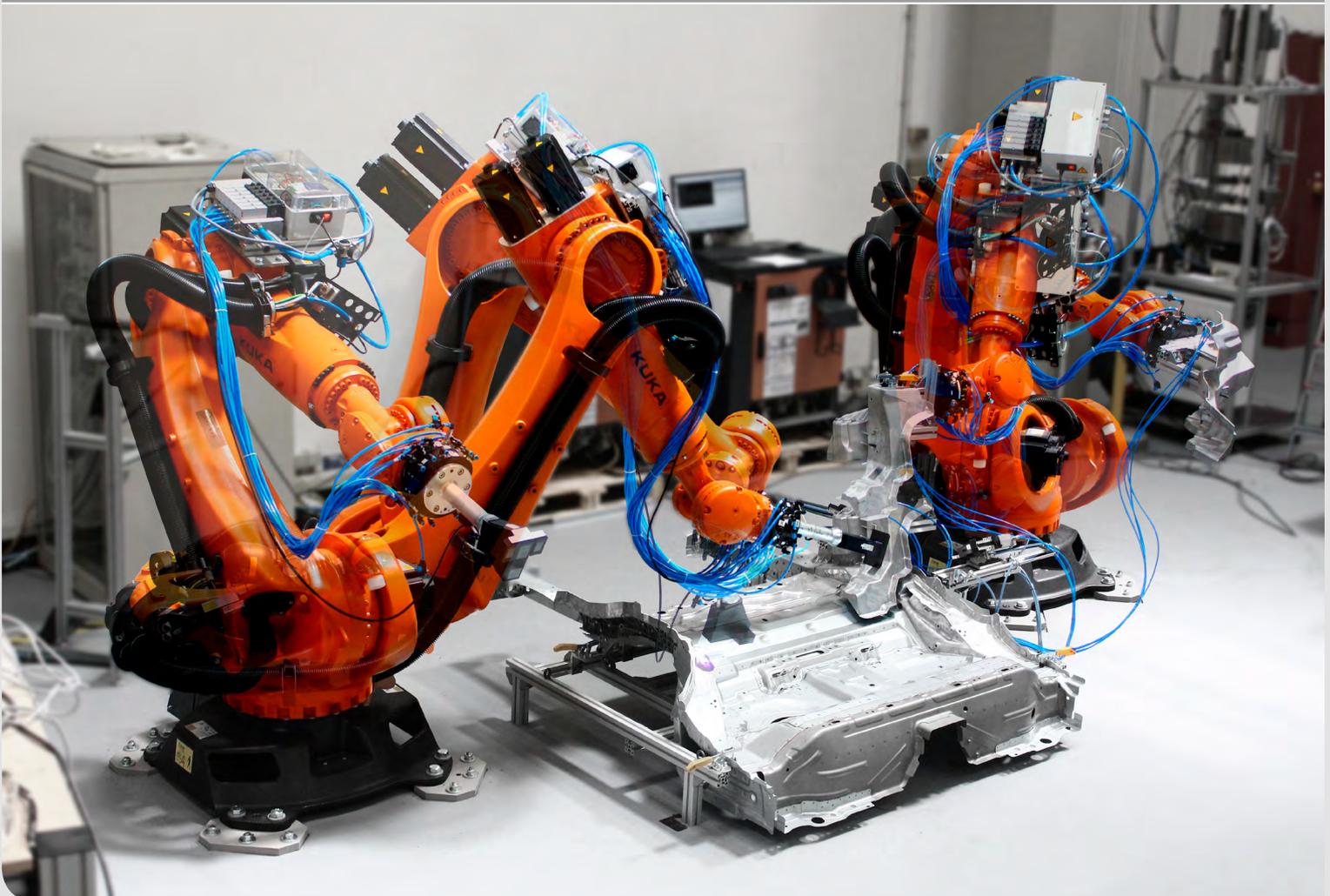


Jahresbericht 2018

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 Mitarbeiter/innen 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 stehen die Herstellung und Qualitätssicherung von mikromechanischen und mikromechatronischen 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 Mitarbeiter/innen und Studierenden durch die moderne und umfangreiche Sachausstattung ausgezeichnete Rahmenbedingungen für theoretische und experimentelle Forschungsarbeiten mit dem Ziel, das integrative Verständnis von den Prozessen über die Anlagen und die Automatisierung bis hin zu vernetzten Fabriken zu vermitteln.

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

Mit diesem Jahresbericht möchten wir Ihnen einen Überblick über wesentliche Ereignisse und Eckpunkte der Institutsarbeit im Jahr 2018 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)

Forschungsschwerpunkte: Mikroproduktion, Additive Fertigung
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)

Forschungsschwerpunkte: Leichtbaufertigung, Elektromobilität
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)

Forschungsschwerpunkte: Elektromobilität, Industrie 4.0
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 2018



INSTITUT

Standorte & Zahlen	6
Forschungsstruktur	7
Veranstaltungen	8



FORSCHUNG

Forschungsbereich Fertigungs- und Werkstofftechnik (FWT)	18
Forschungsbereich Maschinen, Anlagen und Prozessautomatisierung (MAP)	22
Forschungsbereich Produktionssysteme (PRO)	26
Forschungsschwerpunkte	
Mikroproduktion (MP)	30
Leichtbaufertigung (LF)	32
Elektromobilität (EM)	34
Additive Fertigung (AF)	36
Industrie 4.0 (I 4.0)	38



KOOPERATIONEN

GAMI	40
AMTC	42
Partner aus Forschung & Lehre	44



DISSERTATIONEN

Dr.-Ing. Jan Hochdörffer	45
Dr.-Ing. Tobias Arndt	46
Dr.-Ing. Manuel Peter	47
Dr.-Ing. Robin Kopf	48
Dr.-Ing. Harald Meier	49
Dr.-Ing. Daniel Brabandt	50
Dr.-Ing. Alexandra Schabunow	51
Dr.-Ing. Jens Bürgin	52
Dr.-Ing. Michael Gerstenmeyer	53
Dr.-Ing. Jacques Burtscher	54
Dr.-Ing. Fabian Ballier	55



VERÖFFENTLICHUNGEN

Bücher	56
Dissertationen	56
Konferenzbeiträge	57
Zeitschriften	59
Studien	61



STUDIUM & LEHRE

Leitbild & Zahlen	63
Vorlesungsangebot	64
Abschlussarbeiten	
Bachelorarbeiten	66
Masterarbeiten	71
Exkursionen	79
Auszeichnungen & Preise	84



wbk Institut für Produktionstechnik
Standorte des Instituts



wbk am Fasanengarten,
KIT (Karlsruhe)

- Produktionssysteme
- Maschinen, Anlagen und Prozessautomatisierung



wbk am Ehrenhof,
KIT (Karlsruhe)

- Fertigungs- und Werkstofftechnik



wbk am Campus Nord,
KIT (Karlsruhe)

- Maschinen, Anlagen und Prozessautomatisierung



wbk am MZE
KIT (Karlsruhe)

- Fertigungs- und Werkstofftechnik



AMTC

- Advanced Manufacturing Technology Center Jading Campus der Tongji Universität, Shanghai (China)



GAMI

- Global Advanced Manufacturing Institute Suzhou (China)

Überblick in Zahlen

Mitarbeiter

- Wissenschaftler/innen ca. 66
- Technik und Verwaltung ca. 24
- Auszubildende ca. 5
- Studentische Hilfskräfte ca. 313

Lehre

- 20 Lehrveranstaltungen
- ca. 2.000 Prüfungen
- 430 Abschlussarbeiten

Ausstattung

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

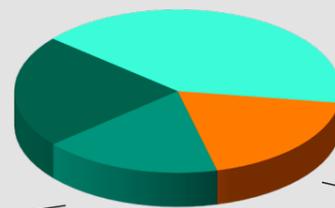
Projekte

- 46 Grundlagen-Forschungsprojekte
- 28 Verbundprojekte
- 54 Industrieprojekte

Finanzierungsstruktur

DFG
22%

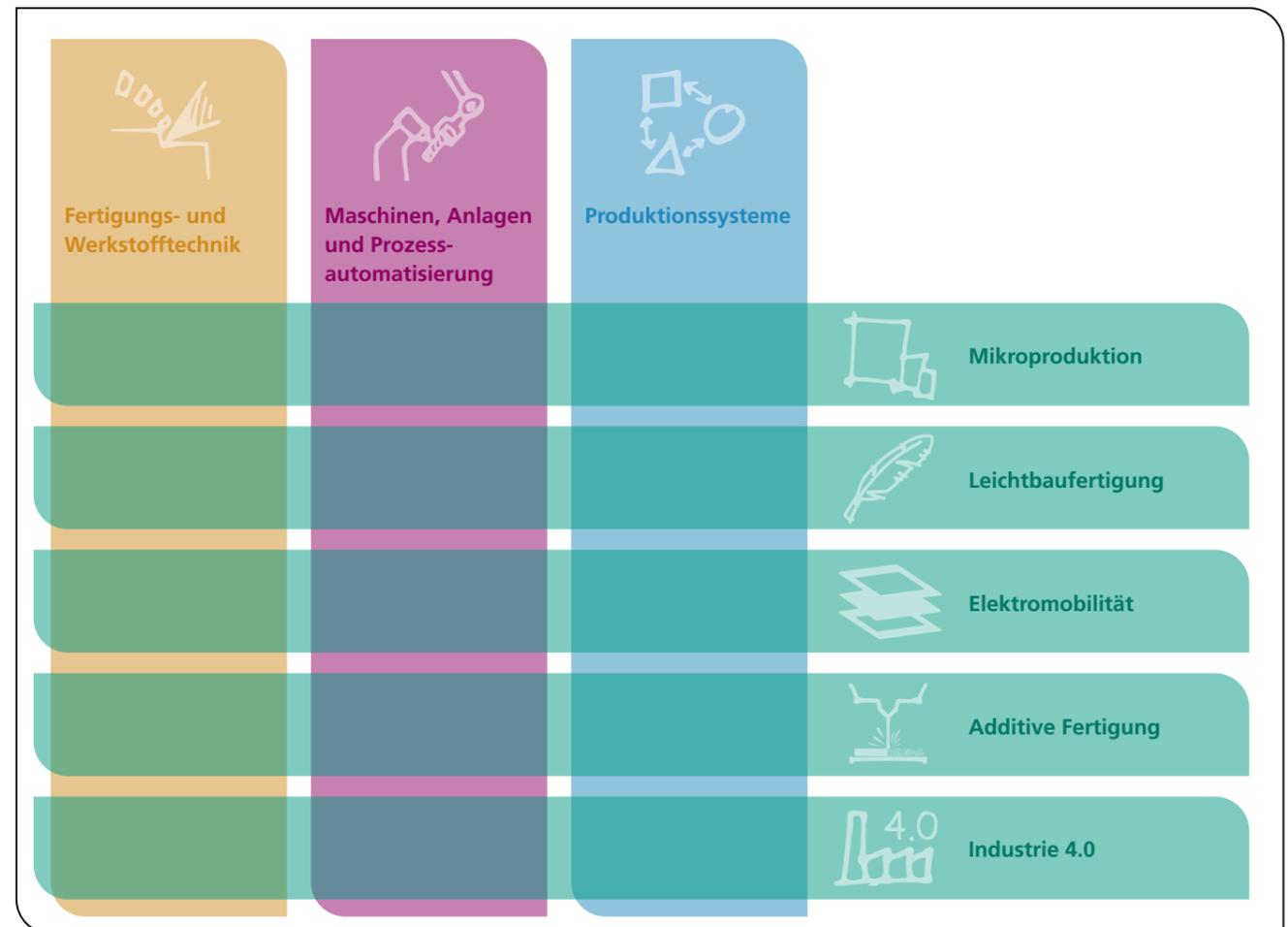
Basisfinanzierung
18%



Verbundprojekte
mit der Industrie
41%

Industrieprojekte
19%

Forschungsstruktur





Veranstaltungen

Herbsttagung 2018: Additive Manufacturing – Vom Fertigungsverfahren zum Produktionssystem



Ansprechpartner am wbk:
Manuela Neuenfeldt, M.Sc.
+49 1523 9502596
manuela.neuenfeldt@kit.edu

Die wbk-Herbsttagung 2018 am 11. Oktober stand unter dem Motto „Additive Manufacturing – Vom Fertigungsverfahren zum Produktionssystem“. Ziel war, die zukünftigen Entwicklungen, die sich verändernden Anforderungen an Anlagen sowie die Umsetzung der Prozesskettenintegration zu beleuchten. Das vielseitige Programm umfasste Fachvorträge von Industrievertretern und Mitarbeitern des wbk; die Teilnehmer präsentierten und diskutierten neue Erkenntnisse über additive Anlagen, die Qualitätssicherung von Bauteilen sowie neue Werkstoffe.

Professor Volker Schulze (wbk) eröffnete die Tagung. In seinem Einführungsvortrag stellte er vor knapp 100 Teilnehmern das wbk sowie aktuelle Herausforderungen in der Additiven Fertigung vor. Anschließend sprach Dr. Tobias Abeln (EOS GmbH) in einem visionären Vortrag über die Additive Fertigung als Treiber für eine digitale Produktion.

Die folgenden beiden Vorträge widmeten sich der Materialentwicklung in der Additiven Fertigung. Zunächst stellte Dr. Eberhard Duffner (Arburg GmbH + Co KG) die Herstellung von Hybrid- und Multimaterial-Bauteilen mit Additiver Fertigung dar und ging dabei sowohl auf charakteristische Eigenschaften als auch auf die Entwicklung neuer Werkstoffe ein. Über Werkstoffentwicklung im Keramik- und Metallbereich berichtete Dominik

Reichartzeder (Lithoz GmbH); er weitete seinen Vortrag auf Multimaterialien aus. Am Beispiel eines Turbinenbauteils veranschaulichte Martin Schäfer (Siemens AG) die Integration der Additiven Fertigung in hybride Produktionsketten.

Nach der Mittagspause und der Besichtigung des produktionstechnischen Labors gab Dr. Sven Donisi (Rosswag GmbH) einen Überblick über die gesamte Prozesskette von der Pulverherstellung bis zum fertigen Bauteil. Dr. Paul Fickel (Daimler AG) stellte anschließend einen Erfahrungsbericht zur Anwendung der Additiven Fertigung in der Automobilindustrie vor.

In einem interaktiven Vortrag zeigte Simon Merz (wbk), wie eine offene Online-Plattform die gesamte Prozesskette der Additiven Fertigung unterstützen kann.

Die im Eröffnungsvortrag vorgestellten Herausforderungen in der Additiven Fertigung wurden von den Teilnehmern während der Pausen kommentiert und priorisiert. In die Abschlussdiskussion gingen die über den Tag gesammelten Meinungen ein.

Die Veranstaltung deckte die gesamte Bandbreite der Fragen zur Additiven Fertigung ab und war ein voller Erfolg. Wir freuen uns bereits auf die Herbsttagung 2019! ■



Diskussion der Vorträge auf der wbk-Herbsttagung 2018

Veranstaltungen

Workshop „Advanced Manufacturing Processes“

Das Deutsch-Französische Institut für Industrie 4.0 organisierte am 9. Oktober 2018 einen Workshop zum Thema „Advanced Manufacturing Processes“. Eingeladen waren deutsche und französische Teilnehmer.

Professor Volker Schulze stellte zunächst das Deutsch-Französische Institut für Industrie 4.0 und seine Projekte vor. Anschließend übergab er das Wort an die Referenten aus der deutschen und französischen Industrie- und Forschungslandschaft.

Im Lauf des Vormittags berichteten Referenten von SAFRAN, Herlanco GmbH, SEW Eurodrive GmbH & Co. KG, HPM Technologie GmbH, RENAULT NISSAN MITSUBISHI, ASCOMETAL SCHMOLZ + BICKENBACH Group, Synopt GmbH, KIT-ENSAM und BOSCH GmbH über ihre Erfahrungen mit nationalen und binationalen Projekten.

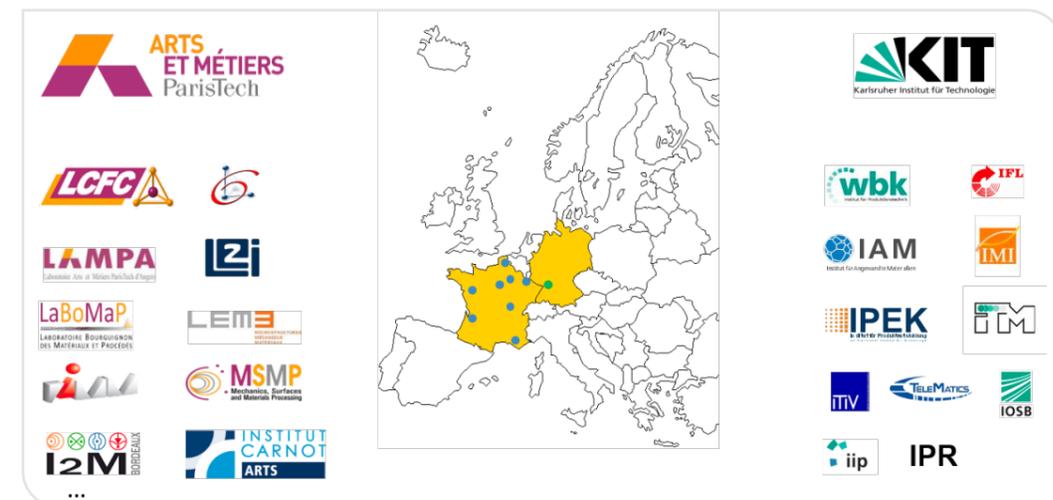
Nach einem gemeinsamen Mittagessen im Produktionstechnischen Labor des wbk teilten sich die Teilnehmer in vier Workshop-Gruppen zu den Themen „Additive Fertigung“, „Umformen“, „Zerspanen“ und „Oberflächenbehandlung“ auf, um aufbauend auf den am Vormittag vorgetragenen Berichten zu diskutieren. In den Gruppen wurden viele vorrangig neue Themen in den jeweiligen Bereichen identifiziert und Ideen für mögliche gemeinsame Projektarbeiten entwickelt.

Zum Abschluss des Workshops wurden die erarbeiteten Ideen im Plenum vorgestellt. Zudem gab es einen Ausblick auf den „Salon de l'Industrie du Futur“ im November in Mulhouse. Auf dieser Messe war das Deutsch-Französische Institut für Industrie 4.0 vertreten, um die Ergebnisse und Arbeiten aus den vorherigen Veranstaltungen vorzustellen und voranzutreiben.

Der vom Deutsch-Französischen Institut für Industrie 4.0 ausgerichtete Workshop bot reichlich Gelegenheit zur Diskussion zwischen deutschen und französischen Industrie- und Forschungspartnern. Der lebhafteste Austausch wurde von allen Teilnehmern ausgesprochen positiv bewertet und lässt sich als Anstoß für zukünftige binationale Forschungsprojekte betrachten. ■



Struktur des Deutsch-Französischen Instituts für Industrie 4.0.



Die am Institut beteiligten Einrichtungen.



Ansprechpartner am wbk:
Manuela Neuenfeldt, M.Sc.
+49 1523 9502596
manuela.neuenfeldt@kit.edu



Veranstaltungen

Kick-off des DFG Schwerpunktprogramms 2086



Ansprechpartner am wbk:
Benedict Stampfer, M.Sc.
+49 1523 9502619
benedict.stampfer@kit.edu

Am 8. und 9. Juli 2018 fand die Auftaktveranstaltung des DFG Schwerpunktprogramms 2086 „Oberflächenkonditionierung in der Zerspanung“ am wbk Institut für Produktionstechnik statt. In der dreijährigen ersten Phase umfasst das Schwerpunktprogramm zwölf Forschungsprojekte mit einem Volumen von ca. sechs Millionen Euro. An diesen Projekten sind 23 Forschungsinstitute beteiligt.

Ausgangslage

Alle Fertigungsprozesse beeinflussen den Randschichtzustand eines Bauteils, der sich unter anderem nach Eigenspannungszustand, Verfestigungszustand, Gefügeverteilung, Rissbild und Topografie beschreiben lässt. Dieser Randschichtzustand bestimmt die Bauteileigenschaften beispielsweise bei schwingender, tribologischer und korrosiver Beanspruchung. Die gezielte Ausnutzung eines in Fertigungsprozessen robust eingestellten Randschichtzustands führt also zu einer längeren Lebensdauer und einer höheren Zuverlässigkeit des Bauteils.

Ziel des Vorhabens

Ziel der Arbeiten ist, für Zerspanungsprozesse unter kombinierter Nutzung von in-process einsetzbarer Softsensorik und Prozesswissen in Form von Prozess-, Geometrie- und Werkstoffmodellen dynamische Vorsteuerungen bzw. -regelungen aufzubauen, die es gestatten, in metallischen Bauteilen gleichzeitig definierte Geometrien und Randschichtzustände einzustellen. Damit sollen diese Randschichtzustände und also auch die Eigenschaften der gefertigten Bauteile auch bei Vor-

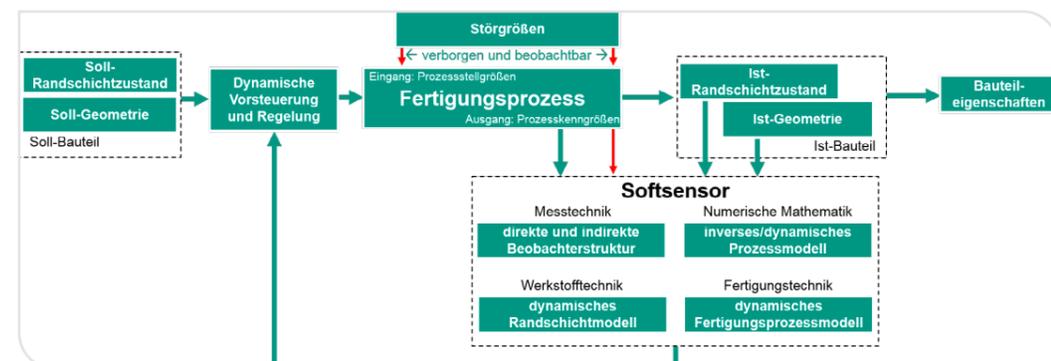
liegen von beobachtbaren Störgrößen, wie Halbzugtoleranzen und Maschinenschwingungen, oder verborgenen Störgrößen, wie Werkzeugverschleiß und streuende Materialeigenschaften, im Prozess sichergestellt werden.

Veranstaltung

Rund 60 Teilnehmer aus ganz Deutschland kamen in Karlsruhe zusammen, um über die Herausforderungen der bevorstehenden Arbeiten zu diskutieren. Zu Beginn des Kick-offs stellte Koordinator Professor Volker Schulze die Leitidee und die Ziele des Schwerpunktprogramms vor. In anschließenden Vorträgen präsentierten die Projektpartner des Themenblocks „Drehen von Stählen“ die Ausgangslage, das geplante Vorgehen und die Ziele ihrer Vorhaben. Die Abendveranstaltung fand in der Laborhalle des wbk statt. Die Gelegenheit, sich kennenzulernen und sich zu vernetzen, wurde von den interdisziplinären und institutsübergreifenden Projektteams positiv aufgenommen und intensiv genutzt.

Am zweiten Veranstaltungstag präsentierten die Projektpartner der Themenblöcke „Tiefbohren, Schleifen“ und „Leichtmetalle“ ihre Vorhaben. Der Kick-off schloss mit der Einrichtung der schwerpunktprogrammbegleitenden Arbeitskreise „Messtechnik“ und „Modellbildung und Simulation“.

Weitere Informationen zum Schwerpunktprogramm sind auf der offiziellen Website verfügbar: www.oberflaechenkonditionierung.de



Leitfaden für Forschungsprojekte.

Veranstaltungen

2. Expertenforum „Globale Produktion“ – Next Level Production Networks

Wie lassen sich Produktionsnetzwerke durch Industrie 4.0 zukunftsorientiert gestalten? Mit dieser Frage befasste sich das vom wbk Institut für Produktionstechnik in Kooperation mit dem WZL der RWTH Aachen und dem ITEM der Universität St. Gallen am 4. Oktober 2018 im Steigenberger Hotel Graf Zeppelin in Stuttgart ausgerichtete 2. Expertenforum „Globale Produktion“.

In einem vielseitigen Programm vermittelten die Institute anhand von wissenschaftlichen Vorträgen Einblicke in aktuelle Forschungstätigkeiten zur globalen Produktion. Referenten aus der Industrie berichteten aus der Praxis.

Professor Thomas Friedli eröffnete die Veranstaltung mit einem Vortrag zum Wandel der Rolle von Hochlohnstandorten durch Industrie 4.0. Darin stellte er Ergebnisse der aktuellen „Swiss Manufacturing Study“ zur Situation des produzierenden Gewerbes in der Schweiz vor. An diesen Vortrag schloss sich ein Bericht von André Mahler über die Einführung von Operational Excellence am Beispiel des wachsenden Produktionsnetzwerks der Komax Holding AG an.

Nach einer Pause referierte Professor Günther Schuh über die Befähiger Transparenz, agile Fabrikstrukturen sowie kontinuierliche Netzwerkgestal-

tung beim Aufbau des Industrie 4.0 Produktionsverbunds. Anschließend schilderte Dr. Sebastian Gottschalk von der Beiersdorf AG die Herausforderungen in den Bereichen Supply Chain und Digitalisierung im Konsumgüterbereich.

Im letzten Block der Veranstaltungen stellte Professorin Gisela Lanza einen Lösungsansatz zur Steigerung der Transparenz globaler Produktionsnetzwerke sowie zur Verbesserung des Störungsmanagements durch verstärkten Informationsaustausch vor. Jochen Kärcher von der Robert Bosch GmbH gab einen Einblick in die Digitalisierungsstrategie des Bosch Industrie 4.0 Leitwerks Blaichach sowie den angegliederten internen Produktionsverbund.

Die Pausen zwischen den einzelnen Vorträgen boten Raum für intensive Diskussionen und Networking. Die Teilnehmer hatten die Möglichkeit, über das interaktive Feedbacktool Mentimeter in einen direkten Austausch mit Vortragenden, Industrieteilnehmern und Institutsangehörigen zu treten. Mit über 80 Teilnehmern war die Veranstaltung ausgesprochen gut besucht.

Das 3. Expertenforum „Globale Produktion“ ist im Jahr 2020 geplant. Informationen dazu erteilt Bastian Verhaelen (bastian.verhaelen@kit.edu).



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



2. Expertenforum „Globale Produktion“ in Stuttgart.



Veranstaltungen

Ehemaligenfest des wbk



Ansprechpartner am wbk:
Andreas Kuhnle, M.Sc.
+49 721 60844153
andreas.kuhnle@kit.edu

Institut empfängt mehr als 300 aktive und ehemalige Mitarbeiter mit ihren Familien

Im Jahr 1952 gründete Professor Walter Schmidt das Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebs-technik (wbk). Seitdem hat sich das Institut in Industrie und Forschung etabliert: Das heutige wbk Institut für Produktionstechnik mit seinen 100 Mitarbeitern befasst sich nicht nur mit klassischen Maschinenbauthemen wie Mikroproduktion oder Leichtbaufertigung, sondern adressiert auch neue Trends und Themen wie Elektromobilität, Additive Fertigung und Industrie 4.0. Für seine herausragenden Leistungen in Lehre und Forschung wurde das Institut jüngst zu einem der 100 Orte für Industrie 4.0 in Baden-Württemberg und zum ausgezeichneten Ort im Land der Ideen ernannt.

„Diese tollen Erfolge haben wir all denen zu verdanken, die seit 1952 die Entwicklung des wbk maßgeblich gestaltet haben“, sagt Professor Jürgen Fleischer. Daher lud das wbk Anfang Juli alle aktiven und ehemaligen Mitarbeiter mit ihren Familien zu einem gemeinsamen Fest ein. Nachdem

die drei Institutsleiter aktuelle Forschungsthemen und Projekte vorgestellt hatten, wurde Volker Stauch verabschiedet, der seit 2002 Lehrbeauftragter an der KIT-Fakultät für Maschinenbau war. Seine Vorlesung „Produktionstechnologien und Managementansätze im Automobilbau“ ist am wbk beheimatet. „Volker Stauch war ein ausgesprochen motivierender Kollege, der es verstand, Studierende für die Inhalte seiner Vorlesung zu begeistern“, sagte Professorin Gisela Lanza bei der Verabschiedung.

Anschließend öffnete das Produktionstechnische Labor seine Türen, und die aktuellen akademischen Mitarbeiter des wbk zeigten den Besuchern ihre Forschungsstände. Bei Speis und Trank und Musik tauschten sich Ehemalige und Aktive über alte und neue Zeiten aus. „Über 300 wbkler und ihre Familien haben mit uns bis in die Nacht hinein gefeiert. Wir freuen uns, dass wir so viele wie noch nie begrüßen durften“, resümierte Professor Volker Schulze den gemeinsamen Abend. ■



Eine bunte Mischung aus Information, Unterhaltung und Geselligkeit bot das Ehemaligenfest des wbk

Veranstaltungen

Internet-of-Things-Hackathon 2018

Smarte Lösungen für Kommissionierung, Logistik und Automatisierung

Intelligente Maschinen und Werkstücke sowie Prozesse, die sich selbstständig organisieren und optimieren – das alles kennzeichnet die Produktion von morgen. Eine wichtige Voraussetzung ist das Internet of Things (IoT). In ihm sind alle intelligenten Gegenstände vernetzt und tauschen Produktionsdaten in Echtzeit aus.

Der Hackathon 2018 am wbk Institut für Produktionstechnik widmete sich genau diesem Thema: Am 4. und 5. Juni hatten Studierende aller Fachrichtungen 32 Stunden Zeit, um smarte Lösungen in den Bereichen Kommissionierung, Logistik und Automatisierung zu entwickeln und in einem Business Case zu zeigen. Der IoT-Hackathon war mit 5.000 Euro dotiert (1. Platz 2.500 Euro; 2. Platz 1.500 Euro; 3. Platz 1.000 Euro) und wurde von TRUMPF, Balluff und Wittenstein gesponsert.

Ergebnisse

Das fünfköpfige Siegerteam „AR Pick 3000“ präsentierte einen in eine Palette integrierten autarken Sensor zur Überwachung der Umgebungstemperaturen, der Erschütterungen und der Lage der Palette während des Transports. Beim Verladen der Palette werden die Grenzwerte für den Transport per NFC auf den Sensor geschrieben. Werden die Grenzwerte während des Transports annähernd erreicht oder gar überschritten, ändert sich die Farbe des Sensors, sodass bereits bei der Warenannahme Verletzungen der Transportbedingungen zu erkennen sind. Die gesammelten Daten über die Paletten können auch genutzt werden, um bei der Beladung von Lkws eine optimale Ladungsverteilung zu errechnen. Durch ein Lichtsignal des Sensors wird die als Nächstes zu verladende Palette markiert.

Den zweiten Platz belegte das Team „Round Pancakes“ mit einer smarten Pick-by-Vision-Lösung. Die vorgestellte Lösung hilft den Mitarbeitern in der Kommissionierung, schnell die richtigen Lagerplätze der benötigten Komponenten zu finden. Die vorgestellte Lösung nutzt die Microsoft HoloLens, um Informationen für den Kommissionierer einzublenden, sowie intelligente Sensorik, um bei richtigem Picking den Vorgang zu quittieren. Den dritten Platz erzielte das Team „Betty“ mit einer Gamification-Lösung zur Austaktung der Produk-



Zeitdruck gehörte zum Wettbewerb.

tionslinie. Taktzeitverluste und unterschiedliche Austaktungen sind für die einzelnen Arbeitsstationen meist nicht sichtbar. Die vorgestellte Lösung visualisiert jede Arbeitsstation als Avatar, der sich auf einer Spieloberfläche fortbewegt, sobald die Bearbeitungszeit unterhalb der Taktzeit liegt. Erst wenn alle Stationen wieder im Gleichschritt arbeiten, kann das nächste Level erreicht werden. Damit durch den Anreiz, die Bearbeitungszeit zu senken, keine Bestände entstehen, werden Bestände visualisiert und gehen negativ in die Bewertung ein. Bei Ausschussproduktion wird stets das gesamte Produktionsteam zurückgestuft. Die Daten werden über die OPC-UA-Schnittstelle der Maschinensteuerungen bereitgestellt.

Nach dem begeisternden Auftakt 2018 wird es 2019 wieder einen Hackathon am wbk geben. ■



Begeistert entwickelten Studierende eigene Lösungen für die Produktion von morgen.



Ansprechpartner am wbk:
Constantin Hofmann, M.Sc.
+49 1523 9502583
constantin.hofmann@kit.edu



Veranstaltungen

Assistentenexkursion nach Hannover



Ansprechpartner:
Dr.-Ing. Marielouise Schäferling

Agro und Pharma – Tag 1

Vom 4. bis 7. September 2018 fand die Assistentenexkursion des wbk Instituts für Produktionstechnik statt. Dieses Mal reisten 60 Doktorandinnen und Doktoranden mit der Institutsleitung nach Hannover. Erste Station der viertägigen Reise war das Traktorenwerk von John Deere in Mannheim. Dabei gab es gleich zu Beginn spannende Einblicke in die Produktion. Besonders faszinierend war der Ausblick auf Industrie 4.0-Anwendungen in der Landwirtschaft. Der weitere Weg führte zum Stammhaus des Pharma- und Laborbedarfsspezialisten Sartorius in Göttingen. Experten stellten den in Gruppen eingeteilten Exkursionsteilnehmern verschiedene Arbeitsbereiche vor.

Autostadt und Weltkulturerbe – Tag 2

Als besonderes Highlight des zweiten Tags stand der Besuch des VW-Werks in Wolfsburg auf dem Programm. Zu Beginn erfolgte eine Podiumsdiskussion zum Thema „Innovative Produktionstechnik und strategische Ausrichtung bzgl. Digitalisierung/Industrie 4.0“. Daran schloss sich eine Werksbesichtigung an, bei der alle Teilnehmer in einem Wagen, der mehrere Anhänger zog, durch das Werk fuhren. Den Abschluss des Tages bildete ein Stück Bergbauindustriegeschichte mit der Besichtigung des Weltkulturerbes Bergwerk Rammelsberg im Harz.

Ab in den Norden – Tag 3

Am dritten Tag ging es in den Norden nach Hamburg, um die Werften der Lufthansa Technik zu besichtigen. Dabei war es beeindruckend, wie indivi-

duell auf jeden Kundenwunsch eingegangen wird und welche Möglichkeiten es dabei gibt. Dieser Besuch stellte einen weiteren Höhepunkt sowohl für die Fertigungstechniker als auch für die Produktionsplaner dar. Anschließend ging es weiter zu Sennheiser nach Wedemark. Dabei hinterließ Sennheiser nicht nur als Hersteller hervorragender Audiosysteme, sondern auch als mutiger Digitalisierer einen bleibenden Eindruck. Mit dem neuen 3D-Soundsystem war auch etwas ganz Besonderes für die Ohren geboten. Der Tag endete mit dem Institutsabend, der allen die Möglichkeit für einen angeregten Austausch unter Kollegen bot.

Fleisch und Wurst – Tag 4

Nach fast 1.500 Kilometern Fahrtstrecke, fünf Firmenbesuchen, spannenden Diskussionen und kulturellen Erlebnissen schloss die intensive Austauschwoche im Werk der Edeka Südwestfleisch in Rheinstetten. Im Werk werden Schweine- und Rinderhälften zu Wurst weiterverarbeitet und an Edeka Märkte in fünf Bundesländern verschickt. Diese Branche gewährte noch einmal ganz neue und unbekannte Einblicke. So gingen vier spannende und abwechslungsreiche Tage zu Ende. ■



Besuch bei John Deere.



Besuch bei Sartorius.

Veranstaltungen

10 Jahre GAMI – Start der Artificial Intelligence (AI) Innovation Factory

Anfang November 2018 feierte das Global Advanced Manufacturing Institute (GAMI) mit knapp 300 Gästen aus Forschung, Politik und Industrie sein zehnjähriges Bestehen und eröffnete zur Feier des Tages eine neue Forschungsplattform zur Künstlichen Intelligenz in der Produktion: die Artificial Intelligence (AI) Innovation Factory.

In Erweiterung des 2015 eröffneten Industry 4.0 Demonstration and Innovation Centers, in dem vor allem Methoden und Kompetenzen zur datenbasierten Transparenzsteigerung vermittelt werden, bietet das GAMI nun eine Plattform zur Erforschung der Frage, wie Ansätze und Technologien aus dem Bereich AI in der Produktion eingesetzt werden können, um die entstehenden großen Datenmengen gewinnbringend zu nutzen. Zur Optimierung von Produktionsprozessen bedarf es beispielsweise intelligenter Lösungen, welche die häufig heterogenen und aus verschiedensten Quellen stammenden Daten analysieren, Zusammenhänge und Muster erkennen und darauf aufbauend Vorhersagen über notwendige Anpassungen, etwa des Produktionsablaufplans, treffen können.

Für eine zielgerichtete Auswahl und eine konkrete Implementierung von AI-Technologien in der Produktion mangelt es Unternehmen allerdings derzeit häufig noch an Kompetenzen und Talenten. Zusammen mit deutschen und chinesischen Unternehmen und Start-ups erforscht das GAMI daher entsprechende Anwendungen in den Bereichen Augmented und Virtual Reality, Cloud und Big Data Computing, Simulation sowie Mensch-Roboter-Kollaboration. Unterschiedliche Technologien können dabei in eine hochflexible Fertigungslinie integriert werden, um verschiedene Anwendungsfälle zu untersuchen. Diese können anschließend weiterentwickelt und zur praxisnahen Vermittlung der erforderlichen Kompetenzen von Studierenden, Wissenschaftlern und Partnern aus der Industrie genutzt werden.

