

## Rückblick: wbk-Herbsttagung 2020



### Nachhaltige Produktion - Circular Economy als Befähiger



Am 15. Oktober 2020 fand die jährliche wbk-Herbsttagung statt. Die Tagung stand in diesem Jahr ganz im Zeichen der Nachhaltigkeit und befasste sich mit Themen rund um die Kreislaufwirtschaft sowie zukünftige Geschäftsmodelle. Aufgrund der besonderen Umstände fand die Herbsttagung zum ersten Mal hybrid statt. Etwa 100 Teilnehmende "besuchten" die Veranstaltung digital und diskutierten aktiv im Chat mit.

Aftermarket der Robert Bosch GmbH verschiedene Erfolgsfaktoren sowie zukünftige Geschäftsmodelle für die Kreislaufwirtschaft vor. Im Anschluss an die Kaffeepause präsentierte Peter Bartel (Circular Economy Solutions GmbH) das Konzept „Closing the Loop“ sowie dessen Notwendigkeit und Chance zur Stärkung der Wettbewerbsposition.

Andreas Koetz (ZF Friedrichshafen AG) ergänzte dies durch seinen Vortrag zum Wiederaufbereitungsprozess von gebrauchte Komponenten im Automotive Aftermarket.

Nach der Mittagspause beschrieb Thomas Meyer (Knorr-Bremse Systeme für Nutzfahrzeuge GmbH) den Benchmark für die industrielle Wiederaufbereitung im Automotive Aftermarket.

Daraufhin stellte Dr. Benjamin Häfner (wbk) die Zwischenergebnisse des Forschungsprojekts AgiProbot - Agiles Produktionssystem mittels mobiler, lernender Roboter mit Multisensorik bei ungewissen Produktspezifikationen vor.

Maximilian Lang (Lang Recycling GmbH) referierte über die Fortschritte und Möglichkeiten, die sich im Rahmen von Neuschrot-recycling bieten.

Den Abschluss der Veranstaltung stellte der Vortrag von Dr. Uwe Kehn (Greening GmbH & Co. KG) dar, welcher mit dem Thema „Design for Second Life“ nicht nur die Tagung abrundete, sondern auch inhaltlich den Kreislauf in der Produktentwicklung schloss.

Nach einem regen Austausch und einer eingehenden Diskussion untereinander sowie mit den digitalen Teilnehmenden neigte sich ein erkenntnisreicher und erfolgreicher Tag dem Ende zu und die Teilnehmenden ließen die Veranstaltung bei weiteren Fachgesprächen gemeinsam ausklingen.

Im Nachgang zur Veranstaltung äußerten sich viele Teilnehmende sehr positiv. Hier kommen einige von ihnen zu Wort:

*„Danke für die sehr interessante und gelungene Tagung!“*

*„Herzlichen Dank für die tolle Organisation und die reibungslose, technische Realisierung der Veranstaltung. Ich bin beeindruckt, wie gut die Kombination aus Live-Stream und parallelem Chat geklappt hat.“*

*„Insgesamt sehe ich das digitale Format der Herbsttagung durch Eure Umsetzung keineswegs als ‚Corona-Notlösung‘, sondern als wertvolle Alternative (oder Add-On) zur Präsenzveranstaltung.“*

*„Danke für den inspirierenden Austausch.“*

Das Team des wbk freut sich bereits auf die nächste Herbsttagung.

