beherrschung** höchster Prozessqualität setzt das wbk den Fokus auf die Entwicklung und Anwendung von Methoden der fertigungsnahen Qualitätssicherung inkl. innovativer Messstrategien und komplexer Messdatenauswertung. Ausgehend von der (Mikro)-Koordinatenmesstechnik werden optische Verfahren sowie Computertomographie insbesondere für Enabling Technologies (wie Leichtbau, Elektromobilität) eingesetzt werden.

Beherrschen

- Toleranzmanagement in Supply Chains
- Zuverlässigkeit technischer Systeme
- Qualitätssicherung in der Koordinatenmesstechnik, Computertomographie und Inline-Optik
- Experimentelle Messunsicherheitsermittlung

Antriebsstrangproduktion für zukünftige Mobilität – Integrierte Prozesskette der Blechpaketherstellung (AnStrom)



Ansprechpartner am wbk
Dipl.-Wi.-Ing. Johannes Stoll
Telefon: 0721 608-46166
E-Mail: johannes.stoll@kit.edu

Ziel des Vorhabens

Ziel des Vorhabens ist die Entwicklung von flexiblen, automatisierten Produktionslösungen zur Herstellung der Kernkomponenten eines Elektromotors, den Blechpaketen. Ein Schwerpunkt liegt dabei im Vergleich der beiden Fertigungsverfahren Stanzen und Laserschneiden zum Trennen von Elektroblech unter Berücksichtigung der elektromagnetischen Einflüsse für das Blechpaket. Herausforderungen sind dabei die Bearbeitung dünnster Bleche ($< 0,2$ mm) sowie eine wirkungsgradoptimierte Gestaltung der Blechpakete. Ein wesentliches Ziel ist zudem die Kosten- und Ressourcenbewertung der verschiedenen Fertigungsalternativen unter Einbeziehung der elektromagnetischen Qualität der Blechpakete.

Vorgehensweise

Entlang der Prozesskette zur Herstellung von Blechen und Blechpaketen werden von den Partnern der gesamten Wertschöpfungskette Hemmnisse auf dem Weg zu einer automatisierten Serienproduktion untersucht.

In einem gemeinsamen Lastenheft legen die Partner hierbei die zu untersuchenden Werkstoffe, die betrachteten Fertigungsverfahren, Probekörper und die Realgeometrie eines Einzelzahnpakets sowie die durchzuführenden mechanischen und elektromagnetischen Erprobungen fest. Dabei entsteht eine umfassende Versuchsplanung, welche die Grundlage für die folgende Projektbearbeitung bildet.

In der Folge werden die Prozesse zum Trennen (Stanzen, Laserschneiden) und Paketieren (Kleben, Thermoplastpaketieren, Stanzpaketieren, Schweißen) erprobt bzw. gemäß den im Lastenheft definierten Anforderungen weiterentwickelt. Außerdem werden Messsysteme erforscht, die eine Inline-Kontrolle der elektromagnetischen und geometrischen Eigenschaften ermöglichen. Dabei spielt auch die Entwicklung einer unternehmensübergreifenden Qualitätssicherung und ein gemeinsames Toleranzmanagement eine wesentliche Rolle.

Neben der Prozessbefähigung zur Erzielung der geforderten Produkteigenschaften steht die Entwicklung von serienflexiblen Produktionssystemen im Fokus. Dabei wird den Marktunsicherheiten im Bereich Elektromobilität Rechnung getragen und eine wirtschaftliche Produktionssystemgestaltung angestrebt. Im Konkreten werden dabei flexible Automations- und Handhabungstechniken entwickelt und hybride Technologienutzung im Produktionsanlauf untersucht. Schließlich werden stückzahl- und variantenflexible Fabrikstrukturen konzipiert, die eine Serienproduktion nach automobilen Anforderungen erlauben.

Ergebnisse

Die zu untersuchenden Werkstoffe sowie die Probe- und Realgeometrien wurden im Lastenheft festgelegt. Für die Untersuchung der Fertigungseinflüsse kommen unterschiedliche Bleche in den Dicken 0,35 bis 0,10 mm zum Einsatz. Die Einflüsse der Trennverfahren werden anhand von Ringkernproben elektromagnetisch befundet während die Paketiereinflüsse anhand einer realen Einzelzahngeometrie eines Statorblechpakets charakterisiert werden.

Die Arbeiten am Lastenheft sind abgeschlossen. Aktuell wird an Stanz- und Laserversuchen sowie an einer methodischen Kosten- und Ressourcenbewertung gearbeitet.

Die Projektbearbeitung dauert noch bis Mitte 2015 an.



Planung und Optimierung wandlungsfähiger globaler Wertschöpfungsnetzwerke (POWer.net)



Ansprechpartner am wbk
 Dipl.-Wi.-Ing. Raphael Moser
 Telefon: 0721 608-46939
 E-Mail: raphael.moser@kit.edu

Ziel des Vorhabens

Das Ziel des Vorhabens POWer.net war es, Zeit- und Kostenpotentiale beim Wandel globaler Wertschöpfungsnetzwerke für deutsche Produktionsunternehmen nutzbar zu machen. Die massiven Auswirkungen infolge von Turbulenz und Dynamik im Unternehmensumfeld können häufig nicht durch flexible Anpassungen innerhalb der vorhandenen Strukturen eines Wertschöpfungsnetzwerks ausgeglichen werden. Vielmehr müssen die bestehenden Strukturen, insbesondere die Produktionsstrukturen verändert – gewandelt – werden. Die hierfür notwendigen Wandlungsprozesse sind typischerweise durch lange Vorlaufzeiten und einen hohen Ressourcenbedarf gekennzeichnet. Insofern stellt die frühzeitige Identifikation des Wandlungsbedarfs und -zeitpunkts zur proaktiven Planung von Wandlungsprozessen einen entscheidenden Wettbewerbsvorteil dar.

Das Vorhaben umfasste sieben Industrie- sowie drei Forschungspartner. Gemeinsam mit den Partnern Bremer Institut für Produktion und Logistik GmbH (BIBA), Dürr Systems GmbH, EMC Deutschland GmbH, era-contact GmbH, Institut für Sozialwissenschaftliche Forschung München e.V. (ISF), KSB AG, Norddeutsche Seekabelwerke GmbH, Schott AG sowie Wespig Textil Logistik GmbH wurden Lösungen zur Gestaltung wandlungsfähiger Wertschöpfungsnetzwerke unter Berücksichtigung der drei Bereiche Logistik, Organisation und Produktion erarbeitet.

Vorgehensweise

Zunächst wird das Unternehmensumfeld analysiert. Hierzu werden die unternehmensspezifisch wichtigsten Einflussfaktoren identifiziert und zukünftige Entwicklungen prognostiziert. Mittels Szenariotechnik werden Zukunftsbilder erstellt, die mögliche Entwicklungen des Unternehmensumfelds beschreiben. Im Anschluss werden mögliche Produktionsnetzwerkalternativen bewertet und mittels eines multi-kriteriellen Optimierungsansatzes optimiert. Bei der Bewertung von Produktionsnetzwerken haben sich in der jüngs-

ten Vergangenheit Ansätze bewährt, die nicht ausschließlich auf die Minimierung von Kosten fokussieren. Nicht zuletzt die Verlagerungs- bzw. Rückverlagerungswellen aus Niedriglohnländern aufgrund von Qualitätsmängeln und Lieferzeitengpässen zeigen die Notwendigkeit zur Berücksichtigung multipler Zielhierarchien bei der Entscheidungsfindung auf. Zusammenfassend liegt als Ergebnis neben einer optimalen Produktionsnetzwerkalternative auch der Zeitpunkt vor, ab welchem die alternative Netzwerkkonfiguration vorteilhaft ist.

Ergebnisse

Die große Sammlung an ermittelten Einflussfaktoren aus dem Unternehmensumfeld zeigt die Komplexität des vorliegenden Planungsprozesses auf. Aus den Kategorien Kunden, Lieferanten, Wettbewerber, politisch-rechtliche Rahmenbedingungen und Umwelt wurden im Konsortium ca. 120 Einflussfaktoren wie z.B. Kundennachfrage, Zulieferqualität, Local-Content-Anforderungen, Zölle, Politische Stabilität, Arbeitsschutzgesetz, Arbeitslohn, Fachkräftequalifikation oder Demographischer Wandel identifiziert. Zur Reduktion der Komplexität ist daher die Identifikation der unternehmensspezifisch wichtigsten Einflussfaktoren notwendig. Der erarbeitete Planungsansatz stellt hierfür ein praktikables Vorgehen zur Verfügung.

Das multikriterielle Optimierungsmodell bewertet Produktionsnetzwerke anhand der Kriterien Kosten, Lieferzeit, Qualität, Koordinationsaufwand, Marktnähe, Flexibilität und Standortqualifikation. Die Ergebnisse der Optimierung stellen den Wandlungsbedarf dar, auf den sich die Konsortialpartner bereits heute vorbereiten. Reaktionsschnelle Anpassungsstrategien im Bedarfsfall sind somit gewährleistet.



Mikroproduktion (MP)

Leitung:
Prof. Dr.-Ing. habil. Volker Schulze

Die **Mikrosystemtechnik** stellt eine Schlüsseltechnologie des 21. Jahrhunderts dar und ist für eine Vielzahl von Produkten in verschiedenen Branchen unersetzlich geworden, um die Funktionsdichte weiter zu steigern.

Doch nicht nur die Bauteile an sich stehen im Fokus der Mikrotechnik. Auch bei Bauteilen mit makroskopischen Abmessungen, können durch eine gezielte Einbringung einer Mikrostruktur herausragende Betriebseigenschaften erzeugt werden.

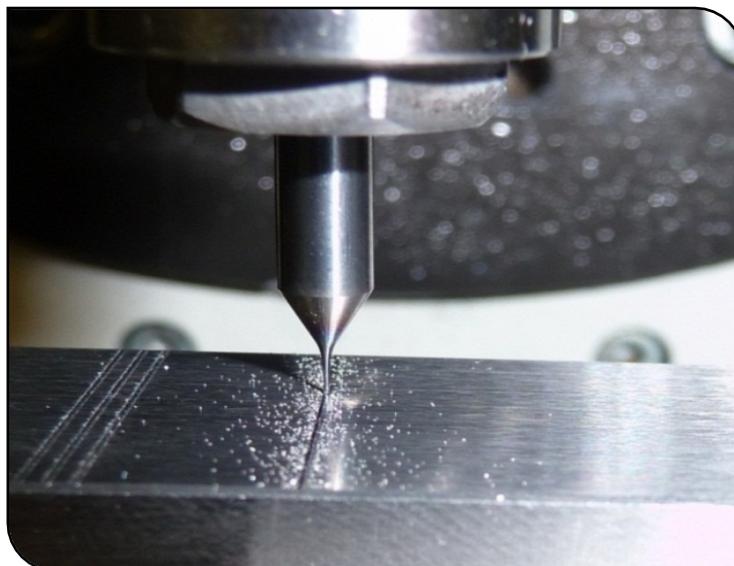
Ausgehend von einem wachsenden Markt für kostengünstige und zuverlässige mikrostrukturierte Komponenten und Systeme leitet sich die Herausforderung an die moderne Produktionstechnik ab, neue Prozesse zu entwickeln, zu optimieren und diese in konsistente Prozessketten zu integrieren. Den sich hieraus ergebenden Fragestellungen widmet sich der Forschungsschwerpunkt **Mikroproduktion** des wbk.

Um diesem schnelllebigen Technologiesektor mit neuartigen und ganzheitlichen Lösungen zu begegnen, werden eine prozesssichere Fertigung, Handhabung, Montage und Qualitätssicherung gewährleistet sowie die erarbeiteten Kompetenzen in interdisziplinäre zukunftsreiche Applikationen mit Strukturdetails im Mikrometerbereich integriert.

Den Ausgangspunkt dieser durchgängigen Prozesskette stellt die Entwicklung und Optimierung von Technologien zur prozesssicheren Herstellung kleinster hochbelastbarer Strukturen dar.

Durch geschickte Verfahrenskombinationen und multiskalige Prozesse wird gleichzeitig das Mikrostrukturieren von Bauteilen mit makroskopischen Funktionsflächen untersucht. In beiden Fällen gilt es, die Palette der zu bearbeitenden Materialien und Materialkombinationen stetig zu erweitern. Um die so entstandenen Bauteile und Komponenten automatisiert zu montieren und handzuhaben, werden innovative Technologien entwickelt. Hierfür steht eine hohe Flexibilität der Montagesysteme mit mehreren Freiheitsgraden im Vordergrund, um das dreidimensionale Zuführen, Positionieren und Fügen auf kleinstem Bauraum zu ermöglichen. Dabei ist es heutzutage unverzichtbar, parallel zur Herstellung von Mikrosystemen und mikrostrukturierten Funktionsflächen großvolumiger Bauteile, einen begleitenden Qualitätssicherungsprozess zu entwickeln und in die Prozesskette zu implementieren.

Diese Forschungsfeld wird am wbk in einem zweistufigen Prozess angegangen. Beginnend werden unterschiedliche Messstrategien und Methoden entwickelt, geometrie- und funktionsrelevante Daten beim richtigen Prozessschritt mit dem passenden Messmittel zu erfassen. Abschließend stellen die Messdatenauswertung und die Untersuchung der Messunsicherheit zentrale Bausteine dar, um nicht nur den Herstellprozess einzelner Bauteile zu beurteilen, sondern die Validierung der kompletten Prozesskette vorzunehmen.



Höchstpräzises Mikrofräsen durch Kompensation des Schneidkantenversatzes



Ansprechpartner am wbk
Dipl.-Ing. Philipp Hoppen
Telefon: 0721 608-44015
E-Mail: philipp.hoppen@kit.edu

Ziel des Vorhabens

Mittels Mikrofräsen können kleine Strukturen mit sehr hoher Präzision gefertigt werden. Toleranzen im Bereich von Passungen aus dem Makrobereich sind hier möglich. Die Grenze der Bearbeitungsgenauigkeit wird insbesondere durch den Rundlauffehler der Spindel, Passungsfehler des Spannsystems, sowie Toleranzen bei der Herstellung des Werkzeugs bestimmt. Diese Fehler summieren sich zum Schneidkantenversatz der Werkzeugspitze, d.h. der Abweichung der aktuellen Position der Werkzeugschneide von der gewollten. Diese Problematik ist gerade bei Mikrofräs Werkzeugen mit Durchmessern von 100 µm und weniger relevant. Hier kann der Schneidkantenversatz dazu führen, dass eine von beiden Schneiden nicht mehr im Eingriff ist. Dies hat höhere Toleranzen, einen deutlich höheren Werkzeugverschleiß und kürzere Standzeiten zur Folge.

Mit der Herausforderung der Schneidkantenkompensation beschäftigt sich das vom Zentralen Innovationsprogramm Mittelstand (ZIM) geförderte Projekt „Hydrospann“. Hier arbeiten die Hyprostatik Schönfeld GmbH, die Kugler GmbH und das wbk daran, den Schneidkantenversatz zu kompensieren.

Vorgehensweise

In dem Konsortium entwickelt Hyprostatik eine hydrostatische Spindel mit Drehzahlen bis 50.000 U/min. Damit kann auch bei Kleinstwerkzeugen eine ausreichende Schnittgeschwindigkeit sowie eine bisher nicht erreichte Rundlaufgenauigkeit von deutlich unter 1 µm höchstpräzise zur Verfügung gestellt werden. Das Spannsystem selbst (auf Basis der HSK-25E Schnittstelle) wird vom wbk entwickelt und stellt die Aktorik bereit, um den Schneidkantenversatz zu kompensieren. Das von Kugler entwickelte Werkzeugmesssystem kann den Schneidkantenversatz durch ein optisches Messprinzip mit einer Genauigkeit < 1 µm auch bei hohen Drehzahlen detektieren. Hierdurch wird es möglich, nicht nur die Schneidkantenversatzmessung automatisiert durchzuführen, sondern auch geometrische Abwei-

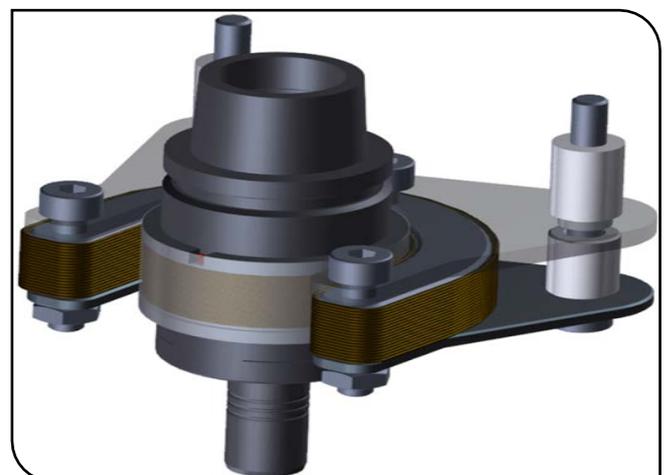
chungen des Werkzeugs selbst (bspw. Werkzeugdurchmesser) zu prüfen.

Ergebnisse

Die Grafik zeigt das Spannsystem samt Energieübertragung ohne Spindel und Werkzeugmesssystem. Den Kern des Spannsystems bildet ein elektrisch betriebener Aktor zusammen mit der drahtlosen Energieübertragung. Um den Aktor auch bei Drehzahlen bis 50.000 U/min sicher betreiben zu können, wurde eigens eine Stromversorgung entwickelt. Über die feststehende Primärspule wird ein entsprechender Stromverlauf auf die sich drehende Sekundärspule übertragen. Diese versorgt den Aktor im Inneren des Spannsystems. Aufgrund der berührungslosen Stromübertragung ist es möglich, den Schneidkantenversatz auch im Betrieb zu kompensieren.

Die Kompensation des Schneidkantenversatzes erfolgt mit einem Festkörpergelenk, über das die Werkzeugschneide auf die ideale Position gekippt wird, so dass die Schneiden sich wieder auf der Soll-Position befinden. Durch die Verwendung eines Festkörpergelenks, welches mithilfe der FEM ausgelegt wurde, lässt sich ein hochsteifes System realisieren, welches die Steifigkeitsanforderungen der Mikro- und Hochpräzisionsbearbeitung erfüllt.

Aktuell findet die Validierung des Gesamtsystems bei der Firma Kugler statt. In ersten Versuchen konnte bereits gezeigt werden, dass es mit diesem System möglich ist, den Schneidkantenversatz auf weniger als 1 µm zu kompensieren.



Leichtbaufertigung (LF)

Leitung:
Prof. Dr.-Ing. Jürgen Fleischer

Überall dort wo Massen in Bewegung sind wie z. B. in der Verkehrstechnik oder im Maschinen- und Anlagenbau werden große Anstrengungen unternommen, um den für den Betrieb notwendigen Energieeinsatz nachhaltig zu reduzieren. Neue Werkstoffentwicklungen und innovative Bauweisen fordern neue Ansätze für zukunftsorientierte Produktionstechnologien im Leichtbau. Speziell diese Herausforderungen werden im Forschungsschwerpunkt **Leichtbaufertigung** wissenschaftlich untersucht und in Form von angepassten Produktionslösungen der Industrie zur Verfügung gestellt.

Zu den Zielen des Forschungsschwerpunkts gehört die Entwicklung von anforderungsgerechten Produktionstechnologien für neu entwickelte Materialien, Prozesse und Konstruktionsweisen mit einem hohen Leichtbaupotential. Dabei soll der Sprung von einer im Labor entwickelten, neuen Technologie hin zu einer automatisierten und wirtschaftlichen Herstellung von Leichtbauprodukten in einer angepassten Serienfertigung erreicht werden. Darüber hinaus werden bereits etablierte Fertigungsverfahren dahingehend flexibilisiert und automatisiert, um diese in einer Serienfertigung wirtschaftlich einsetzen zu können. Bei Bedarf werden neue, auf die Anforderungen der Leichtbauproduktion zugeschnittene Maschinenkonzepte entwickelt und erprobt.

Der Bereich Leichtbaufertigung am wbk umfasst aktuell die Bereiche **Metall**, **faserverstärkte Kunststoffe (FVK)** und **hybride Strukturen**. In allen drei Bereichen werden Fragestellungen der Prozessentwicklung, Prozessautomatisierung, Qualitätssicherung und Nachbearbeitung erforscht.

Für die Forschung in den genannten Materialkorridoren stehen dem Forschungsschwerpunkt **Leichtbaufertigung** alle erforderlichen Anlagen zur Verfügung.

Damit ist es möglich industrierelevante Herausforderungen anwendungsnah zu erforschen und prototypisch in die vorhandenen automatisierten Prozessketten einzubinden.

Im Bereich des **metallischen Leichtbaus** liegen die Schwerpunkte in der automatisierten Herstellung, Bearbeitung, Kompensation fertigungsbedingter Abweichungen und der weitestgehend vorrichtungsfrei Montage von Aluminium-Space-Frame Strukturen sowie in der durchgängigen Qualitätssicherung mit optischen Verfahren.

Im Bereich der **FVK** liegt der Fokus auf einer durchgängig automatisierten und wirtschaftlichen Prozesskette. Die Schwerpunkte liegen in der Prozessautomatisierung und Prozessverkettung, in der schädigungsarmen Nachbearbeitung sowie in einer effektiven und zielgerichteten Qualitätssicherung.