Nach den Begrüßungsworten der Ehrengäste gab Professorin Gisela Lanza als Gründerin und Direktorin des GAMI einen Rückblick über dessen Erfolgsgeschichte in den vergangenen zehn Jahren und eröffnete zusammen mit Vertreterinnen und Vertretern von Forschung, Politik und Wirtschaft offiziell die neuen Räume, die anschließend von allen Teilnehmern besichtigt werden konnten.



Eröffnung der AI Innovation Factory durch Vertreterinnen und Vertreter von Forschung, Politik und Wirtschaft.

Am Nachmittag wurden in vielseitigen Fachvorträgen von Vertretern der Industrie sowie des KIT spannende Themen rund um Künstliche Intelligenz in der Produktion diskutiert. Zu Beginn stellte Tobias Arndt das Forschungs- und Weiterbildungskonzept der AI Innovation Factory vor. Danach ging Florian Hermle (Balluff) auf die Bedeutung der Produktionstransparenz als Grundlage für die zielgerichtete Anwendung von AI-Technologien ein. Baoyu Zhou (Baidu Cloud) zeigte die Potenziale von industriellen Cloud-Lösungen auf, bevor Christopher Ehrmann (amtC) das Forschungsprojekt I4TP und die Möglichkeiten von Turnkey-Produktionssystemen im chinesischen Markt vorstellte.

Nikolai von Loeper (Kinexon) ging in seinem Vortrag auf die Möglichkeiten von Künstlicher Intelligenz im Bereich Produktionsplanung ein. Wolfgang Wiedorn (Bosch Rexroth) erläuterte die Zukunft der Montagetechnik in der intelligenten Fabrik. Nachdem Paul Scheickl (KIT) anschließend die Entwicklungen und Potenziale der kollaborativen Robotik aufgezeigt hatte, schloss Professorin Gisela Lanza die Veranstaltung mit der Aussage, dass bei der Digitalisierung der Produktion China und Deutschland von den Stärken des anderen profitieren und daher die Zukunft gemeinsam gestalten müssen. ■



AI Innovation Factory am GAMI in Suzhou.



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



Veranstaltungen

ProLemo auf der Hannover Messe 2018



Ansprechpartner am wbk:
Wilken Wößner, M.Sc.
+49 1523 9502631
wilken.woessner@kit.edu

Vom 23. bis 27. April 2018 stellte das wbk Institut für Produktionstechnik auf der Hannover Messe die Ergebnisse des Projekts ProLemo vor. Als Teil des Stands des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) in der Halle „Research & Technology“ wurden die Exponate einem interessierten Fachpublikum präsentiert.

ProLemo – Produktionstechnologien für effiziente Leichtbaumotoren für Elektrofahrzeuge

Bisherige Elektromotoren höherer Leistung sind für den Antrieb von Maschinen und Anlagen optimiert. Dabei liegt der Schwerpunkt auf Dauerlastfestigkeit und Lebensdauer; Baugröße, Wirkungsgrad

und Gewicht spielen dagegen oft nur eine untergeordnete Rolle. Für den Einsatz in Fahrzeugen sind diese Motoren daher meist zu schwer, zu groß und zu teuer. Um sie dennoch für den Massenmarkt Elektromobilität einsetzen zu können, wurden im Projekt ProLemo innovative Serienfertigungs- und Leichtbautechnologien entwickelt

Dank der Beteiligung der Verbundpartner (WITTENSTEIN cyber motor GmbH, ARBURG GmbH + Co KG, INDEX-Werke GmbH & Co. KG Hahn & Tessky und Aumann GmbH) und des KIT mit den Instituten wbk Institut für Produktionstechnik und FAST (Institut für Fahrzeugsystemtechnik) wurde eine enge Zusammenarbeit über die gesamte Wertschöpfungskette hinweg erreicht. Durch den

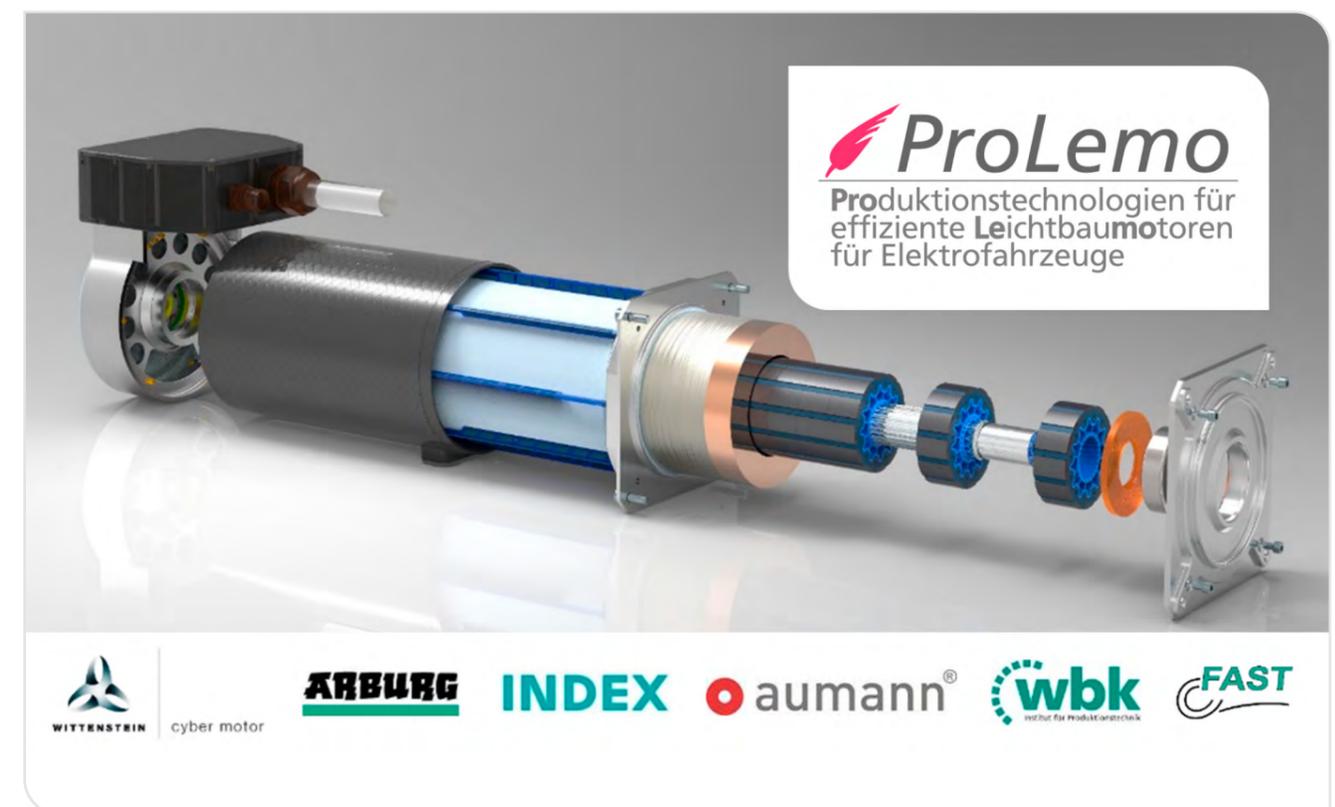
gezielten Einsatz von Leichtbaumaterialien, wie faserverstärkten Verbundwerkstoffen und Soft Magnetic Composites, sowie eine besonders kompakte, automatisiert hergestellte Kupferdraht-Wicklung wurden gegenüber einem Referenzmotor gleicher Leistungsklasse Gewichtseinsparungen von insgesamt ca. 20 Prozent erreicht. Besonders die Entwicklung eines Produktionsprozesses zur Herstellung von CFK-Stahl-Hybridwellen und eines Zwei-Komponenten-Spritzgussprozesses zur skalierbaren Fertigung von Leichtbaurotorscheiben aus Soft Magnetic Composites trugen zu den erreichten Gewichtseinsparungen bei. Ein Leichtbaugehäuse aus CFK mit integriertem modularem Kühlsystem ermöglicht zudem eine optimierte Kühlung der Statorwicklung. Diese wird durch ein

automatisiertes Nadelwickelverfahren mit hohem Füllgrad bei kleinem Statoraußendurchmesser hergestellt. Darüber hinaus kann dank einer optimierten Montage der Rotorkomponenten auf einen Auswuchtschritt und dafür notwendige Wuchtscheiben verzichtet werden.

Die entwickelten Produktionstechnologien stießen beim Publikum auf großes Interesse und regten zum fachlichen Austausch an. Auch für fachfremde Besucher waren die Exponate ein guter Anknüpfungspunkt, um über die aktuelle und zukünftige Entwicklung der Elektromobilität zu diskutieren. ■



Exponate auf der Hannover Messe: spritzgegossene Rotorscheiben, CFK-Stahl-Hybridwelle, automatisiert gewickelter Stator und Leichtbaugehäuse.

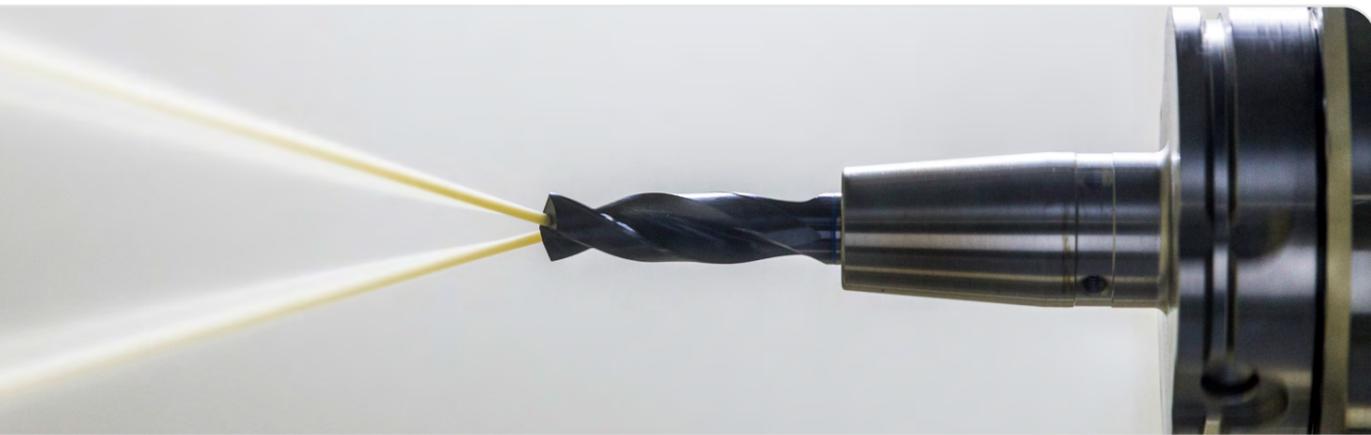


Aufbau des ProLemo-Leichtbaumotors.



Forschungsbereich

Fertigungs- und Werkstofftechnik (FWT)



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

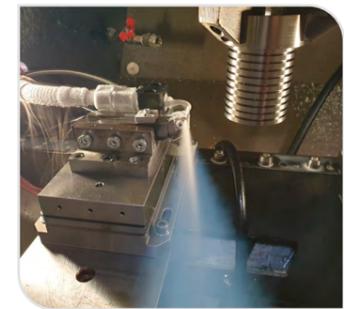
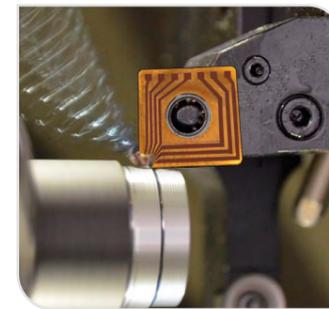
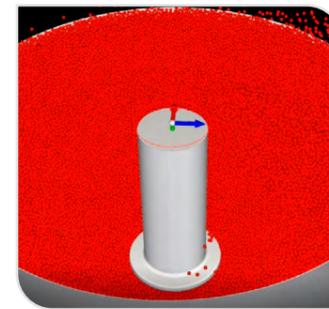
Die Entwicklung neuer Produkte ist eine zentrale Ingenieursaufgabe, die zunehmend nur noch interdisziplinär, also in Zusammenarbeit zwischen Produktentwicklung, Produktion und Werkstofftechnik zu bewältigen ist. Dies hat seine Ursache darin, dass die in der Entwicklung geforderten Bauteileigenschaften 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, die Mikrofunktenerosion, die Laserablation sowie Kombinationen der drei Verfahren zum Einsatz. Mithilfe neuer Kenntnisse über die Wechselwir-

kungen 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. Dabei 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 schädigungsarmen Bearbeitung. Additive Verfahren unter der Verwendung von Keramiken und Metallen werden ebenfalls untersucht. Ein besonderes Augenmerk liegt 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 Prozesstemperatur. Dies ermöglicht die Reduzierung des Versuchsaufwands und zudem den Gewinn experimentell nicht zugänglicher Erkenntnisse. Mit den Simulationen werden



Fertigungsprozesse

Prozessentwicklung

- Zerspanung
- Mikrobearbeitung
- Additive Fertigung
- Wärme- und Oberflächenbehandlung

Prozessplanung/-überwachung

- Kühlschmierkonzepte
- In-Prozess-Kontrolle
- Simulation von Prozessen und Prozessketten
- Prozess-Maschine-Interaktion

Surface Engineering

Bauteilrandzonen

- Topografie
- Gefüge
- Eigenspannungen
- Verfestigung
- Simulation der Bauteilzustände

Bauteilverhalten

- Schwingende Beanspruchung
- Tribologische Beanspruchung
- Simulation der Bauteilzustände

die effiziente Auslegung von Bearbeitungsstrategien unterstützt und die Abbildung vollständiger Prozessketten ermöglicht.

Einer der bemerkenswertesten Meilensteine dieses Jahres ist der Start des am wbk koordinierten DFG Schwerpunktprogramms „Oberflächenkonditionierung in der Zerspanung“ (SPP 2086).

Das SPP 2086 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 benutzbar 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. ■



Forschungsprojekt

Entwicklung einer neuartigen Stream Finishing Anlage zur gleichzeitigen Randschichtverfestigung und Oberflächenglättung



Ansprechpartner:
Dipl.-Ing.
Andreas Kacaras

Ziel des Vorhabens

Ziel des Projekts war die Entwicklung einer Stream Finishing Anlage, die mit hohen Drehzahlen eine hohe Bearbeitungsintensität erzielt und somit eine effiziente mechanische Oberflächenbehandlung metallischer Komponenten erlaubt. Dabei ist die Prozessauslegung hinsichtlich optimaler Prozessstellgrößen für eine mechanische Oberflächenbehandlung eines geometrisch komplex geformten Bauteils aufgrund noch unbekannter Strömungszustände der Schleifpartikel sehr zeit- und kostenintensiv. Ziel war daher, ein Schnelltestverfahren zu entwickeln, das eine effiziente Prozessauslegung ermöglicht.

Vorgehensweise

Das Projekt stand vor zwei Grundherausforderungen. Dies waren zum einen die Maschinenentwicklung, zum anderen die Prozessentwicklung.

Die Maschinenentwicklung erfolgte durch die Firma OTEC Präzisionsfinish GmbH. Die Herausforderungen bestanden in der robusten Auslegung mechanischer Komponenten sowie im Antriebskonzept.

Im Rahmen der Prozessentwicklung wurde am wbk Institut für Produktionstechnik in Analogieversuchen ein Schnelltest auf der Basis des aus dem Kugelstrahlprozess bekannten Almen-Systems entwickelt, der eine effiziente Korrelation der Eigenspannungs- und Topografieänderung abhängig von definierten Prozessparametern für den Zielwerkstoff 42CrMo4 erlaubte. Weiterhin wurden die resultierenden Eigenspannungs- und Verfestigungszustände röntgenografisch analysiert und korreliert. Aufbauend auf den Erkenntnissen der Analogieversuche wurde das Prinzip des Schnelltests auf ein komplex geformtes Bauteil am Beispiel eines evolventenverzahnten Stirnrades übertragen.

Ergebnisse

In Hinblick auf eine Oberflächenglättung lässt sich beim Stream Finishing durch die Steigerung der Drehzahl die Prozesszeit bis zur Generierung einer annähernd isotropen Topografie infolge der gesteigerten

Abtragrate signifikant verkürzen. Gleichzeitig zeigten sich signifikant höhere Beträge an induzierten Druckeigenspannungen und Verfestigungseffekten innerhalb der Randzone des Werkstücks. Durch die hohen Bearbeitungsintensitäten



Prototypische Stream Finishing Maschine mit hoher Antriebsleistung.

besteht das Risiko der Oberflächenzerrüttung, die sich jedoch durch geeignete Wahl von Prozessstellgrößen vermeiden lässt.

Weiterhin erwies sich der auf der Basis des Almen-Systems entwickelte Schnelltest als ein geeignetes und effizientes Verfahren zur Qualifizierung geeigneter Prozessparameter für die mechanische



Schnelltest in geometrischer Analogie zu einem evolventenverzahnten Stirnrad.

Oberflächenbehandlung eines Zahnrads. Somit bietet der Einsatz des adaptierten Almen-Systems zukünftig hohes Potenzial zur Qualifizierung optimaler Prozessparameter für die Bearbeitung komplex geformter Bauteile.

Forschungsprojekt

Prozessintegrierte Softsensorik zur Oberflächenkonditionierung beim Außenlängsdrehen von 42CrMo4

Ziel des Vorhabens

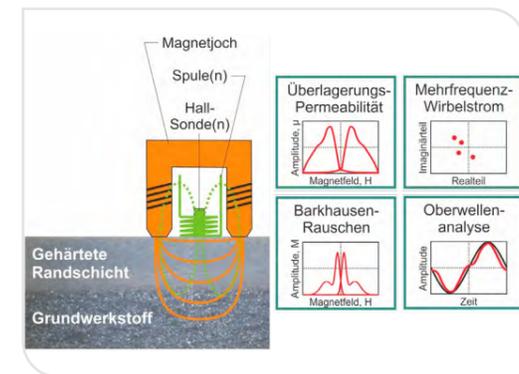
Das Ziel des Forschungsvorhabens ist die Entwicklung und Qualifizierung eines in-process-fähigen, multisensoriellen Regelungskonzepts für einen gegebenenfalls aus mehreren Zielgrößen zusammengesetzten Randschichtzustand. Dieses Regelungskonzept soll exemplarisch für den Anwendungsfall des Außenlängsdrehens von vergütetem 42CrMo4 mit geeigneten Modellansätzen umgesetzt werden. Die Herausforderung bei diesem Zerspanungsprozess besteht darin, die Ausbildung randnaher thermisch induzierter weißer Schichten (White Layer) und der mit ihnen einhergehenden, aus technischer Sicht nachteiligen Zugeigenspannungszustände zu vermeiden. Mechanisch induzierte weiße Schichten, die mit Druckeigenspannungen einhergehen, sind hingegen zuzulassen, sodass durch das Regelungskonzept mehrere Zielgrößen simultan adressiert werden, die wechselseitig voneinander abhängen.

Vorgehensweise

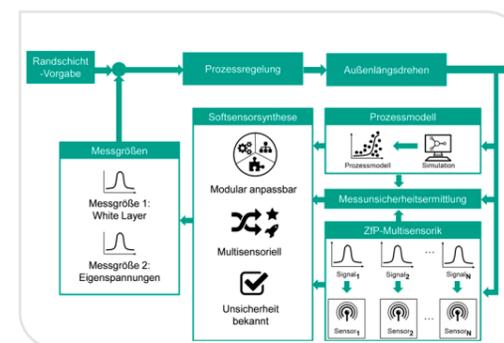
Gegenstand der ersten Förderphase ist die Konzeption eines geeigneten Softsensors, mit dem die während des Bearbeitungsprozesses auftretenden Charakteristika der Randschicht kontinuierlich erfasst werden. Der entwickelte Softsensor soll eine modular erweiterbare Struktur besitzen, die das Einbeziehen sowohl weiterer Sensorprinzipien als auch zusätzlicher Informationen aus Simulations-

routinen ermöglicht. Um die Güte des Softsensors bei der Erfassung der weißen Schichten zu quantifizieren, werden entsprechend des „Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement“ (GUM) dessen Messunsicherheiten ermittelt.

Das Projekt ist Teil des DFG Schwerpunktprogramms 2086 „Oberflächenkonditionierung in der Zerspanung“ und wird von einem Konsortium aus drei Partnern bearbeitet, die ihre Stärken in der Zerspanung (FWT), der Qualitätssicherung (PRO) und der zerstörungsfreien Werkstückprüfung (Fraunhofer-Institut für Zerstörungsfreie Prüfverfahren IZFP) einbringen.



Prinzipische Skizze des eingesetzten 3MA Sensors (Mikromagnetische Multiparameter-Mikrostruktur- und Spannungs-Analyse)
Quelle: Fraunhofer IZFP.



Geplanter Regelkreis zur kontinuierlichen Charakterisierung und Regelung des Randschichtzustands.



Ansprechpartner am wbk:
Benedict Stampfer, M.Sc.
+49 1523 9502619
benedict.stampfer@kit.edu



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 und geeignete Produktionsarchitekturen und -parameter noch weitgehend unbekannt sind, sind interdisziplinäre Lösungen von Ingenieuren aller technischen Fachrichtungen gefordert, um geeignete produktionstechnische Lösungen zu entwickeln. 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 zu bleiben.

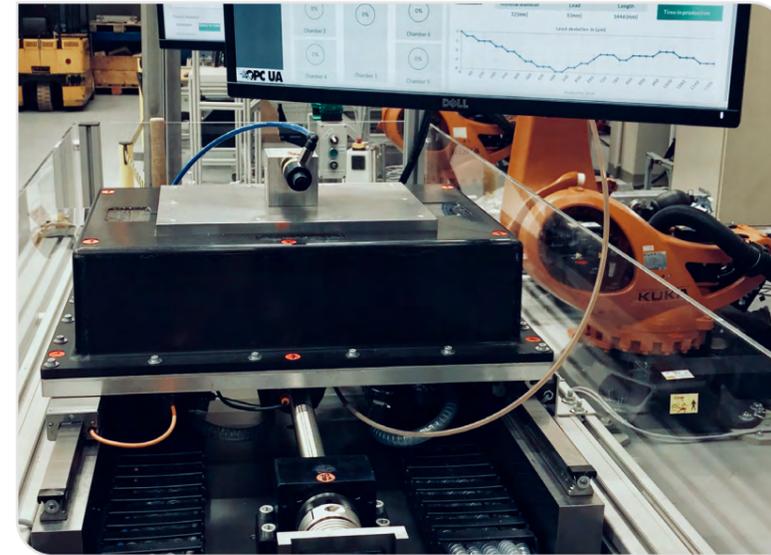
Zukünftige Generationen mechatronischer Produkte sowie die zugehörige Produktionstechnik integrieren dafür neben der klassischen Mechanik zunehmend IT-Bausteine sowie Leistungs- und Regelungselektronik, um immer schnellere, flexiblere und energieeffizientere Produkte und Produktionsprozesse anzubieten. 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 und deren Komponenten sowie Fertigungs- und Montageanlagen für Leichtbau und Elektromobilität. Neben der Grundlagenforschung werden in besonderem Maße Partner aus der Industrie in die Forschungstätigkeiten eingebunden, um Herausforderungen produzierender Firmen praxisnah zu begegnen. Ein besonderes Augenmerk der Forschungs- und Entwicklungsarbeiten liegt auf dem ressourcenschonenden Umgang mit Energie und eingesetzten Ausgangs-

materialien sowie auf der wachsenden Digitalisierung und Vernetzung von Produktionstechnologie. Ziele sind die Schonung von Ressourcen ebenso wie die Steigerung der Wirtschaftlichkeit von Produktionsprozessen. Daher werden bereits während der Konzeption von Forschungsarbeiten diese Ziele und damit einhergehende wissenschaftliche Fragen in Zusammenarbeit mit Forschungs- und Industriepartnern berücksichtigt.

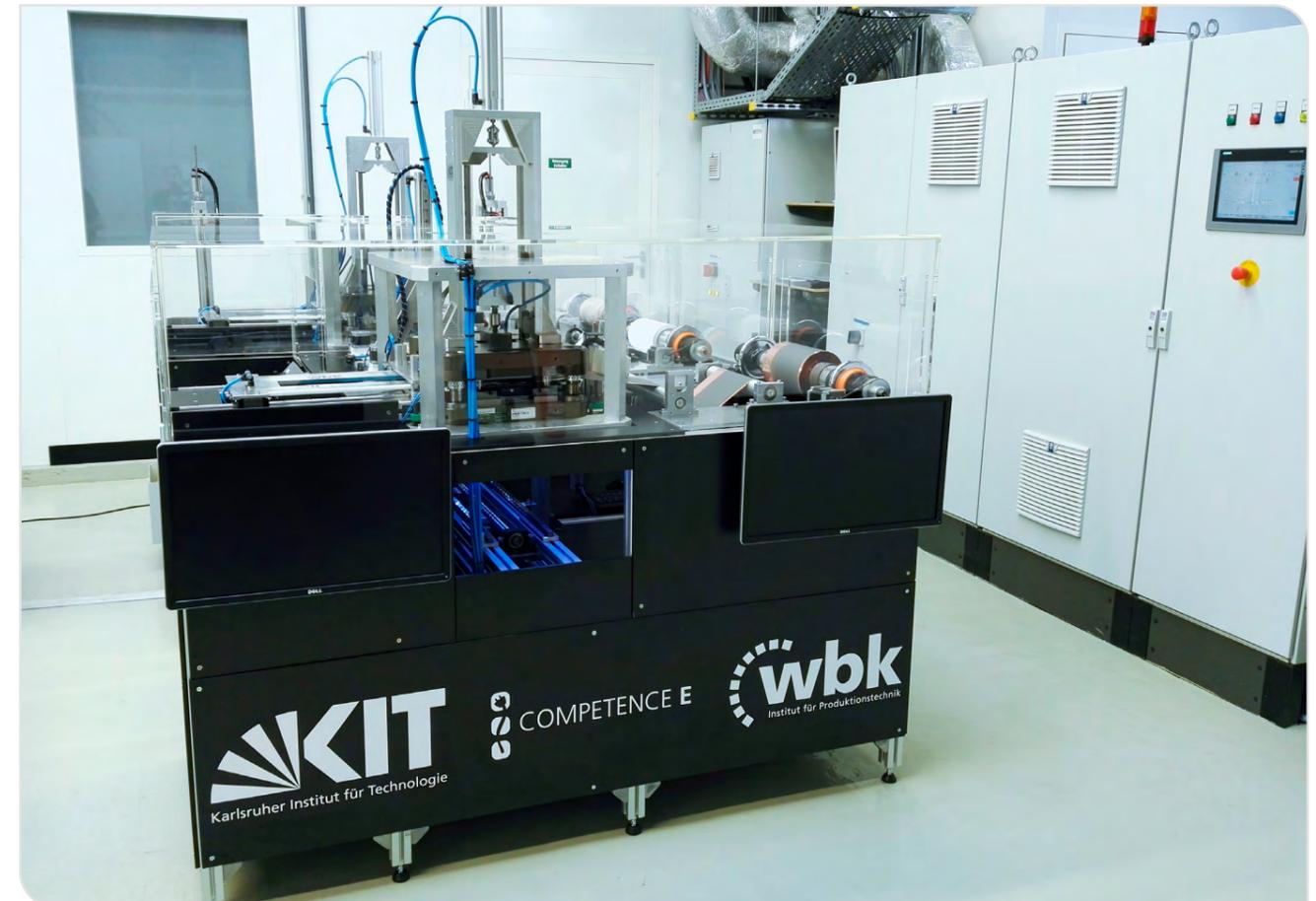
Aktuelles Forschungsthema im Anwendungsfeld Werkzeugmaschinen ist besonders die Entwicklung intelligenter Maschinen und Maschinenkomponenten mit Industrie 4.0-Funktionen. Anwendungsbeispiele sind Systeme zur Zustandsdiagnose und -prognose von Antriebskomponenten, Systeme zur Bestimmung und adaptiven Einstellung von dynamischen Maschineneigenschaften sowie neuartige Ansätze zur Prozessregelung. Die Basis bildet die Verschmelzung von klassischem Ingenieurs-Know-how aus dem Bereich der Werkzeugmaschinen und mechanischen Komponenten mit Methoden der Datenanalyse und des maschinellen Lernens.

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

Das Anwendungsfeld Elektromobilität erforscht Produktionstechnologien für Batterien, Brennstoffzellen und Elektromotoren. Themen sind die Optimierung, Neuentwicklung und Flexibilisierung von Verfahren und Prozessen für die Herstellung von Batteriezellen, die Konzeption von Automatisierungslösungen für die Batteriemodulmontage und die Brennstoffzellenstack-Herstellung, die Analyse, Bewertung und Weiterentwicklung der Wickeltechnik für Elektromotoren, die selektive Magnetmontage sowie die Weiterentwicklung von Auswuchtstrategien in der Elektromotorenherstellung. ■



Condition Monitoring, Plug&Work-fähige Komponenten und adaptiv einstellbare Maschinenschlitten: Der Demonstrator für intelligente Vorschubachsen am wbk.



Einzelblattstapler zur Fertigung von Li-Ionen-Pouchzellen.

Forschungsprojekt

Deutsch-Chinesische Industrie 4.0 Fabrikautomatisierungsplattform (I4TP)

Ziel des Vorhabens

Ziel des deutsch-chinesischen Verbundprojekts I4TP ist die Entwicklung einer offenen herstellerübergreifenden Plattform für die initiale Konfiguration bis zum Betrieb von Turnkey-Produktionssystemen auf der Basis definierter Nutzeranforderungen und des herzustellenden Produkts. Neben der systematischen Zusammenstellung des Produktionssystems aus Maschinen und Komponenten verschiedener weltweit verteilter Hersteller umfasst der Konfigurator auch die Auswahl eines maßgeschneiderten Geschäftsmodells zum Betrieb des Produktionssystems sowie die Möglichkeit, bestehende Anlagen für neue Aufgaben zu rekonfigurieren. Die Plattform richtet sich vor allem an junge chinesische Unternehmen, die sich durch eine hohe Innovationsgeschwindigkeit bei der Produktentwicklung auszeichnen, jedoch nicht über das notwendige Domänenwissen und die erforderlichen Kapazitäten zur Produktionssystemplanung verfügen.

Vorgehensweise

Ein Verbund von insgesamt 16 Forschungs- und Industriepartnern aus Deutschland und China arbeitet in verschiedenen Paketen an den einzelnen Teilen der Plattform. Den Kern bildet das Arbeitspaket Turnkey, in dem der Konfigurationsprozess und Betrieb des Turnkey-Produktionssystems entwickelt wird. Weitere Arbeitspakete behandeln die Optimierung des herzustellenden Produkts, Geschäftsmodelle, ein sogenanntes Demo-Validierungs-Center zur Zertifizierung von Maschinen und Komponenten sowie den Bereich der Kollaboration von Akteuren bei der Erstellung und dem Betrieb des Produktionssystems.

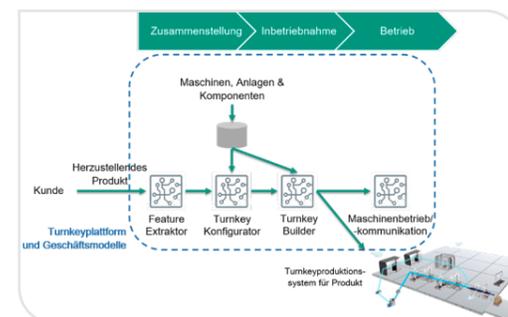
Ergebnisse

In dem bis Ende 2020 laufenden Projekt wurde zunächst ein mehrstufiger Prozess vom initialen Produkt, das hergestellt werden soll, bis zum Betrieb des Turnkey-Produktionssystems erarbeitet (siehe Abbildung). Das herzustellende Produkt kann auch eine neue Produktgeneration oder eine weitere Produktvariante darstellen, für die ein bestehendes Produktionssystem oder Teile davon im Sinn einer Rekonfiguration verwendet werden sollen.

Nach dem Kick-off im März 2018 an der Tongji Universität in Schanghai wurden die ersten Ergebnisse des Projekts im November 2018 gemeinsam durch die Partner auf der International Conference on Sustainable Manufacturing (ICSM) in Schanghai vorgestellt. Im Rahmen des Deutsch-Chinesischen Symposiums zur Intelligenten Fertigung und Vernetzung der Produktionsprozesse in Peking, ebenfalls im November 2018, wurde das Projekt als herausragendes Kooperationsprojekt prämiert.



Prämierung des Projekts im Rahmen des Deutsch-Chinesischen Symposiums zur Intelligenten Fertigung und Vernetzung der Produktionsprozesse.



Mehrstufiger Prozess vom initialen Produkt, dessen Merkmale zum Abgleich mit verfügbaren Maschinen und Komponenten extrahiert werden, bis zum Betrieb des konfigurierten Turnkey-Produktionssystems.

Forschungsprojekt

InnoDeLiBatt – Innovative Produktionstechnologien für die Herstellung demontagegerechter Lithium-Ionen Batteriespeicher

Ziel des Vorhabens

Die Elektrifizierung des Antriebsstrangs rückt mehr und mehr in den Fokus der Automobilhersteller, und Elektrofahrzeuge sind vermehrt auf deutschen Straßen anzutreffen. Mit gleichzeitig steigendem Alter des derzeitigen Elektrofahrzeugbestands gewinnen die Fragen nach Wiederaufarbeitung (Remanufacturing), Weiterverwendung (Second Life) und Recycling zunehmend an Bedeutung, vor allem vor dem Hintergrund der Verknappung der Rohstoffe. Da ein Batteriemodul bereits ein hohes Maß an wertschöpfender Arbeit erfahren hat, stellt das Remanufacturing eine wirtschaftliche Alternative zum direkten Recycling dar. Durch die absehbar hohen Stückzahlen ist ein Remanufacturing nur automatisiert wirtschaftlich darstellbar. Weiterhin existiert derzeit kein Reparaturkonzept auf Batteriemodulebene. Das Projekt InnoDeLiBatt stellte sich diesen Herausforderungen und erarbeitete Lösungen.

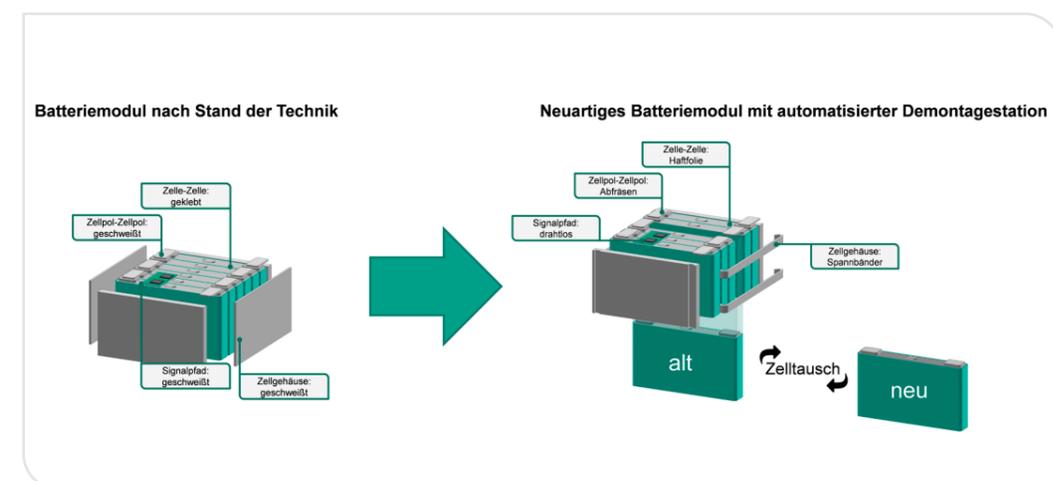
Vorgehensweise

Ein Batteriemodul mit prismatischen Zellen nach Stand der Technik wurde gemeinsam mit den Projektpartnern ErlingKlinger und GreenIng analysiert. Der Fokus lag dabei auf den Fügstellen des Batteriemoduls, die überwiegend stoffschlüssig ausgeführt sind. Diese Fügstellen wurden systematisch

aufgenommen und anschließend durch Prinzip- und Gestaltvariation verändert. Dabei sollen vor allem stoffschlüssige und damit nicht lösbare Verbindungen substituiert werden. Die neu entstandenen Konzepte wurden ausgearbeitet und mit dem Status quo verglichen. Daraus leiten sich direkte Empfehlungen ab, wie das Batteriemodul konstruktiv zu verändern ist, um eine automatisierte Demontage zu ermöglichen. Aus dem demontagefähigen Modul wurden dann die Kriterien für eine automatisierte Demontageanlage abgeleitet.

Ergebnisse

Zum einen ist durch das Projekt ein neuartiges Batteriemodul entstanden. Dieses Batteriemodul ist so konstruiert, dass ein Austauschen einzelner prismatischer Zellen möglich ist, ohne den Verbund des Gesamtbatteriemoduls lösen zu müssen. Für dieses Batteriemodul steht zum anderen ein entsprechender Demontageprüfstand zur Verfügung. Damit ist es möglich, eine einzelne Batteriezelle auszutauschen. Die identifizierte auszutauschende Zelle wird dabei mit einem Greifer aus dem Modul entnommen und kann anschließend durch eine neuwertige Zelle ersetzt werden. Der Austausch der Zelle geschieht vollautomatisiert.