**Ansprechpartner:**  
Jan-Philipp Kaiser, M. Sc.  
Telefon: + 49 1523 950 2579  
E-Mail: jan-philipp.kaiser@kit.edu

Felix Klenk, M. Sc.  
Telefon: + 49 1523 950 2589  
E-Mail: felix.klenk@kit.edu

### Promotionen

**Schwennen, Jan, Dipl.-Ing.:** Einbringung und Gestaltung von Lastenleitungsstrukturen für im RTM-Verfahren hergestellte FVK-Sandwichbauteile

**Echslers Minguillon, Fabio, M.Sc.:** Prädiktiv-reaktives Scheduling zur Steigerung der Robustheit in der Matrix-Produktion

**Treber, Stefan, M.Sc.:** Transparenzsteigerung in Produktionsnetzwerken: Verbesserung des Störungsmanagements durch verstärkten Informationsaustausch

**Dackweiler, Marius, M.Sc.:** Modellierung des Fügwickelprozesses zur Herstellung von leichten Fachwerkstrukturen

**Haag, Sebastian, Dipl.-Ing.:** Entwicklung eines Verfahrensablaufes zur Herstellung von Batteriezellstapeln mit großformatigem, rechteckigem Stapelformat und kontinuierlichen Materialbahnen

**Wagner, Raphael, M.Sc.:** Strategien zur funktionsorientierten Qualitätsregelung in der Serienproduktion

**Hofmann, Janna, M.Sc.:** Prozessmodellierung des Fünf-Achs-Nadelwickelns zur Implementierung einer trajektorienbasierten Drahtzugkraftregelung

**Kuhnle, Andreas, M.Sc.:** Adaptive Order Dispatching based on Reinforcement Learning: Application in a Complex Job Shop in the Semiconductor Industry

### Neueinstellungen

**Nicolai Krischke, M.Sc.**  
Leichtbaufertigung,  
zum 15.06.2020

**Alexander Puchta, M.Sc.**  
Werkzeugmaschinen und Me-  
chatronik, zum 01.07.2020

**Malte Hansjosten, M.Sc.**  
Werkzeugmaschinen und Me-  
chatronik, zum 01.08.2020

**Florian Denk, M. Sc.**  
Leichtbaufertigung,  
zum 01.09.2020

**Jacob Dörfler**  
SC Technik (Azubi),  
zum 01.09.2020

**Louis Schäfer, M. Sc.**  
Industrie 4.0,  
zum 01.10.2020

**Johannes Scholz, M. Sc.**  
Leichtbaufertigung,  
zum 01.11.2020

**Felix Fraider, M.Sc.**  
Elektromobilität,  
zum 15.06.2020

**Johannes Schubert, M. Sc.**  
Additive Fertigung,  
zum 01.08.2020

**Florian Köbler, M. Sc.**  
Elektromobilität,  
zum 01.09.2020

**Gwen Louis Steier, M. Sc.**  
Industrie 4.0,  
zum 01.09.2020

**Tassilo Arndt, M. Sc.**  
Verzahntechnik/Elektromobilität,  
zum 01.09.2020

**Katja Höger, M. Sc.**  
Leichtbau/Elektromobilität,  
zum 15.10.2020

**Kamal Hussein, M. Sc.**  
Elektromobilität,  
zum 01.11.2020

**Nils Schmidgruber, M.Sc.**  
Elektromobilität,  
zum 01.07.2020

**Julia Sawodny, M. Sc.**  
Werkzeugmaschinen und Me-  
chatronik, zum 01.08.2020

**Florian Sauer, M. Sc.**  
Präzisionsbearbeitung,  
zum 01.09.2020

**Markus Heim, M. Sc.**  
Elektromobilität,  
zum 01.09.2020

**Dr. Annelie Kreft**  
Cluster Managerin InZePro,  
zum 15.09.2020

**Jasmin Sosnik**  
Sekretariat,  
zum 01.11.2020

### Impressum

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

Kaiserstr. 12  
76131 Karlsruhe  
www.wbk.kit.edu

**Redaktion und Satz:**  
Melanie Klagmann

**Druck:**  
Nino Druck GmbH  
67435 Neustadt/Weinstraße



# topics

## Thema Industrie 4.0 • Rückblick Herbsttagung 2020 • Künstliche Intelligenz für Arbeit und Lernen

### Editorial

Liebe Freunde und Partner des wbk,

heute dürfen wir von einer sehr erfolgreichen digitalen wbk-Herbsttagung berichten. Rund 100 Teilnehmende haben sich intensiv zur „Nachhaltigen Produktion“ ausgetauscht. Der Dialog zwischen Wissenschaft und Industrie hilft allen Beteiligten, dieses wichtige Thema voranzutreiben. In dieser Topics-Ausgabe steht Industrie 4.0 im Fokus. Unser Forschungsschwerpunkt