Die Erkenntnisse aus dem metallischen und faserverbund-basierten Leichtbau fließen in die Entwicklung angepasster Technologien zur Herstellung **hybrider Strukturen**. Der Fokus liegt dabei auf der intrinsischen Hybridisierung, d. h. der Verbindung unterschiedlicher Materialien im Ur- bzw. Umformprozess einer Materialkomponente. Dies ermöglicht es, unterschiedliche Materialien und Funktionen optimal zu kombinieren. Zur Steigerung der Wirtschaftlichkeit dieser innovativen Produkte werden neue Verbindungstechnologien, Automatisierungslösungen, Bearbeitungsstrategien sowie Qualitätssicherungskonzepte entwickelt.



Technologiecluster Composites RTM-Fertigungsprozesskette – Innovativ, hochintegriert



Ansprechpartner am wbk
Dipl.-Ing. Henning Wagner
Telefon: 0721 608-42357
E-Mail: henning.wagner@kit.edu

Ziel des Vorhabens

Im Technologiecluster Composites wird eine hochautomatisierte RTM-Fertigungskette entwickelt, die eine wirtschaftliche Herstellung von komplexen Hochleistungsfaserverbunden in hohen Stückzahlen ermöglicht. Dabei ist das übergeordnete Ziel die Zykluszeiten der RTM-Technologie signifikant zu verkürzen sowie hierdurch die Herstell- und Produktkosten zu senken.

Die Ziele dieses Projekts sind die Schlüsseltechnologien für die vollautomatische RTM-Prozesskette zu entwickeln und zu verknüpfen. Dabei handelt es sich um das Preforming (MAP), die Qualitätssicherung (PRO) und die Nachbearbeitung (FWT). Diese werden bereichsübergreifend am wbk untersucht.



Vorgehensweise

Eine Grundvoraussetzung für eine wirtschaftliche und reproduzierbare Herstellung von RTM-Bauteilen ist eine stabile Preformstruktur. Unter einem textilen Preform versteht man ein endkonturnahes, trockenes Fasergebilde mit einer belastungsgerechten Faserstruktur, auch Faservorformling genannt. Die Entwicklung geeigneter Preformingstechnologien ist für die Wirtschaftlichkeit und Reproduzierbarkeit von entscheidender Bedeutung. Im Rahmen des vorliegenden Projektes werden auf Basis von Konzepten und grundlegenden Preformingversuchen Maßnahmen für

eine vollständige Automatisierung abgeleitet. Dabei ist es entscheidend, die Überführung des textilen Halbzeugs von einem 2D-Zuschnitt in eine dreidimensionale Form genau zu erfassen. Die hier erforderliche Umformung des Halbzeugs stellt eine Quelle für Defekte im Preform dar. Um die Qualität zu gewährleisten, ist es notwendig schon frühzeitig im Preformingprozess Messtechnik zu implementieren.

Dabei steht im Besonderen, in Hinblick auf eine automatisierte Fertigung, die Erfassung und Bewertung der Faltenbildung, Faserverschiebung und Formtreue im Vordergrund.

Nach der Infiltration des Preforms ist eine Nachbearbeitung des gefertigten CFK-Strukturbauteils erforderlich. Hierzu werden im vorliegenden Projekt die mechanische Bearbeitung mittels Werkzeugmaschine und Industrieroboter sowie die Wasser- und Laserstrahlbearbeitung untersucht und ein Quervergleich der Prozesse hinsichtlich Qualitäts-, Kosten- und Zeitkriterien getroffen. Zudem werden Untersuchungen zur effizienten Einspannung von CFK-Bauteilen durchgeführt.

Ergebnisse

Zur Realisierung des automatischen Preformings wurden zwei fokussierte Preformingstrategien abgeleitet. Beim lokal sequenziellen Preforming wird das textile Halbzeug schrittweise in die Kavität eingearbeitet. Für diese Strategie wurden Teilfunktionen definiert und deren Machbarkeit in Vorversuchen nachgewiesen. Beim global stackweisen Preforming wird das Halbzeug bzw. der komplette Lagenaufbau (Stack) in einem Vorgang drapiert. Für die Validierung dieser Strategie wurde eine flexible Preformingstation aufgebaut.

Um die Preformingstrategien zu vergleichen und zur Erfassung der Preformqualität wurden Probekörper entwickelt, welche typische Automobilgeometrien repräsentieren. Aufbauend darauf wurde eine Messtechnikauswahl vorgenommen und zur Erfassung sowie Bewertung der wesentlichen Defekte ein Konzept für eine prozessintegrierte QS-Station erarbeitet.

Zum Vergleich der unterschiedlichen Nachbearbeitungsverfahren für die infiltrierten CFK-Bauteile wurde eine Benchmark Geometrie entwickelt mit der die unterschiedlichen Prozesseigenschaften abgebildet werden. Die hier erreichten Fertigungsergebnisse können anschließend für eine Prozessauswahl eingesetzt werden. Weiterhin sind mittels unterschiedlicher Einspannversuche die Anforderungen an eine effiziente kosteneffiziente Bearbeitung untersucht worden.

Elektromobilität (EM)

Leitung:

Prof. Dr.-Ing. Jürgen Fleischer

Prof. Dr.-Ing. Gisela Lanza

Im Anwendungsfeld der Elektromobilität vereint die Produktionstechnik zur Herstellung des vollelektrischen Antriebsstrangs etablierte serientaugliche Prozesse mit unreifen Technologien. Dies stellt besondere Anforderungen an die Produktionstechnik, die durch die Anwendung im Automobilbereich definiert werden.

Der Forschungsschwerpunkt **Elektromobilität** hat deshalb das Ziel, fähige Produktionstechnologien für die automatisierte Herstellung des elektrischen Antriebsstrangs mit dem Ziel der wirtschaftlichen Serienfertigung zu entwickeln.

Zu den Zielen des Forschungsschwerpunkts gehört die Entwicklung von anforderungsgerechten Produktionstechnologien für neu entwickelte Materialien, Prozesse und Konstruktionsweisen mit einem hohem Leistungspotential. Dabei soll der Sprung von einer im Labor entwickelten, neuen Technologie hin zu einer automatisierten und wirtschaftlichen Herstellung des (teil-)elektrifizierten Antriebsstrangs in einer angepassten Serienfertigung erreicht werden.

Darüber hinaus werden bereits etablierte Fertigungsverfahren dahingehend flexibilisiert und automatisiert, um deren Wirtschaftlichkeit in der Serienfertigung zu steigern. Bei Bedarf werden neue, auf die Anforderungen der Produktion zugeschnittene Maschinenkonzepte entwickelt und erprobt.

Am wbk werden Themen wie die Prozessentwicklung zur Herstellung von Strukturierungswerkzeugen, die prozesssichere Handhabung fragiler und biegeschlaffer Bauteile oder die Planung automatisierter, stückzahlflexibler Produktionssysteme für etablierte Prozesse und unreife Technologien bearbeitet.

Hieraus ergeben sich für die Produktionsforschung in der **Elektromobilität** verschiedene Themenfelder.



Competence E

Entwicklung von Produktionstechnik zur Fertigung von Batteriesystemen



Ansprechpartner am wbk
 Dr.-Ing. Ester Ruprecht
 Telefon: 0721 608-28285
 E-Mail: ester.ruprecht@kit.edu

Ziel des Vorhabens

Übergeordnetes Projektziel ist die Entwicklung von Batteriesystemen mit einer Energiedichte von 250 Wh/kg bei einem Preis von unter 250 €/kWh. Es wird dabei ein Kompetenzzentrum für die deutsche Industrie entstehen. An Demonstratoren wird aufgezeigt, dass die entwickelten Komponenten reif für die industrielle Umsetzung sind.

Die Aufgabe des wbk besteht im Aufbau einer ganzheitlichen Produktionstechnik in einem integrativen Ansatz. Parallel zur Weiterentwicklung der Speichertechnologie im Projekt Competence E wird die nötige Produktionstechnik durch das wbk aufgebaut. In diesem Schritt fließen genauso Produktionsanforderungen in die Weiterentwicklung der Speichertechnologie ein, wie die Produktion an die fokussierte Speicherperformance angepasst wird.

Vorgehensweise

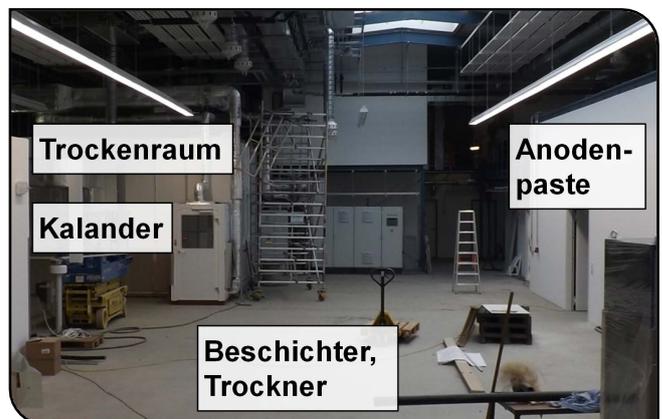
Im Zuge des Produktionsaufbaus entsteht in Gebäude 276 am Campus Nord des KIT eine Lithium-Ionen Zellproduktion von der Pastenaufbereitung bis hin zur Formation der versiegelten Pouchzelle. Zum Aufbau der Produktion durch das wbk gehört die Koordination aller Fachbereiche: Neben der Abstimmung der produktionsseitigen Schnittstellen werden die Schnittstellen zwischen Infrastruktur und Produktion koordiniert. Hier liegen konkrete Inhalte beispielsweise in der Abstimmung der konkreten Energie- und Medienbedarfe und in der Planung und Auslegung der Lager- und Fertigungsbereiche, auch im Hinblick auf den Umgang mit Gefahrstoffen.

Bei allen Aktivitäten des wbk werden die Kosten- und Qualitätsziele des Projekts im Fokus gehalten. Zur Kosten- und Produktverfolgung konfiguriert das wbk ein Leitsystem, das die Datenbasis zur Identifizierung verschiedener Einflüsse auf die resultierende Performance der gefertigten Energiespeicher bildet. Dies wird zur Verbesserung der resultierenden Produktqualität über alle Fertigungsschritte hinweg genutzt.

Im Bereich der Zellausblauung beschäftigt sich das wbk mit der Konzeptionierung innovativer Verarbeitungsprinzipien in der Zellausblauung. Insbesondere die Bildung des Zellstapels aus Elektroden und Separator sowie die Verbindungstechnik der Folien stehen hier im Fokus. In der Verbindungstechnik werden alternative Strategien zum Ultraschallschweißen untersucht. Diese werden prototypisch realisiert und auf ihre Wirtschaftlichkeit überprüft. Daneben liegen Ziele in der Reduzierung auftretender Verluste in der Stromführung und in der Verbesserung der Wärmeableitung aus der Zelle. Hierdurch kann die Gesamtleistung des Energiespeichers gesteigert werden.

Ergebnisse

Als Ergebnis der ersten Projektphasen steht die technische Infrastruktur zum Aufbau der Produktionstechnik zur Verfügung. Konzepte für die Realisierung der verschiedenen Fertigungsabschnitte des Produktionssystems liegen bereits vor.



Ausblick

Im weiteren Projektverlauf wird das wbk nach dem Aufbau der Produktion auch für die Betreuung des Produktionsbetriebs verantwortlich sein. Besonderes Thema in der Produktion bleiben die Zellausblauung und die Qualitätssicherung. An diesen Themen wird auch wissenschaftlich gearbeitet. In der Zellausblauung werden an den zukünftig verfügbaren Anlagen Fertigungstechnologien weiter hinsichtlich Kosten und Verfügbarkeit optimiert und validiert. Im Bereich der Qualitätssicherung werden Methoden zum optimalen Einsatz von Messtechnik sowie zur Verbesserung des Qualitätssicherungsmanagements.

Virtuelle Produktion (VP)

Leitung:
Prof. Dr.-Ing. habil. Volker Schulze

Innerhalb der Produktionstechnik werden Simulationen von Prozessen, Maschinen, Anlagen bis hin zu komplexen Produktionsnetzwerken zur virtuellen Planung, Automatisierung und Optimierung eingesetzt. Der Forschungsschwerpunkt **Virtuelle Produktion** widmet sich ausgehend von der Fertigung einzelner Bauteile bis hin zum Fabrikverbund modular aufgebauten Modellierungs-, Simulations- und Visualisierungsmethoden, die den folgenden Produktionsebenen zugeordnet werden können:

- Fertigungsprozess
- Maschinen und Anlagen
- Fabrik und Netzwerk

Die Abbildung von **Fertigungsprozessen** in virtuellen Modellen führt zur Substitution von zeit- und kostenintensiven Versuchen, welche neben dem Einsatz der für den Prozess notwendigen Maschinen häufig eine umfangreiche Messtechnik erfordern. Weiterer Vorteil der virtuellen Abbildung ist die Berechnung von Ergebnissen an Stellen, die messtechnisch nicht oder nur sehr begrenzt erreichbar sind. Die Zerspanungssimulation wird am wbk nicht nur zur Analyse komplexer Spanbildungsvorgänge wie der Scherspanbildung sondern auch zur Simulation des Werkzeugverschleißverhaltens, zur Ermittlung fertigungsbedingter Bauteilrandzonen (Eigenspannungen, Randschichtverfestigungen, Gefügeumwandlungen) und zur Betrachtung der Wechselwirkung zwischen dem Zerspanungsprozess und der Maschine eingesetzt.

Des Weiteren werden in Kooperation mit dem Institut für Angewandte Materialien-Werkstoffkunde (IAM-WK) Wärme- und Oberflächenbehandlungsprozesse sowie die Prozessverkettung und Simulation von prozessbedingten Bauteilzuständen und -eigenschaften in den fertigungstechnologischen Simulationen betrachtet.

Die Simulation und Optimierung von Komponenten- und Maschinentechnik, bestehend aus Regelung, Maschinenstruktur und Bearbeitungsprozess, mit Hilfe moderner CAE-Entwicklungswerkzeuge, ist Aufgabe innerhalb der Produktionsebene **Maschinen und Anlagen**.

Neben der Betrachtung einzelner Komponenten stellt der ganzheitliche Überblick über den Lebenszyklus eine immer wichtiger werdende Aufgabe dar. Dabei wird das Ziel verfolgt, den Entwicklungsprozess durch gezielten Einsatz von Simulationen zu unterstützen, um damit die Entwicklungszeit durch Reduktion der kosten- und zeitintensiven experimentellen Untersuchungen zu verkürzen.

Auf der Ebene **Fabrik und Netzwerk** wird die Materialflusssimulation zur Optimierung von Produktionssystemen eingesetzt. Themen sind neben der Bewertung und Optimierung der Effektivität von Lean-Methoden die Ressourcenplanung und das Änderungsmanagement im Produktionsanlauf sowie die Konfiguration und Bewertung von globalen Wertschöpfungsnetzwerken. Im Rahmen der Netzwerkplanung und bei der Lieferantenauswahl werden stochastische Simulationen wie die Monte-Carlo-Simulation zur Analyse historischer Marktdaten und zur Modellierung von Zufallsvariablen eingesetzt.



Zerspanungsbedingte Bauteilzustände und -eigenschaften: Numerische Analysen zur Optimierung des Zerspanungsprozesses



Ansprechpartner am wbk
Dr.-Ing. Frederik Zanger
Telefon: 0721 608-42450
E-Mail: frederik.zanger@kit.edu

Herausforderung

An die Lebensdauer hochbelasteter Bauteile werden aufgrund der steigenden Relevanz von Ressourcen- und Energieeffizienz wachsende Ansprüche gestellt. Dabei wird wegen ihrer guten mechanischen und thermischen Materialeigenschaften häufig die Titanlegierung Ti-6Al-4V eingesetzt, bei deren Zerspanung die großen Belastungen der verwendeten Werkzeuge zu einem besonders schnellen Verschleißwachstum führen. Der Verschleiß am Werkzeug ist gekennzeichnet durch eine Änderung der idealen Werkzeuggeometrie, wodurch die Prozessbedingungen beeinflusst werden. Veränderte Prozessbedingungen führen wiederum zur Beeinflussung der erzielbaren Bauteiloberflächen in Form von makroskopisch erkennbaren Rauheiten bis hin zu Mikrodefekten der Randschicht. Diese Beeinflussung des Bauteilzustands führt zu einem veränderten Bauteilverhalten bei Funktionsbauteilen und zu einer Variation der Lebensdauer bei hoch beanspruchten Bauteilen. Sowohl der Werkzeugverschleiß als auch die resultierenden Bauteilzustände und -eigenschaften nach der Zerspanung werden von den Prozessparametern und der Werkzeuggeometrie beeinflusst.

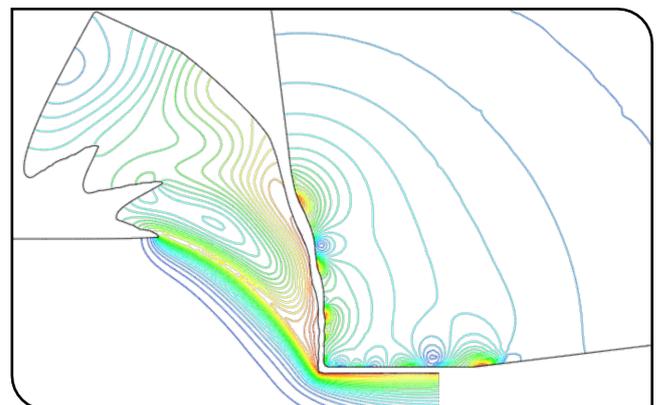
Vorgehensweise

Zur Analyse der beschriebenen Einflüsse wurden mehrere Simulationsmodelle erstellt, die mittels ausgiebiger experimenteller Untersuchungen verifiziert werden konnten. Das Simulationsmodell der Zerspanung zeigt neben guten Übereinstimmungen der resultierenden Kräfte und Temperaturen über ein breites Prozessparameterfeld hinweg eine Spansegmentierung, die der experimentell erzielten entspricht. Damit ist es möglich, dieses Simulationsmodell als Basis für die Simulation des Werkzeugverschleißverhaltens einzusetzen. Zur Berechnung der resultierenden Verschleißraten wird ein kombiniertes Verschleißmodell verwendet, dessen Parameter mittels experimenteller und simulationsgestützter Zerspanungsanalysen angepasst wurden. Da die mechanischen und thermischen Belastungen von dem Simulationsmodell der Zerspanung zuverlässig berechnet werden, eignet es sich durch eine Erwei-

terung ebenfalls zur Simulation der resultierenden Bauteilzustände in Form von Eigenspannungen. Mit diesen drei Simulationsmodellen ist es möglich, den Einfluss von Prozess- und Geometrieparametern bei der Segmentspanbildung von Ti-6Al-4V auf den Werkzeugverschleiß sowie auf die resultierenden Bauteilzustände in Form von Eigenspannungen zu untersuchen. Zur Bewertung des Einflusses der resultierenden Bauteilzustände wurden in einem weiteren Modell die Bauteileigenschaften bei schwingender Belastung analysiert.

Ergebnisse

Wesentliche Erkenntnisse sind, dass die Prozessparameter Schnittgeschwindigkeit und Spanungsdicke einen signifikanten Einfluss auf das erreichbare spezifische Standvolumen und die resultierenden Bauteileigenschaften haben, wobei geringe Parameterwerte gegenüber hohen Werten zu bevorzugen sind. Die Geometrie der Werkzeuge sollte einerseits scharf ausgelegt sein, andererseits aber die mechanische Bauteilbelastung erhöhen, damit in der Randschicht Druckeigenspannungen entstehen, da druckeigenspannungsbehaftete Randschichten gegenüber zugeigenspannungsbehafteten aufgrund ihrer besseren Beständigkeit gegen schwingende Bauteilbelastungen zu bevorzugen sind. Hinzu kommt, dass bei diesen Parametern der Werkzeugverschleiß langsamer voranschreitet, was sich auch im Hinblick auf die resultierenden Bauteileigenschaften positiv auswirkt, da die simulativen Untersuchungen ergeben haben, dass sich mit zunehmendem Werkzeugverschleiß die Bauteileigenschaften verschlechtern. Abschließend wurde mit den erarbeiteten Simulationsmodellen eine ideale Kombination der einstellbaren Prozess- und Geometrieparameter ermittelt, mit denen eine Erhöhung des spezifischen Standvolumens bei gleichzeitiger Verbesserung der Bauteileigenschaften erzielt werden konnte.



Life Cycle Performance (LCP)

Leitung:
Prof. Dr.-Ing. Gisela Lanza

In der Maschinen- und Anlagenbaubranche sind die Kosten der Betriebsphase und der Nutzung der Maschine oder Anlage neben dem Beschaffungspreis zu einem wichtigen Kaufkriterium geworden. Dadurch haben die Hersteller qualitativ hochwertiger Maschinen die Möglichkeit, die höheren Investitionskosten für ihre Produkte betriebswirtschaftlich zu begründen.