Batteriemodul und alternative Fügeverfahren.



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



Ansprechpartner am wbk:
Jens Schäfer, M.Sc.
+49 1523 9502613
jens.schaefer@kit.edu



Forschungsbereich

Produktionssysteme (PRO)



Ansprechpartner am wbk:

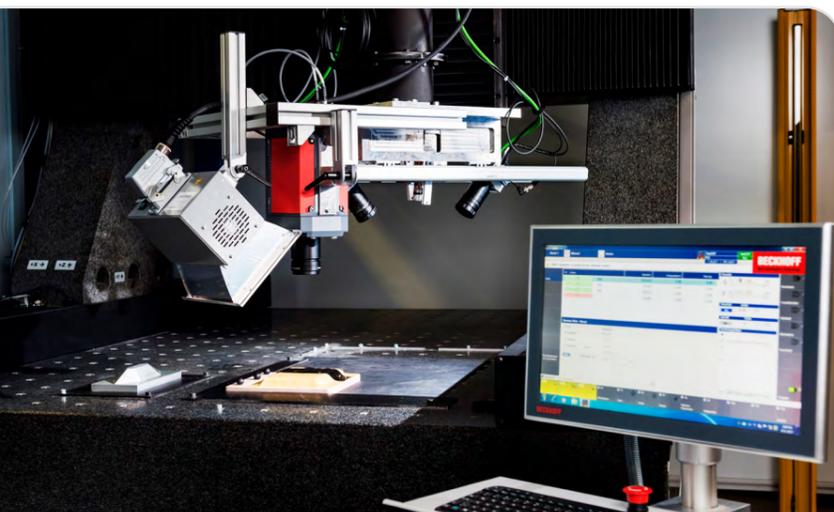
Leitung:

Prof. Dr.-Ing. Gisela Lanza
+49 721 60844017
gisela.lanza@kit.edu

Vor dem Hintergrund eines zunehmend volatilen Marktumsfelds 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 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 Qualitätsprobleme oder Lieferverzögerungen besser reagieren zu können, werden die Informationsflüsse im Netzwerk, der Einsatz neuer Technologien sowie Kooperationsmodelle analysiert. Auf dieser Basis werden auch Ansätze zur dynamischen Steuerung der Materialflüsse im Netzwerk erforscht.



Inline-Messstation zur Qualitätssicherung von faserverstärkten Kunststoffbauteilen.
Bildquelle: Sandra Göttisheim/KIT

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 Information und die technische Weiterentwicklung 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. Datengetriebene Geschäftsmodelle, zum Beispiel unter Nutzung von Cloud-Daten oder proaktiver regelkreisbasierter Qualitätssicherung, werden ebenso intensiv betrachtet.

Zur Beherrschung höchster Prozessqualität besonders bei unreifen Fertigungsprozessen, zum Beispiel zur Herstellung von Faserverbundbauteilen oder Brennstoffzellen, 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. Zur Entwicklung sogenannter Softsensoren 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 Qualitätsregelkreise umzusetzen. Vor allem um Baugruppen aus Komponenten zu realisieren, deren Fertigungspro-



Lernfabrik Globale Produktion. Bildquelle: Sandra Göttisheim/KIT

zesse 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 Alteilen. 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 Alteile zu analysieren.

Globale Produktionsstrategien

- Strategische Planung von Produktionsnetzwerken
- Standortgerechte Produktion unter Einsatz von Industrie 4.0
- Informations- und Qualitätsmanagement/ im Supply Network
- Auftragsbasierte Produktions- und Logistikplanung in Netzwerken
- Konzeption zirkulärer Produktionsnetzwerke

Produktionssystemplanung

- Adaptive Produktionssysteme
- Industrie 4.0-Methoden
- Digitalisierungsstrategie
- Maschinelles Lernen und Data Mining
- Agile Fabrikplanung, beispielsweise für Remanufacturing
- Robuste Produktionssteuerung mit Künstlicher Intelligenz
- Kostenbewertung und simulative Absicherung
- Technologieplanung

Qualitätsmanagement

- In-line Messtechnik für unreife Prozesse
- Softsensorik für Datenanalyse mit Künstlicher Intelligenz
- Funktionsorientiertes Messen
- Autonome, selbstlernende Messtechnik
- Messunsicherheitsermittlung
- Intelligente Prozessregelung durch Track & Trace mit Qualitätsdaten

Forschungsprojekt

BMBF ProIQ: Adaptive, prozessübergreifende Qualitätsregelkreise für Hochpräzisionsbauteile



Ansprechpartner am wbk:
Raphael Wagner, M.Sc.
+49 1523 9502627
raphael.wagner@kit.edu

Ziel des Vorhabens

Schlüsselfunktionen in komplexen Baugruppen können häufig nur durch Hochpräzisionsbauteile realisiert werden. Dabei bewegen sich die Hersteller im Spannungsfeld zwischen hohen Qualitätsanforderungen, Kostendruck und steigender Variantenvielfalt. Besonders herausfordernd sind komplexe Bauteilgeometrien mit funktionskritischen Toleranzen < 5 µm, bei denen verfügbare Fertigungsverfahren technologische Grenzen erreichen, bis zu denen eine prozessichere Fertigung möglich ist.

Im Projekt sollen daher anhand von zwei Anwendungsfällen aus Medizintechnik (Dentalinstrument Sirona) und Automotive (Bosch mit Zulieferer Mesa Parts) erstmals adaptive Produktionsstrategien werks- und unternehmensübergreifend eingesetzt werden, um Qualität und Ausbringungsrate gleichzeitig zu steigern.

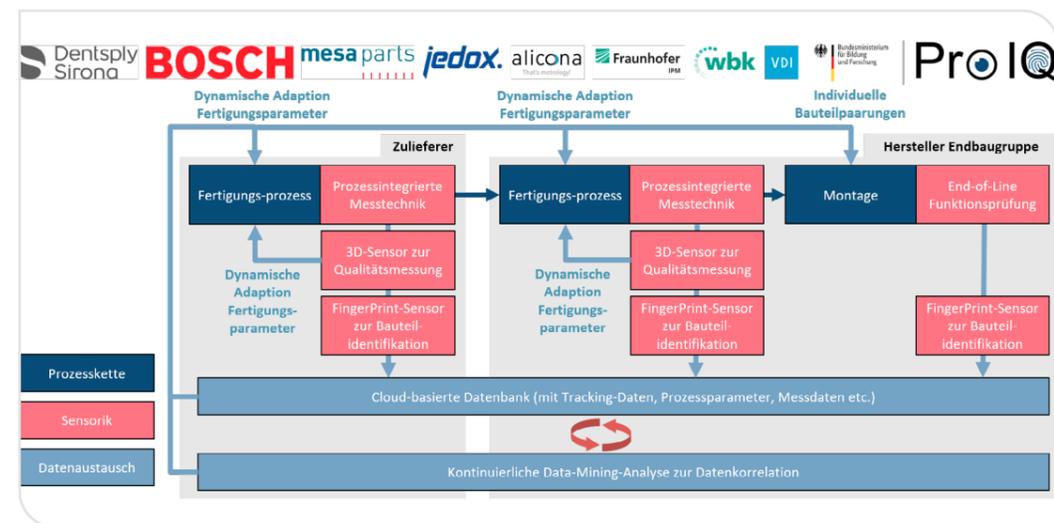
Vorgehensweise

Um über komplexe Prozessketten teilweise sogar werksübergreifend adaptiv in Fertigungsprozesse eingreifen zu können, müssen zwei Voraussetzungen erfüllt sein: Zum einen müssen kritische Geometrien an 100 Prozent der Bauteile in der Li-

nie mit der notwendigen Genauigkeit gemessen werden. Zum anderen müssen die Bauteile über die weitere Prozesskette hinweg bis zur fertigen Baugruppe individuell verfolgt werden. Das Projekt ProIQ setzt an diesen Stellen mit der Realisierung modularer Lösungen zur prozessintegrierten Applikation des optischen 3D-Fokus-Variation-Verfahrens (Firma Alicona), der bauteilindividuellen Rückverfolgung und der Messwertspeicherung mit FingerPrint-Technologie (Fraunhofer IPM, Jeodx) an. Auf der Basis der dadurch ermöglichten bauteilindividuellen Zuordnung von Messdaten werden verschiedene adaptive Produktionsstrategien für Hochpräzisionsprodukte entwickelt (wbk). Die Qualität steigt, der Ausschuss sinkt.

Ergebnisse

Der Nachweis der Machbarkeit erfolgt anhand von Demonstratoren, die direkt in der Serienproduktion bei den beteiligten Unternehmen an Hochleistungs-Mikro-Getriebebauteilen für Dentalinstrumente bei Sirona und Präzisions-Injektorbauteilen bei Bosch mit Zulieferer Mesa Parts evaluiert werden. Die ausgewählten Musterbauteile haben gezielt unterschiedliche Geometrien und Oberflächen, an denen die Übertragbarkeit auf andere Prozessketten erforscht und demonstriert wird. ■



Aufbau des Projekts.

Forschungsprojekt

BMBF ReKoNeT: Datenbasierte Kollaboration in Wertschöpfungsnetzwerken mittels geschützter Transparenz

Ziel des Vorhabens

Wertschöpfung findet heutzutage in Netzwerken statt. Aktuell herrschen in Netzwerken allerdings oft Isolation und Verslossenheit statt Kollaboration und Transparenz. Langfristig resultieren aus dem Individualismus Wettbewerbsnachteile, da Wettbewerb heutzutage nicht nur zwischen einzelnen Unternehmen, sondern vor allem auch zwischen konkurrierenden Wertschöpfungsnetzwerken stattfindet. Nur wenn die Partner als Verbund (re-)agieren, lassen sich Wettbewerbsvorteile schaffen und die Herausforderungen der sogenannten VUCA-World (Deutsch: Volatilität, Unsicherheit, Komplexität und Mehrdeutigkeit) meistern.

Im Projekt sollen daher anhand von drei Anwendungsfällen aus den Bereichen Automotive (Bosch), Fabrik- und Prozessautomatisierung (Festo) und Antriebssysteme (Wittenstein) Möglichkeiten zur Umsetzung einer Kollaboration im Kontext neuer digitaler Technologien entwickelt werden.

Vorgehensweise

Um in komplexen Wertschöpfungsnetzwerken kollaborieren zu können, werden im Wesentlichen drei Schritte durchgeführt: Erstens müssen die Kollaborationspartner verstehen und bewerten können, an welcher Stelle eine Kollaboration sinnvoll ist. Dazu werden ganzheitliche Beschreibungen und Bewertungen der Supply Chain und der Produktionssysteme mithilfe eines Systemmodells angestrebt.

Im zweiten Schritt muss geklärt werden, wie die Informationen und Daten zwischen den Parteien fließen können. Dazu werden Fragen zu Sensorik und Infrastruktur, aber auch zu Cloud-Lösungen, Kommunikationsstandards und Datenverarbeitung beantwortet. Nachdem nun geklärt ist, welche Daten wie getauscht werden können, geht es im dritten Schritt darum, zu welchen Konditionen und Rahmenbedingungen eine Kollaboration stattfinden soll. Ein besonderer Aspekt des dritten Schritts sind neue Geschäftsmodelle und mögliche Kollaborationsmechanismen, die durch Industrie 4.0-Technologien möglich werden. Denkbar sind zum Beispiel auch neue Versicherungs- und Servicedienstleistungen, die im Rahmen einer Kollaboration angeboten werden.

Ergebnisse

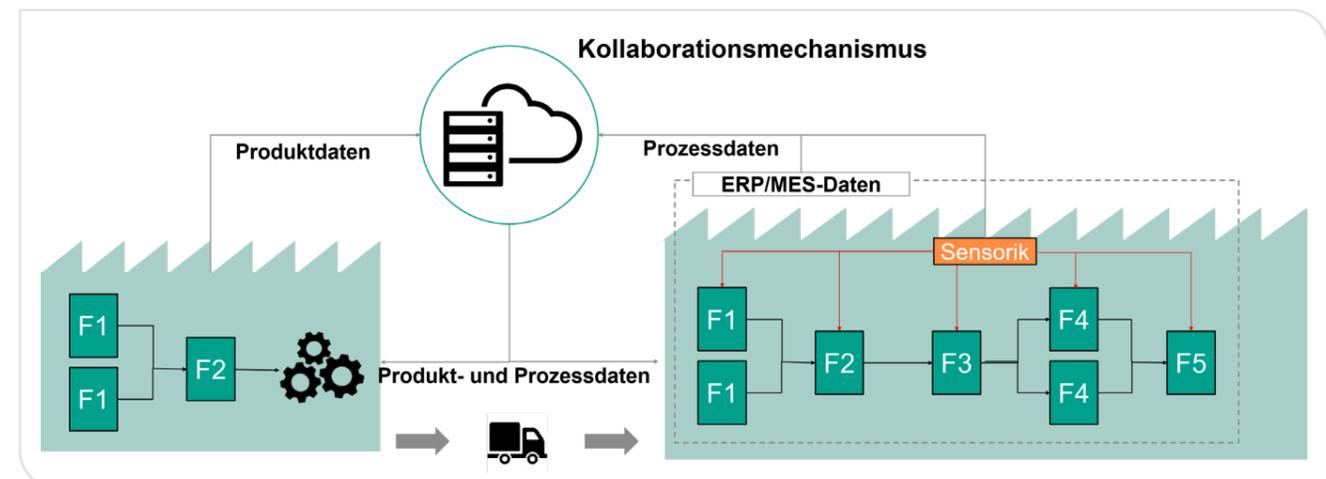
Das Projektergebnis wird durch die drei Anwendungspartner Festo, Bosch und Wittenstein in der Praxis umgesetzt. Dank der unterschiedlichen Profile der Anwendungspartner ist die universelle Anwendbarkeit der Ergebnisse gewährleistet. Über einen Handlungsleitfaden werden die Ergebnisse am Ende des Projektes auch anderen Interessenten aus Forschung und Industrie zugänglich gemacht ■

Weiterer Ansprechpartner am wbk:

M.Sc. Rainer Silbernagel
Telefon: +49 1523 9502616
E-Mail: Rainer.Silbernagel@kit.edu



Ansprechpartner am wbk:
Florian Stamer, M.Sc.
+49 1523 9502618
florian.stamer@kit.edu



Schematische Darstellung des Projekts.



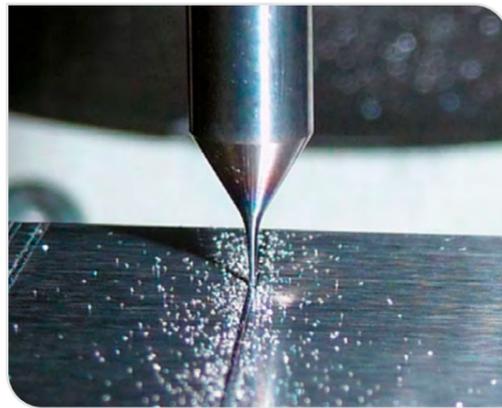
Forschungsschwerpunkt

Forschungsschwerpunkt Mikroproduktion (MP)



Ansprechpartner am wbk:
Dr.-Ing Michael Gerstenmeyer
+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.

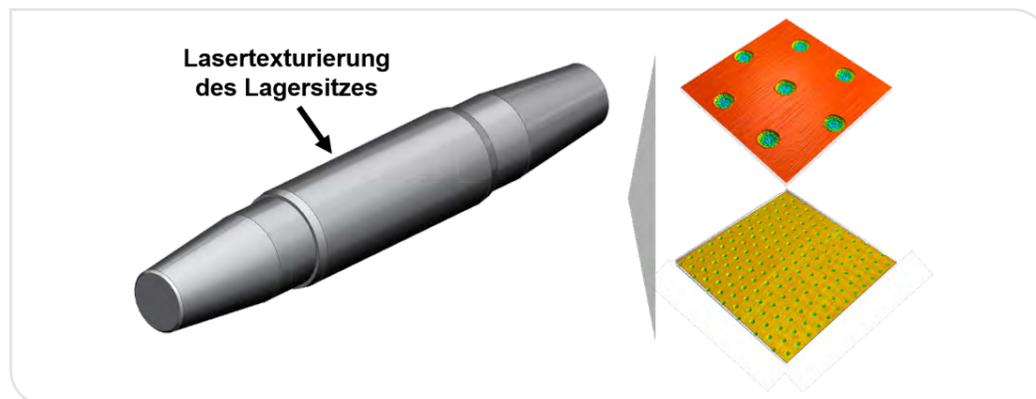


Mikrofräsen in Stahl mit einem 300 µm Hartmetallfräser.

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 zukunftsreiche Applikationen mit Strukturdetails im Mikrometerbereich integriert. Den Ausgangspunkt dieser durchgängigen Prozesskette stellt die Entwicklung und Optimierung von Technologien zur prozesssicheren Herstellung kleinster hochbelastbarer Strukturen dar. Durch geschickte Verfahrenskombinationen und multiskalige Prozesse wird gleichzeitig das Mikrostrukturieren von Bauteilen mit makroskopischen Funktionsflächen untersucht. In beiden Fällen gilt es, die Palette der zu bearbeitenden Materialien und Materialkombinationen stetig zu erweitern.

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. ■



Lasertexturierung eines hydrodynamisch geschmierten Gleitlagers mit dem Ziel der tribologischen Optimierung.

Forschungsprojekt

Mikrometergenaue Schneidkantenpräparation

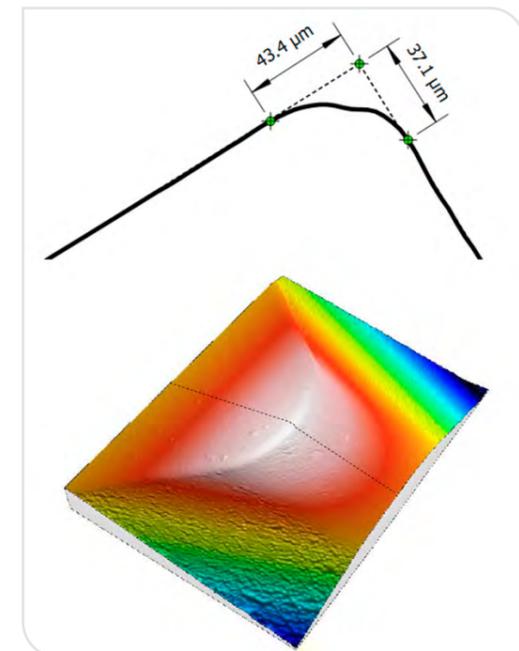
Motivation und Ziel

Das wbk arbeitet im Kontext der Zerspaltung mit Fokus auf den resultierenden Randschichtzuständen, wie Eigenspannungstiefenverläufen, Korngrößenverteilungen oder Neuhärtezonen sowie Phasenumwandlungen allgemein. Stand der Forschung ist, dass diese Randschichtzustände maßgeblich von der Schneidkanten-Mikrogeometrie beeinflusst werden und somit durch deren gezielten Einsatz kontrolliert werden können. Die Einstellung bestimmter Schneidkanten-Mikrogeometrien ist also Voraussetzung für ein definiertes Bearbeitungsergebnis. In diesem Zusammenhang wurde in der Vergangenheit am wbk mit stochastischen Verfahren wie Schleppscheifen oder Bürsten gearbeitet. Für diese Verfahren wurden Strategien für die symmetrische und asymmetrische Verrundung von Schneidkanten aus Hartmetall entwickelt. So präparierte Werkzeuge waren vor allem in orthogonalen Schnittversuchen im Einsatz.

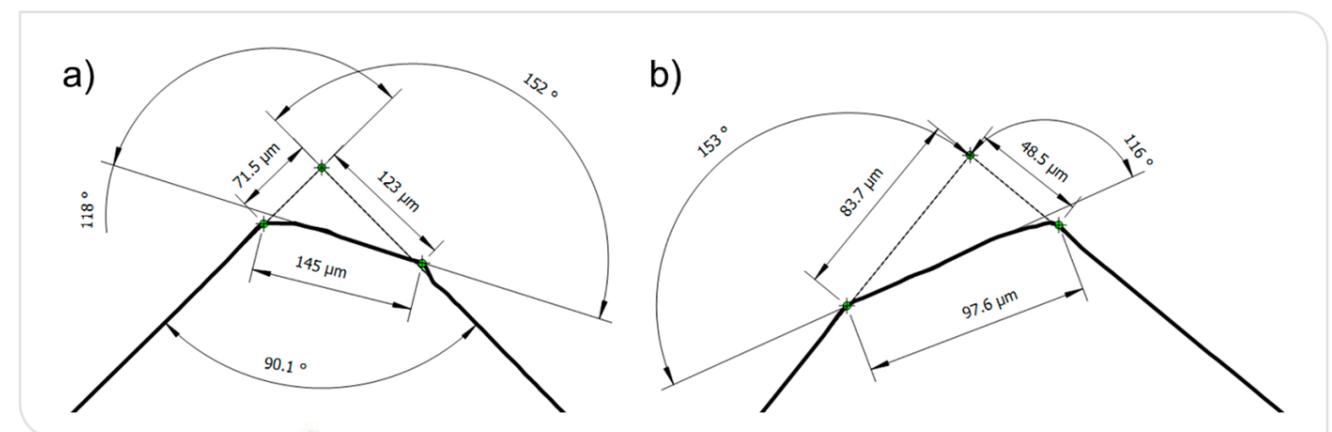
Für Zerspanungsversuche am industriellen Zerspanungsprozess, beispielsweise Drehen, kommen die Verfahren allerdings an ihre Grenzen. Durch die Verwendung von ungeführten Werkzeugen, das heißt Abrasivstoff oder Filamentbürsten, ist die gezielte Einstellung der Schneidkanten-Mikrogeometrie entlang der Schneidecke problematisch; sie führte in der Vergangenheit zu viel Ausschuss in der Präparation der Werkzeuge.

Vorgehensweise und Ergebnisse

Mit der Ultrapräzisionsbearbeitungsmaschine Kern Pyramid Nano wurden gezielt Schneidkanten-Mikrogeometrien präpariert. Mithilfe von Diamantschleifwerkzeugen und Diamantfräsern wurden präzise Mikrogeometrien eingestellt. Diese Vorgehensweise ermöglicht eine nahezu unbegrenzte Gestaltungsfreiheit bezüglich klassischer Kennwerte wie dem Form-Faktor K oder Fasen sowie Mikrotexturen auf Span- und/oder Freiflächen. ■



Schneidkante einer kommerziellen Wendeschneidplatte im Anlieferungszustand (unbeschichtet).



a) 5-achs geschliffene Fase auf der Spanfläche.

b) 5-achs geschliffene Fase auf der Freifläche.



Ansprechpartner am wbk:
Eric Segebade, M.Sc.
+49 1523 9502615
eric.segebade@kit.edu



Forschungsschwerpunkt

Forschungsschwerpunkt Leichtbaufertigung (LF)



Ansprechpartner am wbk:
Sven Coutandin, M.Sc.
+49 721 60842449
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 Qualitätssicherungs-lösungen 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 Leichtbaupotenzial zu den Zielen des Forschungsschwerpunkts. Dabei soll der Sprung von einer im Labor entwickelten neuen Technologie zu einer automatisierten und wirtschaftlichen Herstellung von Leichtbauprodukten in einer angepassten Serienfertigung gemacht werden. Zudem werden bereits etablierte Fertigungsverfahren automatisiert und durch Modulstrategien flexibilisiert, um sie in einer Serienfertigung bei steigender Variantenvielfalt wirtschaftlich einsetzen zu können.

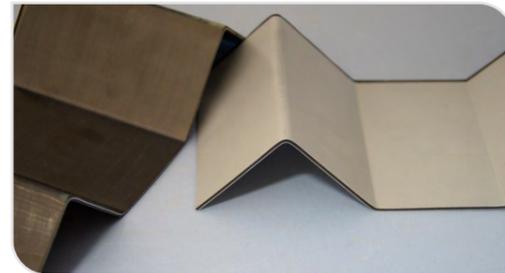
Der Forschungsschwerpunkt Leichtbaufertigung am wbk Institut für Produktionstechnik beschäftigt sich mit Forschungs- und Entwicklungsthemen in den Bereichen „Faserverstärkte Kunststoffe“ (FVK) und „Hybride Strukturen“. In diesen Bereichen werden Themen der Prozessentwicklung, Prozessautomatisierung, 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 in die vorhandenen automatisierten Prozessketten einzubinden.

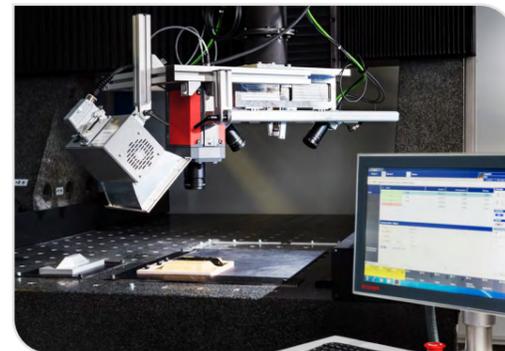
Schwerpunkte im Bereich der faserverstärkten Kunststoffe liegen auf der Erforschung neuer, unreifer Fertigungstechnologien, wie des Faserblasverfahrens zur Nutzung von Recyclingfasern und des Schleuderverfahrens, sowie vor allem auf der durchgängigen Automatisierung und Modularisierung solcher Prozessketten.

Mit der Digitalisierung werden vermehrt intelligente Komponenten und Verfahren zum maschinellen Lernen in solchen Fertigungsprozessen eingesetzt, um das Prozessverständnis und die Bauteilqualität zu steigern. Dabei liegen die Schwerpunkte auf der Regelung komplexer Fertigungsprozesse, der Integration von Qualitätssicherungssystemen und der schädigungsarmen Nachbearbeitung.

Die gewonnenen Erkenntnisse fließen in die Entwicklung angepasster Leichtbautechnologien zur Herstellung hybrider Strukturen ein. Dabei liegt der Schwerpunkt auf der intrinsischen Hybridisierung, das heißt der Verbindung unterschiedlicher Materialien im Ur- bzw. Umformprozess einer Materialkomponente. Dies ermöglicht, unterschiedliche Materialien und Funktionen optimal zu kombinieren. Am Beispiel von Faser-Metall-Elastomer-Laminaten lassen sich somit hohe Steifigkeiten in Verbindung mit einem ausgezeichneten Dämpfungsgrad realisieren. Zur Steigerung der Wirtschaftlichkeit dieser innovativen Produkte werden neue Verbindungstechnologien, Automatisierungslösungen, Bearbeitungsstrategien sowie Qualitätssicherungskonzepte entwickelt. ■



Innovative Hybride: Faser-Metall-Elastomer-Laminat.



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

Forschungsprojekt

ARBURG Innovation Center

Einbringung von Endlosfasern in freigeformte Kunststoffbauteile

Ziel des Vorhabens

Im ARBURG Innovation Center (AIC) am wbk wird in enger Zusammenarbeit mit der Firma ARBURG GmbH + Co KG an der additiven Fertigung von faserverstärkten Verbundwerkstoffen für individuelle Kleinserien im Leichtbau gearbeitet. Während das klassische Spritzgießen das Marktbedürfnis nach der wirtschaftlichen Fertigung von großen Stückzahlen bedient, ist die additive Fertigung das Verfahren der Wahl, wenn es um die effiziente Produktion von individualisierten Kleinserien geht. Um die Defizite in den mechanischen Eigenschaften der bisher verfügbaren Kunststoffe in der additiven Fertigung zu kompensieren, werden endlose Verstärkungsfasern während des Herstellungsprozesses in die Bauteile integriert. So ergibt sich ein Fertigungsprozess, der die Vorteile der hohen mechanischen Eigenschaften der faserverstärkten Kunststoffe mit denen der additiven Fertigung kombiniert.

Vorgehensweise

Das Projekt lässt sich in mehrere Phasen gliedern. Am Anfang des Projekts wurden Konzepte für unterschiedliche Einbringungsvarianten der Verstärkungsfasern in die freigeformten Kunststoffbauteile entworfen. In der nächsten Phase wurde anhand der Evaluation der Konzepte zusammen mit ARBURG eine Faserförderung konstruiert und in Betrieb genommen. Nach dem punktgenauen Ablegen der Fasern werden diese mit der Kunststoffmatrix überdruckt und in das Bauteil eingebettet. Der daraus entstandene Verbundwerkstoff wurde in der folgenden Phase genauer untersucht. Von Interesse waren dabei die mechanischen Eigenschaften der Bauteile, aber auch die Anbin-

dung der Verstärkungsfasern an die Matrix. In der aktuellen Phase stehen die Prozesssicherheit und die Weiterentwicklung des Fasereinbringungsmoduls sowie das Verständnis der Werkstoffeigenschaften im Fokus.

Ergebnisse

In der ersten Phase wurde die Prozesssicherheit des prototypischen Moduls zur Einbringung von Verstärkungsfasern im Freeformer anhand der Herstellung von Bauteilen nachgewiesen. Dabei wurden Steigerungen der mechanischen Eigenschaften um ein Vielfaches im Vergleich zu unverstärkten Proben erreicht. Aktuell wird in Zusammenarbeit mit ARBURG die Weiterentwicklung des Prozesses zur Einbringung der Verstärkungsfasern hinsichtlich eines serienreifen Moduls vorangetrieben und umgesetzt. ■



Freigeformter faserverstärkter DRS-Aktor für KA-Racelng.



Ansprechpartner am wbk:
Jörg Dittus, M.Sc.
+49 1523 9502571
joerg.dittus@kit.edu



Blick ins ARBURG Innovation Center am wbk.



Forschungsschwerpunkt

Forschungsschwerpunkt Elektromobilität (LM)



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

Im Anwendungsfeld Elektromobilität vereint das wbk Fertigungsprozesse zur Herstellung des vollelektrischen und hybriden Antriebsstrangs auf Basis unreifer Fertigungstechnologien und etablierte, serientaugliche 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.

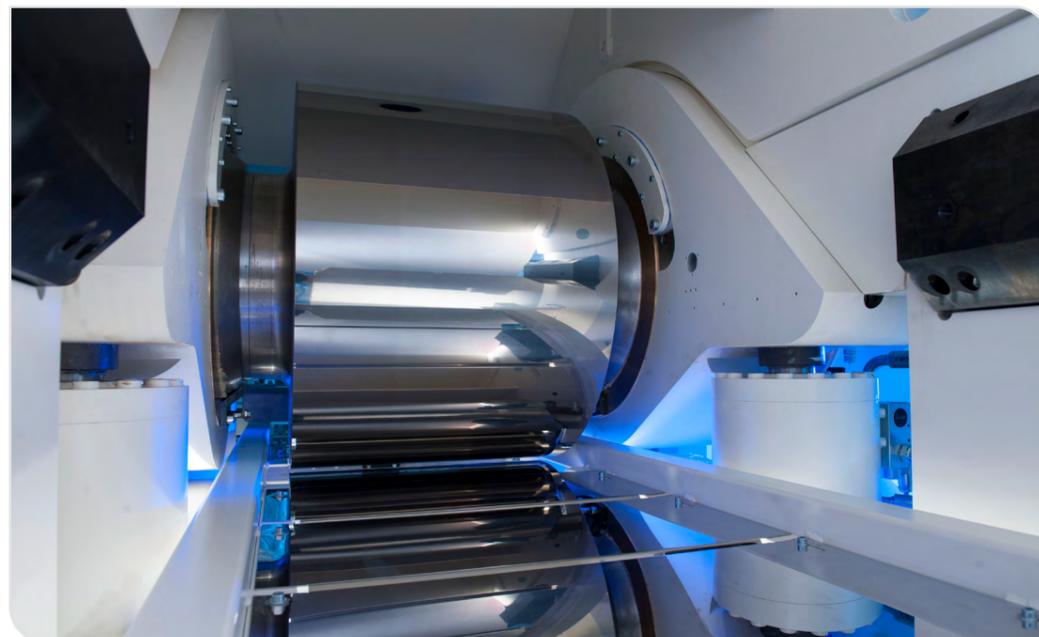
Dabei soll der Sprung von einer im Labor entwickelten neuen Technologie zu einer automatisierten und wirtschaftlichen Herstellung in einer angepassten Serienfertigung gemacht werden. Am wbk werden die produktionstechnischen Herausforderungen der Grundelemente im elektrifizierten Antriebsstrang adressiert. Im Bereich der Herstellung der Batteriezelle liegen die Schwerpunkte auf dem Kalandrieren, der Zellstapelbildung und neuartigen

Verpackungsformaten. 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. ■



Kalandrierung von Elektroden.

Forschungsprojekt

Transformations-Hub Elektromobilität Baden-Württemberg

Viele Unternehmen in Baden-Württemberg verfügen über spezialisiertes Fachwissen in der Prozesskette, die zum Produkt Verbrennungsmotor führt. Doch der Trend geht zum Elektrofahrzeug. Besonders für die kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) gestaltet sich eine strategische Neuausrichtung ausgesprochen schwierig. Mit dem Transformations-Hub Elektromobilität am KIT entsteht eine Anlaufstelle vor allem für KMU, um diese Herausforderung anzugehen. Das Land Baden-Württemberg fördert den Hub mit 2,6 Millionen Euro.

Das Rahmenprojekt Fit4E im Rahmen des Transformations-Hub Elektromobilität hilft Firmen, ihre eigenen Stärken und Kompetenzen zu identifizieren. Zusammen sollen die Schnittmenge zur elektromobilen Technik und der Use-Case zum Einstieg in die neuen Prozessketten gefunden werden.

Der Transformations-Hub startet konkret mit einem Rahmenprojekt und zwei Leuchtturmprojekten, die auf zwei Jahre angelegt sind. Mit der kommenden Einrichtung der Karlsruher Forschungsfabrik wird der Hub mit dieser verknüpft. Das Rahmenprojekt Fit4E richtet sich direkt an die Maschinen- und Anlagenbauer des Landes. Diese sind meist Weltmarktführer in ihrem Prozessschritt, aber eben in der herkömmlichen Prozesskette für den Verbrennungsmotor. In Schulungen am Hub erarbeiten die

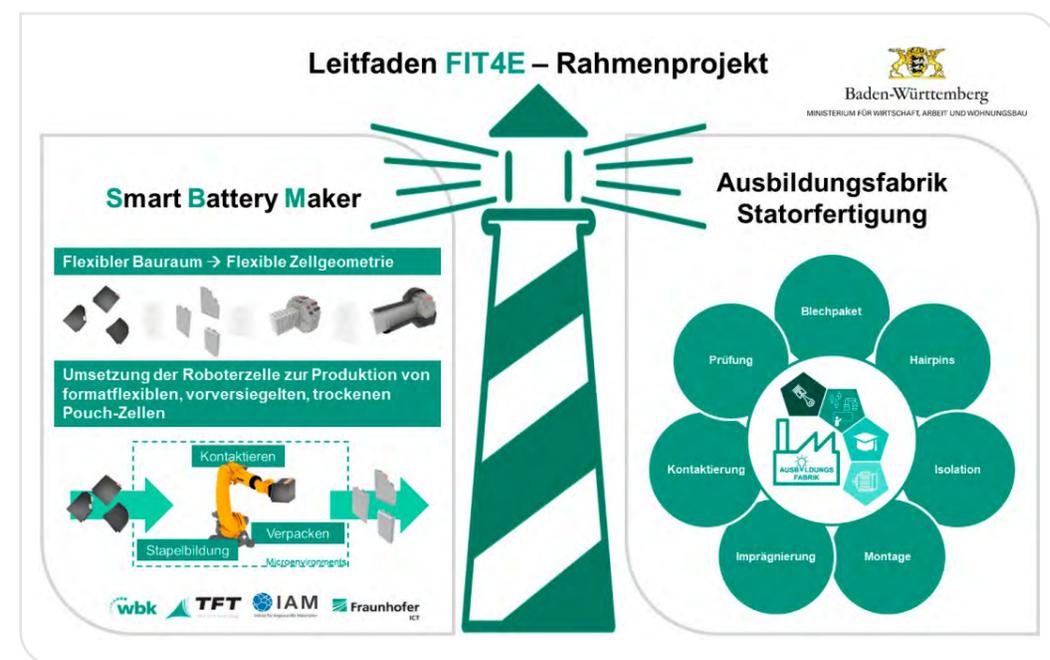
Firmen gemeinsam mit dem wbk, wie sie ihre Fähigkeiten und Kompetenzen auch in der Produktionskette für einen elektromobilen Antriebsstrang einsetzen können.

Das Leuchtturmprojekt „SmartBatteryMaker“ soll eine modulare Fertigungsanlage von Batteriezellen im Maßstab eines Technikums aufbauen, das flexibel auf Änderungen von Stückzahlen und Formaten reagiert. Der „Smart Battery Maker“ ist ein Produktionsroboter für Prozessschritte wie Beschichten und Trocknen oder Vereinzeln und Stapeln und erfordert keine aufwendigen Infrastrukturen.

Das Leuchtturmprojekt „Ausbildungsfabrik Statorfertigung“ richtet sich in Zusammenarbeit mit den einschlägigen Schulen in Karlsruhe an Auszubildende. Am Beispiel der Fertigung von Hairpins für Statoren – speziellen Drahtwicklungen für Elektromotoren – entsteht ein Schulungs- und Lehrkonzept. Es orientiert sich an den vorhandenen Prozessmodulen des Projektes „AnStaHa“, das die serien- und typenflexible Fertigung von Elektromotoren erforscht. In der Ausbildungsfabrik sollen die Auszubildenden praktisch und spielerisch die Kompetenzen zur Fertigung eines Elektroantriebs kennenlernen, was in ihrem Ausbildungsbetrieb nicht immer möglich ist. ■



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



Transformationshub Elektromobilität Baden-Württemberg.