Industrie 4.0 vereint vielfältige Aktivitäten, um digitale Lösungen im Produktionskontext zu entwerfen, umzusetzen und zu nutzen. Dabei verfolgen wir stets das Ziel, die Effizienz betrieblicher Prozesse zu steigern und neuste Produkte, Dienstleistungen oder Geschäftsmodelle auf den Weg zu bringen. Wir erproben neuste Technologien und unterstützen Unternehmen darin, deren volles Potential für ihre Produkte oder ihre Produktion zu entfalten. Einige Beispielprojekte stellen wir Ihnen auf den folgenden Seiten vor. Wir bedanken uns auf diesem Weg herzlich

für das uns entgegengebrachte Vertrauen in diesem herausfordernden Jahr und blicken zuversichtlich auf neue Projekte im kommenden Jahr. Anstelle von Geschenken werden wir erneut einen Geldbetrag an die Organisation „Ärzte ohne Grenzen“ spenden. Ihnen und Ihren Familien wünschen wir Frohe Weihnachten und ein erfolgreiches und vor allem gesundes Jahr 2021.



Ihr wbk-Team

## KARL: Künstliche Intelligenz für Arbeit und Lernen

Im Forschungsprojekt Künstliche Intelligenz für Arbeit und Lernen in der Region Karlsruhe (KARL) entsteht in einem interdisziplinären Forschungsverbund ein regionales Kompetenzzentrum, welches Künstliche Intelligenz (KI) erfahrbar und erlernbar werden lässt. Der Fokus liegt dabei auf dem Einfluss von KI auf die menschliche Arbeit in Produktion, Handel, Mobilität und Bildung.

Die im Forschungsprojekt entstehenden KI-unterstützten Arbeits- und Lernsysteme werden zusammen mit den Praxispartnern konzipiert, erprobt und anschließend in Demonstratoren umgesetzt. Die entstehenden Demonstratoren lassen KI und deren Auswirkungen auf den Menschen erfahrbar werden, wodurch das Kompetenzzentrum die Akzeptanz von KI fördert. Die Lernfabrik Globale Produktion des wbk Instituts für Produktionstechnik nimmt dabei eine zentrale Rolle ein, da diese eine reale Produktionsumgebung darstellt und somit die Möglichkeit bietet, die Anwendungen der KI in einer realen Produktionsumgebung darzustellen und zu erproben. Erforscht wird dabei, an welchen Stellen im Produktionssystem

KI erfolgsversprechend eingesetzt werden kann und wie sich hierdurch die Produktionsarbeit verändert. Zusammen mit weiteren Forschungs-partnern erforscht das Team des wbk intensiv die Auswirkungen von KI auf Produktionsmit-arbeitende sowie die Akzeptanzfaktoren von KI im produzierenden Gewerbe. Die Lernfabrik Globale Produktion am wbk bietet dabei die Möglichkeit, verhaltensökonomische Experimente zur Erfassung der akzeptanzfördernden Kriterien durchzuführen und den Einfluss der Künstlichen Intelligenz auf mitarbeiterbezogene Zielkriterien wie z.B. Zufriedenheit, Motivation und Stress zu erarbeiten. Mit dem Angebot von Führungen und Kompetenzentwicklungsprogrammen wird so die Akzeptanz von Künstlicher Intelligenz gefördert.



In der Lernfabrik Globale Produktion erforscht das Team des wbk intensiv die Auswirkungen von KI auf Mitarbeitende in der Produktion

Dieses Projekt bearbeitet das wbk bis zum Jahr 2026 und es wird anschließend im öffentlich zugänglichen Kompetenzzentrum fortgeführt.