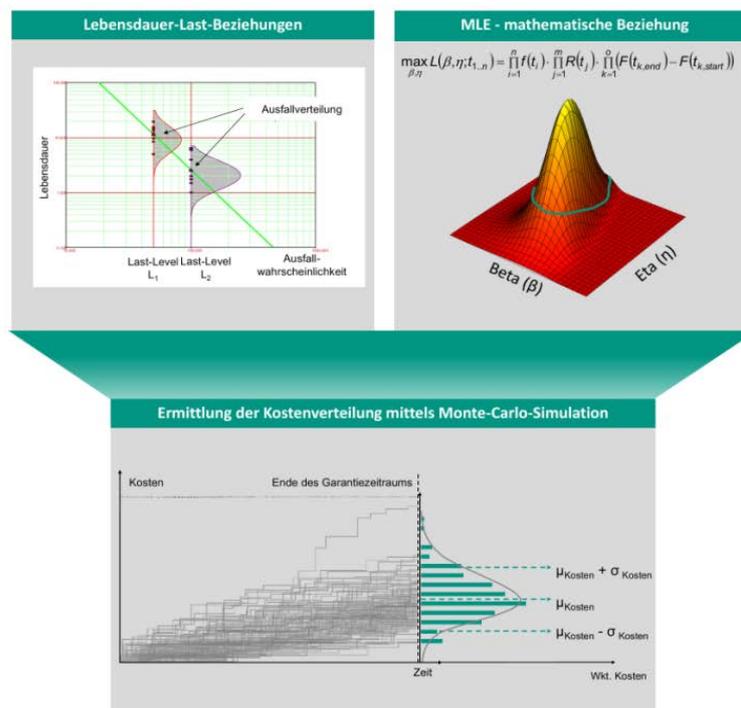
Die Anstrengungen zur Reduzierung der Lebenszykluskosten von Maschinen und Anlagen konzentrierten sich bisher stark auf die Minimierung von Instandhaltungs- und Produktionsausfallkosten. Wichtige Kriterien sind dabei die Zuverlässigkeit, Lebensdauer und Betriebskosten einer Maschine, welche durch eine bessere Instandhaltungsplanung, ein optimiertes Ersatzteilmanagement und eine entsprechende Auswahl und Gestaltung des Produktionsmittels verbessert werden können. Mittlerweile werden zunehmend Aspekte der Ressourceneffizienz in die Betrachtung integriert. All diese Themen sind Forschungsgegenstand des Forschungsschwerpunkts **Life Cycle Performance (LCP)**.

Die Life Cycle Performance maschineller Anlagen beschreibt die Leistungsfähigkeit eines Systems, bezogen auf die entstehenden Kosten von der Herstellung bis zur Entsorgung. Forschungsziele des Schwerpunkts sind die Be-

wertung, Optimierung und Gestaltung von zuverlässigen und effizienten Systemen über den gesamten Lebenszyklus.

Die beiden Ziele **Zuverlässigkeit** und **Effizienz** des Forschungsschwerpunkts flankiert von dem übergeordneten Ziel der Produktionstechnik, der **Qualität**. Die drei Ziele lassen sich zusammenfassen in der Kennzahl Overall Equipment Effectiveness (OEE). Konkrete Beiträge des Forschungsschwerpunkts zu diesen Zielen sind im Bereich **intelligenter Komponenten und Prozesse** sowie im Bereich **Services und Geschäftsmodelle** angesiedelt.

Last- und zustandsorientierte Prognose und Diagnose von Maschinenkennwerten sind grundlegend für die Aktivitäten der LCP. Für die Arbeiten zu intelligenten Komponenten und Prozessen sei beispielhaft auf die Ausfallanalyse von Kugelgewindtrieben, Condition Monitoring oder die effiziente Inbetriebnahme durch Plug&Work-Ansätze hingewiesen. Im Bereich der Services und Geschäftsmodelle ist die statistische Ausfallanalyse (vgl. Abbildung) von zentraler Bedeutung für Arbeiten zur Abschätzung von Risiken im Maschinenbau z. B. bei Garantieverträgen oder bei der Gestaltung von Servicenetzwerken oder der Ersatzteilbereitstellung.



Optimierung des Instandhaltungs- und Ersatzteilmanagements in der industriellen Praxis



Ansprechpartner am wbk
Dipl.-Wi.-Ing. Dominic Appel
Telefon: +49 721/608-44153
E-Mail: dominic.appel@kit.edu

Ziel des Vorhabens

Ziel des bilateralen Industrieprojektes zwischen dem wbk und einem großen Hersteller im Automobilbau war es das Instandhaltungs- und Ersatzteilmanagement sowohl strategisch und operativ zu analysieren. Im Anschluss wurden zunächst lokale Verbesserungen abgeleitet und implementiert. Darüber hinaus wurden überregionale Lösungen entwickelt, die eine Optimierung im Verbund mehrerer Werke beinhaltet. Darüber hinaus wurde auf operativer Ebene untersucht, inwieweit technische Maßnahmen eingeführt werden können, um kurzfristige Potentiale zu realisieren und die Instandhaltungstätigkeiten planbarer und damit letztendlich kostenminimal auszugestalten.

Vorgehensweise

Das bilaterale Projekt wurde in enger Zusammenarbeit mit dem Industriepartner in mehreren Phasen durchgeführt. Das wbk fungiert im Rahmen derartiger Projekte als Knowhow-Träger mit wissenschaftlicher Methodenkompetenz und externer Berater in der industriellen Praxis. Somit können neuartige wissenschaftliche Ansätze in enger Kooperation in die Praxis übertragen werden.

Zunächst wurde in einer ersten Phase die maschinenseitigen Hauptkostentreiber der Instandhaltung an einem Standort analysiert, um daraus technische Maßnahmen im Maschinenpark abzuleiten, die die Instandhaltungsmaßnahmen hin zu einer präventiven Instandhaltung planbarer machen und damit die Gesamtkosten senken. Dabei stand vor Allem die Verwendung von Condition-Monitoring-Systemen und deren Implementierung im Fokus der Betrachtung. Weiterhin wurden technische Abstellmaßnahmen der initialen Auslösung einer Störung gefiltert und direkt im Unternehmen implementiert. Basis war dabei eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung von Business Cases zur Einführung der Maßnahmen, die insbesondere die Produktionsausfallkosten innerhalb der Produktion sichtbar machen, und damit die Grundlage für eine Begründung von präventiven Instandhaltungsmaßnahmen liefern können. In einer zweiten Phase wurden die detaillierten Instandhal-

tungs-, Dispositions- und Ersatzteilprozesse aufgenommen, um einen Soll-Prozess hinsichtlich verkürzter Durchlaufzeiten der Serviceaufträge, eine Verschlinkung der Arbeitsinhalte und einer Reduktion des Lagervolumens zu realisieren. Dabei wurde insbesondere eine Ein-Lager-Strategie erarbeitet, die eine Zusammenfassung der Ersatzteilmengen und damit eine vollständige Nutzung der Synergieeffekte einer Lagerkonsolidierung ermöglicht. Zur Auswahl von passenden Planungs- und Logistikalternativen wurde eine Bewertungsmethode entwickelt und eingesetzt, die eine Kosten-Nutzen orientierte Auswahl zulässt. Aus den dabei entstandenen Lösungen wurde der Handlungsbedarf einer werksübergreifenden Ersatzteilbereitstellung abgeleitet, um weitere Synergieeffekte zu erreichen. In diesem Zusammenhang sind insbesondere die Synchronisation der Instandhaltungs- und passenden Bereitstellungsaktivitäten im Fokus der Betrachtung, um dem Unternehmen im Weiteren eine Erweiterung der präventiven Instandhaltungstätigkeiten und damit eine besseren Planbarkeit dieser indirekten aber auch der direkten, produktiven Prozesse zu ermöglichen. Diese Themenstellung ist Inhalt einer dritten aktuellen Phase des Projektes.

Ergebnisse

Dem Unternehmen stehen nun nach Projektabschluss ein Implementierungsplan und ein Leitfaden zur Umsetzung von technischen Verbesserungsmaßnahmen in seinem Maschinenpool zur Verfügung. Im Weiteren wurde eine Handlungsempfehlung abgeleitet, die eine komponentenabhängige Auswahl und eine Kopplung der Instandhaltungs- und Bereitstellungsaufgaben von Ersatzteilen zulässt. Damit ist eine standortübergreifende Ersatzteilbereitstellung möglich, wobei sowohl die Auswahl der Servicestrategien, die Standortentscheidung, wie auch die Logistikanbindung berücksichtigt werden. Die letzte Phase dieses Projektes steht dabei noch in Bearbeitung und wird durch weitere wissenschaftliche Aktivitäten unterstützt.



Global Advanced Manufacturing Institute (GAMI)

Globale Produktionsnetze beeinflussen die heutige Produktionsplanung und erzeugen Wertschöpfung rund um den Globus. Ein grundlegendes Verständnis von Vorgängen in globalen Netzwerken und in wichtigen Absatzmärkten, wie beispielsweise in China, ist ein unverzichtbarer Wettbewerbsvorteil. Das GAMI in Suzhou leistet als wbk-Außenstelle in China vor Ort angewandte Forschungsarbeiten, Industrieprojekte und Ausbildungskonzepte für seine chinesischen und internationalen Partner.

Durch den stark wachsenden chinesischen Markt und die Kostenvorteile vor Ort sind deutsche Unternehmen weiterhin bestrebt Produktionsstandorte in China aufzubauen und lokale Zulieferer in ihre Lieferkette zu integrieren. Die Realisierung dieser Kostenvorteile wird häufig durch Problemstellungen in den Bereichen wie Qualität, Qualifikation der chinesischen Arbeitskräfte oder Arbeits- und Umweltschutz begleitet, welche vom GAMI durch anwendungsnahe Forschung im Bereich globaler Wertschöpfungsketten adressiert werden. Aufgrund der kontinuierlich steigenden Produktionskosten in China rückt das Thema Ressourceneffizienz von Wertschöpfungsketten verstärkt in den Fokus der Forschung am GAMI.



Das neu ins Leben gerufene ResQ Projekt – ResQ steht für „Increase of resource efficiency in value added networks of German enterprises by sustainable qualification and development of the Chinese supply chain“ – erarbeitet einen praxisnahen Ansatz mit ganzheitlichem Charakter, der von der Analyse der eingesetzten Ressourcen bis zur Schulung von Maßnahmen eine Verbesserung der Ressourceneffizienz sicherstellt.

Mit den Forschungsergebnissen aus dem Themengebiet Ressourceneffizienz wird das Leistungsportfolio des GAMI zukunftsweisend ergänzt. Die Umsetzung der Lösungen in Industrieprojekten garantiert die Optimierung der Produktionsprozesse entlang der gesamten Wertschöpfungskette. Schon jetzt bietet das GAMI seinen Kunden mit Programmen wie Productivity Plus (P+) erfolgsorientierte Ansätze zur Produktivitätssteigerung. Basierend auf einer Kostenstrukturanalyse werden Einsparungspotentiale für Produkte aufgezeigt, welche mit Hilfe von Werkzeugen und Methoden vor Ort in den Unternehmen realisiert werden.



In Begleitung zu den Industrieprojekten bietet das GAMI mit den Suzhou Trainings Ausbildungskonzepte zur Optimierung der Mitarbeiterkompetenzen an. Die Schulungen decken das gesamte Themenspektrum der Ingenieursdienstleistungen ab, zum Beispiel Qualitätsmanagement oder Produktionsmanagement. Herausragende Trainer gestalten eines der fortschrittlichsten Trainingsprogramme zur Lieferantentwicklung in China.

Die Mission dieser KIT-wbk-Außenstelle in China ist es, entsprechend der drei KIT-Säulen Forschung, Innovation und Lehre das Verständnis globaler Produktionsstrukturen zu vertiefen und entsprechend den lokalen Rahmenbedingungen neue, robuste und beherrschte Produktionsnetzwerke zu entwickeln. So dient das GAMI als internationale Forschungsplattform für angewandte Forschung.

Partner und Kooperationen

Die am Institut bearbeiteten Themenstellungen befinden sich in unterschiedlichen Reifephasen, die von der Erforschung der Grundlagen neuer Technologien über die anwendungsnahe Forschung und die Vorausentwicklung bis zum Technologietransfer in die Industrie reichen.

In jeder dieser Phasen einer Technologieentwicklung sieht das wbk den stetigen Abgleich von Forschungserkenntnissen und Marktanforderungen potenzieller Anwender als treibende Kraft für erfolgreiche Technologien und Produkte. Infolge dessen bietet das wbk ein breites Spektrum von Dienstleistungen an, mit denen sie den Transfer zu ihren Industriepartnern und ihren Studenten optimal unterstützen wollen.

Partner aus Industrie & Forschung

Die Möglichkeit der KIT- sowie universitätsübergreifende Forschung wird im Rahmen von Verbundprojekten mit anderen Forschungseinrichtungen sowie mit Industriebeteiligung umgesetzt. Übergreifende Projekte ermöglichen einen langjährigen Erfahrungsaustausch und praxisnahe Forschung. Zudem arbeitet das Institut in Form von Beratungsprojekten eng mit Partnern aus der Industrie zusammen, um die in der Forschung entwickelten Anlagen, Methoden und Verfahren in die Praxis zu überführen.



Partner im Bereich Studium & Lehre

Das erste komplette Ingenieurstudium in Deutschland für englischsprachige Studenten aus der ganzen Welt wurde mit der [Carl-Benz School of Mechanical Engineering](#) am KIT eingeführt. Mit Abschluss des Studiums erhält der Studierende einen Bachelor of Science (Bsc.) in Mechanical Engineering. Die [Carl-Benz School](#) bietet durch ihr Mentorsystem und der engen Zusammenarbeit mit Kooperationspartnern der Industrie außerordentliche Leistungen an, die über die Standardausbildung deutscher Universitäten hinausgehen.

Die [HECTOR School of Engineering and Management](#) bietet als Technology Business School des KIT maßgeschneiderte Weiterqualifizierungsprogramme zu aktuellen ingenieurwissenschaftlichen Themenstellungen an. Für die berufsbegleitende Weiterbildung werden sieben englischsprachige Master-Studiengänge für Ingenieure, Ökonomen und Informatiker angeboten. Es werden junge Fachkräfte und Manager bei der Entwicklung ihrer technischen Kompetenz, Managementfähigkeiten sowie zwischenmenschlichen Kenntnissen gefördert.

Segmentspanbildung, Werkzeugverschleiß, Randschichtzustand und Bauteileigenschaften: Numerische Analysen zur Optimierung des Zerspanungsprozesses am Beispiel von Ti-6Al-4V



Dr.-Ing. Frederik Zanger

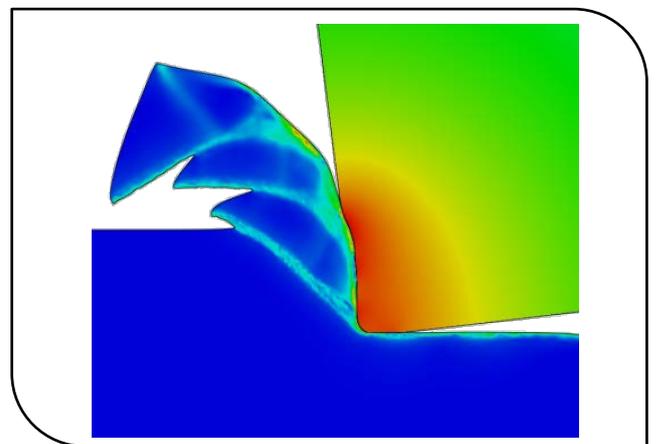
Thema der Dissertation ist die Optimierung des Zerspanungsprozesses am Beispiel der Titanlegierung Ti-6Al-4V. Dabei ist das Ziel, mittels diverser modular aufgebauter Simulationsmodelle, die Bauteilzustände und -eigenschaften nach der zerspanenden Endbearbeitung unter der Berücksichtigung des kontinuierlich wachsenden Werkzeugverschleißes analytisch zu untersuchen und so eine Optimierung des Zerspanungsprozesses zu ermöglichen.

Experimentelle Untersuchungen dienen zum einen zur Erzeugung von Eingangsdaten für die Simulationen und zum anderen für die Verifizierung der Simulationsmodelle und zur Validierung der Simulationsergebnisse. Dabei werden neben der Spanbildung der Werkzeugverschleiß und der Randschichtzustand analysiert. Hierzu erfolgt eine Betrachtung der Zerspanungskräfte, Zerspanungstemperaturen und Spanformen für verschiedene Schnittgeschwindigkeiten und Spannungsdicken. Für die spätere Modellierung des Werkzeugverschleißes wird dieser charakterisiert und die erreichbaren Standzeiten analysiert. Die Betrachtung der Oberflächenzustände erfolgt in Form von Rauheiten und Eigenspannungen.

Entwickelte Simulationsansätze sind die Zerspanungssimulation, die Werkzeugverschleißsimulation, ein Modell zur Charakterisierung der Randschichtzustände sowie ein Modell zur Bewertung der Eigenspannungen. Damit die Zerspanungssimulationen für die spätere Simulation des Werkzeugverschleißes und der Eigenspannungen verwendet werden können, werden die Materialmodellierung, die Reibungsmodellierung, sowie die Realisierung der Spanbildung ausführlich betrachtet. Die Segmentspanbildung wird mittels einer Kombination des Johnson-Cook-Verformungsmodells mit dem Versagensmodell von Johnson und Cook erreicht. Die Realisierung der Spanbildung erfolgt, indem die Bereiche großer Deformation kontinuierlich neuvernetzt werden. Der Abgleich der mit diesem Modell erreichten Kräfte, Temperaturen und Spanformen mit den experimentell ermittelten Daten zeigt für ein breitangelegtes Prozessparameterfeld gute Übereinstimmungen. Zur

Simulation des Werkzeugverschleißes erfolgt eine Kombination zweier analytischer Verschleißmodelle. Die Konstanten werden mittels einer Verknüpfung experimentell und simulativ ermittelter Größen determiniert und es wird gezeigt, dass sich das erzielte Modell für die Werkzeugverschleißsimulation eignet. Sowohl bei der Verschleißsimulation, als auch bei der Simulation der Eigenspannungen werden die segmentierungsbedingt variierenden Belastungen berücksichtigt. Die fertigungsbedingten Eigenspannungen werden erreicht, indem nach der hochaufgelösten Zerspanungssimulation das Werkstück durch diagonales Zurückfahren des Werkzeugs mechanisch und thermisch entlastet und auf Raumtemperatur abgekühlt wird. Die Bewertung der Eigenspannungen erfolgt über Wöhlerkurven, wobei die Rissfortschrittsrate eigenspannungsbehafteter Bauteile mit einem Anfangsriss unter zyklischer Zugbelastung mittels der Forman-Mettu-Gleichung berechnet wird. Die Verifikation des Modells wird über die Berechnung von Wöhlerkurven mit generischen Eigenspannungstiefenverläufen durchgeführt.

Die Simulationsmodelle werden für umfangreiche Analysen eingesetzt, wobei neben der Schnittgeschwindigkeit und der Spannungsdicke die Werkzeuggeometrie in Form der Schneidkantenverrundung und des Spanwinkels variiert wird. Bei jeder Variation werden die thermischen und mechanischen Belastungen während der Zerspanung betrachtet und deren Einfluss auf das Standvolumen der Werkzeuge sowie die fertigungsbedingten Eigenspannungen analysiert, wobei diese wiederum im Hinblick auf die erreichbaren Lebensdauern der Bauteile bewertet werden. Die Erkenntnisse aus den simulationsgestützten Analysen werden für eine ganzheitliche Optimierung des Zerspanungsprozesses unter Berücksichtigung der variierten Parameter eingesetzt. Hierdurch wird ein hohes Standvolumen bei gleichzeitig guter Lebensdauer der Bauteile erreicht.



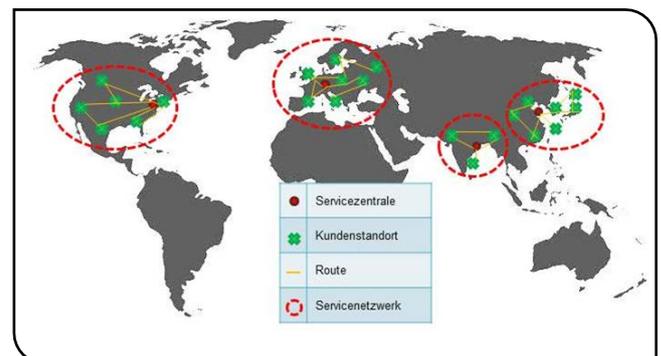
Servicefähigkeit - Eine Methode zur Serviceplanung und simulativen Bestimmung der Servicefähigkeit auf Basis des Ausfallverhaltens von Maschinenkomponenten



Dr.-Ing. Benjamin Behmann

Technische Dienstleistungen im Maschinenbau liefern einen wesentlichen Beitrag zum betrieblichen Umsatz und können in konjunkturschwachen Wirtschaftszyklen einen Beitrag zur Umsatzstabilität leisten. Zusätzlich führt ein professionelles Serviceangebot zu einer Differenzierung vom Wettbewerb. Eine mangelhafte Servicequalität stellt darüber hinaus einen wesentlichen Grund für einen Kundenverlust dar. Um aus Kunden- und Anbietersicht die wesentlichen Herausforderungen zu identifizieren, wurden einerseits die Ergebnisse von unterschiedlichen Branchenstudien zusammengetragen und andererseits eine Potenzialanalyse zum Thema technische Dienstleistung durchgeführt. Die wesentlichen Herausforderungen technischer Dienstleistungen sind gemäß der Potenzialanalyse eine Steigerung der Servicequalität und die Sicherstellung der Wirtschaftlichkeit im „business to business“ Markt für Kunde und Anbieter. Um den Herausforderungen der Studie zu begegnen, wird in dieser Arbeit ein ganzheitliches Modell entwickelt, wie die Servicefähigkeit eines Anbieters hybrider Produkte bestimmt werden kann, indem sowohl das belastungsabhängige Betriebsverhalten als auch die tatsächliche Erbringung des Service berücksichtigt werden. Ziele des Modells sind die Sicherstellung zugesicherter Leistungen (z. B. Verfügbarkeit) unter der Prognose des zustandsorientierten Ausfallverhaltens relevanter Baugruppen, die Bestimmung benötigter Ressourcen und Optimierung der Personalkapazitäten sowie die Ermittlung der Servicekosten. Diese drei Ergebnisbestandteile werden in dieser Arbeit unter der Definition der Servicefähigkeit zusammengefasst. Die Servicefähigkeit beschreibt dabei den Zusammenhang zwischen den eingesetzten Personalkapazitäten und den zu betreuenden technischen Maschinenkomponenten in Relation zu den verursachten Servicekosten pro Betrachtungseinheit unter Einhaltung eines quantifizierten Leistungsziels. Sie ist zusätzlich ein Instrument, um ein Servicenetzwerk gezielt zu konfigurieren und zu optimieren.