Forschungsschwerpunkt

Forschungsschwerpunkt Additive Fertigung (AF)



Ansprechpartner am wbk:
Dr.-Ing. Frederik Zanger
+49 721 60842450
frederik.zanger@kit.edu

Additive Fertigungsverfahren erfahren aktuell eine rasante Entwicklung, intensiviert durch den starken Trend zu individualisierten Produkten und zu höherer Effizienz. Auch wenn die Entwicklungen in den vergangenen Jahren enorm waren und das wirtschaftliche Potenzial der additiven Fertigung bereits an einigen Stellen genutzt werden kann, ist die Industrialisierung längst nicht so weit vorangeschritten wie bei den seit Jahrzehnten etablierten klassischen Verfahren. Herausforderungen zeigen sich auf allen Ebenen der Produktionstechnik, von eingeschränkter Materialauswahl speziell für die additiven Fertigungsverfahren über meist lange Prozesszeiten bis hin zu Fragen der Wirtschaftlichkeit bei der Integration in bestehende und beim Aufbau neuer Prozessketten. 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 beginnt das wbk die Untersuchungen bei der Materialentwicklung und führt sie bis zu Themen zur Potenzialvalidierung additiver Verfahren für die Serienproduktion und zur Qualitätssicherung additiv hergestellter Bauteile weiter.

Die betrachteten Fertigungsverfahren decken Polymere, Metalle und Keramiken ab. Im Bereich der Polymere wird hauptsächlich das Arburg Kunststoff-Freiform-Verfahren (AKF) weiterentwickelt,

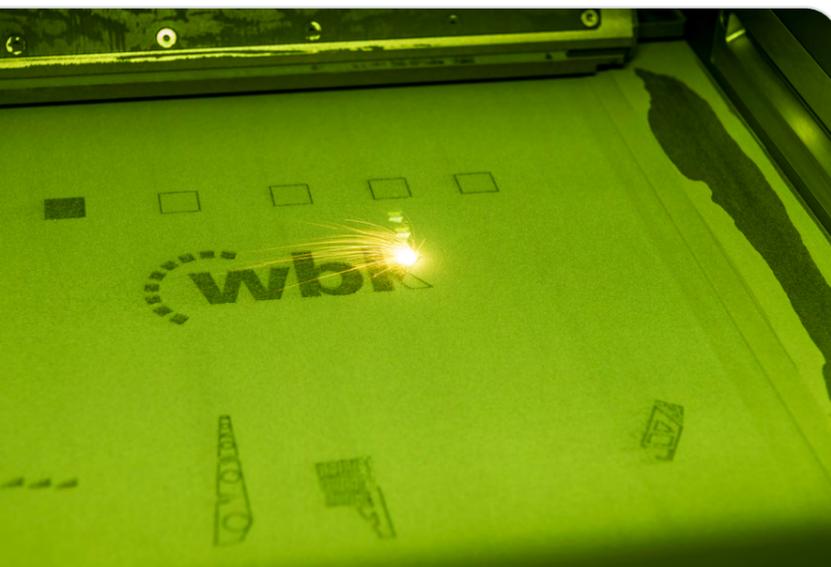
das mittlerweile auch für die Metallverarbeitung qualifiziert wurde. Größte Anwendung findet aktuell das Verfahren Laser Powder Bed Fusion (LPBF) zur pulverbettbasierten Verarbeitung von Metallen. Keramiken werden anhand des Lithography-based Ceramic Manufacturing (LCM)-Verfahrens verarbeitet.

Beim AKF-Verfahren werden Fragen im Bereich Polymer- und Hochleistungsbauteile sowie in der werkzeuglosen Herstellung von metallischen Sintergrünlingen erforscht. Beim Verfahren LPBF betreffen die Forschungsthemen die Wechselwirkung zwischen Pulver, additivem Fertigungsprozess und der primär spanenden Nachbearbeitung der Bauteile, hybride Materialaufbauten und die Optimierung der Bauteileigenschaften. Die Forschungsthemen beim LCM-Verfahren richten sich auf die Einbringung von Leistungselektronik und die Multi-Materialbearbeitung.

Bei der Integration in Prozessketten werden Themen zur Potenzialvalidierung additiver Verfahren für die Serienproduktion sowie die Migrationsstrategien von bestehenden Prozessketten in Linien mit gegebenenfalls auch nur in einzelnen Schritten eingesetzten additiven Fertigungsverfahren untersucht.

Um eine geeignete und adäquate Qualitätssicherung vorzunehmen, werden für die additiven Fertigungsverfahren neuartige, skalierbare In-line-Fertigungsmesstechniken benötigt. Diese sind ebenfalls Forschungsgegenstand innerhalb des Forschungsschwerpunkts. Zusätzlich ist die Prozessfähigkeit der heutigen Verfahren noch nicht im erforderlichen Maße vorhanden. Daher stellen auch die Prozessfähigkeit und deren Ermittlung eine Herausforderung für unsere Forschung dar.

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



Fertigung eines LPBF-Bauteils.

Forschungsprojekt

3D-Print-Cloud BW

Eine offene Plattform für die gesamte Prozesskette der additiven Fertigung

Ziel des Vorhabens

Mit der 3D-Print-Cloud BW entsteht eine vorwettbewerbliche, offene Online-Plattform für die Gesamtprozesskette der additiven Fertigung – von der Konstruktion über die Simulation und die Fertigung bis zur Nachbearbeitung der gedruckten Teile. Kunden der Plattform kennen häufig weder alle verfügbaren Verfahren und Randbedingungen noch alle Unternehmen, die im Bereich 3D-Druck tätig sind. Bisher fehlte den Dienstleistern eine zentrale Anlaufstelle, an der sie für die Kunden sichtbar sind. Die Module der Plattform sind in der Abbildung dargestellt.

Vorgehensweise

Das Projekt zur Entwicklung der 3D-Print-Cloud BW gliedert sich in drei Phasen: die Analyse zur Ermittlung der Anforderungen an die Plattform, die Festlegung des Zielsystems und die prototypische Umsetzung. In der Analysephase wurden sowohl Kundenbefragungen durchgeführt als auch der Stand der Technik recherchiert. Aus der genauen Analyse der verschiedenen verfügbaren Fertigungsprozesse, der jeweiligen Prozessschritte und Prozessketten sowie der Kundenanforderungen an additiv gefertigte Bauteile wurden die Anforderungen an die Plattform und den Demonstrator abgeleitet. Für das Fertigungsmodul, die eigentliche additive Fertigung, wurden drei aufeinander aufbauende Reifegrade (Anschauungsprototyp, Funktionsteil, Endkundenbauteil) für Bauteile identifiziert. Die Beschreibung des Zielsystems umfasst zwei maßgebliche Bestandteile: die technischen Anforderungen und den Prozessfluss. In der prototypischen Umsetzung wurde das Datenbankmodell realisiert, und zwar sowohl das Front-End als auch das Back-End.

Ergebnisse

Auf Basis des in der Analysephase ermittelten Prozessflusses wurden die Module Konstruktion, Simulation, Fertigung und Nachbearbeitung und damit der Demonstrator der Plattform realisiert. Schwerpunkt des Demonstrators ist die Abbildung

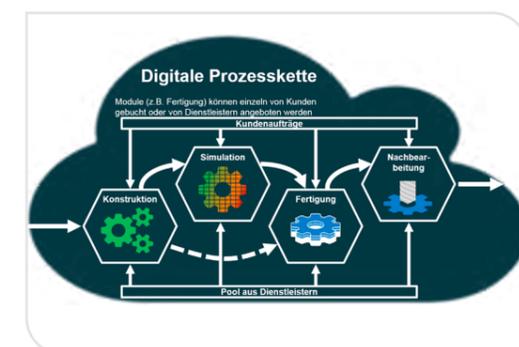
der gesamten Prozesskette, was eine Neuerung bzw. maßgebliche Erweiterung gegenüber dem Stand der Technik darstellt.

Nach ihrer Registrierung können die Kunden Projekte und die Dienstleister Dienstleistungen für unterschiedlichste Module – ihr Leistungs-Portfolio – erstellen. Der Kunde wählt innerhalb eines Projekts, welche Module er wünscht.

Die Vorgaben des Kunden, beispielsweise die Bauteiltoleranzen, werden mit den von den Dienstleistern in ihren Dienstleistungen angegebenen Möglichkeiten gematcht (siehe Grafik). Anschließend erhält der Kunde eine nach dem Erfüllungsgrad seiner Vorgaben sortierte Liste der Dienstleistungen und kann von den betreffenden Dienstleistern Angebote anfordern sowie nach deren Erhalt eine Bestellung auslösen. In jedem Modul können Kunden ihre Anforderungen und Dienstleister ihre Leistungen angeben. Kunden müssen nur gewünschte Eigenschaften angeben. Sollte der Kunde nicht alle Anforderungen spezifizieren, etwa keine Farbe angeben, wählt der Dienstleister die betreffenden Eigenschaften aus, etwa die Farbe Schwarz. ■

ANSCHAUUNG KUNSTSTOFF-FREIFORMEN SPQR GMBH		SLM SPQR GMBH	
Anschauungs-Prototyp			
Länge	150mm	1mm - 200mm	1mm - 400mm
Breite	80mm	1mm - 150mm	1mm - 400mm
Höhe	40mm	1mm - 200mm	1mm - 300mm
Farbe	Blau	Rot, Grün, Blau	Grün
Standard Tolerance	0,15mm	0,2mm - 1,5mm	0,1mm - 2mm
Mindestauflösung / Kleinstes Feature	0,5mm	0,5mm - 1,5mm	0,1mm - 2mm
maximale Wandstärke	5mm	1mm - 25mm	0,2mm - 100mm
Mindestwandstärke	2mm	1mm - 25mm	0,2mm - 5mm
Infill	80%	0% - 100%	0% - 100%
Funktions-Prototyp			
Rauheit Ra	15µm	5µm - 50µm	0,1µm - 25µm

Auszug aus den Ergebnissen des Matchings im Modul Fertigung für ein Demonstratorbauteil.



Digitale Prozesskette des Prototyps der 3D-Print-Cloud BW.



Forschungsschwerpunkt

Forschungsschwerpunkt Industrie 4.0 (I 4.0)



Ansprechpartner am wbk:
Dr.-Ing. Nicole Stricker
+49 1523 9502621
Nicole.Stricker@kit.edu

Intelligente Werkstücke, vernetzte Maschinen und automatisierte Prozesse – Technologien und Konzepte rund um das Thema Industrie 4.0 prägen zurzeit die Wirtschaft wie kaum eine andere Entwicklung. Das wbk befasst sich damit in seinem Forschungsschwerpunkt Industrie 4.0 durchgängig auf allen Ebenen: vom Sensor bis zu Produktionsnetzwerken und Geschäftsmodellen.

Ein wesentlicher Faktor für den Erfolg von Industrie 4.0 ist der Umgang mit Produktionsdaten. Durch die Auswahl anwendungsspezifisch angepasster Sensorik können bisher nicht berücksichtigte Daten zuverlässig aufgenommen werden. Gekoppelt mit vorhandenen Daten aus Maschinensteuerungen, Qualitätsmessungen und Planungssystemen, können diese Daten verschiedene Kommunikationsschnittstellen miteinander verknüpfen.

Die Daten bilden zudem die Grundlage für innovative Einsätze von Methoden der Künstlichen Intelligenz (KI) und des Maschinellen Lernens (ML). Die Wissenschaft beschäftigt sich bereits seit den 1950er-Jahren mit diesem Thema. Die vorgedachten Konzepte konnten jedoch wegen mangelnder Rechenkapazität und zu geringer Datenmengen damals nicht in die Praxis umgesetzt werden. KI unterstützt und befähigt den klassischen Optimierungsprozess in der Tradition von Lean und Six Sigma. Dadurch wird eine höhere Effizienz erreicht, und weitere Assistenzmöglichkeiten für die Mitarbeiter werden geschaffen. Darüber hinaus führt KI auch zu neuen Produkten, Services und Geschäftsmodellen. Daher beschäftigt sich das wbk vor allem mit den Möglichkeiten, die diese neuen Werkzeuge mit sich bringen.

Die Anwendungsfälle von KI-/ML-Verfahren in der Produktionstechnik sind vielfältig. Bei spezifischen Fragen der Bilderkennung ist der Mensch Maschinen unterlegen. KI-basierte Bild- und Objekterkennung kann somit zur Detektion von Fehlern in der Produktion eingesetzt werden. Weitere Felder sind die Zustandsüberwachung von Maschinen und die damit verbundene Optimierung von Prozessregelkreisen. Durch Anomalieerkennung und Prognose des Maschinenverhaltens kann eine höhere Robustheit der Produktionsprozesse erreicht werden. Das wbk untersucht auch, wie KI für eine adaptive Produktionssteuerung eingesetzt werden kann. Von besonderem

Interesse sind im Allgemeinen Verfahren, die vorhandenes Wissen einbeziehen und nutzen, beispielsweise Bayessche Netze.



Lernfabrik Globale Produktion ist Ausgezeichneter Ort im Land der Ideen.

Industrie 4.0 beeinflusst somit nicht nur die Konnektivität und Transparenz, sondern hat auch große Auswirkungen auf Organisationsstrukturen, Leadership und die Arbeitswelt der Planer und Arbeiter. In seinem Produktionstechnischen Labor sowie der Lernfabrik Globale Produktion als ausgezeichnetem Ort der „Deutschland – Land der Ideen“-Initiative macht das wbk diese Veränderungen in Fertigung und Montage direkt erlebbar. Gemeinsam mit zahlreichen Industriepartnern erprobt es verschiedene Konzepte und entwickelt neue Lösungen für aktuelle Herausforderungen. Dazu zählen zum Beispiel Anwendungen in der Mitarbeiterassistenz, wie verschiedene Virtual und Augmented Reality Systeme oder intelligente Ampelsysteme. Zudem nehmen eigens entwickelte Software sowie das MES-System wichtige Rollen ein, weil sie die Basis für Lösungen wie die integrierte Layoutplanung und Laufweganalyse bilden. ■



Integrierte Layoutplanung, Layoutoptimierung und Laufweganalyse.

Forschungsprojekt

Machine Learning-driven Engineering – CAx goes AIAX

Ziel des Vorhabens

Die Digitalisierung und Vernetzung von Geräten generiert zunehmend unüberschaubare, heterogene Daten aus verschiedensten Quellen, die bisher oft nicht umfassend zur Optimierung von Unternehmensprozessen genutzt werden konnten. Gleichzeitig existieren moderne Verfahren des Maschinellen Lernens (ML), die diesen Herausforderungen begegnen. Eine breite Anwendbarkeit in der Industrie ist bisher durch die oft mangelnde Nachvollziehbarkeit der Verfahren und deren geringe Effizienz bei kleinen Trainingsdatensätzen – ungenügende Robustheit – gehemmt. Im Rahmen des Forschungsvorhabens CAx goes AIAX werden die bestehenden ML-Verfahren hinsichtlich Nachvollziehbarkeit und Robustheit weiterentwickelt. Verlässliche Ergebnisse bei geringen Datensätzen und eine gesteigerte Nachvollziehbarkeit schaffen vor allem bei Nutzern ohne ML-Hintergrund Akzeptanz, erleichtern den Wissenstransfer im Unternehmen und erhöhen die Qualität. Im Fokus steht dabei der Produktentstehungsprozess mit den zwei Anwendungsfällen Konstruktion (CAD) und Berechnung (CAE) in den beiden Schlüsselbranchen Automobil und Elektrotechnik. Bei den entsprechenden Anwendungspartnern (Daimler und Endress + Hauser) werden die entwickelten ML-Verfahren in Assistenzsysteme integriert und erprobt.

Vorgehensweise

Um die Anforderung hoher Robustheit zu erfüllen, werden in beiden Anwendungsfällen Ansätze zur Fusion von regel- und musterbasierten Verfahren entwickelt. Damit kann leicht formalisierbares Know-how von Ingenieuren bereits regelbasiert abgebildet und anschließend datenbasiert angereichert werden. Aus dem erlernten Vorgehen werden anschließend Assistenzsysteme abgeleitet, die kontextbasierte Vorschläge basierend auf dem jeweils aktuellen Entwicklungsstand eines Produkts generieren. Im Anwendungsfall bei Endress + Hauser stehen dabei Vorschläge für nächste Konstruktionsschritte sowie Hinweise auf Fehler in der Konstruktion im Vordergrund. Im Anwendungsfall bei Daimler wird hingegen die automatisierte Bewertung von Simulationen mittels Deep Learning fokussiert. In beiden Anwendungsfällen werden Ansätze des Active Learning verfolgt, um über eine Einbindung der Anwender zum einen Akzeptanz zu schaffen, zum anderen eine breitere Datenbasis zu generieren. Anschließend werden Metriken für die Messung der Robustheit und Nachvollziehbarkeit erarbeitet sowie die Güte der weiterentwickelten Verfahren insgesamt unter Zuhilfenahme von Probandenstudien bewertet. Aufbauend auf bestehenden Prozessmodellen wird ein Handlungsleitfaden zur Verwendung von ML-Verfahren in der Ingenieursdomäne erstellt. ■



Ansprechpartner am wbk:
Carmen Krahe, M.Sc.
+49 1523 9502591
Carmen.Krahe@kit.edu



CAx goes AIAX – Im Fokus steht der Produktentstehungsprozess in den beiden Schlüsselbranchen Automobil und Elektrotechnik.



Außenstelle des wbk in China

Global Advanced Manufacturing Institute (GAMI)



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

Die weltweite Kundennachfrage und der globale Wettbewerb veranlassen einen Großteil deutscher Unternehmen zur Organisation in globalen Produktionsnetzwerken, um neben kürzeren Wegen zu Kunden auch die Kostenvorteile regionaler Märkte zu nutzen. Dabei ist vor allem die 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 und gemeinsam mit der Industrie an innovativen Lösungen für zukünftige Herausforderungen zu arbeiten, wie die China-Strategie des Bundesministeriums für Bildung und Forschung zeigt.

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.

- Sourcing und Lokalisierung
- Lieferantenentwicklung
- 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 Produk-

tionsmanager 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 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 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.



Industrie 4.0 Demonstration and Innovation Center in Suzhou.

Forschung

Forschungsseitig unterstützt das GAMI vor allem das Verbundprojekt I4TP. Für die Anwendungsfälle im Projekt erstellt das GAMI ein Simulationsmodell des Turnkey-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.

In einem weiteren Projekt wurde zusammen mit dem Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau (VDMA) eine Studie durchgeführt, um den Reifegrad

chinesischer Textilmaschinenhersteller hinsichtlich Industrie 4.0 zu analysieren. Die Ergebnisse zeigen, dass vor allem aufgrund einer geringen Kundennachfrage Industrie 4.0 Lösungen aktuell nur wenig in die Textilmaschinen integriert werden.

Industrieprojekte

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

Die vom GAMI entwickelte reifegradbasierte Methode zur Analyse und Gestaltung von intelligenten Produktionssystemen verknüpft die aktuelle Situation mit potenziellen Maßnahmen zur kontinuierlichen Verbesserung. Die Methodik umfasst fünf Phasen, um strategische Unternehmensvorgaben zu berücksichtigen, den Untersuchungsbereich des Produktionssystems festzulegen, diesen mit der Reifegradsystematik zu bewerten, konkrete Umsetzungsmaßnahmen zur Verbesserung des Reifegrads abzuleiten und deren Einführung zu planen, sowie den Nutzen der Maßnahmen multikriteriell zu bewerten.

Weiterbildung

Neben der Durchführung von rund 1.300 Trainingstagen in den verschiedenen Themenschwerpunkten unterstützte das GAMI auch 2018 die HECTOR School, die Technology Business School des KIT, bei der Durchführung einer Technical Seminar Week in China. 13 Studierende des Executive Master Programms hörten in Suzhou an den Vorlesungen zum Thema Qualitäts- und Lieferantenmanagement in China, gelesen von



Unternehmensbesuch während der Technical Seminar Week bei Bosch in Suzhou.

Dr. Benjamin Häfner und Dr. Tobias Arndt. Neben den Vorlesungen boten sich zahlreiche Möglichkeiten, die chinesische Kultur kennenzulernen sowie deutsche und chinesische Unternehmen im Rahmen von Exkursionen zu besuchen.

Veranstaltungen

Neben dem zehnjährigen Bestehen des GAMI mit Eröffnung der AI Innovation Factory sowie verschiedenen Foren und Round Tables zu vielfältigen Themen fand am GAMI Anfang April 2018 die Abschlussveranstaltung samt Preisverleihung im Projekt SUSTAIN statt. In diesem wurden über drei Jahre 21 Lieferanten von Siemens und Würth in den Themen Lean Production, Qualitätsmanagement, Ressourceneffizienz und Corporate Social Responsibility vom GAMI qualifiziert. Im Rahmen der Veranstaltung wurden die Lieferanten für ihre herausragenden Entwicklungen ausgezeichnet.



Abschlussveranstaltung und Preisverleihung im Projekt SUSTAIN

Mitte September fand zudem unter anderem am GAMI der dritte KIT Innovation Day in China statt, der sich den Themen Automatisierung, Mobilitätssysteme und Robotik widmete. Sechs Experten des KIT stellten den rund 120 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. ■



Dritter KIT Innovation Day in China.



Partnerschaften aus Forschung und Lehre

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

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.



Ansprechpartner am wbk:
Dr.-Ing. Christopher Ehrmann,
(Gruppenleiter)
+86 182 21374597
E-Mail: amtc@wbk.kit.edu



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 geförderten Forschungsprojekten.

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 Visualisierungssystem sind die Anlagen zu einer Industrie 4.0 Demo-Linie verknüpft. Die Einzigartigkeit dieser Linie ergibt sich aus drei Prinzipien:

- Realisierung einheitlicher Kommunikation über OPC-UA trotz heterogener Steuerungsarchitektur – unter anderem von Bosch Rexroth, Siemens, Fanuc

- Doktoranden und Masterstudierende haben die Linie konzeptioniert, geplant, programmiert und in Betrieb genommen. Dadurch ist ein tiefgründiges Verständnis für die Anlage vorhanden, was Anpassungen und die Integration von Sensorik und Algorithmen für neue Forschungsziele vereinfacht.
- In realen Fertigungs- und Montageprozesse entsteht ein reales Werkstück. So wird das Verhalten der Prozesse und der Gesamtanlage repräsentativ.

Erweiterung der Laborfläche

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.



Neue Laborhalle mit Industrie 4.0 Demo-Linie.

Forschungs- und Industrieprojekte

Ein integriertes deutsch-chinesisches Netzwerk aus Forschungseinrichtungen und Partnern aus der Industrie ermöglicht eine enge Verzahnung von Projektarbeit und gemeinsamen Strategien. Zu den durchgeführten Projekten gehören bilaterale Forschungs- und Entwicklungsvorhaben, staatlich finanzierte Forschungs- sowie Verbundprojekte. Themen sind unter anderem:

- Maschinelles Sehen, kombiniert mit maschinellem Lernen, zur kosten-effizienten 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.

Anfang 2018 startete am amtc das Verbundprojekt „Deutsch-Chinesische Industrie 4.0 Fabrikautomatisierungsplattform“ (I4TP), das gleichermaßen vom Bundesministerium für Bildung und Forschung und vom chinesischen Ministerium für Forschung und Entwicklung gefördert wird. Neben dem KIT, das wbk-seitig sowohl von der MAP als auch der PRO vertreten wird, und der Tongji Universität auf akademischer Seite beteiligen sich Bosch Rexroth, Schaeffler und Schunk, alle drei bereits Partner des amtc. Die chinesischen Firmen Shenyang Machine Tools, Microcyber sowie ITEI 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 2018 wurden die Konferenzsitzungen aufgrund der hohen Teilnehmerzahl erstmals im nahegelegenen Crowne Plaza 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 des interkulturellen Austauschs und der Erlangung sprachlicher Kompetenzen.

In der Vorlesung „Smart Manufacturing and Automation with Industry 4.0“, von Professor 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, die Industrie 4.0 Methoden an Mitarbeiter und Führungskräfte der Partnerfirmen vermitteln. ■



Exkursion zu einem Industriepartner im Rahmen einer Lehrveranstaltung.



Kooperationen

Partnerschaften in Forschung und Lehre

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 Industrieerfahrung 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.

2018 wurden 57 Forschungsprojekte mit Industriebeteiligung bearbeitet. Davon wurden zehn Projekte erfolgreich abgeschlossen. Darüber hinaus wurden 56 bilaterale Beratungsprojekte unterschiedlicher Größe durchgeführt. ■



Auditorium der HECTOR School im International Department.

Dissertationen

Integrierte Produktallokationsstrategie und Konfigurationssequenz in globalen Produktionsnetzwerken

Ziel des Vorhabens

Bedingt durch die zunehmende Verschiebung der Kundennachfrage hin zu Schwellenländern sowie durch den steigenden Individualisierungstrend in etablierten Märkten weiten Unternehmen ihr Produktangebot stetig aus. Parallel treiben sie die globale Expansion ihrer Produktionsaktivitäten voran, um die Produktionskosten durch die Nutzung unterschiedlicher Faktorkosten zu senken. Die optimale und dynamische Anpassung von Produktionsstrukturen und -kapazitäten ist von immer größerer Bedeutung, um die Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen zu sichern. Damit verbundene integrierte Entscheidungen werden jedoch immer komplexer.

Im Rahmen der Dissertation wurde eine Methodik zur integrierten Gestaltung globaler Produktionsnetzwerke entwickelt, welche die Ermittlung der optimalen Produktallokationsstrategie und Netzwerkkonfigurationssequenz inklusive eines Vorgehens zur systematischen Lösungsverbesserung ermöglicht.

Vorgehensweise

Die Methodik setzt sich aus drei Modulen zusammen, die jeweils eine hohe Rechenzeit-Performance aufweisen. Basierend auf den Ergebnissen

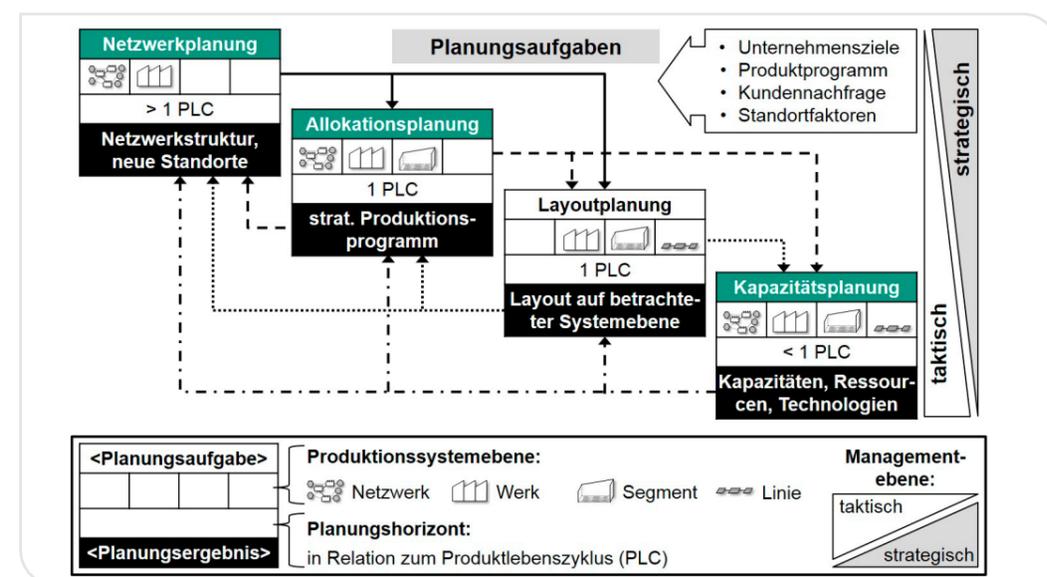
des im ersten Modul entwickelten Algorithmus zur Clustering des Produktprogramms, werden im zweiten Modul unter Anwendung des entwickelten gemischt-ganzzahligen Optimierungsmodells Pareto-optimale Lösungen für das integrierte Entscheidungsproblem ermittelt. Weitere Verbesserungspotenziale werden mit post-optimalen Analysemethoden im dritten Modul bestimmt. Unter Verwendung der Verbesserungspotenziale kann anschließend im Rahmen einer Postoptimierung eine weiter verbesserte Lösung gefunden werden. Die Methodik wurde erfolgreich im Rahmen des EU-geförderten Forschungsverbundprojekts „Pro-Regio“ bei einem Pilotanwender aus der Luftfahrtindustrie getestet.

Ergebnisse

Die entwickelte Methodik leistet einen entscheidenden Beitrag zur Entscheidungsunterstützung bei der langfristigen Produktionsgestaltung global agierender Unternehmen. Durch ihre Anwendung können das Risiko von nur mit hohem Aufwand reversiblen Fehlentscheidungen bei der Gestaltung globaler Produktionsnetzwerke reduziert und weiteres Verbesserungspotenzial trotz der hohen Entscheidungskomplexität bestimmt werden. ■



Dr.-Ing. Jan Hochdörffer



Planungsaufgabenstruktur zur Konfiguration globaler Produktionsnetzwerke.



Dissertationen

Bewertung und Steigerung der Prozessqualität in globalen Produktionsnetzwerken

Ziel des Vorhabens

Die immer weiter zunehmende Verflechtung von unternehmensinternen Standorten, externen Partnern und Lieferanten in globalen Produktionsnetzwerken führt dazu, dass eine ausgezeichnete Beherrschung der Produktionsprozesse an einem Standort allein nicht mehr ausreicht, um die finale Produktqualität sicherzustellen. Vielmehr ist dazu eine integrative Betrachtung aller Beschaffungs-, Qualitäts-, Produktions-, Logistik- und Vertriebsprozesse im gesamten Netzwerk erforderlich. Diese Prozesse werden allerdings bei ihrer Gestaltung von den teilweise divergierenden Zielsystemen der jeweiligen Akteure beeinflusst. Vor diesem Hintergrund wird eine Vorgehensweise entwickelt, mit der unter Berücksichtigung verschiedener Zielsysteme die Prozessqualität standortübergreifend analysiert werden kann sowie Verbesserungsmaßnahmen identifiziert und evaluiert werden können.

Vorgehensweise

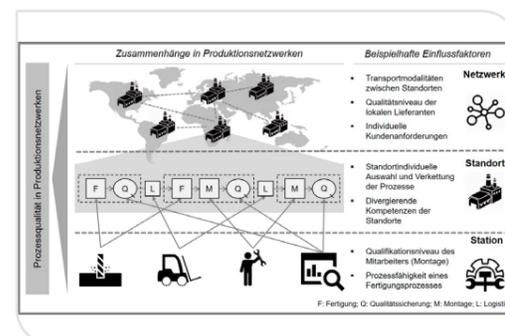
Das Vorgehen umfasst sechs Stufen. Zunächst wird ein Beschreibungsmodell der Prozessqualität in Produktionsnetzwerken entwickelt. Dieses Modell schafft ein gesamtheitliches Systemverständnis und dient als Grundlage, um den Erfüllungsgrad sowohl der vom jeweiligen Kunden gegebenen Produkthanforderung als auch der intern definierten prozessindividuellen Kennzahlen im gesamten Produktionsnetzwerk zu erfassen. Letztere beinhalten sowohl qualitative als auch quantitative Größen und werden anschließend verschiedenen Zieldimensionen zugeordnet. Diese können abhängig von der Signifikanz für die individuellen Akteure unterschiedlich gewichtet werden. Zur systematischen Erfassung der Kennzahlen im Produktionsnetzwerk wird darauf aufbauend eine wertstrombasierte Methode eingesetzt. Diese erlaubt durch eine Integration von Qualitätssicherungsprozessen auf operativer Ebene sowie eine Visualisierung von Konfigurations- und Koordinationsebene des Produktionsnetzwerks eine Ableitung von Verbesserungspotenzialen auf allen drei Ebenen.

Um diese Potenziale zu adressieren, wird ein Maßnahmenkatalog vorgestellt, der mögliche Verbesserungsmaßnahmen nach ihrem Einsatzort im Produktionsnetzwerk, den jeweiligen Verbesserungswirkungen sowie den Effekten auf die

definierten Zieldimensionen kategorisiert. Alle Bausteine werden anschließend in einer Multi-Methoden-Simulation integriert. Die erlaubt es, ausgewählte Maßnahmen vor ihrer möglicherweise kostenintensiven Umsetzung hinsichtlich der Auswirkungen auf die Prozessqualität im Produktionsnetzwerk unter Berücksichtigung der standortindividuellen Zielsysteme zu bewerten. Dazu wird abschließend ein Vorgehen zur strukturierten Entscheidung bezüglich der durchgeführten Maßnahmen vorgestellt, das auch den Einfluss von unsicherheitsbehafteten Einflussfaktoren in drei Kategorien miteinbezieht.

Ergebnisse

Um die Anwendbarkeit der Vorgehensweise zu belegen, wird diese am Fallbeispiel eines Automobilzulieferers praktisch erprobt. Die auf der Basis des unternehmensspezifisch definierten Ziel- und Kennzahlensystems durchgeführte wertstrombasierte Analyse zeigt klar die Verbesserungspotenziale hinsichtlich definierter Qualitätsmerkmale auf. Dementsprechend werden aus dem Maßnahmenkatalog Maßnahmen aus vier verschiedenen Kategorien abgeleitet, die zu acht alternativen Netzwerkkonfigurationen führen. Diese werden mit Hilfe des validierten Simulationsmodells gegenüber der Ausgangssituation auf Stations-, Standort und Netzwerkebene auch unter Betrachtung verschiedener Zielsystemszenarien evaluiert. Dabei werden die Vorteile von fünf Konfigurationen gegenüber der Ausgangskonfiguration hinsichtlich der aggregierten Prozessqualität deutlich, die auch in allen betrachteten Szenarien Bestand hat. ■



Faktoren, welche die Prozessqualität in Produktionsnetzwerken beeinflussen.

Dissertationen

Unwuchtminimale Montage von Permanentmagnetrotoren durch modellbasierte Online-Optimierung

Ziel des Vorhabens

Die Arbeit befasst sich mit der Frage, ob der Rotor eines Elektromotors durch ein analytisches Modell und einfach zu erfassende Messgrößen so beschrieben werden kann, dass intelligente Montagestrategien den Rotor bereits während der Montage auswuchten können.

Relevanz gewinnt dieses Thema besonders angesichts der hohen gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Bedeutung von rotierenden Elektromotoren, unter anderem in den Bereichen Antriebstechnik und Mobilität. Für nahezu jede Art der Anwendung müssen die Rotoren der Elektromotoren in einem separaten und nicht wertschöpfenden Prozess ausgewuchtet werden.

Die bisherige Forschung im Bereich der Auswuchttechnik hat sich mit der Entwicklung neuer und der Verbesserung bestehender Auswuchtverfahren beschäftigt. Hingegen existieren nur wenige Forschungsarbeiten zu den Möglichkeiten der Unwuchtvorhersage und der Unwuchtreduktion durch eine angepasste Montage. Speziell existieren keine Untersuchungen darüber, inwieweit die Unwucht eines starren Rotors, bestehend aus mehreren Einzelkomponenten, durch die Kenntnis einfach zu messender Größen, etwa des Gewichts der zu montierenden Komponenten, vorhergesagt werden kann.

Vorgehensweise

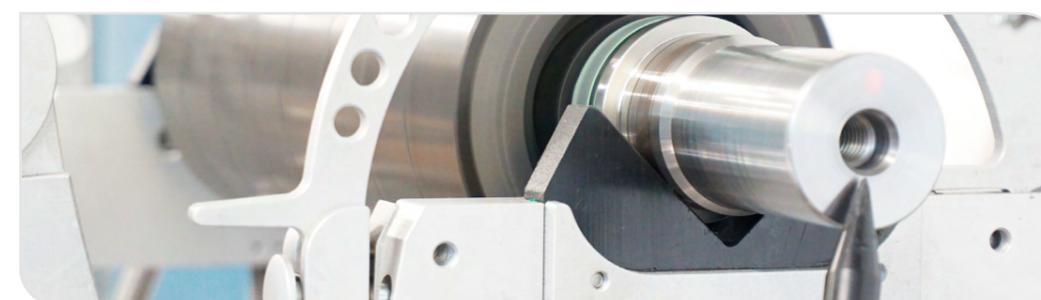
Der Ansatz zur Reduktion der Initialunwucht von Permanentmagnetrotoren (PM-Rotoren) ist die gezielte Montage der abweichungsbehafteten Rotorkomponenten, sodass sich die Unwuchtbeiträge weitestgehend gegenseitig kompensieren. Um die Unwucht eines PM-Rotors vorhersagen zu

können, wurde zunächst ein analytisches Modell erstellt. Dieses ermöglicht es, die Unwuchtbeiträge von Rotorwelle, Rotorscheiben, Permanentmagneten, Wuchtscheiben und Wellenmutter abzubilden. Durch den Einsatz eines onlinefähigen Optimierungsalgorithmus wurden Bauteilkonfigurationen ermittelt und abschließend validiert.

