

## 10 Jahre GAMI und die Artificial Intelligence Innovation Factory

Anfang November beging das Global Advanced Manufacturing Institute (GAMI) mit knapp 300 Gästen sein zehnjähriges Jubiläum und eröffnete zur Feier des Tages eine neue Forschungsplattform zur Künstlichen Intelligenz (KI): Die Artificial Intelligence Innovation Factory (AIIF). Bereits seit 2008 ist das wbk mit dem GAMI in Suzhou, China, angesiedelt, um die Mechanismen und Vorgänge in Produktionsnetzwerken und vor allem dem bedeutsamen Markt in China grundlegend zu verstehen. Mit dem 2015 eröffneten Industry 4.0 Demonstration and Innovation Center bietet das GAMI zudem eine Plattform zur gemeinsamen Erforschung und Weiterentwicklung von Industrie 4.0 Anwendungsfällen in China, die insbesondere auf die lokalen Her-



Feier zum zehnjährigen Bestehen des GAMI

ausforderungen zugeschnitten sind. Mit dessen Erweiterung durch die eröffnete AIIF existiert nun ein Zentrum zur Erforschung der Fragestellung wie KI in der Produktion eingesetzt werden kann, um die im Zuge der Industrie 4.0 entstehenden großen Datenmengen gewinnbringend

nutzen zu können. Zusammen mit deutschen und chinesischen Unternehmen und Start-ups erforscht das GAMI entsprechende Anwendungen im Bereich Augmented und Virtual Reality, Cloud und Big Data Computing sowie Mensch-Roboter-Kollaboration.

**Ansprechpartner:**  
Dr.-Ing. Tobias Arndt  
Telefon: +86 (0)512/62967398  
E-Mail: arndt.tobias@silu.asia

## WGP verleiht Otto-Kienzle-Gedenkmünze an Dr. Frederik Zanger

Für seine herausragenden Forschungsarbeiten, unter anderem zur Kombination von Zerspanungsprozessen mit mechanischer Oberflächenbehandlung, erhielt Dr. Frederik Zanger



Verleihung der Otto-Kienzle-Gedenkmünze an Dr. Frederik Zanger, 19. November 2018  
Quelle: WGP, (v.l.n.r.) Prof. Robert Schmitt, wzt Aachen; Dr. Frederik Zanger, wbk KIT; Prof. Berend Denkena, WGP-Präsident, IFW Hannover, Prof. Volker Schulze, wbk KIT

vom wbk am 19. November 2018 im Rahmen des wgp-Jahreskongress in Aachen die renommierte Otto-Kienzle-Gedenkmünze der WGP (Wissenschaftliche Gesellschaft für Produktionstechnik).

„Dr. Zanger hat im Bereich der Prozessanalyse mittels Spanbildungssimulationen international neue Akzente gesetzt und damit auch das Karlsruher WGP-Institut in der produktionstechnischen Community weithin sichtbar gemacht“, lobte Prof. 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 – wie zum Beispiel die Prozessstrategie Komplementärzersetzung – maßgeblich voranbringt. Sein mathematischer Hintergrund ermöglicht

ihm eine interdisziplinäre Arbeitsweise, die eine große Bereicherung für die produktionstechnische Forschung ist. Darüber hinaus zeichnet ihn sein persönliches Engagement in der Lehre aus.“

Frederik Zanger, seit Ende 2012 Oberingenieur des Forschungsbereichs Fertigungs- und Werkstofftechnik (FWT), hat es 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. Wir gratulieren Herrn Zanger zu dieser großartigen Auszeichnung.

## Walter-Masing-Preis an Dr. Benjamin Häfner verliehen

Die Deutsche Gesellschaft für Qualität (DGQ) vergibt den Walter-Masing-Preis in diesem Jahr an Herrn Dr. Benjamin Häfner, Oberingenieur am wbk Institut für Produktionstechnik. Der Walter-Masing-Preis ist die einzige Auszeichnung für personenbezogene Spitzenleistungen im deutschen Qualitätsmanagement. Die DGQ verleiht den mit 10.000 Euro dotierten Walter-Masing-Preis alle zwei Jahre. Der Wettbewerb zielt darauf ab, den wissenschaftlichen und unternehmerischen Nachwuchs dazu zu motivieren, neue Ideen auf dem Gebiet des Qualitätsmanagements zu entwickeln. Die Verleihung erfolgte im Rahmen des DGQ-Qualitätstags am 6. November 2018 in Nürnberg.