Mithilfe eines ersten Teilmodells werden mittels eines Zuverlässigkeitsmodells unter Berücksichtigung belastungsabhängiger, zustandsorientierter Ausfallwahrscheinlichkeiten verfügbarkeitssichernde Servicezeitpunkte bestimmt und mit zeitfesten Instandhaltungstätigkeiten synchronisiert. Das zweite Teilmodell beinhaltet die Gestaltung der Serviceerbringung und die Bewertung der Servicefähigkeit. Hierzu werden, ausgehend von der Bestimmung der verfügbarkeitssichernden Servicezeitpunkte, Serviceaufträge abgeleitet. Da sich der Service im Maschinenbau in der Regel auf verschiedene Servicebereiche aufteilt, wird entsprechend für jede Fachabteilung anschließend eine ausfallrisikoorientierte Warteschlange eingeführt, in welche die Serviceaufträge einsortiert werden. Anschließend wird die Verfügbarkeit von benötigten Ressourcen mit den vorhandenen Bedarfen, die sich aus den Serviceaufträgen ergeben, abgeglichen. Im dritten Teilmodell wird die Servicefähigkeit optimiert.



Simulationsgestützte Ermittlung der Komponentenbelastung für die Lebensdauerprognose an Werkzeugmaschinen



Dr.-Ing. Alexander Broos

Die Nutzungsdauer von Werkzeugmaschinen hängt zu einem wesentlichen Teil von der Lebensdauer der verwendeten Komponenten ab. Kugelgewindetriebe, Wälzführungen und Wälzlagerungen verschleiß in Abhängigkeit der wirkenden Betriebslasten. Deren messtechnische Erfassung ist im industriellen Umfeld wenn überhaupt nur mit hohem Aufwand möglich.

Die Dissertation stellt eine Methode vor, mit der die Komponentenbelastung von Werkzeugmaschinen in vereinfachter Weise durch eine Kombination von Simulationsmodell, daraus abgeleiteten Übertragungskoeffizienten und aus Antriebsdaten ermittelten Betriebslasten errechnet werden kann.

In einem ersten Schritt wurden aus Simulationsmodellen, wie sie heute in der Maschinenentwicklung weit verbreitet sind, Übertragungsfunktionen abgeleitet. Diese bestehen aus Übertragungskoeffizienten, die Verhältnisse zwischen Eingangs- (Motormoment, Drehzahl, Position) und Ausgangsgrößen (unterschiedliche Belastungen) abbilden.

Dazu wurde zunächst analysiert, welche Informationen für eine Lebensdauerabschätzung notwendig sind. Dies sind hauptsächlich die Betriebslasten der Werkzeugmaschine, die sich in Lasten aus der Bearbeitung (Prozesslast) und Lasten aufgrund von Massenträgheiten (Dynamiklast) unterteilen lassen. Zusätzlich ist noch die Kenntnis der Achsdynamik (Ruck, Beschleunigung, Geschwindigkeit) notwendig.

Auf Basis dieser Informationen wurde ein Rahmenkonzept für die Ableitung eines spezifischen Übertragungsverhaltens erarbeitet. Dies bildet Verhältnisse zwischen gemessenen Eingangsdaten (Antriebsdaten wie Ströme, Geschwindigkeiten) und Lastreaktion an den interessierenden Komponenten ab.

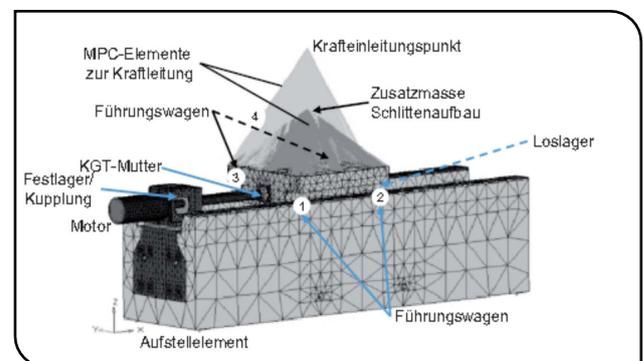
Für die Bestimmung konkreter Übertragungskoeffizienten wurden Simulationsmodelle eines Achsprüfstands und eines Bearbeitungszentrums aufgebaut und mit generischen Lastkollektiven beaufschlagt. Zudem wurden für die spätere Validierung Vollsimulationen durchgeführt.

Ferner wurden notwendige Eingangsdaten aus gemessenen Antriebsdaten extrahiert. Die Qualität und die Genauigkeit der mit unterschiedlichen Methoden erzielten Ergebnisse wurden verglichen. Es konnte gezeigt werden, dass alle Modelle eine hinreichende Genauigkeit besitzen und die Abweichung der simulierten Kräfte von der Realität in einem niedrigen Prozentbereich liegt. Des Weiteren wurden real gemessene Antriebsdaten in geeigneter Weise aufbereitet. Diese Daten fungieren als Eingangsdaten für die Übertragungsfunktionen, die wiederum die interessierenden Komponentenbelastungen als Ausgangsgrößen bestimmen. Daraus werden nun beispielsweise Prognosen für eine nominelle Komponentenlebensdauer unter realistischer Betriebsbelastung erstellt.

Die Methode wird am Beispiel eines Versuchsstands sowie in praktischer Anwendung an einem Bearbeitungszentrum validiert.

Es konnte gezeigt werden, dass alle Modelle eine hinreichende Genauigkeit besitzen und die Abweichung der simulierten Kräfte von der Realität in einem niedrigen Prozentbereich liegt.

Der Nutzen für die Lebensdauerprognose wurde an mehreren Beispielen aufgezeigt. Damit stehen sowohl den Betreibern als auch den Entwicklern von Werkzeugmaschinen qualifizierte Methoden zur Verfügung, um mit einfachen Mitteln eine Lebensdauerberechnung für unterschiedliche reale Werkstücke durchzuführen und die Ergebnisse für ihre Zwecke weiter zu verwenden.



Prozesskette zur Herstellung schichtbasierter Systeme mit integrierten Kavitäten



Dr.-Ing. Ester Ruprecht

Ziel der Dissertation war die Entwicklung einer Prozesskette zur Herstellung schichtbasierter Systeme mit integrierten Kavitäten auf Basis der Verarbeitung metallischer Grünfolien.

Zur Erarbeitung der Prozesskette werden bekannte Fertigungstechnologien analysiert. Aus den Fertigungstechnologien der Mehrschicht-Technologie, der generativen Verfahren wie Rapid Prototyping und Verarbeitungsprozessen der Blech- und Plattenverarbeitung werden Potentiale und Defizite abgeleitet. Basierend auf dieser Analyse werden die Prozessstufen der Kette analog zu den Verarbeitungsprozessen der Mehrschicht-Technologie konzipiert. Die Prozessstufen ergeben sich somit als Zuschneiden, Handhaben, Ausrichten, Umformen, Laminieren, Entbindern und Sintern. Die identifizierten Handlungsfelder sind Zuschneiden metallischer Grünfolien, kraftsensitives Handhaben sehr dünner Grünfolien, umformendes Strukturieren metallischer Grünfolien, hochpräzises Ausrichten sehr dünner Grünfolien, sowie Verbinden der Grünfolien unter Beibehaltung der Strukturen.

Durch Analogiebildung werden aus den Verfahren der Mehrschicht-Technologie die bestimmenden Parameter der Prozessstufen abgeleitet. Mittels Versuchen werden deren Wertebereiche zur Auslegung der Prozessstufen und der technischen Lösungen identifiziert. Zur Realisierung der Prozesskette werden für die einzelnen Prozessstufen geeignete Prozesse ausgewählt und grundlegende Lösungsprinzipien erarbeitet. Nach Test und Aufbau der Prozessstufen Stanzen, beschädigungsfrei Handhaben, Heißprägen, präzise Ausrichten, Laminieren mittels uniaxialer Thermokompression, Entbindern und Sintern werden experimentell Parameter und deren Wertebereiche zur Grünfolienverarbeitung ermittelt. Die Parameter gehen in die statistische Versuchsplanung ein. Diese dient zur Abstimmung der relevanten Prozesse aufeinander. Aus der statistischen Versuchsplanung werden die Parameter abgeleitet, die zur Herstellung der Validierungsbauteile dienen.

Identifizierte kritische Stufen der Prozesskette werden anhand der Herstellung einer metallischen Wärmesenke validiert.

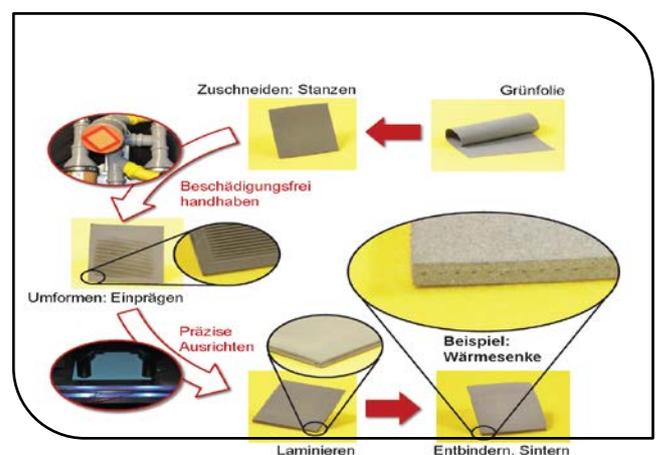
Die resultierenden Bauteileigenschaften der Wärmesenke wie der Schichtverbund und die Größe der integrierten Kavitäten werden charakterisiert und zur Bewertung der Prozesskette herangezogen.

Als Ergebnis der Prozesskette liegen Bauteile in Form von Wärmesenken vor, die über die erarbeitete Prozesskette hergestellt wurden. Die metallischen Grünfolien zur Herstellung der Bauteile wurden mit Drücken von 20 MPa bei Temperaturen von 60 °C während einer Haltezeit von 300 s durch Heißprägen strukturiert. Nachfolgend wurden sie mit einem Druck von 2,6 MPa bei Temperaturen von 60 °C durch uniaxiale Thermokompression laminiert. Die Entbindung und Sinterung erfolgte nach Parametern, die durch den Grünfolienhersteller empfohlen wurde.

Als Ergebnis der Realisierung kraftsensitiver Handhabung für sehr dünne Folien konnte ein Handhabungssystem erarbeitet werden, das Grünfolien mit minimalem regelbarem Unterdruck greifen und transportieren kann. Der minimale regelbare Unterdruck liegt dabei im Bereich von etwa 15 Pa -0,15 mbar mit einer Genauigkeit von etwa 5 Pa.

Das hochpräzise Ausrichten von Grünfolien konnte basierend auf industrieller Bildverarbeitung realisiert werden. Die Genauigkeit des Systems im Vergleich zum Stand der Technik konnte von 5-10 µm auf unter 0,2 µm gesteigert werden.

Die Herstellung komplex geformter Bauteile basierend auf der Verarbeitung metallischer Grünfolien in Folientechnik konnte gezeigt werden.



Kompensation von Konturabweichungen bei gerundeten Strangpressprofilen durch roboter- gestützte Führungswerkzeuge



Dr.-Ing. Markus Schneider

Zur Gewichtsreduzierung an Kraftfahrzeugen werden Karosserien in Space-Frame-Bauweise aus Aluminium aufgebaut, um die stetig wachsenden Anforderungen bezüglich Kraftstoffverbrauch und Abgasvorschriften einhalten zu können. Häufig werden dabei gekrümmte Strangpressprofile verwendet, die neben einem guten Verhältnis aus Gewicht und Steifigkeit viele Möglichkeiten im Bezug auf Design bieten. Die Dissertation beschäftigt sich im Kontext mit der Automatisierung des flexiblen Herstellverfahrens „Runden beim Strangpressen“ mit der Steigerung der Genauigkeit der mithilfe robotergeführter Werkzeuge zum Führen, Abtrennen und Übergeben der hergestellten Strangpressprofile.

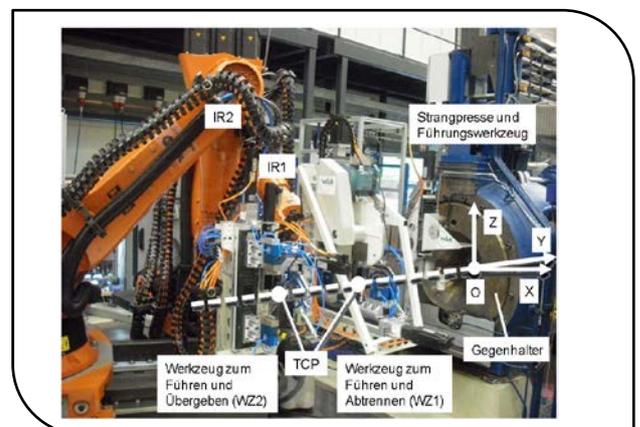
Als Zielsetzung resultiert die Entwicklung, Umsetzung und Validierung von Möglichkeiten zur Steigerung der Konturgenauigkeit von gerundeten Strangpressprofilen durch robotergestützte Führungswerkzeuge. Aufgrund veränderlicher Einflussfaktoren, die bei der Anwendung von Industrierobotern berücksichtigt werden müssen, sowie zusätzlicher veränderlicher Einflussfaktoren aus dem Prozess ist eine einmalige Kalibrierung der Anlage für eine kontinuierliche Herstellung gleichbleibender Bauteilqualitäten nicht ausreichend. Ein Teilziel der Dissertation ist daher, ebenfalls veränderliche Einflussfaktoren bei der Herstellung berücksichtigen und ausgleichen zu können. Um die Ziele zu erreichen, wird in dieser Dissertation die Einführung einer neuartigen Möglichkeit zur diskreten Regelung der Bewegungsbahnen verfolgt. Hierzu wird eine Vorgehensweise zur systematischen Analyse und Einteilung von qualitätsbeeinflussenden Faktoren bei der Profilherstellung sowie der Möglichkeit der Minimierung der Auswirkungen erarbeitet und auf die Anforderungen des robotergestützten Führens und Abtrennens während der Profilherstellung angewendet.

Besonders für die Kompensation von Konturabweichungen aufgrund langsam veränderlicher und nur mit hohem technischen und wirtschaftlichen Aufwand messbarer Einflussfaktoren wird ein Lösungsansatz zur Roboterführung umgesetzt, bei dem aus Messdaten bereits hergestellter Pro-

filbauteile und dem Vergleich zur Sollkontur eine Veränderung der Bahnen der robotergeführten Werkzeuge ermöglicht wird. Mit dem gewählten Lösungsansatz erfolgt eine Minimierung der Konturabweichungen in Form eines diskreten Offline-Konturregelkreises am Bauteil. In dem Regelkreis werden zum einen veränderliche Einflussfaktoren aus dem Prozess und zum anderen nicht messbare Einflussfaktoren der Kinematiken zur Profilverstellung kontinuierlich ausgeglichen und eine hohe Bauteilqualität dadurch auch über längere Zeitabschnitte sichergestellt.

In Versuchen zur automatisierten Herstellung dreidimensional gerundeter Strangpressprofile bei Berücksichtigung der Haupteinflussfaktoren aus der Gruppe der Fehlereinflüsse mit hoher Änderungsrate konnte eine Verbesserung der Konturgenauigkeit um 88 % sowie eine Verbesserung der Wiederholbarkeit der Bauteile auf $+0,15/-0,2$ % nachgewiesen werden. In weiteren Versuchen erfolgte der Nachweis der Funktionalität des Regelkreises zur Offline-Konturregelung.

Es wurde gezeigt, dass es mithilfe der Offline-Konturregelung möglich ist, bei der Profilherstellung durch eine segmentweise Betrachtung der Profile und Kompensation der Abweichungen am hergestellten Profilstück eine weitere Genauigkeitssteigerung der Profilkontur um 9 % auf $+0,3/-0,2$ mm zu erreichen.



Kompensation systematischer Fehler bei Werkzeugmaschinen durch self-sensing Aktoren



Dr.-Ing. Martin Weis

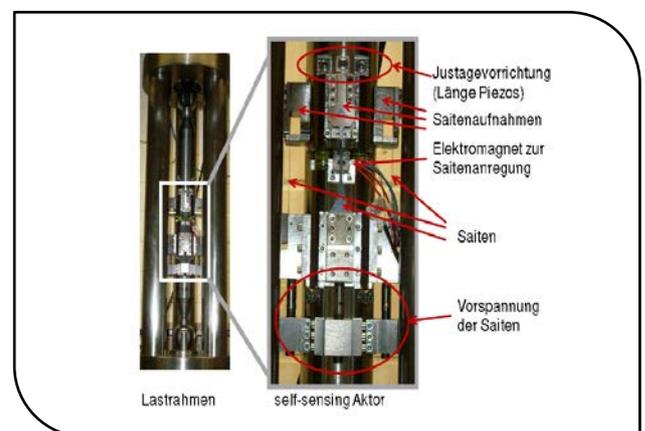
Die Genauigkeit von mit Werkzeugmaschinen gefertigten Bauteilen wird maschinenseitig durch verschiedene systematische und stochastische Fehler negativ beeinflusst, die ihren Ursprung im statischen, quasistatischen und dynamischen Verlagerungsverhalten der genutzten Vorschubsysteme haben. Ansätze zur Kompensation der quantitativ vorwiegend systematischen Fehler finden sich insbesondere in den Bereichen mechatronischer und adaptronischer Systemansätze für positionsgeregelte Stellachsen mit beispielsweise piezoelektrischen Festkörperaktoren. Der für den Einsatz im kostensensitiven Markt der Werkzeugmaschinenindustrie prinzipielle Kostenvorteil solcher funktional integrierter adaptronischer Systeme steht der derzeit jedoch erst methodisch gezeigten Stand der Forschung dieser auch self-sensing Aktoren genannten Technologie gegenüber.

Dieses Defizit wird durch diese Arbeit aufgenommen und die Kompensation systematischer Fehler bei Werkzeugmaschinen durch piezoelektrische self-sensing Aktoren gezeigt. Am konkreten Beispiel einer Werkzeugmaschine wird von der Auslegung des self-sensing Aktors als Maschinenkomponente über deren Kopplung mit dem Vorschubsystem der Maschine der Nachweis eines verbesserten Maschinenverhaltens und gefertigter Bauteile gezeigt.

Die Auslegung des self-sensing Aktors stützt sich dazu auf die Untersuchung eines vorhandenen Funktionsmusters dieser Technologie in einer parallelkinematischen Werkzeugmaschine. Die Beseitigung technologischer Defizite

der Komponente als Stellachse hinsichtlich des statischen und dynamischen Betriebsverhaltens sowie die steuerungstechnische Integration in die Maschinensteuerung stellen die nötige Vorarbeit zum Nachweis des verbesserten Betriebsverhaltens der Werkzeugmaschine bezüglich der systematischen Fehler dar.

Die Ergebnisse der messtechnischen Untersuchung und der Bearbeitungstests zum lastfreien Verlagerungsverhalten des Spindelstocks verdeutlichen, dass der Aktor als linear stetiges Antriebselement genutzt werden kann. Den darüber hinaus positiven Effekt auf das Maschinenverhalten unter statischer und dynamischer Last zeigen die entsprechenden Messungen zum lastbehafteten Verlagerungsverhalten.



Zeitschriften

Fleischer, J.; Seemann, W.; Zwick, T.; Ayhan, S.; Bauer, J.; Kern, D.; Scherr, D.:

Antriebsmodul für die Mikrobearbeitung - Parallelkinematisches hydraulisches Antriebsmodul mit Radarpositionsmessung. wt Werkstattstechnik online, Jahrgang 102 (2012), Heft/Band 11/12, Verlag Springer-VDI-Verlag, Düsseldorf, S. 724-729.

Fleischer, J.; Elser, J.; Gebhardt, J.; Weingärtner, T.:
Entwicklung von hochbelastbaren Kraffeinleitungselementen für den hybriden Leichtbau. Lightweight Design, Jahrgang 2012, Heft/Band 05, Verlag Springer Vieweg, Wiesbaden, S. 32-37.

Fleischer, J.; Ruprecht, E.; Haag, S.:
Produktionstechnische Handlungsbedarfe der Batteriemodulfertigung. ZWF Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, Jahrgang 107 (2012), Heft/Band 9, Carl-Hanser Verlag, München, S. 637-641.

Fleischer, J.; Munzinger, C.; Weis, M.; Herder, S.:
Adaptronic compensation of geometrical machine errors. Production Engineering, Jahrgang 6 (2012), Heft/Band 3, pp. 303-309.

Fleischer, J.; Lanza, G.; Schulze, V.; Sauer, A.; Sell-Le Blanc, F.:
Produktionstechnische Herausforderungen der Elektromobilität. VDI-Z Integrierte Produktion, (2012), Heft/Band 1/2, Verlag Springer VDI Verlag, S. 16.

Fleischer, J.; Bauer, J.:
Klein, aber fein. O+P; Fluidtechnik für den Maschinen- und Anlagenbau, (2012), Heft/Band 1-2, Verlag Vereinigte Fachverlage GmbH, Mainz, ISBN/ISSN 0341-2660, S. 21-23.