Ergebnisse

Ergebnis dieser Arbeit ist ein analytisches Modell zur Beschreibung des Unwuchtzustands eines permanentmagneterregten Rotors, das Fertigungs- und Montageabweichungen der einzelnen Rotorkomponenten abbildet. Darauf aufbauend wird ein Online-Optimierungsalgorithmus entwickelt, der die Unwucht während der Rotormontage signifikant reduziert. In umfangreichen Untersuchungen wird das aufgebaute Modell validiert. Ergebnis der Validierung ist, dass die berechneten Modellwerte mit den Messdaten eine gute Übereinstimmung von 37 Prozent aufweisen und dass durch die Online-Optimierung der Magnetmontageposition ein Optimierungsgrad von ca. 77 Prozent erreicht wird. Damit ist sowohl das Modell als auch die Online-Optimierung validiert.

Neben der isolierten Betrachtung der einzelnen Bereiche Modell und Optimierung werden im Rahmen der Arbeit auch fünf komplette Rotoren optimiert montiert. Vier der fünf optimiert montierten Rotoren erreichten eine ausgezeichnete Wuchtgüte und müssen zur Erfüllung der industriellen Anforderungen nicht mehr separat und kostspielig ausgewuchtet werden. Somit ist der Wirksamkeitsnachweis auch für komplexe Rotorbaugruppen erbracht. ■



Unwuchtmessung eines PM-Rotors.



Dr.-Ing. Manuel Peter

Dr.-Ing. Tobias Arndt
+86 152 62967398
arndt.tobias@silu.asia



Dissertationen

Kostenorientierte Planung von Fertigungsfolgen additiver Technologien

Ziel des Vorhabens

Neue Produktionstechnologien einzusetzen, kann für Unternehmen ein großer Wettbewerbsvorteil sein. Um im Wettbewerb mithalten zu können, sind sie sogar dazu gezwungen, bestehende Produktionstechnologien durch neue, leistungsfähigere abzulösen. Für Serienanwendungen stellt das additive Fertigungsverfahren Laser-Strahlschmelzen (Laser Beam Melting – LBM) mit einer Vielzahl von Potenzialen eine neue Produktionstechnologie dar. Aktuell stehen Unternehmen vor der Aufgabe, über einen Einsatz des LBM in der Serienproduktion zu entscheiden und kostenoptimale Fertigungsfolgen zu planen. In solchen frühen Planungsphasen einer neuen Produktionstechnologie ist die Datengrundlage allerdings von starker Unsicherheit geprägt, da Zusammenhänge noch nicht ausreichend beschrieben sind, Betriebsmittel sich schnell ändern und die herzustellenden Bauteile noch nicht abschließend entwickelt sind. Daher zielt diese Arbeit auf ein Vorgehensmodell zur kostenorientierten Planung additiver Produktionstechnologien wie des LBM-Verfahrens, das diesem unsicheren Planungsumfeld gerecht wird.

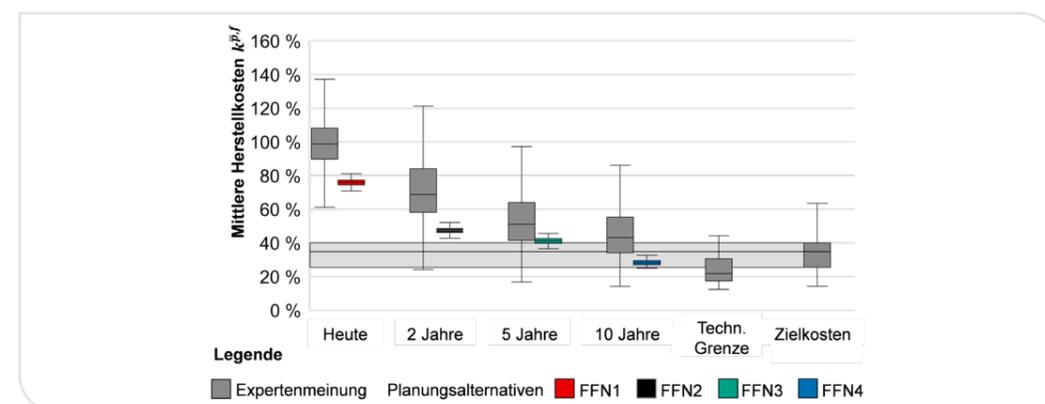
Vorgehensweise

Das erarbeitete Vorgehensmodell gliedert sich in insgesamt fünf Planungsschritte. Nach der Festlegung der Anforderungen durch Bauteil und Produktion wird ein Kostenmodell vorgestellt, das bereits eine Detaillierung für das LBM-Verfahren enthält. Dieses Modell ermöglicht die Berechnung von Kosten eines Arbeitsablaufs anhand von Bauteil- und Technologieparametern. Anschließend werden, ausgehend von einer Referenzfertigungs-

folge, kostenverursachende Fertigungsschritte optimiert und so Planungsalternativen geschaffen. Dies geschieht, indem alternative existierende Technologien oder Betriebsmittel identifiziert und mögliche zukünftige Betriebsmittel entwickelt werden. Dabei werden Einflüsse der Technologieparameter, wie etwa Laserleistung und Anzahl der Laser, auf die anfallenden Kosten deutlich. Anschließend werden Prognosen über die Leistungssteigerung von Technologieparametern angestellt. Dadurch können die entwickelten Planungsalternativen im Vergleich zur Expertenmeinung über die erwartete Leistungssteigerung der Technologie sowie die Zielkosten bewertet werden. Abschließend erfolgen die Interpretation der Ergebnisse und die Auswahl der favorisierten Planungsalternative. Dazu wird die Wahrscheinlichkeit zur Erfüllung der geforderten Herstellkosten in der Serie zu verschiedenen Zeitpunkten herangezogen. Letztlich lässt sich dadurch der Zeitpunkt für eine Erfüllung der Serienanforderungen und die favorisierte Planungsalternative auswählen.

Erprobung

Anhand einzelner Demonstratoren wird das Vorgehen exemplarisch für eine Großserienproduktion in der Automobilindustrie mit dem LBM-Verfahren vorgestellt. Darin wird die Anwendbarkeit des Vorgehensmodells beschrieben. Zudem werden für eine kostengünstige Serienproduktion geeignete LBM-Fertigungsfolgen erarbeitet und die erzielbare Kosteneinsparung adressiert. Durch einen erarbeiteten Softwareprototyp und das darin implementierte Kostenmodell kann das Vorgehensmodell praxisnah eingesetzt werden. ■



Bewertung der entwickelten Planungsalternativen.

Dissertationen

Einfluss des Räumens auf den Bauteilzustand in der Prozesskette Weichbearbeitung – Wärmebehandlung – Hartbearbeitung

Ziel und Vorgehensweise des Vorhabens

Die heutigen Anstrengungen in der Produktionstechnik konzentrieren sich unter Aspekten des Kosten- und Zeitdrucks auf die Optimierung der vorhandenen Fertigungsprozesse, um flexibel auf ein sich ständig änderndes Produktportfolio reagieren zu können. Gleichzeitig muss die Produktivität laufend gesteigert werden, und die gefertigte Qualität muss dauerhaft gewährleistet sein. Um diese Anforderungen zu erfüllen, genügt es nicht mehr, Prozessschritte isoliert zu betrachten. Vielmehr müssen alle fertigungstechnischen Einflussgrößen bei der Herstellung eines Produkts beachtet und in der Optimierung berücksichtigt werden. Das Fertigungsverfahren Räumen findet unter anderem in der Automobilindustrie verbreitete Anwendung und ist zur Herstellung von qualitativ hochwertigen Innenverzahnungen prädestiniert. Kurze Fertigungshauptzeiten versprechen eine hohe Produktivität bei gleichzeitig hoher geometrischer Genauigkeit und Oberflächengüte. An eine Weichbearbeitung schließt sich bei verzahnten Bauteilen in der Regel eine Wärmebehandlung zur Steigerung von Festigkeit und Verschleißwiderstand an, gefolgt von einem Nachbearbeitungsschritt, um eventuell entstandenen Verzug zu beseitigen. Ziel der Arbeit war, eine geeignete Bearbeitungsstrategie mit idealen Prozessparametern herauszustellen, um zukünftig bei ähnlichen Bauteilen bereits im Vorfeld optimale Ergebnisse erwarten zu können.

Durch experimentelle Untersuchungen an einer abstrahierten Verzahnungsgeometrie mittels eines Außenräumprozesses im weichen und im einsatz-

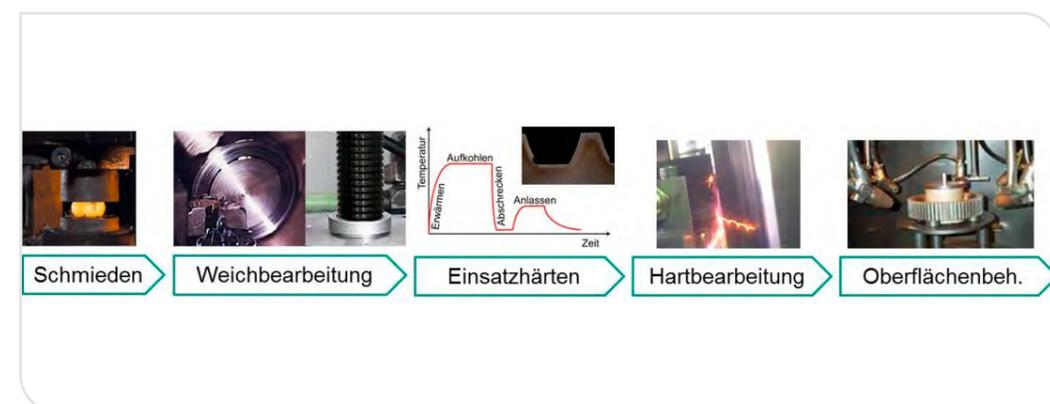
gehärteten Zustand wurden unter Variation der Prozessparameter die Prozesskenngrößen ermittelt und deren Einfluss auf den nächsten Prozessschritt analysiert.

Ergebnisse

Wesentliche Erkenntnisse sind, dass die Prozessparameter Schnittgeschwindigkeit und Spannungsdicke einen signifikanten Einfluss auf die Ausbildung von Zerspankräften sowie Eigenspannungen haben und in der Weichbearbeitung bei Verzicht auf Kühlschmierstoff möglichst hoch gewählt werden sollten. Resultierende Zugeigenspannungen nach der Weichbearbeitung in der äußersten Bauteilrandschicht gehen mit dem Einsatzhärten in Druckeigenspannungen über, haben gleichzeitig aber nur einen vernachlässigbaren Einfluss auf die Verzugsbildung. Durch eine Harträumoperation entstehen nur ganz oberflächennah Zugeigenspannungen, auch dabei sollten sowohl die Schnittgeschwindigkeit als auch die Spannungsdicke möglichst groß gewählt werden. Weiterhin sind durch den Harträumprozess exzellente Oberflächen hinsichtlich Rauheit und Optik zu erzielen. Die Ergebnisse zeigen, dass Trocken-Harträumen mit hohen Schnittgeschwindigkeiten von bis zu $v_c = 100$ m/min ein ausgesprochen hohes Potenzial besitzt, durch hohe Produktivität geometrisch ganz enge Fertigungstoleranzen sowie eine ausgesprochen hohe Oberflächengüte zu erreichen, besonders bei komplexen Bauteilgeometrien, wie beispielsweise Innenverzahnungen. ■



Dr.-Ing. Harald Meier



Beispielprozesskette Schiebemuffe



Dissertationen

Qualitätssicherung von textilen Kohlenstofffaser-Preforms mit optischer Messtechnik

Ziel des Vorhabens

Die Senkung der Kosten für den Produktionsprozess von Preforms bildet die Grundlage für einen wirtschaftlichen Einsatz von endlosfaserverstärkten Kunststoffen in der Serienfertigung von Pkws. Dau ist die Integration von Messtechnik in den Produktionsprozess erforderlich. Allerdings existieren aktuell kaum messtechnische Lösungen, um Kohlenstofffaser-Preforms für automobile Bauteile inline zu erfassen und zu bewerten.

Ziel der Arbeit war, geeignete Messverfahren für die Inline-Messung von Preforms aus endlosfaserverstärktem trockenem textilen Kohlenstofffaserhalbzeug zu identifizieren. Für die berührungslose Messung der Preformoberfläche standen optische 3D-Messverfahren im Fokus, die eine berührungslose und vollflächige Digitalisierung der Oberfläche ermöglichen. Daher sollte eine geeignete Messstation abgeleitet werden, welche die identifizierten 3D-Messverfahren bestmöglich integriert. Zur Reduktion der Messzeit wurde der Ansatz um 2D-Messverfahren erweitert.

Vorgehensweise

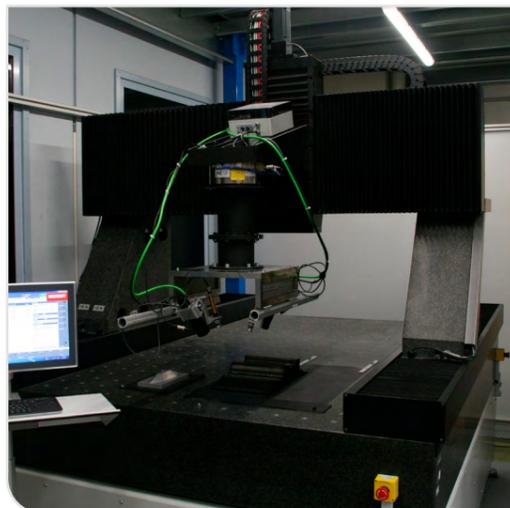
Für die Geometrieerfassung von Preforms wurde nach einer systematischen Analyse geeigneter Messprinzipien eine 3D-Messstation basierend auf dem Laser-Lichtschnittprinzip entwickelt und re-

alisiert. Für die Bewertung der Messunsicherheit bei der Erfassung von Preformoberflächen an der 3D-Messstation wurde in der Arbeit eine Methodik basierend auf neu entwickelten kalibrierten Werkstücken erarbeitet. Für den Inline-Einsatz der Messtechnik wurden Strategien aufgezeigt. Neben der Taktzeitreduktion durch Systemoptimierung wurde ein mehrstufiges Vorgehen zur Auswahl von Regions of Interest sowie die Entwicklung eines 2D-Prüfsystems vorgestellt.

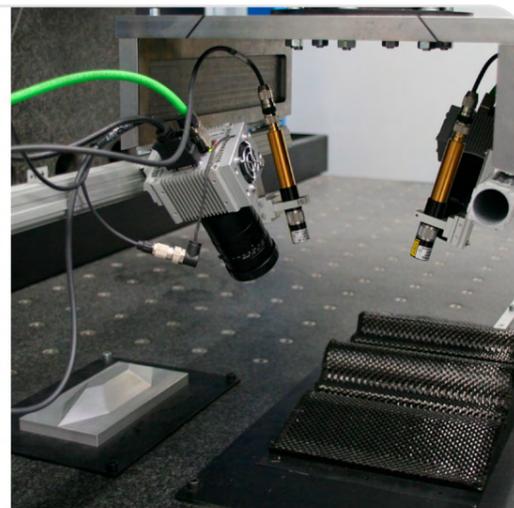
Ergebnisse

Die Eignung der 3D-Messstation sowie der 2D-Prüfstation wurde über eine Validierung anhand von Prüfkörpern mit eingebrachten Geometrieabweichungen nachgewiesen. Somit wurden die zu Beginn angeführten Defizite reduziert. Dabei ist zu beachten, dass die durchgeführten Untersuchungen eine starke Abhängigkeit vom vorliegenden Material bzw. der Faserorientierung zeigen, was dazu führt, dass weder bei der 3D-Messstation noch bei der 2D-Prüfstation alle eingebrachten Defekte in der gleichen Qualität erfasst werden können.

Die entwickelten Verfahren bilden einen weiteren Baustein auf dem Weg zu einem großflächigen Einsatz kohlenstofffaserverstärkter Kunststoffe und damit zu einer nachhaltigen Mobilität durch die Nutzung von Leichtbaumaterialien. ■



3D-Messstation für Preforms.



Dissertationen

Einstellung von Aufnahmeparametern mit projektionsbasierten Qualitätskenngrößen in der industriellen Röntgen-Computertomografie

Ziel des Vorhabens

Die Computertomografie ist ein indirektes Messverfahren, dessen Messergebnis durch eine Vielzahl von Faktoren beeinflusst wird. Daher sind Messabweichung und Messunsicherheit in der computertomografischen Messtechnik aktuell noch deutlich größer als in der taktilen Koordinatenmesstechnik.

Besonders die vom Anwender beeinflussbaren Aufnahmeparameter, beispielsweise Bauteilposition, Röhrenstrom, Röhrenspannung oder Belichtungszeit, haben einen signifikanten Einfluss auf das Messergebnis und die dazugehörige Messunsicherheit. In der industriellen Praxis ist die Wahl geeigneter Aufnahmeparameter allerdings vom persönlichen Erfahrungswissen des Anwenders abhängig.

Um das dargestellte Problem zu lösen, zielte die Dissertation darauf, eine Methodik zur projektionsbasierten Einstellung von Aufnahmeparametern in der industriellen Computertomografie zu entwickeln, die den Anwender bei der Wahl geeigneter Aufnahmeparameter unterstützt.

Vorgehensweise

Im Lösungsansatz wurden zunächst geeignete Bildqualitätsparameter identifiziert, die eine Bewertung der Einzelprojektionen ermöglichen und in einem prinzipiellen Zusammenhang zur Messabweichung stehen. Dabei zeigte sich der Gradient besonders zur Bewertung der Bildschärfe geeignet, während die globale Varianz im Bild eine Bewertung des vorhandenen Bildkontrasts ermöglichte.

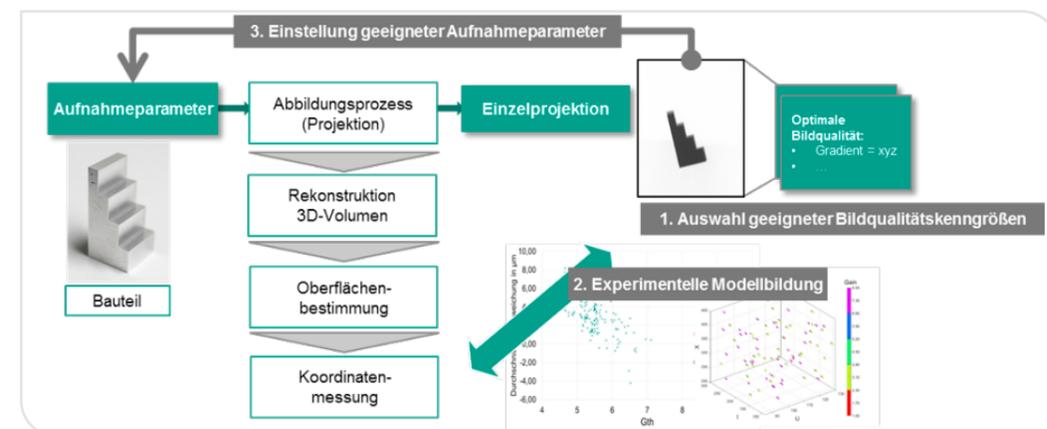
Klassische Bildqualitätskriterien, wie Kontrast oder Signal-Rausch-Verhältnis, lieferten keine zufriedenstellenden Ergebnisse.

In einer statistischen Versuchsplanung wurden dann anhand von zwei Messobjekten Versuche mit unterschiedlichen Aufnahmeparametern am industriellen Computertomografen durchgeführt und die Messergebnisse der CT-Scans mit den Bildqualitätsparametern im Rahmen eines experimentellen Modells verknüpft. Es zeigte sich, dass der Gradient trotz seiner Abhängigkeit von den jeweiligen Bildinhalten der Einzelprojektionen in einem signifikanten linearen Zusammenhang mit der Messabweichung steht.

Ergebnisse

Diese Erkenntnisse wurden in einem Optimierungsmodell umgesetzt, das auf der Basis der Projektionsbildqualität mit einem genetischen Algorithmus vorteilhafte Aufnahmeparameter ermittelt. Das Optimierungsmodell wurde in einen anwenderfreundlichen Software-Prototyp integriert, der über eine Schnittstelle mit der Steuerung des industriellen Computertomografen kommuniziert und somit direkt am Messgerät vor jeder Messung zur Findung geeigneter Aufnahmeparameter eingesetzt werden kann.

Zusammenfassend ermöglicht die vorgestellte Methode, die Einstellung von Aufnahmeparametern zu erleichtern, den Einfluss des Anwenders auf das Messergebnis zu verringern und die systematische Messabweichung bei computertomografischen Messungen zu reduzieren. ■



Übersicht über den Lösungsansatz.



Dr.-Ing. Alexandra Schabunow



Dissertationen

Robuste Auftragsplanung in Produktionsnetzwerken – Mittelfristige Planung der variantenreichen Serienproduktion unter Unsicherheit der Kundenauftragskonfigurationen



Dr.-Ing. Jens Bürgin

Ziel des Vorhabens

Die Produktion variantenreicher Produkte wie Flugzeuge und Automobile in Produktionsnetzwerken stellt Unternehmen vor die Herausforderung, optimale Entscheidungen in der mittelfristigen Produktionsplanung zu treffen. Ziel der Dissertation ist die Entwicklung eines Lösungsansatzes zur mittelfristigen Auftragsplanung in Produktionsnetzwerken der variantenreichen Serienproduktion unter Unsicherheit der Kundenauftragskonfigurationen. Indem mittelfristig noch nicht vorliegende und somit unsichere Kundenauftragskonfigurationen antizipiert und bei der Auftragsplanung berücksichtigt werden, kann eine robuste und somit möglichst optimale Planung unter Unsicherheit erfolgen.

Vorgehensweise

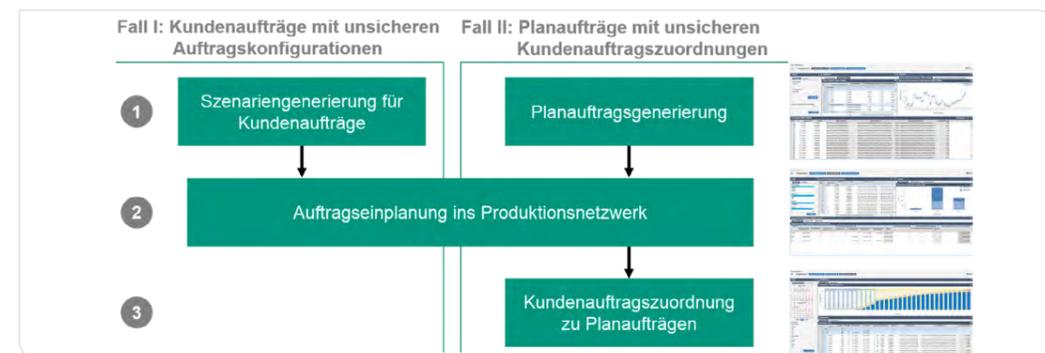
Die Dissertation betrachtet die Fälle, dass zum mittelfristigen Planungszeitpunkt entweder Kundenaufträge mit unsicheren Auftragskonfigurationen oder gar keine Kundenaufträge vorliegen. Im letzteren Fall wird ebenso wie im ersten eine auftragsbasierte Planung und zwar durch Planaufträge verfolgt, um auch ohne Kundenaufträge eine zeitliche Durchgängigkeit zwischen dem mittel- und kurzfristigen Planungshorizont zu ermöglichen. Die Planungsaufgabe der Auftragsgenerierung besteht daher im Fall von Kundenaufträgen in der Generierung von Szenarien hinsichtlich Auftragskonfigurationen für bekannte Kunden und Produktmodelle, im Fall von Planaufträgen in der Generierung von Planaufträgen für Märkte und Produktmodelle. Darauf folgend werden die generierten Aufträge ins Produktionsnetzwerk

eingepplant. Eingehende Kundenaufträge können schließlich den eingeplanten Planaufträgen zugeordnet werden.

Ergebnisse

Im Flugzeugbau werden zur Einplanung vorliegender Kundenaufträge ins Produktionsnetzwerk der Airbus A320-Produktfamilie Szenarien hinsichtlich der unsicheren Auftragskonfigurationen generiert. Dabei werden auf den Auftragskonfigurationen basierende Arbeitslasten in der Endmontage repräsentativ abgebildet und ein Worst-Case-Szenario hinsichtlich der maximalen Arbeitslast generiert. Die Auftragseinplanung ins Produktionsnetzwerk erfolgt schließlich durch ein robustes Szenarienmodell. Robustheit hinsichtlich der Arbeitslasten wird einerseits durch Flexibilitätskosten und andererseits durch Wandlungskosten ermöglicht.

Im Automobilbau wurden Planaufträge unter Berücksichtigung von Baubarkeitsregeln und Einbautaten bezüglich Produktoptionen generiert und ins Produktionsnetzwerk eingepplant. Durch den Eingang von Kundenaufträgen nach der Auftragsplanung wird die Unsicherheit über die gewünschten Auftragskonfigurationen aufgelöst. Die Kundenauftragszuordnung zu Planaufträgen erfolgt durch ein Optimierungsmodell, das die zur Verfügung stehende Rekonfigurationsflexibilität der Materialbedarfs-, Produktions-, Distributions- und Absatzplanung berücksichtigt. Im Sinne der Planungsrobustheit wird die Flexibilität durch Minimierung entsprechender Kosten in möglichst geringem Umfang genutzt. ■



Aufgaben der mittelfristigen Auftragsplanung.

Dissertationen

Entwicklung und Analyse eines mechanischen Oberflächenbehandlungsverfahrens unter Verwendung des Zerspanungswerkzeugs

Ziel des Vorhabens

Bei der Herstellung metallischer Bauteile wird oft eine mechanische Oberflächenbehandlung vorgenommen, um Bauteilzustände, wie Rauheit oder Eigenspannungen, zu verbessern mit dem Ziel, Bauteileigenschaften zu optimieren, beispielsweise das Schwingfestigkeitsverhalten. Die Prozessstrategie Komplementärzerspanung ist die Kombination von Zerspanung und mechanischer Oberflächenbehandlung bei Verwendung des Zerspanungswerkzeugs.

Ziele des Vorhabens waren der Aufbau eines Prozessverständnisses der Prozessstrategie Komplementärzerspanung sowie die Bewertung der resultierenden Randschichtzustände und der Schwingfestigkeit.

Vorgehensweise

In einem ersten Schritt erfolgte die simulationsgestützte Analyse der Komplementärzerspanung im orthogonalen Schnitt von Armco-Eisen (Reineisen) sowie des Vergütungsstahls 42CrMo4. Dabei waren das Verständnis des Einflusses von Prozessstellgrößen auf Prozesskenngrößen sowie die resultierenden Randschichtzustände von Interesse. In einem zweiten Schritt wurden aufbauend auf diesen Kenntnissen Handlungsempfehlungen zur Anwendung der Komplementärzerspanung auf das Außenlängsdrehen abgeleitet. Dies umfasste

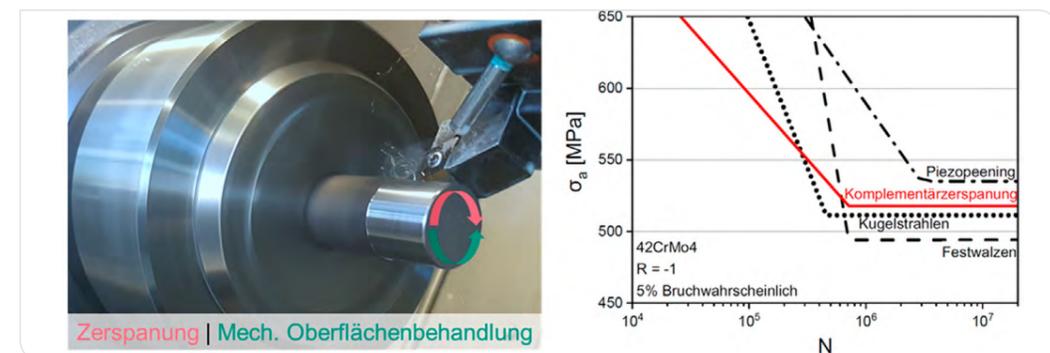
neben der Bewertung der Übertragbarkeit auch die Analyse der Randschichtzustände des Vergütungsstahls 42CrMo4. In einem letzten Schritt erfolgten Schwingfestigkeitsuntersuchungen und ein Vergleich mit den etablierten mechanischen Oberflächenbehandlungsverfahren Kugelstrahlen, Festwalzen und Piezopeening.

Ergebnisse

Die Untersuchungen im orthogonalen Schnitt zeigen, dass die Randschichtzustände Rauheit, Mikrostruktur, Eigenspannungen und Verfestigung je nach Prozessstellgrößen und bearbeiteten Werkstoffen mit der Komplementärzerspanung gezielt verbessert werden können. Weiterhin hat die Werkzeug-Mikrogeometrie einen entscheidenden Einfluss auf die resultierenden Randschichtzustände sowie den einsetzenden Werkzeugverschleiß.

Die Übertragung der Komplementärzerspanung auf das Außenlängsdrehen wurde erfolgreich nachgewiesen. Während die resultierende Rauheit vergleichbar mit der des Kugelstrahlens ist, sind eingebrachte Druckeigenspannungen auf dem Niveau des Festwalzens.

Die Analyse der Schwingfestigkeit hat gezeigt, dass die erreichbare Dauerfestigkeit nach der Komplementärzerspanung mit der nach dem Kugelstrahlen vergleichbar ist und dass sie über der des Festwalzens, jedoch unter der des Piezopeenings liegt. ■

Dr.-Ing. Michael Gerstenmeyer
+49 1523 9502576
michael.gerstenmeyer@kit.edu

Vergleich der Schwingfestigkeit nach der Komplementärzerspanung im Außenlängsdrehen und weiteren Verfahren zur mechanischen Oberflächenbehandlung.



Dissertationen

Erhöhung der Bearbeitungsstabilität von Werkzeugmaschinen durch semipassive masseneinstellbare Dämpfungssysteme

Ziel des Vorhabens

Ziel der Arbeit ist, die Erhöhung der Bearbeitungsstabilität von Werkzeugmaschinen anhand zweier unerforschter Dämpfungssysteme zu untersuchen. Bei den beiden Systemen handelt es sich um eine Werkzeugmaschinenkomponente mit einstellbarer Massenverteilung sowie einen Hilfsmassendämpfer mit einstellbarer Masse.

Vorgehensweise

Die Arbeit gliedert sich in drei Schritte: Lösungskonzepte, theoretische Ausarbeitung der Lösungskonzepte sowie Umsetzung und Validierung.

Im ersten Schritt wird die Wirkungsweise beider Konzepte untersucht. Die Bearbeitungsstabilität bezüglich Ratterns lässt sich aus dem geschlossenen Wirkungskreis zwischen Prozess und Maschinenverhalten errechnen. Durch die Anwendung des Nyquist-Kriteriums wird eine kritische Grenzspannungsbreite als Funktion der Spindeldrehzahl berechnet. Die Änderung der Massenverteilung der masseneinstellbaren Komponente ermöglicht die horizontale Verschiebung der Stabilitätsgrenze. Durch die Vereinigungsmenge der stabilen Bereiche der Karte wird die Stabilität erhöht. Der masseneinstellbare Hilfsmassendämpfer ermöglicht hingegen die vertikale Verschiebung der Stabilitätsgrenze, indem die minimale kritische Grenzspannungsbreite – der tiefste Punkt der Stabilitätsgrenze – erhöht wird.

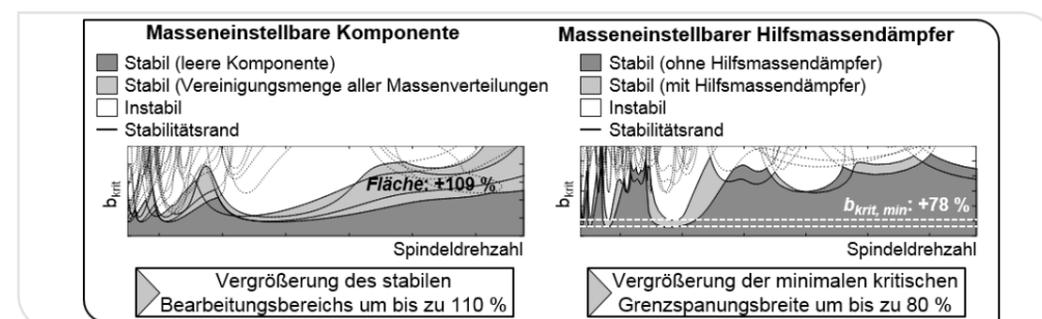
Im zweiten Schritt werden die beiden Konzepte theoretisch ausgearbeitet: Zuerst werden die Anforderungen an das System definiert. Dies er-

möglicht anschließend die Erarbeitung von Lösungsprinzipien. Dabei wird das Wirkprinzip der Masseneinstellung im Hinblick auf die Erhöhung der Bearbeitungsstabilität untersucht. Schließlich wird, basierend auf den Lösungsprinzipien, das Konzept detailliert und ausgelegt.

Im letzten Schritt werden die erarbeiteten Konzepte exemplarisch umgesetzt und experimentell validiert. Dafür wird je ein Anwendungsfall pro Konzept definiert. Darauf basierend werden beide Lösungen in jeweils einem Versuchsaufbau umgesetzt. Zur Validierung der Lösungen werden ihre Wirksamkeit gegen Rattern und fremderregte Schwingungen in den zuvor aufgebauten Versuchsaufbauten untersucht.

Ergebnisse

Die masseneinstellbare Komponente ermöglicht eine Vergrößerung des stabilen Bearbeitungsbereichs um bis zu 110 Prozent und eine Reduzierung von fremderregten Schwingungen um bis zu 60 Prozent. Der Hilfsmassendämpfer ermöglicht eine Vergrößerung der minimalen kritischen Grenzspannungsbreite um bis zu 80 Prozent und eine Reduzierung von fremderregten Schwingungen um bis zu 17 Prozent (siehe Abbildung). Die Arbeit zeigt, dass beide Ansätze eine Erhöhung der Bearbeitungsstabilität einer Werkzeugmaschine ermöglichen. Die Kosten für die Herstellung und der Aufwand bei der Inbetriebnahme werden berechnet. Dies ermöglicht eine ganzheitliche Bewertung beider Konzepte. Zusammenfassend wurden die beiden Verfahren als valide bestätigt. Die Erhöhung der Stabilität als Ziel der Arbeit wurde somit gezeigt. ■



Stabilitätskarten - Erhöhung der Bearbeitungsstabilität.

Dissertationen

Systematic gripper arrangement for a handling device in lightweight production processes

Ziel des Vorhabens

Handhabungsgeräte sind ein integraler Bestandteil automatisierter Produktionsprozesse. Dennoch werden sie in der Regel als nicht wertschöpfend angesehen, weshalb ihre Planung und Projektierung mit geringem Zeit- und Personalaufwand so effektiv wie möglich sein sollte. Gleichzeitig bleiben sie ein wichtiger Teil der Prozesskette und müssen in diesem Zusammenhang bestimmte Bedingungen erfüllen. Um ihre Funktionalität zu gewährleisten und wenig Zeit in die Projektierung zu investieren, sind Handhabungsgeräte darum oft überdimensioniert.

Ziel dieser Dissertation war, die Projektierung von Handhabungsgeräten zu automatisieren. Dieser Prozess wird am Beispiel der Prozesskette zur Herstellung von Leichtbauteilen mit den Verfahren Sheet Molding Compound (SMC) und Resin Transfer Molding (RTM) dargestellt.

Vorgehensweise

In einem ersten Schritt wurde ein modulares Handhabungsgerät entwickelt und aufgebaut, das eine große Zahl von Greiferanordnungen ermöglicht. Mit diesem Handhabungsgerät kann dann die resultierende Durchbiegung von flachen Bauteilen mit verschiedenen Greiferanordnungen gemessen werden. Parallel dazu wurde ein ABAQUS Modell aufgebaut, das auch die Simulation dieser Durchbiegung für beliebig flache Bauteile und Greiferanordnungen erlaubt. Dieses Simulationsmodell wird

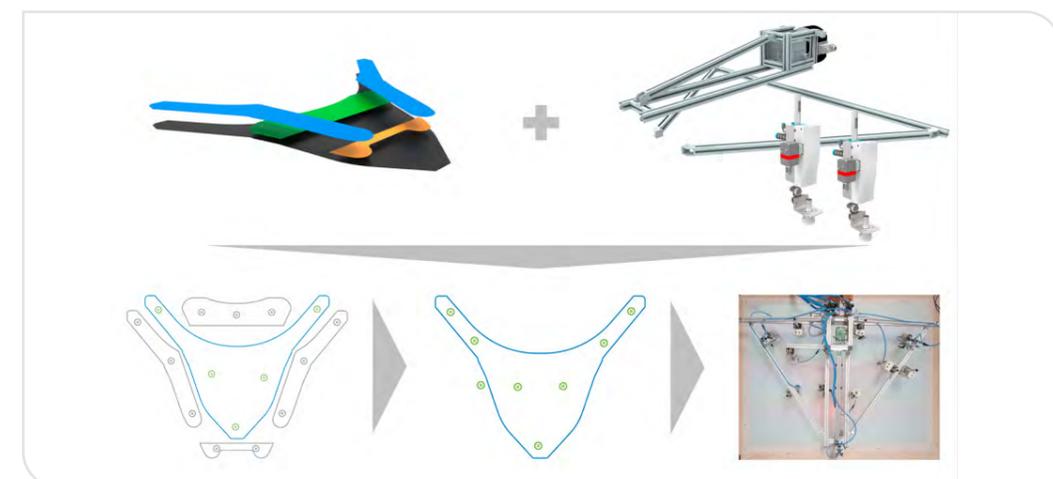
dann in einer Designlogik für die Anordnung der Greifer verwendet.