Cyber-Physischen Produktionssystemen hochpräziser Bauteile“. Der Inhalt der Arbeit lässt wie



Dr. Benjamin Häfner (r.) bei der Verleihung durch DGQ-Präsident Udo Hansen

folgt zusammenfassen: Unternehmen befinden sich zunehmend in einem Spannungsfeld zwischen der Erfüllung immer höherer Präzisionsanforderungen und der Notwendigkeit einer kostengünstigen Produktion. Vor diesem

Hintergrund bedarf es innovativer Ansätze der operativen Qualitätsregelung in der Produktion. Dabei gilt es, die Potenziale heutiger Digitalisierungstechnologien zielgerichtet nutzbar zu machen. Hierfür hat Dr. Häfner eine generische Systematik operativer Qualitätsregelungsstrategien für Hochpräzisionsbauteile definiert. Zudem hat er eine Methode entwickelt, um diese Strategien in Echtzeit und bauteilindividuell mittels eines simulations- und optimierungsbasierten 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. Das wbk gratuliert Herrn Häfner zu dieser Auszeichnung.

## Die Karlsruher Forschungsfabrik

Die Karlsruher Forschungsfabrik ist ein gemeinschaftliches Vorhaben des wbk Institut für Produktionstechnik und den Fraunhofer Instituten IOSB und ICT mit dem zentralen Ziel der schnellen Industrialisierung von neuen, innovativen Produktionstechnologien. Anhand der Anwendungsfelder Elektromobilität und Leichtbaufertigung werden mit Hilfe der Methoden und Werkzeuge aus der Informatik bislang nicht ausreichend verstandene Prozesse zu rentablen Fertigungsprozessen entwickelt. Durch diesen neuen Entwicklungsansatz soll die Time-to-Market von neuen Produkten, die durch die unreifen Fertigungsprozesse erst ermöglicht werden, erheblich verkürzt und schneller in einen Serienprozess überführt werden. Die Forschungsfabrik bietet die Möglichkeit für langfristige Partnerschaften und



Spatenstich am Campus Ost, 20. Dezember 2018: (v.l.n.r.) Dr. Olaf Sauer, Prof. Jürgen Beyerer (beide Fraunhofer IOSB); Prof. Holger Hanselka, Prof. Jürgen Fleischer (beide KIT) und Prof. Frank Henning (Fraunhofer ICT)

Hierfür werden zusätzliche Büroflächen für Industriepartner in unmittelbarer Nähe zur Forschungs-

fabrik geschaffen. Die Basis für die Kooperation zwischen den wissenschaftlichen Instituten des KIT und der Fraunhofer Gesellschaft sowie der Industrie stellt das Gebäude zur Forschungsfabrik dar, das am Campus Ost des Karlsruher Institut für Technologie (KIT) entsteht. Nach langer Planungsphase konnten wir endlich am 20. Dezember 2018 den Spatenstich zur Forschungsfabrik feiern. Die Fertigstellung und Inbetriebnahme der Forschungsfabrik ist für Oktober 2020 geplant.

**Ansprechpartner:**  
Sven Coutandin, M.Sc.  
Telefon: +49 721/608-42449  
E-Mail: sven.coutandin@kit.edu

### Neueinstellungen



**Daniel Gauder, MBA**  
In-Line Messtechnik  
zum 01.07.2018



**Patrick Neuenfeldt, M.Sc.**  
Modellbildung des Stream-finishingprozesses  
zum 01.07.2018



**Bastian Verhaelen, M.Sc.**  
Anlaufmanagement im Produktionsnetzwerk  
zum 01.08.2018



**Tobias Schlagenhaut, M.Sc.**  
Maschinelles Lernen in der Maschinen-, Anlagen-, Prozessautomatisierung  
zum 01.08.2018