Helu, M.; Behmann, B.; Meier, H.; Dornfeld, D.; Lanza, G.; Schulze, V.:
Impact of green machining strategies on achieved surface quality. CIRP Annals, Verlag Elsevier, Jahrgang 2012, Heft/Band 61, pp. 55-58.

Lanza, G.; Brabandt, D.:
A concept for inline quality assurance in the automated production of carbon-fiber-reinforced plastics (CFRP). Quality - Access to Success, Jahrgang 2012, Heft/Band Supplement of the „Quality-Access to Success“ Journal, Vol. 13, Verlag Technical University of Cluj-Napoca; Romania, ISBN/ISSN 1582-2559, pp. 187-192.

Lanza, S.; Moser, R.; Book, J.; Braun, F.:
Globalverteilte Produktionssysteme - Pragmatische Bewertung in der variantenreichen Großserienfertigung. ZWF Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, Jahrgang 2012, Heft 9, Carl-Hanser Verlag, München, S. 623-627.

Lanza, G.; Peters, S.; Herrmann, H.-G.:
Dynamic optimization of manufacturing systems in automotive industries. CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology, Jahrgang 2012, Volume 5, Issue 4, Pages 235-240.

Lanza, G.; Fleischer, J.; Schulze, V.; Appel, D.; Behmann, B.; Bertsch, D.; Braun, J.; Hennrich, H.; Herder, S.; Meier, H.; Peters, S.; Stoll, J.; Stricker, N.:
Life Cycle Performance in der Produktionstechnik. wt Werkstattstechnik online, Jahrgang 102 (2012), Heft/Band 7/8, Verlag Springer-VDI, Düsseldorf, S. 513-517.

Lanza, G.; Ruhrmann, S.; Jondral, A.:
Methodik für qualitätsoptimale globale Beschaffung. QZ - Qualität und Zuverlässigkeit, Jahrgang 57, (2012), Heft/Band 6, Carl Hanser Verlag, München, ISBN/ISSN 0720-1214, S. 58-59.

Lanza, G.; Peters, S.:
Integrated capacity planning over highly volatile horizons. CIRP Annals - Manufacturing Technology (2012), Verlag Elsevier, Vol. 61, pp. 395-398.

Lanza, G.; Moser, R.; Ruhrmann, S.:
Wandlungstreiber global agierender Produktionsunternehmen - Sammlung, Klassifikation und Quantifizierung. wt Werkstattstechnik online, Jahrgang 102 (2012), Springer-VDI-Verlag, Heft/Band 4, S. 200-205.

Lanza, G.; Peters, S.; Schmollinger, S.; Günther, T.:
Investitions- und Kapazitätsplanung in der mittelständischen Automobilindustrie. VDI Verein Deutscher Ingenieure, Jahrgang 2012, Heft/Band 154, Nr. 3, Springer-VDI-Verlag, S. 59-62.

Lanza, G.; Appel, D.; Behmann, B.:
Wissenstransfer technischer Dienstleistungen im Maschinenbau - Projekt WiTal. IHK Magazin Nordschwarzwald, Jahrgang 2012, Heft/Band 1/2, Verlag Prüfer Medienmarketing Endriß&Rosenberger GmbH, Baden-Baden, S. 54-55.

Moser, R.:
Industrietag zur Wandlungsfähigkeit. VDI Verein Deutscher Ingenieure, 06.09.2012, S. 1-2.

Schulze, V.; Osterried, J.; Strauß, T.; Zanger, F.:
Analysis of surface layer characteristics for sequential cutting operations. HTM Journal of heat treatment and materials, (2012), Heft/Band Volume 67, Carl Hanser Verlag, München, pp. 347-356.

Schulze, V.; Ambrosy, F.; Zanger, F.:
Spanender Endbearbeitungsprozess zur Modifizierung der Randzonenzustände. Konstruktion - Zeitschrift für Produktentwicklung und Ingenieur-Werkstoffe, (2012), Heft/Band 11/12, Springer-VDI-Verlag, Düsseldorf, ISSN: 0720-5953, S. 14-16.

Schulze, V.; Weber, P.; Ruhs, C.:
Increase of process reliability in the micro-machining processes EDM-milling and laser ablation using on-machine sensors. Journal of Materials Processing Technology, Micro-Manufacturing Processes, Volume 212, Issue 3, 03/2012, Elsevier, DOI: 10.1016/j.jmatprotec.2011.09.014, pp. 625-632.

Schulze, V.; Michna, J.; Meier, H.; Pabst, R.; Watts, D.; Lang, H.:
Fräsen mit flüssigem Stickstoff als Kühlmedium. wt Werkstattstechnik online, (2012), Heft/Band 1/2, Verlag Springer-VDI-Verlag, Düsseldorf, S. 052-055.

Stoll, J.; Özden, E.; Jondral, A.; Furmans, K.; Lanza, G.:
Hybride Modellierung zur Auslegung und Leistungsmessung in Produktionssystemen. wt Werkstattstechnik online, Jahrgang 102 (2012), Springer-VDI-Verlag, Düsseldorf, Heft/Band 4, S. 217-221.

Buch

Gausemeier, J.; Lanza, G.; Lindemann, U.; Brandis, R.; Deppe, U.; Dorociak, R.; Eckstein, J.; Günther, T.; Hellenbrand, D.; Herm, M.; Herrmann, H.-G.; Kissel, M.; Mörtl, M.; Müller, A.; Nordsiek, D.; Nyßen, A.; Olbrich, R.; Peters, S.; Schullerus, W.; Stollt, G.; Terfloth, A.:
Produkte und Produktionssysteme integrativ konzipieren - Modellbildung und Analyse in der frühen Phase der Produktentstehung. Carl Hanser Verlag, München, Auflage 1, ISBN 978-3-446-42825-6, 2012.

Ruprecht, E.:
Prozesskette zur Herstellung schichtbasierter Systeme mit integrierten Kavitäten. Shaker Verlag GmbH, Aachen, ISBN 978-3-8440-1207-1, 2012.

Buchbeiträge

Albers, A.; Denkena, B.; Charlin, F.; Dengler, B.; Diener, J.; Hoppen, P.; Kipphan, H.; Kreuzer, E.; Marxen, L.; Matthiesen, S.; Quaas, T.; Schmalenbach, H.; Winter, M.:
Faszination Konstruktion - Berufsbild und Tätigkeitsfelder im Wandel, acatech Position. Springer Vieweg, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, ISBN 978-3-642-31930-3, 2012.

Albers, A.; Denkena, B.; Matthiesen, S.; Charlin, F.; Dengler, B.; Diener, J.; Hoppen, P.; Kipphan, H.; Kreuzer, E.; Marxen, L.; Quaas, T.; Schmalenbach, H.; Winter, M.:
Faszination Konstruktion - Berufsbild und Tätigkeitsfelder im Wandel, acatech Studie. Springer Vieweg, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Albers, A.; Denkena, B.; Matthiesen, S.; Faszination Konstruktion - Berufsbild und Tätigkeitsfelder im Wandel, ISBN: 978-3-642-31940-2, S. 15-46; S. 107-124.

Book, J.; Bunse, K.; Grauer, M.; Klemke, T.; Tilgner, K.; Ude, J.:
Handlungsempfehlung zur Gestaltung globaler Produktionsnetzwerke. Beuth Verlag, Berlin, VDI-Fachausschuss Fabrikplanung, Strategien und nachhaltige Wirtschaftlichkeit in der Fabrikplanung, Auflage 1, ISBN 978-3-410-21961-3, 2012, S. 1-71.

Book, J.; Bunse, K.; Grauer, M.; Klemke, T.; Tilgner, K.; Ude, J.:
Handlungsempfehlung zur Gestaltung globaler Produktionsnetzwerke. Beuth Verlag, Berlin, VDI-Fachausschuss Fabrikplanung, Strategien und nachhaltige Wirtschaftlichkeit in der Fabrikplanung, Auflage 1, ISBN 978-3-410-21961-3, 2012, S. 1-71.

Fleischer, J.; Elser, J.:
Spatial alignment of joining partners without fixtures, based on component-inherent markings. Ann Arbor, Jack Hu, Technologies and Systems for, ISBN 978-0-615-64022-8, pp. 17-20.

Ruhrmann, S.:
Produktanpassungen an regionale Bedingungen. Shaker Verlag, Aachen, Fleischer, J.; Schulze, V.; Lanza, G., China - Erfolgreiche Beschaffungs- und Produktionsstrategien, Auflage 1, ISBN 978-3-8440-0937-8, Reihe 1, 2012, S. 78-92.

Schulze, V.; Zanger, F.:
Untersuchung der Zerspanung von Metall-Matrix-Verbundwerkstoffen (MMC) mittels Finite-Elemente-Simulationen. Vulkan-Verlag GmbH, Essen, D. Biermann, Spanende Fertigung, ISBN 978-3-8027-2965-2, Reihe 6, 2012, S. 51-58.

Schulze, V.; Ruhs, C.:
Prozessübergreifende Abtragregelung für die Mikro-bahnerosion durch die Nutzung konfokaler Weißlichtsensorik. OPTIK-Verlag Dr. Wolf-Dieter Prenzel, Görlitz, Prenzel, W.-D., Jahrbuch Optik und Feinmechanik 2012, ISBN 978-3-7949-0831-8, S. 239-245.

Schulze, V.; Klotz, S.; Zanger, F.:
Experimentelle Untersuchung von Bauteilschädigung und Werkzeugverschleiß bei der FVK-Bearbeitung. Vulkan-Verlag, Essen, Dirk Biermann, Spanende Fertigung, Auflage 6, (2012), ISBN 978-3-8027-2965-2, S. 330-337.

Tillmann, A.; Weckenmann, A.; Hartmann, W.; Schmidt, H.; Schulze, V.; Stockey, S.; Chlipala, M.:

Funktionsorientierte Bewertung bei der Druckwalzenherstellung. Apprimus Verlag, Aachen, Thomas Wiedenhöfer, Merkmalbasiert geregelte Fertigungsprozesse für die beherrschte Herstellung funktionaler Produkteigenschaften von mikrostrukturierten Bauteilen - Ergebnisbericht FunkProMikro, S. 57-76.

Zimmermann, W.; Holdik, K.; Happek, B.; Schreiber, L.; Weber, M.; Weckenmann, A.; Hartmann, W.; Schmidt, H.; Schulze, V.; Chlipala, M.; Stockey, S.; Pabst, R.:

Funktionsorientierte Bewertung und deren Nutzen für die Kurbelwellenfertigung. Apprimus Verlag, Aachen, Thomas Wiedenhöfer, Merkmalbasiert geregelte Fertigungsprozesse für die beherrschte Herstellung funktionaler Produkteigenschaften von mikrostrukturierten Bauteilen - Ergebnisbericht FunkProMikro, ISBN 978-3-86359-087-1, S. 17-38.

Konferenzbeiträge

Ambrosy, F.; Erz, A.:

Development of a microstructured deep rolling tool for generation of nanocrystalline surface layer. euspem Topical Meeting: Structured & Freeform Surfaces, 05.12.2012-06.12.2012, Teddington, UK, Herausgeber/Veranstalter European Society for Precision Engineering & Nanotechnology, Conference Proceedings, S. 57-80.

Book, J.; Kumar, M.; Lanza, G.; Srari, J.:

Quality Risk Management in Global Supply Networks: An Agent-Based Approach. Cambridge International Manufacturing Symposium, 20.09.2012-21.09.2012, Cambridge, UK, Proceedings of The Annual Cambridge International Manufacturing Symposium, pp. 1-40.

Fleischer, J.; Hennrich, H.; Braun, J.:

Ressourceneffizienter Kugelgewindetrieb durch adaptive Schmierung. 9. Aachener Kolloquium für Instandhaltung, Diagnose und Anlagenüberwachung, 14.11.2012-15.11.2012, Aachen, Deutschland, ASRE - Aachener Schriften zur Rohstoff- und Entsorgungstechnik, S. 573-582.

Fleischer, J.; Hennrich, H.; Braun, J.:

Resource Efficient Ball Screw by Adaptive Lubrication. 10th Global Conference on Sustainable Manufacturing, 31.10.2012-02.11.2012, Istanbul, Türkei, Towards Implementing Sustainable Manufacturing, digital.

Fleischer, J.; Ruprecht, E.; Baumeister, M.; Haag, S.:

Das Produktionssystem für Batterien. Wiener Produktionstechnik Kongress 2012, 10.10.2012-11.10.2012, Wien, Österreich, Verlag neuer wissenschaftlicher Verlag, Herausgeber/Veranstalter Technische Universität Wien, Institut für Fertigungstechnik und Hochleistungslasertechnik, Band 1, Die Zukunft der Fertigungstechnik - Tagungsband Wiener Produktionstechnik Kongress 2012, Argentinierstr. 42, A-1040 Wien, ISBN 978-3-7083-0872-2, S. 7-16.

Fleischer, J.; Klimscha, K.; Müller, T.:

Investigations Into The Influence Of Joining Surface Parameters On The Strength Of Sinter Joined Connections. Euro PM2012, 16.09.2012-19.09.2012, Basel, Schweiz, Verlag European Powder Metallurgy Association, Herausgeber/Veranstalter European Powder Metallurgy Association, Band 3, Euro PM2012 Proceedings, Shrewsbury, ISBN 978-1-899072-36-1, S. 111-116.

Fleischer, J.; Schädel, J.:

Filament winding as a joining method: Flexible manufacturing of load-dependent joints. CIRP 62nd General Assembly, 19.08.2012-25.08.2012, Hong Kong, China, short presentation.

Fleischer, J.; Bauer, J.:

Highly integrated hydraulic feed axis. Actuator 2012 - International Conference and Exhibition on New Actuators and Drive Systems, 18.06.2012-20.06.2012, Bremen, Deutschland, Conference Proceedings, ISBN 9783-933339-19-5, S. 734-737.

Fleischer, J.; Klimscha, K.; Ströbele, S.:

Development of a compact micro machine for the machining of powder-injection moulded (PIM) green compacts. euspem International Conference, 04.06.2012-08.06.2012, Stockholm, Schweden, Verlag Sieca Repro, Herausgeber/Veranstalter European Society for Precision Engineering & Nanotechnology, Band 2, Conference Proceedings, Delft, Netherlands, ISBN 978-09566790-0-0, S. 258-261.

Fleischer, J.; Leberle, U.:

Miniaturized piezoelectric vibratory conveyor for the flexible handling of very different small parts. EUSPEN 12th International Conference of the European Society for Precision Engineering & Nanotechnology, 04.06.2012-07.06.2012, Stockholm, Sweden, Band 2, conference proceedings volume 2, ISBN 978-0-9566790-0-0, S. 59-62.

Fleischer, J.; Ochs, A.; Koch, S-F.:

Ultrasonic-assisted adhesive handling of limp and air-permeable textile semi-finished products in composite manufacturing. 4th CIRP Conference on Assembly Technologies and Systems, 20.05.2012-22.05.2012, Ann Arbor, Michigan, USA, Technologies and Systems for Assembly Quality, Productivity and Customization, ISBN 978-0-615-64022-8, pp. 7-10.

Fleischer, J.; Otter, M.:

Compensation of shape deviations for the automated assembly of space frame structures. 4th CIRP Conference on Assembly Technologies and Systems, 20.05.2012-22.05.2012, Ann Arbor, Michigan, USA, Technologies and Systems for Assembly Quality, Productivity and Customization, ISBN 978-0-615-64022-8, pp. 105-108.

Fleischer, J.; Ochs, A.; Dosch, S.:
The future of lightweight manufacturing - production-related challenges when hybridizing metals and continuous fiber-reinforced plastics International Conference on "New Developments in Sheet Metal Forming", 22.05.2012-23.05.2012, Stuttgart, Germany, Verlag MAT INFO Werkstoff-Informationsgesellschaft, Herausgeber/Veranstalter Institute for Metal Forming Technology of University of Stuttgart, Band 1, New Developments in Sheet Metal Forming, Frankfurt, ISBN 978-3-88355-39-0, pp. 51-70.

Fleischer, J.; Elser, J.:
Spatial alignment of joining partners without fixtures, based on component-inherent markings. 4th CIRP Conference on Assembly Technologies and Systems, 20.05.2012-22.05.2012, Ann Arbor, Michigan, USA, Technologies and Systems for Assembly Quality, Productivity and Customization, ISBN 978-0-615-64022-8, pp. 17-20.

Fleischer, J.; Bauer, J.:
Highly integrated piezo-hydraulic feed axis. 5th CIRP Conference on High Performance Cutting 2012, 04.06.2012-06.06.2012, Zürich, Schweiz, Procedia CIRP 1, pp. 342-346.

Fleischer, J.; Lanza, G.; Brabandt, D.; Wagner, H.:
Overcoming the challenges of automated preforming of semi-finished textiles. Semat 12 SAMPE Europe Symposium 2012, 24.05.2012-25.05.2012, Munich, Germany, "Symposium on Automation of Advanced Composites and its Technology", ISBN 978-3-9523565-6-2, pp. 114-143.

Fleischer, J.; Ruprecht, E.; Baumeister, M.; Haag, S.:
Automated Handling of Limp Foils in Lithium-Ion-Cell Manufacturing. Leveraging Technology for a Sustainable World, 23.05.2012-25.05.2012, UC Berkeley CA, USA, Verlag Springer, Herausgeber/Veranstalter David A. Dornfeld and Barbara S. Linke, Leveraging Technology for a Sustainable World, Proceedings of the 19th CIRP conference on Life Cycle Engineering, Berlin, Heidelberg, ISBN 978-3-642-29068-8, pp. 353-356.

Fleischer, J.; Schädel, J.; Gebhardt, J.:
Automatisierte Produktionsprozesse und -anlagen für den hybriden Leichtbau. 18. Nationales Symposium SAMPE Deutschland e.V., 29.02.2012-01.03.2012, Karlsruhe, Deutschland, Herausgeber/Veranstalter SAMPE Deutschland e.V., Faserverbundleichtbau Methoden, Werkstoffe und Produktion, S. 35-36.

Hagen, G.; Kopp, T.; Ziesche, S.; Partsch, U.; Ruprecht, E.:
Combined 3D Micro Structuring of Ceramic Green Tape Using Punching, Embossing and Laser Processing. IMAPS/ACerS 8th International Conference and Exhibition on Ceramic Interconnect and Ceramic Microsystems Technologies 2012 (CICMT 2012), 16.04.2012-19.04.2012, Erfurt, Deutschland, Herausgeber/Veranstalter iMAPS Internationals Microelectronics And Packaging Society, CICMT 2012 Conference Proceedings.

Härtel, F.; Wagner, H.; Middendorf, P.; Fleischer, J.:
Draping strategies and automation solutions for complex CFRP components. SAMPE Europe 7th SETEC 12, 19.09.2012, Luzern, Schweiz, Advanced Composites – Design & Process for Sustainability, ISBN: 978-3-9523565-7-9, S. 161-166.

Helu, M.; Behmann, B.; Meier, H.; Dornfeld, D.; Lanza, G.; Schulze, V.:
Total Cost Analysis of Process Time Reduction as a Green Machining Strategy. CIRP Conference on Life Cycle Engineering, 23.05.2012-25.05.2012, University of California Berkeley in Berkeley, California, USA, Verlag Springer, Herausgeber/Veranstalter Dornfeld, D., Linke, B., Leveraging Technology for a Sustainable World, pp. 299-304.

Hennrich, H.:
Intelligenter Kugelgewindetrieb zur Steigerung der Life Cycle Performance. wbk Herbsttagung 2012, 22.10.2012, Karlsruhe, Deutschland, Life Cycle Performance produktiv-technischer Maschinen und Anlagen, S. 103-118.

Lanza, G.; Stockey, S.:
Automated Surface Measurement Data Analysis with Noise Suppression. 3rd CIRP Conference on Process Machine Interactions, 29.11.2012-31.11.2012, Nagoya, Japan, Verlag Elsevier, Band Volume 4, Procedia CIRP, pp. 58–62.

Lanza, G.; Stengele, G.; Stricker, N.:
Improved Calculation of Weibull distributions for deficient industrial data in the context of Life Cycle Costs. 10th global conference on sustainable manufacturing, 31.10.2012-02.11.2012, Istanbul, Türkei, Herausgeber/Veranstalter Prof. Dr.-Ing. G. Seliger, Prof. Dr. S. E. Kilic, proceedings of the 10th global conference on sustainable manufacturing, ISBN 978-605-63463-1-6, pp. 225-231.

Lanza, G.; Stoll, J.; Kölmel, A.; Peters, S.:
Flexible Production Lines for Series Production of Automotive Electric Drives. 2012 2nd International Electric Drive Production Conference (E|DPC), 15.10.2012-18.10.2012, Nürnberg, Deutschland, Proceedings, ISBN 978-1-4673-3006-0, pp. 2-5.

Lanza, G.; Brabandt, D.:
Sustainable Automated Production of Fiber Reinforced Plastics (FRP) through Inline Quality Assurance. 10th Global Conference on Sustainable Manufacturing, 31.10.2012-02.11.2012, Istanbul, Turkey, Towards Implementing Sustainable Manufacturing, ISBN 978-605-63463-1-6, pp. 123-127.

Lanza, G.; Sauer, A.:
Optimization of Production Ramp-Up by using a Simulation for Personnel Requirements Planning. The 24th European Modeling & Simulation Symposium, 19.09.2012-21.09.2012, Wien, Österreich, The 24th European Modeling & Simulation Symposium, pp. 32-37.

Lanza, G.; Viering, B.; Haefner, B.:

Experimental Approach for Proposing the Lifetime of Micro Gears Through Their Shape Deviations. CIRP General Assembly, Collaborative Working-Group on Micro-Production Engineering (Scientific Technical Committees M, P, S), 23.08.2012, Hong Kong, China, Proceedings, pp. 1-12.