Ergebnisse

Die Designlogik arbeitet in zwei Schritten und basiert auf dem Ansatz Growing Neural Gas (GNG), der durch die Implementierung zusätzlicher Regeln an das Problem angepasst wurde. Zuerst wird eine erste Greiferkonfiguration basierend auf der Geometrie des Objekts erstellt, dann wird die Konfiguration durch einen iterativen Prozess aus Simulation und Anpassung verbessert. Da die Herstellung von Leichtbauteilen oft mehr als nur einen Zuschnitt erfordert, werden am Ende systematisch verschiedene Lösungen für die verschiedenen Zuschnitte zu einer finalen Greiferanordnung zusammengefasst. Dabei versucht ein Algorithmus die verschiedenen Greiferanordnungen für die verschiedenen Zuschnitte so zu kombinieren, dass nur geringe Anpassungen für die finale Greiferanordnung notwendig sind.

Diese finale Greiferanordnung wird dann mithilfe einer systematischen Planungsmethode an dem zuvor entwickelten modularen Handhabungsgerät umgesetzt.

Validiert wurde diese systematische und automatisierbare Vorgehensweise für die Greiferanordnung am Beispiel eines RTM-Bauteils aus insgesamt fünf verschiedenen Zuschnitten und eines SMC-Bauteils. ■



Beispiel für die Anwendung der Designlogik.



Dr.-Ing. Fabian Ballier



Dr.-Ing. Jacques Burtscher



Veröffentlichungen

Bücher

Fleischer, J.; Klee, B.; Spohrer, A.; Merz, S. (2018), „Leitfaden Sensorik für Industrie 4.0 - Wege zu kostengünstigen Sensorsystemen“, Hrsg. Binzer, Judith, VDMA Forum Industrie 4.0, Frankfurt am Main

Fleischer, J.; Spohrer, A.; Klee, B.; Mayer, D.; Spiller, Q. (2018), „Orientierungshilfe zur Einführung einer vernetzten Produkt- und Produktionsarchitektur in der Landtechnik“, Hrsg. Scherer, Bernd; Buitkamp, Hermann; Alt, Norbert; Götz, C., VDMA Landtechnik, Frankfurt am Main

Lanza, G.; Nyhuis, P.; Hübner, M.; Kuhnle, A.; Liebrecht, C.; Malessa, N.; Ungermann, F. (2018), „Industrie 4.0 für die Praxis: Befähigungs- und Einführungsstrategien“, Hrsg. Prof. Dr.-Ing. Gisela Lanza; Prof. Dr.-Ing. habil. P. Nyhuis, TEWISS Verlag, TEWISS-Technik und Wissen GmbH, Garbsen, ISBN/ISSN: 978-3-95900-224-0

Schulze, V.; Bouzakis, Konstantinos-Dionysios; Klumpp, A.; Gerstenmeyer, M. (2018), „Peening“ In CIRP Encyclopedia of Production Engineering, Hrsg. The International Academy for Production, Springer, Berlin, Heidelberg, S. 1-11, ISBN/ISSN: 978-3-642-35950-7

Schulze, V. (2018), „Broaching“ In CIRP Encyclopedia of Production Engineering, Hrsg. The International Academy for Production, Springer, Berlin, Heidelberg, S. 1-8, ISBN/ISSN: 978-3-642-35950-7

Schulze, V. (2018), „Modeling of Face Milling“ In CIRP Encyclopedia of Production Engineering, Hrsg. The International Academy for Production, Springer, Berlin, Heidelberg, ISBN/ISSN: 978-3-642-35950-7

Dissertationen

Dosch, S.: Herstellungübergreifende Informationsübertragung zur effizienten Produktion von Werkzeugmaschinen am Beispiel von Kugelgewindetrieben
In: Shaker Verlag, Aachen, Reihe wbk 209, 2017

Hochdörffer, J.: Integrierte Produktallokationsstrategie und Konfigurationssequenz in globalen Produktionsnetzwerken
In: Shaker Verlag, Aachen, Reihe wbk 211, 2018

Arndt, T.: Bewertung und Steigerung der Prozessqualität in globalen Produktionsnetzwerken
In: Shaker Verlag, Aachen, Reihe wbk 212, 2018

Peter, M.: Unwuchtminimale Montage von Permanentmagnetrotoren durch modellbasierte Online-Optimierung
In: Shaker Verlag, Aachen, Reihe wbk 213, 2018

Kopf, R.: Kostenorientierte Planung von Fertigungsfolgen generativer Technologien
In: Shaker Verlag, Aachen, Reihe wbk 214, 2018

Meier, H.: Einfluss des Räumens auf den Bauteilzustand in der Prozesskette Weichbearbeitung - Wärmebehandlung - Hartbearbeitung
In: Shaker Verlag, Aachen, Reihe wbk 215, 2018

Brabandt, D.: Qualitätssicherung von textilen Kohlenstoffasfer-Preforms mittels optischer Messtechnik
In: Shaker Verlag, Aachen, Reihe wbk 216, 2018

Schabunow, A.: Einstellung von Aufnahmeparametern mittels projektionsbasierter Qualitätskenngrößen in der industriellen Röntgen-Computertomographie
In: Shaker Verlag, Aachen, Reihe wbk 217, 2018

Bürgin, J.: Robuste Auftragsplanung in Produktionsnetzwerken - Mittelfristige Planung der variantenreichen Serienproduktion unter Unsicherheit der Kundenauftragskonfigurationen
In: Shaker Verlag, Aachen, Reihe wbk 218, 2018

Gerstenmeyer, M.: Entwicklung und Analyse eines mechanischen Oberflächenbehandlungsverfahrens unter Verwendung des Zerspanungswerkzeuges
In: Shaker Verlag, Aachen, Reihe wbk 219, 2018

Burtscher, J.: Erhöhung der Bearbeitungsstabilität von Werkzeugmaschinen durch semi-passive masseneinstellbare Dämpfungssysteme
In: Shaker Verlag, Aachen, Reihe wbk 220, 2018

Ballier, F.: Systematic gripper arrangement for a handling device in lightweight production processes
In: Shaker Verlag, Aachen, Reihe wbk 222, 2018

Konferenzbeiträge

Lorenz, R.; Lorentzen, Kai; Stricker, N.; Lanza, G. (2018), „Applying User Stories for a customer-driven Industry 4.0 Transformation“ In Symposium on Information Control Problems in Manufacturing, Hrsg. IFAC

Kupzik, D.; Haas, S.; Stemler, D.; Pfeifle, J.; Fleischer, J. (2018), „Development of a manufacturing cell for fixtureless joining in car body assembly“ In 3. Fachkolloquium der WGMHI, Hrsg. Schüppstuhl, Thorsten, Tracht, Kirsten, Franke, Jörg, S.22-30

Gerstenmeyer, M.; Segebade, E.; Fedder, G.; Zanger, F.; Schulze, V. (2018), „Prozessketten-simulation: Additive Fertigung und spanende Nachbearbeitung“ In RoundTable Simulating Manufacturing, Hrsg. Dr. Hendrik Schafstall und M. Wohlmuth, simufact engineering gmbh, Hamburg, S.32-45

Jacob, A.; Windhuber, K.; Ranke, D.; Lanza, G. (2018), „Planning, Evaluation and Optimization of Product Design and Manufacturing Technology Chains for New Product and Production Technologies on the Example of Additive Manufacturing“ In CIRP Design Conference, Hrsg. Procedia CIRP, S.108-113

Komodromos, A.; Tekkaya, E.; Hofmann, J.; Fleischer, J. (2018), „Experimental and numerical investigations of wire bending by linear winding of rectangular tooth coils“ In Conference on Material Forming: ESAFORM 2018, Hrsg. AIP Conference Proceedings, S.1-6

Kacaras, A.; Gibmeier, J.; Zanger, F.; Schulze, V. (2018), „Influence of rotational speed on surface states after stream finishing“ In CIRP Conference on Surface Integrity, Hrsg. Procedia CIRP, S.221-226

Möhring, H.-C.; Fleischer, J.; Maier, W.; Spiller, Q.; Baumann, F.; Merz, S. (2018), „Die additive Fertigung als vollständige Prozesskette auf der Online Plattform 3D-Print-Cloud Baden-Württemberg“ In Werkstoffe und Additive Fertigung, Hrsg. DGM, S.84-89

Zanger, F.; Kacaras, A.; Bächle, Matthias; Schwabe, M.; Puente León, F.; Schulze, V. (2018), „FEM simulation and acoustic emission based characterization of chip segmentation frequency in machining of Ti-6Al-4V“ In CIRP Conference on Manufacturing Systems, Hrsg. Procedia CIRP, S.1421-1426

Segebade, E.; Schneider, J.; Schulze, V. (2018), „Tribological Effects in and by Metal Cutting“ In International Conference on Tribology in Manufacturing Processes and Joining by Plastic Deformation, Hrsg. Key Engineering Materials, Trans Tech Publications, Switzerland, S.4-24

Segebade, E.; Kümmel, D.; Zanger, F.; Schneider, J.; Schulze, V. (2018), „Influence of cutting edge asymmetry on grain refinement of Ti6Al4V“ In CIRP Conference on Surface Integrity (CSI), Hrsg. Elsevier Ltd., S.232-237

Kupzik, D.; Ballier, F.; Roller, T.; Coutandin, S.; Fleischer, J. (2018), „Development and evaluation of separation concepts for the controllable release of tacky prepreg from handling devices“ In 51st CIRP Conference on Manufacturing Systems, Hrsg. Lihui Wang, S.574-579

Kupzik, D.; Ballier, F.; Lang, J.; Coutandin, S.; Fleischer, J. (2018), „Development and evaluation of concepts for the removal of backing foils from prepreg for the automated production of UD reinforced SMC parts“ In European Conference on Composite Materials, Hrsg. European Society for Composite Materials (ESCM), S.1-8

Barton, D.; Gönninger, P.; Qu, C.; Fleischer, J. (2018), „Self-describing connected components for live information access within production systems“ In International Conference on System-Integrated Intelligence: Intelligent, Flexible and Connected Systems in Products and Production, Hrsg. Denkena, Berend; Thoben, Klaus-Dieter; Trächtler, Ansgar, S.250-257

Schäfer, M.; Moll, P.; Fleischer, J. (2018), „Modular production plants for hybrid lightweight components“ In 22nd Dresden International Lightweight Engineering Symposium, Hrsg. Institut für Leichtbau und Kunststofftechnik, Technische Universität Dresden, S.141-145

Liebrecht, C.; Schaumann, S.; Zeranski, D.; Antoszkiewicz, A.; Lanza, G. (2018), „Analysis of Interactions and Support of Decision Making for the Implementation of Manufacturing Systems 4.0 Methods“ In CIRP Conference on Industrial Product-Service Systems (IPSS), Hrsg. Elsevier B.V., S.161-166

Kopf, Robin; Gottwald, Jonas; Jacob, A.; Brandt, Milan; Lanza, G. (2018), „Cost-oriented planning of equipment for selective laser melting (SLM) in production lines“ In CIRP General Assembly 2018, Hrsg. Procedia CIRP, S.471-474

Götze, E.; Postler, K.; Buschulte, S.; Zanger, F.; Schulze, V. (2018), „Limits of additively produced alumina substrates for 3D-MID applications“ In 13th International Congress MID 2018, Hrsg. IEEE, S.15-20

Götze, E.; Zanger, F.; Schulze, V. (2018), „Orthogonal Cutting of Laser Beam Melted Parts“ In ESAFORM 2018, Hrsg. AIP Publishing, S.15-20

Segebade, E.; Gerstenmeyer, M.; Zanger, F.; Schulze, V. (2018), „Surface Layer States after Manufacturing Processes - Generation and Evaluation“ In Wiener Produktionstechnik Kongress, Hrsg. Bleicher, Friedrich, S.113-118

Kupzik, D.; Coutandin, S.; Fleischer, J. (2018), „Entwicklung des vorrichtungsfreien Fügens zur Flexibilisierung des Karosserierohbaus“ In Fachtagung neue Robotertechnologien in Produktion, Montage und Service, Hrsg. Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke, S.120-133

Roth, S.; Coutandin, S.; Fleischer, J. (2018), „MATERIAL- & PROCESS CHARACTERIZATION OF FIBRE-METAL-ELASTOMER LAMINATE COMPONENTS WITH HIGH FORMING DEGREES“ In Faszination Hybrider Leichtbau 2018, Hrsg. ITS automotive nord e.V., S.1-9

Baumann, F.; Müller, M.; Coutandin, S.; Fleischer, J. (2018), „Additive Fertigung von endlosfaserverstärkten Kunststoffen - Eine Parameterstudie“ In Technologietag Hybrider Leichtbau, Hrsg. Leichtbau BW GmbH, S.1-2

Ballier, Fabian; Dmytruk, T.; Fleischer, J. (2018), „A Gripper System Design method for the Handling of Textile Parts“ In 3. Fachkolloquium der Wissenschaftlichen Gesellschaft Montage, Handhabung, Industrierobotik, Hrsg. Schüppstuhl, Thorsten; Tracht, Kirsten; Franke, Jörg, S.73-82

Bold, B.; Weinmann, H. W.; Fleischer, J. (2018), „Challenges in conveying electrodes and new approaches to quality assurance“ In International Battery Production Conference (IBPC), Hrsg. Prof. Arno Kwade, Technische Universität Braunschweig, Battery LabFactory Braunschweig, S.56-57

Weinmann, H. W.; Fleischer, J. (2018), „Highly integrated machine module for single sheet stacking“ In International Battery Production Conference (IBPC), Hrsg. Prof. Arno Kwade, Technische Universität Braunschweig, Battery LabFactory Braunschweig, S.58

Singer, R.; Weinmann, H. W.; Fleischer, J.; Smith, A.; Wiegand, O. (2018), „Function validation of an alternative and format flexible pouch cell packaging“ In International Battery Production Conference (IBPC), Hrsg. Prof. Arno Kwade, S.21

Storz, T.; Altvater, A.; Hofmann, J.; Scharfer, Philip; Fleischer, J.; Schabel, W. (2018), „The Smart Battery Maker - a concept for automated flexible and agile production of cells“ In International Battery Production Conference (IBPC), Hrsg. Prof. Dr.-Ing. Arno Kwade, S.18-19

Treber, S.; Lanza, G. (2018), „Transparency in Global Production Networks: Improving Disruption Management by Increased Information Exchange“ In CIRP Conference on Manufacturing Systems, Hrsg. Elsevier, S.898-903

Treber, S.; Bubeck, C.; Lanza, G. (2018), „Investigating Causal Relationships between Disruptions, Product Quality and Network Configurations in Global Production Networks“ In 6th CIRP Global Web Conference - Envisaging the future manufacturing, design, technologies and systems in innovation era, Hrsg. Elsevier, S.202-207

Stähr, T.; Englisch, L.; Lanza, G. (2018), „Creation of configurations for an assembly system with a scalable level of automation“ In CIRP Conference on Assembly Technologies and Systems, Hrsg. Wang, Shuxin; Hu, Jack, S.7-12

Singer, R.; Broschwitz, F.; Fleischer, J. (2018), „Systematic Development of a Dismantable Batter Module“ In e-motive Expertenforum, Hrsg. FVA, S.50-57

Stähr, Tom; Stricker, N.; Lanza, G. (2018), „Scalable Automation“ In CIRP Winter Meeting, Hrsg. CIRP, S.1-10

Segebade, E.; Kümmel, D.; Zanger, F.; Schneider, J.; Schulze, V. (2018), „Surface texturing of TiAl6V4 using cutting tools in reverse“ In 18th Machining Innovations Conference for Aerospace Industry, Hrsg. Elsevier, S.97-103

Stampfer, B.; Zanger, F.; Schulze, V. (2018), „In-Process Analysis of Minimum Quantity Lubrication during Drilling of AISI 4140“ In Congress of the German Academic Association for Production Technology (WGPT), Hrsg. Schmitt, R.; Schuh, Günther, S.541-550

Schäferling, M.; Berger, D.; Häfner, B.; Lanza, G. (2018), „Data Fusion for Quality Assurance of fibre-reinforced Plastic“ In International Symposium on Structural Health Monitoring and Nondestructive Testing, Hrsg. ndt.net, S.1-9

Zaiß, M.; Häfner, B.; Lanza, G. (2018), „Informationsfusion für die vollständige Qualitätssicherung von faserverstärkten Kunststoffen“ In Multisensorik in der Fertigungsmesstechnik 2018, Hrsg. VDI/VDE, S.173-184

Preu, R.; Rein, S.; Zimmer, M.; Weinmann, H. W.; Hofmann, J.; Fleischer, J. (2018), „Digitalisierung bei der Produktion von Solar- und Batteriezellen“ In FVEE - Jahrestagung 2018, Hrsg. FVEE Forschungsverbund Erneuerbare Energien, S.0-0

Eschner, N.; Weiser, L.; Häfner, B.; Lanza, G. (2018), „Development of an Acoustic Process Monitoring System for the Selective Laser Melting (SLM)“ In 29th Solid Freeform Symposium, Hrsg. SFF Symposium, S.2097-2117

Hofmann, C.; Brakemeier, N.; Krahe, C.; Stricker, N.; Lanza, G. (2018), „The Impact of Routing and Operation Flexibility on the Performance of Matrix Production Compared to a Production line“ In Congress of the German Academic Research Association for Production Technology (WGPT), Hrsg. Schmitt, R.; Schuh, Günther, S.155-165

Merz, S.; Baumann, F.; Dittus, J. (2018), „3D-Print-Cloud BW“ In wbk-Herbsttagung 2018 - Additive Manufacturing - Vom Fertigungsverfahren zum Produktionssystem, Hrsg. Prof. Dr.-Ing. Jürgen Fleischer, Prof. Dr.-Ing. Gisela Lanza, Prof. Dr.-Ing. habil. Volker Schulze, S.108-125

Hofmann, C.; Lauber, S.; Häfner, B.; Lanza, G. (2018), „Development of an agile development method based on Kanban for distributed part-time teams and an introduction framework“ In CIRP Sponsored Conference on Learning Factories (CLF 2018), Hrsg. Mourtzis, Dimitris; Chryssolouris, George, S.45-50

Yang, S.; Hamann, K.; Häfner, B.; Wu, C.; Lanza, G. (2018), „A Method for Improving Production Management Training by Integrating an Industry 4.0 Innovation Center in China“ In the 8th Conference on Learning Factories, Hrsg. Elsevier, S.213-218

Yang, S.; Boev, N.; Häfner, B.; Lanza, G. (2018), „Method for Developing an Implementation Strategy of Cyber-Physical Production Systems for Small and Medium-sized Enterprises in China“ In 7th CIRP Conference on Assembly Technologies and Systems (CATS 2018), Hrsg. ELSEVIER, S.48-52

Schild, L.; Krämer, A.; Reiling, D.; Wu, H.; Lanza, G. (2018), „Influence of surface roughness on measurement uncertainty in Computed Tomography“ In 8th Conference on Industrial Computed Tomography, Hrsg. NDT Online, S.1-8

Schild, L.; Häfner, B.; Lanza, G. (2018), „Knowledge Based User Support for Computed Tomography Measurements“ In 8th Congress of the German Academic Association for Production Technology (WGPT), Hrsg. Springer Nature Switzerland AG, S.667-678

Weinmann, H. W.; Fleischer, J. (2018), „Highly integrated machine module for single sheet stacking“ In International Battery Production Conference (IBPC), Hrsg. Prof. Arno Kwade, B. L. B., S.58

Wagner, R.; Häfner, B.; Lanza, G. (2018), „Function-Oriented Quality Control Strategies for High Precision Products“ In CIRP Conference on Computer Aided Tolerancing, Hrsg. Elsevier, S.57-62

Häfner, B.; Biehler, M.; Wagner, R.; Lanza, G. (2018), „Meta-Model Based on Artificial Neural Networks for Tooth Root Stress Analysis of Micro-Gears“ In CIRP Conference on Computer Aided Tolerancing, Hrsg. Elsevier, S.155-160

Hofmann, J.; Komodromos, A.; Fleischer, J.; Tekkaya, E. (2018), „Optimization of the Linear Coil Winding Process by Combining New Actuator Principles on the Basis of Wire Forming Analysis“ In 8th International Electric Drives Production Conference (EDPC), Hrsg. IEEE, S.1-6

Zeitschriften

Hochdörffer, J.; Hedler, M.; Lanza, G. (2018), „Staff scheduling in job rotation environments considering ergonomic aspects and preservation of qualifications“, Journal of Manufacturing Systems, S. 103-114

Gupta, R.; Belkadia, F.; Buergy, C.; Bitte, F.; Da Cunha, C.; Bürgin, J.; Lanza, G.; Bernard, A. (2018), „Gathering, Evaluating and Managing Customer Feedback during Aircraft Production“, Computers & Industrial Engineering, S. 559-572

Singer, R.; Fleischer, J. (2018), „Demontagegerechtes Batteriemodul“, ATZ, S. 88-91

Eschner, N.; Lingenhöhl, J.; Öppling, S.; Lanza, G. (2018), „Prozessüberwachung beim Laser-Strahlschmelzen mit akustischen Signalen“, wt-online 11/12, S. 818-823

Burtscher, J.; Spohrer, A.; Barton, D.; Fleischer, J. (2018), „Intelligente Vorschubachsen mit Industrie 4.0-Funktionalität“, VDI-Z Integrierte Produktion, S. 42-44

Berger, D.; Zaiß, M.; Lanza, G.; Summa, J.; Schwarz, M.; Hermann, H.-G.; Pohl, M.; Günther, F.; Stommer, M. (2018), „Predictive quality control of hybrid metal-CFRP components using information fusion“, Production Engineering, S. 1-12

Bürgin, J.; Belkadi, F.; Hupays, C.; Gupta, R.; Bitte, F.; Lanza, G.; Bernard, A. (2018), „A modular-based approach for Just-In-Time Specification of customer orders in the aircraft manufacturing industry“, CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology, S. 61-74

Gebhardt, J.; Schwennen, J.; Lorenz, F.; Fleischer, J. (2018), „Structure optimisation of metallic load introduction elements embedded in CFRP“, Production Engineering, S. 131-140

Muth, M.; Schwennen, J.; Bernath, A.; Seuffert, J.; Weidenmann, K.; Fleischer, J.; Henning, F. (2018), „NumE.al and experimental investigation of manufacturing and performance of metal inserts embedded in CFRP“, Production Engineering, S. 141-152

Halwas, M.; Hofmann, J.; Fleischer, J.; Riehm, C.; Spieker, C.; Fister, M.; Stöhr, G.; Wist, A.; Sell-Le Blanc, F.; Weiße, L.; Jovanovski, J.; Kehl, N. (2018), „Entwicklung eines parallelen Technologie- und Produktentwicklungsprozesses“, wt Werkstatttechnik online, S. 301-306

Liebrecht, C.; Zeranski, D.; Lanza, G. (2018), „Analyse der Wirkzusammenhänge und Entscheidungsunterstützung für den Industrie 4.0-Methodeneinsatz“, ZWF - Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, S. 79-82

Nieschlag, J.; Ruhland, P.; Daubner, S.; Koch, S.-F.; Fleischer, J. (2018), „Finite element optimisation for rotational moulding with a core to manufacture intrinsic hybrid FRP metal pipes“, Production Engineering, S. 239-247

Bürgin, J.; Blättchen, P.; Kronenbitter, J.; Molzahn, K.; Schweizer, Y.; Strunz, C.; Almagro, M.; Bitte, F.; Rühr, S.; Urgo, M.; Lanza, G. (2018), „Robust assignment of customer orders with uncertain configurations in a production network for aircraft manufacturing“, International Journal of Production Research, S. 1-16

Gerstenmeyer, M.; Zanger, F.; Schulze, V. (2018), „Influence of Complementary Machining on fatigue strength of AISI 4140“, CIRP Annals - Manufacturing Technology, S. 583-586

Dackweiler, M.; Coutandin, S.; Fleischer, J. (2018), „Filament winding for automated joining of lightweight profiles“, JEC Magazine, S. 25-26

Liebrecht, C.; Berner, F.; Stieler, F.; Lanza, G. (2018), „Maschinendatenkonzepte als Basis der digitalen Produktion“, ZWF - Zeitschrift für den wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, S. 285-289

Urgo, M.; Bürgin, J.; Tolio, T.; Lanza, G. (2018), „Order allocation and sequencing with variable degree of uncertainty in aircraft manufacturing“, CIRP Annals, S. 431-436

Coutandin, S.; Brandt, D.; Heinemann, P.; Ruhland, P.; Fleischer, J. (2018), „Influence of punch sequence and prediction of wrinkling in textile forming with a multi-punch tool“, Production Engineering, S. 1-10

Stricker, N.; Kuhnle, A.; Sturm, R.; Friess, S. (2018), „Reinforcement learning for adaptive order dispatching in the semiconductor industry“, CIRP Annals - Manufacturing Technology, S. 511-514

Dackweiler, Marius; Coutandin, S.; Fleischer, J. (2018), „Fügewickeln - flexible Herstellung von Leichtbauverbindungen mit Hohlprofilen“, VDI-Z, S. 70-72

Fleischer, J.; Teti, R.; Lanza, G.; Mativenga, P.; Möhring, H.-C.; Caggiano, Alessandra (2018), „Composite materials parts manufacturing“, CIRP Annals - Manufacturing Technology, S. 603-626

Hochdörffer, J.; Bürgin, J.; Vlachou, E.; Zogopoulos, V.; Lanza, G.; Mourtzis, D. (2018), „Holistic approach for integrating customers in the design, planning, and control of global production networks“, CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology, S. 1-10

Moll, P.; Jacob, A.; Schäfer, M.; Coutandin, S.; Fleischer, J.; Lanza, G. (2018), „Plattformbasiertes Geschäftsmodell für rekonfigurierbare Produktionsanlagen im Leichtbau“, zwf - Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, S. 580-583

Bold, B.; Fleischer, J. (2018), „Kalandrieren von Elektroden für Li-Ionen-Batterien“, ZWF Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, S. 571-575

Lux, E.; Adam, M.; Dorner, V.; Helming, S.; Knieirim, M.; Weinhardt, C. (2018), „Live Biofeedback as a User Interface Design Element: A Review of the Literature“, Communications of the Association for Information Systems, S. 257-296

Bürgin, J.; Helming, S.; Blättchen, P.; Schweizer, Y.; Bitte, F.; Häfner, B.; Lanza, G. (2018), „Local order scheduling for mixed-model assembly lines in the aircraft manufacturing industry“, Production Engineering Research and Development, S. 1-9

Hillenbrand, J.; Spohrer, A.; Fleischer, J. (2018), „Zustandsüberwachung bei Kugelgewindetrieben“, wt Werkstatttechnik online, S. 493-498

Kupzik, D.; Coutandin, S.; Fleischer, J. (2018), „Flexibles vorrichtungsfreies Fügen“, VDI-Z, S. 21-24

Fleischer, J.; Coutandin, S. Coutandin; Ballier, Fabian (2018), „Automatisch zum richtigen Greifer“, Handling, S. 6-7

Kuhnle, A.; Jakubik, J.; Lanza, G. (2018), „Reinforcement learning for opportunistic maintenance optimization“, Production Engineering Research and Development, S. 1-9

Moll, P.; Schäfer, M.; Coutandin, S.; Fleischer, J. (2018), „Aufbau einer modularen Produktionsanlage für hybride Faserverbundbauteile“, VDI-Z Integrierte Produktion, S. 55-58

Weinmann, H. W.; Lang, F.; Hofmann, J.; Fleischer, J. (2018), „Bahzugkraftregelung in der Batteriezellfertigung“, wt Werkstatttechnik online, S. 519-524

Kupzik, D.; Coutandin, S.; Fleischer, J. (2018), „Vorrichtungsfreies Fügen“, wt Werkstatttechnik online, S. 703-707

Jacob, A.; Künneke, T.; Lieneke, T.; Baumann, T.; Stricker, N.; Zimmer, D.; Lanza, G. (2018), „Iterative Produktentwicklung und Produktionsplanung für die Additive Fertigung“, ZWF Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, S. 742-745

Liebrecht, C.; Böhn, N.; Kiefer, L.; Teufel, M.; Lanza, G. (2018), „Einführung von Industrie 4.0 - Ermittlung unternehmensspezifischer Einführungsreihenfolgen für Industrie 4.0-Methoden“, Industrie 4.0 Management, S. 21-24

Nehen, J.; Treber, S.; Lanza, G. (2018), „Prozessmodell für das Auslaufmanagement“, Industrie 4.0 Management, S. 7-10

Halwas, M.; Binder, D.; Fleischer, J. (2018), „Systematische Analyse des Lagenaufbaus von Wicklungen in Nuten elektrischer Maschinen mittels räumlicher Bildgebung und maschinellen Lernens“, www.umformtechnik.net, S. 1-10

Merz, S.; Maier, W.; Baumann, F.; Spiller, Quirin; Möhring, H.-C.; Fleischer, J. (2018), „3D-Print-Cloud Baden-Württemberg“, wt-online, S. 537-542

Schild, L.; Vötter, L.; Jung, M.; Häfner, B.; Lanza, G. (2018), „Aufwandsarme Unsicherheitsstudien in der industriellen Computertomographie“, wt Werkstatttechnik Online, S. 1-9

Weinmann, H. W.; Lang, F.; Hofmann, J.; Fleischer, J. (2018), „Bahzugkraftregelung in der Batteriezellfertigung“, wt Werkstatttechnik online, S. 519-524

Studien

Lanza, G.; Nyhuis, P.; Fisel, J.; Jacob, A.; Nielsen, L.; Schmidt, M.; Stricker, N. (2018), „Wandlungsfähige, menschenzentrierte Strukturen in Fabriken und Netzwerken der Industrie 4.0“, Hrsg. Herbert Utz Verlage, München

Lanza, G.; Hofmann, C.; Stricker, N.; Biehl, E.; Braun, Y. (2018), „Auf dem Weg zum Digitalen Shopfloor Management“

Studien

Auf dem Weg zum digitalen Shopfloor Management

Ziel des Vorhabens

Shopfloor Management ist ein aus dem Lean Management stammendes Führungsinstrument, das sich in den meisten Unternehmen etabliert hat. Dieses Instrument ermöglicht, Mitarbeiter auf dem Shopfloor einzubeziehen, Transparenz zu schaffen, am Ort der Wertschöpfung zu führen und Kommunikation und kontinuierliche Verbesserung im Alltag zu verankern. Obwohl die Digitalisierung der Produktion und damit auch das Schlagwort Industrie 4.0 aktuell in aller Munde sind, hat sich eine Digitalisierung des Shopfloor Managements noch nicht vollzogen. Digitale Prozesse im Shopfloor Management versprechen Effizienzgewinne und schnellere Entscheidungen. Voraussetzung für eine zielgerichtete Digitalisierung des Shopfloor Managements ist ein tiefgreifendes Verständnis der gelebten Praxis des Shopfloor Managements. Vor diesem Hintergrund führte das wbk im Rahmen des Gemeinschaftsprojekts ShopfloorPulse mit dem IPRI – International Performance Research Institute eine Studie zur Darstellung des Ist-Zustands des Shopfloor Managements in Deutschland durch.

Vorgehensweise

Basierend auf Interviews mit Experten aus der Industrie aus fast 20 Unternehmen, stellt die vorliegende Studie den aktuellen Stand des Shopfloor Managements hinsichtlich der Echtzeitentscheidungsfähigkeit und des Industrie 4.0 Reifegrads dar. Die Aussagen der Experten wurden codiert und in jeweils ein Framework zu den vorbereitenden Prozessen und zur Nutzung des Shopfloor Managements eingeordnet.

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

Ergebnisse

Die Ergebnisse der Studie werden für die sechs Bereichen des Shopfloor Managements Kennzahlen, Meetings, Maßnahmen und Problemlösung, Vorschlagswesen, Ressourcensteuerung und Wissensaustausch dargestellt.

In Bezug auf die vorbereitenden Prozesse lassen sich Potenziale einer Digitalisierung bzw. Automatisierung bei der Datenerfassung finden. Der Übergang von der periodischen zur ereignisbasierten Erfassung ermöglicht neue Nutzungsszenarien auch außerhalb der getakteten Shopfloor Meetings. Hinsichtlich der Weiterentwicklung in Richtung eines digitalen Shopfloor Managements hat sich gezeigt, dass die Experten eine hohe Relevanz in der Einbeziehung von Prognosedaten sehen. Besonders in Bezug auf die Maßnahmenumsetzung und die kurzfristige Ressourcensteuerung werden Potenziale gesehen. ■



Die Studie stellt den aktuellen Stand des Shopfloor Managements hinsichtlich Echtzeitentscheidungsfähigkeit und Industrie 4.0 Reifegrad dar.

Studium & Lehre

Leitbild & Zahlen

Studierendenzahlen Studienjahr 2017/18 im Vergleich zu den Vorjahren.

Anzahl Studienanfänger	Studienjahr 2017/18	Studienjahr 2016/17	Studienjahr 2015/16
Maschinenbau			
Bachelor	514	542	577
Master	461	710	786
Wirtschaftsingenieurwesen			
Bachelor	564	497	493
Master	366	441	451
Gesamt	1905	2190	2307

Studium & Lehre

Vorlesungsangebot - Angebote für Maschinenbauingenieure

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
Entwicklungsprojekt zu Werkzeugmaschinen und Handhabungstechnik (WS)	Selbstständig im Team zu lösende Aufgabe in industrienaher Umgebung: Konstruktion, Konzeption und Auslegung von Werkzeugmaschinen, Abschlusspräsentation	Fleischer
Entwicklungsprojekt Produktionstechnik für die Elektromobilität (PTM) (SS)	Selbstständig im Team zu lösende Aufgabe in industrienaher Umgebung: Praxisnaher Einblick in die Entwicklung von Prozessen und Anlagen zur Herstellung von Elektromotoren und Batteriemodulen.	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

Studium & Lehre

Vorlesungsangebot - Angebote für Wirtschaftsingenieure

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
Materialien und Prozesse für den Karosserieleichtbau in der Automobilindustrie (WS)	Konzepte zur Reduktion des Fahrzeuggewichts, Werkstoffleichtbau (Metall, Kunststoffe), innovative Fertigungsverfahren	Steegmüller, Kienzle
Produktionstechnologien und Managementansätze im Automobilbau (letztmalig im WS 2017/2018)	Einführung Automobilwirtschaft und Automobiltechnologie, Grundlagen der Produktentstehung, globale Netzwerke, analytische Methoden der Planung und Optimierung	Stauch
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	Gönzheimer

Veranstaltung	Beschreibung	Dozent
Lernfabrik Globale Produktion (WS)	Standortwahl, Fabrikplanung, Qualitätssicherung, Skalierbare Automatisierung, Lieferantenauswahl, Netzwerkplanung	Lanza
Materialien und Prozesse für den Karosserieleichtbau in der Automobilindustrie (WS)	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
Produktionstechnologien und Managementansätze im Automobilbau (letztmalig im WS 2017/2018)	Einführung Automobilwirtschaft und Automobiltechnologie, Grundlagen der Produktentstehung, globale Netzwerke, analytische Methoden der Planung und Optimierung	Stauch
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, Kacaras
Qualitätsmanagement (WS)	Qualitätsmanagementmethoden, Fertigungsmesstechnik, statistische Methoden, Service, Zertifizierungsmöglichkeiten, rechtliche Aspekte	Lanza
Steuerungstechnik (SS)	Signalverarbeitung, Detektion und Beeinflussung von Prozesszuständen, elektrische Steuerungen, Bussysteme	Gönzheimer
Umfarmtechnik (SS)	Massiv- und Blechumformung, Werkzeugmaschinen, Tibologie, 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

Veranstaltung	Beschreibung	Dozent
Umfarmtechnik (SS)	Massiv- und Blechumformung, Werkzeugmaschinen, Tibologie, 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



Abschlussarbeiten

Bachelorarbeiten 2018

Abu-Rashed, Nezar

Untersuchung des Verschleißverhaltens von Hartmetallwerkzeugen beim Wälzschälen von hochfesten Innenverzahnungen

Aliaño Ramos, María Isabel

Entwicklung, Herstellung und Untersuchung von mehrfachen Lasteinleitungselementen für hybride CFK/Metall-Strukturen

Ambs, Philipp

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

Ameur, Dorsaf

Industrie 4.0: Planung und Bewertung von Prozessketten additiver Fertigungsverfahren

Arbter, Joshua

Künstliche Intelligenz und Autonomie in der Produktionssteuerung: Realität oder nur ein Hype?