**Richard Palma**  
Auszubildender  
zum 01.09.2018



**Simon Schäfer**  
Auszubildender  
zum 01.09.2018



**Stephan Dehen, M.Sc.**  
Zerspanungssimulation mittels FEM  
zum 01.10.2018



**Jens Schäfer, M.Sc.**  
Produktionstechniken zur Brennstoffzellenfertigung  
zum 01.10.2018



**Ludwig Hausmann, M.Sc.**  
Fertigungsverfahren für die Hairpintechnologie  
zum 01.10.2018



**Natalie Prause**  
Service Center (Dienstleistungen und Bewerbermanagement)  
zum 15.10.2018



**Markus Netzer, M.Sc.**  
Machine Learning in der Prozessautomatisierung  
zum 01.11.2018



**Carmen Krahe, M.Sc.**  
Lernende Verfahren in der Produktionsplanung  
zum 01.11.2018



**Lukas Weiser, M.Sc.**  
Prozessintegrierte Messtechnik in der additiven Fertigung  
zum 01.11.2018



**Felix Klenk, M.Sc.**  
Produktionsnetzwerke in der Kreislaufwirtschaft  
zum 01.12.2018



**Rainer Silbernagel, M.Sc.**  
Industrie 4.0 in globalen Wertschöpfungsnetzwerken  
zum 01.12.2018

### Promotionen

**Alexandra Schabunow, M.Sc.**  
Einstellung von Aufnahmeparametern mittels projektionsbasierter Qualitätskenngrößen in der industriellen Röntgen-Computertomographie

**Jens Bürgin, M.Sc.**  
Robuste Auftragsplanung in Produktionsnetzwerken – Mittelfristige Planung der variantenreichen Serienproduktion unter Unsicherheit der Kundenauftragskonfigurationen

**Dipl.-Ing. Jacques Burtcher**  
Erhöhung der Bearbeitungsstabilität von Werkzeugmaschinen durch semi-passive masseneinstellbare Dämpfungssysteme

**Dipl.-Ing. Michael Gerstenmeyer**  
Entwicklung und Analyse eines mechanischen Oberflächenbehandlungsverfahrens unter Verwendung des Zerspanungswerkzeugs

### Impressum

**wbk Institut für Produktionstechnik**  
Karlsruher Institut für Technologie (KIT)  
Kaiserstr. 12 | 76131 Karlsruhe  
www.wbk.kit.edu  
ISSN: 2509-4378 (Print), 2509-4386 (Online)

Wenn Sie Ihre Adresse ändern oder sich aus dem Topics-Verteiler abmelden möchten, schreiben Sie uns bitte an: kontakt@wbk.kit.edu

# topics

SmartBatteryMaker • HighEnergy (BEST) • AnStHa • NeWwire • Wälzschalen • Ehemaligenfest • GAMI • Auszeichnungen

## Editorial

Liebe Freunde und Partner des wbk,

wir blicken auf ein erfolgreiches Jahr 2018 für das wbk zurück. Für das vergangene Jahr können wir auf eine Vielzahl an interessanten Veranstaltungen, neuen Projekten und Ereignissen zurückblicken. Im Oktober fand unsere Herbsttagung zum Thema „Additive Manufacturing – Vom Fertigungsverfahren zum Produktionssystem“ statt. Hier konnten wir mit hochrangigen Vertretern aus der Industrie Entwicklungen

und Anforderungen rund um die aufstrebende Fertigungstechnologie erörtern. Das Advanced Manufacturing Technology Center (AMTC) in China konnte 2018 im Rahmen der „5th International Conference on Sustainable Manufacturing“ eine Demolinie für die Fertigung und Montage variantenreicher Hydraulikventile mit Industrie 4.0 Ansätzen vorstellen und den aktuellen Stand im deutsch-chinesischen Großprojekt I4TP präsentieren. Zum Ende des Jahres fand schließlich der Spatenstich zum Bau der Karlsruher Forschungsfabrik am Campus Ost statt. **Der inhaltliche Schwerpunkt** in dieser Ausgabe unserer Topics liegt auf der Elektromo-

bililität, die wir gemeinsam mit unseren Partnern in zahlreichen Projekten vorantreiben. Inzwischen fast traditionell, verzichteten wir auch 2018 auf Weihnachtsgeschenke zugunsten einer Spende an die Hilfsorganisation „Ärzte ohne Grenzen e.V.“. Wir bedanken uns hiermit herzlich für Ihr Vertrauen und versichern, dass wir Ihnen auch im neuen Jahr ein verlässlicher Partner sein werden. Ihnen und Ihren Familien wünschen wir ein gesundes und erfolgreiches Jahr 2019.

