

Jahresbericht des wbk 2019

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

wbk Institut für Produktionstechnik



Vorwort

Das wbk Institut für Produktionstechnik des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) ist Teil der KIT-Fakultät für Maschinenbau. Es gliedert sich in die drei Bereiche Fertigungs- und Werkstofftechnik, Maschinen, Anlagen und Prozessautomatisierung sowie Produktionssysteme, die von den Professoren Prof. Dr.-Ing. habil. Volker Schulze, Prof. Dr.-Ing. Jürgen Fleischer und Prof. Dr.-Ing. Gisela Lanza geleitet werden. Die etwa 100 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter widmen sich der anwendungsnahen Forschung, der Lehre und der Innovation im Bereich Produktionstechnik am KIT.

Die Forschungsaktivitäten des wbk sind den Feldern der Produktionstechnik zuzuordnen. Dabei setzt das wbk auf die Vernetzung in Forschungsschwerpunkten. Im Forschungsschwerpunkt Mikroproduktion steht die Herstellung und Qualitätssicherung von mikromechanischen und mikromechatrischen Systemen im Vordergrund. Produktionstechnologien für die Herstellung von Leichtbauprodukten und die Mobilität von Morgen stehen in den Forschungsschwerpunkten Leichtbaufertigung und Elektromobilität im Fokus. Im Forschungsschwerpunkt Additive Fertigung widmet sich das wbk generativen Fertigungsverfahren in den Themen optimierte Prozessstrategien, Anlagentechnik und Fabrikintegration. Durch intelligente Vernetzung entstehen im Forschungsschwerpunkt Industrie 4.0 neue Produkte, Dienstleistungen und Geschäftsmodelle sowie effiziente betriebliche Prozesse.

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

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

Mit diesem Jahresbericht möchten wir Ihnen einen Überblick über wesentliche Ereignisse und Eckpunkte der Institutsarbeit im Jahr 2019 geben. Wir wünschen Ihnen eine anregende Lektüre.



Prof. Dr.-Ing. Jürgen Fleischer

Prof. Dr.-Ing. Gisela Lanza

Prof. Dr.-Ing. habil. Volker Schulze

Ansprechpartner der Forschungsbereiche

Fertigungs- und Werkstofftechnik (FWT)

Prof. Dr.-Ing. habil. Volker Schulze
Raum 001, Gebäude 10.91
Telefon: +49 721 608-42440
Fax: +49 721 608-45004
volker.schulze@kit.edu

Maschinen, Anlagen und Prozessautomatisierung (MAP)

Prof. Dr.-Ing. Jürgen Fleischer
Raum 119, Gebäude 50.36
Telefon: +49 721 608-44009
Fax: +49 721 608-45005
juergen.fleischer@kit.edu

Produktionssysteme (PRO)

Prof. Dr.-Ing. Gisela Lanza
Raum 117, Gebäude 50.36
Telefon: +49 721 608-44017
Fax: +49 721 608-45005
gisela.lanza@kit.edu



Institut für Produktionstechnik

Jahresbericht 2019



INSTITUT

Standorte & Zahlen	6
Forschungsstruktur	7
Veranstaltungen	8



FORSCHUNG

Forschungsbereich Fertigungs- und Werkstofftechnik (FWT)	14
Forschungsbereich Maschinen, Anlagen und Prozessautomatisierung (MAP)	18
Forschungsbereich Produktionssysteme (PRO)	22
Forschungsschwerpunkte	
Mikroproduktion	26
Leichtbaufertigung	28
Elektromobilität	30
Additive Fertigung	32
Industrie 4.0	34



KOOPERATIONEN

Partner aus Forschung & Lehre	37
GAMI	38
AMTC	40



DISSERTATIONEN

Dr.-Ing. Jan Schwennen	42
Dr.-Ing. Florian Baumann	43
Dr.-Ing. Ramona Pfeiffer	44
Dr.-Ing. Marielouise Schaferling	45
Dr.-Ing. Johannes Fisel	46
Dr.-Ing. Dietrich Berger	47
Dr.-Ing. Quirin Spiller	48
Dr.-Ing. Andreas Spohrer	49
Dipl.-Ing. Christopher Ehrmann	50
Dr.-Ing. Patrick Bollig	51



VERÖFFENTLICHUNGEN

Bücher	52
Dissertationen	52
Konferenzbeiträge	52
Studien	57



STUDIUM & LEHRE

Literaturübersicht	58	
Studien	59	
Leitbild & Zahlen	60	
Vorlesungsangebot	61	
Abschlussarbeiten		
Bachelorarbeiten	63	
Masterarbeiten	68	
Exkursionen		78
Auszeichnungen & Preise	83	



wbk Institut für Produktionstechnik Standorte des Instituts



Fasanengarten Karlsruhe Deutschland

*Produktionssysteme
Maschinen, Anlagen und
Prozessautomatisierung*



Ehrenhof Karlsruhe Deutschland

*Fertigungs- und Werkstoff-
technik*



Materialwissenschaftliches Zentrum für Energiesysteme Karlsruhe Deutschland

*Fertigungs- und Werkstoff-
technik*

ZAHLEN 2019



MITARBEITER

▪ Wissenschaftler	74
▪ Technik und Verwaltung	24
▪ Auszubildende	7
▪ Studentische Hilfskräfte	320



LEHRE

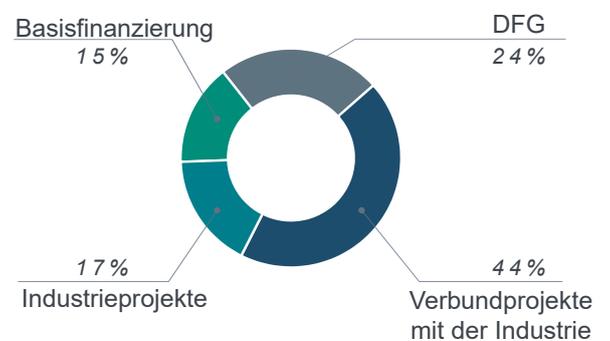
▪ Vorlesungen	20
▪ Prüfungen	2.000
▪ Studien- und Abschlussarbeiten	430



AUSSTATTUNG

- 1.500 m² Laborfläche
- ca. 30 Versuchsstände
- 2 mechanische Werkstätten mit Lehrlingsausbildung
- Umfassendes Rechner- und Simulationsequipment

FINANZIERUNG



PROJEKTE

▪ Grundlagen-Forschungsprojekte	37
▪ Verbundprojekte	46
▪ Industrieprojekte	59



**Campus Nord
Eggenstein-
Leopoldshafen
Deutschland**

*Maschinen, Anlagen und
Prozessautomatisierung*



**Suzhou
Volksrepublik
China**

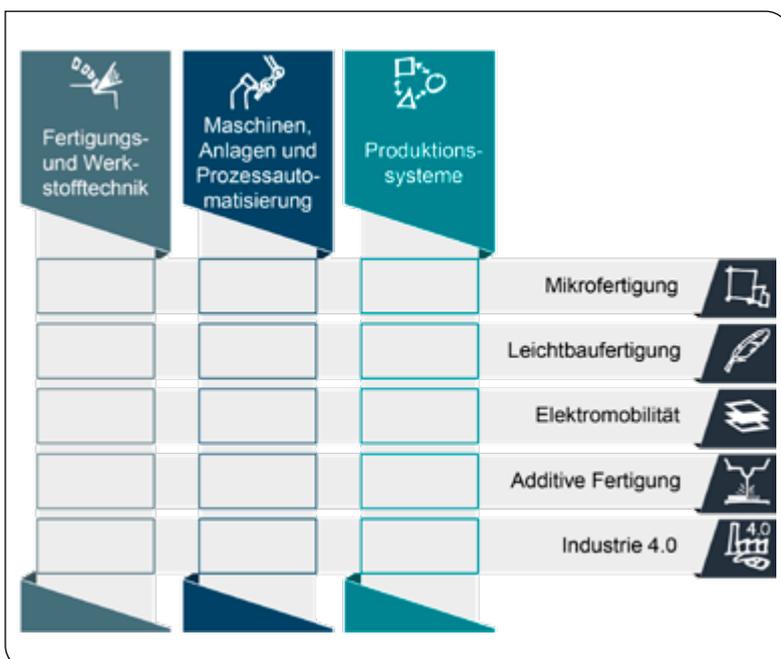
*GAMI – Global Advanced
Manufacturing Institute*



**Shanghai
Volksrepublik
China**

*AMTC - Advanced Manu-
facturing Technology Center*

Forschungsstruktur



Prof. Dr.-Ing.
Jürgen Fleischer

Prof. Dr.-Ing.
Gisela Lanza

Prof. Dr.-Ing. habil.
Volker Schulze



Veranstaltungen

Herbsttagung: Auf dem Weg zur Elektromobilität – Wettbewerbsfaktor Produktionstechnik



Ansprechpartner am wbk:
Hannes W. Weinmann, M.Sc.
Telefon: +49 1523 9502628
hannes.weinmann@kit.edu

Am 17. Oktober 2019 fand die jährliche wbk-Herbsttagung in den Räumlichkeiten des Karlsruher Instituts für Technologie statt. Die Tagung stand in diesem Jahr ganz im Zeichen des Mobilitätswandels und befasste sich mit Themen rund um den anstehenden Transformationsprozess.

In elf Fachvorträgen wurden mit zahlreichen Vertretern aus Forschung, Industrie und Politik Strategien und mögliche Folgen des unumgänglichen Transformationsprozesses diskutiert.

Die Tagung nahm ihren Auftakt mit einer Begrüßung und Einführung durch Prof. Jürgen Fleischer. Dieser skizzierte die forschungsseitige Adressierung durch Projekte innerhalb des „Transformationshubs“ sowie neue Produktionslösungen für mehr Agilität und Wandlungsfähigkeit in der Batterieproduktion.

Dr. Wolfgang Fischer (e-mobil BW) präsentierte als Leiter des Bereichs der Projekt- und Clusteraktivitäten wirtschaftspolitische Perspektiven innerhalb des Transformationsprozesses der Automobilwirtschaft. Anschließend stellte Dr. Matthias Kerschner (Audi AG) als Leiter des Anlagenbaus die Herausforderungen und Chancen der Elektromobilität aus Sicht eines Automobilherstellers dar.

Im Anschluss an die Kaffeepause präsentierte Thomas Pfund (Schaeffler Automotive Bühl GmbH & Co. KG), Leiter des Geschäftsbereichs E-Systems, seine Sicht auf den durch die Elektromobilität bedingten technologischen Wandel im Antriebsstrang, gefolgt

von einem Vortrag von Matthias Zentgraf, welcher als Regional Präsident EU die Position des Marktführers CATL bei der Entwicklung von Lithium-Ionen-Batterien für die Elektromobilität beleuchtete. Passend zu diesem Thema skizzierte Torge Thönnessen (CustomCells) die Herausforderungen einer Skalierung neuer Materialsysteme in die industrielle Großserienproduktion und Janna Hofmann (wbk) die Aktivitäten des wbk im Bereich der Elektromobilität.

Im Anschluss an die Mittagspause beschrieb Guido Bollmann (Aumann Espelkamp GmbH) den notwendigen Wandel in Technologie und Unternehmensstrukturen aus der Perspektive eines Produktionsausrüsters, gefolgt von einem Vortrag durch Dr. Sebastian Schöning, CEO der Gehring Technologies Holding GmbH, welcher das Thema Produktseitig adressierte. Dr. Ing. Maximilian Wegener (Manz AG) beschrieb die Aktivitäten des deutschen Maschinenbaus am Beispiel der Fa. Manz.

Den Abschluss der Vortragsreihe bot Roman Zitzelsberger, welcher leidenschaftlich mehr Bewegung beim Thema Transformation forderte um langfristig Wertschöpfung und Beschäftigung im Land zu sichern.

Nach einem regen Austausch und einer eingehenden Diskussion der über 80 Teilnehmer neigte sich ein erkenntnisreicher und erfolgreicher Tag dem Ende zu und die Teilnehmer ließen die Veranstaltung bei weiteren Fachgesprächen an den Stehtischen ausklingen. ■



Diskussion im Anschluss an den Vortrag bei der wbk Herbsttagung 2019

Veranstaltungen

IoT Hackathon 2019

Das Event

Am 14. und 15. Mai fand am wbk die 2. Auflage des Hackathons – unterstützt von Kardex Remstar, Artiso und Balluff – statt. Acht Teams aus Studierenden hatten Stunden lang Zeit, um die Jury aus Forschung und Wirtschaft von der Innovationskraft und Relevanz ihrer Idee und ihres Prototypen zu überzeugen. Die Vorbereitung auf den dreiminütigen Pitch wurde von Explain übernommen.

„Der Hackathon ist eine wunderbare und intensive Veranstaltung, bei der wir unsere Produkte manchmal völlig neu eingesetzt sehen, deshalb machen wir da auch so gerne mit“, so Josip Kopicic von Balluff. Tatsächlich hatten die Teilnehmer Produkte zur Verfügung, die noch vor der Markteinführung stehen, so zum Beispiel einen neuentwickelten Multisensor von Balluff oder den vollintegrierten und vernetzten Megamat von Kardex. Technisch unterstützt wurden die Teilnehmer über die gesamte Zeit von Entwicklern von Artiso, Balluff und Kardex.

Die Preisträger

Den diesjährigen Hackathon konnte das Team „AR Pick 3000“, bestehend aus Informatikern und Wirtschaftsingenieuren, für sich entscheiden. Das Siegerteam entwickelte eine Lösung zur Ermittlung des platzeffizientesten Packungsbildes für den Versand. Die vorgestellte Lösung bestand aus einem Optimierer, der basieren auf den Kamerabildern der Pakete das günstigste Packbild ermittelt und dem Werker als AR-Objekt in den Verpackungskarton projiziert. Um zusätzlichen Aufwand zur Bestätigung zu vermeiden, konnte die Positionierung des Pakets durch vier Waagen ermittelt werden, sodass dem Verpacker ein echtzeitnahes Feedback geboten werden konnte.

Den zweiten Platz belegten die Maschinenbaustudenten des Teams „Hack and Slay“ mit einer Lösung zur Qualitätssicherung direkt am Arbeitsplatz. Basierend auf Sensordaten aus dem Produktionsprozess konnte mittels eines KI-Verfahrens bereits während der Ausführung der Prozess bewertet und dem Werker Feedback gegeben werden.

Der dritte Platz ging an das Mechatroniker-Team „Smart Order Picking“, das mittels Microcontrollern den Picking-Vorgang in der Kommissionierung überwachte. Anders als gängige Pick-to-Light- oder Pick-by-Vision-Systeme wurde bereits während des Griffs des Werkers überprüft, ob der Griff in das richtige Fach erfolgt, sodass eine Rückmeldung erfolgen kann, noch bevor der Fehler passiert. ■



Ansprechpartner am wbk:
Constantin Hofmann, M.Sc.
Telefon: +49 152 39502583
constantin.hofmann@kit.edu



Banner zur Campuswerbung



Veranstaltungen

Symposium Mechanische Oberflächenbehandlung 2019 – 8th Workshop Machine Hammer Peening



Ansprechpartner am wbk:
Patrick Neuenfeldt, M.Sc.
Telefon: +49 1523 9502602
patrick.neuenfeldt@kit.edu

Am 22. und 23. Oktober 2019 fand am wbk in Karlsruhe das Symposium Mechanische Oberflächenbehandlung in Kombination mit dem achten Workshop Machine Hammer Peening statt.

Die Tagung bot Forscherinnen und Forschern sowie Teilnehmenden aus der Industrie eine gemeinsame Plattform zum Austausch über aktuelle Themen rund um die mechanische Oberflächenbehandlung.

Das Vortragsprogramm umfasste Beiträge zu Neuerungen aus der Prozessentwicklung, wie das Needle Peening von Turbinenkomponenten und das roboterbasierte Oberflächenhämmern, und gab Einblicke in innovative Anwendungsbeispiele, wie die Veränderung der Materialstruktur bei der mechanischen Oberflächenbehandlung von Chrom-Nickel-Stählen zur gezielten Einstellung der magnetischen Eigenschaften.



Ergänzend zu den Fachvorträgen wurde ein Praxisworkshop zur digitalisierten Produktion und dem Megatrend Industrie 4.0 angeboten.

Eine zitierfähige Sammlung aller Beiträge des Symposiums steht auf der Internetseite der KIT-Open-Bibliothek unter der DOI: 10.5445/IR/1000099108 im Vollzugriff zum Download bereit. ■



Eröffnungsvortrag von Prof. Volker Schulze

Veranstaltungen

Tagung des Vereins Zukunftsorientierte Zerspanung

Am 08. Oktober 2019 fand die zweite Tagung des Vereins Zukunftsorientierte Zerspanung am wbk in Karlsruhe statt. Die Tagungsreihe stellt eine Plattform für den Austausch zwischen der Forschung und Industrie dar, um zukünftige Innovationszyklen im Bereich der Zerspanung zu verkürzen.

Thema der Veranstaltung waren aktuelle Trends in der Zerspanungstechnik. In vielseitigen Fachvorträgen wurden die Themenfelder Minimalmengenschmierung, Ansätze für innovative Zerspanungswerkzeuge sowie die Zerspanung additiv gefertigter Bauteile dargestellt. Neben der Bearbeitung neuer Werkstoffe ging es um die Ansprüche an die Bearbeitungsmaschinen, Werkzeuge und Technologien.

Eröffnet wurde die Veranstaltung durch den Keynote-Vortrag von Prof. Volker Schulze mit dem Titel „Zukunftsorientierte Zerspanung – Spannungsfeld zwischen Ressourceneffizienz und Surface Engineering“.

Im Themenfeld Minimalmengenschmierung gaben u.a. Andree Fees (HPM Technologie GmbH) und Thomas Bischoff (Gühning KG) interessante Einblicke in die Potenziale, Chancen und Möglichkeiten sowie zukünftige Herausforderungen der Technologie. Das Themenfeld der innovativen Zerspanungswerkzeuge wurde anwendungsgetrieben sowie aus simulativer Sicht beleuchtet. Zum Abschluss der Tagung betrachteten die Teilnehmer technologische Aspekte der zerspanenden Nachbearbeitung additiv gefertigter, metallischer Bauteile sowie die großskalige Anwendbarkeit metallischer Additivverfahren im industriellen Umfeld. ■



Logo des Vereins Zukunftsorientierte Zerspanung



Ansprechpartner am wbk:
Jannis Langer, M.Sc.
Telefon: +49 1523 9502595
jannis.langer@kit.edu



Ansprechpartner am wbk:
Patrick Neuenfeldt, M.Sc.
Telefon: +49 1523 9502602
patrick.neuenfeldt@kit.edu



Vortrag von Benedict Stampfer zum Thema Minimalmengenschmierung



Veranstaltungen

Battery China 2019



Ansprechpartner:

Hannes W. Weinmann, M.Sc.
Telefon: +49 1523 9502628
hannes.weinmann@kit.edu

Vom 06. bis 09. Juli 2019 war das wbk zusammen mit dem Messepartner, der Ruhlamat GmbH, auf der Battery China 2019 in Beijing vertreten.

Bei der Batteriemesse wurde alles rund um die Batterie ausgestellt, von der einzelnen Zelle bishin zum vollständigen Elektroauto. Auch verschiedene Komponenten- und Anlagenhersteller, von der einfachen Messwalze bis zur kompletten TurnKey-Anlage, waren dort vertreten.

Das wbk Institut für Produktionstechnik stellte einige Ergebnisse entlang der Batterieproduktionsprozesskette aus, darunter das Einzelblattstapeln, Kalandrieren, Konzepte zur flexiblen Zelle und Verpackung. Mit den Forschungsergebnissen weckte das Team des wbk das Interesse zahlreicher Besucher. Die meisten davon kamen aus Japan und Korea. Die chinesischen Besucher waren überwiegend am Kauf von Technologien und fertig entwickelten Anlagen interessiert.

Ebenfalls interessant war der Besuch einiger deutscher Firmen (z.B. Stihl, Siemens, BST) am Messestand des wbk, woraus sich wiederum neue Partnerschaften auch in Deutschland ergaben.

Im Anschluss an den Messebesuch ergab sich zudem ein Firmenbesuch der Fa. LEAD – dem weltweit größten Hersteller für Batterieproduktionsequipment. Diese bietet komplette Anlagen inklusive entsprechender Logistiklösungen, Qualitätssicherungen und Möglichkeit zur Nachverfolgbarkeit an. ■



Ansprechpartner:

Tobias Storz, M.Sc.
Telefon: +49 1523 9502620
tobias.storz@kit.edu



Messebild (v.li nach re): Hannes Weinmann, MSc. vom wbk, Tobias Storz, M.Sc. vom wbk, Kai Zhu von Ruhlamat

Veranstaltungen

Kunststoffmesse K 2019 in Düsseldorf

Am 16. Oktober 2019 startete in Düsseldorf eine der größten internationalen Kunststoffmessen der Welt. 224.116 Besucher aus 169 verschiedenen Ländern besuchten die Messestände der 3330 internationalen Aussteller. Mit dabei war das wbk Institut für Produktionstechnik, das zusammen mit den Projektpartnern des DFG-Schwerpunktprogramms 1712 „Intrinsische Hybridverbunde für Leichtbautragstrukturen“ die Projektergebnisse den interessierten Besuchern präsentierte. Auf insgesamt acht Stelen wurden die Demonstratoren der verschiedenen Projekte im Bereich des Science

Campus der K 2019 ausgestellt und medial durch ein Prozessvideo aus dem YouTube-Kanal des SPP 1712 ergänzt. Die hautnahe Präsentation der Bauteile kam bei den Besuchern besonders gut an, sodass viele interessante Gespräche geführt und Kontakte geknüpft werden konnten. Mit dem Messeauftritt wurde die industrielle Sichtbarkeit des wissenschaftlich fokussierten SPP 1712 deutlich gesteigert, sodass nun die Möglichkeit besteht, zusammen mit interessierten Partnern die erarbeitete Lösungen weiter in die Industrie zu transferieren. ■



Ansprechpartner am wbk:
Jonas Nieschlag, M.Sc.
Telefon: +49 1523 9502603
jonas.nieschlag@kit.edu



Messestand des SPP 1712 auf der K 2019, v. li nach re.: Sven Roth vom wbk, Dr.-Ing. Robert Kiesling vom Institut für Mechanik und Thermodynamik der TU Chemnitz, Matthias Riemer vom Fraunhofer IWU



Forschungsbereich

Fertigungs- und Werkstofftechnik (FWT)



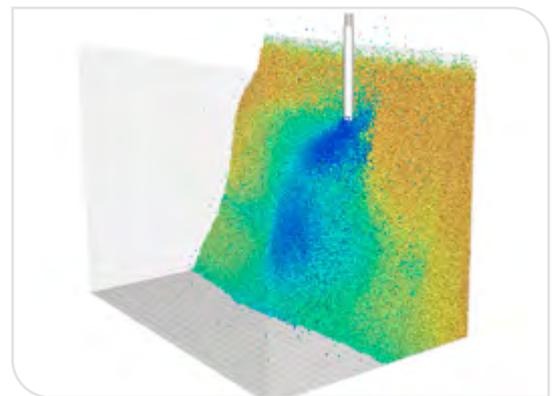
Ansprechpartner am wbk:
Prof. Dr.-Ing. habil.
Volker Schulze
volker.schulze@kit.edu

Die Entwicklung neuer Produkte ist eine zentrale Ingenieursaufgabe, die zunehmend nur noch interdisziplinär, also in Zusammenarbeit zwischen Produktentwicklung, Produktion und Werkstofftechnik zu bewältigen ist. Dies hat seine Ursache darin, dass die in der Entwicklung geforderten Bauteileigenschaften durch die einzelnen Prozessschritte vom Rohstoff bzw. Halbzeug hin zum fertigen Bauteil signifikant beeinflusst werden. Angesichts des hohen Entwicklungsstands verfügbarer Prozesse gelten die damit verknüpften Fragen als ein vorrangiges Themenfeld für die Forschungsarbeiten in der Fertigungstechnik.

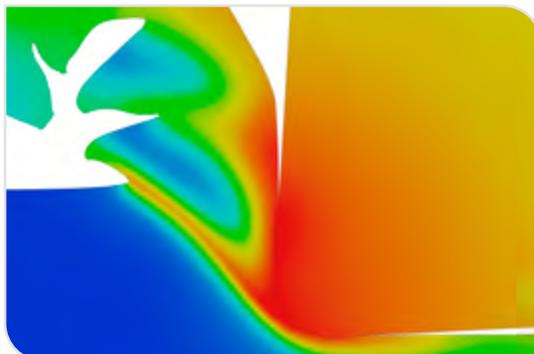
Sowohl die grundlagenorientierte Untersuchung und Optimierung etablierter als auch die Entwicklung neuer innovativer Fertigungsprozesse und Prozessketten in den Bereichen Zerspanung, Mikrobearbeitung, additive Fertigung sowie Wärme- und Oberflächenbehandlung zählen zu den Kernkompetenzen des Bereichs Fertigungs- und Werkstofftechnik. Diese werden in enger Zusammenarbeit mit der Industrie stetig weiterentwickelt und optimiert. Der Aufbau von Prozessketten und deren Optimierung durch Integration mehrerer Fertigungsverfahren in eine Maschine wird dabei ebenfalls untersucht. Der Fokus liegt auf spanenden und abtragenden Fertigungsverfahren sowohl im Makro- als auch im Mikrobereich. Bei der Makrobearbeitung zählen neben klassischen Bohr-, Dreh-, Räum- und Fräsprozessen hochproduktive und kinematisch herausfordernde Verfahren wie Wälzschälen und Wirbeln zum Portfolio. Bei der Mikrobearbeitung kommen das Mikrofräsen oder die Laserablation sowie Kombinationen der Verfahren zum Einsatz.

Mithilfe neuer Kenntnisse über die Wechselwirkungen zwischen Prozessen und Bauteilen werden in enger Zusammenarbeit mit dem Institut für Angewandte Materialien – Werkstoffkunde (IAM-WK) über Surface Engineering Bauteile untersucht und ihre Eigenschaften definiert eingestellt. Hierbei stehen besonders Charakteristika der Bauteilrandzonen wie Topografie, Gefüge sowie Eigenspannungs- und Verfestigungszustände im Vordergrund, die durch den Fertigungsprozess bestimmt werden und einen großen Einfluss auf die Eigenschaften bei schwingender oder tribologischer Beanspruchung besitzen. Zur gezielten Konturierung von Oberflächen wird neben dem Tauchgleitschleifen die Komplementärzerspanung untersucht und weiterentwickelt.

Bei den Untersuchungen im Bereich der Verbundwerkstoffe wie CFK, GFK und MMCs liegt der Fokus auf einer möglichst schadungsarmen Bearbeitung. Additive Verfahren unter der Verwendung von Keramiken und Metallen werden ebenfalls untersucht. Ein besonderes Augenmerk liegt



Partikelsimulation des Tauchgleitschleifprozesses



Simulation der Spanbildung von Titanlegierungen



Wälzschälen einer hochfesten Innenverzahnung

dabei auf dem Laserstrahlschmelzen. Die additive Fertigung findet immer dort Verwendung, wo die geforderten geometrischen Komplexitäten mit herkömmlichen Fertigungsverfahren nicht mehr oder nur noch sehr schwer herstellbar sind.

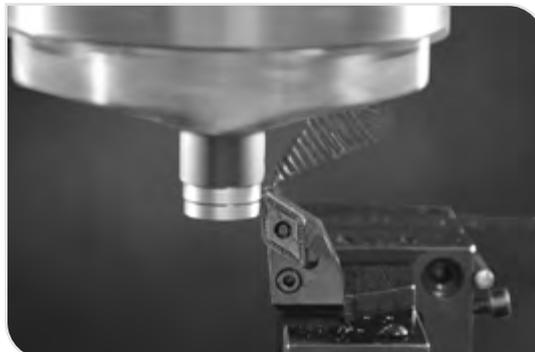
Die Simulation von Fertigungsprozessen ermöglicht eine Erweiterung des Prozessverständnisses. Mithilfe detaillierter Modelle werden unterschiedlichste Aspekte der Fertigungsprozesse untersucht, wie die Spanbildung, die Kinematik, der Werkzeugverschleiß und die Prozess Temperatur. Dies ermöglicht die Reduzierung des Versuchsaufwands und zudem den Gewinn experimentell nicht zugänglicher Erkenntnisse. Mit den Simulationen werden die effiziente Auslegung von Bearbeitungsstrategien unterstützt und die Abbildung vollständiger Prozessketten ermöglicht.

Richtungsweisend ist unter anderem das am wbk koordinierte DFG-Schwerpunktprogramm „Oberflächenkonditionierung in der Zerspanung“ (SPP 2086).

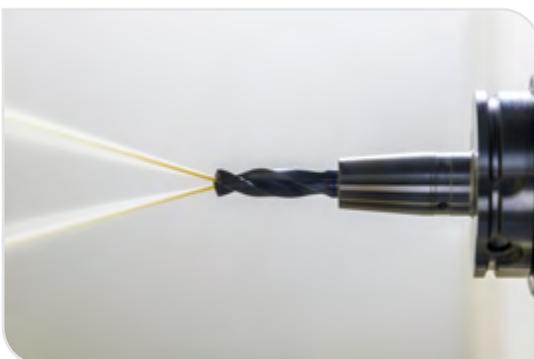
Es widmet sich mit neuen Ansätzen der Stabilisierung zerspanungsbedingter Randschichtzustände. Im Schwerpunktprogramm arbeiten 23 Institutionen an zwölf Forschungsprojekten, von denen drei in Karlsruhe in Zusammenarbeit mit verschiedenen Partnern bearbeitet werden. Das SPP 2086 verspricht Fertigungsprozesse zu verbessern, um den steigenden Anforderungen der Industrie an Produktivität, Bauteilqualität und Ressourceneffizienz gerecht zu werden. Kernidee ist die In-Prozess-Kontrolle von üblichen Zerspanungsprozessen, um die Prozesse dynamisch zu regeln. Softsensoren ermöglichen dabei den Blick auf sonst nicht oder nur schwer messbare Zustände der Randschicht, die so als Regelgröße nutzbar werden. Eine enge Kooperation von Fertigungs-, Mess- und Werkstofftechnik und die Verwendung von modernen Machine-Learning-Techniken stützen das Vorhaben. Damit rückt die robuste Fertigung von definierten Randschichteigenschaften in großem Maßstab in den Bereich des Möglichen. ■



Laser-Pulverbettenschmelzen eines Impellers



Untersuchung von Prozessstrategien bei der Drehbearbeitung



Optimierung des Kühlschmiermittelflusses beim Bohren



Kryogene Kühlung mit Stickstoff bei Drehen von Titan



Forschungsprojekt

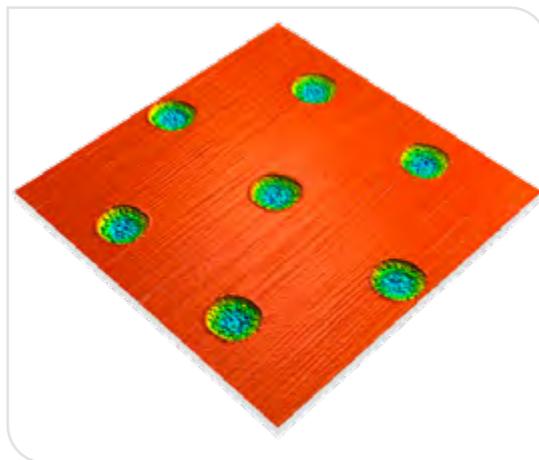
Verfahrenskombination aus Laserablation und dem Stream Finishing Prozess

Ziel des Vorhabens

Das Ziel des Vorhabens ist die Entwicklung einer effizienten Verfahrenskombination aus der Laserablation und dem Stream Finishing Prozess zur Fertigung optimierter technischer Oberflächen. Im Fokus der Arbeit steht die Reibungs- und Standzeitoptimierung von hydrodynamisch geschmierten Gleitlagern. Durch das Aufbringen von Näpfchenstrukturen mittels Ultrakurzpuls-Laserablation sollen die hydrodynamischen Eigenschaften des Lagers hinsichtlich der Flüssigkeits-Festkörperreibung optimiert werden. Der Stream Finishing Prozess ermöglicht es, eine optimale Oberflächengüte der Wellen hinsichtlich der Rauheitswerte zu erzeugen. Gleichzeitig wird die Randschicht verfestigt und es bilden sich vorteilhafte Druckeigenschaften nahe der Bauteiloberfläche aus. Diese Randschichtverfestigung sowie die Druckeigenschaften bringen eine Erhöhung des Ermüdungswiderstandes mit sich.

Vorgehensweise

In Analogieversuchen sollen über Kraftsensorik und Rauheitsmessungen die Einflussparameter des Stream Finishing Prozesses erfasst und verstanden werden. Durch das Ableiten einer Bearbeitungsstrategie für rotationssymmetrische Bauteile wird auf diese Weise der Übertrag auf die Bearbeitung von Gleitlagerwellen an Hand von Dummybauteilen ermöglicht. Die Qualität der Randschichtbearbeitung wird über 2D- und 3D-Rauheitsmessungen sowie über die röntgenographische Bestimmung



Durch Laserablation erzeugte Näpfchenstrukturen mit reibungsmindernden Eigenschaften

der eingebrachten Eigenspannungen analysiert. Hieraus werden abschließend die optimalen Bearbeitungsparameter abgeleitet und darauf basierend ein Demonstratorbauteil bearbeitet.

Die durch Laserablation erzeugte ideale Näpfchenstruktur wird über faktorielle Versuche ermittelt und validiert. Auch hier werden 3D-Oberflächenanalytwerkzeuge sowie die Bestimmung der Eigenspannungen angewandt. Nachdem eine geeignete Ablationsstrategie erarbeitet ist, werden verschiedene Näpfchengeometrien durch tribologische Untersuchungen verglichen, um eine optimale Näpfchenstruktur mit reibungsreduzierter Wirkung zu erhalten.

Das per Laser und Stream Finishing optimal bearbeitete Demonstratorbauteil wird final in einem Gleitlagerprüfstand auf seine Performance hin untersucht.

Ergebnisse

Mit dem Vorhaben soll eine effektive Verfahrenskombination aus Laserablation und Stream Finishing für die optimierte und angepasste Bearbeitung von Gleitlagerwellen vorliegen. Dies kann einen Ausgangspunkt für die standzeit- und oberflächenfunktionalisierende Verfahrenskombination im Kontext des Surface Engineerings darstellen. ■



Prozessdynamik: Das Stream Finishing in Aktion



Ansprechpartner am wbk:
Jan Philipp, M.Sc.
Telefon: +49 1523 9502643
jan.philipp@kit.edu

Forschungsprojekt

Wälzschälens mit kleinen Achskreuzwinkeln

Ziel des Vorhabens

Die Herstellung von Verzahnungen neben Störkonturen ist aufgrund des benötigten Werkzeugauslaufs eingeschränkt. Um diese Bauteile durch das Wälzschälens fertigen und somit das Verfahren auf das Bauteilspektrum des Wälzstoßens anwenden zu können, muss der verfahrensbedingte Werkzeugauslauf durch die Reduzierung des Achskreuzwinkels möglichst klein gehalten werden. Allerdings führt die Verringerung des Achskreuzwinkels vom konventionellen Bereich zwischen 20 und 30° auf 5 bis 15° zu ungünstigen Eingriffsbedingungen. Zielsetzung des abgeschlossenen Vorhabens war die Untersuchung der Wirtschaftlichkeit und der technologischen Einsatzgrenzen des Wälzschälens mit kleinen Achskreuzwinkeln.

Vorgehensweise

Zu Beginn wurde ein Kollisionsmodell entwickelt und eine Parameterstudie durchgeführt, wobei die Einflüsse von Achskreuzwinkel, Werkzeugdurchmesser und Außermittigkeit untersucht wurden. Anschließend wurden die Einflüsse unterschiedlicher Prozessparameter für Achskreuzwinkel zwischen 5° und 15° experimentell analysiert. Die Ergebnisse aus den Verschleißuntersuchungen und die Analyse lokaler Spannungskenngrößen deuten auf eine Grenze hinsichtlich des minimalen Spanwinkels hin. Anschließend erfolgte die Übertragung der Ergebnisse der Versuche an 16MnCr5 auf einen zweiten Werkstoff 30CD12. Die instabilen Prozesse und sehr kurzen Standwege verdeutlichen, dass die identifizierte Prozessgrenze stark materialabhängig ist. Letztendlich wurden Richtlinien abgeleitet, die

Aussagen zur Anwendbarkeit des Wälzschälens in Abhängigkeit des vorhandenen Freiraums ermöglichen.

Ergebnisse

Die im Rahmen dieses Vorhabens erzielten Ergebnisse zeigen die Herausforderungen der anspruchsvollen Eingriffsbedingungen beim Wälzschälens mit kleinen Achskreuzwinkeln auf. Gleichzeitig bieten sie Ansatzpunkte für das enge Prozessfenster, ermöglichen den Anwendern eine Beurteilung, welche Verzahnungen mit Störkonturen durch das Wälzschälens bearbeitet werden können und bilden somit die Basis für die Auslegung wirtschaftlicher Prozesse.

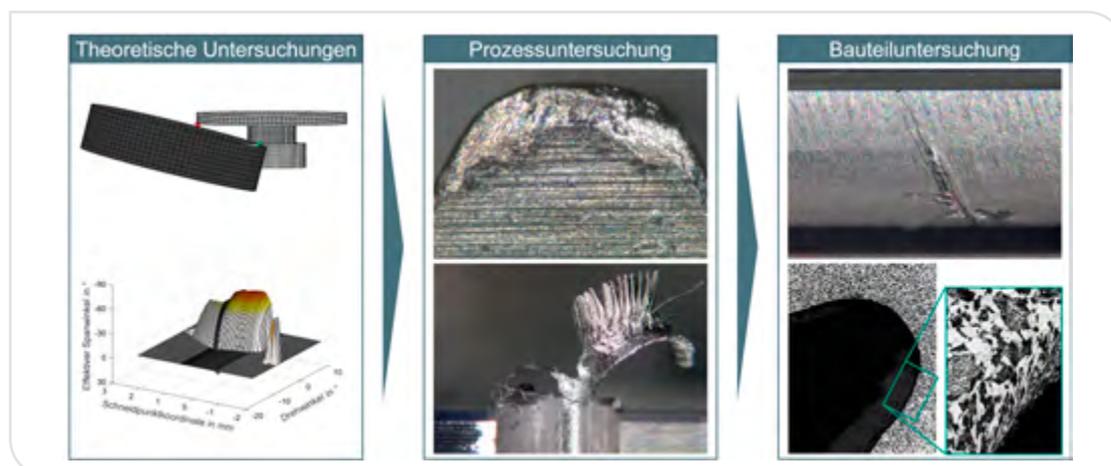
Das Vorhaben FVA 661 II der Forschungsvereinigung Antriebstechnik e.V. (FVA) wurde über die AiF im Rahmen des IGF-Programms vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie gefördert. ■



Ansprechpartner am wbk:
Bruno Vargas, M.Sc.
Telefon: +49 1523 9502625
bruno.vargas@kit.edu



Getriebebauteil mit Störkontur



Durchgeführte Analysen



Forschungsbereich

Maschinen, Anlagen und Prozessautomatisierung (MAP)



**Ansprechpartner am wbk
Leitung:**

Prof. Dr.-Ing. Jürgen Fleischer
juergen.fleischer@kit.edu

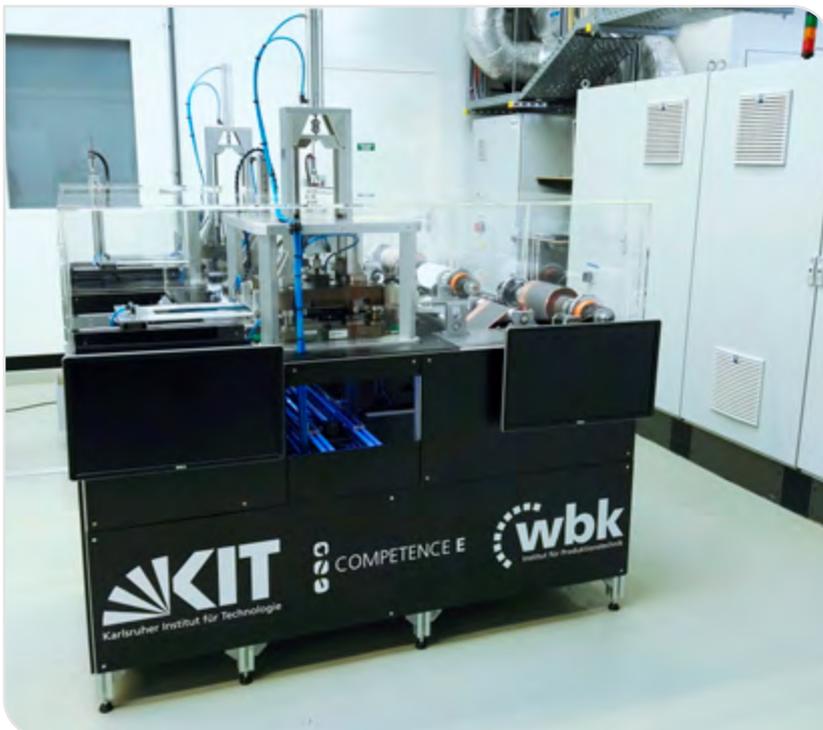
Maschinen und Anlagen in künftigen Produktionen müssen sich in einem ständig ändernden wirtschaftlichen und technologischen Umfeld behaupten und damit dem weiter steigenden internationalen Wettbewerbsdruck gerecht werden. Neben wesentlichen Kriterien wie Stückzahl- und Variantenflexibilität sowie der Minimierung von Investitions- und Instandhaltungskosten rückt der Umgang mit unreifen Technologien, beispielsweise aus der Elektromobilität oder der Leichtbauproduktion, in den Vordergrund. Gerade in Gebieten, in denen Produkteigenschaften sowie geeignete Produktionsarchitekturen und -parameter noch weitgehend unbekannt sind, sind interdisziplinäre Lösungen von Ingenieuren aller technischen Fachrichtungen gefordert, um geeignete produktionstechnische Lösungen entwickeln zu können. Die notwendige Verschmelzung von Produkt- und Produktionstechnologieentwicklung muss dabei intensiver denn je betrieben werden, um Marktanforderungen zu erfüllen und an Hochlohnstandorten, wie Deutschland, weiter wettbewerbsfähig bleiben zu können.