Baier, Christopher

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

Bannour, Ala Eddine

Entwicklung und Umsetzung eines Konzeptes zur Aufbringung eines Musters auf eine Batteriefolie zwecks Materialuntersuchungen

Baralija, Dardan

Entwicklung eines generischen Vorgehensmodells für das Technologiemanagement in der Elektromotorenfertigung

Baumann, Tobias

Virtual Simultaneous Engineering: Ein Ansatz zur integrierten Produkt- und Produktionssystementwicklung im Kontext der Industrie 4.0

Beck, Dominik

Aufbau und Durchführung einer Simulation zur Untersuchung der Wärmeausbreitung beim Widerstandspunktschweißen im Karosseriebau

Beil, Henrik

Entwicklung eines Webtools zur Bestimmung potentieller Handlungsfelder zur Optimierung des Industrie 4.0 Reifegrades von Unternehmen

Bender, Lukas

Analyse der Verschleißentwicklung von Drahtcrimper und Amboss beim Crimpprozess

Bender, Matthias

Implementierung einer externen Kraftsensorik in den Regelkreis eines mechatronischen Greifers

Berchtold, Lucas

Entwicklung einer Industrie-4.0-Maschinenschnittstelle für modulare Produktionsanlagen

Bergen, Waldemar

Untersuchung des Verschleißverhaltens beim Wälzschälen hochfester Innenverzahnungen

Berger, Manuel

Experimentelle Bestimmung des textilen Verhaltens von bebinderten Flechtschläuchen bei der Drapierung

Bernecker, Jonathan

Entwicklung eines Modells für den Produktionsprozess Kalandrieren zum Aufbau des Prozessverständnisses

Binder, Daniel Maurice

Bestimmung von charakteristischen Merkmalen an Bilddaten einer Kupferlackdrahtwicklung durch ein entwickeltes Auswertetool

Blickle, Sebastian

Entwicklung eines hochdynamischen Prüfstandes für neuartige Linearantriebe

Blumenschein, Benedikt

Planung skalierbarer Automatisierungslösungen in der Elektronikmontage

Bolender, Manuel

Entwicklung einer CAD/CAM Schnittstelle für das Mehrachsnadelwickeln von Statoren

Braun, Christoph Hermann-Josef

Augmented Reality in der Industrie 4.0: Konzeption und Umsetzung eines mobilen Werkerassistenzsystems

Brecht, Matthias

Koordinaten- und Deformationsmessung mittels Bildverarbeitung an Elektroden und Separatoren in der Lithium-Ionen Batterieproduktion

Buckpesch, Marco

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

Büsching, Marcel Robert Uwe

Untersuchung von echtzeitfähigen Ausweichstrategien für Mensch-Roboter-Kollaborationssysteme

Buschulte, Stefan

Untersuchung der Abreinigung von Keramiksclicker und Entwicklung eines Abreinigungskonzeptes für die additive Fertigung

Chen, Wanghanzhe

Referenzlose Beurteilung der Scan-Qualität von industriellen Computertomographie-Messungen

Chen, Yu

Zerspanung hochfester Werkstoffe

Chen, Zhi'ang

Erstellung eines Matlab-Programms mit zugehöriger GUI zur mathematischen Modellierung von Wickelverbindungen im Fügewickelverfahren

Cioroi, Nicolae

Entwicklung additiv gefertigter Strukturbauteile und Analyse des Fertigungsverfahrens „Pulverbettbasiertes Laserstrahlschmelzen“

Cohen, Samuel Benoit

Industrie 4.0: Entwurf und Implementierung von Augmented Reality Anwendungen in der Fabrik der Zukunft

Dervis, Mustafa Yagiz

Entwicklung einer in Z-Richtung beweglichen Einheit zur Faserpositionierung in einem additiven Fertigungsverfahren

Diemer, Antonia

Entwicklung funktionsorientierter Strategien zur Qualitätsregelung und ihre Bewertung anhand einer Ablaufsimulation am Beispiel von Einspritzsystemen

Diepold, Paul

Optimierung eines numerischen Simulationsmodells für die Infiltration von Faser-Kunststoff-Verbunden im Schleuderverfahren

Dogan, Emre

Untersuchung des Verschleißverhaltens von Hartmetallwerkzeugen beim Wälzschälen von hochfesten Vergütungsstählen sowie Analyse und Bewertung der Schneidenschärftigkeit

Döhring, Andreas

Inbetriebnahme und Optimierung eines Montagestandes zur Herstellung hybrider Faser-Metall-Preforms

Dolschenko, Wjatscheslaw

Konstruktion und Inbetriebnahme einer Heizvorrichtung für die textile Materialcharakterisierung

Dorffer, Julian Eugène

Systematische Untersuchung der Wirkzusammenhänge beim Linearspulenwickeln

Elter, Adrian

Vorgehen zur Aufnahme und Charakterisierung von Wertschöpfungsketten in der Automobilzulieferindustrie

End, Yannik

Aufbau und Inbetriebnahme eines Wickelrings zum automatisierten Fügen von Leichtbauprofilen im Faserwickelverfahren

Engürel, Berenalp

Numerische Optimierung von formschlüssigen CFK-Metall Antriebswellen

Eren, Emre

Operationale und strategische KPI-Analyse für globales Produktionscontrolling

Exner, Yanick

Multikriterielle Optimierung der Fließbandabstimmung zur robusten Austaktung von wandlungsfähigen Variantenfließmontagesystemen

Fabricius, Johannes Nicolai Merlin

Implementierung der Thematik des Data Minings mittels KNIME in das existierende Lernfabrik-Modul „Six Sigma 4.0 – Data Mining zur Qualitätssicherung“

Fanck, Nele Hannah

Wertstrombasierte Methode zum Aufbau der für die Simulation globaler Produktionsnetzwerke von Kunststoff-Metall-Bauteilen notwendigen Datenbasis

Felsenstein, Henri Marian

Untersuchung von Reinforcement Learning Verfahren zur Steuerung eines praxisnahen digitalisierten Produktionssystems

Flaum, Alexander

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

Funk, Rebecca

Aufbau eines Simulationsmodells und Untersuchung der Potenziale der Matrix-Produktion am Beispiel der Schaufensterfabrik II der SEW Eurodrive GmbH

Gaumann, Nils

Bewertung der Messunsicherheit eines Wirbelstromsensorarrays für die prozessintegrierte Qualitätssicherung von Kohlenstoffaserepreforms

Glatthaar, Kai

Verwendung eines fuzzy k-Means-Algorithmus zur Clusteranalyse von Schwingungsdaten für die Zustandsüberwachung

Glück, Hannes Sebastian

Automatisierung eines Versuchsstands für die Demontage eines Batteriemoduls

Göbels, Christoph

Aufarbeitung der Nutzung künstlicher Intelligenz im strategischen Management produzierender Unternehmen

Gonzalez Di Miele, Roman Ignacio

Entwicklung eines Schulungskonzeptes zur skalierbaren Automatisierung am Beispiel der Lernfabrik Globale Produktion

Goth, Aileen

Simulationsgestützte Analyse des Stauverhaltens an Kreuzungen eines Fördersystems am Beispiel eines Unternehmens der Halbleiterindustrie

Graves, Nina Yvette

Anwendung von Lean Production Methoden auf digitale Prozesse der Datenindustrie

Griener, Janik

Untersuchung von SMC-UD-Bauteilen zur Klassifizierung von spezifischen Defekten mittels Puls-Phasen-Thermografie

Gupta, Saksham

Potential einer intelligenten Suchmaschine für die Produktionsplanung im Automobilbau

Gut, Simon

Implementierung und Test eines Drucksensors für eine Faserblas-Düse

Hain, Katrin Sabine

Entwicklung einer Implementierungsstrategie für Industrie 4.0-Methoden

Hantusch, Tim

Entwicklung einer Fertigungseinheit zum Binderauftrag für die Herstellung von Faserhalbzeugen

Hartmann, Jan Philipp

Analyse der Komplementärzerspannung beim Drehen

Heim, Markus

FE-Optimierung für kraftschlüssige Hybridstrukturen

Heinzelmann, Jan Philip

Minimierung der Überlast einer Montagesequenz unter Einbeziehung von Driftbereichen in der Variantenfließfertigung

Herrera, Rodrigo

Erstellung und Bewertung eines Mensch-Roboter-Kollaborations Konzeptes für die Montage von Batteriemodulen

Hess, Felix Alexander

Entwicklung einer hochintegrierten Messeinheit für neuartige Linearantriebe

Hezler, Alisa

Experimentelle Analyse des Einflusses der Bauteilgeometrie auf die Wärmeverteilung des Schweißvorgangs für eine neuartige Metall-Faserverbund Füge-technologie im Karosseriebau

Hierath, Natalie

Leadership 4.0 – Weiterentwicklung eines Trainingskonzepts in der Lernfabrik

Hoang, Viet Duc Anh

Interoperabilitätsstandards für Industrie 4.0 im Rahmen einer deutsch-chinesischen Fabrikautomatisierungsplattform

Höllig, Philipp

Visualisierung einer intelligenten Produktionssteuerung

Iashvili, Demna

Analyse der Grenzen des Pulverspritzgusses

Jakowski, Juliane Isabel

Konstruktion einer Station zur Schlickerreinigung von additiv gefertigten keramischen Bauteilen

Jakubik, Johannes

Opportunistische Entscheidungen über Instandhaltungsmaßnahmen für ein intelligentes Wartungsmanagement

John, Lewin

Aufbau und Inbetriebnahme einer Einheit zur automatisierten Zuführung von Blecheinlegern in einer Produktionsanlage für hybride Leichtbauteile

Jung, Max

Weiterentwicklung eines Konzepts zur Echtzeit-Prozessüberwachung für die additive Serienfertigung

Kadioglu, Omer

Wirtschaftliche Bewertung von Industrie 4.0 Nachrüstlösungen für spanende Bearbeitungszentren

Karakulah, Seda

Entwurf einer Softwarearchitektur und Softwareauswahl zur automatisierten Generierung und Optimierung hybrider Technologieketten im Bereich Industrie 4.0 Technologiemanagement

Karwan, Farhad

Messunsicherheitsbestimmung eines Lasertriangulationssystems bei der Untersuchung von Sheet Moulding Compound

Kaufmann, Matthias

Literaturrecherche und Marktanalyse von Isolationsverfahren von Wicklungen bei Elektromotoren von Traktionsantrieben

Kempf, Marius

Simulationsbasierte Evaluierung von Störungseinflüssen auf die OEE

Kempf, Sebastian

Experimentelle Untersuchung und Modellierung des Eindringverhaltens von Bindermaterial in eine Faserstruktur

Khan, Zara

Industrie 4.0 Ansätze in der Montage – Erarbeitung eines didaktischen Lehrkonzepts zur effizienten Qualifizierung in der Hochschullehre

Kieback, Florian

Experimentelle Untersuchung des mechanischen Verhaltens von Lasteinleitungselementen in FVK-Sandwichstrukturen und Konzeptentwicklung zur Steigerung der Reproduzierbarkeit für die automobilen Großserienproduktion

Kiefer, Karolin

Künstliche Intelligenz zur robusten und anpassungsfähigen Produktionsplanung und -steuerung

Knebel, Lukas

Weiterentwicklung und Qualifizierung eines keramisch gebundenen SiC-Schneidstoffs für die Honprozesskette zur Endbearbeitung thermisch beschichteter Zylinderlaufbahnen

Knezev, Ivan

Konzeptentwicklung und Auslegung eines flexibel einsetzbaren Pick-by-Light Systems für die Anwendung in der Lernfabrik

Körner, Christopher

Potentialanalyse für eine Sensorik zur Überwachung eines Faserblaswerkzeuges

Kraft, Janna

Entwicklung von Trendanalysen und Entscheidungsunterstützungen von Shopfloor Management Kennzahlen am Beispiel ValueStreamer

Krämer, Max

Entwicklung und Erprobung einer neuartigen Fügeverbindung zur Herstellung von CFK/Metall-Leichtbaukonstruktionen in der Automobilbranche

Lämmlein, Marius Franz

Location of Things: Integration eines Indoor-Positionierungssystems in eine Webapplikation zur virtuellen Layoutplanung

Lee, Daeun

Literaturrecherche zum Wirbeln in internationalen Veröffentlichungen

Li, Zhi

Entwicklung eines Vakuumbreifers für die Teilezuführung im vorrichtungsfreien Blechfügen

Liem, Emil

Aufbau einer modularen Automatisierungslösung in Kooperation mit Industriepartner und der Lernfabrik

Locher, Joshua

Entwicklung einer Schnittstelle für Mensch-Roboter-Kollaborationssysteme

Mahjoub, Yassine

Implementierung einer Regelungsstrategie für einen fluidischen Muskel zum Ausgleich der freien Drahtlänge beim Linearspulenwickelprozess

Mahran, Garbis

Konzeption und konstruktive Umsetzung eines Prüfstandes zur Ermittlung mechanischer Festigkeiten von Faserverbundbauteilen

Mahran, Mahran

Entwicklung und Untersuchung neuer Lösungsstrategien zur Prozesssicheren Einbringung und Abdichtung anschweißbarer Inserts im Resin-Transfer-Moulding Verfahren

Marggraf, Alexander

Konstruktion und Umsetzung eines Systems zur automatisierten Ausrichtung von Umlenkwalzen am Kalender

Mathieu, Marc-Philipp

Konzeption und simulationsbasierte Implementierung eines Kennzahlensystems zur Bewertung der Leistungsfähigkeit von Produktionsnetzwerken

Mehmedovic, Mahir

Entwicklung eines elektromechanischen Spannfeeders

Meyer-Garcia, Marcel

Machbarkeitsstudie, Auswahl und Evaluation eines Messsystems zur Aufzeichnung von Körperschallschwingungen im Ultraschallbereich

Miao, Hanyue

Untersuchung von Prozessparametern und Verschleißmechanismen beim Wälzschälen von hochfesten Vergütungsstählen

Missbach, Richard

Entwicklung, Aufbau und Auswertung einer Qualitätssicherung für die Montage von Akkumulator-Baugruppen mittels industrieller Bildverarbeitung

Möllers, Hendrik Manfred

Entwicklung einer Methodik zur Eigenschaftsanalyse von Preforms aus dem Faserblasverfahren

Moser, Simon

Erarbeitung eines Leitfadens für industrielle Anwender zum Thema „Anwendungen von Machine Learning in kleinen und mittleren Unternehmen“

Müller, Benjamin

Entwicklung eines Formmoduls für die Papierisolation des Nutgrundes von elektrischen Traktionsmotoren

Müller, Johannes

Entwicklung eines Moduls für die Einbringung der Papierisolation in den Stator von elektrischen Traktionsmotoren

Müller, Maurice Philippe

Entwicklung und Inbetriebnahme einer Vorrichtung zum automatisierten Ablängen von Kupferflachdraht für Traktionsmotoren

Munz, Manja

Werkerassistenz durch Datenbrillen und Augmented Reality (AR)

Ngadi, Adrian

Analyse von komplementär-texturierten mikro-Gräben auf TiAl6V4

Nguyen, Huy Thang

Konzeptionierung und Umsetzung einer Halbzeugbereitstellung für einen werkzeuglosen UD-Tape Umformprozess

Nguyen Luong, Tin

Entwicklung eines zeitminimalen Versorgungskonzepts zur internen Versorgung eines Werkes mithilfe einer dynamischen Tourenplanung

Ochmann, Dominik

Marktanalyse und Patentrecht in Bezug auf Wickeltechniken von Spulen in der Elektromobilität

Oliveira Flammer, Max

Bewertung von positiven Wuchtkonzepten für hochperformante Permanentmagnetmotoren im Elektrosporthwagen

Otten, Lennart

Datengetriebene Optimierung in der industriellen Produktion

Özcelik, Elif

Identifikation und Klassifikation von Risiken und Potentialen von Industrie 4.0-Methoden anhand eines Werkzeugkastens

Pampus, Oliver

Ermittlung geeigneter Prozessparameter hinsichtlich der Minimierung des Wärmeeintrages für das Widerstandspunktschweißen hybrider Bauteile

Permadi, Jordy Luberizky

Charakterisierung des Kohlenstofffaserverlaufs einer neuartigen Füge-technologie im Multi-Material-Design

Pohler, Moritz

Untersuchungen zur Ultraschallsonotrodenoptimierung hinsichtlich des Wirkungsgrads

Pommerening, Johannes

Modellierung von Kontinuumschwingungen und deren Quellen im Kontext Acoustic Emission

Postler, Kevin

Qualifizierung von additiv gefertigter Keramik und deren Vergleich mit konventionell gefertigter Keramik

Radler, Timotheus

Entwicklung und Konstruktion einer Maschine für die Herstellung von Kohlefaserpreforms mittels Pulverbinder

Rahier, Anna-Catharina

Methodenentwicklung zur Analyse von Überbeständen bei Zulieferteilen und Konzeptionierung entsprechender Gegenmaßnahmen

Rannalter, Leana Ziwon

Sensitivitätsanalyse der Einflussparameter auf das AR-BURG-Kunststoff-Freiformen zur Herstellung metallischer Bauteile

Rose, Alexander

Entwicklung einer Methodik zur Bewertung von Supply-Chain-Risiken für Automobilhersteller

Sajdeh, Pranay

Data Analytics basierend auf Prozess- und Produktparametern zur verbesserten Qualitätsregelung in der Fertigung

Sallinger, Nikolas

Vorbereitung und Durchführung von Betriebsversuchen zum Aufzeigen der Vorteile einer neuen Elektrodengeometrie beim Widerstandspunktschweißen

Salzer, Stefanie Alexandra

Untersuchung des Umformverhaltens von frei umgeformten unidirektional-verstärkten Tape-Laminaten

Satzek, Sabrina

Konzeption und Inbetriebnahme einer robotergesteuerten Schweißzange zur Herstellung von Metall/FVK-Verbindungen mittels Widerstandspunktschweißen

Sauter, Mareike

Entwicklung und Bewertung von Konzepten zur Einbringung von Inserts in der automobilen Großserienfertigung

Schabel, Sebastian

Experimentelle Prozessoptimierung zur fasergerechten Integration anschweißbarer Krafteinleitungselemente in Organobleche

Schäfer, Louis

Reinforcement Learning Agentensysteme zur Produktionssteuerung in der Halbleiterindustrie

Scheid, Alexander

FE-Simulation und Optimierung einer Knotenverbindung hergestellt im Fügwickelverfahren für Leichtbaustrukturen

Schettler, Lennart Tilman

Konzeptionierung und Implementierung eines Kennzahlensystems zur Bewertung und Steuerung eines Produktionsprozesses im Zuge eines Wertstromdesigns

Schilling, Benjamin

Entwicklung und Vergleich von Konzepten für das Drapieren von 2,5-dimensionalen Geometrien aus vorimprägnierten Halbzeugen

Schmidt, Simon

Methodik zur Bewertung der Kritikalität von Bauteilen in Produktionsnetzwerken von Automobilherstellern

Schmits, Carl Justus

Ermittlung von Wirkzusammenhängen bei der Verarbeitung von Elektroden in der Lithium-Ionen Batterieproduktion

Schmitt, Adriana

Einführung und Umsetzung von Anomalieerkennung in der Produktion mittels Data Mining

Schmitt, Julian

Weiterführende, experimentelle Untersuchung der Reibseigenschaften von Kohlenstoffaserverovings zum Fügwickeln von Leichtbauprofilen

Schoen, Tobias

Untersuchung des Einfluss der Schnittstrategie und des Verschleißzustandes auf die Prozesskräfte beim Wälzschälen

Schoof, Juliane

Analyse der Prozesskräfte beim Stream Finishing

Schubert, Johannes

Entwicklung eines Kraftmesssystems und Analyse der Prozesskräfte beim Stream Finishing

Schuler, Marius

Erarbeitung und Umsetzung eines digitalen Mitarbeiterassistenzsystems in der Kommissionierung unter besonderer Berücksichtigung des modularen Aufbaus

Schwarz, David Jonas

Innovative Nutzung von Maschinendaten – Vergleich, Auswahl und Implementierung der Datenanbindung im Rahmen von Machining 4.0

Sevimli, Özden

Machbarkeitsstudie zum Einsatz von additiven Herstellungsverfahren in der Serienfertigung der verlängerten Abluftanlage des Mercedes-Benz GLC F-Cell

Stahl, Sophie

Entwicklung eines Online Quick-Checks zur Bestimmung des Industrie 4.0-Reifegrades von Unternehmen und Ableitung konkreter Methodenvorschläge

Statz, Fabian Alexander

Simulationsgestützte Analyse von Industrie 4.0-Methoden

Stein, Maximilian

Wirtschaftlichkeitsanalyse modularer Produktionsanlage für hybride Faserverbundwerkstoffe unter Berücksichtigung der Wandlungsfähigkeit

Streck, Simon

Bestimmung der Ablegegenauigkeit im Fügwickelprozess durch Auswertung computertomographischer Schnittbilder der Fügezone

Striegel, Toni

Konzeption einer Systematik zur Modularisierung von Werkzeugmaschinen

Tan, Eng Meng

Integration eines Optimierungsprozesses in der Verzahnungsauslegung von Pkw-Getrieben bezüglich der Tragfähigkeit, Anregungsverhalten und Robustheit

Tenzler, Tillman

Konzeptionierung einer hochautomatisierten Vormontage-Station in der Airbus Endmontage

Teufel, Michael

Befähigungs- und Einführungsstrategien für Industrie 4.0: Entwicklung eines Visualisierungstools für Industrie 4.0-Methodennetze

Thiemermann, Matthias

Industrie 4.0: Einsatz Künstlicher Intelligenz zur Unterstützung von Entscheidungsfindungsprozessen im strategischen Management produzierender Unternehmen

Toymus, Alp Timucin

Kostenanalyse von rekonfigurierbaren Produktionsanlagen für die Langfaser-Thermoplastindustrie

Uruthirasingam, Keerthana

Konstruktion einer Station zur Abreinigung von Keramikschlicker

Vu, Huy Phuong Dominik

Untersuchung von Energy-Harvesting Komponenten in pneumatischen Aktoren

Wang, Liheng

Bewertung von Sensorkonzepten in der Wirbelstromprüfung

Wannenwetsch, Marc

Entwicklung eines produktbezogenen FE-Funktionsmodells zur echtzeitnahen Funktionsbewertung von Produktmerkmalen

Weber, Tobias Christoph

Systematische experimentelle Untersuchung der Drahtzugkraft beim Mehrachs-nadelwickeln

Weber, Tobias

Bewertung von Industrie 4.0-Methoden mithilfe ereignisorientierter Simulation am Beispiel einer Montagelinie

Wegmann, Marc

Risikobeurteilung von cyber-physischen Produktionssystemen für mittelständischen Unternehmen

Weil, Hendrik

Kollaboration in Wertschöpfungsnetzwerken durch Industrie 4.0 – Herausforderungen und Potentiale

Weimar, Sascha

Effiziente Abtragsstrategie zur Lasermikrostrukturierung

Willmann, Dominik

Entwicklung von Konzepten zur maschinellen Formgebung von Flachdrahtwellenwicklungen für Traktionsmotoren

Witt, Davide

Endeffektorentwicklung für das Greifen von zylindrischen Kohle- und Glasfaserpreforms

Wuchenauer, Katrin

Untersuchung und Optimierung der Inertgas-Strömung beim Laserstrahlschmelzen zur Erhöhung der Prozessreproduzierbarkeit (LBM)

Yu, Haichuan

Konzipierung eines Digitalen Zwillingen für die Lebensdauerüberwachung von linearen Vorschubachsen

Zhang, Zhen

Übertragung von in CT-Messungen erfassten Geometriefehlern in MKS-Simulationen

Zhen, Tianbao

Simulation zerbrechlicher Körper an einem Parallelgreifer

Ziegler, Lutz Lorenz

Maschinelles Lernen in der Produktionstechnik - Eine Untersuchung der Eignung von Maschinellen Lernen zur Maschinenparameterbestimmung und -optimierung

Masterarbeiten 2018**Abel, Florian Pascal**

Instandhaltungskonzepte basierend auf künstlicher Intelligenz für eine zustandsbasierte Instandhaltung im Produktionsumfeld

Ali, Zuhair

Künstliche Intelligenz (KI) basiertes Assistenzsystem für die Montageanleitung und In-Prozess Qualitätssicherung in einem modularen Montagesystem

Arnarson, Eypór

FEM-Simulation und Kontaktanalyse eines neuartigen Linearantriebes

Averweg, Manuel

Konzipierung eines Systems zur Prognose des dynamischen Lagerbestands basierend auf der Analyse der Anlieferungen und Auslagerungen

Ayazseven, Cem

Ermittlung der Prozessparameter für die Konsolidierung von Hybrid-Garn

Barrois, Thomas

Wälzschleifen mit einem Hub ohne Zahngrundbearbeitung

Baten, Sebastian

Entwicklung eines Regelwerkes für die automatische Ermittlung des zulässigen Abstands von Spannpratzen zu Umformwerkzeugen an Stanzmaschinen für die flexible Blechfertigung

Bauder, Jörg

Digitale Transformation des Änderungsmanagements im Mittelstand

Baust, Maximilian

Entwicklung, Konstruktion und Validierung eines RTM-Werkzeugs zur Herstellung von CFK-Demonstratorbauteilen mit integrierten, schweißbaren Inserts für den Fahrzeugbau

Bayer, Johanna

Konzeption einer variantenflexiblen Anlage für die Fertigung von Statoren mit Hairpin-Technologie

Bender, Gabriel Asmus

Weiterentwicklung der Wertstrommethode durch Ergänzung komplementärer, quantitativer Methoden aus dem Bereich Data Mining und Warteschlangentheorie

Bentz, Philipp

Marktanalyse für den Aufbau eines additiven Produktportfolios für Werkzeugspannvorrichtungen

Benz, Stefan Nicolai

Methodik zur Erarbeitung und Evaluierung von Fertigungskonzepten mittels Laser-Strahlschmelz-Verfahren

Biehl, Esther

Studie zum Ist-Stand des Shopfloor Managements bezüglich der Echtzeitfähigkeit und des Industrie 4.0-Reifegrades

Bischof, Torben

Untersuchung des Binderfasergehalts von fasergeblasenen Preforms

Böhn, Niklas

Ermittlung unternehmensspezifischer Einführungsreihenfolgen für Industrie 4.0-Methoden

Brakemeier, Nadine

Simulationsgestützte Potenzialanalyse der Matrix-Produktion in Abhängigkeit von der Flexibilität des Produktionsablaufs

Brett, Benjamin

Anforderungsspezifikation und Modellkonzeption für die integrierte Produktions- und Logistikplanung in globalen Produktionsnetzwerken am Beispiel der Airbus A320-Produktionsfamilie

Bretz, Lucas

Entwicklung einer Lernfabrikschulung zur smarten C-Teile-Beschaffung und FTS-basierten Intralogistik

Broschwitz, Fabian

Experimentelle Untersuchung der Demontageprozesse von Lithium-Ionen Batteriemodulen für den Einsatz in Elektrofahrzeugen

Bubeck, Christoph Daniel

Entwicklung eines Simulations- und Metamodells zur systematischen Leistungsanalyse eines Produktionsnetzwerkes

Burger, Dirk

Additive Fertigung als alternatives Fertigungsverfahren in der Produktion von Gasanalysegeräte

Burger, Bettina Anna

Die Erstellung von generischen Methodenkettens der Industrie 4.0 als eine Implementierungsabfolge für den deutschen Mittelstand

Butz, Mario

Konzeptionierung einer reaktiven integrierten Planung von Produktion und Logistik

Canivet, Marianne

Entwicklung eines Analysetools für die Umformung von Kohlenstoffaseralbzeugen mit einem segmentierten Stempelsystem

Cao, Kaiming

Entwicklung eines bionischen Multifunktions-Tools auf Basis des Pendelhubprinzips der Hautflügler

Cetinel, Ali Tarik

Aufbau eines Werkerassistenzsystems unter Verwendung von Augmented Reality (AR)

Chen, Tong

Inbetriebnahme und Untersuchung eines sensorischen Werkzeughalters

Chen, Weiyi

Optimierung der Stempelreihenfolge für die Umformung von textilen Materialien mit Hilfe eines Simulationsmodells

Chen, Zhuohang

Validierung unwuchtminimaler Montagestrategien für hochdynamische Permanentmagnetrotoren Konzeptionierung eines Isolationsmoduls als Teil einer Produktionsanlage für Statoren mit Hairpintechnologie

Derichs, David

Statistische Analyse von Marktsituationen und Skalierungsmöglichkeiten einer Produktionslinie für Brennstoffzellen

Doll, Julia

Modell zur Bestimmung von Implementierungsreihenfolgen für Industrie 4.0-Methoden in der Produktion

Drach, Simon

Entwicklung einer Methodik zur reifegradbasierten Evaluierung und stufenweisen Implementierung von Industrie 4.0 in der Produktion

Duan, Huihui

Entwicklung eines Modells zur Überführung der Faserverläufe in Splines auf Basis von CT-Aufnahmen

Duffner, Florian

Ablaufplanung in der Halbleiterfertigung basierend auf Verfahren des Reinforcement Learning

Duong, Michael

Entwicklung und Implementierung von Optimierungsalgorithmen für die unwuchtminimale Rotormontage

Eberlin, Matthias

Rescheduling in der Matrix-Produktion

Eckstein, Victoria

Entwicklung eines Reifegradmodells für das Qualitätsmanagement im Kontext von Industrie 4.0 mit Fokus auf produzierenden Unternehmen

Ehrismann, Marcel

Konzeption und Konstruktion einer flexiblen Spannvorrichtung für die Bearbeitung von dünnwandigen Bauteilen

Engel, Kai-Guido

Digitale Technologiekettenoptimierung: Validierung in der Additiven Fertigung

Epp, Jakob

Planungsmethodik für Lager mit variantenreichen Großbauteilen

Ernst, Philipp

Neukonzipierung der Einsteuerung von Baugruppen in die Endmontagelinie bei der Bosch Thermotechnik GmbH in Wernau

Esen, Ertugrul

Auslegungstool zur Optimierung des Wälzschälprozesses für Innenverzahnungen

Essig, Peter

Messtechnische Tragbildanalyse von Großwerkzeugen für das Karosseriepressen

Faltlhauser, Verena

Strategieplanung globaler Produktionsnetzwerke durch Entwicklung alternativer Netzwerkkonfigurationen und Wirtschaftlichkeitsbewertung

Fan, Zhi

Entwicklung einer Systematik zur Rekonfiguration eines Industrie 4.0-Demozentrums im deutsch-chinesischen Kontext

Farrenkopf, Andreas

Untersuchung von Einflussfaktoren auf Fertigungsprozesse und Identifikation relevanter Merkmale in Messgrößen am Beispiel einer Erodierlinie

Feiling, Markus Ralf

Entwicklung eines Sicherheitskonzepts und ergonomische Optimierung eines Versuchstandes für das Laserstrahlschmelzen (LBM)

Fillibeck, Vera

Analyse-Werkzeug zur Evaluierung und Leitfaden zur Realisierung von Industrie 4.0- Potentialen in chinesischen KMU

Fischer, Benjamin

Entwicklung eines Simulationsmodells zur Abbildung eines Rollierprozesses zum mechanischen Fügen

Fody, Manuel

Konzepterarbeitung und -validierung zur Flexibilisierung von Produktionslinien für die Anbauteilefertigung am Beispiel des PKW-Karosseriebaus

Freese, Sven

Erarbeitung eines Konzepts zum Portfoliomanagement im agilen Umfeld einer Innovationsabteilung
Freudenthal, Lucas Shyama Terán
Wirtschaftlichkeitsbewertung von Cyber-physischen-Produktionssystemen

Fritz, Johannes

Intelligente Multi-Agenten-Steuerung für die Halbleiterproduktion mittels Deep Learning

Fülling, Manuel

Eignungsprüfung der computertomographischen Qualitätssicherung bei additiven Fertigungsmethoden

Gassner, Patrick

Erweiterung eines Simulationsmodells zur Integration von elastisch plastischem Materialverhalten

Geng, Manuel

Entwicklung von Verfahren und Konzeption einer Bearbeitungsstation zum automatisierten Entfernen von Stützstrukturen von additiv gefertigten Bauteilen

Ginter, Robert

Neuplanung einer nachhaltigen Fabrik nach Lean Prinzipien am Beispiel einer Kleinserienmontage

Glöckner, Michael

Bewertung der Effektivität von Industrie 4.0 Methoden

Gong, Hao

Multisensoransatz für ein Industrie 4.0 Nachrüstkit für Werkzeugmaschinen

Gras, Maximilian

Potenzialanalyse der Nutzungsdaten eines Indoor-Lokalisierungssystems in der Produktion und mögliche Auswirkungen auf das Geschäftsmodell von TRUMPF

Gronemann-Habenicht, Anne Catherine

Methodisches Vorgehensmodell zur Analyse des Einsatzes von Machine Learning am Beispiel der Freigabe von Entwicklungsergebnisse in der Automobilindustrie

Guan, Yawen

Konzepterstellung für eine optimierte Prüfeinrichtung zur Absicherung und Erstbefüllung der pneumatischen Kreise eines LKWs in der Serienproduktion

Gui, Yuxin

Mehrkörpersimulation eines gekoppelten Robotersystems für die spanende Bearbeitung

Gündisch, Kai Uwe

Bewegungsmodell für einen robotergeführten Wickelring zum Einsatz im Fügewickelverfahren für Leichtbauprofile

Günthner, Christoph

Konzeptentwicklung und Konstruktion eines hochpräzisen Handhabungs- und Schneidsystems zur Automatisierung der Batteriezellproduktion

Guo, Lu

Untersuchung von Algorithmen zur Kalibrierung eines Augmented Reality Systems im Fahrzeug

Guo, Runting

Analyse des Einflusses von Smart Automation auf Montagesysteme unter Berücksichtigung von Standortfaktoren

Gürtler, Jonathan

Entscheidungsunterstützung in der Industrie 4.0 Fabrikplanung: Entwicklung einer Methodik zur Identifikation einzuführender Methoden

Hafner, Oliver

Entwicklung eines elektromechanischen Spannfeeders

Hagemann, Lorenz Valentin

Untersuchung der Reibeigenschaften von Kohlenstoffaservorings zum Fügewickeln von Leichtbauprofilen

Hain, Johannes Karsten

Entwicklung einer Methode zur Flexibilisierung der Qualitätssicherung im Karosseriebau

Ham, Pierre

Entwicklung und Aufbau einer Einheit für das Preforming von 2,5-dimensionalen Geometrien aus vorimprägniertem Halbzeug

Harter, Manuel

Entwicklung einer Methode zur Unterstützung strategischer Produktentscheidungen in CKD Produktionsnetzwerken

Hauber, Mathis

Entwicklung einer multikriteriellen Auswahlmethodik für Technologien zur Steigerung des Informationsaustausches in globalen Produktionsnetzwerken

Hauger, Benedikt

Agentenbasierte Simulation von Produktionsnetzwerken zur Transparenzsteigerung

Hausmann, Ludwig

Entwicklung einer Steuerungssoftware und Algorithmen für einen intelligenten Montagearbeitsplatz als Forschungsplattform für Industrie 4.0 Technologien

He, Huihui

Methodenentwicklung zum Abgleich von Akustik-Modellen für E-Maschinen

He, Jian He

Schwingungsanalyse von Linearantrieben mittels MKS-Simulation in Adams

Heibatigoujani, Ali

Aufbau eines Finite-Elemente Modells zur Simulation von Körperschall und zugrundeliegender Emissionsquellen am Beispiel des Kugelgewindetriebs

Heil, Christian

Konzeption des Planungsvorgehens und Aufbau von Verkettungslösungen einer Multi-Use Baseline im Bereich der EC-Elektromotorenproduktion der Robert Bosch GmbH

Hemmeke, Oliver

Generative Fertigung metallischer Großwerkzeug-Komponenten mit Laserauftragschweißen

Hillermeier, Michael

Erarbeitung eines Konzepts für die Integration von additiver Fertigung und Industrie 4.0 in den Fabrikplanungsprozess

Höfele, Dennis

Implementierung von Digital Prototyping Anwendungen im Rahmen des Technologiemanagements in der Automobilindustrie

Hu, Peng

Entwicklung einer automatisierten Lösung zum Einziehen von Elektrodenmaterial am Kalandar

Huang, Liangyu

Entwicklung und Implementierung einer Datenauswertung für die Messung der Exzentrizität von Rotorkomponenten

Huang, Xi

Kraft-basierte Prozessregelung für einen automatisierten Schleifprozess mit einem Industrieroboter

Huber, Svenja

Prozessanalyse und -optimierung an einer spanenden Werkzeugmaschine zur nachhaltigen Verbesserung der Fertigungsqualität am Beispiel der Endenbearbeitung in der Rotorfertigung

Hülsmann, Nikolas

Industrie 4.0: Implementierung einer Augmented-Reality-basierten In-Process Qualitätssicherung in einem modularen Montagesystem

Ibach, Dirk

Untersuchung zur Tiefenbestimmung von SMC-UD-Bauteilen mittels Puls-Phasen-Thermografie

Jäger, Julian

Entwicklung eines Data Mining Ansatzes zur prädiktiven Maschinenparameteroptimierung mit Hilfe eines Modells des maschinellen Lernens

Jakubik, Jana Marie

Wirtschaftlichkeitsbewertung im flexiblen Karosseriebau

Jansky, Jens Matthäus

Simulation einer Produktionskette für die Herstellung von Brennstoffzellen mit skalierbarem Automatisierungsgrad

Jedermann, Jens

Untersuchung von Bohrstrategien für faserverstärkte Kunststoffe am Beispiel von CFK- und CoDiCo-Laminaten

Jia, Yunan

Entwicklung und Inbetriebnahme einer automatisierten Vorrichtung zum Formen von Hairpin-Steckspulen für Traktionsmotoren

Jiang, Liyang

Entwicklung einer prototypischen Vorrichtung zum Twisten von Hairpin-Steckspulen

Kaminski, Daniel

Entwicklung eines Endpositionierkonzepts für Industrieroboter im Umfeld von Industrie 4.0

Kandler, Magnus

Entwicklung eines ganzheitlichen Ansatzes zur Bildung unternehmens-spezifischer Implementierungsreihenfolgen für Industrie 4.0

Karl, Fabian

Identifikation von Wirkzusammenhängen für die Prozessierung von Separatoren und Elektroden in der Lithium-Ionen Batterieproduktion

Kentner, Markus

Gezielte Analyse der Leistungsfähigkeit von Produktionsnetzwerken bei steuerbarem Informationsfluss mittels Metamodellierung