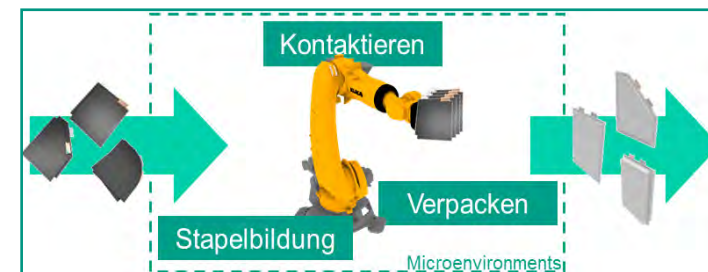
Ihr wbk-Team

### SmartBatteryMaker

## Projekt SmartBatteryMaker - Erforschung von Möglichkeiten zur varianten-flexiblen Produktion von Batterie Pouch-Zellen

Mit steigender Variantenvielfalt an Elektromobilen und ohne eine Standardisierung der Batterie-zellen, welche nicht abzusehen ist, steigen die Varianten der verwendeten Zellen immer weiter an. Da die Batterieproduktion zum größten Teil auf starren Produktionslinien mit niedriger Taktzeit stattfindet, stellt diese Tatsache Zellhersteller vor ein Problem: Wie kann man flexibel und dabei möglichst kostengünstig hohe Stückzahlen

an Batteriezellen produzieren? Diese Herausforderung gehen die Projektpartner, namentlich das KIT mit den Instituten wbk, TVT-TFT und IAM-ESS und das Fraunhofer Institut ICT, im Projekt „SmartBatteryMaker“ an. Das Projekt wird vom Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Wohnungsbau des Landes Baden-Württemberg gefördert.



Ablauf der Batterieproduktion mit dem SmartBatteryMaker

Die gesamte Prozesskette zur Herstellung von Pouch-Zellen wird im Projekt ganzheitlich betrachtet und zu einer flexiblen Produktion modifiziert. Weiterhin wird auf dieser Basis ein Ausblick für die Zellproduktion der Zukunft am Beispiel der flexiblen Herstellung von Feststoffbatteriezellen gegeben. Das zentrale Ziel des Projektes ist die Konstruktion und der Aufbau einer Roboterzelle, in welcher Pouch-Zellen verschiedener Formate und Elektrodenmaterialien vollautomatisch und flexibel assembliert werden sollen. Durch Microenvironments, d.h. eine Schutzatmosphäre wird nur dort vorgesehen, wo diese auch wirklich benötigt wird, sollen die Betriebskosten einer solchen Roboterzelle niedrig gehalten werden. Die Validierung der Roboterzelle dient als Machbarkeitsnachweis für die agile Batteriezellproduktion.

**Ansprechpartner:**  
Tobias Storz, M.Sc.  
Telefon: +49 721/608-28286  
E-Mail: tobias.storz@kit.edu

## Projekt HighEnergy (BEST): Neue Produktionsverfahren für High Energy Zellen

Ziel des Forschungsprojektes HighEnergy (BEST) ist es, ein grundlegendes Verständnis hinsichtlich der Anoden- und Kathodenmaterialien (Aktivmaterial, Additive, Binder, etc.) und deren Verarbeitbarkeit zu erlangen. Im Fokus steht dabei die Beschichtung, Trocknung und das Stapelbildungsverfahren von High Energy Batteriezellen. Der interdisziplinäre Austausch zwischen Material-, Prozessentwicklung und Simulation sowie Untersuchungen entlang der gesamten Prozesskette, stellen einen besonderen und einzigartigen Projektinhalt dar. Des Weiteren sollen Erkenntnisse auch auf zukünftige Batteriezell-Generationen übertragen werden können, um einen schnelleren Ramp-Up neuer Zelltechnologien zu ermöglichen. Das wbk Institut für Produktionstechnik beschäftigt sich im Rahmen des Projektes mit der Fragestellung der Verarbeitbarkeit dickschichtiger Elektroden in der Stapelbildung. Einen Schwerpunkt bildet die beschadigungsfreie Handhabung der Materialien sowie die präzise Vereinzelnung und Assemblierung der Einzelblätter (Anode, Kathode, Separator) zu einem Zellstapel. Zur Ergründung von Wirkzusammenhängen und Ableitung von Prozessfenstern wurde ein neuer Versuchsstand aufgebaut, mit welchem die Materialzuführung und Handhabung von dickschichtigen Elektroden untersucht werden kann. Der Versuchsstand ist modular aufgebaut und erlaubt somit eine Vielzahl an experimentellen Untersuchungsmöglichkeiten. Diese umfassen