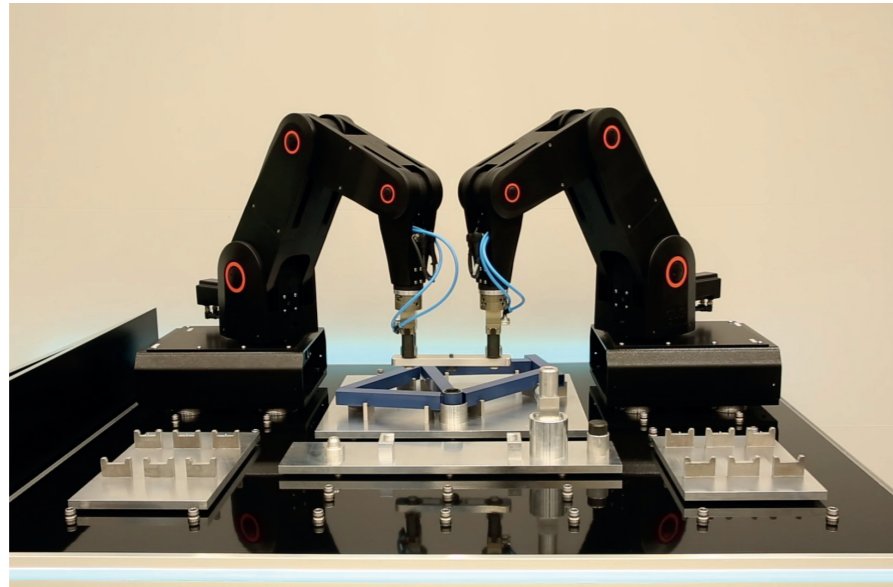
**Ansprechpartner:**  
Magnus Kandler, M. Sc.  
Telefon: +49 1523 950 2611  
E-Mail: magnus.kandler@kit.edu



## Wertstromkinematik: Produktionssysteme neu gedacht

Industrie 4.0 steht wie kein anderer Begriff für die Innovationskraft und Kreativität von Forschung und Industrie. Im Wesentlichen handelt es sich bei Industrie 4.0 jedoch oft um eine digitale Innovation, die herkömmliche physische Produktionssysteme lediglich um zusätzliche Sensoren und Aktoren erweitert und durch die Erfassung und Verarbeitung von Daten eine größere Flexibilität und Produktivität ermöglicht. Um das volle Potenzial von Industrie 4.0 auszuschöpfen, wird eine neue Produktionshardware mit mehr Freiheitsgraden benötigt. Die Produktionsmaschinen und -systeme von morgen müssen grundlegend überdacht werden.

Das Forschungsvorhaben Wertstromkinematik stellt sich dieser Herausforderung. Das neuartige Produktionskonzept fokussiert sich auf den Entwurf ganzer Produktionssysteme aus universellen, roboterähnlichen Kinematiken. Der Wertstrom wird vollständig aus dieser flexiblen Kinematik aufgebaut – auf Spezialmaschinen wird dabei völlig verzichtet. Das daraus resultierende Produktionssystem verfügt über eine Wandlungsfähigkeit, die es ermöglicht, das Potenzial von Industrie 4.0 voll auszuschöpfen. Die Kinematiken führen die typischen Handhabungsaufgaben in der Robotik aus und sind darüber hinaus in der Lage, Prozesse wie Montage, additive Fertigung, Schneid- und Fügeprozesse sowie Bearbeitungsaufgaben und Qualitätssicherung mit verschiedenen Fertigungswerkzeugen und bei Bedarf durch Kopplung mehrere Kinematiken abzudecken.