Zukünftige Generationen mechatronischer Produkte sowie die zugehörige Produktionstechnik integrieren dafür neben der klassischen Mechanik zunehmend IT-Bausteine sowie Leistungs- und Re-

gelungselektronik, um immer schnellere, flexiblere und energieeffiziente Produkte und Produktionsprozesse anbieten zu können. Die Kernkompetenzen des Bereichs Maschinen, Anlagen und Prozessautomatisierung liegen in diesem Kontext 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 Montagetechnologien, Greiftechniken sowie die Herstellung und Entwicklung mechatronischer Komponenten. Anwendungsfelder sind Werkzeugmaschinen sowie Fertigungs- und Montageanlagen für Leichtbau und Elektromobilität. Neben der Grundlagenforschung werden dabei in besonderem Maße Partner aus der Industrie in die Forschungstätigkeiten eingebunden, um Fragestellungen und Problemen produzierender Firmen praxisnah begegnen zu können. Ein besonderes Augenmerk der Forschungs- und Entwicklungsarbeiten liegt dabei auf dem ressourcenschonendem Umgang mit Energie und den eingesetzten Ausgangsmaterialien sowie auf der wachsenden Digitalisierung und Vernetzung von Produktionstechnologie. Ziel ist dabei nicht nur die Schonung von Ressourcen, sondern ebenso die Steigerung der Wirtschaftlichkeit von Produktionsprozessen. Bereits während der Konzeptionsphase der Forschungsarbeiten müssen diese Ziele und damit einhergehende wissenschaftliche Fragestellungen in Zusammenarbeit mit den Forschungs- und Industriepartnern berücksichtigt werden.

Ein aktuelles Thema im Anwendungsfeld Werkzeugmaschinen ist etwa die Entwicklung intelligenter Maschinenkomponenten mit Industrie 4.0-Funktionalitäten. Beispiele sind Systeme zur Zustandsdiagnose und -prognose für intelligente mechanische Antriebskomponenten sowie zur adaptiven Einstellung der dynamischen Eigenschaften von Maschinenbauteilen. Weitere Themen sind die Prädiktion von Maschinenschwingungsverhalten, die maschinen- und prozessübergreifende Erkennung von Anomalien sowie die Produktion mit hochflexiblen und konfigurierbaren Universalkinematiken.

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



Einzelblattstapler am wbk zur automatisierten Herstellung von Li-Ionen Batteriezellen

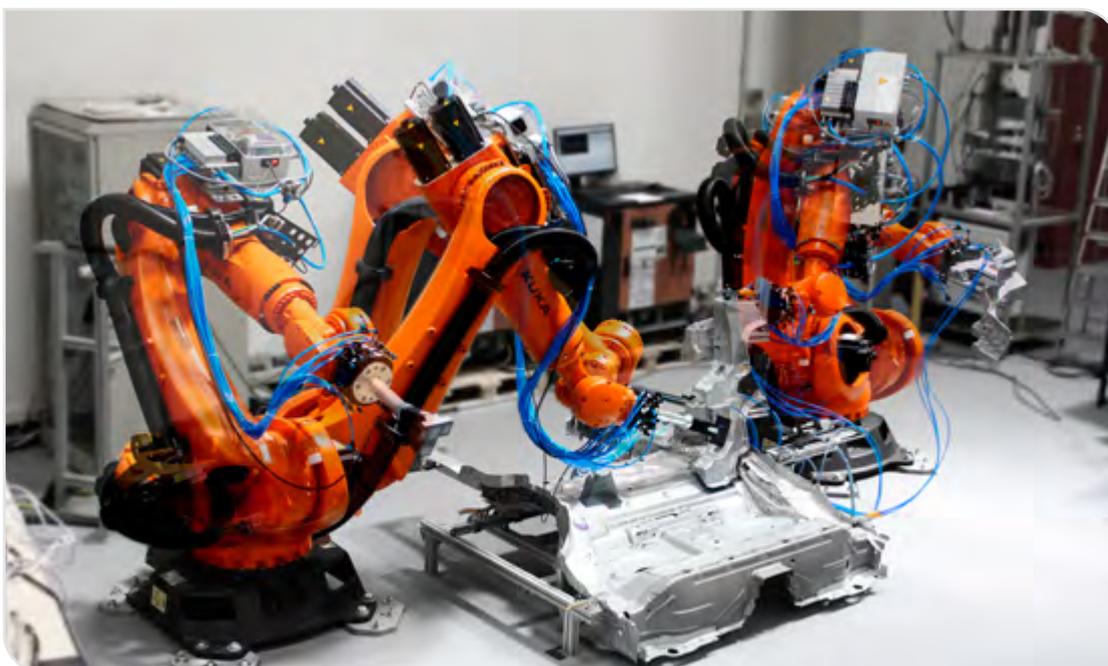
Herstellung hybrider Strukturen ein, die es ermöglichen, unterschiedliche Materialien und Funktionen optimal zu kombinieren.

Das Anwendungsfeld Elektromobilität erforscht Produktionstechnologien für die Herstellung von Batterien, Brennstoffzellen sowie für Elektromo-

toren. Themen sind die Produktoptimierung durch Prozessoptimierung, ein ganzheitliches Prozessverständnis durch tiefgehende Modellbildung und die Entwicklung von Lösungen für höchste Agilität und Flexibilität in der Produktion. ■



Integrierter Messedemonstrator für adaptive und selbstoptimierende Maschinenkomponenten



Vorrichtungsfreie Montage von Karosseriebauteilen mittels Industrieroboter



Forschungsprojekt

Faser-Metall-Gummi-Laminaten für den Einsatz in Werkzeugmaschinen



Ansprechpartner am wbk:
Sven Roth, M.Sc.
Telefon: +49 1523 9502606
sven.roth@kit.edu

Ziel des Vorhabens

Forschungsgegenstand des Vorhabens ist es, technische Potentiale zum Einsatz von Faser-Metall-Gummi Laminaten (FMGL) in Werkzeugmaschinen hinsichtlich der Dämpfungs- und Steifigkeitseigenschaften abzuschätzen. Hierzu zählen Untersuchungen zur Fertigungstechnik von FMGL hinsichtlich Laminataufbau und -herstellung sowie eine Integration von Konstruktionselementen zur FMGL-gerechten Bauteilanbindung. Abschließendes Ziel ist es, eine wirtschaftliche Bewertung zum Einsatz des neuartigen Verbunds – insbesondere anhand der Materialkosten – zu gewinnen.

Vorgehensweise

Durch eine experimentelle Bauteilfertigung wird die Herstellbarkeit dickwandiger Schalenbauteile durch presstechnische Verfahren erprobt. Insbesondere die erzielbare Homogenität des Laminats und fertigungsbedingte Maßabweichungen stellen wichtige Qualitätskriterien von FMGL-Bauteilen dar. Hierauf aufbauend werden geeignete Fügekonzepte zur FMGL-gerechten Anbindung an weitere Strukturbauteile konzipiert und technisch umgesetzt.

Im Weiteren gilt es, die erzielbaren Dämpfungs- und Steifigkeitseigenschaften zu ermitteln. Hierfür erfolgen Untersuchungen mit Hilfe einer experimentellen Modalanalyse und 3-Punkt-Biege-Versuche. Die hieraus gewonnenen Erkenntnisse erlauben Rückschlüsse einzelner Laminatanteile und deren Schichtungsreihenfolge auf die resultierenden Bauteileigenschaften.



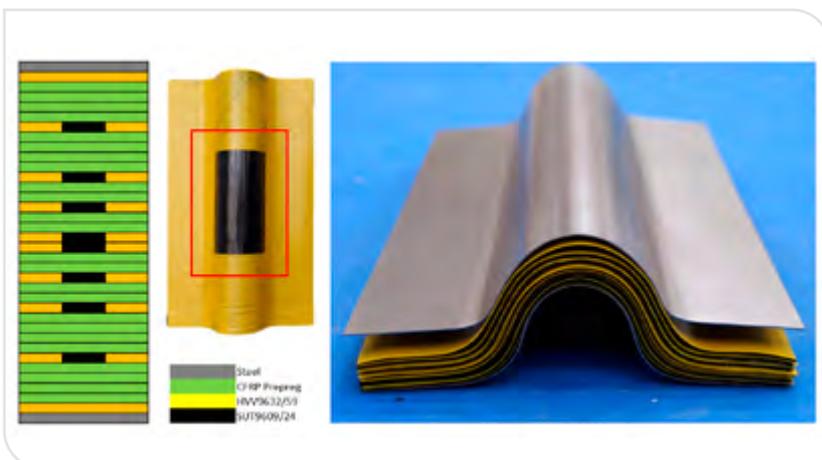
Verringerung von Antriebsschwingungen als mögliche FMGL-Anwendung

Abschließend erfolgt durch eine Szenario-Analyse eine Gegenüberstellung der Bauteilkosten und erwarteter technischer Potentiale für unterschiedliche Anwendungen. Dies erlaubt eine monetäre Bewertung der vorteilhaften Eigenschaften von FMGL-Bauteilen in Werkzeugmaschinen.

Ergebnisse

Die FMGL-Probenbauteile können mit einer Fertigungstoleranz von $\pm 0,5$ mm in der Laminatdicke verpresst werden, wobei eine Verbesserung durch maschinelles Vorformen der Stahlbleche erreichbar ist. Die Verpressung ist porenfrei und äußerst homogen. Die Modalanalyse zeigt ein bis zu 25-faches Dämpfungsverhalten gegenüber Stahl, während 68 % der Biegesteifigkeit der Stahlprobe erzielt werden können.

Punktueller Lasteinleitung sollte aufgrund lokaler Deformationen vermieden werden, wogegen sich die geklebte Flanschverbindung für sehr hohe Biegebelastungen eignet. Für eine wirtschaftliche Fertigung von FMGL ist eine ganzheitliche skalierbare Kostenrechnung notwendig. Durch die Erhöhung der Anzahl der Metalllagen und die Reduzierung von Verschnitt können Fertigungskosten deutlich verringert werden. ■



Lagenaufbau des Faser-Metall-Gummi-Laminats

Forschungsprojekt

ROBOTOP: Modulare, offene und internetbasierte Plattform für Roboter-Anwendungen in Industrie und Service

Ziel des Vorhabens

Die Automatisierung durch Roboter bietet ein großes Potential für die Industrie, zugleich die Produktivität zu erhöhen und die Kosten zu senken. In kleinen und mittelständischen Unternehmen stellt die Planung entsprechender Roboterlösungen aktuell allerdings noch eine Hürde dar. Im Projekt ROBOTOP wird daher eine Konfigurationsplattform entwickelt, die es Anwendern ohne ausgeprägte Robotikkenntnisse ermöglichen soll, Automatisierungspotentiale zu erkennen und passende Lösungen auszuwählen. Hierfür soll dem Anwender ein breites Spektrum an Beispiellösungen (sog. Best Practices) bereitgestellt werden, deren Eignung für die eigene Anwendung er einfach nachprüfen kann. Anschließend soll es ihm durch intuitive Werkzeuge ermöglicht werden, das gewählte Best Practice selbst anzupassen. Ein Vorteil des Ansatzes besteht in der Verwendung erprobter Applikationen.

Vorgehensweise

Die Konfigurationsplattform besteht dabei aus verschiedenen Schichten, die die Funktionen der Interaktion mit dem Anwender bereitstellen. Zentrales Element hiervon ist die Oberfläche, welche es dem Anwender ermöglicht, auf die weiteren Schichten zurückzugreifen. Zu Beginn filtert der Nutzer über eine regelbasierte Konfigurationslogik aus dem Pool der Best Practices geeignete Robotikapplikationen heraus. Dieser Filter greift auf Attribute wie beispielsweise das Werkstückgewicht oder das verfügbare Budget zurück. Die gefilterten Best Practices werden dem Anwender in der Oberfläche präsentiert, sodass er anhand einer Freitextbeschreibung und der 3D-Ansicht der Lösung manuell die Feinauswahl vornehmen kann. Für die Anpassung des Best Practices stehen die verbleibenden zwei Ebenen der Konfigurationsplattform in engem Austausch. Ände-

rungen, die der Nutzer im einfach zu bedienenden CAD-Tool vornimmt, werden anhand einer Kollisions- und Reichweitensimulation auf Umsetzbarkeit geprüft. Nach erfolgreicher Anpassung exportiert der Nutzer die generierte Applikation, um sich deren Umsetzung von einem auf der Plattform vertretenen Systemintegrator anbieten zu lassen.

Ergebnisse

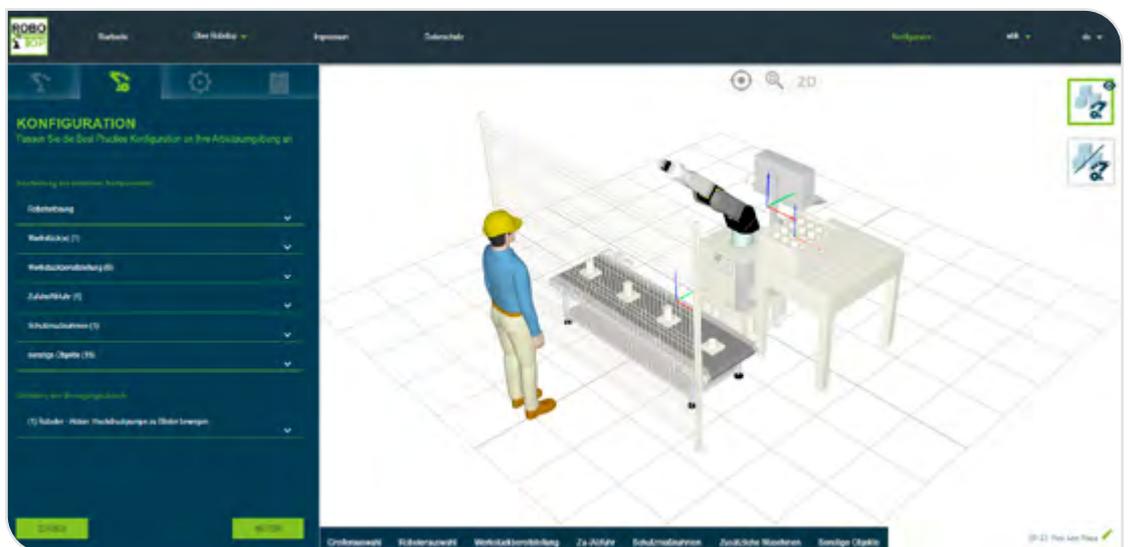
Für die Konfiguration der Roboterzellen wurde eine Onlineplattform entwickelt und mit den nötigen Best Practices für einen initialen Betrieb gefüllt. Der Anwender kann hier Aufgaben aus vielfältigen Robotikapplikationen wie Montage, Fügeprozessen, Maschinenbeladung sowie Pick & Place auswählen. Die Tätigkeiten können grob nach Größe, Form und Material des Werkstückes geordnet werden. Die abschließende Auswahl trifft der Anwender anhand der verbalen Beschreibung und Abbildungen der Best Practices. Im folgenden Schritt kann der Anwender die gewählte Lösung auf seine Anforderungen anpassen. Hierbei können die Positionen einzelner Elemente verändert sowie Elemente hinzugefügt oder entfernt werden. Diese werden simulationsbasiert automatisch hinsichtlich ihrer Umsetzbarkeit bezüglich drohender Kollisionen und ausreichender Roboterreichweite geprüft. ■



Ansprechpartner am wbk:
Daniel Kupzik, M.Sc.
Telefon: +49 1523 9502594
daniel.kupzik@kit.edu



Ansprechpartner am wbk:
Philipp Gönnheimer, M.Sc.
Telefon: +49 1523 9502578
philipp.goennheimer@kit.edu



Verringerung von Antriebsschwingungen als mögliche FMGL-Anwendung



Forschungsbereich

Produktionssysteme (PRO)



Ansprechpartner am wbk:
Prof. Dr.-Ing Gisela Lanza
Telefon: +49 721 60844017
gisela.lanza@kit.edu

Vor dem Hintergrund eines zunehmend volatilen Marktumfelds und vielfältiger Potenziale, die sich durch die Digitalisierung und neue Fertigungstechnologien ergeben, ist ein fundiertes Verständnis vom technologischen Prozess bis hin zum weltweit verteilten Produktionsnetzwerk erforderlich. Der Forschungsbereich Produktionssysteme (PRO) betrachtet Ansätze zum Planen, Bewerten und Regeln der Produktion von morgen, das heißt agile Produktionssysteme mit robusten Prozessen in einer globalen, digitalisierten Produktionsumgebung.

Die wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter entwickeln Strategien zur datengetriebenen Planung und Steuerung von Produktionsnetzwerken. Im Fokus steht dabei, die Unternehmensstrategie möglichst nahtlos in die taktische und operative Ausgestaltung des Netzwerks zu übersetzen. Dazu werden vor allem die Potenziale der Digitalisierung sowie mathematische Methoden der Datenanalyse und Optimierung genutzt.

Zur gezielten Anpassung globaler Produktionsnetzwerke werden Methoden zur Planung des „Global Footprint“ entwickelt und alternative Migrationspfade untersucht. Um auf Störungen wie Quali-

analysiert. Auf dieser Basis werden auch Ansätze zur dynamischen Steuerung der Materialflüsse im Netzwerk erforscht.

Auf Standortebene müssen Produktionsnetzwerke aus robusten Systemen bestehen, die sich dem dynamischen Produktionsumfeld schnell und aufwandsarm anpassen. Diese Wandlungsfähigkeit erlangt durch Industrie 4.0 neuen Auftrieb. Die schnelle Verfügbarkeit von Informationen führt nicht nur zu mehr Transparenz, sondern kann, beispielsweise mit Methoden der Künstlichen Intelligenz, auch zur Prognose und autonomen Reaktion genutzt werden. Für besonders variantenreiche Produktionssysteme werden Matrixanordnungen der Produktionsschritte analysiert, die durch selbststeuernde Transportsysteme miteinander verbunden sind. Für diese werden Steuerungsalgorithmen auf Basis Maschinellen Lernens entwickelt.

Auch die Rolle des Menschen in der Interaktion mit innovativen digitalen Assistenzsystemen steht im Forschungsfokus. Ein weiterer Fokus liegt auf der Technologievorausschau unreifer Fertigungstechnologien, wie etwa additiver Verfahren. Des Weiteren werden Assistenzsysteme entwickelt, die gezieltes Produkt-Produktions-Codesign unterstützen.



Erforschung und Modellierung einer flexiblen und integrierten Produktions- und Logistikplanung in dynamischen Produktionsnetzwerken

tätsprobleme oder Lieferverzögerungen besser reagieren zu können, werden die Informationsflüsse im Netzwerk, der Einsatz neuer Technologien sowie Kooperationsmodelle mittels Smart Services

Zur Beherrschung höchster Prozessqualität besonders bei unreifen Fertigungsprozessen, zum Beispiel zur Herstellung von Faserverbundbauteilen, Batterie- und Brennstoffzellen sowie additiv gefertigten Bauteilen, beschäftigt sich die PRO intensiv mit der Entwicklung in-Line-fähiger Messtechnik. Neben der Integration und Applikation geeigneter Sensoren in die spezifische Anlagentechnik kommt dabei dem Einsatz innovativer Verfahren der Datenanalyse über Maschinelles Lernen große Bedeutung zu. Hierbei werden verstärkt die Datenfusion unterschiedlicher Sensoren sowie die Integration von Vorwissen verfolgt. So werden für die Charakterisierung von CFK-Preforms neben optischen (laserbasierten) Messverfahren auch vielfältige zerstörungsfreie Prüfverfahren, zum Beispiel Thermographie-, Wirbelstrom- und Ultraschall-Sensorik, integriert eingesetzt. Für das additive Fertigungsverfahren des Laser-Strahlschmelzen wird eine prozessintegrierte akustische Sensorik zur Detektion von Fehlstellen im Material während des Aufbauprozesses entwickelt. Die gewonnenen Messergebnisse werden genutzt, um intelligente Qualitätsre-

gelkreise umzusetzen. Vor allem um Baugruppen aus Komponenten zu realisieren, deren Fertigungsprozesse an technologische Grenzen stoßen, werden echtzeitfähige Paarungsstrategien untersucht. Bei der Erforschung der In-Line-Messtechnik in vielfältigen Anwendungsfällen geht es auch um die aufgabenspezifische Messunsicherheit, um die Güte der Messergebnisse zu bewerten. Am wbk steht dafür ein klimatisiertes Messzentrum mit modernsten Anlagen auf rund 150 Quadratmetern Fläche zur Verfügung.

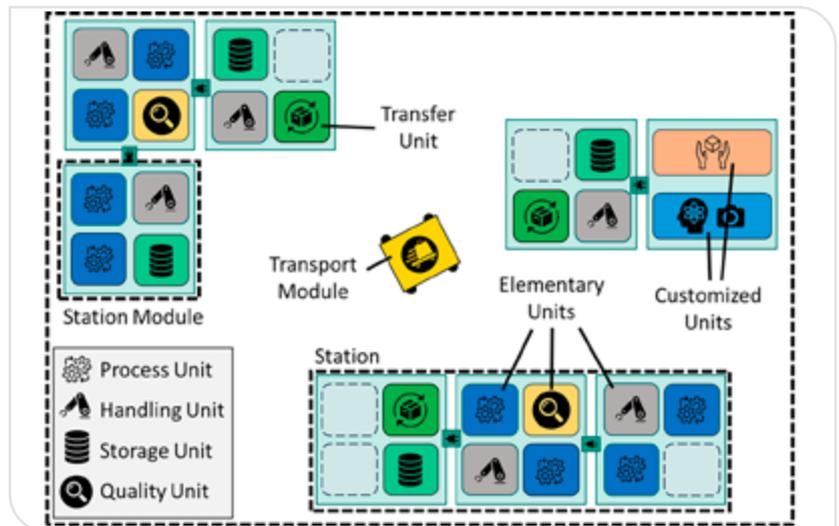
Auf allen Betrachtungsebenen befasst sich der Bereich Produktionssysteme intensiv mit dem Remanufacturing, das heißt der Wiederaufarbeitung von Altteilen. Auf Netzwerkebene werden zirkuläre Materialflüsse zurück vom Kunden geplant und ausgestaltet. Zur Realisierung von Produktionssystemen für das Remanufacturing werden agile Fabrikstrukturen und Methoden der Materialflusssteuerung entwickelt. Darin werden autonom lernende In-Line-Messtechnik-Lösungen integriert, um den unbekanntem Zustand der rückgeführten Altteile zu analysieren. ■

Globale Produktionsstrategien

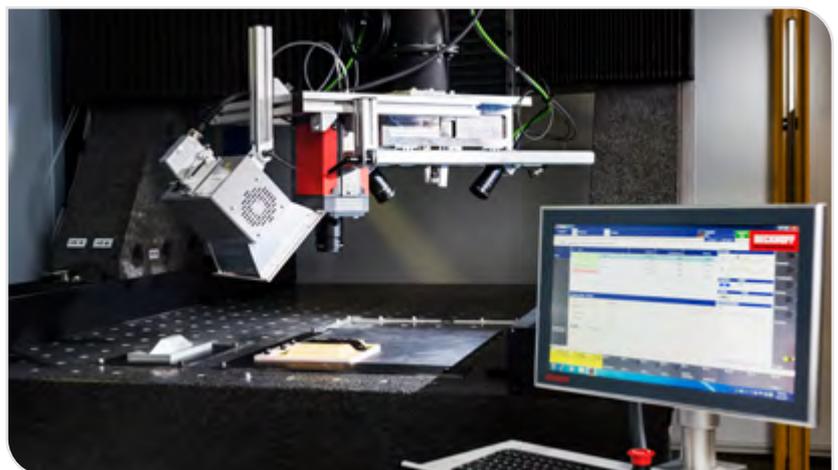
- Harmonisierung von Unternehmens- und Produktionsstrategie
- Gestaltung resilienter Produktionsnetzwerke
- Transparenz und Traceability in der Supply Chain
- Autonome und integrierte Planung und Steuerung im Netzwerk
- Kollaboration und Plattformökonomie
- Standortgerechte Produktionsgestaltung

Produktionssystemplanung

- Adaptive Produktionssysteme
- Fluide Automatisierung
- Autonome Produktionssteuerung
- Machine Learning in der Produktion
- Digitaler Zwilling
- Kostenbewertung & Szenarioanalyse
- Industrie 4.0-Methoden & Digitalisierungsstrategie
- Planung unreifer Technologien
- Produkt-Produktions-Codesign



Entwicklung digitaler, modularer und skalierbarer Produktionssysteme für die variantenreiche Serienfertigung



Messtechnikaufbau zur Untersuchung der Datenfusion von Thermografie und Lasertriangulation für die Qualitätssicherung im Leichtbau

Qualitätssicherung

- Produktionsintegrierte Messtechnik
- Quantitative zerstörungsfreie Prüftechnik
- Metrologische Informationsfusion
- Künstliche Intelligenz in der Qualitätssicherung
- Funktionsorientiertes Messen und Funktionsmodellierung
- Autonome Messtechnik
- Messunsicherheitsermittlung
- Intelligente Qualitätsregelkreise



Forschungsprojekt

AgiProbot – Agiles Produktionssystem bei ungewissen Produktspezifikationen



Ansprechpartner am wbk:
Dr.-Ing. Benjamin Häfner
Telefon: +49 1523 9502585
benjamin.haefner@kit.edu

Ziel des Vorhabens

Wie kann sich eine Fabrik autonom an ständig neue Bedingungen anpassen? Mit dieser Frage beschäftigt sich das Forschungsvorhaben „AgiProbot“. Das Projekt verfolgt das Ziel, ein agiles Produktionssystem zu gestalten, um mittels Künstlicher Intelligenz dynamisch auf ungewisse Produktspezifikationen zu reagieren. Einen beispielhaften Anwendungsfall hierfür stellt das sogenannte „Remanufacturing“ dar. Hierbei werden Altprodukte rückgewonnen, demontiert und ausgewählte Komponenten wieder in die Produktionsprozesse zurückgeführt. Die Fragestellung wird in Form einer interdisziplinären Forschungsgruppe mehrerer Institute des Karlsruher Instituts für Technologie aus Maschinenbau, Elektrotechnik und Informationstechnik sowie Informatik bearbeitet, um komplementäre Kompetenzen gezielt zu bündeln. Das Projekt wird von der Carl-Zeiss-Stiftung gefördert und hat eine Laufzeit vom 1. März 2019 bis 29. Februar 2024.

Vorgehensweise

Der gemeinsame Lösungsansatz sieht vor, eine variierende Anzahl autonom arbeitender, mobiler Roboter in Kollaboration miteinander sowie mit

dem Menschen dazu zu befähigen, sich agil an dynamisch wechselnde Aufgabenstellungen anzupassen. Die Roboter sollen dabei insbesondere auch Lösungen für die Verarbeitung bislang unbekannter Bauteile entwickeln. Hierzu werden für die Roboter innovative Verfahren des Maschinellen Lernens implementiert, die sowohl ein Selbstlernen der Roboter mittels Künstlicher Intelligenz und vorhandenem Vorwissen als auch das unterstützte Anlernen in Kollaboration mit dem Menschen berücksichtigen. Um die Bauteile und deren ungewissen Zustand stets adaptiv zu erfassen, werden die Informationen vielfältiger Sensoren im Produktionssystem intelligent fusioniert.

Ergebnisse

Die entwickelten Lösungen werden im Rahmen des Projekts in einer industrienahen Demonstrator-Fabrik implementiert, in der realitätsgetreu die herausfordernden Gegebenheiten einer vernetzten Produktion zum Remanufacturing realisiert werden. ■



Interdisziplinäre Forschungsgruppe des Projekts AgiProbot

Forschungsprojekt

teamIn – Digitale Führung und Technologien für die Teaminteraktion von morgen

Ziel des Vorhabens

Das Ziel ist die Entwicklung eines Leitbildes für eine digital unterstützte Führungsorganisation und die soziale Interaktion im Unternehmen von morgen. Im Projekt wird die Interaktion zwischen einzelnen Mitarbeitenden im Team, aber auch über Abteilungsgrenzen sowie verschiedene Hierarchiestufen hinweg betrachtet. Dabei wird die Interaktion nicht nur im Sinne verbaler Kommunikation verstanden, sondern es werden auch digitale Interaktionsformen berücksichtigt (z.B. echtzeitnahes Feedback per Software-Applikation, Digitales Shopfloor Management). Im Fokus des Projekts steht somit die Anpassung der Führungsorganisation (Führungskultur, Organisationsstruktur, Führungsinstrumente) an die Herausforderungen und neuen technologischen Möglichkeiten der Digitalisierung und Industrie 4.0.

Vorgehensweise

Die Vorgehensweise im Projekt orientiert sich an einem klassischen Transformationsprozess. Zu Beginn der Projektphase wird der Ist-Zustand in den Unternehmen über quantitative und qualita-

tive Analysemethoden erfasst. Darauf aufbauend werden Zielbilder für die Unternehmen und neue Führungsinstrumente entwickelt und in die Organisationsstrukturen integriert.

In der abschließenden Projektphase werden die Leitbilder der Führungsorganisation sowie die neuen Führungsinstrumente in einem unternehmensspezifischen Transformationsprozess festgehalten. Zusätzlich werden Kompetenzentwicklungsprogramme in den Lernfabriken der Forschungsinstitute erstellt und zur Unterstützung der Transformation der Führungsorganisation eingesetzt.

Ergebnisse

Das Ergebnis des Projekts sind Zukunftsbilder für die Führungsorganisation von morgen in Form von Konzepten, Leitlinien und Methoden. Für einen allgemein durchführbaren Transformationsprozess zur Umsetzung dieser Zukunftsbilder in den Unternehmen werden ein Leitfaden, Changemanagement- und Kompetenzentwicklungs-Methoden erarbeitet. ■



Ansprechpartner am wbk:
Magnus Kandler M.Sc.
Telefon: +49 1523 9502611
magnus.kandler@kit.edu



Mitglieder des Verbundprojektes teamIn beim Kick-Off in Berlin

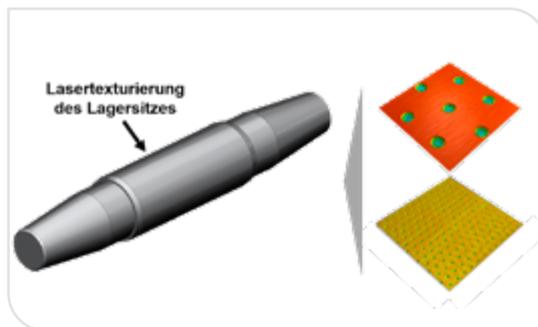


Forschungsschwerpunkt Mikroproduktion



Ansprechpartner am wbk:
Dr.-Ing. Michael Gerstenmeyer
Telefon: + 49 1523 9502576
michael.gerstenmeyer@kit.edu

Die Mikrosystemtechnik stellt eine Schlüsseltechnologie des 21. Jahrhunderts dar und ist für viele Produkte 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 lassen sich durch eine gezielte Einbringung einer Mikrostruktur herausragende Betriebseigenschaften erreichen. Ausgehend von einem wachsenden Markt für kostengünstige und zuverlässige Systeme und mikrostrukturierte Komponenten, steht die moderne Produktionstechnik vor der Herausforderung, neue Prozesse zu entwickeln, zu optimieren und in konsistente Prozessketten zu integrieren. Den sich daraus ergebenden Fragen widmet sich der Forschungsschwerpunkt Mikroproduktion des wbk.



Lasertexturierung eines hydrodynamisch geschmierten Gleitlagers mit dem Ziel der tribologischen Optimierung

Um in diesem schnelllebigen Technologiesektor neuartige und ganzheitliche Lösungen zu entwickeln, werden eine prozesssichere Fertigung, Handhabung, Montage und Qualitätssicherung gewährleistet sowie die erarbeiteten Kompetenzen in

interdisziplinäre zukunftssträchtige 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.

Neben den Fragen rund um die fertigungstechnische Umsetzung ist die Betrachtung innovativer Technologien für die Automatisierung und Montage relevant, um die Handhabung 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. Dieses Forschungsfeld wird am wbk in einem zweistufigen Prozess angegangen: Zunächst werden unterschiedliche Messstrategien und Methoden entwickelt, geometrie- und funktionsrelevante Daten beim richtigen Prozessschritt mit dem passenden Messmittel zu erfassen. Dann stellen die Messdatenauswertung und die Untersuchung der Messunsicherheit zentrale Bausteine dar, um nicht nur den Herstellungsprozess einzelner Bauteile zu beurteilen, sondern die Validierung der kompletten Prozesskette vorzunehmen. ■



Mikrofräsen in Stahl mit einem 300 µm Hartmetallfräser

Forschungsprojekt

Qualitätssicherung von Mikro-Zahnradern

Ziel des Vorhabens

Das AiF Vorhaben „Qualitätssicherung von Mikroverzahnungen – Praxisgerechte Methoden zur flächenorientierten Messung von Mikro-Zahnradern mit minimaler Messunsicherheit“ (Quo Vadis) ist ein Verbundprojekt der Forschungsvereinigung Antriebstechnik (FAV), das durch das wbk Institut für Produktionstechnik am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) durchgeführt wurde. Im Rahmen des Projektes wurden Methoden und Algorithmen zur verbesserten Auswertung topographischer Mikro-Zahnradmessdaten entwickelt und validiert, um die Einsatzfähigkeit neuer optischer und computer-tomographischer Messverfahren für die Qualitätssicherung von Mikro-Zahnradern zu unterstützen.

Vorgehensweise

Ansatzpunkte im Rahmen des Projektes sind dabei die Bewertung bestehender Auswertelgorithmen zur flächigen Charakterisierung, die Entwicklung einer Methodik zur ortsabhängigen Messunsicherheitsermittlung topographischer Messverfahren sowie die Datenfusion von Mikro-Zahnradmessungen aus verschiedenen Messverfahren anhand ihrer Messunsicherheit. Im Zusammenspiel befähigen die Ansätze Messtechnikanbieter und Anwendern zur verbesserten Messdatenauswertung

durch Steigerung der Informationsdichte und Verringerung der Messunsicherheit. Nach zweijähriger Laufzeit endet das Projekt mit dem Ergebnis einer verbesserten Messdatenauswertung, die Herstellern von Mikro-Zahnradern, Mikro-Getrieben und Präzisionsuhren die Möglichkeit bietet, Produktqualität verlässlicher zu ermitteln, Funktionalitäten gezielter zu optimieren und Fehlerkosten zu senken. Im Rahmen des Forschungsvorhabens wurden Methoden zur verbesserten Auswertung von Mikro-Zahnradmessdaten entwickelt, um die Einsatzfähigkeit bestehender Messverfahren und -geräte zur Qualitätssicherung von Mikro-Zahnradern zu unterstützen.

Ergebnisse

Alle entwickelten Methoden wurden in einem Software-Demonstrator implementiert und konnten anhand von Verzahnungsdemonstratoren des industriellen Begleitkreises beispielhaft validiert werden. Die Methoden und deren softwaretechnische Umsetzung können nachfolgend von Messgeräteherstellern in deren Software implementiert werden. Die Ergebnisse des Vorhabens ermöglichen Messtechnik Anbietern für die Qualitätssicherung von Mikro-Zahnradern eine verbesserte Datenauswertung. ■



Ansprechpartner am wbk:
Raphael Wagner, M.Sc.
Telefon: +49 1523 950 2627
raphael.wagner@kit.edu



Mikrozahnrad



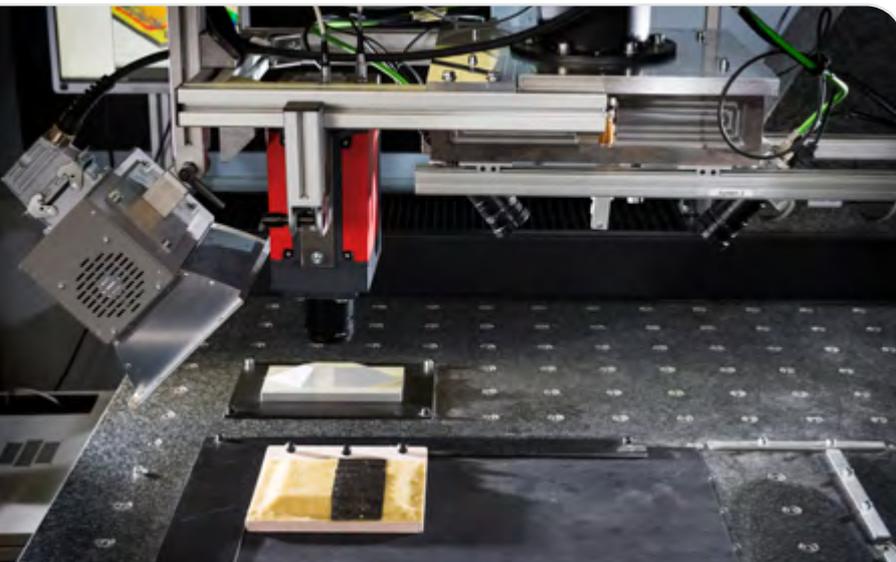
Forschungsschwerpunkt Leichtbaufertigung



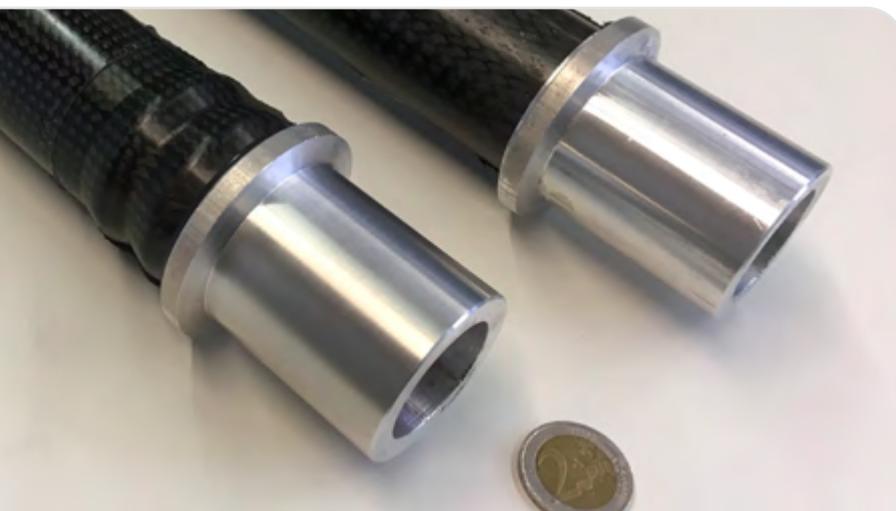
Ansprechpartner am wbk:
Sven Coutandin, M.Sc.
Telefon: +49 1523 9502568
sven.coutandin@kit.edu

Hohe Energiekosten und ein zunehmendes Umweltbewusstsein in der Bevölkerung sowie die immer strengere Gesetzgebung, forcieren den Einsatz leichter Werkstoffe zur Energie- und Ressourceneinsparung. Um diesen Herausforderungen gerecht zu werden, befasst sich der Forschungsschwerpunkt Leichtbaufertigung wissenschaftlich mit speziell angepassten Fertigungs- und Qualitätssicherungslösungen und macht diese der Industrie zugänglich. Um den richtigen Werkstoff an der richtigen Stelle einzusetzen, gehört die Entwicklung von anforderungsgerechten Produktionstechnologien für neu entwickelte Materialien und Konstruktionsweisen mit hohem Leichtbaupotential zu den Zielen des Forschungsschwerpunkts. 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. Zudem werden bereits etablierte Fertigungsverfahren automatisiert und durch Modulstrategien flexibilisiert, um diese in einer Serienfertigung bei steigender Variantenvielfalt wirtschaftlich einsetzen zu können. Der Forschungsschwerpunkt Leichtbaufertigung am wbk Institut für Produktionstechnik beschäftigt sich mit Forschungs- und Entwicklungsthemen in den Bereichen „faserverstärkte Kunststoffe (FVK)“ und „hybride Strukturen“. Hier werden Themen der Prozessentwicklung, Prozessautomatisierung, Qualitätssicherung und Nachbearbeitung erforscht. Zur intensiven Forschung und Entwicklung im Bereich der Leichtbaufertigung stehen dem Forschungsschwerpunkt zahlreiche Maschinen und Anlagen zur Verfügung. Damit ist es möglich, industrierelevante Herausforderungen anwendungsnah zu erforschen und prototypisch Schleuderverfahren, in die vorhandenen automatisierten Prozessketten einzubinden. Der Fokus im Bereich der faserverstärkten Kunststoffe liegt neben der Erforschung neuer, unreifer Fertigungstechnologien wie beispielsweise dem Faserblasverfahren zur Nutzung von Recyclingfasern und dem Schleuderverfahren auch insbesondere auf der durchgängigen Automatisierung und Modularisierung solcher Prozessketten. Im Zuge der Digitalisierung finden vermehrt intelligente Komponenten und Verfahren zum maschinellen Lernen Anwendung in solchen Fertigungsprozessen, um das Prozessverständnis und die Bauteilqualität zu steigern. Hierbei liegen die Schwerpunkte auf der Regelung komplexer Fertigungsprozesse, Integration von Qualitätssicherungssystemen sowie in der schädigungsarmen Nachbearbeitung. Die gewonnenen Erkenntnisse fließen in die Entwicklung angepasster Leichtbautechnologien zur Herstellung hybrider Strukturen ein. Schwerpunkt dabei ist die intrinsische Hybridisierung, d.h. die Verbindung unterschiedlicher Materialien im Ur- bzw. Umformprozess einer Materialkomponente. Dies ermöglicht es, unterschiedliche Materialien und Funktionen optimal zu kombinieren. Am Beispiel von Faser-Metall-Elastomer-Laminaten lassen sich somit hohe Steifigkeiten in Verbindung mit einem sehr guten Dämpfungsgrad realisieren. Zur Steigerung der Wirtschaftlichkeit dieser innovativen Produkte werden neue Verbindungstechnologien, Automatisierungslösungen, Bearbeitungsstrategien sowie Qualitätssicherungskonzepte entwickelt. ■



Qualitätssicherung durch Informationsfusion von Lasertriangulation und Thermografie bei Sheet Moulding Compound Bildquelle: Sandra Göttisheim/KIT



Hybride Bauteile aus dem Schleuderverfahren

Forschungsprojekt

DFG Schwerpunktprogramm 1712

Der Einsatz von Leichtbautragstrukturen bietet heutzutage die Möglichkeit, eine signifikante Gewichtsreduzierung zu realisieren. Bei der Gestaltung dieser Leichtbautragstrukturen müssen, je nach Anwendungsfall, eine Vielzahl an Anforderungen berücksichtigt werden. Eine komplette Substitution eines Werkstoffes ist für die konsequente Nutzung des Leichtbaupotentials nicht immer zielführend. Die optimale Gesamtstruktur besteht aus einer hybriden Werkstoffkombination, dem sogenannten Multi-Material-Design. Der Ansatz der Hybridisierung von Strukturkomponenten rückt somit immer stärker in den Vordergrund und kann grundsätzlich nach zwei unterschiedlichen Methoden erfolgen. Dabei sind die gefügten Hybridverbunde durch nachgeschaltete Prozesse (Post Moulding Assembly), wie etwa Kleben oder Schrauben, bereits etabliert, schöpfen das Leichtbaupotential jedoch nicht voll aus. Ein alternativer Ansatz ist die Herstellung in einem einstufigen Prozess, wobei die Verbindung der verschiedenen Materialien im Ur- oder Umformprozess ohne nachfolgenden Fügeprozess erfolgt. Im Rahmen des Schwerpunktprogramms hat sich der Begriff „Intrinsisches Hybrid“ etabliert. Ein intrinsisches Hybrid ist demnach ein integrales Bauteil, bei dem die Verbindung der verschiedenen Materialien im Ur- bzw. Umformprozess der metallischen oder endlosfaserverstärkten Komponente erfolgt. Somit ist kein nachgeschalteter Fügeprozess notwendig. Der zentrale Ansatz des Schwerpunktprogrammes ist die ressourceneffiziente Fertigung, Charakterisierung und Auslegung lastoptimierter, intrinsischer Hybridbauteile für Leichtbautragstrukturen.