Demonstrator zur Untersuchung von Wirkzusammenhängen bei der Verarbeitung dickschichtiger Elektroden am wbk Institut für Produktionstechnik

beispielsweise Versuche mit unterschiedlichen Niederdruckflächengreifern, Umlenksversuche mit verschiedenen Biegeradien und Umschlingungswinkeln, Schneidversuche mit diversen Klängen oder auch Versuche zur Materialförderung mit hohen Bahngeschwindigkeiten. Zudem wurde ein vorhandener Versuchsstand zur Einzelblattstapelbildung um eine Bahnzugkraftregelung erweitert, um den Einfluss von Prozess- (z.B. Bahnzugkraft) und Materialparametern (z.B. Schichtdicke) auf die Maßhaltigkeit gestanzter Einzelblätter bewerten zu können. Die experimentell ermittelten Wirkzusammenhänge

sollen fortwährend in ein Modell zur Einzelblattstapelbildung überführt werden. Basierend auf diesem Modell können Anforderungen, welche die zu verarbeitenden Materialien an den Prozess stellen, an den Stapelbildungsprozess abgeleitet werden, welche schlussendlich zur Optimierung oder Neuentwicklung von Anlagen für die Stapelbildung münden.

**Ansprechpartner:**  
Hannes W. Weinmann, M.Sc.  
Telefon: +49 721/608-28309  
E-Mail: hannes.weinmann@kit.edu

## Projekt NeWwire: Neuartige serienflexible Wickelverfahren für die wirtschaftliche automatisierte Fertigung von hochperformanten elektrischen Maschinen

Aufgrund der begrenzten Energieressourcen und des global wachsenden Individualverkehrs werden neue energieeffiziente und wirtschaftliche Antriebskonzepte benötigt. Derzeit bieten elektrische Antriebe aufgrund des hohen Wirkungsgrads genau diese technischen Eigenschaften. Um die Vorteile nutzen zu können, muss der Elektromotor für seinen Anwendungsfall optimal ausgelegt werden. Heutige Elektromotoren für Traktionsantriebe müssen bis an ihre Leistungs- und Materialgrenze optimiert werden und ein breites Feld an Anforderungen erfüllen. Ziel des Forschungsprojektes NeWwire ist die Entwicklung und Auslegung eines neuartigen Wickelverfahrens zur automatisierten Fertigung von Elektromotoren im Hochleistungsbereich für den automobilen Einsatz. Hierbei stellt die effektive Wicklung im Stator zur Leistungssteigerung eine besondere Herausforderung dar. Das sogenannte Träufelwickelverfahren, bei dem die Drähte bislang handisch in die Nut eingebracht werden, soll im Projekt automatisiert werden. Dabei sollen reproduzierbar und mit geringen Fertigungszeiten so viele Kupferleiter wie möglich in der

engen Statornut untergebracht werden, ohne den Kupferlackdraht zu beschädigen. Die Automatisierung des innovativen Wickelverfahrens bietet die Möglichkeit zur Steigerung der Anzahl der Kupferleiter in Statoren von verschiedenen Elektromotorarten. Damit werden Elektromotoren effizienter und der Innovationsstandort Deutschland wird langfristig gestärkt. Von den Forschungsergebnissen können alle Hersteller von Elektromotoren, beispielsweise auch für leistungsstarke Industriemotoren in Logistikpro-



Beispielhafter Demonstrator für das Träufelwickeln

zessen, profitieren. Zunächst werden die Anforderungen und Spezifikationen, wie z. B. Leistung

und Drehmoment, an den Traktionsantrieb festgelegt. In einem iterativen Prozess wird der Motor elektromagnetisch und thermisch ausgelegt. Parallel dazu wird das Konzept zur Mechanisierung und Automatisierung des Träufelwickelverfahrens erarbeitet und prototypisch getestet. Die dabei gewonnenen Erkenntnisse fließen zurück in die Simulation, sodass nach einigen Durchläufen eine optimale Lösung gefunden werden kann. Für die erfolgreiche Umsetzung ist die Weiterentwicklung des Kupferdrahtes mit seiner Isolierung bzw. Lackierung notwendig. Die Demonstratorwickelanlage wird teilweise in den Fertigungsprozess bei Volkswagen implementiert und erprobt. Am Ende des Projekts sollen mehrere Prototypen des Elektromotors gefertigt und anhand ihrer Leistungseigenschaften geprüft werden.