Lanza, G.; Koelmel, A.; Stockey, S.:

Automated Optical Detection of Particles and Defects on a Li-Ion-Cell Surface Using Multi-Scale Sensors in Combination with a Single-Point Analysis. Ulm Electro-Chemical Talks 2012, 03.07.2012-05.07.2012, Neu-Ulm, Deutschland, Advanced Technologies for E-Mobility and Energy Storage, pp. 91.

Lanza, G.; Appel, D.:

Reliability-dependent choice of spare part provision and maintenance strategies at optimal cost as an offered service. 11th International Probabilistic Safety Assessment and Management Conference & The Annual European Safety and Reliability Conference, 25.06.2012-29.06.2012, Helsinki, Finnland, Conference Proceedings on the 11th International Probabilistic Safety Assessment and Management Conference & The Annual European Safety and Reliability Conference.

Lanza, G.; Moser, R.:

Strategic planning of global changeable production networks. 45th Cirp CMS Conference on Manufacturing Systems Technology, 16.05.2012-18.05.2012, Athens, Greece, Proceeding, pp. 291-297.

Lanza, G.; Schulze, V.; Stockey, S.; Chlipala, M.; Haefner, B.:

Automated Measurement Data Analysis for Micro Structured Surfaces. 12th International Conference of the European Society for Precision Engineering & Nanotechnology, 04.06.2012-07.06.2012, Stockholm, Sweden, Verlag Sieca Repro, Herausgeber/Veranstalter European Society for Precision Engineering & Nanotechnology, Conference Proceedings Volume I, Delft, Netherlands, ISBN 978-0-9566790-0-0, pp. 235-238.

Lanza, G.; Ruhrmann, S.:

Evaluating Procurement Objects and Suppliers in Low-Cost Countries with a Focus on Quality. IPSERA Conference - Purchasing & Supply Management in a Changing World, 01.04.2012-04.04.2012, Neapel, Italien, Verlag Edizioni Scientifiche Italiane S.p.A., Herausgeber/Veranstalter Emilio Esposito, Pietro Evangeliste, Giovanni Pastore, Mario Raffa, IPSERA 2012 Conference Proceedings, Rom, ISBN 978-88-495-2346-1, pp. 57.

Lanza, G.; Appel, D.:

Economic Potential of Reliability Data in the Application of Spare Part Provision. International Applied Reliability Symposium - Europe 2012, 27.03.2012-30.03.2012, Warschau, Polen, Herausgeber/Veranstalter ReliaSoft Corporation, Symposium Proceedings International Applied Reliability Symposium Europe 2012, Tucson, Arizona, USA, Track 2, Session 11, pp. 1-44.

Lanza, G.; Book, J.:

Quality Strategies for Supply Chains. Global Conference on Operations and Supply Chain Management (GCOM 2012), 12.03.2012-13.03.2012, Bandung, Indonesia, Global Conference on Operations and Supply Chain Management (GCOM 2012) Proceedings, ISBN 978-967-5705-06-9, pp. 1-15.

Lanza, G.; Ruhrmann, S.:

Methodological Approach to Evaluate Product Adaptations based on Real Options. The 22nd CIRP Design Conference, 28.03.2012-30.03.2012, Bangalore, Indien, Verlag Springer, Sustainable Product Development, Chapter 22.

Peters, S.; Lanza, G.:

Produktionstechnik - Empfehlungen und Entwicklungstendenzen. Workshop eNOVA Strategiekreis Elektromobilität, 26.06.2012, Berlin, Deutschland, S. 1-26.

Peters, S.; Lanza, G.; Stockey, S.:

Effects of future mobility on automotive production. 12th Stuttgart International Symposium - Automotive and Engine Technology 2012, 13.03.2012-14.03.2012, Stuttgart, Deutschland, Verlag Springer Vieweg, Herausgeber/Veranstalter ATZlive, FKFS, Band 2, Documentation, Wiesbaden, pp. 457-466.

Schulze, V.; Weber, P.:

Automated laser power control for roughing and finishing in micro laser machining. 4M/ICOMM 2012 Conference, 09.10.2012-11.10.2012, Vienna, Austria, Verlag Research Publishing, Herausgeber/Veranstalter 4M Association, Band , 4M 2012 Proceedings of the 9th International Conference on Multi-Material Micro Manufacture, ISBN 978-981-07-3353-7, pp. 43-46.

Schulze, V.; Hoppen, P.; Ruhs, C.; Weber, P.:

Micro structuring of Zr-based bulk metallic glasses. 4M/ICOMM 2012 Conference, 09.10.2012-11.10.2012, Vienna, Austria, Verlag Research Publishing, Herausgeber/Veranstalter 4M Association, 4M 2012 Proceedings of the 9th International Conference on Multi-Material Micro Manufacture, ISBN 978-981-07-3353-7, pp. 144-147.

Schulze, V.; Osterried, J.; Strauß, T.:

FE analysis on the influence of sequential cuts on component conditions for different machining strategies. 1st CIRP Conference on Surface Integrity (CSI), 30.01.2012-01.02.2012, Bremen, Deutschland, Band 19, Procedia Engineering, pp. 318-323.

Schulze, V.; Pabst, R.; Meier, H.:

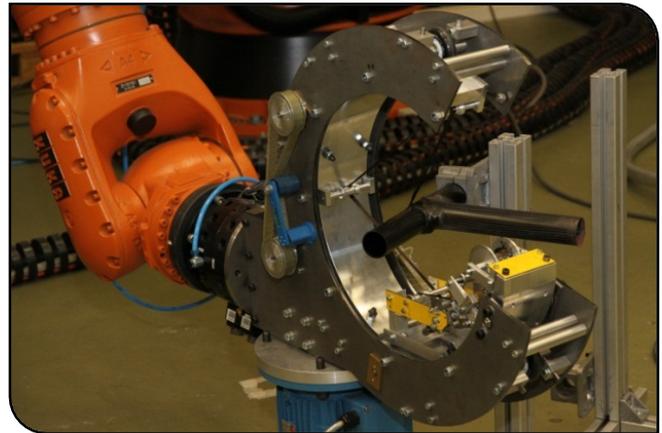
Influence of broaching for evaluation of process chains. Summer School 2011, Graduate School 1483, 27.09.2011, Karlsruhe, Deutschland, Verlag KIT Scientific Publishing, Band KIT-SR 7611, Proceedings of the Summer School 2011, Graduate School 1483, Karlsruhe, ISBN 978-86644-821-6, pp. 29-32.

Schulze, V.; Michna, J.; Schneider, J.; Gumbsch, P.:
Modelling of cutting induced surface phase transformations considering friction effects. 1st CIRP Conference on Surface Integrity (CSI), 30.01.2012-01.02.2012, Bremen, Deutschland, Band 19, Procedia Engineering, pp. 331-336.

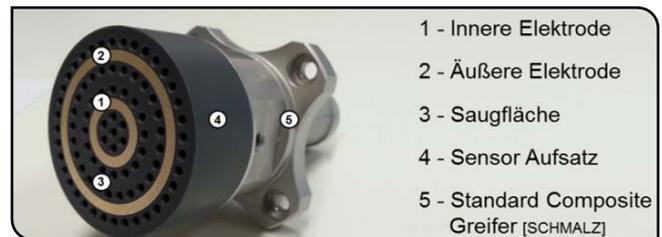
Patente

Az. 10 2012 109 222.2: Vorrichtung zum automatisierten Verbinden zweier Bauteile, gewickelte Knotenverbindung und Verfahren zum Verbinden zweier Bauteile in einem Fügebereich. Eingereicht am 28.9.2012 beim Deutschen Patent- und Markenamt.

Az. 61/707160: Device for automated connection of two components, a wound joint and a method of connecting two components in a joint region. Eingereicht am 28.9.2012 beim United States Patent and Trademark Office.



Titel: Sauggreifer, Sauggreifsystem und Regelungseinheit zum Regeln wenigstens eines Sauggreifers
 KIT-internes Aktenzeichen: 102012109888.3.



Az. 10 2010 044 351.4: Mikroverzahnungsprüfkörper und Verfahren zur experimentellen Messunsicherheitsermittlung bei der Messung von Mikrozahnradern.
 offengelegt am 08.03.2012 vom Deutschen Patent- und Markenamt.



Ziel

Das wbk bildet die Produktionsingenieure aus, die ein integriertes Verständnis von den Prozessen über die Anlagen und Automatisierung bis hin zu vernetzten Fabriken besitzen.

Vorlesungen (inkl. Übung / Tutorien)

Für die Fakultäten Maschinenbau, Wirtschaftsingenieurwesen und Informatik

Einbindung von Gastdozenten aus der Industrie

Umfangreiches Angebot aus den Bereichen FWT, MAP und PRO

Projektarbeiten (inkl. Praktika, Labore)

Studentische Abschlussarbeiten

Industrial Case Studies mit Studierenden

Internationaler Studentenaustausch

Lernfabrik im Produktionstechnischen Labor

Weiterbildung (berufsbegleitend)

Seminare

Workshops

Executive Master an der Hector-School (Production Operations Management)

Promotion (Assistenzpromotion)

Strukturierter Promotionsprozess

Professionalisierung und Persönlichkeitsförderung

Industrieerfahrung

Lehrererfahrung

Internationalisierung (Konferenzen, Forschungsaufenthalte)

Basiskompetenz durch Methodenausbildung

Analyse-, Planungs- & Bewertungsmethoden, Simulationen

Studentenzahlen WS 2012/2013

	Studierendenanfänger
Maschinenbau	
Bachelor	652
Master	208
Aufbaustudium	6
Wirtschaftsingenieurwesen	
Bachelor	537
Master	183
Gesamt	1586



Vorlesungen

	Veranstaltung	Beschreibung	Dozent	WING LP		MACH LP	
				B.Sc.	M.Sc.	B.Sc.	M.Sc.
Wintersemester	Fertigungstechnik	Prozesswissen der gängigen Verfahren der Fertigungstechnik, Prozessketten	Schulze	9	9	8	8
	Globale Produktion und Logistik - Teil 1: Globale Produktion	Globaler Vertrieb, standortgerechte Produktions- und Produktpassung, Beschaffungsstrategien, Produktionsnetzwerke	Lanza	-	4	4	4
	Projekt Mikrofertigung: Entwicklung und Fertigung eines Mikrosystems	Entwicklung und Fertigung von Mikrosystemen im Team anhand eines konkreten Entwicklungsprojekts mit einem Projektpartner aus der Industrie	Schulze Hoppen	-	-	-	6
	Produktionstechnologien und Managementansätze im Automobilbau	Technische und organisatorische Aspekte der Aggregateherstellung: Produktionsplanung, Qualitätsmanagement, Logistik und Elektromobilität am Beispiel der Daimler AG	Stauch Peters	-	4	4	4
	Materialien und Prozesse für den Karosserieleichtbau in der Automobilindustrie	Konzepte zur Reduktion des Fahrzeuggewichts, Werkstoffleichtbau (Metall, Kunststoffe), innovative Fertigungsverfahren	Stegmüller Kienzle	4	4	4	4
	Qualitätsmanagement	Qualitätsmanagementmethoden, Fertigungsmesstechnik, statistische Methoden, Service, Zertifizierungsmöglichkeiten, rechtliche Aspekte	Lanza	4	4	4	4
	Simulation von Produktionssystemen und -prozessen	Simulation von Prozessen, Anlagen und Fabriken, Versuchsplanung, Validierung, Ablauf einer Simulationsstudie	Schulze Furmans Stock	-	-	5	5
	Verzahntechnik	Anwendungsbeispiele, Verzahnungsgeometrie, Weich- und Hartbearbeitung, Herstellung von Kegelrädern, Messen und Prüfen	Klaiber	4	4	4	4
	Werkzeugmaschinen und Handhabungstechnik	Aufbau und Einsatz/Verwendung von Werkzeugmaschinen und Handhabungstechnik, Auswahl, Auslegung und Beurteilung von Werkzeugmaschinen	Fleischer	9	9	8	8
	Entwicklungsprojekt zu Werkzeugmaschinen und Handhabungstechnik	Selbstständig im Team zu lösende Aufgabe in industrienaher Umgebung: Konstruktion, Konzeption und Auslegung von Werkzeugmaschinen, Abschlusspräsentation	Fleischer	-	-	4	4
	Seminararbeit Produktionstechnik	Projekt mit schriftlicher Ausarbeitung zu aktuellen Forschungsthemen - alleine oder im Team	Fleischer Lanza Schulze	3	3	-	-

	Veranstaltung	Beschreibung	Dozent	WING LP		MACH LP	
				B.Sc.	M.Sc.	B.Sc.	M.Sc.
Sommersemester	Automatisierte Produktionsanlagen	Werkstücke, Werkzeuge, Materialfluss, Roboter, Steuerungstechnik, Qualitätssicherung, Montage	Fleischer	-	9	8	8
	Betriebliche Produktionswirtschaft	Produktionstechnik (Fertigungsverfahren, Fertigungs- und Montagesysteme), Arbeitsplanung, -steuerung, -gestaltung, Materialfluss, betriebswirtschaftliche Grundlagen	Deml Lanza Furmans Schultmann	-	-	5	-
	Integrierte Produktionsplanung	Produktionsnetzwerke und -systeme, Fabrik- und Montageplanung, Materialfluss, Produktionsplanung- und steuerung, Life Cycle Performance	Lanza	9	9	8	8
	Introduction to Production Operations Management	Organisationsstrukturen in Produktionsunternehmen, Auftragsverarbeitung, Prozessplanung	Deml Lanza Furmans Schultmann	-	-	4	4
	Produktentstehung Fertigungs- und Werkstofftechnik	Bauteildimensionierung, Werkstoffauswahl, Fertigungsverfahren, Prozessauswahl	Schulze	-	-	-	9
	Produktionstechnisches Labor	Praktische Umsetzung der Kenntnisse über die Komponenten einer modernen Fabrik	Deml Furmans Ovtcharova Schulze	-	-	4	4
	Selected Topics in Manufacturing Technologies	Überblick über die Verfahren der Fertigungstechnik	Schulze	-	-	4	4
	Steuerungstechnik	Signalverarbeitung, Detektion und Beeinflussung von Prozesszuständen, elektrische Steuerungen, Bussysteme	Gönnheimer	4	4	4	4
	Umformtechnik	Massiv- und Blechumformung, Werkzeugmaschinen, Tribologie, Werkstoffkunde, Fertigungsplanung, Plastizitätstheorie	Herlan	4	4	-	4
	Arbeitstechniken im Maschinenbau	Prinzipien des wissenschaftlichen Arbeitens, Informationskompetenz, Präsentieren, Teamarbeit	Fleischer Lanza Schulze	-	-	2	-
	Seminararbeit Produktionstechnik	Projekt mit schriftlicher Ausarbeitung zu aktuellen Forschungsthemen - alleine oder im Team	Fleischer Lanza Schulze	3	3	-	-

Abschluss- und Studienarbeiten

Bachelorarbeiten

An, Lin

Entwicklung und Validierung eines Konzepts zur Durchführung von Prozessbestätigungen als Basis für einen kontinuierlichen Verbesserungsprozess

Annasentz, Simon

Vergleichende Betrachtung der Zugfestigkeit von MIM-Zugproben aus Vollmaterial mit Sintergefükten

Appel, Dominik

Konzeptionierung, Laminatoptimierung und Struktursimulation einer Aluminium CFK Hybridfelge für ein Formula Student Rennfahrzeug

Bartholmé, Joe

Konzept zur Ermittlung der Faserorientierung von kohlenstofffaserverstärkten Kunststoffen

Barton, David

Automatisierte Prozessmodellierung für die Mikrogleitförderung

Baumann, Florian

Entwicklung eines taktilen Geschwindigkeitsmesssystems für dreidimensional gekrümmte Strangpressprofile

Bechtle, Jonas

Konstruktion eines Systems zur Fixierung von Kohlenstofffaser-Rovings durch Aufschmelzen von Thermoplast-Filament

Behr, Immanuel

Flexible Reaktionsmechanismen zur Bewältigung von Wandlungstreibern in einer schlanken Auftragsabwicklung

Bingemann, Patrick

Anwendung von Objekterkennungsalgorithmen auf eine Messpunktewolke

Blickle, David

Werkzeug- und Prozessoptimierung beim Drehprozess zur Erzeugung tribologisch optimierter Oberflächen

Brech, Robert

Qualitätssicherung in der Fertigung von SMC Halbzeugen

Echsler, Christoph

Gestaltung von Freiflächengeometrien an Wendeschneidplatten mit dem Verfahren Schleppschleifen

Breidenbach, Maximilian

Marktanalyse im Bereich der Wasserhydraulik bezüglich des Potenzials energieautarker Funktionsmodule

Bremer, Frank

Untersuchung des Einflusses von Fügeflächenparametern auf die Zugfestigkeit sintergefügter MIM-Bauteile

Buchta, Nora Dorothee

Entscheidungskonzept zur Reduzierung von Überbeständen der Serieninstandsetzung des Automotive Aftermarkets der Robert Bosch GmbH

Bundschuh, Manuel

Erfassung von textilen Halbzeugen während der Handhabung innerhalb der RTM-Prozesskette

Corsmeier, Rene

Möglichkeiten zur Steigerung des Potenzials der Wandlungsfähigkeit in globalen Wertschöpfungsnetzwerken

Dackweiler, Marius

Untersuchung des Werkzeugverschleißes und der Bohrungsqualität beim Bohren eines Aluminium-Matrix-Verbundwerkstoffes mit 40 % Al₂O₃

Daftarie, Nadim

Recherche zum aktuellen Stand der Technik von Verbindungstechnologien für faserverstärkte Kunststoffe

Daniel, Ivo

Identifikation von Geometrieabweichungen bei der Mikrobahnerosion

Diringer, Ann-Kathrin

Optimierung einer werkstatorientierten mechanischen Fertigung von Einzel- und Kleinserien

Dittmer, Jonas

Optimierung eines aktiven faserverstärkten Federelements

Guellil, Amin

Creating an ontology to the modularity framework of reconfigurable milling tools

Handfest, Alexander

Entwicklung der Steuerelektronik eines kraftgeregelten Vakuumgreifers mittels Mikrocontrollern

Eisenlauer, Michael Georg

Analyse und Bewertung der Gestalt von Insert-Elementen in Bauteilen aus faserverstärkten Kunststoffen mittels Finite Elemente Methode

Fähndrich, Johannes

Versuchsdurchführung zur Parametervariation bei der Bohrungsherstellung in faserverstärkten Kunststoffen

Faulhaber, Tobias

Darstellung heutiger Produktionssysteme zur Produktion von Blechpaketen für Elektromotoren sowie deren anschließende Bewertung hinsichtlich ihrer Serienflexibilität

Fehrenbacher, Rüdiger

Analyse von Oberflächenzuständen bei der Zerspanung von Ti 6Al 4V

Förster, Eileen

Entwicklung einer Systematik zur Bewertung der Produktion von Massenprodukten in einem Hochlohnland

Geyken, Claudio

Analyse zur konstruktiven und Kosten reduzierenden Verbesserung der nasschemischen Si-PV-Zellen-Produktionsanlage IPSG CEI 4800

Gleim, Dominik

Mechanische Störeinflüsse an einem Prüfstand für Mikrozahnräder

Glesing, Jonas

Produktions- und Marktstudie mechatronischer Komponenten in E-Fahrzeugen in Zusammenarbeit mit der Robert Seuffer GmbH

Götz, Fabian

Optimierung einer Anlage zur Mikrolaserbearbeitung

Grether, Gustav

Simulation der Bauteilrotation auf piezoelektrischen Schwingförderern

Klee, Benedikt

Entwicklungstrends von Werkzeugmaschinen am Beispiel eines Hoch- und Niedriglohnstandortes

Klein, Mike

Regelung einer hydraulischen Vorschubachse

Köhler, Jo Alexander

Konstruktion eines Messaufbaus für mikromechatronische Systeme

Haupt, Fabian

Entwicklung eines Prüfstandes zur Untersuchung der Bauteilrotation auf piezoelektrischen Schwingförderern

Hirling, Gregor

Entwicklung von Konzepten zum vibrationsunterstützten Mikrofräsen

Hoening, Philipp

Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der Produktion von kohlenstofffaserverstärkten Kunststoffen in der Großserienfertigung

Hoffmann, Jonas

Konzeptionierung, Konstruktion und Berechnungen einer Aluminium-CFK Hybridfelge für ein Formula Student Rennfahrzeug

Ilzig, Jan

Entwicklung einer Methodik zur wertstromorientierten Kostendarstellung

Josten, Felix

Experimentelle Untersuchung des Einflusses unterschiedlicher Betriebsparameter und Fördergutmaterialien auf die Mikrogleitförderung

Kärcher, Susann

Potentiale des Powder Injection Moldings für die Fertigung von Elektromotoren

Kaufmann, Stephanie

Analyse und Optimierung einer stückzahlflexiblen Produktion in einem Start-Up-Unternehmen

Kilper, Ralf

Defekte in faserverstärkten Kunststoffen und ihre Auswirkung auf die mechanischen Eigenschaften

Licht, Philipp

Pulverspritzgießen von Elektromotor-Komponenten

Liebrecht, Christoph

Erstellung eines Logistikkonzepts zur Realisierung einer Ein-Lager-Strategie in der Industrie

Marrero Diaz, Silvia

Modifizierung von Wendeschneidplatten mittels des Verfahrens Schleppscheifen

Melsa, Philip

Harträumen von einsatzgehärtetem 20MnCr5

Koob, Sebastian Jonathan

Realoptionsbasierte Bewertung strategischer Handlungsfähigkeit in der Standortentscheidung