Kiefer, Lena

Simulationsgestützte Analyse von Industrie 4.0-Methoden

Kille, Max

Bedarfsgerechte Supply Chain Organisation – Methode zur Planung, Einführung und Bewertung eines Demand Driven Operating Models

Kirgö, Tarik

FEM-basierte Optimierung eines Umformwerkzeuges im Kontext der Produktion von Elektromaschinen

Klein, Michael

Konzeptionierung einer standardisierten Bewertungsmethodik der Magnetisierungsqualität von elektrischen Traktionsantrieben

Kohls, Jonas

Szenarioplanung für eine Plattform im Internet der Dinge mit Logistikanwendungen und daraus abgeleiteten Richtlinien für die Geschäftsentwicklung

Kolb, Moritz

Entwicklung und Qualifizierung einer Honprozesskette zur Fertigung konischer Zylinderbohrungen mit thermisch beschichteter Oberfläche

Kong, Jingwei

Weiterentwicklung und experimentelle Untersuchung einer Sensorik zur Faservolumenstrommessung im Faserblasverfahren

Kong, Juan

„Gießerei 4.0 Umsetzungsstrategie“ für die Daimler AG Mannheim

König, Markus

Konzepterstellung für eine taktgebundene Fertigung und experimentelle Untersuchung des mechanischen Verhaltens von Isolationspapier in Elektromotoren für den Antriebsstrang in der automobilen Großserie

Kortemeyer, Franziska

Chancen der Digitalisierung für das Shopfloor Management – Eine kritische Analyse des Ist-Zustands und Konzeptionierung eines integrierten Shopfloor Managements 4.0

Krahe, Carmen

Entwicklung und Implementierung einer dezentralen Multi-Agenten-Produktionssteuerung mit Hilfe von Reinforcement-Learning am Konzept der Matrixproduktion

Kremer, Michael

Aufbau, Optimierung und Validierung eines teilautomatisierten Versuchsstands für die Demontage von Batteriemodulen

Kröger, Henning

Korrelation von Anforderungen und Eigenschaften für die Generierung von roboterbasierter Automatisierungslösungen

Krogmann, Moritz

Entwicklung einer Methodik zur Identifikation und Bewertung von Industrie 4.0-Potentialen in mittelständischen Unternehmen

Kroll, Christian

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

Kugel, Jonas

Multikriterielle Bewertung der Risiken und Potentiale von cyber-physischen Produktionssystemen bei klein- und mittelständischen Unternehmen

Kuntz, Alexander

Erprobung von Machine Learning Verfahren für den Extrusionsprozess am Beispiel der Wellenrohrfertigung

Lackermeier, Konstantin

Entwicklung und Konstruktion eines Tauchspulensensors für Schwingungseinheiten in Barcodescannern

Lang, Fabian

Ermittlung von Wirkzusammenhängen bei der Verarbeitung von Elektroden und Separatoren in der Lithium-Ionen Batterieproduktion

Lang, Jochen

Entwicklung einer Handhabungsmethode für das Abziehen der Deckfolien im Verarbeitungsprozess vorimprägnierter Halbzeuge

Lauber, Sebastian Reinhold

Konzeptionierung und Einführung einer agilen Softwareentwicklung in Projekten im Bildungsbereich

Lehmann, Christoph

Strategische Weiterentwicklung globaler Produktionsnetzwerke durch die Entwicklung und Bewertung alternativer Netzwerkkonfigurationen mittels Clusterung und Neuallokation von Produkten

Li, Shoujing

Recherche und Entwicklung eines neuen Messverfahrens zur Bestimmung der Exzentrizität von Rotorkomponenten für Elektromotoren

Liang, Feng

Erweiterung des Verschleißmodells von neuartigen wälzkörpergetriebenen Linearantrieben

Linke, Julian

Entwicklung eines Prüfkörpers mit innenliegenden Defekten zur Qualifizierung einer akustischen Messtechnik beim Laserstrahlschmelzen

Liu, Ming

Machbarkeitsuntersuchung einer werkzeuggebundenen Umformung zur Herstellung von Hairpin-Steckspulen

Liu, Mingshu

Vergleich von flächenhaften Auswertalgorithmen für Mikrozahnräder mit standardisierten Verfahren

Liu, Wenhua

Analyse von Paarungsstrategie mittels ereignisorientierter Simulation

Long, Tianyu

Entwicklung einer Methodik zur Extraktion von Produktmerkmalen zur systematischen Auswahl von Produktionsanlagen

Löw, Sebastian

Industrie 4.0: Konzeption und Implementierung einer skalierbaren Traceability-Lösung am Beispiel eines modularen Montagesystems

Löwen, Matthias

Technologiemanagement 4.0: Entwicklung und Implementierung eines parametrisierten Modells zur Planung und Bewertung hybrider Technologieketten

Lu, Yuyi

FE-Optimierung für stoff- und formschlüssige Hybridstrukturen

Lu, Zewei

Entwurf eines Messsystems zur Aufzeichnung von hochfrequenten Körperschallschwingungen

Luft, Alexander

Erstellung eines Kraftfahrzeug-Hinterrahmens in dünnwandigem Stahlguss zur Optimierung und Funktionsintegration im Vergleich zur Schalenbauweise in Stahl

Lützelschwab, Eva Maria

Evaluierung von Teil- und Gesamtfahrzeug-CT-Aufnahmen mittels hochenergetischer Linearbeschleuniger für die Fahrzeugentwicklung

Ma, Ling

Analyse und Optimierung der Fertigungstechnologie „Wälzschalen“

Mai, Phuong Thao

Mechanische Charakterisierung des Scher-, Biege- und Reibverhaltens von bebinderten unidirektionalen Kohlenstoffgelegen unter Einfluss der Temperatur

Marsetz, Michael

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

Martinon, Charles

Einsatz von künstlicher Intelligenz zur Analyse des Einflusses von Industrie 4.0 auf produktionslogistische Kennzahlen

Matz, Patrick

Systematische Untersuchung der Vorwärmung von Zusatzdraht beim Laserschweißen in der Blechfertigung

Mauch, Lukas

Konzeption eines Analyseprozesses von montagebezogenen Produktionsdaten zur Identifikation von Verbesserungspotentialen am Beispiel des Produktionsnetzwerkes von AIRBUS

Mauer, Fabian

Ausarbeitung eines Businessplans für eine modulare Produktionsanlage im hybriden Leichtbau

Menu, Paul

Konzeption und Einführungsmethode einer schlanken, automatisierten Kennzahlfassung für das Shopfloor Management im Unternehmen RECARO Aircraft Seating GmbH & CO. KG

Möllering, Felix

Entwicklung und Beurteilung eines Leitfadens zur Durchführung einer ereignisgesteuerten Simulationsstudie im Kontext automatisierter Fertigungs- und Montagelinien

Monard Zuniga, Paulina

Entwicklung eines MATLAB-Simulationsmodells zur Bestimmung der Faserorientierungen von drapierten Faserpreforms

Moster, Julius

Entwicklung eines Handlungsleitfadens für den Einsatz von conversational KI im Produktionsumfeld

Müller, Florian

Technologiekettenbasierte Planung unternehmensinterner Produktionsnetzwerke unter Berücksichtigung der Produktions- und Netzwerkstrategie

Müller, Julian

Diskrete Ereignissimulation in einer kollaborativen Industrie 4.0-Produktionsumgebung mit Fokus auf Leistungskennzahlen

Müller, Maximilian

Konzeptionierung und Implementierung von Wearables in der Automobilproduktion am Beispiel des Exotenalarms in der Montage

Müller, Sven

Entwicklung eines Konzeptes zur nachhaltigen Reduzierung körperlicher Belastungen in der Montage

Müller, Tobias

Methodik zur Steigerung der Fertigungsbereitschaft in global verteilten Wertschöpfungsketten der Automobilzulieferindustrie

Muthler, Tobias

Entwicklung und Auswahl einer Fertigungsstrategie für die additive Herstellung endlosfaserverstärkter Kunststoffbauteile

Mutter, Marius

Konzeption eines Montagesystems in Handhabungshilfen erfordernden Gewichtsklassen unter Berücksichtigung von Ansätzen moderner Automatisierung und Industrie 4.0

Neupert, Norman

Robuste Produktionsplanung in der Matrix-Produktion

Ngompe Tiemghen, Gael

Numerische Optimierung von formschlüssigen CFK-Metall Zug-/Druckstangen

Nicklas, Philipp Luca

Probabilistisches Verfahren zur sensorgestützten Erkennung von Umgebungsveränderungen in der Mensch-Roboter-Kollaboration

Noceti, Claudia Marina

Entwurf, Implementierung und Inbetriebnahme einer Entscheidungslogik für die automatisierte Einstellung der Massenverteilung eines eigenfrequenzadaptierbaren Werkzeugmaschinen Schlittens

Oesterle, Roman

3D-Photogrammetrie mit AgiSoft PhotoScan: Ermittlung von Aufnahme- und Korrekturstrategien zur Erfassung problematischer Oberflächen

Ogiamien, Shanice

Machine Learning Leitfaden – Identifikation möglicher Anwendungen für kleine und mittelständische produzierende Unternehmen

Ohlmann, Jannis

Prozessoptimierung auf ein Qualitätsmerkmal und Erstellung eines Analysetools zur statistischen Auswertung von Versuchsdaten

Ongert, Sven Christopher

Logistikkonzept für die ortsgenaue Materialbereitstellung in einer Werkstattfertigung

Overbeck, Leonard

Stauanalyse und maschinelles Lernen in der Halbleiterfertigung

Pan, Deng

Erweiterung der Simulation des thermischen Verhaltens von Linearantrieben

Parth, Marcel

Analyse und Bewertung von Störfaktoren auf die Videoanalyse von Schwingungen in Produktionsumgebungen

Peng, Chen

Entwicklung eines Kinetischen Modells von Kugelgewindetrieben zur Untersuchung der Anregungsquellen von Körperschall

Peter, Michael

Entwicklung eines Konzepts für die Implementierung von Machine-to-Machine-Kommunikation im Produktionsumfeld

Peters, Stefan

Optimierung des Störungsmanagements in der Inbound Supply Chain: Durchführung einer Ist-Analyse und Erarbeitung eines störungsfallbezogenen, priorisierten Maßnahmenkatalogs, dargestellt am Beispiel der Jungheinrich Moosburg AG & Co. KG

Pfaff, Regina

Vorgehensweise zur Entwicklung eines unternehmensspezifischen Reifegradmodells sowie einer Roadmap für die Implementierung von Industrie 4.0 in Produktionssystemen

Pohland, Philipp Frank

Entwicklung eines Vorgehens zur Fusion eines 3D Laserscans und Bildaufnahmen der Puls-Phasen-Thermographie

Pöschl, Jakob

Entwicklung einer simulationsgestützten Methode zur Bewertung und Optimierung von Produktionsprozessen

Preisser, Moritz

Konzeptionierung und Wirtschaftlichkeitsanalyse einer dezentralen Produktionssteuerungsarchitektur

Qin, Hanyu

Entwicklung einer Methode zum Aufbau einer Materialbereitstellungsplanung für ein Smart Intralogistik-System im Kontext von Industrie 4.0

Qiu, Wei

Untersuchung der Bearbeitungsstabilität einer Werkzeugmaschinenkomponente mit adaptierbarer Eigenfrequenz

Qu, Junyu

Erkennung von LIDAR Fehlfunktionen durch Schmutz mittels Deep Learning

Qu, Qu

Prozessanforderungen für die Rücknahmelogistik gebräuchter Lithium-Ionen-Batterien in der Kreislaufwirtschaft

Ranke, Daniel

Analyse und Optimierung der Industrialisierung der additiven Fertigung mit Fokus auf der Verkettung von konventionellen und additiven Fertigungsprozessen

Rao, Yangchuan

Auslegung und Konstruktion eines Versuchs für eine neuartige Variante des Wirbelns

Rauscher, Felix

Simulationsgestützte Analyse von Prozessoptimierungen durch Industrie 4.0-Methoden und deren Auswirkungen auf den Materialfluss

Regitz, Daniel

Monetäre Analyse einer stückzahlenabhängigen Brennstoffzellenmontage

Reitz, Philipp

Planung und Bewertung einer hybriden Produktionsprozesskette mittels Integration von additiven und konventionellen Fertigungsverfahren unter Berücksichtigung von Ressourceneffizienz, Prozesskettensimulation und Kundennutzen

Richter, Sarah

Erweiterung des Lernfabrik-Moduls Qualitätssicherung um die Themen Industrie 4.0 und Data Mining

Röhrig, Steffen

Dynamische Aggregation von Einflussfaktoren zur kostenoptimalen Produktions- und Personalplanung in Produktionsnetzwerken

Rosen, Marcus John

Kinematische Prozessentwicklung und experimentelle Validierung zur Herstellung von Verzahnungen mit dem Wirbelverfahren

Ruckelshaußen, Katja

Machine Learning in der Produktion: Entwicklung eines Ansatzes zur Unterstützung der Fehlerdiagnose an einer Erodierlinie

Saghaei, Seyedali

Entwicklung einer Konfigurations-Applikation für interaktive Handhabungsgeräte

Salihoglu, Mesut

Entwicklung und Auslegung einer Schnittstelle zur Aufnahme zusätzlicher Prozessdaten am Beispiel des Laserstrahlschmelzens (LBM)

Schäfer, Carol Manfred

Entwicklung eines Vorgehensschemas zur strukturierten Abbildung und Analyse digitaler Wertströme

Schäfer, Jens

Experimentelle Untersuchung des Laserschweißprozesses für die Kontaktierung von Lithium-Ionen Zellen in Elektrofahrzeugen

Schaub, Felix Marian

Erschließung von Grundlagen für eine effiziente, teilautomatisierte Modellerstellung und Modellauswertung in Ansys

Schimmel, Steffen

Implementierung eines objektiven Prüfverfahrens für hypoidverzahnte Radsätze

Schlegel, Oliver

Grundsatzuntersuchung zur Stabilität von hochgenauen Einstellprinzipien für Laseroptiken

Schmauk, Max-Pirmin

Konzept eines Entwicklungsprozesses für individualisierte Aftersales-Angebote im Motorsport

Schmitz, Eva Maria

Untersuchung des Einflusses der Stempelsequenz bei der Umformung von textilen Materialien

Schmoll, Lukas

Entwicklung eines FEM-Modells für die Simulation der greifbasierten Prepregumformung

Schneider, Jonas

Methodik für die Potentialabschätzung von Industrie 4.0-Methoden auf simulativer Basis

Schöllhorn, Adrian

Bestimmung von Prozessfenstern für die Vereinzelung von Elektroden und Separatoren in der Lithium-Ionen Batterieproduktion

Schott, Ludwig

Reinforcement Learning zur intelligenten Materialflusssteuerung in der Halbleiterindustrie

Schuh, Johannes

Datengetriebene Entscheidungsfindung im Supply Chain Management - Nachfrageprognose und Preisoptimierung in der Prozessindustrie

Schulz, Hagen

Entwicklung einer datengestützten Instandhaltungsstrategie für die mechanische Bearbeitung von SILGRANIT-Spülen

Schütz, Sebastian

Simulationsgestützte Produktionsplanung zur Bewertung der Leistungsfähigkeit der hybriden additiven Fertigung

Schweikert, Florian

Investitions- und Umsetzungsstrategien zur digitalen Vernetzung der Produktion mittelständischer Unternehmen

Selensky, Stefan

Entwicklung von Investitions- und Umsetzungsstrategien zur digitalen Vernetzung der Produktion in mittelständischen Unternehmen

Silbernagel, Rainer Maria

Konzeptionierung einer Methodik zur Identifikation zukünftiger Herausforderungen eines Werks im Produktionsnetzwerk

Song, Yuhang

Entwicklung eines evolutionären Algorithmus für die unwuchtminimale Montage von Rotorkomponenten

Staiger, Michael

Methodische Prozessparameteruntersuchung des Laser-Metal-Fusion Verfahrens mittels statistischer Versuchsplanung

Stallings, Melinda

Konzeptionierung eines Prüfstandes zum Nachstellen der Bedingungen im Laserstrahl Schmelzprozess (LBM) zur Bewertung verschiedener Technologien der Prozessüberwachung

Steck, Markus

Entwicklung eines Modells zur Identifikation effizienter Industrie 4.0-Einführungsstrategien

Stein, Maximilian

Planung und Bewertung hybrider additiver Prozessketten

Steins, Samantha

Aerodynamische Potentiale durch aktiv angesteuerte formvariable Faserverbundstrukturen

Stemler, Dominik

Steuerungsentwicklung für eine kamerabasiert geregelte, vorrichtungsfreie Fügezelle

Stemmer, Franziska

Entwicklung eines Herstellerbaukastens für Robotergreifersysteme

Stentzel, Tom

Simulationsgestützte Analyse von Industrie 4.0 Methoden – Modellevaluation und Optimierung

Stockdiek, Henrik Lütke

Industrie 4.0: Konzeptionierung eines Management Informationssystems am Beispiel der Endmontage von Lastkraftwagen

Straßburg, Marcel

Entwicklung von Strukturkonzepten für eine veränderungsfähige Fabrik der Zukunft am Beispiel des Werks Ingolstadt der Audi AG

Straub, Frank

Entwicklung eines neuartigen Pumpensystems für die Hydrochirurgie

Sun, Jiayu

Optimierung der Schweiß-/Klebeverbindung von Fluorkunststoffen

Sun, Yingjie

Analyse des Einflusses von Standortfaktoren auf Smart Automation Befähigungstechnologien

Swapnil, Bhole

Auswahl und Bewertung von Datenanalyse-Verfahren für die Produktionsplanung und -steuerung

Tan, Shenglan

Anwendung von Sparse Approximation und Techniken des maschinellen Lernens zur Kennzahlenauswahl für Produktionssysteme

Tang, Shichao

Simulation von Verschleiß durch Reibung in Getrieben zur Vorhersage von Ausfällen

Torzilli, Fabio

Additive Fertigung mittels Laser-Metal-Deposition: Untersuchung der Schweißstrategie zur Herstellung defektfreier Auftragsgeometrien

Tryggvadóttir, Ingunn

Entwicklung eines SMC-Modells für die Handhabungssimulation

Tsiknas, Elena

Leitfaden zur Bewertung der Risiken und Potentiale von cyber-physischen Produktionssystemen für klein- und mittelständische Unternehmen

Vilarrasa Pujol, Olma

Analytische Beschreibung des Faserverlaufs im Fügebereich faserverstärkter Kunststoffe

Vollmer, Philipp

Entwicklung einer roboterbasierten, variantenflexiblen Umformeinheit zum Vorformen thermoplastischer UD-Tapes

Vortisch, Daniel

Entwicklung einer optimierten Prozesskette für die spannende Fertigbearbeitung additiv hergestellter Bauteile

Vötter, Lukas

Validierung von Wirkzusammenhängen in der metrologischen Computertomographie

Wacker, Alice

Analyse der Fertigungsverfahren für die Elektromotorenproduktion und deren Bedeutung für den Transformationsprozess hin zur Elektromobilität

Wang, Leichen

Entwicklung und Erprobung einer kamerabasierten Robotersteuerung für das autonome, mobile Greifen und Handhaben von Werkstückträgern

Wang, Ning

Software-Prototyp für eine auf Metamodellierung basierende Analyse der Wechselwirkungen zwischen Störungen und Transparenz in globalen Produktionsnetzwerken

Wang, Rudan

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

Wang, Xiaoyue

Prozessentwicklung für das Schneiden unterschiedlicher Fasermaterialien

Warnck, Moritz

Prozessoptimierung zur Integration schweißbarer Inserts in Resin-Transfer-Moulding Bauteile

Weber, Lucas

Aufbau und Auslegung eines Sensorbaukastens nach dem Vorbild der Industrie 4.0 für die Lernfabrik

Weber, Martin

3D-Druck in hybriden Produktionsketten: Kostenmodell und wirtschaftlicher Vergleich für selektives Laserschmelzen (SLM)

Weber, Natalie

Konzeptionierung eines nutzerzentrierten, digitalen Shopfloor-Management-Systems in Zusammenarbeit mit dem Projektpartner TRUMPF GmbH & Co. KG

Weiser, Lukas

Entwicklung einer Systemarchitektur für einen Prüfstand des selektiven Laserstrahlschmelzens (LBM) mit akustischer Messtechnik zum automatisierten Erlernen von Prozessstrategien

Windhuber, Karolin

Industrie 4.0-Technologiemanagement: Planung von hybriden Technologieketten mit Laser-3D-Druck von Metall

Wirth, Benjamin

Erzeugung von Werkzeugpfaden für die belastungsgerechte Positionierung von Verstärkungsfasern in der additiven Fertigung

Wu, Minchao

Verwendung und Vergleich von Algorithmen zur Clusteranalyse von Schwingungsdaten für die Zustandsüberwachung

Würtele, Julian

Konstruktionsstrategien für die Additive Fertigung

Wurz, Dominik

Methoden der Bottleneck-Erkennung und Data Mining in der Produktion

Xie, Zhenghua

Submodeling von 3D Spanbildungssimulationen

Yang, Jian

Modellbasierte dynamische Prozesskraftmessung in einem Fräsbearbeitungszentrum

Yang, Shihui

Untersuchung zum Einfluss von Werkzeugtyp und Aerosolzerzeuger auf das Bohren von vergütetem 42CrMo4 mit Minimalmengenschmierung

Yangui, Oussama

Entwicklung, Aufbau und Inbetriebnahme eines Versuchstands zur Montage von hybriden Metall-Faser-Preforms

Yin, Jiatian

Konzeptioneller Entwurf eines Konfigurators für Produktionsanlagen im Rahmen einer deutsch-chinesischen Industrie 4.0 Fabrikautomatisierungsplattform

Yu, Guanqun

Entwicklung eines Algorithmus zur Anomaliedetektion von Schallemissionen

Yu, Xiaomeng

Methode zur Bewertung von Industrie 4.0 Befähigungstechnologien für produktionslogistische Kennzahlen

Yu, Yongli

Die Anwendung des maschinellen Lernens in der Korrelationsanalyse eines neuartigen Linearantriebs

Zeng, Li

Detaillierte Darstellung von Parametern für Aufmerksamkeitsmechanismen des maschinellen Sehens

Zentz, Cedric

Herstellung und experimentelle Analyse von Leichtbauprofilen

Zheng, Yushan

Automatisierte Merkmalserzeugung für Schwingungsmessungen in Machine-Learning Anwendungen

Zhou, Dengyue

Einsatzmöglichkeiten maschineller Lernverfahren zur Normprofilsextraktion von Fahrzeugmessungen

Zhou, Zerui

Machine Learning für die zerstörungsfreie Prüfung von Kohlenstofffaserhalbzeugen durch Wirbelstrom

Zhu, Ranran

Optimierung der Prozessparameter für die additive Fertigung von endlosfaserverstärkten Kunststoffen

Zhuang, Xun

Untersuchung zum Einfluss von Werkzeugkühlkanalgeometrie und Aerosolzerzeugerdruck auf das Bohren von vergütetem 42CrMo4 mit Minimalmengenschmierung

Zierhut, Corbinian

Entwicklung eines Simulationsmodells zur Bewertung und Einführung von Industrie 4.0-Methoden in einem Produktionsbereich

Exkursionen

Fertigung von Nkw-Getrieben – Exkursion in der Fertigungstechnik zu Mercedes-Benz

Als Abschlussveranstaltung der Vorlesung Fertigungstechnik wurde eine Exkursion zu Mercedes-Benz unternommen. Im Werk Rastatt werden Getriebe für Nutzkraftwagen (Nkw) produziert. Neben einer beeindruckenden Fertigungstiefe in der Komponentenherstellung gab es auch eine hochmoderne Montagestraße mit anschließender End-of-Line Erprobung zu besichtigen. Die 30 teilnehmenden Studierenden lernten nicht nur diverse spannende Fertigungsverfahren entlang beeindruckender Prozessketten im praktischen Einsatz kennen. Sie konnten die Herausforderungen einer modernen Getriebefertigung live erleben und erhielten Einblick in die Unterschiede zwischen Anwendungsfällen wie Hart- und Weichbearbeitung.

Darüber hinaus gingen die Mitarbeiter der Firma Daimler auf die in der Industrie implementierten Lösungsansätze zum Thema Industrie 4.0 ein und stellten diese anschaulich dar. Die exzellenten Exkursionsbegleiter antworteten den Studierenden sach- und fachkundig auf ihre Fragen. So wurde das in der Vorlesung theoretisch vermittelte Wissen durch die in der praktischen Anwendung veranschaulichten Fertigungsprozesse gefestigt und vertieft. Den krönenden Abschluss fand die Veranstaltung im Showroom des Firmengeländes, in dem die Getriebekomponenten an einem Demonstrator in realer Lkw-Größe in Aktion zu besichtigen waren.



Matthias Zapf, M.Sc.



Das Werk Rastatt war Ziel der Exkursion.



Exkursionen

Verzahntechnik-Exkursion zur Firma Klingelberg



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

Als Abschlussveranstaltung der Vorlesung Verzahn-technik wurde eine Exkursion zur Firma Klingelberg GmbH in Ettlingen unternommen. Im Vordergrund stand der Geschäftsbereich Höfler Stirnrad Technologie. Er entwickelt innovative Prozesse sowie Verzahn- und Messmaschinen für die Stirnradbearbeitung. Die elf teilnehmenden Studierenden konnten die Herausforderungen der Verzahn-technik hinsichtlich der Fertigungs- und Messverfahren in der Praxis kennenlernen. Dadurch wurde der Inhalt der Lehrveranstaltung durch Praxisbeispiele ergänzt. Neben der Fertigung und Montage von Maschinen wurde ein äußerst dynamisches

Closed-Loop-Fertigungs-konzept für den finalen Anwender vorgestellt. Durch die Schnittstelle zur automatischen Verzahnungsmessung und der adaptiven Fehlerkorrektur in der Maschine erfolgt die Fertigung im Closed-Loop, wodurch höchste Anforderungen an die Zahnradherstellung erfüllt werden. Auch der Integration der Maschine in eine moderne Industrie 4.0 Fertigungsumgebung steht nichts im Wege. Für die Studierenden war der Einblick in die industrielle Verzahnungsfertigung und den modernen Maschinenbau lehrreich und wertvoll. ■



Der Standort in Ettlingen.

Exkursionen

Exkursion Qualitätsmanagement zu Carl Zeiss

Um den Studierenden im Fach Qualitätsmanagement einen möglichst großen Praxisbezug zu vermitteln, gab es auch dieses Jahr wieder eine Exkursion zur Carl Zeiss GmbH, bei der industrielle Messtechnik hautnah zu erleben ist. Am 29. Oktober 2018 fuhren 43 Studierende von Karlsruhe nach Oberkochen. Nach einer kurzen Begrüßung und Vorstellung des Unternehmens folgte die prak-

tische Vorführung. Im Democenter erhielten die Teilnehmer eine Einführung in die Software Calypso. Anschließend konnten sie unterschiedliche Sensoren an Demobauteilen testen. Beim gemeinsamen Mittagessen gab es Gelegenheit zum Austausch mit den Mitarbeitern, den alle als wertvoll erlebten. ■



Ansprechpartner:
Dr.-Ing. Marielouise Schäferling



Studierende bei der Carl Zeiss GmbH in Oberkochen.



Exkursionen

Integrierte Produktionsplanung im Zeitalter von Industrie 4.0 bei TRUMPF

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 und einer Präsentation der Produkte im Vorfürzentrum stand die Wichtigkeit einer Erweiterung von ganzheitlichen Produktionssystemen um Aspekte von Industrie 4.0 im Vordergrund. Damit spiegelte die Exkursion viele Vorlesungsinhalte wider, die 2018 neu hinzugekommen waren. Besonders der Vortrag von Dr. Mathias Kammler (CDO) hob die Bedeutung dieser Themen hervor. Dabei wurde anschaulich illustriert, wie

Montage- und Fertigungsprozesse durch die Digitalisierung verbessert werden können. Darüber hinaus beschäftigten auch neue Geschäftsmodelle den Maschinenhersteller. Abschließend vermittelte ein Fachvortrag aus der Digitalisierungsabteilung detaillierte Einblicke in die Erarbeitung der Digitalisierungsstrategie. Spannend war vor allem ein Wuselbild über alle Bereiche der Strategie. Die Rückmeldung der Studierenden war durchweg positiv und zeigte, dass diese einen detaillierten Einblick in die Praxis eines spannenden Unternehmens zu schätzen wissen. ■

Exkursionen

Globale Produktion: Exkursion zu Bosch

Auch 2018 hatten die Studierenden im Rahmen der Lehrveranstaltungen Globale Produktion und Lernfabrik Globale Produktion die Möglichkeit, die Elektromotorenmontage bei Bosch in Bühl zu besichtigen. Dadurch war es den Studierenden möglich, einen direkten Vergleich der vollautomatisierten Montage bei Bosch mit der manuellen und teilautomatisierten Montage desselben Produkts in der Lernfabrik am wbk zu ziehen. Als Einführung in die Thematik der skalierbaren Automatisierung

zur Anpassung der Produktion an global verteilten Standorten an dynamische Einflussfaktoren gab es zunächst einen Vortrag vor Ort. Daran schlossen sich die Besichtigung der Fertigung und eine abschließende Diskussion an. So wurden den Studierenden Aspekte der globalen Produktion anhand der industriellen Praxis veranschaulicht und die Praxisrelevanz des Themas der globalen Produktion vermittelt. ■



Sina Peukert, M.Sc.
+49 1523 9502581
sina.peukert@kit.edu



Verwaltungsgebäude der TRUMPF GmbH + Co. KG in Ditzingen.



Studium & Lehre

Auszeichnungen und Preise

Ausgezeichnete Studierende

Auch 2018 machten Studierende des wbk mit herausragenden Arbeiten auf sich aufmerksam. **Manuel Berger**, der seine Bachelorarbeit am wbk verfasste, wurde für seine herausragenden Leistungen mit dem **Roland-Mack-Stipendium** geehrt. **Felix Wirth**, mittlerweile wissenschaftlicher Mitarbeiter am wbk, erhielt den **Dr.-Ing. Willy Höfler-Preis** für die beste Masterarbeit des Jahres mit fertigungs-, mess- oder regeltechnischem Fokus.

Ausgezeichnete Assistentinnen und Assistenten

Die Qualität wissenschaftlicher Publikationen und Vorträge ist uns ein besonderes Anliegen. Daher sind wir stolz darauf, dass wir 2018 auf vier Konferenzen den Best Paper Award gewannen. Die Preisträger sind **Janna Hofmann** (Electric Drives Production Conference), **Dr. Fabian Ballier** (MHI Annual Conference), **Alexander Jacob** (28th CIRP Design Conference) und **Constantin Hofmann** (WGP-Jahreskongress).

Ausgezeichnete Lernfabrik

Industrie 4.0 ist einer der großen Trends im produzierenden Gewerbe, der sich auf allen Ebenen der Fertigung zeigt, von Anlagen über Prozesse bis hin zu Organisation und Arbeitsaufgaben. „Nicht nur Unternehmen, auch angehende Ingenieure müssen sich auf die Veränderungen vorbereiten, die mit der Digitalisierung der Industrie einhergehen“, sagt Gisela Lanza, Professorin am wbk. Jedoch seien viele Ansätze zu theoretisch und wenig pragmatisch.

Deshalb hat das wbk die **Lernfabrik Globale Produktion** in seinem produktionstechnischen Labor aufgebaut: Hier können Studierende und Akteure aus der Wirtschaft an einer realen Industriemontagelinie für Elektromotoren verschiedene Industrie 4.0 Anwendungen direkt sehen und ausprobieren. Dabei ist die Lernfabrik am wbk bis jetzt die weltweit einzige, die sich ausschließlich mit Herausforderungen befasst, die charakteristisch für die Produktion in globalen Netzwerken sind: „Immer mehr Produkte entstehen nicht mehr nur an einem Standort, sondern in weltweit verteilten Fabriken, die eng in einem Netzwerk zusammenarbeiten“, erklärt Lanza. „Unternehmen müssen ihre Prozesse an diese neue Arbeitsaufteilung anpassen, und Mitarbeiter sowie Studierende müssen sich entsprechend vorbereiten.“ Deshalb lernen die Teilnehmer in der Lernfabrik, wie sich einzelne Standorte voneinander unterscheiden und wie sie mit der vorhandenen Komplexität umgehen und Kompetenzen strategisch günstig auf die einzelnen Standorte verteilen können. Das am wbk realisierte System ist Teil eines globalen Produktionsnetzwerks und ist mit den wbk Außenstellen in China verbunden, dem Global Advanced Manufacturing Institute (GAMI) und dem Advanced Manufacturing Technology Center (amtc).

Die Initiative „**Deutschland – Land der Ideen**“ ernannte die Lernfabrik für Globale Produktion in ihrem gleichnamigen bundesweiten Wettbewerb zu einem der „**Ausgezeichneten Orte**“ 2018. Die Jury betonte, dass das Trainingszentrum am wbk Menschen bei Fortschritten wie der Digitalisierung mitnehme, um gemeinsam die Herausforderungen der Globalisierung zu meistern. Durch die



Die Initiative „Deutschland – Land der Ideen“ zeichnete die Lernfabrik am wbk in ihrem Wettbewerb 2018 als eine von 100 Innovationen für Deutschland aus. Dr. Benjamin Häfner und Dr. Nicole Stricker nahmen den Preis am 4. Juni 2018 entgegen. Foto: Land der Ideen Management GmbH

grenzüberschreitende Zusammenarbeit verbinde sie Welten und verlasse mit einer innovativen Idee ausgetretene Wege. Bereits im Dezember 2017 ernannte die Allianz Industrie 4.0 Baden-Württemberg das produktionstechnische Labor und die Lernfabrik des wbk in ihrem Wettbewerb zu einem der 100 Orte für Industrie 4.0 in Baden-Württemberg.

Ausgezeichnete Oberingenieure

Die Deutsche Gesellschaft für Qualität (DGQ) verlieh den **Walter-Masing-Preis 2018** an **Dr. Benjamin Häfner**. Der Walter-Masing-Preis ist die einzige Auszeichnung für personenbezogene Spitzenleistungen im deutschen Qualitätsmanagement und wird alle zwei Jahre verliehen. Der Wettbewerb zielt darauf, den wissenschaftlichen und unternehmerischen Nachwuchs dazu zu motivieren, neue Ideen auf dem Gebiet des Qualitätsmanagements zu entwickeln. Dr. Häfner erhielt die Auszeichnung für seine Forschungsarbeit zum Thema „**Funktionsorientierte Qualitätsregelung in Cyber-Physischen Produktionssystemen hochpräziser Bauteile**“, in der er eine generische Systematik operativer Qualitätsregelungsstrategien für Hochpräzisionsbauteile definiert. Zudem hat er eine Methode entwickelt, um diese Strategien in Echtzeit und bauteilindividuell mithilfe eines simulations- und optimierungsbasierenden Reglers in Produktionssystemen anzuwenden. Dabei werden die Zusammenhänge von Fertigungsabweichungen von Hochpräzisionskomponenten auf die Funktionserfüllung der Gesamtbaugruppe abgebildet. Dieses Wissen können Unternehmen in ihre Qualitätsregelungsstrategien integrieren und somit die Potenziale heutiger Digitalisierungstechnologien zielgerichtet nutzbar machen.

Für die Forschungsarbeiten im Rahmen seiner Promotion erhielt **Dr. Benjamin Häfner** zudem von der Fakultät für Maschinenbau des KIT den **Dr.-Ing. Höfler-Doktorandenpreis** des Jahres 2017, mit dem die beste Dissertation mit mess- und regeltechnischem Bezug ausgezeichnet wird.

Für seine herausragenden Forschungsarbeiten, unter anderem zur Kombination von Zerspanungsprozessen mit mechanischer Oberflächenbehandlung, erhielt **Dr. Frederik Zanger** auf dem WGP-Jahreskongress in Aachen die renommierte **Otto-Kienzle-Gedenkmünze** der WGP (Wissenschaftliche Gesellschaft für Produktionstechnik). „Dr. Zanger hat im Bereich der Prozessanalyse mittels Spanbil-

dungssimulationen international neue Akzente gesetzt und damit auch das Karlsruher WGP-Institut in der produktionstechnischen Community weiterhin sichtbar gemacht“, lobte Professor Berend Denkena, Präsident der WGP und Leiter des Instituts für Fertigungstechnik und Werkzeugmaschinen (IFW) der Leibniz-Universität Hannover. „Er ist zudem ein herausragender Nachwuchswissenschaftler, der die Kombination von Fertigungsprozessen maßgeblich voranbringt.“ Frederik Zanger hat es zusammen mit seinen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern als Antragsteller im kompetitiven Wettbewerb der DFG geschafft, Projekte für aktuell drei wissenschaftliche Mitarbeiter einzuwerben. Damit leistet er als Nachwuchswissenschaftler einen beachtlichen Beitrag in der Forschung. Geehrt wird aber auch sein Engagement in der Lehre des wbk und der KIT-Fakultät Maschinenbau. ■



Verleihung des Walter-Masing-Preises an Dr. Benjamin Häfner am 6. November 2018. Foto: DGQ



Verleihung der Otto-Kienzle-Gedenkmünze an Dr. Frederik Zanger am 19. November 2018. Von links: Professor Robert Schmitt, wzl Aachen; Dr. Frederik Zanger, wbk KIT; Professor Berend Denkena, WGP-Präsident, IFW Hannover; Professor Volker Schulze, wbk KIT. Foto: WGP

**Kontakt**

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
wbk Institut für Produktionstechnik
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