**Ansprechpartner:**  
Maximilian Halwas, M.Sc.  
Telefon: +49 721/608-28937  
E-Mail: maximilian.halwas@kit.edu

## Projekt INLINE: Skalierbare Produktion von Brennstoffzellen

Das Technologietandem Wasserstoff und Brennstoffzelle bringt viele Vorteile. Anders als Batterien lassen sich Brennstoffzellentanks innerhalb weniger Minuten betanken und sind aufgrund ihrer hohen Energiedichte leichter. Bisher steckt in der Herstellung der hochkomplexen Einheiten jedoch viel Handarbeit. Daher sind die Herstellungskosten hoch und die Verbreitung niedrig.



Flurförderzeug betrieben mit der Brennstoffzelle HyLog

Das EU-Projekt „INLINE“ will das nun ändern. Wie ein flexibler Prozess für die wirtschaftliche Großserienproduktion von Brennstoffzellen aussehen kann, untersucht das wbk Institut für Produktionstechnik im neuen Projekt „INLINE“ gemeinsam mit den Unternehmen Profactor, Fronius, Erling Klinger und OMB Saleri desig-nen die Ingenieure eine Produktionslinie, die bis zu 50.000 Teile pro Jahr fertigen kann. Flexible Montagestationen ermöglichen den schrittwei-

sen Übergang von der manuellen Montage zu automatisierten Prozessen. Das wbk erstellt für INLINE ein Konzept für die Skalierung der modularen Montage der Brennstoffzelle, um flexibel auf schwankende Stückzahlen zu reagieren und das Investitionsrisiko zu minimieren. Zudem entwickeln die Ingenieure die Inline-Messtechnik, die während des Montageprozesses Daten erfasst, die zur Prozesssteuerung und Qualitätssicherung beitragen. Für den Prozessschritt der Batteriemontage wurde am wbk ein erster Demonstrator entwickelt. Auf diesem adaptierten Montagetisch wird die Assemblierung von zylindrischen Batteriezellen zu einem Batteriemodul optisch überwacht. Ein Montagefehler in diesem Schritt kann zu Ausschuss des Moduls bis hin zur Gefahr für den Werker führen. Daher wird die korrekte Orientierung der Zellen kontinuierlich überwacht und dem Werker über ein intuitives Anzeigemedium Feedback zu seinem Prozess gegeben. Die bestehende Prozesskette sowie mögliche Ausbaustufen wurden bereits in einer ereignis-diskreten Simulation abgebildet. Das Modell ermöglicht die Prognose von realisierbaren Stückzahlen und -kosten sowie der Identifikation von Engpässen.

Die Simulation soll im weiteren Projektverlauf um einen eigenen Softwaredemonstrator erweitert werden. Mithilfe des Tools soll es möglich



Modell des Demonstrators mit optischer Überwachung der Montage

sein, Zukunftsszenarien des Produktionsumfelds zu simulieren. Ebenso soll eine automatisierte Berechnung der optimalen Skalierungsstrategie ermöglicht werden. Das heißt, dass unter den angenommenen Szenarien eine kostenminimale Entscheidungsfolge verschiedener Ausbaustufen der Produktionslinie berechnet werden kann.