Kopf, Markus

Erstellung eines „Supplier Education Program“ im Themenbereich Qualitätsmanagement in Zusammenarbeit mit der Firma B/S/H/ und dem GAMI-Institut

Kruse, Anne

Bewertung der aktuell vorherrschenden Instandhaltungs- und Ersatzteilmanagementansätze unter Berücksichtigung bestehender Zuverlässigkeitsverfahren

Kuhlen, Karl Gerhard

Konzeption eines Messaufbaus für die flächige Erfassung von textilen Halbzeugen im Herstellungsprozess von faserverstärkten Kunststoffen

Kühn, Daniel

Konstruktive Konzepterstellung eines Kombinationswerkzeuges für die spanende Endbearbeitung

Kunzweiler, Christian

Entwicklung eines Instruments zur Ermittlung des Reifegrads von Qualitätsmanagementsystemen unter dem Einfluss lokaler Standortfaktoren

Lauble, Clemens

Entwicklung einer Entscheidungslogik für die Auswahl von Wandlungsbefähigern in Wertschöpfungsnetzwerken

Levin, Michael Andreas

Konzept zur Einführung von Lean-Methoden in KMUs am Beispiel eines mittelständischen Unternehmens

Rösner, Marc

Entwicklung einer Methode zur Bewertung unreifer Technologien im Anwendungsfeld der Elektromobilität

Rubin, Anne Lea

Entwicklung eines Konzepts zur Identifikation der Wirkzusammenhänge von Wandlungstreibern in Wertschöpfungsnetzwerken

Ruffing, Alexander

Erarbeiten von neuen, innovativen Bearbeitungsstrategien für die schädigungsarme Bearbeitung von Faserverbundwerkstoffen

Petriz, Javier

Entwicklung eines Ausbildungsprogramms im Themenbereich Qualitätsmanagement in Zusammenarbeit mit der Firma B/S/H/ und dem GAMI-Institut

Pflaum, Benedict

Fertigung von Brennstoffzellen

Pieper, Gero

Entwicklung einer Methodik zur Optimierung des flussgerechten Mitarbeitereinsatzes in der Produktionsversorgung am Beispiel der Robert Bosch GmbH

Pitzer, Stefan

Systematische Untersuchung von eingebetteten Krafteinleitungselementen für die Verbindung von faserverstärkten Kunststoffen

Rapp, Steffen

Untersuchung des Einsatzes von Faser-Kunststoff-Verbunden für eine Maschinenkomponente im Bereich von Lasermaschinen

Reichenbach, Rebecca

Entwicklung eines Shopfloor-Managements für das Ersatzteilmanagement

Rieger, Florian

Konzeption eines prototypischen Systems zur Erfassung von 3D-Formabweichungen von CFK-Preforms

Schumacher, Christoph Felix

Auswertung von Messdaten zur aufwandsminimalen Lebensdauerprognose von Kugelgewindetrieben

Schunter, Maximilian

Entwicklung eines Benchmarking-Konzepts zur Optimierung der Beschaffung produzierender Unternehmen in China

Schwarm, Maximilian

Analyse bestehender Lösungsansätze zur Gestaltung wandlungsfähiger Wertschöpfungsnetzwerke global agierender Unternehmen

Seeland, Manuel

Entwicklung eines Softwareprototyps zur Betriebsdatenerfassung

Singer, Ramona

Räumlich spritzgegossener Schaltungsträger in der Elektromobilität – Neuentwicklung und Bewertung eines Signalträgerkonzepts für den Spannungsabgriff im Zellkontaktierungssystem

Schaaf, Andreas Michael

Implementierung einer Geometrieanalyse zur Detektion von Drapierfeatures innerhalb des Preformingprozesses

Schäfer, Leon

Konzeptentwicklung von Probekörpern zur standardisierten Erzeugung von typischen Fehlern und Bauteilgeometrien von CFK-Preforms für die Optimierung von Inline-Messtechnik

Schell, Rainer

Entwicklung einer flexiblen 2K-Mischanlage

Schemel, Denise

Servicefähigkeit von Werkzeugmaschinenherstellern

Schilling, Felix

Erweiterung des Modells einer Vorschubachse in Matlab/Simulink

Schmitt, Jörg

Modellierung eines aktiven faserverstärkten Federelements

Schönfeld, Nadine

Anforderungen an Verbindungstechnologien zum Fügen von FVK mit Metallen

Schröder, Ulrike Hanna-Katharina

Herausforderungen und Ziele im Leichtbau mit kohlenstofffaserverstärkten Kunststoffen

Welker, Andreas

Konzeption von neuartigen eingebetteten Krafteinleitungselementen für die Verbindung von faserverstärkten Kunststoffen

Werner, Simon

Entwicklung eines Bewertungsverfahrens für endkonturnah drapierte, textile Halbzeuge

Winter, Stefan

Vergleich zweier CAM-Softwaresysteme anhand eines Testwerkstücks im Mikrofräsbereich

Zeeb, Christopher Timo

Materialflusssimulation in der Metallverarbeitung unter Veränderung stochastischer Einflussgrößen

Zheng, Tony

Messsysteme in der Mikromechatronik-Produktion

Masterarbeiten**Bednar, Josua**

Markteintritt in den NAFTA-Raum mittels Direktinvestition: Aufbau eines Produktionsstandortes und einer Vertriebsorganisation

Bohne, Martin

Praktischer Einsatz eines Modells der stochastisch, dynamischen Optimierung von Produktionssystemen bei der Daimler AG

Cano Espinosa, Ricardo

Entwicklung eines Fertigungskonzepts für einen Elektromotor im Rahmen einer Lernfabrik

Carl, Philipp

Beschreibung und Modellierung eines Entscheidungsmodells zur lieferantenorientierten Bauteiloptimierung im Rahmen der Anlaufphase einer Serienfertigung

Cheng, Yang

Entwurf und Analyse eines Prüfstandes zur Verifikation der Eignung der aktiven Thermographie in der Qualitätssicherung von SMC-Halbzeugen

Fleischer, Benedikt Robert

Potentiale Stochastischer Dynamischer Optimierungsmethoden für die Endmontage von Lithium-Ionen Batterien

Frieß, Sascha

Entwicklung eines simulationsgestützten Bewertungsmodells zur Bestimmung der Serienflexibilität von Produktionssystemen der Blechpaketherstellung für Elektromotoren

Fürst, Alexander

Entwurf eines Vorgehensmodells für die Entwicklung einer präventiven Instandhaltungsstrategie und Auswahl einer unterstützenden Software

Geier, Fabian

Nutzung von Merkmalkatalogen zur universellen, rechnergestützten und unternehmensübergreifenden Übertragung von Messdaten

Hayer, Julia

Entwicklung eines großserienfähigen Fertigungskonzepts zur Herstellung von CFK-Bauteilen auf Basis der Evaluation alternativer Prozessvarianten

Hirscher, Moritz

Ausgestaltung eines Entwicklungssystems im Gesamtkontext eines Lean-Managementsystems

Hoffmann, Jens

Qualitätssicherung in der Elektronikfertigung

Hundenborn, Alexander

Concept of a Workflow Management System for the Bid Preparation Process at Deutsche Bahn

Indorf, Marius

Ausgestaltung eines Konzepts zur Implementierung des Lebenszykluskostenansatzes unter Berücksichtigung relevanter Kostentreibermerkmale

Indorf, Marius

Ausgestaltung eines Konzepts zur Implementierung des Lebenszykluskostenansatzes unter Berücksichtigung relevanter Kostentreibermerkmale

Krusch, Kai Moritz

Entwicklung eines Reifegradmodells zur Beschreibung und Bewertung von Produktionsorganisationen

Mester, Matthias

Erstellung eines wettbewerbsbasierten Lieferantenbewertungs- und -feedbacksystems als Basis gezielter Lieferantenentwicklung

Modrzewski, Christian

Development of a Series Production Concept for the Energy Module of the Future Mercedes-Benz B-Class (W242) with Range-Extender Drive Train at the Mercedes-Benz Plant Mannheim

Moser, Andreas

Untersuchungen zur Eignung mechanischer Fügeverfahren zum Aufbau von Leichtbaustrukturen aus CFK und Aluminium

Müller, Claudius

Produktionsbezogene Veränderungen in der automobilen Wertschöpfungskette infolge der Elektromobilität

Nebel, Benjamin Christoph

Analyse der Prozesskomplexität am Beispiel des Auftragsänderungsprozesses als Basis einer strategischen Empfehlung für stückzahlabhängige Produktionsprozesse

Ngo, Lan-Anh

Anforderungen an Sicherheits-Sensoren für den Einsatz in der Servicerobotik

Ni, Siran

Optimierung des Wälzschleifens mit abrichtbaren Korundschnellen

Pfeil, Fabian

Adaption of the Value Stream Analysis to the Field of Proposal Engineering

Pfisterer, Fabian

Entwicklung einer Methode für ein kompetenzbasiertes Ressourcenmanagement in wandlungsfähigen Produktionen

Reinhardt, Olga

Konzeption einer Make-or-Buy-Entscheidungssystematik für die Produktionsplanung im Start-up-Unternehmen RLE Nova

Ripp, Sebastian

Analyse der strategischen Marktsituation für ein Beratungs- und Ingenieurdienstleistungsunternehmen in China – Entwicklung und Implementierung eines Marketingprozesses

Ronecker, Kai Philipp

Optimierung der Einzel- und Kleinserienfertigung von Raumfahrtkomponenten am Fallbeispiel der RUAG Space

Ruf, Bernd

Methodik zur Technologiebewertung am Beispiel von Traktionsbatterien

Schaab, Anna

Gestaltung eines zentralen Auftragszentrums für Teilebelieferungen im globalen Produktionsverbund für Nutzfahrzeuge

Schürer, Ben Tobias

Erstellung und Validierung eines Konzeptes für eine schlanke, verbrauchsorientierte Materialbereitstellung in einer variantenreichen Serienproduktion

Sedlmeyr, Michael

Entscheidungsunterstützung für die Wahl von Montagekonzepten in der Automobilindustrie bei ungewisser Nachfrageentwicklung von elektrifizierten Fahrzeugen

Stockinger, Dan

Development and installation of a process handbook based on ISO/TS 16949 for a global truck OEM in India

Zhang, Ningning

Mathematische Charakterisierung von Defekten auf technischen Oberflächen

Studienarbeiten

Bendahhou, Abdessamad

Untersuchung der Wärmestromdichte beim Fräsen von 16MnCr5

Bocksrocker, Oliver

Prozessautomatisierung bei der Herstellung von Metal Injection Moulding (MIM) – Zugproben für das Sinterfügen

Breuer, Daniel

Strukturierung dreidimensionaler Geometrien mittels Laserabtrag

Cehade, Ahmad

Schneidkantenpräparation eines Räumwerkzeuges mittels Schleppschleifen

Chirilus-Bruckner, Patrick

Experimentelle Ermittlung, Untersuchung und Bewertung von Wärmequellen im Bohrprozess

Dahlke, Franz

Konstruktion einer kompakten hydrostatischen Lagereinheit für Führungssysteme

Dursun, Yigit

Konzeption von Maßnahmen für eine energieeffiziente Produktion

Ehreiser, Benjamin Sebastian

Optische Prüfung der Qualität von Bohrungen in Al-MMC

Eichin, Florian

Reinigung und Trocknung von vaskulären Implantaten mit Düsentechnik

Eppinger, Michael

Konzeption und Ausarbeitung der Maschinenteknik alternativer Faltstrategien für das Wrap-Around-Verfahren in der Verpackungstechnik

Galkin, Siegfried

Entwicklung und Konstruktion eines Abspulmechanismus für rovingbasierte textile Halbzeuge

Gerhardt, Nico

Zerspanung als Tribosystem

Glushik, Alexey

Konzeption eines Verfahrens zur räumlichen Positionierung von Strangpressprofilen bei der Montage von Rahmenstrukturen

Grozinger, Steffen

Konzeption und Konstruktion eines Versuchsstands für die Validierung und Optimierung wickeltechnischer Maschinenkomponenten

Grulich, Maximilian

Entwicklung und Konstruktion einer Handhabungsvorrichtung zur Manipulation von vorimprägnierten faserverstärkten Kunststoffen aus SMC-Material

Halbmann, Daniel

Aufbau, Inbetriebnahme und erste Charakterisierung eines hydraulischen Vorschubsystems für die Mikrobearbeitung

Hampel, Marc

Entwicklung eines flexiblen Greifsystems zur automatisierten Handhabung textiler Halbzeuge im Bereich der faserverstärkten Kunststofffertigung

Hellermann, Steffen Christian

Entwicklung und Konstruktion alternativer Werkzeugkonzepte für das Hochleistungsverfahren Wälzschalen

Hoffmann, Felix

Konzeptionierung eines Versuchsstandes zur Ermittlung prozessbestimmender Parameter eines neuen Preformingverfahrens

Horst, Mark-Benjamin

Entwicklung eines Prüfstandes zur Bestimmung von physikalischen Kenngrößen verschiedener Greiferprinzipien

Hütter, Jonas Mario

Prozessoptimierung zur Herstellung sintergefügter Mikrozugproben sowie deren Untersuchung auf Zugfestigkeit

Jurischka, Astrid

Entwicklung eines Sensorsystems zur Optimierung der Handhabung von textilen Halbzeugen innerhalb der RTM-Prozesskette

Kähny, Timo

Optimierung eines Lasertriangulations-Versuchsstandes zur Qualitätssicherung von textilen Halbzeugen durch statistische Versuchsplanung

Kamoun, Sandra

Ansatz zur Einführung der statistischen Prozesskontrolle bei klein- und mittelständischen Unternehmen

Karr, Markus

Konstruktion einer Werkstück- und Werkzeugspannung für das Wälzschalen

Klumpp, Alexander

Entwicklung eines Versuchsstandes zum Walzprägen keramischer Grünfolien

Knoblauch, Florian

Entwicklung eines empirischen Prozessmodells für die Mikrobearbeitung von Al₂O₃-ZrO₂ Keramik mit Ultrakurzpulslasern

Koslowski, Benjamin

Konzeption und Auslegung einer hochintegrierten, hydraulischen Vorschubachse

Liu, Haizhou

Entwicklung von Ansätzen zur Kompensation der Werkzeugabdrängung beim Mikrofräsen

Lu, Xiaofeng

Simulative Untersuchung über den Einfluss relevanter Zerspanungsparameter auf den Bauteilzustand beim Räumen von 20MnCr5

Maier, Jürgen

Entwicklung und Konstruktion von Spritzgusswerkzeugen für eine Wasserturbine einer energieautarken Wasserarmatur

Massold, Alexander

Entwicklung einer automatisierten Parametersuche für die Mikrobahnerosion

Moeser, Georg Friedrich

Entwicklung einer Spannvorrichtung für Powder Injection Molding (PIM)-Grünlinge

Müller, Robert

Entwicklung eines neuartigen Elektrodenkonzepts für die Mikrobahnerosion

Peker, Harun

Optimierung eines Messaufbaus für Mikrozahnräder

Qasem, Ashraf

Experimentelle Untersuchungen beim Räumprozess für Identifikation der durch die Prozess-Maschine-Interaktion hervorgerufenen Effekten

Rapp, Sebastian

Konstruktion einer stempelbasierten Vorrichtung für die endkonturnahe Drapierung von textilen Halbzeugen

Reiser, Thomas

Beitrag zur wissenschaftlichen Untersuchung von Entstehungsmechanismen unerwünschter Löcher bei der Mikrobearbeitung mit einem Ultrakurzpuls-laser

Rouault De La Vigne, Stanislas

Berücksichtigung der Unsicherheit bei der statistischen Toleranzanalyse

Schütz, Henning

Entwicklung einer Kinematik zur lokalen Umformung von Strangpressprofilen

Schutzbach, Simon

Simulation einer hydraulischen Vorschubachse

Schwenk, Uwe

Entwicklung eines Abtragmodells bei der Mikro-Laserablation zur Herstellung mikrostrukturierter Proben für tribologische Untersuchungen

Schwerin, Ines

Standortspezifische Fertigungsmesstechnik

Sellami, Yassine

Konzeption und Konstruktion eines Versuchsstands für großserienfähige Kontaktierverfahren für Lithium-Zellableiter und Zellableiterfahnen

Siegle, Edmund

Entwicklung und Konstruktion einer Vereinzelungseinheit für Mikrobauteile

Spira, Nino

Entwicklung und Konstruktion eines Systems für die Handhabung und das Drapieren textiler Flächengebilde zur Herstellung von Faserverbundbauteilen

Ströbele, Sebastian

Entwicklung einer Bearbeitungsmaschine für Mikro-PIM-Grünlinge

Thomas, Maximilian

Entwicklung eines Legekopfes zur Ablage von Kohlenstoffaserverovings

Tscholak, Manuel

Vergleich von Zirkularfräsen und einem kombinierten Prozess bei der Bohrungsherstellung in faserverstärkten Kunststoffen

Wöhr, Sebastian

Untersuchung von Doppelschichtkondensatoren für Energy-Harvesting-Systeme

Diplomarbeiten

Andris, Tobias

Generierung einer technischen Datenbasis für ein Optimierungsmodell zur Standortzuordnung von Produktionsmaschinen und -prozessen innerhalb eines Produktionsnetzwerkes

Angulo, Angel

Entwicklung einer Datenbank zur Prozesskettenoptimierung

Ascherl, Till

Optimierung des Produktionsnetzwerkes eines Automobilzulieferers

Bär, Tobias

Konstruktion und Inbetriebnahme einer membranbasierten Vorrichtung für die endkonturnahe Drapierung von textilen Halbzeugen

von Bäumen, Daniel

Entwicklung eines modifizierten Ansatzes des Total Cost of Ownership-Konzepts unter Berücksichtigung empirischer Felddatenverfügbarkeiten

Belina, Alexande

Entwicklung eines Personalbedarfsmodells für den indirekten Bereich in der Abteilung Produktion Rohbau – Fahrerhausbau und Teilefertigung im Mercedes-Benz Werk Wörth

Birgül, Burak

Entwicklung eines umlaufbasierten Wartungsplanungstools für Ladungsträger

Bosch, Mathias Alexander

Entwicklung und Bewertung wandlungsfähiger Rohbaukonzepte

Bosch, Thomas

Entwicklung einer steuerungstechnischen Optimierungsmethode für Werkzeugmaschinen der spannenden Großserienfertigung in Kooperation mit der Daimler AG

Bouchhima, Nejmeddine

Kinematische und dynamische Modellierung eines 6-Achs-Knickarmroboters

Braun, Felix Andreas

Analyse, Konfiguration und Optimierung des Produktionsnetzwerks eines Automobilzulieferers

Brugger, Benedikt

Transportüberwachung sensibler Steuergeräte mithilfe eines Datenloggers

Canstein, Rainer Martin

Erstellung eines Shop Floor Management Konzeptes für indirekte Bereiche unter Berücksichtigung von Agile und Scrum

Cheng, Yuanyuan

Konzeption eines Retrofit-Programms für die Modernisierung von Mess- und Prüfmethode am Beispiel von Kabel-Umwickelanlagen

Dachtler, Stefan

Optimierung einer Simulation zur Ermittlung der Verfügbarkeit und der Servicekosten von Produktionssystemen unter Berücksichtigung mechanischer und thermischer Lasten

Daum, Christian

Managing uncertainty in Supply Chain Networks – A Scenario Planning approach

Do, Byeong-Hun

Konzeption eines Werkstückspannsystems mit dezentraler Fluidversorgung

Durst, Michael

Analyse und Optimierung des Qualitäts- und Lieferantenmanagements eines Distributors (am Beispiel von Rutronik Elektronische Bauteile GmbH)

Ehrmann, Christopher

Aufbau und messtechnische Untersuchung eines Leistungsverstärkers für piezoelektrische Self-Sensing-Aktoren

Elling, Christian

Gestaltung globaler Produktionsnetzwerke – Entwicklung und Bewertung von Netzwerkalternativen

Erath, Tobias

Konzeption eines materialeffizienten Greifers für ein neuartiges Preforming-Verfahren in der Produktion endlosfaserverstärkter Kunststoffe

Etspüler, Christoph

Entwicklung eines automatisierten RTM-Injektionsverschlusses

Fath, Philipp

Entwicklung einer Methodik und deren Umsetzung zur simulationsgestützten Optimierung des Energieverbrauchs in Fertigungslinien

Fink, Matthias

Entwicklung einer kompakten Oszillationseinheit zur Superfinishbearbeitung zweifach gekrümmter Oberflächen

Finkenwerder, Felipe Alberto

Prozessuntersuchung zum Umformen von Fasepreforms in der Flugzeugindustrie

Gantner, Claudia

Ressourceneffizienz in produzierenden Unternehmen

Geibel, Benjamin

Numerische Analyse von Oberflächenzuständen bei der Zerspanung von Ti 6Al 4V

Geiger, Matthias

Entwicklung und Standardisierung einer Methodik für die Vorabnahme von Werkzeugmaschinen in der anwendungsnahen Umgebung eines Automobilherstellers

Genssler, Klaus Oliver

Modellierung von Ersatzteilservicestrategien für Produktionsanlagen

Gillet, Sandra

Ausarbeitung und Bewertung verschiedener Feinkonzepte zur Montage mittelschwerer Getriebemotoren der Montagesystemart 2 im Logistikwerk Graben

Göb, Michael

Konzipierung, Konstruktion und Inbetriebnahme einer Anlage für die endkonturnahe Drapierung textiler Halbzeuge innerhalb des RTM-Prozess