Wertstromkinematik Messedemonstrator

Um die Rekonfiguration des Produktionssystems zu erleichtern, sieht das Produktionskonzept ein Raster von Nullpunkt-Spannsystemen (vgl. eine Lego-Platte) in der Fabrikhalle vor. Damit können die Kinematiken innerhalb kürzester Zeit umgestellt und der Wertstrom neu konfiguriert werden. Darüber hinaus kann mithilfe der Engineering Plattform ein wesentlicher Anteil der Planung und Inbetriebnahme auf virtueller Basis vorgenommen werden. Dies erlaubt es, ein Produktionssystem zeit- und kostenoptimiert zu planen. In Kooperation mit der GROB-Werke GmbH & Co. KG und der Siemens AG wird die Entwicklung der Kinematiken

vorangetrieben. Gemeinsam wurde eine selbstorganisierte digitale Messe veranstaltet, in der das Konzept der Produktion der Zukunft vorgestellt wurde. Darüber hinaus wird aktuell am KIT eine breit aufgestellte Community mit diversen Instituten aus dem Maschinenbau, Informatik und Elektrotechnik aufgebaut, um dieses Forschungsvorhaben anzugehen. Mehr erfahren Sie hier: [www.wertstromkinematik.de](http://www.wertstromkinematik.de)

**Ansprechpartner:**  
Edgar Mühlbeier, M. Sc.  
Telefon: +49 1523 950 2587  
E-Mail: [edgar.muehlbeier@kit.edu](mailto:edgar.muehlbeier@kit.edu)

## 5G4KMU: 5G-Transferzentrum für kleine und mittelständische Unternehmen

Die neue Mobilfunktechnologie 5G stellt den Kommunikationsstandard der Zukunft dar – vor allem in der Wirtschaft. Mit 5G werden die Bedürfnisse produzierender Unternehmen und die erhöhten Anforderungen industrieller Anwendungen besser berücksichtigt, denn 5G ermöglicht die bedarfsgerechte Vernetzung mit hoher Bandbreite, niedriger Latenz und hoher Verbindungsanzahl. Damit schafft 5G eine wichtige Grundlage für Anwendungen der Industrie 4.0, intelligenter Mobilität und Logistik sowie für das Internet der Dinge. Im Transferzentrum 5G4KMU haben kleine und mittelständische Unternehmen (KMU) die Möglichkeit, in sogenannten Exploring Projects ihre Produkte, Anwendungen und Geschäftsmodelle mit dem neuen Mobilfunkstandard 5G weiterzuentwickeln. Eine erste Analyse der angestrebten Anwendung kann darüber hinaus initial im Rahmen



5G-Testumgebung für KMU am wbk

sogenannter Quick Checks erfolgen. Neben der notwendigen 5G-Infrastruktur wird den Unternehmen Expertenwissen zu 5G vermittelt. Am wbk Institut für Produktionstechnik werden im produktionstechnischen Labor mehrere Demonstratoren in der Testumgebung geschaffen. Prof. Jürgen Fleischer ist dabei im Bereich der vorausschauenden

Instandhaltung durch KI-Methoden, der lokalen Betriebsdatenerfassung ohne dedizierte Netzwerkinfrastruktur sowie der Modellbildung und Regelung von Werkzeugmaschinen vertreten. Prof. Gisela Lanza befasst sich mit dem Live-Tracking von Assets in der Produktion, Augmented-Reality-Anwendungen im Bereich der Mensch-Maschine-Interaktion sowie dem Remote-Teach-In von kollaborativen Robotern (sog. CoBots). Das Projekt wird vom Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Wohnungsbau Baden-Württemberg gefördert.