In insgesamt acht Teilprojekten wird unter der Koordination von Prof. Jürgen Fleischer im Bereich der Mechanik, der Werkstoffwissenschaften und der Simulation Forschungsarbeit geleistet. Dabei fokussiert sich jedes Teilprojekt auf ein anderes Demonstrator-Bauteil. Bei den intrinsischen Hybriden kann es sich beispielsweise um Hohlstrukturen zur Übertragung von Zug-, Druck- oder Torsionskräften handeln. Andere Teilprojekte streben durch die Kombination von Metall und Faserkunststoffverbund eine erhöhte Energieaufnahme im Versagensfall an, um Crashbauteile zu optimieren. Aber auch Inserts als Verbindungselemente zwischen metallischen- und Faserkunststoffverbundstrukturen stehen im Fokus der Untersuchungen. Es werden die geometrische Gestalt der Inserts und die Prozessparameter optimiert, um eine höhere Verbindungsfestigkeit zu

erreichen. Ein anderes Teilprojekt erforscht die Ursachen und Auswirkungen von Eigenspannungen, die aufgrund der Tempervorgänge im Produktionsprozess entstehen können. Unterstützt wird die Arbeit der einzelnen Teilprojekte durch regelmäßig stattfindende Arbeitskreise, in denen eine interdisziplinäre Zusammenarbeit der verschiedenen Fachrichtungen, auch über Projektgruppen hinweg, vollzogen wird.



Ansprechpartner am wbk:
Jonas Nieschlag, M.Sc.
Telefon: +49 1523 9502603
jonas.nieschlag@kit.edu



Die Partner des SPP1712 zu Besuch am wbk in Karlsruhe



Messestand des SPP 1712 beim internationalen Dresdner Leichtbausymposium



Forschungsschwerpunkt Elektromobilität



Ansprechpartner am wbk:
Janna Hofmann, M.Sc.
Telefon: +49 1523 9502584
janna.hofmann@kit.edu

Im Anwendungsfeld Elektromobilität vereint das wbk Fertigungsprozesse zur Herstellung des vollelektrischen und hybriden Antriebsstrangs auf Basis unreifer Fertigungstechnologien und etablierter, serientauglicher Prozesse. Die Anwendung im Automobilbereich definiert neuartige Anforderungen an Elektromotoren und Energiespeicher hinsichtlich Automatisierungsgrad, Stückkosten und Qualitätssicherbarkeit sowie Leistungs- und Energiedichte, Wirkungsgrad, kalendarische und zyklische Lebensdauer, Gewicht und Packaging. Gleichzeitig sind die Produkthanforderungen und das Marktumfeld hoch veränderlich. Der Forschungsschwerpunkt Elektromobilität hat deshalb das Ziel, fähige Produktionstechnologien für die automatisierte Herstellung von Batteriezellen und Batteriemodulen sowie Brennstoffzellen und Elektromotoren in einer wirtschaftlichen und skalierbaren Serienfertigung zu entwickeln.

Dabei soll der Sprung von einer im Labor entwickelten neuen Technologie zu einer automatisierten und wirtschaftlichen Herstellung in einer angepassten Serienfertigung gemacht werden. Am wbk werden die produktionstechnischen Herausforderungen der Grundelemente im elektrifizierten Antriebsstrang adressiert.

Im Bereich der Herstellung von Batteriezellen liegen die Schwerpunkte auf dem Kalandrieren, der Zellstapelbildung und neuartigen Verpackungsformaten. Die Fragestellung nach agilen Produktionssystemen, die flexibel auf Zellformate und

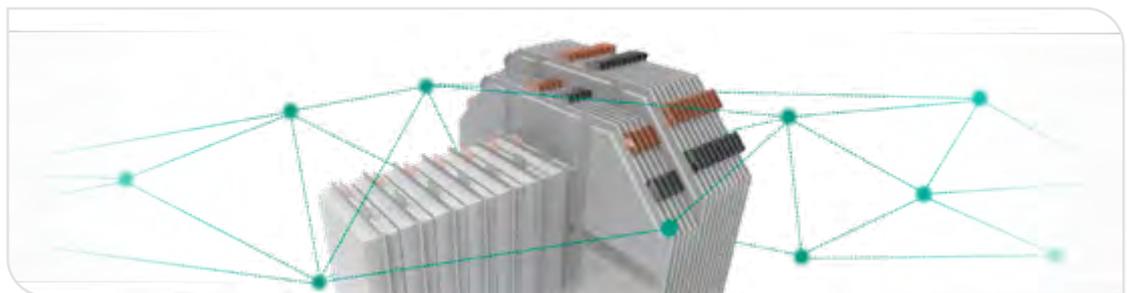
verschiedene Materialsysteme auch jenseits von Lithium umgerüstet werden können, wird zentral im Forschungsschwerpunkt erarbeitet.

Im Themenfeld der Batteriemodulmontage werden deren Automatisierung sowie die Verbindungstechnologie zur Kontaktierung der Batteriezellen untersucht. Außerdem werden die Module von Beginn an so entwickelt, dass sie in einem zweiten Leben wiederverwendbar sind und demontagegerecht gebaut werden können.

Im Bereich der Brennstoffzellentechnologie befasst sich das wbk vor allem mit den flexiblen Handhabungstechnologien zur Bildung des Stacks. Außerdem werden skalierbare Automatisierungskonzepte entwickelt, um agil auf Ramp-up-Prozesse reagieren zu können.

Die Weiterentwicklung und der Aufbau eines Prozessverständnisses der Wickeltechnologie sowie der selektiven Magnetmontage zum Wuchtverzicht sind Schwerpunkte der Produktionstechnologieentwicklung für den Elektromotor. Dafür werden klassische Wickelverfahren optimiert und neue Wickelverfahren entwickelt. Dabei befasst sich das wbk sowohl mit der Runddraht- als auch mit der Flachdrahttechnologie.

Darüber hinaus werden verschiedenste Themen der Qualitätssicherung und Wandlungsfähigkeit entlang der gesamten Wertschöpfungskette des elektrischen Antriebsstrangs am wbk erforscht. ■



Batteriemodul aus formatflexiblen Batteriezellen

Forschungsprojekt

Forschungsprojekt EMSigBZ

Ziel des Vorhabens

Durch gesetzliche Regelungen und ein gesteigertes Umweltbewusstsein schreitet die Elektrifizierung des Antriebsstranges immer weiter voran. Dennoch gibt es Anforderungsprofile, die sich durch rein batterieelektrische Lösungen nicht abdecken lassen, insbesondere wenn große Reichweiten und eine hohe Verfügbarkeit gefragt sind, so beispielsweise im Fernverkehr. Brennstoffzellensysteme sind eine mögliche Lösung, auch diese Segmente zu dekarbonisieren. Obgleich technologisch schon weit entwickelt, sind die Produktions- und Montageprozesse von Brennstoffzellen bisher wenig erschlossen.

Ziel des Projektes ist die Erforschung und Realisierung eines automatisierten Fertigungs- und Montagesystems bis zu einer Jahresstückzahl von 10.000 sogenannten Brennstoffzellenstacks, wobei der Stack selbst aus bis zu 400 einzelnen galvanischen Zellen besteht.

Dabei sollen insbesondere die Handhabungstechnik und die notwendige In-Line-Messtechnik berücksichtigt werden, um diese für hohe Stückzahlen und schnelle Prozesse zu befähigen. Um die derzeit volatile Nachfrage abbilden zu können, sollen zusätzlich dazu mögliche Skalierungspfade entwickelt werden.

Vorgehensweise

Gemeinsam mit den Projektpartnern werden zunächst die produktionstechnischen Anforderungen an das Produkt definiert. Hierbei bringt die ElringKlinger AG ihre Expertise im Bereich Brennstoffzellenstacks ein und die Greenerity GmbH ihr umfassendes Wissen in der Herstellung der katalysatorbeschichteten Membran mit. Abgeleitet aus den Anforderungen werden dann am wbk Lösungen zur Handhabung der Bauteile und zur Erkennung der zuvor definierten Fehlerbilder untersucht. Die daraus gewonnenen Erkenntnisse fließen unmittelbar in einen Versuchsträger ein. Unterstützt durch eine Fabriksimulation werden mögliche Skalierungspfade zu den bei den Projektpartnern befindlichen Produktionsanlagen entwickelt.

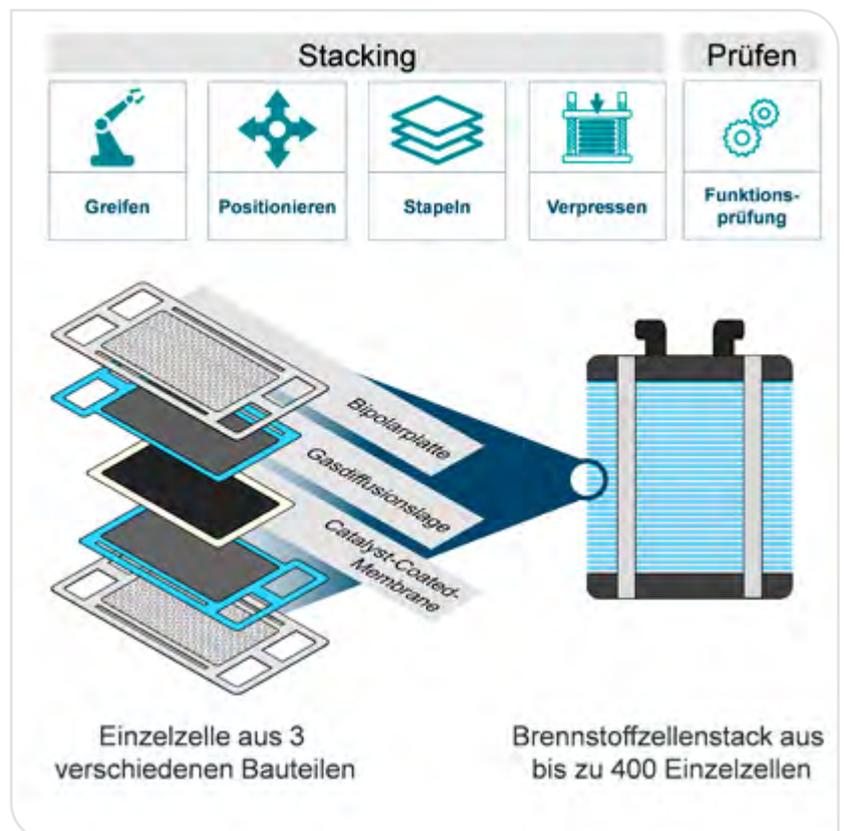
Ergebnisse

Aufbauend auf der Analyse einer bereits bestehenden Montageanlage wurden Handlungsempfehlungen abgeleitet. Als taktzeitkritisch wurde vor allem die Positionserfassung mit dem Handhabungssystem identifiziert. Durch separate Messfahrten und notwendigen Abklingzeiten können nur moderate Taktzeiten erreicht werden. Diese Limitierung kann durch einen Greifer mit integrierter Positionserfassung aufgelöst werden.

Weiterhin sind momentan nicht alle Fehlerbilder automatisiert detektierbar. Referenzmessungen von reproduzierbaren Fehlerbildern wurden durchgeführt, anhand derer im Anschluss mögliche In-Line-Messtechniken qualifiziert werden sollen. ■



Ansprechpartner am wbk:
Jens Schäfer, M.Sc.
Telefon: +49 1523-950 2613
jens.schaefer@kit.edu



Prozesskette Brennstoffzellenfertigung



Forschungsschwerpunkt

Additive Fertigung



Ansprechpartner am wbk:

Dr.-Ing. Frederik Zanger
Telefon: +49 72160842450
frederik.zanger@kit.edu

Die Branche der additiven Fertigung wächst weiterhin stark und findet immer mehr Anwendungsbereiche. Durch die immer stärkere Präsenz der additiven Fertigung entstehen kontinuierlich mehr Herausforderungen für diese jungen Verfahren. Diese Herausforderungen bestehen in der Produktionstechnik vor allem in der Integration bestehender und neuer Prozessketten, sowie der eingeschränkten Materialauswahl und langen Prozesszeiten. Im Forschungsschwerpunkt Additive Fertigung werden die Kompetenzen der drei wbk-Forschungsbereiche synergetisch zu einem einzigartigen Angebot im Bereich der additiven Fertigung kombiniert. Gemeinsam mit starken Industrie- und Forschungspartnern beginnen die Untersuchungen bei der Materialentwicklung und reichen bis zu Themen zur Potenzialvalidierung additiver Verfahren für die Serienproduktion und der Qualitätssicherung additiv hergestellter Bauteile. Der Forschungsbereich Additive Fertigung konnte durch dieses breite Kompetenzspektrum und die immer stärkere Präsenz dieser Fertigungsverfahren stark profitieren.

In den im Forschungsschwerpunkt laufenden Projekten wird die additive Bearbeitung unterschiedlichster Werkstoffe und der dazugehörigen Verfahren untersucht. Im Bereich der Polymere werden das Arburg-Kunststoff-Freiform-Verfahren (AKF) und das Selektive Lasersinterverfahren (SLS) wei-

terentwickelt. Größte Anwendung findet aktuell das Verfahren Laser Powder Bed Fusion (LPBF) zur pulverbettbasierten Verarbeitung von Metallen. Keramiken werden mit dem Verfahren Lithography based Ceramic Manufacturing (LCM) verarbeitet.

Im Kunststoffbereich werden hauptsächlich Themen der Fasereinbringung während des additiven Prozesses untersucht, um die mechanischen Eigenschaften lokal beeinflussen zu können. Das LPBF-Verfahren wird aus zwei Gesichtspunkten betrachtet: Einerseits werden der Einfluss der Prozessparameter auf die Werkstoffeigenschaften der unterschiedlichen Materialien, die zerspanende Nachbearbeitung und das Aufbauen auf bestehende Rohlinge untersucht sowie Themen der Prozessüberwachung mittels neuronaler Netze entwickelt. Andererseits wird das Verfahren aus einer wirtschaftlichen Sicht betrachtet, in der die unterschiedlichen Prozessketten bewertet werden. Die Forschungsthemen beim LCM-Verfahren liegen im Bereich der Einbringung von Leistungselektronik und der Multi-Materialbearbeitung.

Die Ansätze des Forschungsschwerpunkts additive Fertigung liefern somit einen wesentlichen Beitrag, diese neuartigen Verfahren weiterzuentwickeln, ihre wirtschaftliche Einsetzbarkeit zu forcieren und somit die Einsatzgebiete zu erweitern sowie die Potenziale der additiven Fertigung zu heben. ■



Additive Fertigung von Metall mit dem LPBF-Prozess (links) und von Keramiken mit dem LCM-Prozess (rechts)

Forschungsprojekt

InnovationsCampus Mobilität der Zukunft: Schwerpunkt additive Fertigung

Ziel des Vorhabens

Der InnovationsCampus Mobilität der Zukunft (ICM), als gemeinsame Initiative des KIT und der Universität Stuttgart, verfolgt die exzellente Grundlagenforschung im Bereich Mobilität von übermorgen. Ziel ist es, gänzlich neue Ansätze zu entwickeln, Think Tanks, Start-Ups und Nachwuchswissenschaftler aufzubauen und damit den Standort Baden-Württemberg für die Zukunft zu stärken. In der Pilotphase dieses auf fünf Jahre angelegten Projektes werden derzeit die Schwerpunkte emissionsfreie Antriebe und Advanced Manufacturing betrachtet. Dabei hat sich das wbk mit mehreren Arbeitspaketen in der additiven Fertigung positioniert.

Vorgehensweise

Betrachtet werden drei Verfahren und unterschiedliche Ziele werden verfolgt: Selektives Laserschmelzen (LPBF), Stereolithographie von Keramiken (LCM) und Extrusion eines Filaments (FFF).

Im LPBF werden poröse Leichtbaustrukturen aus Metall mit dämpfenden Eigenschaften durch angepasste Prozessführung erforscht. Durch die prozessgesteuerte Veränderung der Dichte können Sandwichstrukturen realisiert werden. Dazu wird ein Zusammenhang zwischen Porenart und Prozessparametern hergestellt und der schädigende Einfluss charakterisiert. Anschließend gilt es, die Poren regelmäßig und prozesssicher herstellen zu können.

Die Herstellung hochkomplexer, isolierender Keramikkörper mit innenliegenden dreidimensionalen Leiterbahnen und Sensoren wird im LCM untersucht, zur Herstellung bauraumsparender, überwachbarer Komponenten. Dazu werden verschiedene Konzepte entwickelt, um Leiterbahnen und Sensoren in den Prozess einzubringen.

Zusätzlich wird die Funktionsintegration durch das Einsetzen von Verstärkungen in hoch belastete Bereiche bzw. mechatronischer Komponenten und deren Kontaktierung im FFF untersucht. Damit die Funktionserfüllung solcher Komponenten sichergestellt ist, wird zusätzlich eine prozessintegrierte Überwachung vorgesehen.

Ergebnisse

Ergebnis der verschiedenen Arbeitspakete soll der Aufbau von Demonstratoren bzw. einer Demonstrationsanlage sein.

Das Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst des Landes Baden-Württemberg unterstützt die Projekte im Rahmen des InnovationsCampus Mobilität der Zukunft.

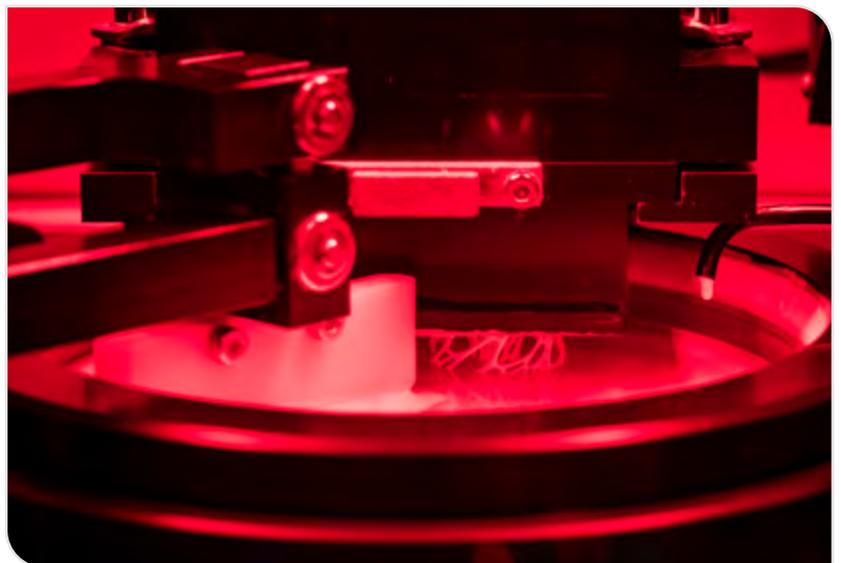
Weiterführende Informationen finden Sie auf der **Homepage: icm-bw.de**



Ansprechpartner am wbk:
Victor Lubkowitz, M.Eng.
Telefon: +49 1523 9502646
victor.lubkowitz@kit.edu



Beispielbauteile, die mittels der drei für den ICM relevanten additiven Fertigungsverfahren hergestellt wurden



Prozesskammer unserer CeraFab 7500 von Lithoz für das LCM-Verfahren



Forschungsschwerpunkt Industrie 4.0



Ansprechpartner am wbk:
Dr.-Ing. Nicole Stricker
Telefon: +49 721 60842444
nicole.stricker@kit.edu

Vom Sensor über Maschinen bis in Produktionsnetzwerke und Geschäftsmodelle – Industrie 4.0 verändert nach wie vor die Produktionslandschaft in Deutschland und weltweit.

Die Verfügbarkeit von Produktionsdaten nimmt durch Sensorik sowie gestiegene Datenübertragungs- und Speichermöglichkeiten weiter zu. Die intelligente Fusion der Produktionsdaten mit Informationen aus weiteren Datenquellen bietet enorme Potentiale: Digitale Zwillinge der Maschine, der Produktionssysteme und der Produkte entstehen.

Die Verbindung von Produktionsdaten, Qualitätsdaten und Felddaten ist die Basis für ein digitales Produktabbild. Bei beobachteten Produktionsdaten kann hiermit einerseits z. B. die Lebensdauer eines Produktes vorhergesagt werden. Andererseits können notwendige Anpassungen der Prozessparameter in noch verbleibenden Produktionsschritten abgeleitet werden.



Lernfabrik Globale Produktion ist Ausgezeichneter Ort im Land der Ideen



Machine Learning Hands-On Workshop

zwillings wird ein generisches Maschinenmodell mittels Open Platform Communications Unified Architecture-Schnittstelle parametrisiert. Ein intelligenter Daten Crawler identifiziert die benötigten Datenströme aus der Steuerung und ordnet sie den Parametern des Maschinenmodells zu. Hierzu wird ein kombinatorischer Ansatz aus regel- und ML-basierter Identifikation verwendet.

Die intelligente Identifikation und Verarbeitung von Inputdatenströmen sind besonders für digitale Zwillinge von gesamten Produktionssystemen relevant. Die Kopplung der Daten erlaubt eine hohe Aktualität der benötigten Informationen, wie z. B. Qualitätsraten oder Prozesszeiten. Für ein stets realitätsnahes Abbild der Produktion sind aktuelle Inputdaten allein jedoch nicht ausreichend. Der digitale Zwilling muss dazu in der Lage sein, Abweichungen zur Realität aus den Inputdaten zu detektieren und im digitalen Abbild nachzubilden. Hierzu gehört u.a. die automatische Anpassung des abgebildeten Wertstromes bspw. an neue Maschinen oder neue Produkte.

Alle digitalen Abbilder stützen sich nicht nur auf Datenauswertungen, sondern beziehen vorhandenes Wissen, z.B. über Bayessche Netze, mit ein. Viele Ansätze nutzen das vorhandene Wissen zum Aufbau generischer Grundmodelle, welche mittels aktueller Daten dann instanzspezifisch parametrisiert wird.

Industrie 4.0 beeinflusst nicht nur die Konnektivität und Transparenz, sondern hat ebenso große Auswirkungen auf Organisations- und Führungsstrukturen. In unserem Produktionstechnischen Labor sowie der Lernfabrik Globale Produktion machen wir diese Veränderungen direkt erlebbar. Gemeinsam mit zahlreichen Industriepartnern erprobt das wbk verschiedene Konzepte für aktuelle Herausforderungen. Hierzu zählen zum Beispiel Anwendungen in der Mitarbeiterassistenz, wie verschiedene Virtual und Augmented Reality Systeme. Das digitale Abbild der Lernfabrik integriert hierbei Realdaten der Maschinenstandorte und Laufwege. Die intelligente Auswertung der Produktionsdaten vermitteln wir in Machine Learning Hands-On Workshops, deren Ziel es ist, Unternehmen anhand anwendungsnaher Praxisbeispiele zu befähigen, ML-Projekte auf den Weg zu bringen. ■

Das Abbild des Produktes verbindet die Produktions- und Produktbetrachtung. Bereits in der Produktentwicklung können Auswirkungen auf die Produktion berücksichtigt werden. Machine-Learning-basierte Verfahren geben dem Produktentwickler bereits während der Konstruktion Hinweise auf mögliche Adaptionen, um Probleme im Produktionsprozess zu vermeiden.

Zur verbesserten Maschinensteuerung und Prognose des Maschinenverhaltens wird ein spezifisches digitales Abbild der jeweiligen Maschine benötigt. Zur automatischen Generierung des Maschinen-

Forschungsprojekt

KGT-Verschleiß mittels Acoustic Emission überwachen

Ziel des Vorhabens

Das Projekt „Erweiterung der Lebensdauertheorie durch Korrelation des Verschleißes mit Acoustic Emission (AE) zu den mechanischen Kennwerten des Kugelgewindetriebes (KGT)“ untersucht das Verschleißverhalten des Kugelgewindetriebs über die vollständige Gebrauchsdauer.

Vorgehensweise

Dazu werden Versuchsreihen durchgeführt, die verschiedene Verschleißerscheinungsformen und -mechanismen hervorrufen. Anschließend werden durch Merkmalsextraktion die Verschleißkennwerte ermittelt, die miteinander korreliert werden. Die Basis für den Verschleißfortschritt stellt die Methode nach Schopp (Körperschall) dar. Der mechanische Totalausfall ist gekennzeichnet durch eine irreversible Schädigung des KGT und wird in allen Versuchen als Abbruchkriterium (100 % Lebensdauer) genutzt und durch die oben beschriebenen drei Verfahren multikriteriell bestimmt. Mit Hilfe von AE sollen in einer ersten Versuchsreihe die Verschleißmechanismen und die -erscheinungsformen, wie Risse, Pittings und Ausbrüche, bereits im Entstehungsstadium identifiziert und über die

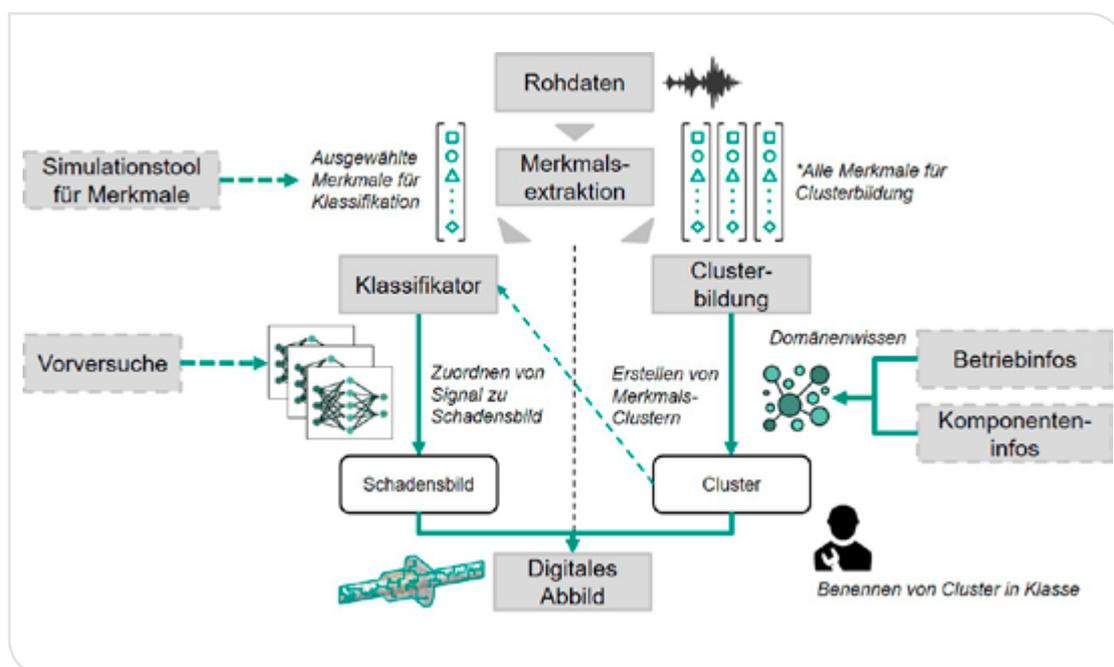
Lebensdauer beobachtet werden. Die Basis bildet auch hier die Lebensdauer nach Schopp mittels Körperschallsensorik. In einer zweiten Versuchsreihe sollen die Verschleißkennwerte (z.B. Steifigkeit) mit der Lebensdauer nach Schopp aufgenommen werden. Die Daten werden multikriteriell und simultan in den jeweiligen Versuchsreihen erfasst. Anschließend wird eine Korrelation mittels Mustererkennung und Klassifikation für den Zusammenhang zwischen Verschleißerscheinungsformen, den -mechanismen und -kennwerten ermittelt.

Ergebnisse

Es handelt sich hierbei um ein laufendes Projekt, dessen Förderung bis Ende 2020 vorliegt. Bereits erfolgreich nachgewiesen ist die Applikation von Piezo-Keramiken und -Folien als Sensorelement für den Wälzkörperkontakt Kugel-Spindel und Kugel-Mutter. Ebenso ist eine Modellarchitektur konzipiert worden, die auf der einen Seite die Integration von Schadenszuordnungen zu Rohsignalen erlaubt und auf der anderen Seite das weitere Lernen und Erkennen von Anomalien während des Betriebs ermöglicht. ■



Ansprechpartner am wbk:
Jonas Hillenbrand, M.Sc.
Telefon: +49 152 395025820
jonas.hillenbrand@kit.edu



Modellarchitektur für die Verarbeitung von AE-Rohdaten und Merkmalen

Forschungsprojekt

Forschungsprojekt PoTracE: Potential von Traceability-Technologien in Ressourcenkreisläufen der Elektromobilität



Ansprechpartner am wbk:
Martin Benfer, M.Sc.
Telefon: +49 1523 9502651
martin.benfer@kit.edu



Ansprechpartner am wbk:
Patrizia Gartner, M.Sc.
Telefon: +49 1523 9502649
patrizia.gartner@kit.edu

Ziel des Vorhabens

Im Forschungsprojekt PoTracE befasst sich das wbk mit dem Potential von Traceability-Lösungen für die Steigerung der Effizienz und Nachhaltigkeit linearer und zirkulärer Fertigungsprozesse der Elektromobilität.

Es soll einerseits ein Werkzeugkasten entworfen werden, der unterschiedliche technische und organisatorische Traceability-Lösungen aufzeigt und entsprechend Eigenschaften, Materialien und Fertigungsprozesse der Produkte systematisiert. Der Werkzeugkasten soll Industrieunternehmen und insbesondere mittelständischen automobilen Zulieferer einen schnellen Überblick über geeignete Lösungen im Bereich der Rückverfolgbarkeit von Produkten geben.

Begleitend zum Werkzeugkasten wird eine praxistaugliche Systematik für die Bewertung des Aufwand-/Nutzenpotentials von Traceability-Lösungen entwickelt.

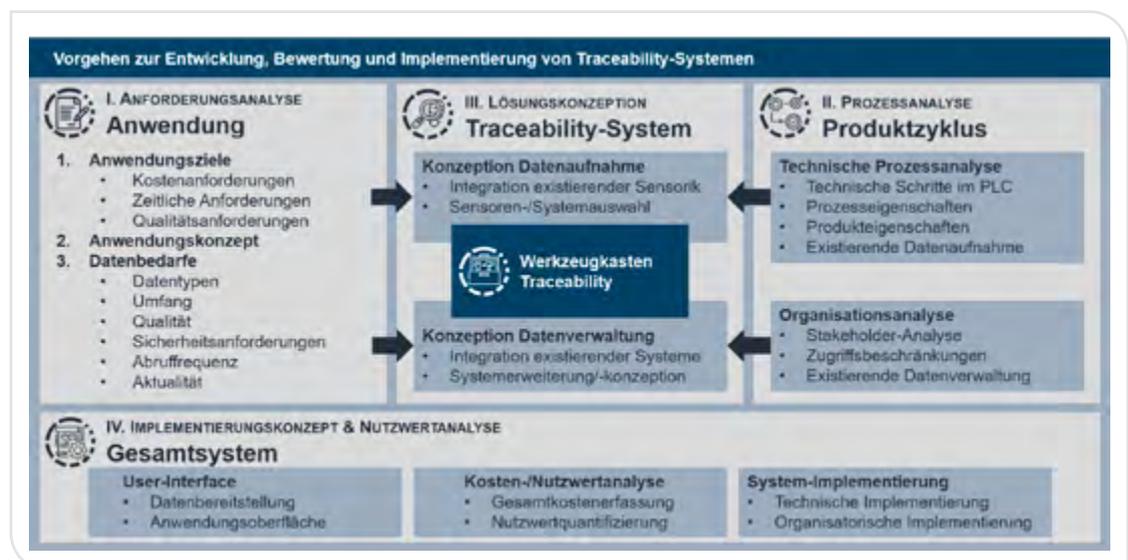
Vorgehensweise

Die Systematik soll das Potential bestimmen, das Traceability-Lösungen bieten, Reklamationen und Feldrückrufe besser abzuwickeln. Zudem soll sie zeigen, welche Möglichkeiten sich bei verstärkter Kollaboration von Unternehmen eröffnen, etwa

bei der gemeinschaftlichen Wiederaufbereitung elektromobiler Produkte. Sowohl der Werkzeugkasten als auch die Aufwand-/Nutzenbewertung berücksichtigen, dass heutige Fertigungsprozesse nicht an singulären Produktionsstandorten, sondern in verteilten Netzwerken mit mehreren Produktionsstandorten durchgeführt werden.

Die Demonstration des Werkzeugkastens und der Systematik zur Nutzen-/Aufwand-Bewertung der Traceability-Lösungen erfolgt am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) anhand von zwei Forschungs- und Trainingslaboren. Beispielhafte technische und organisatorische Traceability-Lösungen sowie deren Potentiale werden sowohl in der Lernfabrik „Globale Produktion“ als auch anhand einer Demontagelinie für Komponenten eines Elektrostellmotors aus dem Projekt AgiProBot praktisch umgesetzt und demonstriert.

Weiterhin sollen Synergien in der angestrebten Ausbildungsfabrik entstehen. Dadurch wird der Nutzen für kleine und mittlere Unternehmen (KMU) im Land Baden-Württemberg bei der strategischen Neuausrichtung und Gestaltung der Transformation weiter unterstützt. ■



Vorgehensmodell zur Implementierung von Traceability-Systemen.

Partnerschaften aus Forschung und Lehre

Partnerschaften des wbk Instituts für Produktionstechnik

Die Arbeiten des wbk befinden sich in unterschiedlichen Phasen – von der Erforschung der Grundlagen neuer Technologien über die anwendungsnahe Forschung und die Vorausentwicklung bis hin zum Technologietransfer in die Industrie. 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. Daher bietet das wbk ein breites Spektrum von Dienstleistungen an, die den Transfer zu den Industriepartnern und zu den Studierenden optimal unterstützen.

Partner im Bereich Studium und Lehre

Das Lehrportfolio des wbk wird durch die Einbindung von Gastdozenten komplettiert, die nicht nur mehrjährige Industrienerfahrung mitbringen, sondern eine tragende Rolle in einem Industrieunternehmen einnehmen. Diese Art der Kooperation baut auf einer langjährigen Tradition auf und gehört zu einem festen Standbein der Lehre am wbk. Die zahlreichen Studierenden bewerten die Vorlesungen der Gastdozenten durchweg positiv.

Das erste komplette Ingenieurstudium in Deutschland für englischsprachige Studierende aus der ganzen Welt wurde 1999 am International Department der damaligen Universität Karlsruhe (TH) eingeführt und wird seit 2007 offiziell an der Carl Benz School of Engineering angeboten. Mit Abschluss des Studiums erhalten die Studierenden heute einen Bachelor of Science (B.Sc.) in Mechanical Engineering (International). Die Carl Benz School bietet dank ihres Mentorensystems und ihrer engen Zusammenarbeit mit Kooperationspartnern aus der Industrie außerordentliche Leistungen an, die über die Standardausbildung deutscher Universitäten hinausgehen.

Die HECTOR School of Engineering and Management hat als Technology Business School des KIT maßgeschneiderte Weiterqualifizierungsprogramme zu aktuellen ingenieurwissenschaftlichen Themen im Programm. Für die berufsbegleitende Weiterbildung werden sieben englischsprachige Master-Studiengänge für Ingenieure, Ökonomen und Informatiker angeboten. Junge Fachkräfte und

Manager werden bei der Entwicklung ihrer technischen Kompetenzen, ihrer Managementfähigkeiten sowie ihrer sozialen Kompetenzen gefördert.

Partner aus Industrie und Forschung

Die Möglichkeit der instituts- und universitätsübergreifenden 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.

2019 wurden 63 Forschungsprojekte mit Industriebeteiligung bearbeitet. Darüber hinaus wurden 59 bilaterale Beratungsprojekte unterschiedlicher Größe durchgeführt. ■



Auditorium der HECTOR School im International Department.



Partnerschaften aus Forschung und Lehre

Global Advanced Manufacturing Institute (GAMI)



Ansprechpartner am wbk:

Dr.-Ing. Tobias Arndt
(General Manager)
Telefon: +86 152 62967398
arndt.tobias@silu.asia
www.silu.asia

Die weltweite Kundennachfrage und der globale Wettbewerb veranlassen einen Großteil deutscher Unternehmen dazu, sich in globalen Produktionsnetzwerken zu organisieren. Denn neben kürzeren Wegen zu Kunden können sie so lokal differenzierte Produkte herstellen und die Kostenvorteile regionaler Märkte nutzen. Dabei ist vor allem eine Präsenz auf dem chinesischen Markt von entscheidender Bedeutung für den geschäftlichen Erfolg. Auch für deutsche Forschungsinstitutionen ist es von großem Interesse, an den Entwicklungen in China teilzuhaben, da viele gesellschaftliche Bedürfnisse und Herausforderungen, wie etwa eine nachhaltige Produktion oder Industrie 4.0 beide Länder gleichermaßen betreffen und sich nur gemeinsam angehen lassen. Nur durch eine Überführung der Forschungsergebnisse aus der ganzen Welt in anwendbaren Output können dringende Probleme schnell und nachhaltig adressiert werden.

In diesem Zusammenhang kooperiert das GAMI mit Sitz im Suzhou Industrial Park (SIP) mit lokalen Universitäten und unterstützt deutsche Unternehmen und deren chinesische Lieferkette mit einem breiten Portfolio an Forschungs- und Industrieprojekten sowie Weiterbildungsprogrammen zu folgenden Themenschwerpunkten:

- Lieferantenmanagement
- Qualitätsmanagement
- Produktionssystemgestaltung
- Logistikmanagement
- Industrie 4.0

Vor allem aufgrund der in China signifikant steigenden Lohnkosten wird dort ebenfalls eine Effizienzsteigerung der Industrie besonders durch Automatisierung und Digitalisierung der Prozesse nach dem Vorbild des deutschen Vorhabens Industrie 4.0 angestrebt. Daher liegt ein besonderer Tätigkeitsfokus des GAMI in der Unterstützung von Organisationen bei der Weiterentwicklung in diesem Themenkomplex.