**Ansprechpartner:**  
Tom Stähr, M.Sc.  
Telefon: +49 721/608-46166  
E-Mail: tom.staehr@kit.edu

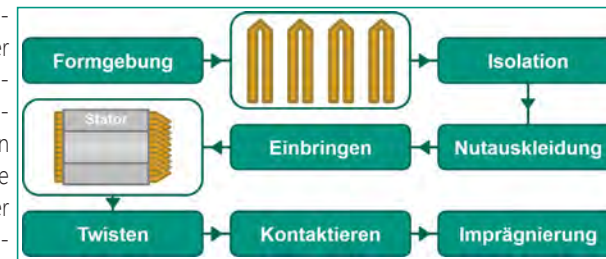
## Projekt AnStaHa: Anlagentechnik für die Fertigung von Statoren mit Hairpin-Technologie

Gefördert durch Mittel des baden-württembergischen Ministeriums für Wirtschaft, Arbeit und Wohnungsbau in Höhe von 1,2 Mio. Euro werden in Karlsruhe seit September 2017 Anlagen zur serien- und typenflexiblen Fertigung von Traktionsmotoren entwickelt. Das wbk ermöglicht durch die Forschungsarbeit mittelständischen Unternehmen einen zügigen Einstieg in neue, innovative Technologiefelder und somit im Umfeld des Wandels hin zur Elektromobilität zukunftsfähig zu bleiben.

Als Wandler elektrischer in kinetische Energie nimmt der Traktionsmotor sowohl in der Produktion als auch im späteren Betrieb eine

zentrale Bedeutung im Antriebsstrang elektrifizierter Fahrzeuge ein. Insbesondere die Herstellung des Stators erfordert einen großen Produktionsaufwand, um die hohen Anforderungen der Automobilindustrie an Qualität und Kosten zu erfüllen. Die leistungsbestimmenden

Komponenten des Stators stellen Spulen aus elektrischen Leitern dar, welche in Nuten pakettierter Elektrobleche gefügt sind. Obwohl sich für die Fertigung der Spulenwicklung seit der Erfindung des Elektromotors verschiedene Verfahren etabliert haben, sind diese derzeit jedoch nicht für die Produktion von Traktionsmotoren mit verteilten Wicklungen in hohen Stückzahlen ausgereift. Durch den Einsatz vorgeformter, offener Spulensegmente aus rechteckigen Leitern und weitreichende Möglichkeiten der Automatisierung, weist die Hairpintechnologie dem aktuellen Stand der Forschung zufolge das größte Potenzial auf, um hochwertige Traktionsmotoren in vergleichbaren Prozesszeiten wie



Prozesskette zur Fertigung von Statoren mit Hairpintechnologie



Statormodell mit eingebrachten Hairpins

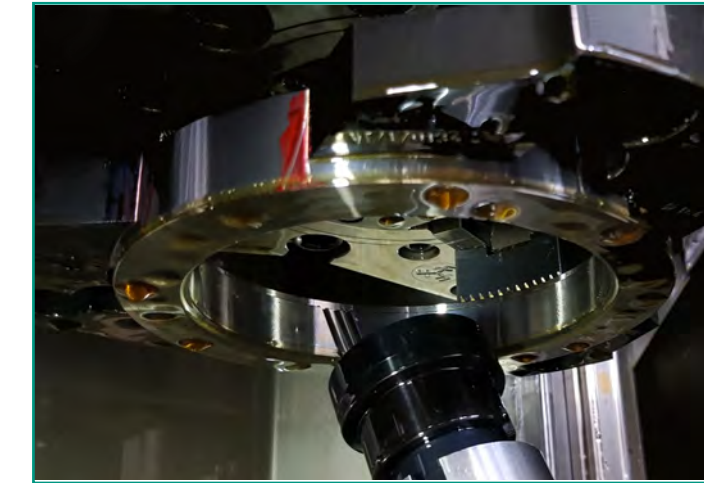
**Ansprechpartner:**  
Felix Wirth, M.Sc.  
Telefon: +49 721/608-23234  
E-Mail: felix.wirth@kit.edu

## Projekt: Wälzschalen von hochfesten Innenverzahnungen

Das Wälzschalen ist ein hochproduktives flexibles Verfahren für die Herstellung von Innenverzahnungen. Hochfest vergütete Stähle bieten beispielsweise bei Hohlradern von Planetengetrieben wirtschaftliches Leichtbaupotential, stellen jedoch eine Herausforderung für die Zerspaltung dar. Das wbk untersucht Schneidstoffe, Beschichtungen und Prozessparameter für diese Anwendungsfall zur effizienten Fertigung von

treiben somit die Werkzeugkosten in die Höhe. Untersuchungen zu angepasster Prozessführung für einen maximal produktiven Prozess stehen im Fokus der Forschung. Durch Versuchsrechnungen können die geometrischen Prozesskenngrößen ermittelt werden. Die Optimierung auf den Verzahnungsfall wird durch Variationsrechnungen durchgeführt. Durch Standzeituntersuchungen werden das