Göckeritz, Thomas

Erweiterung und Validierung eines agentenbasierten Simulationsmodells zur Analyse von Qualitätsmanagementmaßnahmen in Wertschöpfungsketten

Godard, Laszlo

Optimierung der Prozesskette zur automatisierten Herstellung von sintergefügteten Mikrozugproben und deren experimentelle Untersuchungen

Greinacher, Sebastian

Modellierung, simulative Implementierung und Analyse ausgewählter Fertigungssteuerungsverfahren am Praxisbeispiel einer Aggregatefertigung

Gross, David

Entwicklung eines simulationsgestützten Werkzeugs zur Bewertung der Wandlungsfähigkeit in produzierenden Unternehmen

Groß, Patrick

Erfassung lebenszykluskosten-relevanter Daten in der Nutzungsphase produktionstechnischer Anlagen

Gunkel, Martin

Entwurf und Validierung einer Regelung für den Aufrichtprozess von Faltschachteln im Bereich der Verpackungstechnik

Hackemann, Matthias

Entwicklung einer rückziehbaren Pratze für Stanz-/Kombimaschinen

Hettel, Christoph

Optimierung der Werksstruktur eines mittelständischen Unternehmens im Hochlohnland

Heusel, Timo

Entwicklung eines Konzepts zur Kostenschätzung von Leistungselektronik in frühen Phasen der Produktentwicklung

Hildmann, Kai

Entwicklung eines Vertriebstools zur Argumentation mit Total Cost of Ownership

Hörnlein, Tobias

Leistungsoptimierung von Kfz-Vakuumpumpen (Drehschieberpumpen)

Kassner, Amely

Bearbeitungsstrategien für die 3D-Mikrobahnerosion zur Optimierung der Oberflächengüte

Kientz, Katja Sibylle

Entwicklung einer Methode zur Bewertung der Batterietechnologie im elektrifizierten Automobil

Koch, Simon-Frederik

Maschinenkonzept für ein neuartiges Preforming-Verfahren in der Produktion endlosfaserverstärkter Kunststoffe

Kohl, Matthias

Entwicklung eines Modells zur Optimierung der Konfiguration und Koordination des Wertschöpfungsnetzwerks eines international agierenden Unternehmens

Kölmel, Thorsten

Synchronisation und Optimierung der Produktionsprozesse in der Teilefertigung mit Manufacturing Execution System

Krebs, Ulrike

Optimierung der Werksstruktur eines mittelständischen Unternehmens

Kruchem, Marian

Entwicklung von Zukunftsszenarien zur strategischen Planung globaler Wertschöpfungsnetzwerke

Kugler, Jens Michael

Entwicklung eines integrierten Ansatzes zur Bewertung von Produktpassungsalternativen mittels der Realoptionsanalyse

Kümmel, Florian

Auswahl einer Software zum Prüfmittelmanagement der Prüfmittel der Grundfos Water Treatment GmbH (Pfinztal)

Lai, Chenkai

Ökologische Nachhaltigkeit im Lieferantennetzwerk auf der Bauteilebene am Beispiel von Fahrwerkskomponenten

Lazarov, Hristo

Belastungsabhängige Lebensdauerabschätzung von Maschinenbauteilen

Lei, Boxia

Development and Implementation of q-Sourcing Process for SMEs in China

Loch, Philipp

Methodik zum Transfer eines Supply Chain Qualitätssicherungssystems

Lorenz, Martin

Entwicklung einer wirtschaftlichen Systematik zur präventiven Vermeidung von Defiziten im Serienanlauf

Macaveeva, Christina

Entwicklung einer Bewertungsmethodik für die Evaluierung von Qualitätsregelkreisen hinsichtlich Standortfaktoren

Maier, Maximilian

Entwicklung eines one-piece-flow Fertigungskonzeptes für die projektbezogene Produktion von Kleinstserien

Mänder, Christian

Fabriklayoutplanung eines mittelständischen Automobilzulieferers in Deutschland

Merck, Johannes Christian

Wandlungsfähige Investitionsplanung unter dem Aspekt der Wirtschaftlichkeit in globalen Wertschöpfungsnetzwerken

Mohrmann, Robin

Konzepterstellung und technische Optimierung für das Rüsten einer Kunststoffkraftstoffbehälterfertigungslinie

Moser, Steffen

Einführung eines Kanban Produktionssteuerungsverfahrens am Beispiel eines Pilotprojekts im Sonderanlagenbau

Möser, Christian

Methoden zur Kalkulation der Kosten einer Produktanpassung

Münster, Michael

Entwicklung und Erprobung eines mobilen Industrierobotersystems zur Kommissionierung von Kleinladungsträgern

Nagel, Alexander

Prüfstandskonzept für Industriegetriebe in Schwenkraumlagen

Nagel, Joachim

Verbesserung der Energie- und Ressourceneffizienz in der Zylinderkopffertigung durch flussorientierte Energiesparsteuerung der Fertigungsanlagen

Nagel, Martin

Automatische Schleifbrandprüfung mittels Barkhausen-Analyse auf einem Verzahnungsmesszentrum

Nonditchao, Rizikatou

Entwicklung von Ansätzen zur Kompensation von Ungenauigkeiten beim Mikrofräsen

Nonnenmacher, Andre

Systematik zur Gestaltung skalenflexibler Produktionssysteme am Anwendungsbeispiel der Batterieproduktion

Pelz, Michael Kevin

Entwicklung einer Methodik zur Erhöhung der Lebensdauer von Lithium-Ionen-Batterien durch Minimierung der Streuung im Batteriesystem

Peterhänsel, Johannes Tilmann

Entwicklung einer Datenbank zur Prozesskettenoptimierung

Petter, Daniel

Assessment and improvement of resource efficiency in manufacturing firms – An integrated approach for the sustainable development and qualification of German firms' value chains in China

Pfunder, Michael

Konzeption eines fluidfreien Werkstückspannsystems

Pistori Giasseti, Humberto

Market Analysis of Computer-Aided Quality Systems: Chances for a new SPC Software System

Puron, Gaetan

Trendmanagement – Entwicklung eines Anomalie Detection Systems am Beispiel des Messpunktes Motorstrom bei einer 100 % Endprüfung eines ABS/ESP-Systems

Rall, Christian

Energieeffizienz im produzierenden Unternehmen - Potenzialfelder und deren Optimierung unter Berücksichtigung chinesischer Zulieferer

Raupp, Julia

Inline Spannungsmessung von SMC-Trägerfolien

Rieger, Daniel Stefan

Möglichkeiten eines integrierten Technologieroadmappings für die Tognum AG am Beispiel der Dual Fuel Technologie

Roos, David

Entwicklung eines Versuchsstandes zum Querschneiden keramischer Grünfolien

Schaller, Stefan

Miniaturisierte parametrisierte hydraulische Vorschubeinheit und beispielhafter Einsatz in 3DOF Parallelkinematik

Scharnagl, Eva

Entscheidungsunterstützende Parameter zur Auswahl von Montagekonzepten für Elektrofahrzeuge vor dem Hintergrund ungewisser Stückzahlentwicklung

Schild, Johannes

Konzeption eines Ersatzteilmanagement-Prozesses für Karosserieersatzteile entlang des Produktlebenszyklus in der Automobilindustrie

Schindler, Jan Patrick

Entwicklung und Bewertung von Verbesserungsmaßnahmen für die Liefertermintreue in der Führungsschienenadjustage

Schlagenhaut, Carina

Bereinigung der gewachsenen Strukturen im Zuge der Fabrikplanung für einen Erweiterungsbau der Power-Hydraulik GmbH

Schrode, Thomas

Bestimmung der Komponentenbelastung eines Drehfräszentrums durch gekoppelte Simulation von Mehrkörpermodell und Prozesskräften

Schuck, Hendrik

Simulative Untersuchung einer hochdynamischen hydraulischen Vorschubachse

Schulze Neuhoff, Knut Christian

Standortstruktur – Technik-Clusterbildung in Bosch Werken

Schuster, Manuel

Konzeptionierung und Konstruktion des Spulenmagazins einer Fiberplacement-Anlage

Schwarz, Florian

Aufbau und Konstruktion einer Strahlanlage

Seibel, Friedrich

Lieferantenentwicklungsmaßnahmen in China - Potentialbewertung durch praxisnahe Modellierung mit anschließender Implementierung

Spath, Matthias Johannes

Verringerung des Rüstaufwands von SMT Bestückungslinien durch Anwendung des Gruppenrüstkonzepts und systematischer Produktverteilung

Stieler, Max

Entwicklung eines bi-direktionalen aktiven Federelements

Viezens, Levin

Entwicklung einer Automatisierung für die akustische Prozessregelung bei der Mikrobearbeitung mit einem Ultrakurzpuls laser

Voigt, Florian Daniel

Optimierung des Shop Floor Managements im Montageumfeld der Automobilproduktion durch den Einsatz von Tablet-PCs

Walter, Hanna

Standardisiertes Engpassmanagement im Bedarfsplanungs- und Beschaffungsprozess der Automotive Supply Chain

Werth, Carolina Maria

Entwicklung einer CSR-Methodik für die Lieferantenentwicklung im produzierenden Gewerbe in China

Wiesinger, Veronica Marie

Entwurf und Realisierung eines wissensbasierten parametrischen Modells zur Ermittlung von Plan- und Zielkosten für Leichtbauprojekte mit CFK in der Karosserieentwicklung

Wilhelm, Benjamin Josef

Optimierung der Ersatzteilbereitstellungsstrategie durch ausfallorientierte Auswahlverfahren der Lagerteile bei der Maschinenneubeschaffung

Winterhalter, Patric

Entwicklung eines Pressenkonzepts zur Herstellung faserverstärkter Kunststoffbauteile

Witteler, Jens Oliver

Simulationsgestützte Robustheitsanalyse von Produktionssystemen - Ermittlung von systembezogenen Handlungsspielräumen

Zhang, Guo Bo

Marktrecherche und -analyse hinsichtlich des Einsatzes der statistischen Prozessregelung in chinesischen Unternehmen

Exkursionen

Fertigungs- und Werkstofftechnik (FWT)

Produktentstehung

Milka, Mondelez Deutschland GmbH & Co. KG

Im Rahmen der Vorlesung „Produktentstehung“ fand eine Exkursion zu Firma Milka nach Lörrach statt, an der Studierende der Studiengänge Maschinenbau und Wirtschaftsingenieurwesen teilnahmen. Nach einer süßen Stärkung wurden die Teilnehmer über das Unternehmen und dessen Firmenentwicklung informiert. Beim anschließenden Rundgang bekamen die Studierenden einen Einblick in die Schokoladenproduktion von der Anlieferung der Rohware bis hin zum Versand. Danach wurde den Studierenden die Gelegenheit geboten, sich mit Mitarbeitern, die durch ihre verschiedenen Bildungswege unterschiedliche Positionen im Unternehmen innehaben, zu unterhalten. Abgerundet wurde die Exkursion mit einer süßen Überraschung in Form einer gefüllten Tüte mit zahlreichen Produkten der Firma Milka.

Fertigungstechnik

SEW Eurodrives GmbH & Co. KG

Im Rahmen der Vorlesung „Fertigungstechnik“ fand eine Exkursion nach Graben-Neudorf zur Firma SEW Eurodrives GmbH & Co. KG statt. An der Exkursion nahmen Studierende der Studiengänge Maschinenbau und Wirtschaftsingenieurwesen teil. Nach einer Einführung in die Firmengeschichte und der Produktpalette bei SEW erhielten die Exkursionsteilnehmer bei der Werksführung einen Einblick in die Produktion der zahlreichen Bauteile von SEW. Besonders wurden die Themen Zahnradfertigung, Zahnrad- und Wellenmontage, Gussbearbeitung sowie die Abläufe im Lager/Versand betrachtet.

Projekt Mikrofertigung

Gebr. Märklin & Cie. GmbH

Im Rahmen der Lehrveranstaltung „Projekt Mikrofertigung“ entwickelten die Studierenden in Zusammenarbeit mit der Firma Gebr. Märklin & Cie. GmbH Mikrosysteme, deren Konzepte bei Märklin präsentiert wurden. Im Anschluss erhielten die Studierenden bei einer Führung einen Einblick in die gesamte Fertigungskette bei Märklin, um so das in der Vorlesung erlernte Wissen praxisnah zu erleben. Angefangen bei den Gießanlagen ging es weiter mit verschiedenen trennenden Verfahren, wie Drehen und Stanzen, Entgraten, Schleifen, hin zum Lackieren, Drucken, der Montage und abschließend zur Qualitätssicherung und der Nacharbeit. Besonders interessant für die Studierenden war die Umsetzung von CAD-Modellen in fertige Bauteile und Produkte.

Verzahntechnik

Mercedes-Benz Werk Gaggenau

Im Rahmen der Vorlesung „Verzahntechnik“ fand eine Exkursion nach Rastatt zum traditionsreichsten Automobilwerk der Welt statt. An der Exkursion zum Getriebewerk des Mercedes-Benz Werks Gaggenau nahm eine kleine Gruppe von Studierenden der Studiengänge Maschinenbau und Wirtschaftsingenieurwesen teil. Das Getriebewerk Rastatt fertigt und montiert manuelle und automatisierte Schaltgetriebe für PKWs und Nutzfahrzeuge, angefangen vom Geländewagen über LKW, Unimog und Sonderfahrzeuge bis hin zum Schwertransporter. Nach einer kurzen Einführung in die Geschichte des Werks und den zahlreichen Getriebebaureihen und Varianten, konnten die Studierenden einen Einblick in die gesamte Prozesskette der Zahnradfertigung, angefangen von der Weichbearbeitung, über das Härten und die sich daran anschließende Hartfeinbearbeitung, erhalten. Abgerundet wurde die Veranstaltung mit einer kurzen Führung durch die Montage der Getriebekomponenten.

Maschinen, Anlagen und Prozessautomatisierung (MAP)

Werkzeugmaschinen und Handhabungstechnik

MAG IAS GmbH

Nach der Fahrt von Karlsruhe nach Eislingen/Fils konnten 37 Studierende bei der MAG IAS GmbH begrüßt werden. Im Rahmen der Exkursion wurde ein interessantes und abwechslungsreiches Programm im Themenbereich Montage und Inbetriebnahme von Werkzeugmaschinen angeboten. Nach der Vorstellung des Unternehmens wurde das umfangreiche Produktprogramm aufgezeigt. Darauf wurden interessante Fragestellungen aus dem Produktentwicklungsprozess und aus dem Aufgabenbereich eines Projektmanagers besprochen. Nach dem Mittagessen in der Kantine wurde eine Führung durch die Montage am Standort durchgeführt. Hier konnten die Studierenden einen Einblick aus erster Hand in die Herausforderungen in der Montage und Inbetriebnahme erhalten. Abgeschlossen wurde der interessante Besuch mit Fachvorträgen und einer Abschlussdiskussion.

Umformtechnik

Progress-Werk Oberkirch AG

Im Rahmen der diesjährigen Exkursion konnten insgesamt 12 Studenten auf dem Gebiet der Umformtechnik renommierte Unternehmen besichtigen.

Bei der Progress-Werk Oberkirch AG, einem mittelständischen Automobilzulieferer, konnten die Studierenden anhand vieler praktischer Beispiele einen tiefen Einblick in die Blechumformung bekommen. Sehr beeindruckend war dabei insbesondere die Komplexität einer einzigen Baugruppe eines Fahrzeugs. Den Abschluss des Besuchs bildete ein sehr gutes Mittagessen in der firmeneigenen Kantine. Am Nachmittag ging es dann weiter nach Gutach im Schwarzwald zur Schondelmaier Presswerk GmbH. Das Motto des auf das Kaltfließpressen von Stahl spezialisierten Unternehmens ist „Umformen statt Spanen“. Neben der Produktion mit ihren großen Pressen, war insbesondere das vielfältige Produktspektrum an Teilen, die heutzutage bereits durch Fließpressen hergestellt werden, sehr faszinierend für die Studierenden..

Automatisierte Produktionsanlagen

Schmalz GmbH

Im Rahmen der Vorlesung wurde die Schmalz GmbH in Glatten besucht. Diese stellt Produkte im Bereich der Vakuumtechnik her. Nach der Vorstellung des Unternehmens wurden interessante Einblicke in das Handling mittels Vakuumgreifern gegeben. Zusätzlich wurden Themen aus dem Produktprogramm, der Produktentwicklung und die Konstruktion besprochen. Zum Abschluss der Exkursion wurden die 25 Studierenden zu einer Besichtigung der Brauerei „Alpirsbacher Klosterbräu“ eingeladen.

Steuerungstechnik

Siemens AG

Traditionsgemäß fand die Exkursion im Rahmen der Steuerungstechnikvorlesung bei der Siemens AG in Karlsruhe statt. Nach einer Einführung wurde das umfangreiche Produktprogramm speicherprogrammierbarer Steuerungen vorgestellt. Bei einem Werksrundgang durch die Flachbaugruppenbestückung und die Simatic Gerätemontage und Prüfung konnten die Studierenden ihr Wissen in der Steuerungstechnik erweitern. Eine abschließende Demonstration der Möglichkeiten von speicherprogrammierbaren Steuerungen rundete die Exkursion ab. An der Exkursion nahmen 11 Studierende teil.

Karosserieleichtbau in der Automobilindustrie

Daimler AG

Im Rahmen der Exkursion konnten 22 Studierende einen Einblick in das Werk Sindelfingen und das Forschungszentrum Ulm der Daimler AG gewinnen. Der Fokus lag auf der wandlungsfähigen Fabrik durch Einsatz von Leichtbaurobotern und neuen vollautomatischen Transport- bzw. Lager-systemen. Ebenfalls wurden den Studenten innovative Umform- und Fügetechnologien, wie das lasergeführte Schweißen (RobScan) und das wärmeunterstützte Umformen, gezeigt. Der Höhepunkt der Exkursion war die Prozesskette zur Herstellung von Bauteilen aus kohlenstofffaserverstärkten Kunststoffen (CFK). Dabei konnten den Teilnehmern ein Überblick zum Thema Resin-Transfer-Molding Verfahren gegeben werden.

Produktionssysteme (PRO)

Integrierte Produktionsplanung

TRUMPF GmbH + Co. KG

Die Exkursion zu TRUMPF verknüpfte die Inhalte der integrierten Produktionsplanung mit der realisierten getakteten Fließmontage bei großen Werkzeugmaschinen. Die Studierenden erhalten die Möglichkeit Maßnahmen zur Vermeidung von Verschwendung im Rahmen vom Lean Management System SYNCHRO zu erleben. Die Unternehmensvorstellung und die Vorstellung der Einführung des Managementsystems SYNCHRO Plus veranschaulichte den Studierenden die Herausforderungen im globalen Produktionswettbewerb sowie die Herausforderungen zur Implementierung eines Managementsystems im gesamten Unternehmen.

Produktionssysteme und -technologien der Aggregat-herstellung

Daimler AG

Im Rahmen der Vorlesung von Volker Stauch fand eine Exkursion ins Stammwerk der Daimler AG in Untertürkheim statt. Die Besichtigung der modernen Produktionsstraßen zur Motorenfertigung und -montage ermöglichte den Studierenden eine optimale Ergänzung der Theorie der Vorlesung.

Globale Produktion

Bosch Electrical Drives

Die Exkursion verdeutlichte die Herausforderungen der Produktionsanpassung an lokale Bedingungen. Am Beispiel einer realen Elektromotoren-Montage für Scheibenwischerantriebe konnten die Studenten die hochautomatisierte Lösung eines Hochlohnstandorts kennenlernen. Im Gegensatz dazu wurde eine U-Linie mit einem höheren Anteil manueller Tätigkeiten vorgestellt, wie sie vielfach an Standorten mit geringeren Lohnkosten, wie beispielsweise Mexiko, eingesetzt wird. Eine abschließende Diskussion bot die Möglichkeit, die Chancen und Herausforderungen, die aus den lokalen Anpassungen resultieren, kontrovers zu diskutieren.

Qualitätsmanagement

Carl Zeiss Industrielle Messtechnik GmbH

Die Exkursion, bei welcher wir schon traditionell bei der Firma Carl Zeiss IMT GmbH in Oberkochen zu Gast sein durften, zeigte die vielfältigen Herausforderungen eines führenden Messtechnikherstellers.

Neben interessanten Fachvorträgen, u.a. zum Thema industrielle Computertomographie, hatten die Studenten die Möglichkeit im Anwendungszentrum den Einsatz von Koordinatenmessgeräten mitzuerleben. Eine abschließende Führung durch die Montage verdeutlichte die hohen Anforderungen an die Fertigung von Messmaschinen.

KONTAKTDATEN

Karlsruher Institut für Technologie (KIT) **wbk Institut für Produktionstechnik**

Kaiserstraße 12
76131 Karlsruhe

wbk am Fasanengarten

Geb. 50.36
Gotthard-Franz-Straße 5
Tel.: +49 721 608-44011
Fax: +49 721 608-45005

wbk am Ehrenhof

Geb. 10.91
Engelbert-Arnold-Straße 8
Tel.: +49 721 608-42455
Fax: +49 721 608-45004

Global Advanced Manufacturing Institute (GAMI)

Room 501
Building 24A, Wangdun Road
Yuanrong Times Square
Suzhou Industry Park
215028, P.R. China
Tel.: +89(0)512 62967398
Fax: +89(0)512 62967389

www.wbk.kit.edu

IMPRESSUM

Herausgeber:

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
wbk Institut für Produktionstechnik
Kaiserstraße 12
76131 Karlsruhe