Industry 4.0 Demonstration and Innovation Center und AI Innovation Factory

Die zunehmende Digitalisierung stellt vor allem die Mitarbeiter vor neue Aufgaben und erfordert zusätzliche Qualifikationen. Das 2015 eröffnete Industry 4.0 Demonstration and Innovation Center am GAMI stellt eine einzigartige Lernumgebung dar, in der reale Produkte auf flexiblen und intelligenten Montagelinien hergestellt werden können. Maschinen und

Werkstücke tauschen in Echtzeit Informationen aus und liefern damit ein direktes Abbild von aktuellen Kennzahlen der Produktion. So werden dem Produktionsmanager alle erforderlichen Informationen an die Hand gegeben, um auch bei sich verändernden Rahmenbedingungen eine hohe Produktivität sicherzustellen. Zudem wird der Mitarbeiter an der Linie von intelligenten Assistenzsystemen dabei unterstützt, alle erforderlichen Komponenten am richtigen Ort bereitzustellen sowie fehlerfrei zu montieren.

Das Industry 4.0 Demonstration and Innovation Center bildet zusammen mit der 2018 eröffneten Artificial Intelligence (AI) Innovation Factory, in der konkrete Anwendungsfälle von AI in der Produktion (weiter-)entwickelt und erprobt sowie Kompetenzen zur Implementierung von AI-Tools und -Technologien praxisnah vermittelt werden, die Smart Manufacturing Plattform



Artificial Intelligence (AI) Innovation Factory am GAMI in Suzhou

des GAMI. Auf ihr können Unternehmen die Vorteile und die Schnittstellenkompatibilität ihrer jeweiligen Lösungen im Wertstrom in Bezug auf die vorherrschenden länderspezifischen Anforderungen evaluieren und demonstrieren. Die beiden Zentren wurden im November 2018 vom chinesischen Ministerium für Industrie und Informationstechnologie (MIIT) als wegweisendes deutsch-chinesisches Kooperationsprojekt im Bereich Intelligente Fertigung ausgezeichnet.

Forschung

Forschungsseitig unterstützt das GAMI vor allem das Verbundprojekt I4TP (Sino-German Industry 4.0 Factory Automation Platform). Ziel des Projekts ist die Entwicklung einer Plattform zur individualisierten und automatisierten Konfiguration von schlüsselfertigen Produktionssystemen basierend auf Produkt- und Kundenanforderungen. Für die Anwendungsfälle im

Projekt erstellt das GAMI eine Simulation des Produktionssystems, optimiert den Einsatz von Betriebsmitteln und Ressourcen und entwickelt darüber hinaus eine Roadmap zur Generierung eines digitalen Geschäftsmodells, das Markt- und Kundenanforderungen optimal abdecken kann.

Zudem startete 2019 das vom BMBF geförderte Projekt INWICA (Innovative Fachkräfte-Qualifizierung für deutsche Unternehmen mit Standorten in China). Das Vorhaben zielt darauf ab, für Produktionsmitarbeiter ein Angebot für eine Aufstiegsqualifikation mittels eines hybriden Lernsystems zu konzipieren und dieses in die aktuelle Weiterbildungslandschaft nachhaltig zu implementieren. Das GAMI ist dabei vor allem für die Analyse für Weiterbildungsbedarfe und -angebote in China sowie die Gestaltung eines integrierten Curriculums verantwortlich.

Industrieprojekte

Vielen Unternehmen in China fehlt es derzeit noch an geeigneten Methoden, um intelligente und vernetzte Systemen in der Produktion einzuführen. Das GAMI unterstützt sie in Industrieprojekten bei der Gestaltung der jeweiligen Vision von Industrie 4.0 sowie der operativen Implementierung von relevanten Lösungen. Dabei werden in einer Fabrik neben der Produktion auch Intralogistik sowie Qualitätssicherung berücksichtigt.

2019 entwickelte das GAMI etwa ein Konzept für eine intelligente Montagelinie eines Haushaltswarenherstellers, ein optimiertes Prüf- und Nacharbeitskonzept für einen Medizintechnikhersteller, eine Bewertungsmethodik für den Lean- und Industrie-4.0-Reifegrad von chinesischen Unternehmen in einem Industriepark oder eine Systematik zur Bewertung der Wandlungsfähigkeit von Montagelinien für einen Automobilzulieferer.

Weiterbildung

Kern der Weiterbildungsangebote 2019 stellte das von der sequa gGmbH geförderte Projekt ProTalent dar. Im dessen Rahmen wurde zusammen mit dem International Department des KIT nicht nur eine Summer School für interessierte Schüler im Bereich Maschinenbau durchgeführt, sondern auch über 50 Workshops für chinesische Zulieferer deutscher Unternehmen vor allem zu den Themen Lean Management und Industrie 4.0.

Darüber hinaus führte das GAMI 2019 rund 1.500 Trainingstage in den verschiedenen Themenschwerpunkten durch und unterstützte auch in diesem Jahr die HECTOR School, die Technology Business School des KIT, bei der Durchführung einer Technical Seminar Week in China. Insgesamt 15 Studierende der Executive Master-Programme Production and Operations Management sowie Management of Product Development hörten in Suzhou Vorlesungen zum Thema Qualitäts- und Lieferantenmanagement in China, gehalten von Dr. Benjamin Häfner und Dr. Tobias Arndt. Neben den Vorlesungen fanden zudem Exkursionen zu deutschen und chinesischen Unternehmen statt.

Veranstaltungen

2019 fanden am GAMI insgesamt zehn verschiedene Foren und Round Tables zu Themen wie etwa Big Data in der Produktion, Schlanke Logistikprozesse oder Digitales Qualitätsmanagement mit insgesamt etwa 200 Teilnehmern statt.

Mitte Oktober fand zudem unter anderem am GAMI der vierte KIT Innovation Day in China statt, der sich dem Themenfeld der Künstlichen Intelligenz (KI) widmete. Sieben Experten des KIT stellten den rund 130 Teilnehmern ihre Forschungsergebnisse vor, um auf aktuelle Herausforderungen in den Themenfeldern aufmerksam zu machen und sich über Möglichkeiten zur Industrialisierung der jeweiligen Forschungsergebnisse in China auszutauschen. Darüber hinaus berichtete Prof. Sun Lining von der Soochow Universität, einer der vier strategischen Partneruniversitäten des KIT in China, über seine aktuellen Innovationen und Entwicklungen im Bereich der Medizinrobotik. ■



Unternehmensbesuch während der Technical Seminar Week bei Mahr in Suzhou



Vierter KIT Innovation Day in China



Partnerschaften aus Forschung und Lehre

Advanced Manufacturing Technology Center (AMTC) an der Tongji-Universität in Schanghai



Ansprechpartner am wbk:
Christopher Ehrmann, Dipl.-Ing.
(Gruppenleiter)
Telefon: +86 182 21374597
amtc@wbk.kit.edu
www.silu.asia

Chinesisch-deutsche Kooperation

Seit 2012 existiert in Schanghai das AMTC als gemeinsame Einrichtung des Chinesisch-Deutschen Hochschulkollegs (CDHK) und der School of Mechanical Engineering (SME) der Tongji Universität. Mit seiner modernen maschinellen Ausstattung und seinem Netzwerk von Partnerfirmen bietet das AMTC ein chinaweit einmaliges Umfeld für die Produktionstechnik, fokussiert auf die Themen Produktionsprozesse, Werkzeugmaschinen sowie Robotik und Automation.

Das Produktionssystem sind die Anlagen zu einer Industrie 4.0 Demo-Linie verknüpft.

Die Einzigartigkeit dieser Linie ergibt sich aus drei Prinzipien:

- Die einheitliche Kommunikation wird – trotz heterogener Steuerungsarchitektur – über OPC-UA realisiert – unter anderem von Bosch Rexroth, Siemens, Fanuc und i5.
- Doktoranden und Masterstudierende haben die Linie konzeptioniert, geplant, programmiert und in Betrieb genommen. Dadurch ist ein tiefgreifendes Verständnis für die Anlage vorhanden, was Anpassungen und die Integration von Sensorik und Algorithmen für neue Forschungsziele vereinfacht.
- In realen Fertigungs- und Montageprozessen entsteht ein reales Produkt. So wird das Verhalten der Prozesse und der Gesamtanlage repräsentativ.

Lehre	Forschung	Technologietransfer
Produktionsprozesse		
Werkzeugmaschinen		
Robotik und Automation		

Portfolio des AMTC

Das AMTC zielt auf angewandte, an die Anforderungen des chinesischen Markts angepasste, Forschung – zusammen mit in China operierenden Unternehmen sowie in staatlich geförderter Forschung.

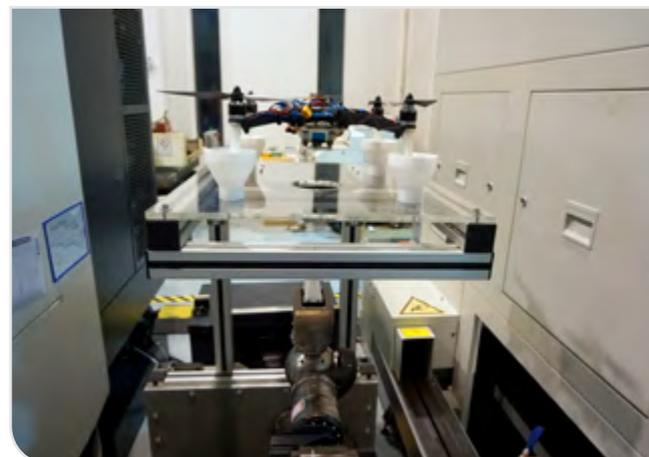
Durch bilaterale Projekte und Workshops gelingt der Technologietransfer aus dem neuesten Stand der Forschung in die Unternehmen sowie durch Lehraktivitäten an Studierende und Mitarbeiter interessierter Unternehmen.

Industrie 4.0-Demo-Linie

Herzstück des AMTC und Drehscheibe von Industrie- und Forschungsprojekten ist das Labor, das mit modernen Werkzeugmaschinen, Robotern und Automatisierungskomponenten ausgestattet ist. Zusammen mit einer Koordinatenmessmaschine, einem digitalisierten Montagearbeitsplatz sowie einem Shopfloor-Management- und Visualisie-

Neues Labor

Ende 2018 wurde mit der School of Mechanical Engineering (SME) eine Vereinbarung über den Umzug in eine größere Maschinenhalle getroffen. Nach dem Abschluss des Umzugs Mitte 2019 stehen dem AMTC weitere Werkzeugmaschinen sowie Platz für neue Forschungsthemen zur Verfügung. Unter anderem kann in der neuen Halle am industriellen Einsatz von 5G-Mobilfunk sowie an Flugdrohnen geforscht werden.



Flugdrohne zur Erforschung maschinellen Sehens und flexibler Kleinteilzuführung

Forschungs- und Industrieprojekte

Ein integriertes deutsch-chinesisches Netzwerk aus Forschungseinrichtungen und Partnern aus der Industrie ermöglicht es, Projektarbeit und gemeinsame Strategien eng zu verzahnen. Zu den durchgeführten Projekten zählen bilaterale Forschungs- und Entwicklungsvorhaben, staatlich finanzierte Forschungs- sowie Verbundprojekte. Themen sind unter anderem:

- Maschinelles Sehen, kombiniert mit maschinellem Lernen, zur kosteneffizienten Optimierung von Fertigungs- und Montageprozessen
- Datenintegration in Shopfloor-Managementsysteme, zur Generierung und Anzeige von Key-Performance-Indikatoren in Echtzeit, direkt an der Anlage
- Auswahl und Systemdesign von Sensoren in Werkzeugmaschinenkomponenten, zur Prozessoptimierung
- Modularisierung von Steuerungshardware und -software, zur effizienteren Integration von Automatisierungsanlagen

Neben dem wbk, das mit den Bereichen Maschinen, Anlagen und Prozessautomatisierung sowie Produktionssysteme vertreten ist, weiteren Instituten des KIT und der Tongji Universität beteiligen sich von deutscher Seite Bosch Rexroth, Schaeffler und Schunk, alle drei bereits Partner des AMTC. Die Chinesischen Firmenpartner iSESOL (ein Tochterunternehmen von Shenyang Machine Tools), ITEI sowie Shenyang Microcyber sind ebenfalls Teil des Konsortiums. Am AMTC wird die I4.0 Demo-Linie zu einem Demo- und Validierungszentrum für die methodischen Ansätze des Projekts erweitert.

International Conference on Sustainable Manufacturing ICSM

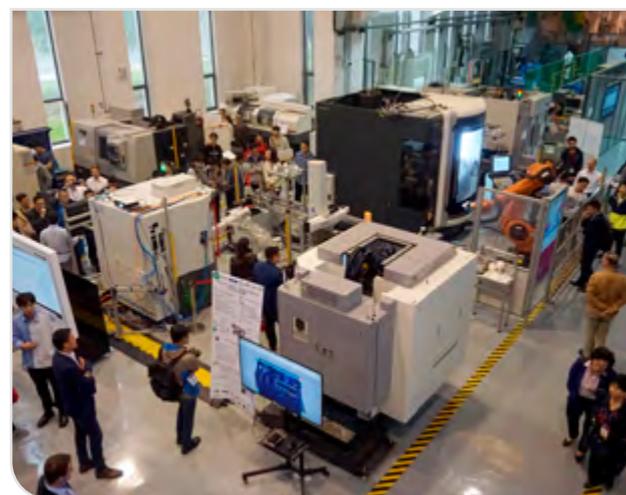
Jedes Jahr im Herbst findet am AMTC die International Conference on Sustainable Manufacturing statt. Die Konferenz befasst sich mit Industrie 4.0 und nachhaltiger Produktion. Sie ist ein Gemeinschaftsprojekt des AMTC, der Tongji Universität sowie Vogel Business Media aus Peking. Das Ziel ist, Industrie und Wissenschaft zu einem Austausch von Ideen zu einer nachhaltigen intelligenten Produktion zusammen zu bringen und die Möglichkeit

der Kooperation in diesem wichtigen Bereich zu fördern. Im Jahr 2019 wurden die Konferenzsitzungen aufgrund der hohen Teilnehmerzahl im nahegelegenen Automobile City Hotel veranstaltet.

Lehre

Hauptziel der Lehre am AMTC ist, das theoretische Wissen aus den Vorlesungen über experimentelle Kurse in den Bereichen mechanische Fertigung und Automatisierung zu vertiefen, um die praktischen Fähigkeiten der Studierenden zu verbessern. Zudem bietet die Ausstattung des AMTC die Möglichkeit, Abschlussarbeiten in Forschungsprojekten an modernen Maschinen und Anlagen in einer industrienahen Umgebung zu schreiben. Zwischen dem KIT und der Tongji Universität besteht ein Doppel-Masterprogramm. Der Lehrplan und die inhaltliche Abstimmung garantieren eine hohe Qualität der Ausbildung, die den Anforderungen beider Universitäten gerecht wird. Das Programm bietet nicht nur eine hervorragende fachliche Ausbildung, sondern auch die Möglichkeit, sich interkulturell auszutauschen und sprachliche Kompetenzen zu erlangen.

In der Vorlesung „Smart Manufacturing and Automation with Industry 4.0“, von Prof. Jürgen Fleischer können die internationalen Studierenden der KIT HECTOR Business School zusätzlich zu den Vorlesungsinhalten praktische Erfahrungen in SPS- und Roboterprogrammierung unter Anleitung der AMTC-Mitarbeiter sammeln. Ein weiterer Pfeiler der Lehre besteht aus Seminaren und Workshops für Mitarbeiter und Führungskräfte der Partnerfirmen. Vermittelt werden u.a. Industrie-4.0-Methoden sowie Transformationsideen bezüglich Elektromobilität. ■



DemoLine während der ICSM2019.



Dissertationen

Einbringung und Gestaltung von Lasteinleitungsstrukturen für im RTM-Verfahren hergestellte FVK-Sandwichbauteile



Autor:
Dr.-Ing. Jan Schwennen

Ziel des Vorhabens

In der Automobilindustrie stellt der Fahrzeugleichtbau eine Schlüsseltechnologie dar. Es ist ein klarer Trend hin zu Multi-Material-Designs erkennbar, bei denen das richtige Material an der richtigen Stelle eingesetzt wird. Sandwichbauteile mit faserverstärktem Kunststoff-Deckschichten und Polyurethan-Schaumkernen bieten für die Großserie ein hohes Leichtbaupotential. Werden diese an andere Bauteile angebunden und dabei punktuell stark belastet, sind Inserts notwendig, welche die Lasten großflächig in die Struktur einleiten.

Ziel der Arbeit war es daher, neue Lasteinleitungsstrukturen zu erarbeiten, die mit geringen Prozessdurchlaufzeiten, kostengünstig und mit hoher Qualität während der Herstellung in FVK-Sandwichbauteile eingebracht werden können. Zusätzlich sollten die Lasteinleitungsstrukturen eine hohe mechanische Belastbarkeit, einen geringen Stückpreis und ein geringes Gewicht aufweisen.

Vorgehensweise

Zur Zielerreichung wurde zunächst ein allgemeiner Einbringungsprozess abgeleitet, mit dem die wichtigsten Varianten der zugehörigen Inserts integriert werden konnten. Das Insert wurde hierfür als Platzhalter betrachtet, der entweder ein Durchgangsloch, ein Innengewinde oder ein Außengewinde als Anbindung aufweisen konnte. Im Anschluss wurde dieser Platzhalter bezüglich mechanischer Belastbarkeit und Gewicht geometrisch ausgestaltet. Wichtige Anforderungen waren

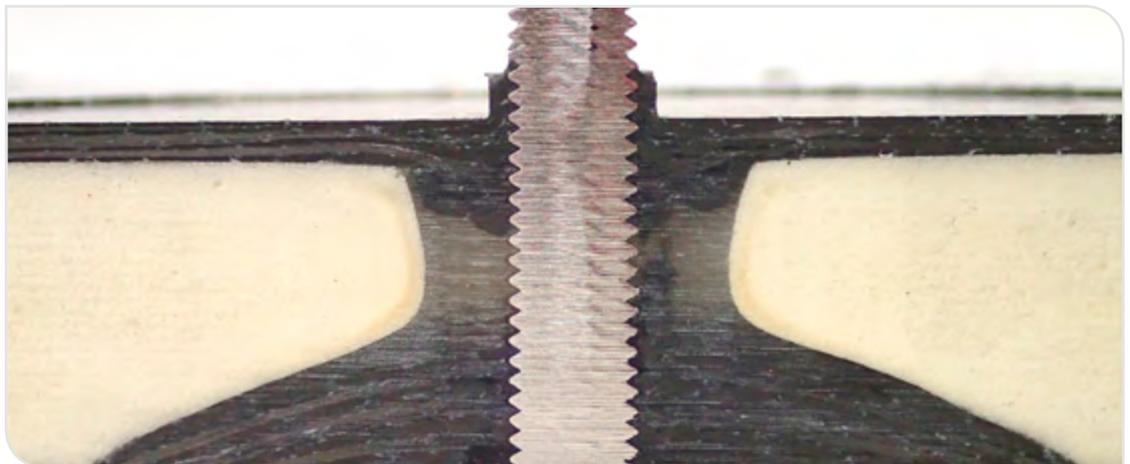
eine hohe mechanische Belastbarkeit, geringe Stückkosten und ein geringes Gewicht. Die Untersuchungen erfolgten am Beispiel einer Pull-Out-Belastung.

Um die mechanische Belastbarkeit verschiedener Verstärkungsstruktur-Geometrien qualitativ zu bestimmen, wurde ein Simulationsmodell aufgebaut. Es erfolgte eine Betrachtung von zweidimensionalen und dreidimensionalen Modellaufbauten mit impliziten und expliziten Lösungsverfahren.

Ergebnisse

Die vorliegende Arbeit liefert zwei Ergebnisse: Zum einen wird ein Einbringungsverfahren vorgeschlagen, mit dem eine Vielzahl an Insert-Varianten während der Herstellung von Resin-Transfer-Moulding-Sandwichbauteilen schnell, kostengünstig und qualitativ hochwertig eingebracht werden kann. Zum anderen wird anhand einer Matrix-Verstärkungsstruktur gezeigt, wie deren mechanische Belastbarkeit durch Anwendung eines Simulationsmodells gesteigert werden kann. Eine Anwendung der entwickelten Einbringungs- und Auslegungsmethode ist prinzipiell auch bei anderen Flüssigimprägnierverfahren möglich.

Die Auslegung der Verstärkungsstruktur wurde am Beispiel einer Pull-Out-Belastung durchgeführt. Durch Anwendung des Simulationsmodells konnte das Erstversagen hier mehr als verdoppelt werden. Zukünftige Arbeiten sollten eine Weiterentwicklung des Simulationsmodells fokussieren. Durch kleine Änderungen am Skript können auch andere Lastfälle, wie beispielsweise Schwerbelastungen, betrachtet werden. ■



Optimierte Verstärkungsstruktur

Dissertationen

Additive Fertigung von endlosfaserverstärkten Kunststoffen mit dem Arburg-Kunststoff-Freiform-Verfahren

Ziel des Vorhabens

Das Ziel der Arbeit ist es, ein Verfahren, inklusive zugehöriger Maschinenteknik, zu entwickeln und zu validieren, mit welchem höherfeste Kunststoffbauteile durch die Einbringung von Endlosfaserverstärkungen innerhalb der additiven Fertigung hergestellt werden können. Die so gefertigten Bauteile sollen bessere mechanische Eigenschaften aufweisen als es die additive Fertigung mit thermoplastischen Kunststoffen bisher ermöglicht hat. Die Entwicklung basiert hierbei auf dem Arburg-Kunststoff-Freiform-Verfahren mit der zugehörigen Fertigungsanlage ARBURG freeformer.

Vorgehensweise

Zunächst wird der aktuelle Stand der Forschung und Technik in Bezug auf die Verwendung von Faserverstärkungen in der additiven Fertigung intensiv betrachtet und erläutert und so ein Überblick über die verschiedenen bereits bestehenden Fertigungstechnologien und die hierdurch erreichbaren mechanischen Eigenschaften gegeben. Basierend auf einer Bewertung des Stands der Technik werden die gewünschten Entwicklungsziele für das neue Verfahren definiert.

Die Entwicklungsziele werden in den Anforderungen einer zu fertigenden Demonstratorgeometrie, dem Aktorgehäuse des Formula-Student Rennteams KA-Racelng, vereint und das Verfahren mit dem Ziel entwickelt, diese komplexe Bauteilstruktur zu fertigen.

Die für die additive Fertigung mit Faserverstärkungen benötigten Fertigungsdateien (G-Codes) werden mit

einem selbst entwickelten Programm erzeugt. Erst dies ermöglicht es, die Endlosfasern in gewünschter Position und Orientierung auch entlang gekrümmter Verstärkungspfade zu implementieren.

Zur Ermittlung geeigneter Verarbeitungsparameter wird eine Parameterstudie auf Basis der statistischen Versuchsplanung durchgeführt und mit Hilfe der einfaktoriellen und mehrfaktoriellen Varianzanalyse ausgewertet. Mit den so ermittelten Parametern werden anschließend Zugprobekörper gefertigt, um die mechanischen Eigenschaften in Bezug auf den Stand der Forschung und Technik zu bewerten. Zudem wird die Demonstratorgeometrie gefertigt.

Ergebnisse

Die in der Abbildung dargestellte Mechanik zur Implementierung von Endlosfasern ermöglicht die Fertigung von Bauteilen aus glasfaserverstärktem ABS im ARBURG freeformer. Die Zugprobekörper erreichen einen globalen Faservolumengehalt von maximal 21,1%, hierbei wird ein E-Modul von 16,2 GPa erreicht. Die höchste Zugfestigkeit von 186 MPa wird bereits bei einem Faservolumengehalt von 9,7% erreicht, was dafür spricht, dass die Anbindung zwischen Fasern und Matrix bei zunehmendem Faservolumengehalt schlechter wird.

Weiterhin wird der zuvor definierte Demonstrator mehrfach erfolgreich gefertigt (s. Abbildung). Einzelne herausstehende Fasern zeigen zwar weiteres Entwicklungspotential insbesondere im Bereich der Datenaufbereitung auf, jedoch kann durch die mehrfache Fertigung über jeweils 18 Stunden bei Verwendung von jeweils ca. 180 m Glasfasern eine gute Prozessstabilität gezeigt werden. ■



Autor:
Dr.-Ing. Florian Baumann



Mechanik für die Implementierung von Fasern in die additive

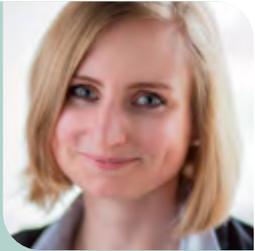


DRS-Aktorgehäuse



Dissertationen

Untersuchung der prozessbestimmenden Größen für die anforderungsgerechte Gestaltung von Pouchzellen-Verpackungen



Autorin:
Dr.-Ing. Ramona Pfeiffer

Ziel des Vorhabens

Batterien im Bereich der Elektromobilität sollen bei möglichst geringem Bauraum sowie Gewicht eine möglichst hohe Kapazität aufweisen. Daher ist es äußerst wichtig, die Batteriezellen dahingehend zu optimieren. Sogenannte Pouch-Zellen, also Zellen, deren Verpackung lediglich aus einer Aluminiumverbundfolie besteht, zeigen aufgrund des geringen Gewichts der Verpackung ein hohes Potential. Problematisch ist dabei jedoch die Gestaltungsfreiheit der Zellstapelhöhe. Diese ist durch die maximale Tiefziehtiefe der Folie festgelegt und bewegt sich im Bereich von ca. 20-25 mm.

Ziel der Arbeit war es, eine verpackungstechnische Lösung für Zellstapel jenseits einer Höhe von 25 mm zu finden. Dazu gehörte ebenfalls der Beweis der Funktionalität, also der Dichtigkeit dieser Verpackung.

Vorgehensweise

Zur Zielerreichung wurde zunächst der Tiefziehprozess anhand mehrfaktorieller Versuche untersucht, um Einflüsse und Fehlerentstehung zu verstehen. Anhand dieser Erkenntnisse wurde der Prozess anschließend optimiert, um die Tiefziehtiefe prozesssicher zu maximieren.

Um jedoch unabhängig vom Tiefziehprozess eine größere Stapelhöhe für Batteriezellen zu erreichen, wurde weiterhin eine alternative, format- und höhenflexible Verpackung für Pouch-Zellen erar-

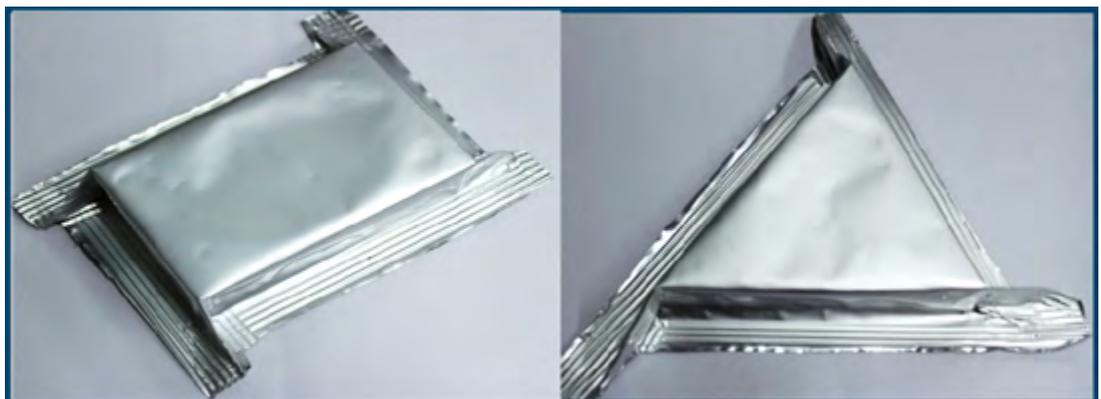
beitet. Dazu wurden, ausgehend vom Stand der Technik von Prozessen wie Blechbiegen, passende Faltschemata für verschiedene Formatquerschnitte erstellt. Anschließend wurden prototypische Faltschachtelverpackungen hergestellt. Diese wurden in Dichtigkeitstests validiert sowie in Zelltests auf ihre Anwendbarkeit überprüft.

Ergebnisse

Die vorliegende Arbeit liefert zwei Ergebnisse: Zum einen wird der Einfluss verschiedener Tiefzieh- und Maschinenparameter auf das Tiefziehergebnis dargestellt. Durch die Optimierung dieser Parameter gelang es, die untersuchte Verbundfolie bis zu 11 mm prozesssicher tiefzuziehen, die maximale Tiefziehtiefe laut Herstellerdatenblatt beträgt dabei lediglich 6 mm.

Des Weiteren wurde eine neuartige Verpackung als Faltschachtel aus der gleichen Verbundfolie entwickelt. Für verschiedene Formatquerschnitte wie Dreieck, Sechseck sowie Quader verschiedener Höhen wurden Faltschemata entwickelt und Prototypen gebaut. Die Untersuchung der Dichtigkeit anhand verschiedener Verfahren attestierte eine ausreichende Dichtigkeit der Verpackung.

Auch der Zellbau und die anschließende Charakterisierung im Vergleich zu einer konventionell hergestellten Referenzzelle unterstreichen die Anwendbarkeit der neu entwickelten, formatflexiblen Verpackung. ■



Faltschachteln für Pouch-Zellen

Dissertationen

Entwicklung eines datenfusionsbasierten Multisensorsystems für Hybrid Sheet Molding Compound

Ziel des Vorhabens

Sheet Molding Compound (SMC) ist ein weit verbreiteter Faserverbundkunststoff, welcher aufgrund seiner geringen Kosten und sehr guter Oberfläche häufig zum Einsatz kommt. Allerdings sind die mechanischen Eigenschaften zu gering, um SMC für Strukturbauteile einzusetzen. Um dieses Defizit zu beheben, wird das bekannte Glasfaser-SMC lokal mit kontinuierlichem Carbon-SMC verstärkt. Somit besteht die Möglichkeit, die Vorteile beider einzelnen Werkstoffe miteinander zu verknüpfen. Bei dieser Kombination besteht die Gefahr, dass eine große Anzahl von Defekten im Material auftritt. Diese Defekte lassen sich in externe und interne Defekte untergliedern. Um diese Defekte vollständig zu detektieren, ist es notwendig ein Multisensorsystem aufzubauen, welches eine vollständige und benutzerfreundliche Auswertung ermöglicht, unter Berücksichtigung der Messunsicherheit.

Vorgehensweise

Zunächst müssen die kritischen Defekte, welche im untersuchten Material auftreten können, analysiert werden. Aufgrund der großen Anzahl möglicher Defekte werden diese reduziert und anschließend Zugprüfungen mit defekten Proben durchgeführt, um den Einfluss der Defekte zu kennen. Durch den aktuellen Stand der Forschung ist es möglich geeignete Systeme für externe und interne Defekte auszuwählen. Für alle Untersuchungen werden das bereits am Institut bestehende Laserlichtschnittsystem

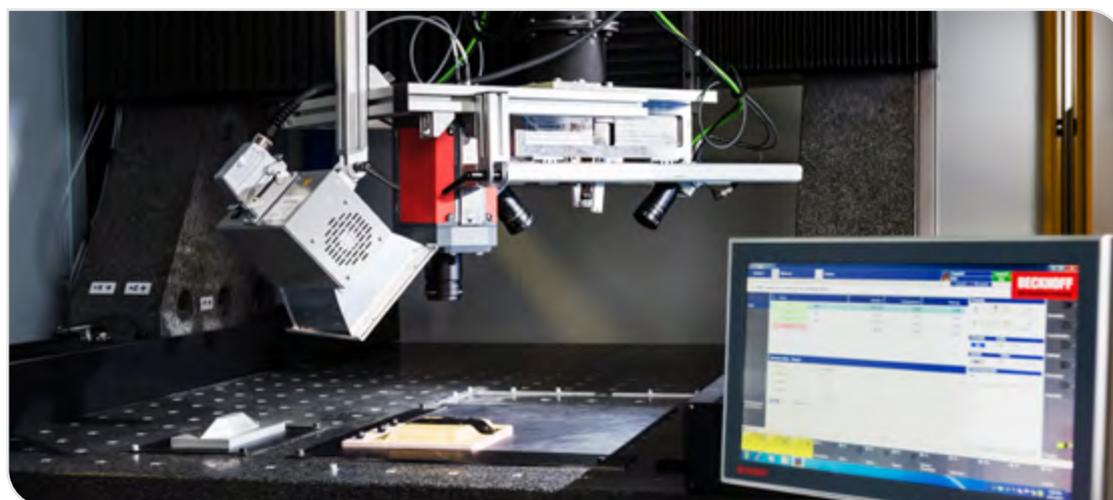
und die aktive Thermografie gewählt. Im nächsten Schritt müssen die einzelnen Systeme analysiert und die Messunsicherheit betrachtet werden. Bei der aktiven Thermografie muss zusätzlich noch die Systemauswahl, die Einbindung in das bereits bestehende System, sowie eine Tiefenanalyse und Defektcharakterisierung erfolgen. Anschließend werden beide Systeme in einem Multisensorsystem zusammengefasst, ein Datenfusionsprozess entwickelt sowie der Mehrwert und die Messunsicherheit aufgezeigt.

Ergebnisse

Nachdem die Auswahl der Fehler und der geeigneten Messsysteme erfolgt ist, wurde für die Einbindung ein Puls-Phasen Thermografiesystem ausgewählt. Mit diesem System erfolgt eine experimentelle Tiefenanalyse, sowie die Charakterisierung von einzelnen Defekten, wie beispielsweise Falten. Für beide einzelne Systeme wurde eine Methode zur experimentellen Messunsicherheitsanalyse entwickelt. Anschließend erfolgt der Aufbau des Multisensorsystems. Der Datenfusionsprozess wird dabei sequenziell umgesetzt und eine Registrierung mit Hilfe von externen Registrierungskörpern durchgeführt. Erst durch diesen Datenfusionsprozess ist es möglich, die genaue Tiefeninformation am Bauteil zu erhalten und somit einen Mehrwert für den Anwender zu schaffen. In weiteren Schritten ist es allerdings notwendig, die Messunsicherheiten zu reduzieren. Dies ist durch eine andere Registrierungsmethode sowie eine automatisierte Auswertung möglich. ■



Autorin:
Dr.-Ing. Marielouise Schäferling



Multisensorsystem aus Laserlichtschnitt und Thermografie



Dissertationen

Veränderungsfähigkeit getakteter Fließmontagesysteme



Autor:
Dr.-Ing. Johannes Fisel

Ziel des Vorhabens

Produzierende Unternehmen der Automobilindustrie sind mit der Herausforderung konfrontiert, die Marktdurchdringung elektrisch angetriebener PKW wirtschaftlich zu gestalten. Die Prognose der zukünftigen Jahresabsatzzahlen unterschiedlicher Antriebskonzepte unterliegt einer hohen Unsicherheit, so dass die schnelle und wirtschaftliche Reaktion von Unternehmen auf Veränderungen zu einem wesentlichen Erfolgsfaktor wird. Das Ziel der Dissertation besteht darin, eine Methodik zur Fließbandabstimmung zu entwickeln, die sowohl Flexibilitäts- und Wandlungsfähigkeitsanforderungen aufgrund Veränderungen im Variantenmix berücksichtigt, als auch eine Bewertung der resultierenden Kosten ermöglicht.

Vorgehensweise

Hierzu erfolgt die Entwicklung eines multikriteriellen Optimierungsmodells, das in Abhängigkeit möglicher zukünftiger Szenarien veränderungsfähige Fließbandabstimmungen erzeugt. Da Flexibilitätsuntersuchungen und die monetäre Bewertung zur Auflösung von Überlast erst nach erfolgter Reihenfolgeplanung durchzuführen sind, wird eine der Optimierung nachgelagerte Bewertung der Fließbandabstimmungen vorgenommen.

Um die Präferenz eines Entscheiders bei der Auswahl eines Lösungsbündels miteinzubeziehen, schließt die Methodik mit der Formulierung eines multikriteriellen Auswahlproblems, das mit der

verbreiteten Methode TOPSIS gelöst wird. Diese Verfahren sucht diejenige Lösung, die dem idealen Lösungswert am nächsten und gleichzeitig vom schlechtesten Lösungswert am weitesten entfernt ist.

Ergebnisse

Das Ergebnis der Methodik ist eine Fließbandabstimmung, bestehend aus der Zuordnung von Arbeitsvorgängen und Betriebsmittel zu den Stationen des Montagebandes. Dabei werden sowohl die Restriktionen des Montagevorranggraphs als auch der möglichst kostengünstige Abbau von Überlast fokussiert.

Aufgabe:

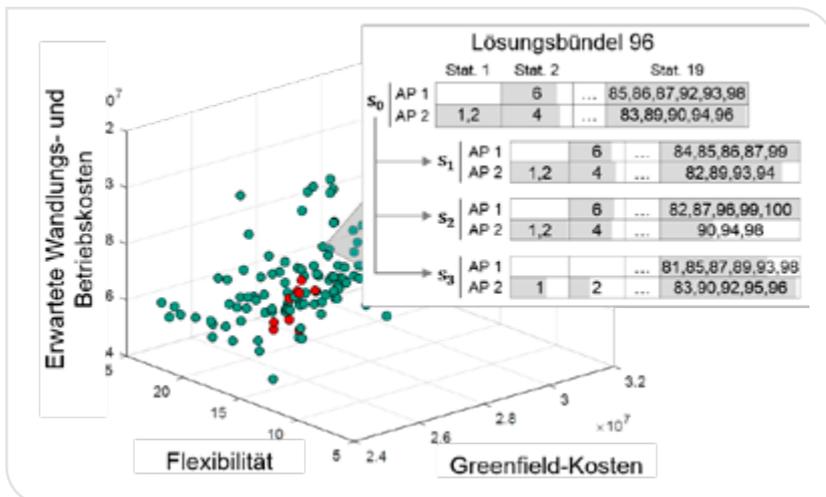
Fließbandabstimmung für PKW der Kompaktklasse

- 100 Arbeitsvorgänge
- 8 Ausstattungsmerkmale
- 3 Ausstattungspakete
- Je Periode 7 Jahre
- 3 Antriebskonzepte
- ...



Übersicht der Eingangsparameter eines typischen Planungsproblems zur Lösung mit der beschriebenen Methodik

Zusammenfassend leistet die entwickelte Methodik einen wesentlichen Beitrag, um die Wirtschaftlichkeit von Fließbandabstimmungen im unsicheren Marktumfeld zu erhöhen, in dem die Veränderungsfähigkeit zielgerichtet eingesetzt wird.



Punktwolke der Fließbandabstimmung mit Detailansicht der Stationszuordnungen von Montagevorgängen

Dissertationen

Qualitätssicherung von textilen Kohlenstofffaser-Preforms mittels prozessintegrierter Wirbelstromsensor-Arrays

Ziel des Vorhabens

Im Rahmen der Arbeit wurde ein zerstörungsfreies Sensorsystem für die Qualitätssicherung von Kohlenstofffaser-Preforms entwickelt. Die Lösung erfolgte in Form eines werkzeugintegrierten Wirbelstromsensor-Arrays, das im stempelbasierten Preforming der Resin-Transfer-Moulding-Prozesskette prozessintegriert eingesetzt werden kann. Dieser Ansatz geht mit einer hohen Prozessnähe einher und erlaubt 100%-Prüfungen von Kohlenstofffaserhalbzeugen an zuvor definierten Regions of Interest.

Vorgehensweise

Um dies zu erreichen, wurde in einem ersten Schritt eine systematische, experimentelle Bewertung darüber durchgeführt, wie sich ggf. komplexe Geometrien des Preform-Werkzeugs auf die Gestaltung eines Sensor-Arrays auswirken. Dafür wurden in der Literatur verwendete Spulenbauformen und verschiedene Parameter im Rahmen von Prüfstandsuntersuchungen verglichen, um eine optimale Auswahl relevanter Systemkomponenten zu ermöglichen. Auf dieser Basis wurden drei prototypische Sensorsysteme verschiedener Spulenbauformen erarbeitet. Diese bestehen sowohl aus den ausgewählten physischen Sensorelementen, als auch der dazugehörigen Elektronik für deren Betrieb. Die implementierten Methoden der Datenauswertung dienen der quantitativen Ermittlung von Faserbündelorientierungen in Preforms.

Zusätzlich wurde ein Gehäusekonzept erarbeitet, das flexibel je nach betrachtetem Geometriefall angepasst, durch die kunststoffbasierte additive Fertigung gefertigt und in den Preforming-Prozess integriert werden kann.

Um die Einsatztauglichkeit des Sensors für industrielle Anwendungen bewerten zu können, wurde eine Messunsicherheitsanalyse, durchgeführt. Diese gliedert sich in verschiedene identifizierte Anteile, die zur Gesamtunsicherheit des Systems beitragen.