Die Werkzeug- und Werkstückkosten können durch den 1-Zahnversuch in einem akzeptablen Rahmen gehalten werden und bieten für den Versuch eine größere Gestaltungsfreiheit. Durch einen Validierungsversuch am Realprozess werden die Ergebnisse korreliert und bieten der Industrie die Möglichkeit, die Untersuchungsergebnisse für die Gestaltung eigener Prozesse zu nutzen. Die Ergebnisse in der Ab-



Versuchsaufbau mit 1-Zahn-Werkzeughalter und Standzeitvergleich von HM und PM-HSS Werkzeugen

Komponenten für kompakte Hochleistungsgetriebe, die durch die Elektromobilität immer häufiger in der Großserie zum Einsatz kommen. Die im Schnitt wechselnden Eingriffsverhältnisse stellen beim Wälzschalen für Prozessauslegung und Prozesssicherheit eine große Herausforderung dar. Die widrigen Zerspaltungbedingungen, wie beispielsweise sehr negative Spanwinkel, führen bei hochfesten Werkstoffen zu hohen thermischen und mechanischen Belastungen für Werkzeugsubstrat und Beschichtung und

Verschleißverhalten und die Prozesssicherheit verschiedener Schneidstoffe und Beschichtungen bei verschiedenen Vergütungsständen im Zugfestigkeitsbereich größer 1200 MPa untersucht und analysiert. Um ein möglichst breites Parameterfeld betrachten zu können, werden die Parameterstudien in Form eines 1-Zahn-Analogieversuchs durchgeführt, bei dem speziell gefertigte Schneidplatten aus PM-HSS und Hartmetall zum Einsatz kommen (vgl. Abbildung links).

bildung rechts zeigen bei der Bearbeitung der untersuchten hochfesten Materialien einen Standzeitvorteil von Faktor drei bei Verwendung von Hartmetall gegenüber PM-HSS.

**Ansprechpartner:**  
Matthias Zapf, M.Sc.  
Telefon: +49 721/608-42447  
E-Mail: matthias.zapf@kit.edu

## Ehemaligenfest am wbk

Vor 66 Jahren gründete Professor Dr.-Ing. Walter Schmidt das Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebstechnik (wbk). Seitdem hat sich das heutige Institut für Produktionstechnik mit seinen 100 Mitarbeitern in Industrie und Forschung etabliert. Das wbk befasst sich dabei nicht nur mit klassischen Maschinenbauthemen wie Mikroproduktion oder Leichtbaufertigung, es adressiert auch neue Trends und Themen wie Elektromobilität, Additive Fertigung oder Industrie 4.0. Für seine herausragenden Leistungen in Lehre und Forschung wurde das Institut jüngst als einer der 100 Orte für Industrie 4.0 in Baden-Württemberg und als ausgezeichnete 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 Prof. Jürgen Fleischer. Das wbk lud daher Anfang Juli alle aktiven und ehemaligen Mitarbeiter zu ei-

nem gemeinsamen Fest ein. Nachdem die drei Institutsleiter aktuelle Forschungsthemen und Projekte vorstellten, wurde Volker Stauch ver-



abschiedet, 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 Prof. Gisela Lanza bei der Verabschiedung. Im Anschluss öffnete das Produktionstechnische Labor seine Türen und die aktuellen akademischen Mitarbeiter des wbk zeigten den Besuchern ihre Forschungsstände. Bei Speis, Trank und Musik tauschten sich Ehemalige und Aktive über alte und neue Zeiten aus. „Über 300 wbk'ler und deren Familien haben mit uns bis in die Nacht hinein gefeiert. Wir freuen uns, dass wir so viele wie noch nie begrüßen durften“, fasst Prof. Volker Schulze den gemeinsamen Abend zusammen.

**Ansprechpartner:**  
Andreas Kuhnle, M.Sc.  
Telefon: +49 721/608-44153  
E-Mail: andreas.kuhnle@kit.edu