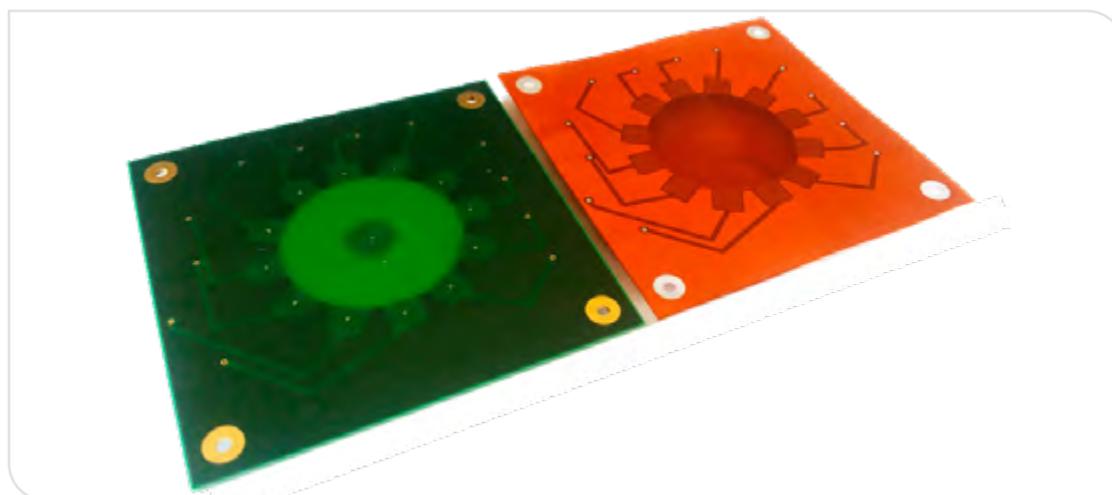
Im letzten Teil der Arbeit wurden für Preforms typische Defekte mit einem starren Flachspulen-Array untersucht. Dabei konnte herausgestellt werden, dass Falten, fehlende Faserbündel und Gaps in einlagigen Geweben erkannt und jeweils charakteristischen Signalverläufen zugeordnet werden können. Die dabei gesammelten Erkenntnisse wurden in einen Ansatz des Maschinellen Lernens überführt, indem eine Support Vector Machine implementiert und erprobt wurde.

Ergebnisse

Es konnte gezeigt werden, dass durch Nutzung des Sensor-Arrays die untersuchten Defekttypen mit hundertprozentiger Genauigkeit, durch Analyse der Wirbelstromdaten voneinander unterschieden werden können. Eine Unterscheidung nach Defektgrößen ist ebenso, allerdings nur mit geringfügig reduzierter Genauigkeit möglich. ■



Autor:
Dr.-Ing. Dietrich Berger



Wirbelstromsensor-Array zur Qualitätssicherung von Kohlenstoff



Dissertationen

Additive Herstellung von Metallbauteilen mit dem Arburg-Kunststoff-Freiformen



Autor:
Dr.-Ing. Quirin Spiller

Ziel des Vorhabens

Das Arburg-Kunststoff-Freiformen stellt ein additives Fertigungsverfahren dar, welches handelsübliches Kunststoffgranulat zur Herstellung von Bauteilen verwendet. Dieses Formgebungsverfahren bietet das Potential, unter Verwendung von metallischen Feedstocks aus dem Metallpulverspritzgussbereich Grünlinge additiv aufzubauen, welche anschließend entbindert und gesintert werden. Dadurch besteht die Möglichkeit, wirtschaftlich ab Stückzahl 1 Metallbauteile mit vergleichbaren Eigenschaften zum Metallpulverspritzguss herzustellen.

Gegenstand der vorliegenden Dissertation ist die Ermittlung der Wirkzusammenhänge zwischen den Prozessparametern und den sich einstellenden mechanischen Eigenschaften der Bauteile. Bei der Verwendung von metallischen Feedstocks treten bei der Austrageinheit Verschleißprobleme auf. Die Austrageinheit hinsichtlich des Verschleißverhaltens zu optimieren, um so die Lebensdauer zu erhöhen, ist ein weiterer Bestandteil der vorliegenden Dissertation.

Vorgehensweise

Im Rahmen einer Sensitivitätsanalyse wurden basierend auf theoretischen Vorüberlegungen die folgenden Prozessparameter ausgewählt, welche im

Verdacht stehen, Defekte im Bauteil hervorzurufen: Temperatur der Austrageinheit, Temperatur des Bauraums sowie Druckgeschwindigkeit und Austragszahl (entspricht Tropfenvolumen). Als Zielgrößen wurden die Dichte im grünen Zustand, Dichte im gesinterten Zustand, Zugfestigkeit (R_m), welche die mechanischen Eigenschaften des Bauteils beschreiben, und die Schwindung, welche eine wichtige Größe zur Dimensionierung des Bauteils darstellt, gewählt.

Ergebnisse

Es konnte gezeigt werden, dass die untersuchten Prozessparameter Austragszahl, Druckgeschwindigkeit und Temperatur der Austrageinheit im untersuchten Prozessparameterwertebereich keine signifikanten Einflüsse auf die Dichte im grünen Zustand, Dichte im gesinterten Zustand, Zugfestigkeit R_m und auf die Schwindung besitzen. Insgesamt konnten unter Berücksichtigung der Streuung jeweils äquivalente Werte für die Zielgrößen im Vergleich zum Metallpulverspritzguss erzielt werden.

Im Rahmen der Verschleißuntersuchung der Austrageinheit konnten die Verschleißmechanismen Abrasion und Oberflächenzerrüttung nachgewiesen werden. Durch die Vergütung der Austragsdüse und die Plasmanitrierung der Nadelmembran konnte die Lebensdauer um 255 % gesteigert werden. ■



Spritzgegossene Zugproben (links) und freigeformte Zugproben

Dissertationen

Steigerung der Ressourceneffizienz und Verfügbarkeit von Kugelgewindetrieben durch adaptive Schmierung

Ziel des Vorhabens

Während sich vergangene Forschungsarbeiten zur Steigerung der technischen Verfügbarkeit von Kugelgewindetrieben insbesondere mit der Entwicklung von Condition-Monitoring-Systemen zur Verschleißzustandserkennung beschäftigt haben, verfolgt diese Dissertation das Ziel, mittels adaptiver Schmierung auftretenden Verschleiß aktiv zu reduzieren.

Vorgehensweise

Zu Beginn der Arbeit erfolgt eine Darstellung und Bewertung des aktuellen Stands von Forschung und Technik im Themenfeld. Basierend auf den hierbei identifizierten Defiziten wird dann das innovative adaptive Schmierverfahren konzipiert. Als erster Schritt erfolgt hierzu eine Analyse der Einflüsse auf den Schmierstoffbedarf von Kugelgewindetrieben (KGT). Basierend auf den vorherrschenden Wirkzusammenhängen von Axiallast, Drehzahl, Temperatur und Reibmoment erfolgt dann die Erarbeitung und Validierung eines für Kugelgewindetriebe geeigneten Reibungsmodells. Das Konzept der adaptiven Schmierung sieht vor, im Betrieb von Kugelgewindetrieben deren real vorliegenden Schmierzustand mit deren SOLL-<Zustand zu vergleichen und hieraus bedarfsgerechte Entscheidungen zur Nachschmierung abzuleiten. Hierzu erfolgt die Entwicklung eines geeigneten Sensorsystems.

Ergebnisse

Das entwickelte Schmierverfahren und das entstandene Sensorsystem zur adaptiven Schmierung von Kugelgewindetrieben werden in Laborversuchen validiert. Hierbei wird deren Fähigkeit zur Steigerung der Ressourceneffizienz und Verfügbarkeit gegenüber konventionellen Schmierverfahren nachgewiesen.

Im Rahmen von vergleichenden Lebensdaueruntersuchungen werden insgesamt sechzehn KGT untersucht, um eine quantitative Vergleichbarkeit des entwickelten Schmierverfahrens mit konventionellen Schmieransätzen zu ermöglichen. Als Ergebnis der Lebensdaueruntersuchungen wird festgehalten, dass die adaptive Schmierung eine durchschnittliche

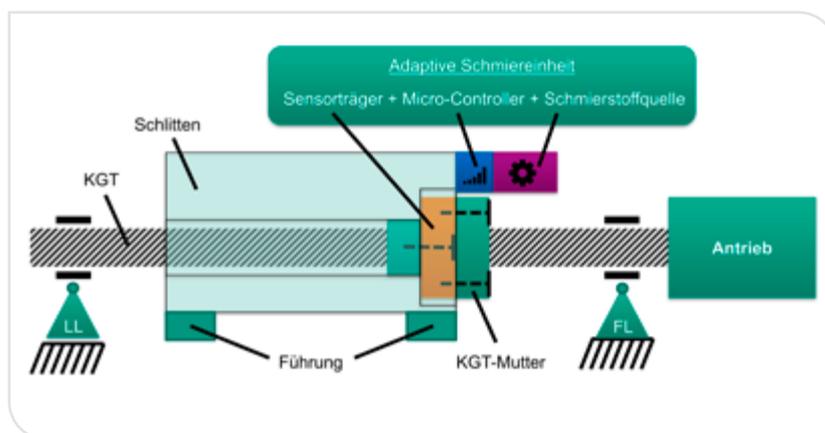
Steigerung der Komponentenlebensdauer um 70% hervorbrachte. Eine weitere positive Beeinflussung der Ressourceneffizienz kann dadurch erzielt werden, dass die bei der adaptiven Schmierung benötigte Schmierstoffmenge deutlich unter der vom Hersteller empfohlenen Menge liegt. Die durchgeführten Laboruntersuchungen erbrachten gegenüber der Herstellerempfehlung eine Schmierstoffsparsung von durchschnittlich mehr als 70%.

Im nächsten Schritt der technischen Validierung wird dann die Eignung des adaptiven Schmierystems zur Steigerung der technischen Verfügbarkeit von KGT aufgezeigt, welche sich aus dessen Fähigkeit zur Verschleißzustandserfassung ergibt. Als Indikator für einen bevorstehenden KGT-Ausfall wird hierbei die Frequenz auftretender Schmierstoffbedarfe herangezogen. Eine steigende Bedarfsfrequenz deutet auf das Vorhandensein von Verschleißmerkmalen im KGT hin. Zur Ausfallprognose des jeweiligen KGT werden dann das unmittelbar vor dem Ausfall ansteigende KGT-Reibmoment und die rapide ansteigende KGT-Muttertemperatur verwendet.

Als abschließend zu validierender Untersuchungsgegenstand wird die Einsatzfähigkeit des entwickelten Sensorsystems in Werkzeugmaschinen nachgewiesen. Hierzu werden Versuchsdurchführungen unter dynamisch veränderlichen Lastbedingungen durchgeführt, welche die in Werkzeugmaschinen vorherrschenden Randbedingungen realitätsnah abbilden. ■



Autor:
Dr.-Ing. Andreas Spohrer



Vorschubachse mit KGT und adaptiver Schmiereinheit



Dissertationen

Ausfallfrüherkennung von Ritzel-Zahnstangen-Trieben mittels Acoustic Emission



Christopher Ehrmann, Dipl.-Ing.
Telefon: +86 18221374597
amt@wbk.kit.edu

Ziel des Vorhabens

Trotz der wirtschaftlichen und technischen Bedeutung von Ritzel-Zahnstangen-Trieben sind bisher keine Verfahren oder Ansätze zu deren Zustandsüberwachung bekannt. Trotzdem treten im Betrieb unerwünschte Ausfälle im Sinne von Spontanausfällen und Frühausfällen auf.

Ziel des Vorhabens war es, ein Überwachungssystem für Ritzel-Zahnstangentriebe zu erarbeiten. Der primäre Zweck des Systems ist die frühestmögliche Detektion von Schadensursachen oder Schadensbildern bezüglich der Komponenten Ritzel und Zahnstange, welche zu einem Früh- oder Spontanausfall des Antriebsstrangs führen. Dies sind konkret die Schadensursachen Ausrichtungs- bzw. Montagefehler, Überlast und unzureichende Schmierung sowie die dazugehörigen Schadensbilder. Das System ist für den Einsatz an aktuellen, linearen Vorschubachssystemen ausgelegt.

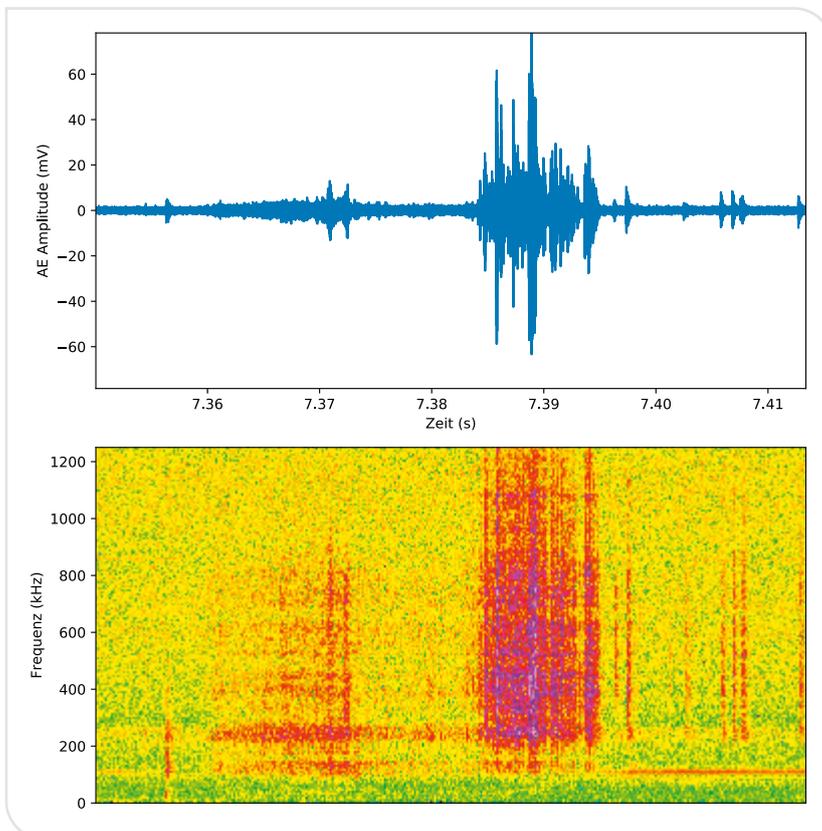
Vorgehensweise

Aufgrund der spezifischen, mechanischen Eigenschaften des Ritzel-Zahnstangen-Triebs war keine hinreichende Übertragbarkeit bestehender Ansätze aus dem Stand der Technik anderer linearer Antriebssysteme gegeben. Die bereits für andere Antriebssysteme, wie beispielsweise Planetengetriebe, erfolgreich eingesetzte Zustandsüberwachung mittels Acoustic Emission erfüllte jedoch die in der Zielsetzung genannten Voraussetzungen. Diese wurde in dieser Arbeit auf den Ritzel-Zahnstangen-Trieb übertragen, dazu wurden zunächst ein für die spezifischen Anforderungen an den Antrieb und die Schadensursachen geeignetes Sensor- und Auswertungssystem entwickelt. Dieses wurde schließlich durch ein bezüglich Schadensursachen und Systemaufbau angepasstes Versuchskonzept, bestehend aus Versuchsständen und Versuchsplan, durch Laborversuche validiert.

Ergebnisse

Den ersten Teil der Ergebnisse stellen die Hardware und Software inklusive Auswerteverfahren des Systems dar. Ein speziell an das Antriebssystem angepasster Sensor mit berührungsloser, optischer Datenübertragung sowie ebenfalls berührungsloser, induktiver Energieübertragung ist hierbei das relevanteste Teilsystem. Hiermit war es erstmals möglich, direkt am rotierenden Ritzel ohne den Einfluss der Übertragungsstrecke zu messen.

Die Validierung des Gesamtsystems stellt den zweiten Teil der Ergebnisse dar. Hierbei wurden mittels Kurzzeit- und Dauerläufen auf den Versuchsständen erfolgreich die Zusammenhänge von Schadensursachen sowie Schadensbildern mit den Auswertungsergebnissen korreliert. ■



Signalamplitude und zugehöriges Frequenzspektrum eines vom Ritzelsensor erfassten Signals beim Überfahren einer schadhaften Stelle auf der Zahnstange

Dissertationen

Numerische Entwicklung von Strategien zur Kompensation thermisch bedingter Verzüge beim Bohren von 42CrMo4

Ziel des Vorhabens

Im Bereich der spanenden Fertigung von metallischen Bauteilen entsteht durch das Eindringen des Werkzeugs in den Werkstoff ein thermomechanisches Lastkollektiv, welches zur Ausbildung von Eigenspannungen und Formabweichungen nach der Bearbeitung führt. Die messbaren Folgen beim Bohren sind exzentrische Bohrungsgeometrien in radialer Richtung, welche sich über die Bohrungstiefe zusätzlich in veränderlichen Radien fortsetzen. Ziel dieser Arbeit ist es daher, mittels Berechnungen nach der Finite Elemente Methode (FEM) diese Formungen analytisch zu erfassen und geeignete Strategien zu deren Minimierung oder Kompensation zu entwickeln.

Vorgehensweise

Zur Erreichung der Zielstellung wird hierfür ein 3D-FEM-Bohrsimulationsmodell mit beispielhaft sieben Bohrungen aufgebaut. Mithilfe dieses Modells werden drei aufeinander aufbauende Methoden hinsichtlich ihrer Eignung, den Wärmeeintrag zu senken bzw. den Spannungszustand zu reduzieren untersucht und optimiert. Ausgehend von der Trockenbearbeitung beschäftigt sich die erste Methode mit der Reduktion des Gesamtwärmehaushalts durch eine geeignete Wahl der Prozessparameter in Kombination mit einer angepassten Bearbeitungsfolge. Auf Basis dieser Ergebnisse modelliert die zweite Methode den Einfluss von verschiedenen Kühlfluiden zur gezielten Steuerung der Abkühlvorgänge. Die Kühlfluide unterscheiden sich dabei im Wesentlichen anhand der Fluidtem-

peratur und des Wärmeübergangskoeffizienten. Die dritte Methode nutzt die Freiheitsgrade des elliptischen Fräsens zur gezielten Fertigung von unrunder Bohrungen. Die notwendige Werkzeugbahn wird über eine Auswertung der Verzugsvektoren im Simulationsmodell anhand eines iterativen Verfahrens ermittelt.

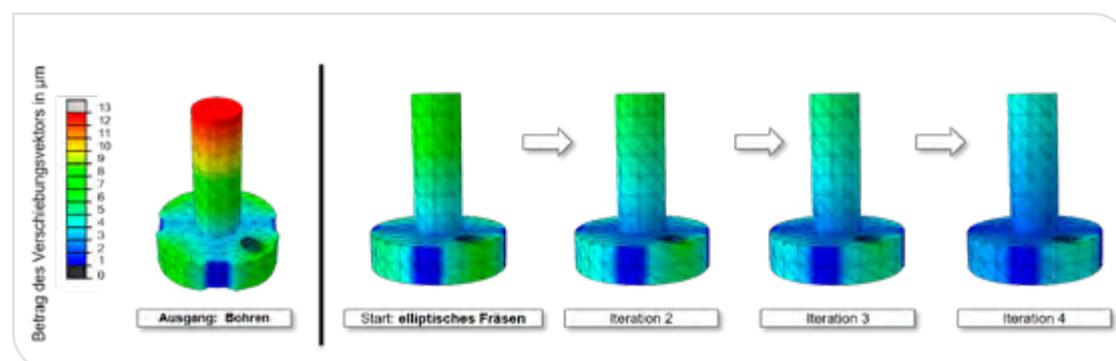
Abschließend werden die aus den drei Methoden ermittelten Erkenntnisse gekoppelt und unter dem Gesichtspunkt der praktischen Anwendbarkeit in experimentellen Zerspanungsversuchen validiert.

Ergebnisse

Die Ergebnisse zeigen einen deutlichen Rückgang der thermischen Belastung infolge optimierter Abstimmung von erhöhten Schnittparametern. Der Einfluss auf eine veränderte Bearbeitungsreihenfolge zeigte sich als gering, da die Bohrungen geometrisch zu weit auseinander liegen, um thermisch wechselwirken zu können. Der Einfluss von verschiedenen Kühlfluiden verdeutlichte, dass die richtige Auswahl des Kühlmediums im Wesentlichen vom Wärmeübergangskoeffizient und nicht von der Temperaturdifferenz bestimmt wird. Mit dem elliptischen Fräsen wurde eine Bearbeitungsstrategie gefunden, mit der unter Zuhilfenahme der Verzugsvektoren in der Bohrung eine derartige Fräsbahn berechnet werden kann, die die Exzentrizität der Bohrung nahezu komplett kompensiert. In der abschließenden experimentellen Validierung konnte mittels einer simulativ abgeleiteten Bearbeitungsstrategie ein Demonstrator mit deutlich reduzierter Formabweichung gefertigt werden. ■



Autor:
Dr.-Ing. Patrick Bollig



Reduzierung des Verschiebungsvektor während der Optimierung der elliptischen Fräsbahn



Veröffentlichungen

Bücher

Kuhnle, A.; Jakubik, J. & Lanza, G. (2019), „Reinforcement learning for opportunistic maintenance optimization“, Production Engineering - Research and Development, Bd. 13, Nr. 1, S. 33–41.

Kupzik, D.; Ballier, F. & Fleischer, J. (2019), „Automated Integrated Handling and Preforming“ in Continuous - Discontinuous Fiber - Reinforced Polymers, Hrsg. Böhlke, T.; Henning, F.; Hrymak, A.; Kärgler, L.; Weidenmann, K. & Wood, J., Carl Hanser Verlag, München, S. 25-45. ISBN/ISSN: 978-1-56990-692-7

Roth, S.; Coutandin, S. & Fleischer, J. (2019), „New Production Technologies - Material- and Process Characterization of Fibre-Metal-Elastomer Laminate Components with high forming degrees“ in Technologies for economical and functional lightweight design, Hrsg. Dröder, K. & Vietor, T., Springer Verlag, Berlin, S. 147-154. ISBN/ISSN: 3662582066

Dissertationen

Ballier, F. (2019), Systematic gripper arrangement for a handling device in lightweight production processes, In: Shaker Verlag, Aachen, Reihe wbk 222, 2019

Baumann, F. (2019), Additive Fertigung von endlosfaserverstärkten Kunststoffen mit dem ARBURG Kunststoff-Freifform Verfahren, In: Shaker Verlag, Aachen, Reihe wbk 229, 2019

Berger, D. (2019), Qualitätssicherung von textilen Kohlenstofffaser-Preforms mittels prozessintegrierter Wirbelstromsensor-Arrays, In: Shaker Verlag, Aachen, Reihe wbk 231, 2019

Bollig, P. (2019), Numerische Entwicklung von Strategien zur Kompensation thermisch bedingter Verzüge beim Bohren von 42CrMo4, In: Shaker Verlag, Aachen, Reihe wbk 227, 2019

Fisel, J. (2019), Veränderungsfähigkeit getakteter Fließmontagesysteme - Planung der Fließbandabstimmung am Beispiel der Automobilmontage, In: Shaker Verlag, Aachen, Reihe wbk 226, 2019

Pfeiffer, R. (2019), Untersuchung der prozessbestimmenden Größen für die anforderungsgerechte Gestaltung von Pouchzellen-Verpackungen, In: Shaker Verlag, Aachen, Reihe wbk 228, 2019

Schäferling, M. (2019), Development of a Data Fusion-Based Multi-Sensor System for Hybrid Sheet Molding Compound, In: Shaker Verlag, Aachen, Reihe wbk 223, 2019

Schennen, J. (2019), Einbringung und Gestaltung von Lasteinleitungsstrukturen für im RTM-Verfahren hergestellte FVK-Sandwichbauteile, In: Shaker Verlag, Aachen, Reihe wbk 231, 2019

Spiller, Q. (2019), Additive Herstellung von Metallbauteilen mit dem ARBURG Kunststoff-Freifform, In: Shaker Verlag, Aachen, Reihe wbk 224, 2019

Spohrer, A. (2019), Steigerung der Ressourceneffizienz und Verfügbarkeit von Kugelgewindetrieben durch adaptive Schmierung, In: Shaker Verlag, Aachen, Reihe wbk 225, 2019

Konferenzbeiträge

Barton, D.; Gönninger, P.; Schade, F.; Ehrmann, C.; Becker, J. & Fleischer, J. (2019), „Modular smart controller for Industry 4.0 functions in machine tools“. Procedia CIRP, Hrsg. Butala, P.; Govekar, E. & Vrabčič, R., S. 1331-1336.

Benfer, M.; Ziegler, M.; Gützlaff, A.; Franken, B.; Cremer, S.; Prote, J. & Schuh, G. (2019), „Determination of the abstraction level in production network models“. Procedia CIRP, Hrsg. Elsevier, S. 198-203.

Bold, B.; Kopp, A.; Denk, N.; Schneider, G. & Fleischer, J. (2019), „In-line measurement of wrinkle formation and strains for NMC 622 cathodes while calendaring“. International Battery Production Conference IBPC, Hrsg. Technische Universität Braunschweig, S. 57.

Bold, B.; Weinmann, H.; Bernecker, J. & Fleischer, J. (2019), „Identifying the Impact of Calendaring on Subsequent Processes Using a New Approach to Quality Assurance“. Advanced Battery Power 2019, Hrsg. Haus der Technik e.v., S. 1.

Bretz, L.; Hinze, T.; Häfner, B. & Lanza, G. (2019), „Evaluation of anomaly detection capabilities using a non-orthogonal camera angle in pulse-phase thermography“. Procedia CIRP, Hrsg. Kerrigan, K.; Mativenga, P. & El-Dessouky, H., S. 308-313.

Dackweiler, M.; Coutandin, S. & Fleischer, J. (2019), „Prozessmodellierung des Faserwickelns als Fügeverfahren“. Lightweight Plaza, Hrsg. Hannover Messe, S. 1-17.

Echler Minguillon, F. & Lanza, G. (2019), „Coupling of centralized and decentralized scheduling for robust production in agile production systems“. 12th CIRP Conference on Intelligent Computation in Manufacturing Engineering, 18-20 July 2018, Gulf of Naples, Italy, Hrsg. Roberto Teti, S. 385-390.

Fleischer, J. (2019), „A new concept for agile production of battery cells“. AABC 2019, Hrsg. AABC.

Fleischer, J.; Lanza, G. & Schulze, V. (2019), „Auf dem Weg zur Elektromobilität – Wettbewerbsfaktor Produktionstechnik“. Auf dem Weg zur Elektromobilität – Wettbewerbsfaktor Produktionstechnik, Hrsg. Fleischer, J.; Lanza, G.; Schulze, V. & , , S. 1-132.

Gerstenmeyer, M.; Hartmann, J.; Zanger, F. & Schulze, V. (2019), „Adjustment of Lifetime-Increasing Surface Layer States by Complementary Machining“, HTM Journal of Heat Treatment and Materials, Band 3, S. 181-190.

Gerstenmeyer, M.; Segebade, E. & Schulze, V. (2019), „Surface Engineering: Innovative Zerspanungsprozesse zur definierten Einstellung von Bauteileigenschaften“, diALOG, S. 48-53.

Gönnheimer, P.; Hillenbrand, J.; Betz-Mors, T.; Bischof, P.; Mohr, L. & Fleischer, J. (2019), „Auto-configuration of a digital twin for machine tools by intelligent crawling“. Production at the leading edge of technology, Hrsg. Wulfsberg, J. P.; Hintze, W. & Behrens, B., S. 543-552.

Gönnheimer, P.; Kimmig, A.; Ehrmann, C.; Schlechtendahl, J.; Güth, J. & Fleischer, J. (2019), „Concept for the Configuration of Turnkey Production Systems“. Procedia CIRP, Hrsg. Dietrich, F. & Krenkel, N., S. 234-238.

Gönnheimer, P.; Kimmig, A.; Mandel, C.; Stürmlinger, T.; Yang, S.; Schade, F.; Ehrmann, C.; Klee, B.; Behrendt, M.; Schlechtendahl, J.; Fischer, M.; Trautmann, K.; Fleischer, J.; Lanza, G.; Ovtcharova, J.; Becker, J. & Albers, A. (2019), „Methodical approach for the development of a platform for the configuration and operation of turnkey production systems“. Procedia CIRP, Hrsg. Putnik, G., S. 880-885.

González Fernández, G.; Segebade, E.; Zanger, F. & Schulze, V. (2019), „FEM-based comparison of models to predict dynamic recrystallization during orthogonal cutting of AISI 4140“. Procedia CIRP 82, Hrsg. Elsevier B.V., S. 154-159.

Halwas, M.; Sell-Le Blanc, F.; Jux, B.; Doppelbauer, M.; Wirth, F.; Hausmann, L.; Hofmann, J. & Fleischer, J. (2019), „Coherences Between Production Technology and Performance of Electric Traction Drives“. 2019 9th International Electric Drives Production Conference (EDPC), Hrsg. IEEE, S. 1-9.

Helming, S.; Buergin, J.; Bitte, F.; Haefner, B. & Lanza, G. (2019), „Integrated Production and Logistics Planning and Control in Global Production Networks“. Advances in Production Research, Hrsg. R. Schmitt and G. Schuh, S. 637-646.

Helming, S.; Haverkamp, C.; Häfner, B. & Lanza, G. (2019), „Development of a Structured Approach for Reactive Disruption Management in Supply Chain Networks - an Integrated Perspective“. Knowledge Valorisation in the Age of Digitalization. International Conference on Competitive Manufacturing (COMA 19), 31 January-2 February 2019, Stellenbosch, South Africa, Hrsg. D. Dimitrov, D. Hagedorn-Hansen & K. von Leipzig, Department of Industrial Engineering, Stellenbosch University, Stellenbosch, S. 431-437.

Hofmann, C.; Stähr, T.; Cohen, S.; Stricker, N.; Haefner, B. & Lanza, G. (2019), „Augmented Go & See: An approach for improved bottleneck identification in production lines“. Procedia Manufacturing, Hrsg. Christoph Herrmann, S. T., S. 148-154.

Hofmann, J. (2019), „Advances in electric drive production for e-mobility via the integration of digital assurance processes“. Proceedings of CWIE-ME, Hrsg. Hyve Group, S. 1-13.

Hofmann, J.; Sell-Le Blanc, F.; Wöbner, W.; Vishnuram, E.; Köhn, H.; Lepold, A.; Weber, T.; Schüttler, T.; Busch, P. & Fleischer, J. (2019), „Development of a new model based servo-controlled wire tensile force control for stator winding applications“. Proceedings of 2019 9th International Electric Drives Production Conference (EDPC), Hrsg. IEEE, S. 1-6.

Kacaras, A.; Bächle, M.; Schwabe, M.; Zanger, F.; Puente León, F. & Schulze, V. (2019), „Acoustic emission-based characterization of focal position during ultra-short pulse laser ablation“. Procedia CIRP, Hrsg. Elsevier, S. 270-275.

Klose, J.; Zanger, F. & Schulze, V. (2019), „Gear skiving of external gears with internally geared tools“. VDI Berichte 2355, Hrsg. VDI Wissensforum GmbH, S. 1579-1590.

Kopp, A.; Niedermaier, J.; Bold, B.; Holl, K.; Berthaler, T. & Schneider, G. (2019), „Microstructural investigation of deformation of Al folis in cathode current collectors during compression of electrode coatings“. International Battery Production Conference IBPC, Hrsg. Technische Universität Braunschweig, S. 18.

Kuhnle, A.; Schäfer, L.; Stricker, N. & Lanza, G. (2019), „Design, Implementation and Evaluation of Reinforcement Learning for an Adaptive Order Dispatching in Job Shop Manufacturing Systems“. Procedia CIRP, Hrsg. Elsevier, S. 234-239.

Kupzik, D.; Biergans, L.; Coutandin, S. & Fleischer, J. (2019), „Kinematic Description and Shape Optimization of UD-Tape Reinforcements Manufactured with a Novel Preforming Process“. 2nd CIRP Conference on Composite Material Parts Manufacturing, Hrsg. Kerrigan, K.; Mativenga, P. & El-Dessouky, H., S. 78-83.

- Lanza, G. & Liebrecht, C. (2019), „**Learning Factory on Global Production. Use Case Augmented Go & See**“ in The 2019 World Manufacturing Forum Report. Skills for the Future of Manufacturing, Hrsg. M. Taisch, M. L. Casidsid, M. Despeisse, R. Luglietti, G. May, T. R. Morin, M. Pinzone & T. Wuest, World Manufacturing Foundation, Milano, Italy, S. 56.
- Lanza, G.; Haefner, B.; Verhaelen, B. & Peukert, S. (2019), „**Produktionsnetzwerke und Fabriktypen der Zukunft**“, ZWF Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, Nr. 12, S. 797-801. 10.3139/104.112196 [07.01.20].
- Mayer, D.; Hausmann, L.; Maul, N.; Reinschmidt, L.; Hofmann, J. & Fleischer, J. (2019), „**Systematic investigation of the grooving process and its influence on slot insulation of stators with hair-pin technology**“. 9th International Electric Drives Production Conference (EIDPC) - Proceedings, Hrsg. IEEE, S. 161-167.
- Moll, P.; Ohlberg, L.; Salzer, S.; Coutandin, S. & Fleischer, J. (2019), „**Integrated Gripping-system for Heating and Preforming of Thermoplastic Unidirectional Tape Laminates**“. Procedia CIRP, Hrsg. CIRP, S. 263-268.
- Moll, P.; Schäfer, A.; Coutandin, S. & Fleischer, J. (2019), „**Method for the Investigation of Mold Filling in the Fiber Injection Molding Process Based on Image Processing**“. Procedia CIRP, Hrsg. CIRP, S. 156-161.
- Muth, M.; Bernath, A.; Seuffert, J.; Roth, S.; Coutandin, S.; Fleischer, J.; Henning, F. & Weidenmann, K. A. (2019), „**LOAD-BEARING FVK METAL HYBRID STRUCTURE FOR AUTOMOTIVE CRASH APPLICATIONS - SIMULATION, PRODUCTION, PERFORMANCE**“. 23rd Dresden International Lightweight Engineering Symposium, Hrsg. Institut für Leichtbau und Kunststofftechnik, T. U. D., S. 0-0.
- Neuenfeldt, P.; Kacaras, A.; Zanger, F. & Schulze, V. (2019), „**Optimization of the stream finishing process for mechanical surfacetreatment by numerical and experimental process analysis**“. Symposium Mechanical Surface Treatment 2019: 8th Workshop Machine Hammer Peening, Hrsg. Wbk Institute of Production Science, K., S. 138-149
- Nieschlag, J. .; Ruhland, P. .; Coutandin, S. . & Fleischer, J. . (2019), „**Herstellung und Auslegung hybrider Hohlstrukturen im Schleuderverfahren**“. -, Hrsg. -, S. 0-0.
- Nieschlag, J.; Ruhland, P.; Coutandin, S. & Fleischer, J. (2019), „**Rotational Molding for the Production of Hybrid FRP Metal Tension and Compression Rods with Form Fit**“. Konferenzband WGP, Hrsg. Springer, S. 0-0.
- Ruhland, P.; Berger, M.; Coutandin, S. & Fleischer, J. (2019), „**Production of Hybrid Tubular Metal-Fiber-Preforms: Material Characterization of Braided Hoses with a Binder**“. Procedia CIRP 85, Hrsg. Elsevier, S. 118-123.
- Schäfer, J.; Singer, R.; Hofmann, J. & Fleischer, J. (2019), „**Challenges and solutions in automated disassembly and condition-based remanufacturing of lithium-ion battery modules for a circular economy**“, Global Conference on Sustainable Manufacturing (GCSM 2019), Shanghai, China, 09.10.2019–11.10.2019
- Schäfer, M.; Büsching, M.; Coutandin, S. & Fleischer, J. (2019), „**Safe Human Robot Collision Avoidance with an End-Effector integrated 360° LiDAR System**“. Tagungsband des 4. Kongresses Montage Handhabung Industrieroboter, Hrsg. Springer Vieweg, S. 129-139.
- Schäfer, M.; Moll, P.; Brocke, L. & Fleischer, J. (2019), „**Model for Web-Application based Configuration of Modular Production Plants with automated PLC Line Control Code Generation**“. Procedia CIRP, Volume 83, Hrsg. Procedia CIRP, S. 292-297.
- Schild, L.; Fuelling, M.; Häfner, B. & Lanza, G. (2019), „**Uncertainty Evaluation of Pore Analysis for Additively Manufactured Parts using Cross Sections**“. 9th International Conference on Industrial Computed Tomography (ICT) 2019, S. 1–8.
- Schlagenhauf, T.; Feuring, C.; Hillenbrand, J. & Fleischer, J. (2019), „**Camera Based Ball Screw Spindle Defect Classification System**“. Production at the leading edge of technology, Hrsg. Springer, S. 503-512.
- Segebade, E.; Gerstenmeyer, M.; Dietrich, S.; Zanger, F. & Schulze, V. (2019), „**Influence of anisotropy of additively manufactured AlSi10Mg parts on chip formation during orthogonal cutting**“. Procedia CIRP 82, Hrsg. Elsevier B.V, S. 113-118.
- Segebade, E.; Hilligardt, A. & Volker, S. (2019), „**Analyses of technical and true overlap in hammer peening operations**“. Symposium Mechanical Surface Treatment 2019, Hrsg. Trauth, D. & Mannens, R., S. 76-84.
- Sell-Le Blanc, F.; Halwas, M.; Jäger, D.; Weiße, L.; Jovanski, J.; Kehl, N.; Hofmann, J. & Fleischer, J. (2019), „**Feasibility Study for Enameled Round Copper Wire Compression within Slots of Electrical Machines**“. 2019 9th International Electric Drives Production Conference (EDPC), Hrsg. IEEE, S. 1-9.
- Stamer, F.; Labbouz, A.; Häfner, B. & Lanza, G. (2019), „**Framework für Smart Services als Grundlage für Kollaboration im Kontext aufkommender industrieller Dienstleistungen**“. Produktion im Grenzbereich - Vorsprung halten, Zukunft sichern!, Hrsg. Wulfsberg, J. P.; Hintze, W. & Behrens, B., S. 603-612.

Stampfer, B.; Golda, P.; Zanger, F.; Schiebl, R.; Maas, U. & Schulze, V. (2019), „Thermomechanically coupled numerical simulation of cryogenic orthogonal cutting“. 17th CIRP Conference on Modelling of Machining Operations (17th CIRP CMMO), Hrsg. Ozturk, E.; Mcleay, T. & Msaoubi, R., S. 438-443.

Storz, T. & Fleischer, J. (2019), „Agile battery production – a novel concept for the manufacturing of battery cells flexible in format and material“. IBPC 2019, Hrsg. IBPC.

Treber, S.; Breig, R.; Kentner, M.; Häfner, B. & Lanza, G. (2019), „Information Exchange in Global Production Networks: Increasing Transparency by Simulation, Statistical Experiments and Selection of Digitalization Activities“, Procedia CIRP, Bd. 84, S. 225–230.

Ungermann, F.; Kuhnle, A.; Stricker, N. & Lanza, G. (2019), „Entscheidungsunterstützungssysteme in der Produktion“, ZWF Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, S. 34-38.

Vargas, B.; Klose, J.; Zanger, F. & Schulze, V. (2019), „Simulative and Experimental Investigation of Gear Skiving with Reduced Axis Crossing Angles“. GETPRO, Hrsg. Forschungsvereinigung Antriebstechnik e.V. (FVA), S. 235-244.

Vargas, B.; Zapf, M.; Klose, J.; Zanger, F. & Schulze, V. (2019), „Numerical Modelling of Cutting Forces in Gear Skiving“. Procedia CIRP 82, Hrsg. Elsevier B.V., S. 455-460.

Verhaelen, B.; Haefner, B. & Lanza, G. (2019), „Scalable and flexible production ramp-up in global production networks - a strategic network approach“. EurOMA Proceedings 2019, Hrsg. EurOMA, S. 317-326.

Weinmann, H. W. & Fleischer, J. (2019), „Influences of Increasing Coating Thicknesses and Calendering Degrees on Single-Sheet-Stack Formation“. International Battery Production Conference IBPC, Hrsg. Technische Universität Braunschweig, S. 49.

Wirth, F.; Fleischer, J. (2019), Influence of Wire Tolerances on Hairpin Shaping Processes, Proceedings of 2019 9th International Electric Drives Production Conference (EDPC), Hrsg. IEEE, S. 1-6.

Wirth, F.; Hausmann, L.; Halwas, M.; Hofmann, J.; Mayer, D.; Wöbner, W. & Fleischer, J. (2019), „Optimierte Fertigung elektrischer Traktionsmotoren durch Technologien der Industrie 4.0“. Future Mobility: automatisiert - vernetzt - elektrisch, Hrsg. Technische Akademie Esslingen e.V., S. 1-14.

Wirth, F.; Hofmann, J. & Fleischer, J. (2019), „Einfluss geometrischer Materialtoleranzen auf die werkzeuggebundene Formgebung und Eigenschaften von Hairpin-Steckspulen“, www.umformtechnik.net, S. 1-18.

Wöbner, W.; Uhl, E.; Hofmann, J. & Fleischer, J. (2019), „Sensitivity Analysis and Validation of the Intelligent Assembly Process for Permanent Magnet Rotors with the Balancing Grade G 2.5“. Proceedings of 2019 9th International Electric Drives Production Conference (EDPC), Hrsg. IEEE, S. 1-6.

Yang, S.; Schrage, J.; Haefner, B. & Lanza, G. (2019), „Development of a regionalized implementation strategy for smart automation within assembly systems in China“. 80, Hrsg. Procedia CIRP, S. 723-728.

Zapf, M.; Klose, J.; Zanger, F. & Schulze, V. (2019), „Process forces and surface topography when manufacturing case-hardened gears by double flanked hard skiving“. VDI Berichte 2355, Hrsg. VDI Wissensforum GmbH, S. 1647-1658.

Zeitschriften

Arndt, T.; Kumar, M.; Lanza, G. & Tiwari, M. K. (2019), „Integrated approach for optimizing quality control in international manufacturing networks“, Production Planning & Control, Bd. 30, 2-3, S. 225–238.

Bretz, L.; Häfner, B. & Lanza, G. (2019), „Funktionsorientierte Inline-Messtechnik von Faserverbunden“, wt-online, S. 816-821.

Buerger, J.; Hammerschmidt, A.; Hao, H.; Kramer, S.; Tutsch, H. & Lanza, G. (2019), „Robust order planning with planned orders for multi-variant series production in a production network“, International Journal of Production Economics, Bd. 210, S. 107–119.

Coutandin, S.; Wurba, A.; Luft, A.; Schmidt, F.; Dackweiler, M. & Fleischer, J. (2019), „Mechanical characterisation of the shear, bending and friction behaviour of bindered woven fabrics during the forming process“, Materials Science and Engineering Technology, Nr. 12, S. 1573-1587.

Dackweiler, M.; Hagemann, L.; Coutandin, S. & Fleischer, J. (2019), „Experimental investigation of frictional behavior in a filament winding process for joining fiber-reinforced profiles“, Composite Structures, S. 1-8.

Dackweiler, M.; Krause, M.; Coutandin, S.; Klee, B. & Fleischer, J. (2019), „Konfiguration von Robotiklösungen“, VDI-Z, Band 161, S. 62-65.

Dackweiler, M.; Mayer, T.; Coutandin, S. & Fleischer, J. (2019), „Modeling and optimization of winding paths to join lightweight profiles with continuous carbon fibers“, Production Engineering, Nr. 2, S. 207-217.

Diehm, R.; Weinmann, H. W.; Kumberg, J.; Schmitt, M.; Fleischer, J.; Scharfer, P. & Schabel, W. (2019), „Edge Formation in High-Speed Intermittent Slot-Die Coating of Disruptively Stacked Thick Battery Electrodes“, Energy Technology, S. 1-8.

- Echsler Minguillon, F.; Schömer, J.; Stricker, N.; Lanza, G. & Duffie, N. (2019), „Planning for changeability and flexibility using a frequency perspective“, CIRP Annals-Manufacturing Technology, Bd. 68, Nr. 1, S. 427–430.
- Ekanayake, S.; Wiedbrauck, D.; Schäferling, M.; Häfner, B.; Schmitt, R. H. & Lanza, G. (2019), „Thermografie zur Detektion von CFK-Schäden – Quantitativer Vergleich der Lock-in- und Puls-Phasen-Thermografie“, tm - Technisches Messen, Bd. 86, Nr. 5, S. 285–296.
- Eschner, N.; Weiser, L.; Häfner, B. & Lanza, G. (2019), „Akustische Prozessüberwachung für das Laserstrahlschmelzen (LBM) mit neuronalen Netzen: Eine Potentialbewertung“, tm - Technisches Messen, Bd. 86, Nr. 11, S. 661–672.
- Fengler, B.; Schäferling, M.; Schäfer, B.; Bretz, L.; Lanza, G.; Häfner, B.; Hrymak, A. & Kaerger, L. (2019), „Manufacturing uncertainties and resulting robustness of optimized patch positions on continuous-discontinuous fiber reinforced polymer structures“, Composite Structures, Bd. 213, S. 47–57.
- Fisel, J.; Exner, Y.; Stricker, N. & Lanza, G. (2019), „Changeability and flexibility of assembly line balancing as a multi-objective optimization problem“, Journal of Manufacturing Systems, Bd. 53, S. 150–158.
- Friedli, T.; Schuh, G.; Lanza, G.; Remling, D.; Gützlaff, A. & Stamer, F. (2019), „Next Level Production Networks“, ZWF, Band 114, Nr. 3, S. 101-104.
- Friedmann, M.; Nguyen Duc, H.; Coutandin, S.; Fleischer, J. & May, M. (2019), „Intelligent, konnektiv, sensitiv“, handling, S. 14-15.
- Hausmann, L.; Wirth, F.; Franck, C.; Förderer, M.; Karrer, M.; Hofmann, J. & Fleischer, J. (2019), „Ausbildungsfabrik Statorfertigung“, ZWF Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, Band 10, S. 621-626.
- Helfrich, A.; Zanger, F. & Schulze, V. (2019), „Continuous-Discontinuous Fiber-Reinforced Polymers“, Continuous-Discontinuous Fiber-Reinforced Polymers, S. 61-76.
- Helming, S.; Ungermann, F.; Hierath, N.; Stricker, N. & Lanza, G. (2019), „Development of a training concept for leadership 4.0 in production environments“, Procedia Manufacturing, Bd. 31, S. 38–44.
- Hofmann, J.; Bolender, M.; Sun, P.; Fleischer, J.; Sell-Le Blanc, F. & Köhn, H. (2019), „CAD/CAM-Schnittstelle für die Wickeltechnik“, wt online, S. 611-616.
- Jacob, A.; Hillermeier, M. & Lanza, G. (2019), „Fabrikplanung für die additive Fertigung. Integration von Spezifika der additiven Fertigung und Industrie 4.0 in die Fabrikplanung“, wt Werkstattstechnik online, Bd. 109, Nr. 4, S. 278–283.
- Klenk, F.; Häfner, B.; Lanza, G. & Wagner, M. (2019), „Kreislaufwirtschaft in globalen Wertschöpfungsnetzwerken. Analyse aktueller Herausforderungen zur industriellen Umsetzung der Kreislaufwirtschaft“, Industrie 4.0 Management, Nr. 6, S. 29–32.
- Kuhnle, A. & Lanza, G. (2019), „Investigation of closed-loop supply chains with product refurbishment as integrated location-inventory problem“, Production Engineering, Band 4, S. 293-303.
- Kuhnle, A.; Röhrig, N. & Lanza, G. (2019), „Autonomous order dispatching in the semiconductor industry using reinforcement learning“, Procedia CIRP - 12th CIRP Conference on Intelligent Computation in Manufacturing Engineering, S. 391-396. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2019.02.101>
- Kupzik, D.; Coutandin, S. & Fleischer, J. (2019), „Werkzeugloses Umformen lastangepasster UD-Verstärkungen“, lightweight design, S. 38-43.
- Lanza, G. & Treber, S. (2019), „Transparency increase in global production networks based on multi-method simulation and metamodeling techniques“, CIRP Annals-Manufacturing Technology, Bd. 68, Nr. 1, S. 439–442.
- Lanza, G.; Ferdows, K.; Kara, S.; Mourtzis, D.; Schuh, G.; Váncza, J.; Wang, L. & Wiendahl, H.-P. (2019), „Global production networks: Design and operation“, CIRP Annals-Manufacturing Technology, Bd. 68, Nr. 2, S. 823–841.
- Lanza, G.; Klenk, F. & Krahe, C. (2019), „Track & Trace als Basis für die Kreislaufwirtschaft in der Automobilindustrie“, Werkstoffe in der Fertigung, Bd. 2019, Nr. 6, S. 22–23.
- Liebrecht, C.; Krodel, T.; Stricker, N. & Lanza, G. (2019), „Ausprägungen von Industrie 4.0 im Mittelstand. Zusammenhänge zwischen der Morphologie von Produktionsbereichen und der Einsetzbarkeit von Industrie-4.0-Methoden“, ZWF Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, Bd. 114, Nr. 6, S. 398–403.
- Liebrecht, C.; Krogmann, M.; Stricker, N. & Lanza, G. (2019), „Methoden-Toolbox zur Einführung von Industrie 4.0. Identifikation und Bewertung von Industrie 4.0-Potenzialen in mittelständischen Unternehmen“, wt Werkstattstechnik online, Bd. 109, Nr. 4, S. 214–220.

Moll, P.; Schäfer, M.; Coutandin, S. & Fleischer, J. (2019), „Reconfigurable modular production plant for thermoplastic hybrid composites“, *Production Engineering*, Nr. 3, S. 469-477.

Netzer, M.; Michelberger, J. & Fleischer, J. (2019), „Intelligente Störungserkennung einer Werkzeugmaschine“, *ZWF - Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb*, Nr. 10, S. 635-638.

Roth, S.; Stoll, M.; Weidenmann, K. A.; Coutandin, S. & Fleischer, J. (2019), „A new process route for the manufacturing of highly formed fiber-metal-laminates with elastomer interlayers (FMEL)“, *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, S. 1293-1301.

Roth, S.; Warnck, M.; Coutandin, S. & Fleischer, J. (2019), „Herstellung punktschweißbarer CFK-Metall-Bauteile im RTM Prozess“, *Lightweight Design*, Band 5, S. 18-23.

Rothaupt, B. & Fleischer, J. (2019), „Sensorische Spannbacke für die Drehbearbeitung“, *wt Werkstattstechnik online*, S. 594-597.

Schäferling, M.; Häfner, B.; Lanza, G.; Trauth, A.; Weidenmann, K. & Thompson, M. (2019), „Effects of defects in hybrid sheet moulding compound – Evaluation of defects and the impact on mechanical properties“, *Materialwissenschaft und Werkstofftechnik*, Bd. 50, Nr. 11, S. 1317–1325.

Schlagenhauf, T.; Hillenbrand, J.; Klee, B. & Fleischer, J. (2019), „Integration von Machine Vision in Kugelgewindespindeln“, *wt Werkstattstechnik online*, S. 605-610.

Silbernagel, R.; Stamer, F.; Häfner, B.; Linzbach, J. & Lanza, G. (2019), „Kollaboration in globalen Wertschöpfungsnetzwerken“, *ZWF Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb*, Bd. 114, Nr. 5, S. 314–317.

Silbernagel, R.; Wagner, R.; Häfner, B. & Lanza, G. (2019), „Qualitätsregelstrategien in Wertschöpfungsnetzwerken“, *wt Werkstattstechnik online*, Bd. 109, 11-12, S. 802–806.

Treber, S. & Lanza, G. (2019), „Planen mit PlanQ. Das Forschungsprojekt PlanQ soll das Qualitätsmanagement automobiler Lieferketten verbessern“, *BVL Magazin - Das Magazin der Bundesvereinigung Logistik*, Bd. 2019, Nr. 1, S. 34–35.

Treber, S.; Moser, E.; Helming, S.; Häfner, B. & Lanza, G. (2019), „Practice-oriented methodology for reallocating production technologies to production locations in global production networks“, *Production Engineering - Research and Development*, Bd. 56, Nr. 2, S. 783.

Ungermann, F.; Jacob, A.; Verhaelen, B.; Itterheim, A.; Park, Y.; Stricker, N. & Lanza, G. (2019), „Die Zukunft der Kennzahlensysteme“, *Industrie 4.0 Management*, Band 1, Nr. 3, S. 25-29.

Ungermann, F.; Kuhnle, A.; Stricker, N. & Lanza, G. (2019), „Entscheidungsunterstützungssysteme in der Produktion“, *ZWF Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb*, S. 34-38.

Verhaelen, B.; Thomas, K.; Haefner, B.; Lanza, G. & Schuh, G. (2019), „Potenziale datenbasierter Produktallokationen“, *ZWF Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb*, Band 114, Nr. 3, S. 96-100.

Verhaelen, B.; Treber, S.; Haefner, B. & Lanza, G. (2019), „Standortgerechter Produktionsanlauf im Netzwerk“, *ZWF Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb*, Band 114, Nr. 3, S. 110-114.

Wagner, R.; Schleich, B.; Häfner, B.; Kuhnle, A.; Wartzack, S. & Lanza, G. (2019), „Challenges and Potentials of Digital Twins and Industry 4.0 in Product Design and Production for High Performance Products“, *Procedia CIRP*, Bd. 84, S. 88–93.

Wöbner, W.; Lorenz, M.; Hofmann, J.; Jux, B.; Langheck, A.; Doppelbauer, M. & Fleischer, J. (2019), „Unwucht hochausgenutzter Synchronmaschinen“, *ZWF Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb*, Band 114, S. 464-468.

Wöbner, W.; Peter, M.; Hofmann, J. & Fleischer, J. (2019), „Model-based assembly optimization for unbalance-minimized production automation of electric motors“. *Advances in Production Research*, Hrsg. Schmitt, R. & Schuh, G., S. 551-562.

Zanger, F.; Kacaras, A.; Neuenfeldt, P. & Schulze, V. (2019), „Optimization of the stream finishing process for mechanical surface treatment by numerical and experimental process analysis“. *CIRP Annals - Manufacturing Technology*, S. 373-376.

Studie

Schulze, V.; Gerstenmeyer, M.; Segebade, E. & Langer, J. (2019), „Surface Engineering: Ressourceneffizienz für die Fertigung von Morgen“. *Leitfaden zur Ressourceneffizienz in der Produktion*, Hrsg. Wbk Institut für Produktionstechnik, 10.5445/IR/1000098958/v2.

Literaturübersicht

Veröffentlichung der CIRP STC O Keynote 2019 über „Global Production Networks“



Ansprechpartner am wbk:
Stefan Treber, M.Sc.
Telefon: +49 1523 9502623
stefan.treber@kit.edu

Präsentation der Keynote

Am 21. August 2019 stellte Prof. Gisela Lanza vor über hundert internationalen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern die Keynote 2019 des CIRP Scientific Technical Committees Organization (STC O) mit dem Titel „Global Production Networks: Design and Operation“ vor. Den Rahmen bot die in Birmingham, UK stattfindende General Assembly-Konferenz der CIRP. Die Keynote gibt einen wissenschaftlichen Überblick über die Gestaltung und den Betrieb globaler Produktionsnetzwerke. Industrieunternehmen, beispielsweise aus dem Maschinen- und Anlagenbau sowie aus der Automobilindustrie, agieren heute mit ihren Produktionsstandorten und als Lieferanten in diesen Netzwerken. Dabei gilt es, eine Vielzahl von dynamischen und unsicheren Einflussfaktoren zu beachten. Hierzu zählen neben der Entwicklung der Marktnachfrage, den Faktorkosten und der Logistik insbesondere auch kulturelle und rechtliche Aspekte. Die Keynote präsentiert den Stand der Forschung. Zudem identifiziert sie drei Trends, um historisch gewachsene Produktionsnetzwerke in reaktionsschnelle Netzwerke mit einem fokussierten Footprint zu verwandeln.

Mehrjähriger Entstehungsprozess

CIRP-Keynote-Veröffentlichungen sind keine reinen Literaturübersichten, sondern stellen eine Synthese und Strukturierung des wissenschaftlichen Kenntnisstands dar. Der Entstehungsprozess der Keynote „Global Production Networks“ war sehr

aufwändig. Neben Prof. Lanza, in ihrer Rolle als Erstautorin, engagierten sich sieben weitere Professoren aus Europa, den USA und Australien im Entstehungsprozess. Hierzu zählen unter anderem Prof. Günther Schuh von der RWTH Aachen und Prof. Hans-Peter Wiendahl von der Leibniz Universität Hannover. Die Keynote zitiert über 250 wissenschaftliche Veröffentlichungen. Zwischenstände des Papers wurden im Zeitraum zwischen 2015 und 2019 auf vier CIRP Winter Meetings sowie vier CIRP General Assemblies präsentiert und mit CIRP-Angehörigen diskutiert.

Leitlinien für zukünftige Forschung am wbk-intern

Auch wbk-intern ist die Veröffentlichung für das Team Globale Produktionsstrategien (GPS) ein wichtiger Meilenstein. Die CIRP Keynote enthält viele Ideen und Leitlinien für weitere Forschungsaktivitäten auf dem Gebiet der globalen Produktion. Das Institut wird sich künftig beispielsweise intensiviert damit beschäftigen, wie der Footprint des Produktionsnetzwerks besser auf die der Produktion übergeordnete Unternehmensstrategie abgestimmt werden kann. Für die Gestaltung des Netzwerk-Footprints sind die Themen wie Resilienz und Anpassungsfähigkeit entscheidend. Auf operativer Ebene spielt die Digitalisierung eine maßgebende Rolle. Potentiale konnten auf der Ebene des Shopfloors demonstriert werden. Weitere Forschung wird untersuchen, wie durch verstärkten Daten- und Informationsaustausch eine verbesserte Kollaboration zwischen den Partnern des Produktionsnetzwerks umgesetzt werden kann. ■



Eröffnungsfeier der General Assembly-Konferenz der CIRP

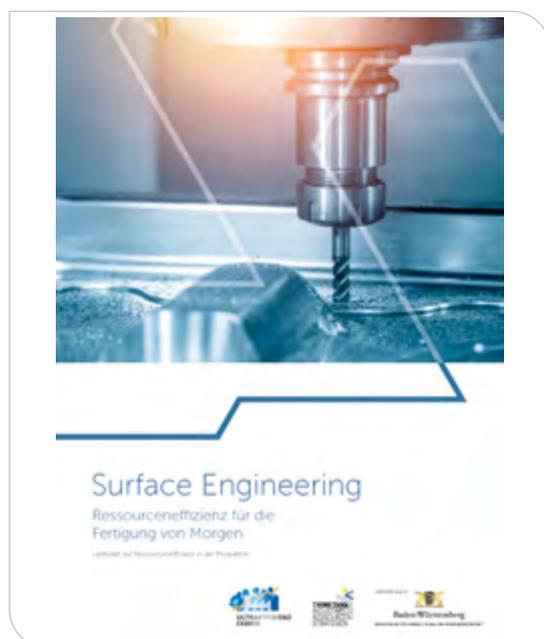
Studien

Surface Engineering: Ressourceneffizienz für die Fertigung von Morgen

Ziel des Vorhabens

Die Verbesserung der Bauteileigenschaften durch gezielte Steuerung von Zerspanungsprozessen ist eine grundlegende Ressourceneffizienzmaßnahme, die in bisherigen Effizienzbetrachtungen kaum Aufmerksamkeit findet. Unter dem Begriff „Surface Engineering“ forscht der Bereich Fertigungs- und Werkstofftechnik des wbk an Methoden der Prozessführung und -optimierung von Zerspanungsprozessen zur Steigerung der Bauteilperformance. Durch die gezielte Einstellung der Prozessstellgrößen lassen sich Bauteile mit erhöhter Belastbarkeit bei gleichzeitig kleinerer Baugröße fertigen und so Potentiale der Ressourceneffizienz heben.

Besonders wichtige Bauteileigenschaften wie die Schwingfestigkeit sowie die Verschleiß- und Korrosionsbeständigkeit lassen sich somit bereits im Zerspanungsprozess einstellen und signifikant steigern. Durch diese Steigerung der Bauteilperformance lassen sich Komponenten bei gleicher Leistungsfähigkeit signifikant kleiner auslegen. Neben der Einsparung von Rohstoffen entfallen hierdurch auch weitere Prozessschritte zur Nachbearbeitung der Bauteile. Die Prozesskette wird also verkürzt und zugleich werden weniger Rohstoffe für die Fertigung benötigt. Zusätzlich führt die geringere Masse der Bauteile zu Effizienzsteigerungen in der Nutzungsphase der Produkte.



Die Studie steht unter folgendem Link zum Download bereit:
<https://www.wbk.kit.edu/wbk-studien.php>

Das Surface Engineering als Maßnahme für die Ressourceneffizienz in der Produktion ist nicht auf einzelne Komponenten oder Fertigungsverfahren beschränkt. Grundsätzlich kommen alle metallischen Bauteile als Komponenten in Frage, die über Funktionsflächen verfügen, welche eine mechanische Belastung erfahren. Solche Komponenten können z.B. Zahnräder, Wellen oder Vorschubachsen in Werkzeugmaschinen sein. Weiterhin lässt sich Surface Engineering in einer Vielzahl von Fertigungsverfahren umsetzen.

Die Ressourceneffizienz durch bessere Bauteilperformance infolge optimierter Produktionsprozesse und Prozessführung findet bisher keine ausreichende Aufmerksamkeit. Um das Thema in die Industrie tragen zu können, wurde anhand konkreter Beispiele in Form eines Leitfadens greifbar gemacht. Somit ist die Grundlage geschaffen, mit der das notwendige Maß an Aufmerksamkeit für das Thema Ressourceneffizienz durch Surface Engineering generiert werden kann.

Vorgehensweise

Zunächst wurden relevante Anwendungsfälle definiert und aufgearbeitet. Dabei konnte gezeigt werden, dass optimierte Bauteilrandschichten zu einer besseren Bauteilperformance, einer Verlängerung der Lebensdauer und einer Verkleinerung der Bauteilgeometrie führen. Gleichzeitig lassen sich die Prozessketten in der Fertigung verkürzen und Ressourcen einsparen.

Neben der eigentlichen Nutzung des Shopfloor Managements werden auch die vorbereitenden Prozesse untersucht.

Ergebnisse

Der Leitfaden zur Ressourceneffizienz in der Produktion wurde am 23. Oktober 2019 auf dem 8. Ressourceneffizienz- und Kreislaufwirtschaftskongress in Stuttgart vorgestellt und im Rahmen folgender Studie veröffentlicht:

Schulze, V.; Gerstenmeyer, M.; Segebade, E. & Langer, J. (2019), „Surface Engineering: Ressourceneffizienz für die Fertigung von Morgen“. Leitfaden zur Ressourceneffizienz in der Produktion, Hrsg. wbk Institut für Produktionstechnik. ■



Ansprechpartner am wbk:
 Jannis Langer, M.Sc.
 Telefon: 01523 9502595
 E-Mail: jannis.langer@kit.edu

Studium & Lehre

Leitbild & Zahlen

Studierendenzahlen Studienjahr 2018/2019 im Vergleich zu den Vorjahren.

Anzahl Studierendenanfänger	Studienjahr 2019/20 **	Studienjahr 2018/19	Studienjahr 2017/18	Studienjahr 2016/17	Studienjahr 2015/16
Maschinenbau					
Bachelor		450	514	542	577
Master		361	461	710	786
Wirtschaftsingenieurwesen					
Bachelor		603	564	497	493
Master		397	366	441	451
Gesamt		1811	1905	2190	2307

** Für das Studienjahr 2019/20 liegen noch keine endgültigen Zahlen vor!



Studium & Lehre

Vorlesungsangebot für Studierende des Maschinenbaus

Veranstaltung	Beschreibung	Dozent
Arbeitstechniken im Maschinenbau (SS)	Prinzipien des wissenschaftlichen Arbeitens, Informationskompetenz, Präsentieren, Teamarbeit	Fleischer, Lanza, Schulze
Grundlagen der Fertigungstechnik (WS) Basics of Manufacturing Technology (WS)	Einführung in die Grundlagen und Überblick über die Verfahren der Fertigungstechnik	Schulze
Automatisierte Produktionsanlagen (SS)	Werkstücke, Werkzeuge, Materialfluss, Roboter, Steuerungstechnik, Qualitätssicherung, Montage	Fleischer
Betriebliche Produktionswirtschaft (SS)	Produktionstechnik (Fertigungsverfahren, Fertigungs- und Montagesysteme), Arbeitsplanung, -steuerung, -gestaltung, Materialfluss, betriebswirtschaftliche Grundlagen	Lanza, Furmans
Der Wertstrom im Industrieunternehmen - Am Beispiel der Wertschöpfungskette bei Bosch (WS)	Einblicke in Unternehmensprozesse und Funktionen	Fleischer, Maier
Digitalisierung von der Produktion bis zum Kunden in der optischen Industrie (WS)	Digitalisierung entlang der gesamten Wertschöpfungskette, mit Schwerpunkt auf Produktion und Supply Chain. Konzepte, Werkzeuge, Methoden, Technologien und konkrete Anwendungen in der Industrie	Wawerla
Fertigungstechnik (WS)	Prozesswissen der gängigen Verfahren der Fertigungstechnik, Prozessketten	Schulze, Zanger
Globale Produktion und Logistik - Teil 1: Globale Produktion (WS)	Globaler Vertrieb, standortgerechte Produktions- und Produktpassung, Beschaffungsstrategien, Produktionsnetzwerke	Lanza
Integrative Strategien und deren Umsetzung in Produktion und Entwicklung von Sportwagen (SS)	Analyse von Markttrends, Gesetzesanforderungen, Variantenmanagement, Strategieentwicklung im Sportwagensegment, Bedarfsprognosen zum Kompetenzmanagement und Technologiemonitoring	Schlichtenmayer
Integrierte Produktionsplanung im Zeitalter von Industrie 4.0 (SS)	Produktionsnetzwerke und -systeme, Fabrik- und Montageplanung, Materialfluss, Produktionsplanung und -steuerung, Life Cycle Performance	Lanza
Lernfabrik Globale Produktion (WS)	Standortwahl, Fabrikplanung, Qualitätssicherung, Skalierbare Automatisierung, Lieferantenauswahl, Netzwerkplanung	Lanza
Praktikum Produktionsintegrierte Messtechnik (SS)	Klassifikation und Anwendungsfälle relevanter Mess- und Prüfverfahren in der Produktion, robotergestützte optische Messungen, zerstörungsfreie Prüftechnik am Beispiel von akustischer Sensorik, industrielle Computertomographie	Häfner
Produkt- und Produktionskonzepte für moderne Automobile (WS)	Rahmenbedingungen der Fahrzeug- und Karosserieentwicklung, Integration neuer Antriebstechnologien, Konzepte zur Reduktion des Fahrzeuggewichts, Werkstoffleichtbau (Metall, Kunststoffe), innovative Fertigungsverfahren	Steegmüller, Kienzle
Produktionstechnisches Labor (SS)	Praktische Umsetzung der Kenntnisse über die Komponenten einer modernen Fabrik	Deml, Fleischer, Furmans, Ovtcharova
Projekt Mikrofertigung: Entwicklung und Fertigung eines Mikrosystems (WS)	Entwicklung und Fertigung von Mikrosystemen im Team anhand eines konkreten Entwicklungsprojekts mit einem Projektpartner aus der Industrie	Schulze, Dehen
Qualitätsmanagement (WS)	Qualitätsmanagementmethoden, Fertigungsmesstechnik, statistische Methoden, Service, Zertifizierungsmöglichkeiten, rechtliche Aspekte	Lanza
Steuerungstechnik (SS)	Signalverarbeitung, Detektion und Beeinflussung von Prozesszuständen, elektrische Steuerungen, Bussysteme	Gönnheimer
Umformtechnik (SS)	Massiv- und Blechumformung, Werkzeugmaschinen, Tribologie, Werkstoffkunde, Fertigungsplanung, Plastizitätstheorie	Herlan
Verzahntechnik (WS)	Anwendungsbeispiele, Verzahnungsgeometrie, Weich- und Hartbearbeitung, Herstellung von Kegelrädern, Messen und Prüfen	Klaiber
Werkzeugmaschinen und Handhabungstechnik (WS)	Aufbau und Einsatz/Verwendung von Werkzeugmaschinen und Handhabungstechnik, Auswahl, Auslegung und Beurteilung von Werkzeugmaschinen	Fleischer

Studium & Lehre

Vorlesungsangebot für Studierende des Wirtschaftsingenieurwesens

Veranstaltung	Beschreibung	Dozent
Automatisierte Produktionsanlagen (SS)	Werkstücke, Werkzeuge, Materialfluss, Roboter, Steuerungstechnik, Qualitätssicherung, Montage	Fleischer
Fertigungstechnik (WS)	Prozesswissen der gängigen Verfahren der Fertigungstechnik, Prozessketten	Schulze, Zanger
Globale Produktion und Logistik - Teil 1: Globale Produktion (WS)	Globaler Vertrieb, standortgerechte Produktions- und Produktpassung, Beschaffungsstrategien, Produktionsnetzwerke	Lanza
Integrative Strategien und deren Umsetzung in Produktion und Entwicklung von Sportwagen (SS)	Analyse von Markttrends, Gesetzesanforderungen, Variantenmanagement, Strategieentwicklung im Sportwagensegment, Bedarfsprognosen zum Kompetenzmanagement und Technologiemonitoring	Schlichtenmayer
Integrierte Produktionsplanung im Zeitalter von Industrie 4.0 (SS)	Produktionsnetzwerke und -systeme, Fabrik- und Montageplanung, Materialfluss, Produktionsplanung und -steuerung, Life Cycle Performance	Lanza
Lernfabrik Globale Produktion (WS)	Standortwahl, Fabrikplanung, Qualitätssicherung, Skalierbare Automatisierung, Lieferantenauswahl, Netzwerkplanung	Lanza
Produkt- und Produktionskonzepte für moderne Automobile (WS)	Rahmenbedingungen der Fahrzeug- und Karosserieentwicklung, Integration neuer Antriebstechnologien, Konzepte zur Reduktion des Fahrzeuggewichts, Werkstoffleichtbau (Metall, Kunststoffe), innovative Fertigungsverfahren	Steegmüller, Kienzle
Praktikum Produktionsintegrierte Messtechnik (SS)	Klassifikation und Anwendungsfälle relevanter Mess- und Prüfverfahren in der Produktion, robotergestützte optische Messungen, zerstörungsfreie Prüftechnik am Beispiel von akustischer Sensorik, industrielle Computertomographie	Häfner
Qualitätsmanagement (WS)	Qualitätsmanagementmethoden, Fertigungsmesstechnik, statistische Methoden, Service, Zertifizierungsmöglichkeiten, rechtliche Aspekte	Lanza
Seminararbeit Produktionstechnik (WS/SS)	Projekt mit schriftlicher Ausarbeitung zu aktuellen Forschungsthemen - allein oder im Team	Fleischer, Lanza, Schulze
Steuerungstechnik (SS)	Signalverarbeitung, Detektion und Beeinflussung von Prozesszuständen, elektrische Steuerungen, Bussysteme	Gönnheimer
Umformtechnik (SS)	Massiv- und Blechumformung, Werkzeugmaschinen, Tribologie, Werkstoffkunde, Fertigungsplanung, Plastizitätstheorie	Herlan
Verzahntechnik (WS)	Anwendungsbeispiele, Verzahnungsgeometrie, Weich- und Hartbearbeitung, Herstellung von Kegelrädern, Messen und Prüfen	Klaiber
Werkzeugmaschinen und Handhabungstechnik (WS)	Aufbau und Einsatz/Verwendung von Werkzeugmaschinen und Handhabungstechnik, Auswahl, Auslegung und Beurteilung von Werkzeugmaschinen	Fleischer

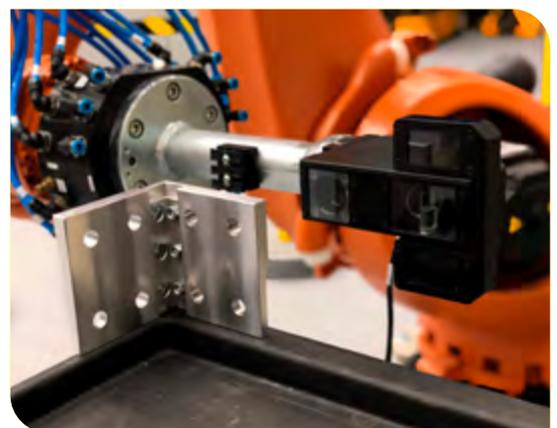
Studium & Lehre

Praktikum Produktionsintegrierte Messtechnik



Ansprechpartner am wbk:
Leonard Schild, M.Sc.
Telefon: +49 1523 950 2609
Leonard.Schild@kit.edu

„Messtechnik zum Anfassen“. Unter diesem Motto fand 2019 zum ersten Mal das Praktikum Produktionsintegrierte Messtechnik am wbk statt. Die neue Lehrveranstaltung richtet sich an Studierende der Wirtschaftswissenschaften und des Maschinenbaus, die lernen wollen, Messtechnik anzuwenden. Es werden Grundkenntnisse in der Koordinatenmesstechnik, Bildverarbeitung, dem Datamining und der akustischen Messtechnik praktisch in Kleingruppen vermittelt. Neben der Vermittlung von Wissen haben Studierenden die Möglichkeit, Maschinen und Software unter Anleitung selber zu bedienen. Die Veranstaltung bietet somit den optimalen Einstieg in die praktischen Seiten der Qualitätssicherung.



In-line Messtechnik in der Lehre

Abschlussarbeiten

Bachelorarbeiten 2019

Adler, Hendrik Marvin

Identifikation und Validierung von Industrie 4.0-Potentialen anhand betrieblicher Anwendungsfälle

Ahrens, Iain

Konzipierung und Entwicklung eines G-Code-Editors zur Erhöhung der Greifstabilität von additiv gefertigten Bauteilen

Andreu, Alberto

Optimierung der Prozessparameter in FDM-Faserverstärkten Polymeren durch experimentelles Design

Augsburger Hernandez, Hans Thomas

Implementierung einer Support Vector Machine zur Identifikation von Qualitätsmerkmalen an Elektroden in der Lithium-Ionen Batterieproduktion

Aupperle, Martin

Fertigung von Faser-Metall-Gummi-Hybridbauteilen und experimentelle Untersuchung der Materialeigenschaften

Autenrieth, Martin

Auftragseinplanung in globalen Produktionsnetzwerken – Potentiale für den Sondermaschinenbau

Azimov, Amirkhon

Entwicklung eines automatisierten Moduls zum Fixieren von Zellstapeln in der Lithium-Ionen-Zellproduktion

Bayar, Naz

Entwicklung eines Maßnahmenkatalogs zur Prozessverbesserung am Beispiel Erodieren und Schleifen

Behrends, Kai Lennart

Konzeptionierung und Inbetriebnahme eines mikrocontrollerbasierten Motorenprüfstands

Behrendt, Sebastian Tim

Baumbasierte Rewardberechnung eines Reinforcement Learning Agenten zur Produktionssteuerung in der Halbleiterindustrie

Beisswanger, Katharina

Entwicklung eines Bausteines in der Artiminds Robot Programming Suite (RPS) für das Ordnen und Sortieren von Handhabungsobjekten

Bergner, Jan

Untersuchung des Einflusses der LBM-Prozessparameter auf den Bohrprozess additiv gefertigter Bauteile

Bielefeld, Tilmann Max

Untersuchung des Werkzeugverschleißes bei der Zerspaltung von Titan Grade 5 unter variierenden Eingriffsbedingungen

Bilen, Ali

Analyse mit Bewertung von Versuchsergebnissen einer intelligenten sensorischen Verschleißfassung eines Kugelgewindetriebs

Bischof, Philip Moritz

Entwicklung eines ganzheitlichen OPC UA-Informationsmodells für Werkzeugmaschinen

Böhm, Clara

Kryogenes Außenlängsdrehen von Ti-6Al-4V

Both, Robin

Entwicklung eines Simulationsmodells für ein spannkraftvariables Werkstückspannsystem

Bott, Alexander

Validierung eines methodischen Vorgehens für fusionierte, flächige Zahnradcharakterisierungen unter geringer Messunsicherheiten

Burkhardt, Laura

Analyse zu innovativen Antriebseinheiten im Bereich der Schwarmintelligenz und Selbstdiagnose

Busch, Paul Albert

Implementierung einer Lageregelung für einen Servomotor in eine Mehrachs-nadelwickelmaschine

Buschle, Julius

Supply Chain Kollaboration: Identifikation und Analyse der Hindernisse unter Anwendung der Prospekt-Theorie

Cai, Yifan

Experimentelle Untersuchungen zur Optimierung der Produktionseffizienz beim Schleuderverfahren

Çelik, Haydar Can

Entwicklung eines Analysetools zur Identifikation und Bewertung von Algorithmen im Bereich der selbstsensierenden Antriebseinheiten

Chamoulias, Filippos

Entwicklung eines Algorithmus zur Erkennung von Bewegungszyklen einer Produktionsmaschine

Chkoundali, Ouael

Entwicklung eines Algorithmus zur automatisierten Auswertung von Druckmessfolien mittels Matlab

Conen, Elena

Qualitätssicherung hybrider Leichtbaustrukturen mittels prozessintegrierter Ultraschallsensorik und Laserlichtschnittverfahren

Decker, Felix

Entwicklung eines analytischen Verfahrens zur Charakterisierung der Wertschöpfungsnetzwerke von Sondermaschinenbauern

Deleut, Alen

Konzeptionierung eines Prüfstands zur Untersuchung von Kurzhubbewegungen von Kugelgewindetrieben

Ditsch, Krischan Pablo

Entwicklung einer Methode zur Bewertung und systematischen Verbesserung bestehender Datenbasen

Dolling, Aron

Industrie 4.0 basierter Standortaufbau in globalen Produktionsnetzwerken - Analyse und Quantifizierung anlaufbezogener Anforderungen und Ziele

Domnik, Nadine

Flexible Adapterauslegung zur Greiferanbringung am Roboterflansch

Eisenhardt, Philipp

Entwicklung eines numerischen Simulationsmodells zur Auslegung und Optimierung von Fachwerkstrukturen aus Faser-Thermoplast-Verbunden

Ekici, Sinan

Charakterisierung der Oberfläche von wälzgeschälten Außenverzahnungen

Feuring, Claus-Philipp

Entwicklung eines Convolutional Neural Network basierend auf künstlich eingebrachten Fehlerbildern

Förderer, Manuel

Konzeption pädagogischer Schulungskonzepte für die Ausbildungsfabrik Statorfertigung

Franck, Christian

Systematische Bewertung heutiger Berufsausbildungen bezüglich der neuartigen Anforderungen durch die Elektromobilität

Freiberger, Csaba

Entwicklung und Inbetriebnahme einer elektrischen Fadenstromspannungsregelung für das Fügewickelverfahren zum Verbinden von Leichtbauprofilen

Fricker, Laura Elisabeth

Analyse des Schneidwerks und Fasereinblasseystems einer Faserblasanlage

Friedrich, Niklas Marvin

Optimierung, Fertigung und Charakterisierung von lasttragenden FVK-/Metall-Hybridstrukturen

Frontzek, Julius

Integration von Messdaten in eine Homogenisierungsroutine zur strukturmechanischen Simulation von Sheet Molding Compound

Gardiewski, Sebastian

Konzeptausarbeitung und Konstruktion einer Anlage zur automatisierten Herstellung und Montage einer Statorwicklung für elektrische Traktionsantriebe

Gärtner, Adrian Domenik

Datenfusion von Thermografie- und 3D-Geometriedaten zur Qualitätssicherung von hybriden Leichtbaustrukturen

Gleich, Kevin

Optimierung von Produktionsstrukturen und -kapazitäten im Wertschöpfungsnetzwerk mit Materialrückflüssen und Remanufacturing

Gölz, Johannes Hubertus

Messunsicherheitsbestimmung der Fokusvariation bei der geometrischen Untersuchung von Mikroverzahnungen für die Medizintechnik

Grabherr, Marcel

Entwicklung eines Condition Monitoring Systems zur Identifikation von Rissen in gehärteten Werkzeugstahlbändern

Gramlich, Lukas

Neukonzeptionierung einer Systematik zum Wissenstransfer im Bereich des Maschinellen Lernens

Greifenstein, Marvin

Entwicklung eines Entscheidungsmodells zur Verknüpfung digitaler DLT Datensätze mit physischen Produkten in Wertschöpfungsketten

Grünwald, Benjamin

Strategisches Management globaler Produktionsnetzwerke - Operationalisierung und Analyse strategischer Ziele mittels wertschöpfungsorientiertem Performance Measurement

Gutmann, Matthias Nicolas

Untersuchung und Bewertung ausgewählter Verfahren zur Ähnlichkeitsanalyse von CAD-Modellen

Häringer, Johannes

Qualitätsprüfung von Motoren mittels eines Laser-Doppler-Vibrometers: Erstellung eines Konzepts für die serienbegleitende Prüfung von Motoren mit Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Hartmann, Marina

Analyse und Überwachung von lebensdauerrelevanten Daten für die sensorische Überwachung von Kugelgewindetrieben

Hauber, Valentin

Systematische Erstellung und Bewertung von Fertigungsabläufen für variantenflexible Produktionsanlagen

Hauns, Nicolas

Systematische Analyse des Stands der Forschung und Technik zur Drahtzugkraftregelung bei direkten Wickelverfahren

Häußler, Rike

Charakterisierung ungebundener Highend-Finishing-Granulate

Heid, Dominik Simon

Deep Learning basierte Anomalieerkennung auf Außenmantelextrusionsaufnahmen

Heihoff, Sebastian

Weiterentwicklung einer KI-basierten intelligenten Bewegungserkennung für Werkzeugmaschinen

Herrmann, Julian

Entwicklung eines Planungsmodells zur Beurteilung der Machbarkeit einer Integration neuer Fahrzeugvarianten in bestehende Produktionslinien

Hinze, Torben

Einfluss der Tiefenschärfe auf die Anomaliedetektion mittels Puls-Phasen-Thermographie

von Hoegen, Felix

Analyse der Randschichtzustände beim Drehen des Vergütungsstahls 42CrMo4 mit verschiedenen Anlasstemperaturen

Iberl, Maximilian Johannes

Machine Learning zur Klassifikation von 3D-Modellen

Jäger, David

Systematische Einflussanalyse des Pressens von Runddrähten innerhalb der Nuten elektrischer Maschinen

Janetzky, Velia Sophie

Entwicklung einer erweiterten Wertstromanalyse durch Eingliederung der Datenlandschaft für Produktionsprozesse

Janzen, Jonas

Untersuchung einer Annäherungssensorik für Mensch-Roboter-Kollaborationssysteme

Jehle, Bastian

Simulation von additiv gefertigten, faserverstärkten Bauteilen unter Belastung

Ji, Hongchen

Identifikation von Einflussfaktoren auf die Zuschmitt- und Ablagegenauigkeit von Elektroden in der Zellemblierung

Karaoglan, Hüseyin

Projektierung, Konstruktion und Umsetzung eines Steuerungssystems für einen Schablonenwickler

Karrer, Maria Anna

Systematische Bewertung heutiger Berufsausbildungen bezüglich der neuartigen Anforderungen durch die Elektromobilität

Keller, Leonard

Konstruktive Umsetzung einer hochgenauen Strahlführung für ein Ultra Kurzpulslasersystem

Keuerleber, Marco

Weiterentwicklung der Kühlschmiermittelversorgung eines additiv hergestellten Eckfräsers

Kille, Vincent

Modellbasierte Prozessanalyse einer automatisierten Fertigungsanlage zur Zellassemblierung in der Lithium-Ionen Batterieproduktion

Kleiner, Daniel

Analyse der Randschichtzustände beim Drehen des Vergütungsstahls 42CrMo4 mit verschiedenen Prozessstellgrößen

Kleinschmidt, Nora Charlotte

Machbarkeitsanalyse und Entwicklung eines Portfolios von Smart Services aus der Smart Factory am Beispiel der WITTENSTEIN SE

Klinkner, Fabian Benedikt

„Digitales Shopfloor Management“ - Weiterentwicklung eines produktionsnahen Führungsinstruments unter Berücksichtigung der Potentiale von Industrie 4.0 und der Digitalisierung

Knissel, Tim

Konzeption einer Methodik zur Bewertung und Anpassung von Standortrollen nach strategischen Leitlinien in globalen Produktionsnetzwerken

Kopp, Moritz Carl

Identifikation von Wirkzusammenhängen bei Schneidprozessen in der Lithium-Ionen Batterieproduktion

Kotwal, Alpha Century

Entwicklung und Aufbau einer Entpackstation für die additive Fertigung

Kullmann, Daphne

Entwicklung eines Modells zur Wirtschaftlichkeitsbewertung der Ressourceneffizienz und des Werteflusses von Kreislaufwirtschaften

Labbouz, Amal

Ausgestaltung intelligenter Produktionsnetzwerke für die (teil-)autonome Aussteuerung von Smart Services in der Industrie

Lamprecht, Gregor Benedikt

Evaluation verschiedener flexibler und agiler Arbeitsformen hinsichtlich ihrer Anwendbarkeit im produzierenden Gewerbe

Lechner, Julian

Bewertung flächiger Verzahnungskenngrößen mittels FEM-Simulation

Liebetau, Timon

Entwicklung eines Werkerassistenzsystems zur Unterstützung von Rüstvorgängen im Automobilbau mit Hilfe von Augmented Reality (AR)

Liebl, Daniel

Experimentelle Analyse der trockenen und kryogenen Zerspanung von Ti-6Al-4V

Liu, Bolin

Differentialgeometrie in der Verzahntechnik – Anwendungen Geometrischer Algebra für Kontaktprobleme

Lu, Cen

Konstruktiver Entwurf einer kraftgeregelten Lasteinheit für einen Kugelgewindetriebprüfstand

Mak, Xenia

Industrie 4.0 Technologiemanagement: Bewertung von hybriden Technologieketten für die additive Fertigung

Meckes, Marcel

Industrie 4.0: Konzeptionierung und Implementierung eines webbasierten MES im Scrum-Team am Beispiel einer Lernfabrik

Meiser, Philipp

Methodik zur Berechnung von Fehlerflächen auf linearen Vorschubachsen

Michelberger, Jonas

Entwicklung eines KI-Algorithmus zur Erkennung von Bewegungszyklen einer Produktionsmaschine basierend auf Methoden des maschinellen Lernens

Müller, André

Methodische Voruntersuchung und Bewertung eines Zweikomponenteneinsatzes in der additiven Fertigung

Müller, Robert

Analyse von Fertigungs- und Montageverfahren von PEM-Brennstoffzellen und deren Eignung zur Kommerzialisierung im Mobilitätssektor

Nguyen, Chien

Charakterisierung der mechanischen Eigenschaften von Flachdrähten für die Elektromobilität

Nguyen Duc, Hoang

Konzeption und Umsetzung einer Machine Learning Anwendung für mechatronische Greifsysteme

Notter, Dennis

Entwicklung eines parametrisierbaren FE-Modells zur Eigenschwingungsanalyse eines Werkzeugschlittens in Abaqus

Oesterle, Daniel Andreas

Konzeption und Erstellung von Lehrmaterial zum aktiven und nachhaltigen Lernen taktiler Koordinatenmesstechnik

Ohngemach, Lisa

Markt-, Produkt- und Prozesskettenanalyse für den Bereich der Batteriezellherstellung in Europa

Omari, Sohrab

Entwicklung eines Formfüllmodells für das Faserblasverfahren in MATLAB

Ott, Miriam

Parameterstudie der orthogonalen kryogenen Zerspanung von Ti-6Al-4V

Palenga, Yannic Vincent Alois

Entwicklung einer modularen kamerabasierten Störungserkennung an Werkzeugmaschinen basierend auf Methoden des maschinellen Lernens

Perius, Maximilian

Konzeptionierung und Erprobung eines pneumatischen Greifsystems zur Erfassung von Greifinformationen

Pflumm, Fabian

Vergleich von 1-Kanal-Minimalmengenschmiersystemen durch die Prozessanalyse des Bohrens von 42CrMo4

Phan, Huy Hien

Entwicklung, Fertigung und Vergleich von lasttragenden FVK-/Metall-Hybridstrukturen

Potarca, Matthias

Identifikation aktueller Trends in globalen Produktionsnetzwerken mit Schwerpunkt der Kreislaufwirtschaft

Rauh, Johannes

Ergänzung eines Industrie 4.0-Reifegradmodells um die Aspekte der Führungsorganisation zur Beherrschung der Anforderungen von Industrie 4.0

Reichardt, Ann-Kathrin

Identifikation und Klassifizierung von technischen und organisatorischen Voraussetzungen von Industrie 4.0-Technologien

Reinaldo, Ryan

Geometrische Untersuchung des Wälzschleifens zur Herstellung von Verzahnungen

Reinschmidt, Lino

Experimentelle Ermittlung der Durchschlagspannung von gegrilltem Isolationspapier im Stator von Elektromotoren mit Hairpin-Technologie

Reitz, Daniel

Entwicklung einer interaktiven Lehrveranstaltung – Globale Produktion, Lean Management und Industrie 4.0

Riegel, Valentin

Entwicklung eines Modells zur Beurteilung der Machbarkeit einer Integration neuer Fahrzeugmodelle auf bestehende Produktionslinien

Rinnewitz, Johann

Konzeptionierung eines Controlling-Systems zur Erfolgsmessung von Industrie 4.0-Einführungsstrategien

Rodsiri, Kwanmongkol

Materialuntersuchung von Dielektrika für eine kapazitive Kraftmessung

RoBrucker, Marc

Konstruktion eines Greifers zum Handling von Zellstapeln bei der flexiblen Produktion von Lithium-Ionen-Pouch-Zellen

Rupp, Florian Daniel

Entwicklung eines Wirkungsmodells zur Leistungsmessung von Standortcapabilities in globalen Produktionsnetzwerken

Sarraj, Ahmed

Konzept für die Kollisionsvermeidung in der spanenden Kleinserienfertigung

Scheurenbrand, Tim

Integration einer Sensoreinheit für Kugelgewindetriebe in ein Bearbeitungszentrum und Visualisierung von Prozessdaten

Schmid, Cornelius

Validierung von Modellen und Methoden anhand einer automobilen Statorgeometrie

Schnaberich, Matthias

In-Process-Ultraschalluntersuchung von CFK-Hybridbauteilen mit thermoplastumspritztem Metalleinleger während des RTM-Prozesses

Scholl, Luca Jerome

Methodik zur Entwicklung einer Roadmap zum Einsatz von künstlicher Intelligenz in produzierenden Unternehmen

Schübler, Philipp

Ermittlung der Anbindung von Verstärkungsfasern in additiv gefertigten Kunststoffen

Schüttler, Thomas

Implementierung einer virtuellen Leitachse in eine Mehrachs-nadelwickelmaschine

Seifried, Ansgar Raimund

Hydraulische und steuerungstechnische Analyse eines positionsgeregelten Langhubspanners

Seiter, Melissa

Entwicklung einer Smartphone Applikation für mechatronische Greifsysteme

Sevostyanov, Nikita

Entwicklung eines getakteten Antriebsstrangs zur Einbringung von Isolationspapier in Statoren mit Hairpin-Technologie

Sobeck, Ramon

Entwicklung eines modularen Pick-to-light Kommissioniersystems in der Lernfabrik Globale Produktion

Srivastava, Vikash

Analyse der technologischen Veränderungen beim Übergang vom konventionellen Antriebsstrang zu Brennstoffzellenfahrzeugen für die Elektromobilität s for Electric Mobility

Stauch, Joel

Unterstützung der Bildung und Analyse von Maßnahmen im Bereich des reaktiven Störungsmanagements in Supply Chain Netzwerken

Steidle-Sailer, Christian

Simulative Untersuchung des Keilschneidens von Kupferflachdraht in der Fertigung von Traktionsmotoren

Ströbel, Robin

Automatisierung einer optischen In-Line Analyse beim Kalandrieren von Elektroden für Lithium-Ionen-Batterien mittels Machine Vision Algorithmen

Stumm, Sebastian

Repräsentation und Klassifikation von CAD-Modellen mit Hilfe von graph-basierten Machine Learning Verfahren

Tezoto Figueiroa, Ana Clara

Entwicklung eines parametrischen Kalkulationstools zur Identifikation und Auswahl kostenoptimaler Konstruktionskonzepte im Bereich Kunststoffaußenhautteile

Theiß, Felix

Curiosity-Driven Reinforcement Learning in der Produktionssteuerung

Theuer, Ralf

Entwicklung und Bewertung von Konzepten einer unwuchtreduzierenden Rotormontage zum Aufbau eines prototypischen Versuchstands

Thüning, Aaron

Einbringung von Funktionsflächen in metallische Schäume durch spanende Verfahren

Traub, Katharina

Reinforcement Learning zur Produktionssteuerung am Beispiel der Lernfabrik Globale Produktion

Vliegen, Matthias

Konstruktion und Validierung eines mechanischen Reinigungsmoduls für den Multimaterialdruck mit der LCM-Technologie

Wagner, Jan

Konzeption und Optimierung des Binder-Auftragsprozesses für die Herstellung von Faser-Preforms

Walter, Tim Philip

Entwicklung eines Umformprozesses für faserverstärkte Thermoplastverbund-Hohlstrukturen

Wang, Chenyu

Entwicklung von Automatisierungskonzepten und deren Implementierung in eine Nutsisolationsanlage für Statoren

Wang, Jingjing

Erweiterung eines Sensor-Prüfstandes um eine rotative Achse und eine Umgebungsüberwachung

Weiler, Robin Patrick

Experimentelle Untersuchung des Einflusses der Magnetfizierung auf die Unwucht hochausgenutzter Permanentmagnetrotoren

von Werder, Simon Ole

Umsetzung eines Messsystems zur In-Line Aufnahme des Walzenspalts für das Kalandrieren von Elektroden für Lithium-Ionen-Batterien

Wi, Sung-Min

Experimentelle Untersuchung eines neuartigen, roboterbasierten Umformprozesses für thermoplastische UD-Tapes

Wilkes, Simon

Integration eines akustischen Sensors in eine Anlage des selektiven Laserstrahlschmelzens (L-PBF)

Willms, Caroline Yoshiko

Ausarbeitung einer Toolbox zur Strukturierung von Industrie 4.0-Methoden

Wolf, Jan

Entwicklung eines ökonomischen Bewertungsmodells für gängige Kühlschmierstrategien

Zambo, Victoria Constanze Natali

Entwicklung eines Konzepts zum produktionsorientierten Clustering von Produktvarianten in Remanufacturing-Prozessen

Zehner, Marie

Entwicklung eines Robustheitsmaßes zur Bewertung von Gegenmaßnahmen und Gesamtsystemperformance bei Störungen im Produktionsnetzwerk

Ziora, Manuel

Industrie 4.0 und Supply Chain – Handlungsempfehlung zur Umsetzung einer Cloud-basierten Supply Chain Kollaboration unter Berücksichtigung technischer und finanzieller Aspekte

Zipperling, Doménique

Implementierung der Kommunikation von Systemen einer neuartigen Qualitätssicherung am Kalendar zur Verarbeitung von Batterieelektroden

Masterarbeiten 2019**Abdyli, Fortesa**

Statistische Prozessdatenanalyse einer automatisierten Fertigungslinie zur Verbesserung der Anlageneffektivität

Akimov, Alexander

Ganzheitlicher Bewertungsansatz von Wertschöpfungsnetzwerken mit Fokus auf interne Produktionsnetzwerke

Ammon, Christopher

Weiterentwicklung einer Anomaliedetektion einer Werkzeugmaschine basierend auf Methoden des maschinellen Lernens

An, Junqing

Machbarkeitsstudie zum Thema „Zerspanungssimulation mittels der expliziten FEM Software LS-Dyna“

Arnolin, Frédéric

Ansatz zur Nivellierung der Endmontage der Elektronikfertigung unter Berücksichtigung von Rückstand

Attonaty, Alexandre

Entwicklung einer Heizeinheit zur Herstellung von thermoplastischen Faser-Kunststoff-Verbunden im Schleuderverfahren

Bakozahos, Alexandros

Produktion von Hochvoltbatterien in der Automobilindustrie: Optimierung der Produktionssteuerung unter dem Einfluss einer zunehmenden Batterievarianz

Balz, Stephan

Vorgehensmodell für die Entwicklung, Implementierung und Demonstration von Industrie 4.0-Show Cases in kleineren und mittleren Unternehmen entlang der Lieferkette

Barthelmes, Lukas

Reifegradbasierter Ansatz zur Transparenzsteigerung in globalen Produktionsnetzwerken mit Hilfe von Methoden und Technologien der Industrie 4.0

Batschkowski, Marco

Entwicklung eines Programms zur automatisierten Erstellung belastungsgerechter Faserpfade für die Endlosfaserverstärkung in der additiven Fertigung

Bauer, Ferdinand

Entwicklung einer Investitionsstrategie für Optimierungskonzepte im Produktentstehungsprozess

Baum, Selina

Optimierung globaler Planungs- und Beschaffungsstrategien zur Prozessverbesserung entlang der Supply Chain

Bazlen, Felix

Entwicklung eines Modells zur Planung der Migration von Produktionsstandorten hin zu autonomen Werken innerhalb eines globalen Produktionsnetzwerkes am Beispiel eines mittelständischen Automobilzulieferers

Becker, Janina

Experimentelle Fähigkeitsanalyse einer Anlage zum Selektiven Lasersintern von Kunststoffen

Beller, Luca

Technologieauswahl zur Transparenzsteigerung globaler Produktionsnetzwerke mittels Reifegradmodellen und multikriterieller Entscheidungsmethodik

Ben Ammar, Mohamed

Umsetzung einer automatisierten Lösung zum Einziehen von Elektrodenmaterial am Kalandrier

Betz-Mors, Thomas

Konzeption und Implementierung eines regel- und Machine Learning-basierten Crawlers zur automatisierten Identifikation von Parametern als Grundlage für Digitale Maschinenzwillinge

Biergans, Lukas

Entwicklung eines Geometrieoptimierungsalgorithmus für das automatische, variantenflexible Preforming von CFK-Verstärkungsstrukturen

Birnkrant, Timo

Untersuchung zur Anwendbarkeit von Bildverarbeitung und Deep Learning zur automatisierten Qualitätsbewertung von Schweißprozessen

Bouchhima, Brahim

Planung eines Montagesystems für Hochdruckventile mit skalierbarem Automatisierungsgrad

Bouziane, Mehdi

Automatisierte Geometrieadaptation und Struktursimulation von unidirektionalen Kohlenstofffaser-Verstärkungen in hybriden Faserverbunden

Brandt, David

Entwicklung eines Leitfadens für die Integration von Robotersystemen zur Automatisierung von Steckprozessen

Braun, Viktoria Theresa

Untersuchung von humanoiden Greifmethoden durch synchrone Bewegungssteuerung von einer 5-Finger-Hand und der Roboterkinematik

Bräunche, Antonio

Machine Learning in der Produktentwicklung - Automatische Erstellung und Anpassung von 3D-Objekten anhand vorgegebener Spezifikationen mithilfe von Autoencodern und konditionierten Generative Adversarial Networks

Breig, Roman

Vorgehensmodell zur Metamodellierung und Analyse der Leistungsfähigkeit globaler Produktionsnetzwerke bei variablem Informationsaustausch

Brill, Lena Cecilia

Optimierung der Prozess-Kosten- und -Zeiten-Rechnung sowie der Mehrwert-Betrachtung als Grundlage für die industrielle Einführung der Additiven Fertigung in die Serienproduktion

Bruder, Marco

Konzeption und Simulation einer automatisierten Verketzung von Produktionsanlagen zur Herstellung von Hairpin-Statoren

Brützel, Oliver

Baukastensystem zur Implementierung von Simulationen automatisierter Montagesysteme nach dem Chaku-Chaku Prinzip

Buch, Jan-Marten

Digitalisierung im Laborumfeld durch den Einsatz von IIoT-Technologie: Treiber, Anwendungsmöglichkeiten, technische Umsetzung und Potentialanalyse

Buchwald, Philip

Data Analytics in der Produktion – Entwicklung eines Vorgehens zur Integration von Expertenwissen in die datengetriebene Prozessoptimierung

Burger, Johannes

Bewertung adaptiver Produktionssysteme – befähigt durch II.0

Checa Bautista, Andrés José

Entwicklung eines FEM-Modells zur Untersuchung der Lastverhältnisse am Kugelgewindetrieb

Chen, Haikuang

Anwendung von maschinellem Lernen auf Mikroskopbilder zur automatischen Detektion und Quantifizierung von Schäden aus Lebensdaueruntersuchungen von neuartigen Linearantrieben

Chen, Jingnan

Wirbeln von Zahnrädern

Chen, Ming

Erzeugung künstlicher Datensätze zum Trainieren neuronaler Netze für die semantische Segmentierung

Chen, Rongzeng

Konstruktion eines flexiblen Fertigungsmoduls zur Niederhaltung von Zellstapel verschiedenster Formate in der flexiblen Produktion von Li-Ionen-Pouch-Zellen

Chen, Suyang

Industrie 4.0: Auswahl und Integration neuer Sensorkonzepte in die Lernfabrik Globale Produktion

Chen, Xi

Einsatz von Bildverarbeitung zur Überwachung des Verschleißzustands von Kugelgewindetriebern

Ciatipis, Constantin

Analyse wirtschaftlicher und technologischer Potentiale additiver Fertigung im Werkzeugbau für urformtechnische Anwendungen

Cocoma Castano, Andres Felipe

Sensitivitätsanalyse der geometrischen Spezifikationen eines unidirektionalen CFK-Tapes auf Sheet Molding Compound

Dai, Jun

Aufbau eines parametrisierten dynamischen Modells einer Handhabungsmaschine

Dai, Yajing

Teilautomatisierte Auswahl einer optimalen Industrie 4.0 Nachrüstung für Werkzeugmaschinen

Dalheimer, Johannes

Definition einheitlicher Aufmaße zur Vorbearbeitung von Großwälzlageringern zum induktiven Laufbahnhärten

Daneshyan Sani, Arman

Entwicklung eines Tools zur Auswertung des Lagenaufbaus elektrischer Maschinen mit Hilfe eines neuronalen Netzes

Danz, Andreas

Analyse, Bewertung und Entwicklung von Fähigkeiten der Werke in unternehmensinternen Produktionsnetzwerken

Dehm, Tobias

Optimierung, Herstellung und Untersuchung lasttragender intrinsischer FVK-Metall-Hybridstrukturen

Deininger, Patrick Mark

Monte Carlo Tree Search für die Produktionssteuerung in der Matrixproduktion

Demir, Can

Konzeptentwicklung, Automatisierung und Inbetriebnahme eines Versuchstandes zum Schneiden von Endlosfasern in der additiven Fertigung

Denk, Florian

Experimentelle Validierung des robotergeführten Fügewickelprozesses für Leichtbauprofile mittels Bildauswertung

Denk, Nilay

Ermittlung der Wirkzusammenhänge beim Kalandrieren von Kathoden über eine statistische Versuchsplanung zur Fehlerminimierung

Diemer, Marcel

Analyse von Möglichkeiten zur frühzeitigen Erfassung und Mitigation von Produktionsstörungen am Beispiel der Airbus A320-Produktfamilie

Ding, Xiufeng

Untersuchung des Werkzeugverschleißes beim Wälzschälen hochfester und einsatzgehärteter Stähle

Ding, Yede

Ein Baukasten für die modulare Modellierung und Simulation der Implementierungsstrategie von Smart Automation

Dittus, Sven

3D Lokalisierung und Tracking benutzerdefinierter Punkte auf Oberflächen nicht-rigider Objekte mit Hilfe von RGB-D Punktwolken

Duffner, Florian

Ablaufplanung in der Halbleiterfertigung basierend auf Verfahren des Reinforcement

Dzeschuk, Kiryl

Entwicklung einer Energieeinheit zur autarken Energieversorgung für „Internet of Things“-Anwendungen

Eibler, Kristin

Wirtschaftliche Automobil-Montage im Zusammenspiel von Fördertechnikkonzepten und variantenreichem Produkt-Vorrangraph

Eicken, Fabian

Implementierung von Industrie 4.0 in mittelständischen Unternehmen am Beispiel der digitalen Produktion

Engel, Florian

Entwicklung eines Konzepts mit Ansätzen zur Maßnahmenimplementierung im Sinne eines integrierten Störungsmanagements unter Betrachtung produktionspezifischer und logistischer Aspekte

Ertas, Suzan

Definition eines Reifegradmodells und Zuordnung von Digitalisierungstechnologien für den Informationsaustausch in Produktionsnetzwerken

Esswein, Marc Bastian

Konzeption eines integrierten Vorgehensmodells zur dynamischen Analyse von Wertströmen im Auftragsabwicklungsprozess mithilfe von Process Mining

Eyer, Philipp

Experimentelle Untersuchung formschlüssiger Verbindungen von FKV-Metall-Bauteilen mit unterschiedlichen Oberflächenbehandlungen

Fei, Mingjun

Analyse der Homogenität fasergeblasener Vliese auf Basis von Durchlichtaufnahmen

Fink, Jan-André

Weiterentwicklung eines digitalen Shopfloor Management Systems zur Förderung effektiven Führungsverhaltens unter Verwendung persuasiver UX-Elemente

Flindt, Jonas

Data Analytics in der Produktion - Vorgehen zur Ableitung zusätzlicher Datenbedarfe für Fertigungsprozesse am Beispiel des Innenschleifens

Flohr, Leo

Störeinflüsse der Videomagnifikation in Produktionsumgebungen

Fornell, Arne-Julian

Informationsaustausch - Konzeption eines Modells zur Bewertung von Informationen für Unternehmen in Kollaborationen

Forner, Alexandre

Oberflächenanalyse und Fehlstellendetektion an Leichtbau-Karosserien

Frank, Jessica

Analyse der Auswirkungen zukünftiger Entwicklungen von Einflussfaktoren auf den Produktionsanlauf in globalen Wertschöpfungsnetzwerken klein- und mittelständischer Unternehmen

Frölich, Caroline

Erarbeitung eines Raumkonzepts und Betrachtung des Materialflusses einer Roboterzelle zur flexiblen Produktion von Li-Ionen-Pouch-Zellen

Fu, Jianchao

Systematische Optimierung einer gekoppelten Kinematik mithilfe von Mehrkörpersimulationen

Gabriel, Walter

Deep Learning für die mechanische Spannungssimulation von polygonalen 2D-Geometrien

Gao, Xiang

Mathematische Beschreibung von Wirkzusammenhängen für die Stapelbildung und Modellintegration

Gerlitz, Eduard

Automatisierung einer Versuchsdurchführung zur Untersuchung des Einsatzes von Acoustic Emission an Ritzel-Zahnstangen-Antrieben

Gerz, Konstantin

Ist-Aufnahme und Konzeption eines digitalen Shopfloor-Management-Systems

Glomp, Marcel

Aufbau, Inbetriebnahme und Planung der betrieblichen Instandhaltung eines Prüfstandes zur Ermittlung von Spannungs-Dehnungs-Diagrammen von Leichtbauwerkstoffen in der Fertigungstechnik

Gong, Siwei

Implementierung einer automatischen Merkmalsextraktion in MATLAB

Gräser, Sophie

Erarbeitung einer Methodik zur Entwicklung einer Werksstrategie

Gui, Zezhao

Untersuchung der Anwendung des maschinellen Lernens zur Parameteroptimierung von Produktionslinien

Guo, Hanghang

Informationsbereitstellung von optischen Prüfergebnissen im Produktionsnetzwerk

Guth, Philipp

Konzeption und Implementierung eines integrativen grafischen Prozess- und Datenmodellierungssystems für die Produktions- und Logistikplanung

Gütschow, Tomasz

Konzeption einer Methodik zur Ableitung intelligenter prozess- und unternehmensübergreifender Qualitätsregelstrategien am Beispiel von Common Rail Diesel Injektoren für Nutzfahrzeuge

Han, Ge

Entwicklung einer Regelungsstrategie zur aktiven Schwingungsdämpfung für die Fräsbearbeitung

Hauschild, Maximilian

Identifikation und Bewertung von Potentialen und Mehrwerten der additiven Fertigung in den frühen Phasen des Produktentstehungsprozesses

Haverkamp, Clio

Entwicklung eines strukturierten Ansatzes für ein reaktives Störungsmanagement in Supply Chain Netzwerken

Heckel, Alina

Entwicklung eines Anlaufprozessplanungsmodells zur Unterstützung des Managements von globalen Produktionsanläufen auf Basis der Analyse von Einflussfaktoren

Hennequi, Nicolas

Konzeption und systematische Entwicklung einer Leichtbau-Rotorkomponente für elektrische Antriebe von Luftfahrtanwendungen

Hettich, Felix

Benchmarking von Reinforcement Learning zur Produktionssteuerung einer komplexen Werkstattfertigung mit Methoden des Operations Research

Hilligardt, Andreas

Prozessauslegung für das Wälzschälen von Innen- und Außenverzahnungen

Hilscher, Arvid

Machine Learning-Driven Engineering: Anwendung von KI in der Prozess- und Produktentwicklung

Hofmann, Kristine

Modellierung von Kennzahlen zur Ermittlung der Wirksamkeit von Maßnahmen im reaktiven Störungsmanagement

Höger, Katja

Erarbeiten einer Referenzmesstechnik zur Bestimmung quantitativer Qualitätsparameter für das Laserstrahlschmelzen (LBM)

Höll, Pirmin

Entwicklung und Konstruktion eines modularen Fingerbaukastensystems für Greifsysteme

Horn, Michelle Jaqueline

Entwicklung einer integrierten Wertstromanalyse unter Berücksichtigung der Prozess- und Datenlandschaft

Hort, Simon

Optimierung der Materialflusssteuerung in der Matrix-Produktion durch maschinelles Lernen

Huang, Jian

Konstruktion und thermomechanische Validierung eines Schutzgehäuses für eine Lichtfeldkamera

Huang, Meng

MTM-Analyse 4.0 in Echtzeit-Analyse der Bewegungsabläufe

Huber, Cathrin

Entwicklung von Konzepten für die Sensorfertigung

Hund, Rebecca

Transparenzsteigerung in automobilen Lieferketten durch die Einführung von Track&Trace-Visualisierungsplattformen

Huynh, Nguyen Khanh Van

Entwicklung von Schulungsinhalten für die Mitarbeiterqualifizierung im Kontext der Elektromobilität

Ilinzeer, Johann

Experimentelle Untersuchung des Wälzschälens mit kleinen Achskreuzwinkeln an Außenverzahnungen mit Störkontur

Inceoglu, Semih

Konzeptausarbeitung und Konstruktion einer Anlage zur automatisierten Herstellung und Montage einer Statorwicklung für elektrische Traktionsantriebe

Ingelfinger, Janine

Entwicklung eines Konzepts zur Nutzung digitalisierter Produktionsdaten in einer bestehenden Produktionsumgebung zur Verbesserung von Transparenz und Entscheidungsfindung

Issa, Samih

Validierung und Optimierung unwuchstminimaler Montagestrategien für hochdynamische Permanentmagnetrotoren

Itterheim, Alexander

Weiterentwicklung eines Kennzahlennetzes in der Produktion zur ganzheitlichen Unternehmensführung im Umfeld der Industrie 4.0

Jacob, Konstantin

Identifikation und Umsetzung von Big Data Methoden mittels maschinellen Lernens zur Optimierung der Produktion am Beispiel einer Zementmühle

Jenne, Marco

Analyse des Mehrfacheingriffs beim kontinuierlichen Wälzschleifen von Evolventenverzahnungen

Jiang, Kun

Simulation der Komplementärerspannung beim Drehen

Johanning, Lara

Entwicklung eines Vorgehens für die Gestaltung des Business Performance Managements innerhalb globaler Produktionsnetzwerke am Beispiel eines mittelständischen Automobilzulieferers

Kaiser, Jan-Philipp

Modellierung von Reinforcement-Learning Entscheidungsstrukturen zur Produktionssteuerung in der komplexen Werkstattfertigung der Halbleiterindustrie

Kaiser, Nicolai

Konstruktion eines Adapters zur Einstellung des Spanwinkels beim Drehen mit Verschleißuntersuchung im negativen Spanwinkelbereich

Kechaou, Yasmine

Charakterisierung von Stanznietverbindungen unter verschiedenen Belastungsrichtungen für die FE Simulation

Kiefer, Janos

Untersuchung und Weiterentwicklung eines Konzepts für einen Laserschweißroboter mit integrierter Strahlführung

Kieninger, Philipp

Digitaler Zwilling – Optimierte Produktion durch virtuelle Produkte

Kille, Fabian

Inbetriebnahme eines Prüfstands zur sensorischen Verschleißfassung von Kugelgewindetrieben und Ritzel-Zahnstangen-Antrieben

Klammann, Lennart

Ganzheitliches methodisches Vorgehensmodell zur Durchführung von Data Analytics Projekten in der Produktion

Knöpfle, Tobias

Produktionsanlaufmanagement in globalen Produktionsnetzwerken am Beispiel der Robert Bosch GmbH

Knörr, Theresa

Technologiefrüherkennung in der Vorentwicklung - Entwicklung und Verankerung eines Prozesses

Kohl, Johannes

Numerische Prozessanalyse des Hochgeschwindigkeitserschneidens von Stangenmaterial sowie dessen Einfluss auf den Folgeumformprozess

Kopp, Robin

Konzeptionelle Weiterentwicklung und Validierung eines KI-Algorithmus zur Erkennung von Anomalien basierend auf wiederkehrenden Bewegungen bei einer Werkzeugmaschine

Körner, Holger

Weiterentwicklung eines Verfahrens zur Nachverfolgung und Verringerung von Lieferrückständen in der Logistikette auf Basis von Lean-Prinzipien

Kretsch, Julian

Entwicklung eines mehrstufigen Anwendungsszenarios zur Digitalisierung des Qualitätsmanagements in frühen Entwicklungsphasen

Kreuer, Niclas

Konstruktion und Aufbau eines hochintegrierten Handhabungs- und Schneidsystems zur Stapelbildung von Li-Ionen Pouchzellen

Krodel, Tim Oliver

Analyse von Industrie 4.0 Methoden hinsichtlich der betriebstypologischen Eignung zur Ableitung unternehmensspezifischer Implementierungsstrategien

Kruse, Sven

Entwicklung eines energieeffizienten Datenloggers für „Internet of Things“-Anwendungen

Kuttler, Moritz

Entwicklung und Evaluation eines konzeptionellen Vorgehensmodells zur Durchführung von Machine Learning-Projekten in der Produktion

Lai, Xiaofen

Konfiguration und Bewertung eines digitalen Geschäftsmodells unter Automatisierungs-Fabrikplattform

Lai, Yi

Konzeption eines KGT-Mutter nahen Kamerasystems zur Detektion von Fehlstellen

Lang, Matthias

Optimierung und Weiterentwicklung eines simulationsgestützten Bewertungsmodells zur Ableitung von Implementierungsstrategien für Industrie 4.0

Lauber, Sebastian Reinhold

Konzeptionierung und Einführung einer agilen Softwareentwicklung in Projekten im Bildungsbereich

Leitold, Laszlo

Entwicklung eines Auswerteverfahrens für die Anomalieerkennung auf Spindeloberflächen von Kugelgewindetrieben mittels Machine Vision

Lemke, Timo

Simulation einer Montagelinie mit skalierbarem Automatisierungsgrad für die Herstellung von Brennstoffzellen

Lepold, Andreas

Entwicklung und Analyse von Kennzahlen für Investitionen in Karosseriebauanlagen

Leubner, Max

Analyse funktionsrelevanter Qualitätskriterien von Brennstoffzellen und Ausarbeitung einer Prüfstrategie zur Vermeidung von Prozessfehlern in der Fertigung

Li, Boyue

Entwicklung einer Bewertungsmethode von Fertigungsverfahren am Beispiel der Komplementärzersetzung

Li, Gan

Entwurf und Implementierung einer Konfigurationsdatenbank für Produktionsanlagen im Rahmen einer deutsch-chinesischen Industrie 4.0 Fabrikautomatisierungsplattform

Li, Jinwei

Versuchsplanbasierte Ermittlung der optimalen Architektur eines CNN zur Klassifikation von KGT Fehlstellen

Li, Weilai

Entwicklung eines akustischen Prozessüberwachungsdatensatzes und Optimierung des entsprechenden Überwachungssystems mit maschinellem Lernen für das selektive Laserstrahlschmelzen (SLM)

Li, Xinhui

Grundlagen für ein Smart Service System am Beispiel eines Universal Robots in einer Lernfabrik

Li, Yizhou

Systematische Entwicklung eines parametrischen FE-Prozessmodells für den Umformprozess von textilen Halbzeugen mit Abaqus

Li, Yue

Entwicklung eines Algorithmus zur Bewertung von gefügten Isolationspapieren in Statoren

Liao, Weiping

Ein allgemeiner Data Mining-Ansatz für Produktionsprozesse mit empirischen Studien

Lid, Jannis

Gestaltung eines Konzepts zur skalierbaren Automatisierung von Montagesystemen

Lin, Wenbo

Konzeption und Implementierung eines Verhaltens- und Informationsmodells für Werkzeugmaschinen

Lin, Yuanzhen

Identifikation von Einflussfaktoren auf die Ablagegenauigkeit von Elektroden und Separatoren in der Einzelblattstapelbildung von Li-Ionen Pouchzellen

Liu, Boyang

Konzeption und Ausarbeitung eines Tools für das Matching von Fertigungsverfahren im Transformationsprozess Elektromobilität

Liu, Fei

Aufbau eines Simulationsmodells eines spannkraftvariablen Werkstückspannsystems mit Hydrodehnspanntechnik

Liu, Hanxi

Weiterentwicklung einer Sensorplattform basierend auf dem ESP8266 Mikrocontroller in der Lernfabrik des wbk

Liu, Shupe

Modulare Simulation einer automatisierten Montagelinie nach dem Chaku-Chaku Prinzip

Liu, Xinfei

Optimierung des dynamischen Verhaltens eines semi-aktiven Schwingungsdämpfungselements mittels genetischem Algorithmus

Liu, Xinhao

Methoden zur indirekten Bestimmung der Rotortemperatur von Asynchronmaschinen

Liu, Yenan

Experimentelle Analyse des Werkzeugverschleißes bei der Komplementärzerspannung

Liu, Yuru

Ausarbeitung eines prototypischen Versuchstands zur Veranschaulichung einer unwuchtminimalen Rotormontage

Liu, Zhe

Umbau eines 3D-Druckers als hoch automatisierter Prüfstand für neuartige Sensorarrays und Erweiterung um eine hochgenaue, kontaktlose Kalibrierung

Lochner, Paul-Leo

Integration von Benutzer-Demonstrationen in einen PRM-Planer für effizientere Bewegungsplanung in Engen Passagen

Lu, Congshan

Modellierung eines Einzelblattstaplers für die Batterieproduktion

Lu, Yi

Implementierung eines funktionalen Modells in Abaqus zur Identifikation von Wirkzusammenhängen zwischen Material- und Anlagenparametern in der Materialführung

Maier, Joana

Baukastensystem zur Verkürzung der Implementierungszeit von Simulationsmodellen für das Qualitäts- und Auftragsmanagement globaler Produktionsnetzwerke

Mäkiö, Julius

Entwurf und Implementierung eines generischen Modells zur unterstützten Produktauswahl

Maliha, Sami

Entwicklung und Umsetzung eines Konzeptes zur Verringerung der Eigenspannungen in einer Elektrode mittels Wärme

Martin, Julian

Entwicklung eines KI-Algorithmus zur Erkennung von Anomalien im Bewegungsablauf einer Produktionsmaschine basierend auf Methoden des maschinellen Lernens

Matkovic, Nikolas

Steigerung des Automatisierungsgrades einer Fertigungszelle mithilfe eines Bildverarbeitungssystems

May, Marvin Carl

Reinforcement Learning in der Produktionssteuerung – Analyse der Entscheidungen, des Agentenverhaltens und des Einflusses von Demonstrationsdaten

Mayle, Theresa

Modell zur Abbildung von Standortfähigkeiten im Produktionsnetzwerk am Beispiel der Firma Carl Zeiss

Meister, Florian

Entwicklung und Simulation von Geschäftsmodellen für die Kreislaufwirtschaft im globalen Kontext

Meschenmoser, Johannes

Entwicklung einer ganzheitlichen Methodik zur Bestimmung von Implementierungsstrategien für Industrie 4.0.

Mitrovic, Marko

Konzeptionierung einer Vorgehensmethodik zur Produktionsprozessoptimierung durch vertikale und horizontale Integration auf der Grundlage digitaler Datennutzung

Mühlbeier, Edgar

Steuerungsentwicklung für eine variantenflexible Umformzelle zur Herstellung unidirektional verstärkter Faserstrukturen

Müller, Andreas Roland

Entwicklung eines Konzepts zur Produktionsplanung und -steuerung in Lernfabriken im Kontext der Industrie 4.0

Müller-Welt, Philip

Automatisierte Delaminationsparameteranalyse eines endlos-kohlenstofffaserverstärkten Sheet Molding Compounds

Mußtow, Phillip

Erprobung einer Methodik zur Planung und Konfigurationsauswahl skalierbarer Montagesysteme unter Unsicherheit am Beispiel der Lernfabrik Globale Produktion

Ni, Kaijian

Aufbau und Optimierung eines Versuchstands für die Einbringung der Nutgrundisolation in Hairpin-Statoren

Niederkrüger, Maximilian

Konzeptionierung, Entwicklung und Validierung einer kamerabasierten, automatischen Bauteil-Lageerkennung und -korrektur mittels Robotersystem

Nöltner, Jonas

Industrie 4.0 und Digitalisierung – Eingliederung von Menschen mit Behinderung

Oesch, Mike

Datengetriebene Analyse des Vibrationsverhaltens einer Industriemaschine

Oexle, Florian

Zielbezogenes Auswuchten einer Motorspindel auf einem Prüfstand für eine Werkzeugmaschine

Ongom-Along, Christoph

Entwicklung, Aufbau und Inbetriebnahme einer Anlage für das Faserblasverfahren

Pagès, Pauline

Herstellung und Prüfung von Bauteilen aus dem Schleuderverfahren mit verschiedenen Oberflächenbehandlungen

Pang, Wei

Weiterentwicklung eines Modells zur Vorhersage der Unwucht von Permanentmagnetrotoren

Park, Yeong-Bae

Analyse und Optimierung der Kennzahlensysteme zur Produktions- und Unternehmenssteuerung: Recherche bestehender Ansätze und Erarbeitung eines Maßnahmenkatalogs

Patschkowski, Christopher

Maschinelles Lernen in der Produktion: Entwicklung einer Anwendung für Human Activity Recognition auf dem Shopfloor

Pei, Jiazhi

Entwicklung, Analyse und Realitätsabgleich eines FE-Modells einer semi-passiven Schwingungsdämpfungs-komponente

Pemsel, Benedikt

Technologievergleich, Entwicklung und Bewertung von Produktionskonzepten für ein fügetechnisches Vorentwicklungsprojekt auf Basis geometrieflexibler Laserzellen

Penev, Presiyan

Simulation der Biegezone in lokal erwärmten, thermoplastischen UD-Tapes während des Umformprozesses

Pfeifle, Jens

Entwicklung und Demonstration eines digitalen Zwillings einer Industrie 4.0 Werkzeugmaschine auf Basis der Verwaltungsschale

Pirring, Felix

Entwicklung und systematische Auswahl von Konzepten zur Einbringung von Endlosfasern im SLS-Prozess

Pracisnore, Florian

Analytische Modellierung des Faserverlaufs im Einbringungsbereich von Metallinserts in faserverstärkte Kunststoffe

Prill, Kirsten Isabelle

Konzeptionierung und Erprobung einer Methodik zur Bewertung des wirtschaftlichen Potentials KI-gestützter Handhabungssysteme

Prinzen, Martin

Modellgestützte thermische Analyse des Energieverbrauchs von Heißkanalverteilersystemen

Quasnitza, Tim Hendrik

Entwicklung eines datengetriebenen Funktions-Metamodells zur Echtzeit-Integration von Produktwissen in der Produktion

Rebel, Dominik

Konzeptausarbeitung und Konstruktion einer Anlage zur automatisierten Herstellung und Montage einer Statorwicklung für elektrische Traktionsantriebe

Regaya, Mehdi

Entwicklung eines Fabriklayouts auf Basis einer Simulation

Reh, Sebastian

Prozessorientierte Schadensanalyse punktgeschweißter RTM-Hybridbauteile einer innovativen Fügetechnologie für den Fahrzeugleichtbau

Reiser, Timo

Automatisierung der Gewindeeinsatzmontage anhand einer mechanischen Baugruppe

Reisig, Carolin

Untersuchung der Leistungsfähigkeit einer Produktion nach dem Chaku-Chaku Prinzip mittels systematischer Versuche am Simulationsmodell

Ren, Zuyang

Analyse des Einflusses der Lagerung einer Heckklappe auf die Maßhaltigkeit im Lacktrocknungsprozess

Riad, Youssef

Entwicklung eines Modells eines händischen Prozesses in der Verpackung von Lebensmittelprodukten

Riebs, Simon

Digitalisierung in der industriellen Montage anhand eines Assistenzsystems

Ritz Vettorazzi, Joachim

Simulation des Laserschneidprozesses durch Generierung von Maschinen- und Prozessdaten

Rockemann, Daniel

Software-gestützte, iterative Optimierung parametrisierter Produkt- und Technologiemodelle - Entwicklung und Implementierung einer Methodik im Kontext von Industrie 4.0

Rolle, Maximilian

Entwicklung eines Simulationsbaukastens für eine Smart Factory der Blechindustrie mit einem fähigkeitsbasierten Routingkonzept

Rommel, Lisa

Experimentelle Grundlagenuntersuchung des Nietrollprozesses bei Sägeketten

Röpcke, Hannes

Konzeption und Bewertung modularer Handhabungs- und Assemblierungssysteme für das Stacking von Brennstoffzellen zum Einsatz in der Automobilproduktion

Rosenberger, Patrick

Simulationsgestützte Analyse von Industrie 4.0 Methoden - Ermittlung allgemeiner Implementierungsreihenfolgen

Roß, Benjamin

Simulationsgestützte Analyse von Einführungsreihenfolgen für Industrie 4.0 Methoden – Modelloptimierung und Simulation von Use Cases

Rusmanto, Ignatius Ifan

Projektiertung und Programmierung einer service-orientierten Steuerung für eine modulare Produktionsanlage

Saalmüller, Michael

Methodik zur bedarfsgerechten Konzeption von Industrie 4.0-Anwendungsfällen am Beispiel der Produktion von elektrischen Fahrzeugantrieben

Sacadura, Rémy

Auslegung und Realisierung eines Geräts zur orts aufgelösten Polarisationsmessung bei Hochleistungslaserstrahlen

Samuel, Benoît

Entwicklung eines Augmented Reality-Assistenzsystems zur Unterstützung beim Rüsten im Automobilbau

Sapin, Sebastian Michael

Industrie 4.0 als Enabler der Produktionsplanung bei extremer Volatilität und Unsicherheit

Sarne, Jakob

Analyse und Visualisierung von ERP und MES Daten im Werkzeugservice einer Stanzerei

Sasse, Fabian

Analyse der Produktionsprozesse und Ableitung der Handlungsbedarfe in der Brennstoffzellenfertigung für automobiler Großserien mit Fokus auf dem Technologietransfer aus anderen Branchen

Sautner, Julian

Entwicklung eines modularen Planungsmodells zur Unterstützung von Produktionsanläufen in globalen Wertschöpfungsnetzwerken

Schäfer, Axel

Entwicklung und Umsetzung einer Werkzeugüberwachung für das Faserblasverfahren durch Bildverarbeitung

Schander, Tilo

Sensitivitätsanalyse im nichtlinearen Strukturverhalten von Hochvoltspeichern auf Komponentenebene und im Gesamtfahrzeug

Schaumann, Sebastian

Weiterentwicklung eines Vorgehensmodells zur strukturierten Einführung von Industrie 4.0

Schick, Stefan

Entwicklung von adaptiven Dashboards für die Analyse von Roboterapplikationen

Schläfer, Dirk

Entwicklung einer Methodik zur Identifikation und Untersuchung von Ursache-Wirkungs-Beziehungen anhand Big Data Analysemethoden am Beispiel einer Erodierlinie

Schlotthauer, Daniel

Konzeption und Validierung eines MRK-fähigen Montagestandes zur unwuchtminimalen Rotor-Montage permanentmagneterregter Synchronmotoren

Schmidt, Matthias Julian

Entwicklung und Implementierung eines digitalen Shopfloor Management-Systems für Lernfabriken

Schneider, Timm

Konzeption und prototypische Umsetzung eines Robotersystems zur flexiblen Montage von Polstermaterialien

Schnurr, Christoph

Umsetzung einer akustischen Prozessüberwachung für das Laserstrahlschmelzen in einer industriellen Testumgebung

Schömer, Jan

Optimale Anpassungsmaßnahmen für wandlungsfähige Produktionssysteme

Schrage, Justus Tillmann

Entwicklung eines Verfahrens zur multimethodischen Modellierung und Simulation von Smart-Automation

Schwab, Dennis

Entwicklung und Bewertung von Anwendungsfällen der Blockchain-Technologie im Umfeld der Daimler Trucks Powertrain Produktion

Schwalm, Jannik

Untersuchung von Kühlschmierstrategien bei der Komponentärzerspannung

Schwarz, Benjamin

Ganzheitliche Bewertung von Supply Chains: Entwicklung eines Performance Assessment Systems

Schweigert, Daniel

Untersuchung der automatisierten Handhabung biegeschlaffer Teilkomponenten in der Brennstoffzellenstack Fertigung

Seddighi, Mohammadreza

Numerische Simulation des Fügeprozesses von Rotorwellen in Blechpaketen

Segschneider, Olaf

Entwicklung einer robotergeführten Fügewickelleinheit zum Fügen von Leichtbaukonstruktionen mit faserverstärkten Thermoplast-Tapes

Seiz, Kira

Entwicklung eines generischen Change Management Modells zur Begleitung von Industrie 4.0-Initiativen in Unternehmen

Seltenreich, Hermann

Tribologische Charakterisierung randschichtmodifizierter Probekörper aus 42CrMo4

Serafim, Arum Sekar

Technologiemanagement 4.0: Design und Implementierung einer graphischen Benutzeroberfläche und exemplarische Validierung eines Software-Prototyps für die strategische Planung von hybriden Technologieketten

Seyer, Romain

Numerische Modellierung und experimentelle Charakterisierung von geflochtenen Faser-Kunststoff-Verbunden

Shahid, Syed Mustafa

Formulierung von Produktionszeiten und -kosten von Produktionstechnologieketten für digitale Produktionszwillinge

Shan, Jixin

Simulative Untersuchung des Widerstandspunktschweißens für Metall/CFK Verbindungen

Shao, Yuren

Untersuchung von Biologisierungsansätzen in Werkzeugmaschinen

Shen, Chang

Entwicklung und Optimierung von Konzepten für die Fertigungsorganisation

Shen, Yihui

Entwicklung einer Station: Verbindung der End-zu-End Klemmen aus Kunststoff mit der Ultraschallschweißtechnik

Shi, Zhixiong

Entwicklung einer Mehrkörpersimulation (MKS) zur Untersuchung der Lastverhältnisse am Kugelgewindetrieb bei Kurzhubanwendung

Shree, Richa

Smart Manufacturing in Indien: Aktueller Stand und Bewertung des Reifegrades der Fertigungsindustrie mit Fokus auf kleine und mittlere Unternehmen

Song, Duseob

Entwicklung eines Modells zur Vorhersage der Betriebs-schwingungen beim Fräsen mit künstlichen neuronalen Netzen

Steimer, Simeon

Maschinenauswahl für die additive Fertigung (3D-Druck) in der Automobilindustrie

Steiner-Stark, Johanna

Design of Experiments zur systematischen Datengenerierung für die Qualifizierung einer Prozessüberwachung für das Laserstrahlschmelzen (LBM)

Stetzler, Friedrich G.

Entwicklung einer Automatisierungslösung für einen Fertigungsschritt in der Leiterplattenbestückung durch den Einsatz disruptiver Technologien

Strauß, Waldemar

Simulationsgestützte und iterative Bewertung der Risiken und Potentiale von cyber-physischen Produktionssystemen für mittelständische Unternehmen

Stüker, Tillmann David

Reinforcement Learning für eine intelligente und autonome Produktionssteuerung in der komplexen Werkstattfertigung der Halbleiterindustrie

Sun, Chenwei

GAN basierte KGT Bilddaten Erweiterung zur Klassifikation von Fehlern

Sun, Kang

Analyse von Phaseninformationen aus Hochgeschwindigkeitsvideodaten zur Rekonstruktion von Schwingungen in Fräsversuchen

Sun, Zhangsheng

Entwicklung einer Produktionsanlage für die Herstellung von Drahtmatten für Statoren mit kontinuierlicher Flachdrahtwellenwicklung

Tan, Zhao

Umsetzung einer Bildverarbeitung zur Erkennung von Materialverzerrungen einer Elektrode im dreidimensionalen Raum

Tang, Wenxiang

Aufbau und Analyse einer Hybriden Vorschubachse durch MATLAB Simulink

Toepper, Hans-Christoph

Materialcharakterisierung und simulative Analyse des Stapelbildungsprozesses von Lithium-Ionen-Batterien

Tuna, Ahmet Berkay

Analyse der White-Layer-Bildung beim kryogenen Drehen des Vergütungsstahls 42CrMo4

Vogler, Tim

KI-basierte Empfehlungen von Konstruktionsschritten auf Basis des CAD Strukturbaums

Vogt, Marcel

Entwicklung, Konstruktion und Inbetriebnahme eines autonomen Fertigungsmoduls zur Einzelblattstapelbildung in der flexiblen Produktion von Li-Ionen-Zellen

Wacker, Sina

Analyse der Fertigungsverfahren von Lithium-Ionen Batterien und Aufbau eines Wissensspeichers für den Transformationsprozess Elektromobilität

Wagner, Viktor

Datengetriebene Auswahl und Bewertung von Verbesserungsmaßnahmen in der Produktion durch den Einsatz von maschinellem Lernen

Walter, Christiane

Entwicklung eines Vorgehensmodells zum Einsatz von Process Mining in der Produktion

Wang, Shaofan

Analyse der Faserorientierung fasergeblasener Vliese auf Basis von Durchlichtaufnahmen

Wang, Ting

3D-Mikrowellen-Druck Pfadplanung für kontinuierliche faserverstärkte Verbundwerkstoffe

Wang, Yiming

Analyse der Phasenzusammensetzung in der Randschicht nach der spanenden Bearbeitung von TiAl6V4

Wang, Yuqi

Systematischer Vergleich und Bewertung von Simulationsansätzen am Beispiel des Linearwickelns

Wang, Zibo

Analyse mit Auswertung einer Kraftsensorik zur Messung von dynamischen Kraftverläufen am Kugelgewindtrieb

Weber, Philip Konstantin

Konzeption und konstruktive Neugestaltung einer Spann-zange hinsichtlich einer Haltekraftoptimierung und Integration einer Sensorik zur taktzeitneutralen Dornbruchkontrolle und Werkstückerkennung (Felss Systems GmbH)

Weidmann, Max

Systematische Entwicklung repräsentativer Störungsszenarien in der Supply Chain netzwerkförmiger Produktions- und Logistiksysteme

Weispfenning, Marcus

Untersuchung von Methoden zur Kollisionsvermeidung von Greifobjekten für Mensch-Roboter-Kollaborationssysteme

Weißenfels, Paul

Automatische Analyse von Computer-Tomographie-Daten mit Computer Vision und Object Recognition Techniken

Weixler, Yannick

Entwicklung und Implementierung eines automatisierten Prozesses zur Integration und Analyse von Test Daten von Batteriemagementsystemen auf einer Webplattform

Welsch, Philipp

Methodengestützten Vorgehensweise zur Identifizierung, Analyse und Optimierung relevanter Einflussfaktoren in Produktionsprozessen

Wenig, Gongyu

Konzeption und Implementierung eines Webservices zur Konfiguration von Produktionsanlagen im Rahmen einer deutsch-chinesischen Industrie 4.0 Fabrikautomatisierungs-plattform

Wilhelm, Steffen

Entwicklung und Implementierung eines Vorgehensmodells zur strategischen und monetären Bewertung von Industrie 4.0-Investitionen in KMU

Willner, Anik

Konzeption einer Methodik zur Ableitung prozess- und unternehmensübergreifender Qualitätsregelstrategien am Beispiel der Produktion von Dieselinjektoren

Wolf, Julian

Transparenz in Wertschöpfungsnetzwerken: Konzeption und Validierung eines Performance Assessment Systems

Wolf, Laura Elena

Konzeptionierung und Implementierung einer Regelung der Plananpassung eines echtzeitnahen Steuerungssystems einer Matrixproduktion

Wörner, Hendrik Daniel

Entwicklung einer adaptiven mechatronischen Werkstückspanneinrichtung zur Fixierung beliebiger Geometrien für die 5-Seiten-Bearbeitung

Wörner, Sabrina

Konzeption eines adaptiven Fertigungs- und Montageprozesses zur Qualitätssteigerung hochpräziser Produkte befähigt durch optische Sensoren

Wu, Chuan

Digitale Modellierung von Kugelgewindetrieben durch Maschinelles Sehen

Wu, Chuan

Methode zur Konfiguration und Bewertung eines digitalen Geschäftsmodells für die intelligente Automatisierung

Wu, Hao

Entwicklung und Inbetriebnahme einer Roboter Handhabungsstation

Wu, Jin

Entwicklung eines Algorithmus zur Auswertung von Beschleunigungssensoren

Wu, Xunan

Extraktion von Merkmalen in Messdaten der Strukturschwingungsanalyse

Wurster, Marco Robert

Entwicklung einer Produktionssteuerung basierend auf Monte-Carlo Tree Search für das Konzept der Matrixproduktion

Xia, Fenggui

Entwicklung eines bildbasierten Systems zur Vermessung von Hairpin-Steckspulen

Xie, Chenghui

Machine Learning Ansätze in kinematischer Simulation zur Optimierung des Spitzenlos-Durchgangsschleifprozesses

Xie, Haoyuan

Schwingungsbasierte Prozessüberwachung in einem Bearbeitungszentrum

Xu, Ming

Inbetriebnahme eines Hexapods und Aufbau eines dazugehörigen Prüfstandes für hochgenaue Sensorkalibrierung

Xu, Sinong

Projektierung und Programmierung einer service-orientierten Steuerung für ein Produktionsmodul

Xu, Yida

Analyse des Schwingungsverhaltens eines massenadaptierbaren Werkzeugmaschinen Schlittens

Xu, Zhou

Machine Learning zur Materialflusssteuerung in der Matrix-Produktion

Xue, Murong

Simulation und Analyse eines Unterdruckgreifsystems

Yalcin, Özgür

Modell zur Ermittlung des Sicherheitsbestandes auf Grundlage einer Vorhersage der Kundennachfrage

Yan, Zhe

Konzeption und Implementierung eines mehrstufigen Konfigurator für Produktionsanlagen einer deutsch-chinesischen Industrie 4.0-Fabrikautomatisierungsplattform

Yang, Haoren

Identifikation von Handhabungsobjekten durch Differenzdruckanalyse bei Niederdruckflächengreifern

Yang, Zhifan

Parameteridentifikation zum Aufbau eines dynamischen Modells einer Handhabungsmaschine

Yang, Ziyi

Entwicklung und experimentelle Analyse eines kapazitiv arbeitenden Sensordesigns zur mehrdimensionalen Kraftmessung

Yao, Song

Entwicklung eines Anlagenmoduls für Statoren mit kontinuierlicher Flachdraht-Wellenwicklung

Yu, Li

Untersuchung der mechanischen Eigenschaften gekrümmter Faser-Metall-Gummi-Laminaten

Yuan, Dehong

Datenbasierte Identifikation und Vorhersage von Schlackeauswurf am BOF-Konverter

Zeller, Anna

Aufbau eines Simulationsmodells und Durchführung einer Simulationsstudie zur Ableitung von Handlungsempfehlungen am Beispiel der Matrix-Produktion der Schaufensterfabrik II der SEW Eurodrive GmbH

Zhan, Xiaolong

Speicherung optischer Prüfergebnisse einer Smart Camera zur Realisierung einer Track&Trace-Lösung

Zhang, Guiheng

Robuste Produktionsplanung und -steuerung in der Matrix-Produktion

Zhang, Hanchi

Inbetriebnahme und Entwicklung von Auswerteralgorithmen für ein neuartiges Sensorarray

Zhang, Kun

Modellierung von Schwingungen in Fräsprozessen mit Support Vektor Machine und Random Forest

Zhang, Kunyu

Räumliche und zeitliche Segmentierung von Videodaten zur Schwingungsanalyse von Maschinen

Zhang, Lei

Simulationsbasierte Optimierung und Bewertung von Einführungsstrategien für Smart-Automation

Zhang, Miao

Entwicklung eines Bildverarbeitungssystems zur Qualitätskontrolle von Hairpin-Steckspulen

Zhang, Mohan

Datenfusion topographischer Messdaten zur Reduzierung der Unsicherheit in der Messdatenauswertung von Mikrozahnrädern

Zhang, Shukai

Texturierung von kommerziellen Hartmetall-Wendeschneidplatten

Zhang, Wencong

Aufbau und Validierung eines FE-basierten Simulationsmodells für den Linearspulenwickelprozess

Zhang, Xiaohan

Aufbau und Inbetriebnahme eines Versuchsstands zur datengetriebenen Untersuchung von Vakuumgreifern

Zhang, Yuhao

Automatisierter Aufbau von Kugelgewindtriebmodellen für die Struktur- und Kinetikanalyse

Zhang, Yumeng

Implementierung eines funktionalen Modells in Abaqus zur Identifikation von Wirkzusammenhängen in der Materialführung für Batterieelektroden

Zhao, Ji

Modellierung und schwingungsmechanische Analyse eines spannkraftvariablen Werkstückspannsystems mit Hydrodehnspanntechnik

Zheng, Zhuoxun

Präzise Posenschätzung für mobile Plattformen mit Totalstation Theodoliten

Zhou, Chang

Entwicklung eines Kamerasystems zur Überwachung des Verschleißzustands von Kugelgewindtrieben mittels Bilderkennung

Zhou, Zhonghe

Konstruktion und Validierung einer Druckluft und Sprühreinigungsstation zur Realisierung der Multimaterialfertigung mit dem LCM Verfahren

Zhu, Xiaojie

Entwicklung eines Vorgehens zur Auswahl von Data Analytics Methoden für spezifische Anwendungsfälle

Ziegler, Jonas

Simulationsgestützte Analyse der Auswirkungen von Industrie 4.0 Methoden in der Produktion und Entwicklung einer Schnittstelle zu einer System Dynamic Simulation

Zöllner, Jannik

Echtzeitfähige Kopplung von zentralem und dezentralem Scheduling in der Matrixproduktion

Zou, Yue

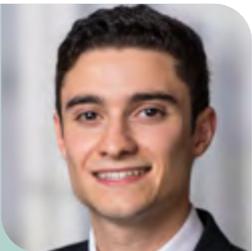
Vorgehensweise zur Planung und zum Entwurf moderner Fertigungsstrukturen

Exkursionen

Assistentenexkursion 2019



Ansprechpartner am wbk:
Stephan Dehen, M.Sc.
+49 1523 9502570
stephan.dehnen@kit.edu



Ansprechpartner am wbk:
German Gonzalez
+49 1523 9502577
german.gonzalez@kit.edu

Vom 24. bis 27. September 2019 fand die Assistentenexkursion des wbk statt. Wie jedes Jahr besichtigten die wissenschaftlichen Mitarbeiter sowie die Institutsleitung des wbk ausgewählte Unternehmen aus dem produktionstechnischen Umfeld.

Die diesjährige Reise führte in die internationale Bodensee-Region. Den Auftakt machte das deutsche Traditionsunternehmen Junghans Uhrenmanufaktur in Schramberg, wo im firmeneigenen Museum interessante Einblicke in die Geschichte der regionalen Uhrenherstellung geboten wurden. Der nächste Stopp führte die Assistenten in die Hauptstadt der Chirurgie nach Tuttlingen. Bei dem Maschinenhersteller Chiron wurden modernste Fräsanlagen zur effizienten Fertigung von Präzisionskomponenten für die regionale Medizintechnikbranche vorgeführt.

Die nächste Etappe führte die Gruppe nach Friedrichshafen an den Bodensee, wo bei dem Luft- und Raumfahrtunternehmen Airbus die neuesten Lösungen im Bereich der Satellitenherstellung vor-

geführt wurden. Der anschließende Besuch des Zeppelinmuseums rundete den Tag ab.

Am Folgetag ging es zunächst zum deutschen Luftfahrtzulieferer, Liebherr Aerospace, der durch seine effiziente und innovative Produktion und Logistik bestach. Am Nachmittag führte es die Gruppe über die Grenze der EU in die benachbarte Schweiz. Bei dem Schweizer Traditionsunternehmen Starrag wurden kundenspezifische Fräszentren vorgestellt.

Der letzte Stopp führte die Assistenten ins schwäbische Tübingen zu dem deutschen Werkzeughersteller Paul Horn. Die modernen Fertigungseinrichtungen und die innovative Forschung waren ein Vorzeigebispiel eines deutschen Familienunternehmens.

Wir danken den Unternehmen für die uns gegebenen Einblicke und freuen uns auf eine weitere gute Zusammenarbeit! ■



Das wbk zu Besuch bei Hartmetall-Werkzeugfabrik Paul Horn GmbH

Exkursionen

Integrierte Produktionsplanung im Zeitalter von Industrie 4.0 bei TRUMPF GmbH + Co. KG

Ergänzend zur Vorlesung Integrierte Produktionsplanung im Zeitalter von Industrie 4.0 (IPP) besuchten 46 Studierende die TRUMPF GmbH + Co. KG in Ditzingen. Neben spannenden Einblicken in das Unternehmen wurden die Produkte im Vorfürzentrum präsentiert. Zudem wurde verdeutlicht, wie wichtig es ist, ganzheitliche Produktionssystemen um Aspekte der Industrie 4.0 zu erweitern. Damit spiegelte die Exkursion viele der Vorlesungsinhalte wieder, welche 2019 neu hinzugefügt wurden. Insbesondere der Vortrag von Dr.-Ing. Kammüller, Geschäftsführer und CDO bei Trumpf, hob die Bedeutung dieser Themen hervor. Dabei wurde anschaulich illustriert, wie Montage- und Fertigungsprozesse durch die Digitalisierung verbessert

werden können. Darüber hinaus beschäftigen auch neue Geschäftsmodelle den Maschinenhersteller. Abschließend wurden im Rahmen eines Fachvortrags aus der Digitalisierungsabteilung detaillierte Einblicke in den neuen Geschäftsbereich der Digitalisierungsberatung gegeben. Hier war vor allem ein Film über die Umsetzung einer Smart Factory in China sehr spannend. Die Rückmeldung der Studierenden war durchweg sehr positiv. Sie wussten den detaillierten Praxiseinblick in ein innovatives Unternehmen sehr zu schätzen. ■



Ansprechpartner am wbk:
Alexander Jacob
Telefon: +49 1523 9502586
alexander.jacob@kit.edu

Exkursionen

Vorlesung Qualitätsmanagement: Exkursion zur Carl Zeiss Industrielle Messtechnik GmbH

Im Rahmen der Vorlesung Qualitätsmanagement (QM) besuchten die Studierenden im Dezember 2019 das Democenter des Bereiches Industrielle Messtechnik der Carl Zeiss AG in Oberkochen. Hier wurden wir mit einem sehr spannenden Vortrag über die Geschichte des Unternehmens empfangen. Interessant war insbesondere der Einblick, wie ein Messtechnikhersteller sich den Herausforderungen der Elektromobilität stellt. Anschließend hatten die Studierenden in Form von Workshops die Gelegenheit, verschiedene Messtechniken und -verfahren praxisnah in Kleingruppen kennenzuler-

nen. So konnten die Studierenden ihren eigenen Prüfplan festlegen, Messungen durchführen und statistische Auswertungen vornehmen. Dazu standen die neusten Messmaschinen (bspw. Koordinatenmessgeräte, chromatische Weißlichtsensoren und Computertomographen) zur Verfügung. Dank der Anleitung durch erfahrene Mitarbeiter konnte jeder Teilnehmerin und jeder Teilnehmer selbst die Maschinen bedienen. Der Vorlesungsinhalt wurde insgesamt durch die Beantwortung zentraler Fragen der Sensorauswahl an praktischen Beispielen diskutiert und erfolgreich vertieft. ■



Ansprechpartner am wbk:
Bretz, Lucas, M.Sc.
Telefon: +49 1523 9502567
lucas.bretz@kit.edu

Exkursionen

Exkursion der Teilnehmenden der Vorlesung Werkzeugmaschinen und Handhabungstechnik zu Heller in Nürtingen



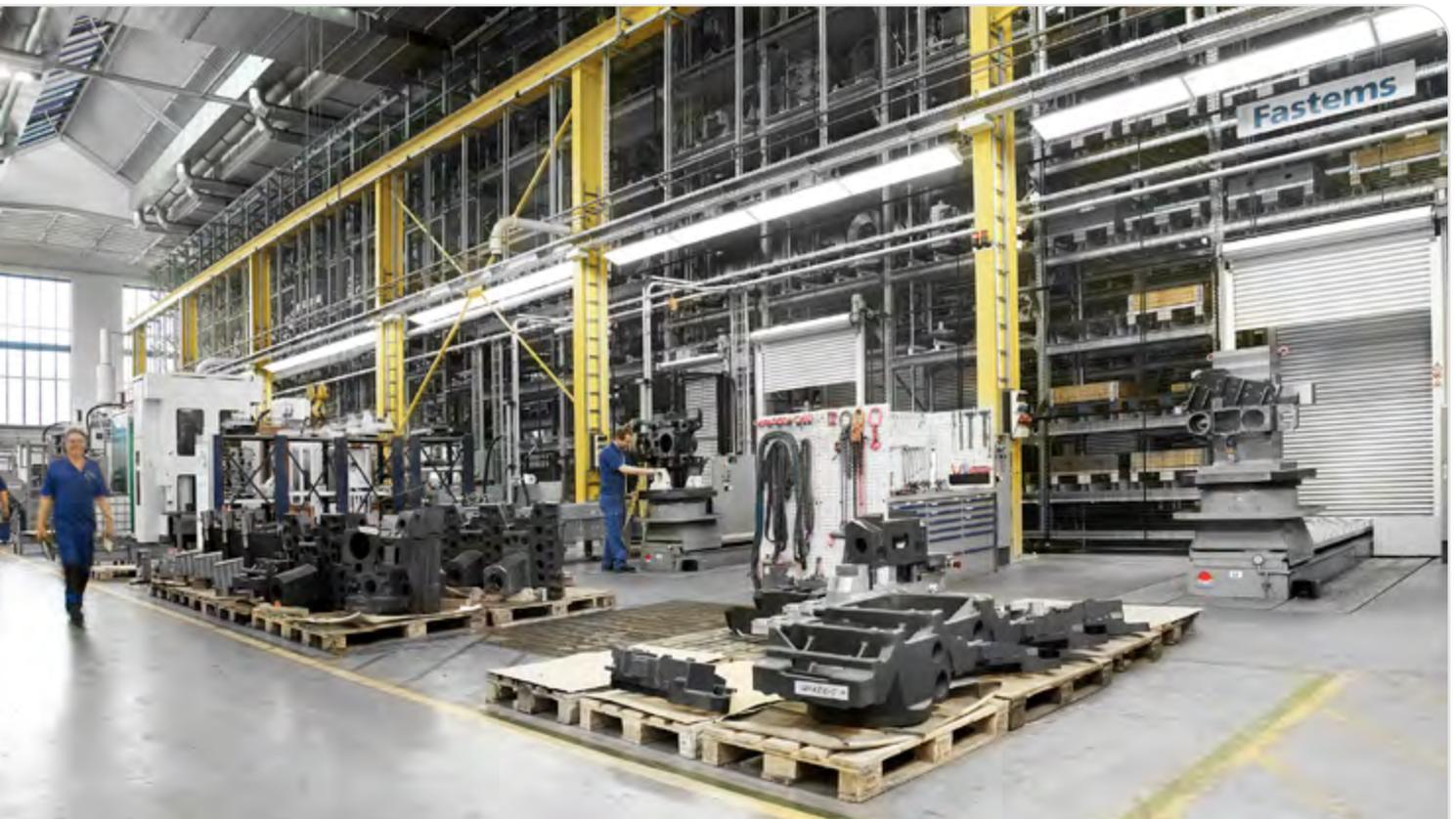
Ansprechpartner am wbk:
M.Sc. Dominik Mayer
+49 1523 9502598
dominik.mayer2@kit.edu

Am 29.01.2019 besuchten die Studierenden im Rahmen der Vorlesung „Werkzeugmaschinen und Handhabungstechnik“ die Gebr. Heller Maschinenfabrik GmbH. Der Hersteller für hochpräzise Werkzeugmaschinen, die unter anderem in der Bearbeitung von Kurbelwellen eingesetzt werden, gewährte den Studierenden einen praktischen Einblick in das Thema Werkzeugmaschinen.

Zunächst konnten sich die Studierenden einen Überblick verschaffen, wie sich das Unternehmen seit 1894 über die Jahre hinweg entwickelt hat.

Anschließend erfolgte ein Rundgang durch die Fertigung und Montage. Unter anderem konnte eine derzeit aufgebaute Transferstraße zur Fertigung von Motorteilen für die Automobilindustrie besichtigt werden. Besonders beeindruckend war die Präzision, mit der die Anlage auch über Tage hinweg die Teile mit gleichbleibender Qualität bearbeiten kann.

Als Abschluss einer sehr spannenden Exkursion stellte sich der technische Geschäftsführer Dr. Jürgen Walz den Fragen der Studierenden. ■



Kubische Fertigung bei Heller in Nürtingen

Exkursionen

Teilnehmende der Vorlesung Globale Produktion und der Lernfabrik Globale Produktion auf Exkursion zu Bosch nach Bühl

Traditionsgemäß hatten Studierende der Lehrveranstaltungen Globale Produktion und Lernfabrik Globale Produktion am 17.01.2019 die Möglichkeit, die Elektromotorenmontage bei Bosch in Bühl zu besichtigen. Ziel der Exkursion zu Bosch war es in diesem Jahr, den Studierenden über den direkten Vergleich der vollautomatisierten Motorenmontage bei Bosch mit der manuellen bzw. teilautomatisierten Montage desselben Produktes in der Lernfabrik am wbk aufzuzeigen, wie vielfältig die Möglichkeiten zur Gestaltung der Produktion in einem globalen Verbund sein können.

In diesem Kontext erhielten die Studierenden vor Ort zunächst über einen Praxisvortrag Einblicke in die Thematik der skalierbaren Automatisierung, welche eine Anpassung der Produktion an die

spezifischen Anforderungen der verschiedenen Standorte erlaubt. Eine Besichtigung der vollautomatisierten Motorenmontage und die ausführlichen Erläuterungen des fachkundigen Personals vermittelten den Studierenden daraufhin einen guten Eindruck von der Komplexität der globalen Produktion. In der anschließenden Diskussion hatten die Studierenden die Möglichkeit, einzelne Aspekte gezielt zu hinterfragen. So konnte den Studierenden die Praxisrelevanz der globalen Produktion aus ersten Hand aufgezeigt werden. ■



Ansprechpartner am wbk:
Sina Peukert, M.Sc.
Telefon: +49 1523 9502581
sina.peukert@kit.edu



Blick auf das Firmengebäude von Bosch in Bühl; Fotograf: Alexander Schmitt

Exkursionen

Festo Technologiefabrik in Scharnhausen

Ziel der Exkursion von Teilnehmenden der Vorlesung Automatisierte Produktionsanlagen



Ansprechpartner am wbk:
Daniel Kupzik, M.Sc.
Telefon: +49 1523 9502594
daniel.kupzik@kit.edu

36 Studierende der Vorlesung Automatisierte Produktionsanlagen nutzten am 11. Juli 2019 die Möglichkeit, die Anwendung des Vorlesungsstoffes in der Praxis kennenzulernen. Hierzu besuchte die Gruppe die Festo Technologiefabrik in Scharnhausen. Nach einer Einführung in die Festo-Automatisierung im Schulungsumfeld an Demonstrator-Anwendungen konnten die Studierenden bei einer Führung durch Fertigung und Montage Einblicke in die Anwendung der Automatisierungstechnik gewinnen. Schwerpunkte der Führung lagen auf den aktuellen Trends. Während in der Fertigung die Entwicklung hin zu kleinen Losgrößen und Res-

sourcenschonung geht, wurden in der Montage die Themen demografischer Wandel, Ergonomie und Mensch-Maschine-Interaktion adressiert. Natürlich kam auch die Betrachtung klassischer Automatisierung durch Bewegungsautomaten nicht zu kurz. Konkrete Demonstrationsobjekte aus der Führung waren unter anderem: moderne Bearbeitungszentren, die optimale, tageszeitangepasste Ausleuchtung eines Montagebereiches, ein Anwendungsbeispiel zur Zusammenarbeit zwischen Mensch und Roboter sowie eine vollautomatisierte Montagelinie für volumenstarke Produkte. ■



Einblicke in die Technologiefabrik von Festo

Studium & Lehre

Auszeichnungen und Ehrungen

Ausgezeichnete Studierende

Im Jahr 2019 machten erneut Studierende des wbk mit herausragenden Arbeiten auf sich aufmerksam. Die Fakultät für Maschinenbau verlieh den Dr.-Ing. Willy Höfler Preis des Jahres 2019 an Jens Schäfer für seine herausragende Masterarbeit zum Thema „Experimentelle Untersuchung des Laserschweißprozesses für die Kontaktierung von Lithium-Ionen Zellen in Elektrofahrzeugen“. Der Preis von der Dr.-Ing. Willy-Höfler-Stiftung wird an die jahrgangsbeste Masterarbeit im Bereich Produktionstechnik verliehen.

Die Verleihung des Prof. Dr.-Ing. Hans Victor-Preises fand am 13. Mai 2019 im Rahmen eines Festakts am wbk Institut für Produktionstechnik statt. Johannes Schubert wurde für seine hervorragende Bachelorarbeit zum Thema „Entwicklung eines Kraftmesssystems und Analyse der Prozesskräfte beim Stream Finishing“ ausgezeichnet. An der Preisverleihung beteiligt war auch Prof. T. Osswald, Neffe der Preisstifterin.

Ausgezeichnete Assistentinnen und Assistenten

Sehr stolz sind wir auf die Preise, die im Jahr 2019 die Qualität der wissenschaftlichen Arbeit, Publi-

kationen und Vorträge am wbk unterstreichen. Für seine Idee: „Neuartiges, automatisiertes Verfahren zur kontinuierlichen Stapelbildung optimiert die Fertigung für Lithium-Ionen-Batteriezellen“ erhielt Hannes Weinmann den NEULAND Innovationspreis des KIT, für den erste Platz in der Kategorie Ideenwettbewerb. Die Preisverleihung fand am 10. Juli 2019 im Rahmen des Innovationstags 2019 im Audimax, am Campus Süd, statt.

Markus Schäfer überzeugte mit seinem Beitrag „Safe Human Robot Collision Avoidance with an End-Effector integrated 360° LiDAR System“ die strenge Jury und bekam im Rahmen des Fachkolloquiums 2019 in Dortmund den MHI Best Paper Award von Prof. Jürgen Roßmann vom Institut für Mensch-Maschine-Interaktion der RWTH Aachen überreicht.

Als Anerkennung für wegweisende Leistungen im



Überreichung des MHI BestPaper Awards an Markus Schäfer

Bereich der Spanbildungssimulation, die maßgeblich von Eric Segebede vorangetrieben wurden, sowie unsere Initiativen in den BMBF-Projekten wurde das wbk mit dem Academic Relationship Award ausgezeichnet. Dieser Preis wird jedes Jahr von Simufact an eine Forschungseinrichtung vergeben, die mit ihren Ansätzen entscheidende Impulse für das Unternehmen und die ganze Branche setzt.

Der Alumni-Club des wbk verlieh den Alumni Best Paper Award 2019 für die besten Veröffentlichungen aus den Bereichen FWT, MAP und PRO mit besonderem Impact und Innovationsgrad an Benedikt Stampfer (für seinen Beitrag in der Veröffentlichung Thermomechanically coupled numerical simulation of cryogenic orthogonal cutting), Tobias Schlagenhaut und Jonas Hillenbrand (für ihren Beitrag in der Veröffentlichung Camera Based



Hans Victor-Preis v.l.n.r. Prof. C. Stiller, Prof. J. Fleischer, Prof. A. Wanner (KIT-Vizepräsident für Lehre und akademische Angelegenheiten), Prof. T. Osswald, J. Schubert, Prof. V. Schulze, Prof. C. Proppe (Dekan der KIT-Fakultät Maschinenbau)



Die Preisträger des Alumni Best Paper Awards 2019

Ball Screw Spindle Defect Classification System) und Fabio Echsler Minguillon (für seinen Beitrag in der Veröffentlichung Planning for changeability and flexibility using a frequency perspective). Prof. Jürgen Fleischer überreichte den Preis an die Preisträger.

Ausgezeichnete Oberingenieure

Das Karlsruher Institut für Technologie (KIT) bestätigt jungen Forschungsgruppenleitern die wissenschaftliche Eigenständigkeit, indem es deren Forschungsgruppen als offizielle KIT-Nachwuchsgruppen anerkennt. Diese Anerkennung haben 2019 drei Oberingenieure erhalten.

Die von Dr.-Ing. Benjamin Häfner geleitete Forschungsgruppe „Agile Produktionsregelkreise“ ist seit 05. März 2019 offizielle KIT-Nachwuchsgruppe. Sie verfolgt das wissenschaftliche Ziel, in der Produktion mittels Sensorik und intelligenter Algorithmen Regelkreise zu gestalten, die sich mit möglichst großer Autonomie selbst optimieren. Hiermit verbunden wurde Dr. Häfner zudem in das Young Investigator Network (YIN), das Netzwerk von Nachwuchswissenschaftlern am KIT, aufgenommen.

Die zweite anerkannte KIT-Nachwuchsgruppe „Robuste Produktionssysteme“ von Dr.-Ing. Nicole Stricker gestaltet Produktionssysteme, welche sich möglichst autonom an veränderte Herausforderungen anpassen. Die Wissenschaftler erforschen dabei gemeinsam mit dem Industriepartner, wie sie ein agiles Produktionssystem durch digitale Zwillinge und maschinelles Lernen realisieren können. Die Betrachtung beschränkt sich dabei nicht nur auf eine Produktionslinie, sondern umfasst auch ganze

globale Produktionsnetzwerke. Mit ihrer KIT-Nachwuchsgruppe konnte Dr. Stricker am 01. Juli 2019 eine Industry Fellowship einrichten.

Zum 01. Oktober 2019 hat das KIT-Präsidium die Einrichtung einer weiteren neuen Industry Fellowship mit dem Titel OptiPro²Addi genehmigt. Die Leitung der damit dritten am wbk anerkannten KIT-Nachwuchsgruppe erfolgt durch Dr.-Ing. Frederik Zanger. Hierbei geht das wbk im Bereich der additiven Fertigung eine Kooperation mit Edelstahl Rosswag ein. Das Team der Division Rosswag Engineering gilt im Bereich der metallischen additiven Fertigung als anerkannte Experten. Ziel von OptiPro²Addi sind die Entwicklung optimierter Strategien für effiziente Prozesse und Prozessketten additiv gefertigter Bauteile – von der Pulverherstellung über LPBF bis hin zur Fertigbearbeitung. ■



Preisverleihung von Simufact (v.l.n.r.): Dr. Ingo Neubauer, Dr. Michael Gerstenmeyer und Eric Segebade



Satz und Layout: Crossmedia – Grafik, ASERV

Redaktion: Melanie Klagmann,
wbk Institut für Produktionstechnik

CI-Prüfung: Alex Frey,
wbk Institut für Produktionstechnik

Druck: Nino Druck GmbH



Kontakt

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
wbk Institut für Produktionstechnik
Prof. Dr.-Ing. Jürgen Fleischer, Prof. Dr.-Ing. Gisela Lanza und
Prof. Dr.-Ing. habil. Volker Schulze
Campus Süd
Kaiserstraße 12
76131 Karlsruhe
www.wbk.kit.edu

Herausgeber

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
Präsident Professor Dr.-Ing. Holger Hanselka
Kaiserstraße 12
76131 Karlsruhe
www.kit.edu