**Ansprechpartner:**  
Lukas Weiser, M. Sc.  
Telefon: +49 1523 950 2629  
E-Mail: [lukas.weiser@kit.edu](mailto:lukas.weiser@kit.edu)

**Tobias Schlagenhauf, M. Sc.**  
Telefon: +49 1523 950 2610  
E-Mail: [tobias.schlagenhauf@kit.edu](mailto:tobias.schlagenhauf@kit.edu)

## Industry Fellowship mit der Robert Bosch GmbH: Agile Produktionssysteme

Dr.-Ing. Nicole Stricker, Oberingenieurin im Bereich Produktionssysteme am wbk Institut für Produktionstechnik, ist seit Januar 2019 Industry Fellow der Robert Bosch GmbH. Im Geschäftsbereich Powertrain Solutions erforscht sie gemeinsam mit der Abteilung Manufacturing IT und einem Team des Werks in Stuttgart-Feuerbach, wie die Produktion durch agile, digitalisierte Produktionssysteme robuster wird. Christoph Kirsch, Executive Vice President bei Bosch Powertrain Solutions, sieht in der Industry Fellowship „die Chance in unmittelbarer Zusammenarbeit mit der Forschung einen gemeinsamen Beitrag zum Ziel effizienter und agiler Produktionssysteme zu leisten“ und hebt das große Potenzial dieser innovativen Zusammenarbeit für beide Seiten hervor.

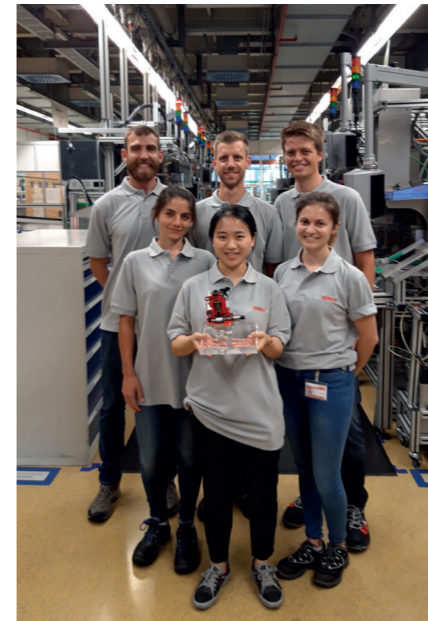


Dr.-Ing. Nicole Stricker, Oberingenieurin am wbk

Wenn-Szenarien“ schnell und kostengünstig bewerten. Die direkte Anbindung an Realdaten aus dem Data Lake verringert den manuellen Pflegeaufwand und gewährleistet darüber hinaus die einfache Übertragbarkeit auf verwandte Produktionssysteme.

Zur Steigerung der Agilität wird das komplette internationale Produktionsnetzwerk analysiert und der Prozess der technischen Planung für Bosch neu bewertet. Nicole Stricker arbeitet daran, einerseits die Planung zu automatisieren und optimieren, um das Produktionsnetzwerk optimal ausrichten zu können. Andererseits möchte sie durch ihre Forschung die Verbindung von Produktion und Logistik stärken. Die Verbindung der beiden Ansätze des Digitalen Abbilds und der Netzwerk Betrachtung erlaubt Rückschlüsse bis hin zur operativen Planung.

Mit ihrer Industry Fellowship unterstützt Frau Stricker das Ziel, wirtschaftlichere und robustere



Team der Industry Fellowship beim Probarbeiten an der CP4-Montagelinie

Produktionssysteme für die Robert Bosch GmbH zu realisieren. Als ein Shared-Instrument des KIT ermöglichen Industry Fellowships herausragenden Nachwuchswissenschaftlern eine enge Anbindung ihrer Forschung an industrielle Anwendungen. Dadurch profitieren Wissenschaft und Wirtschaft gleichermaßen.

**Ansprechpartner:**  
Dr.-Ing. Nicole Stricker  
Telefon: +49 1523 950 2621  
E-Mail: [nicole.stricker@kit.edu](mailto:nicole.stricker@kit.edu)

## Produkt-Produktions-Co-Design: Menschorientierte Gestaltung komplexer System of Systems (MoSyS)

Zur Entwicklung komplexer technischer Systeme (Produkte) und dazugehöriger Dienstleistungen arbeiten unterschiedliche Akteure unternehmensintern und -übergreifend zusammen. Ziel ist die Gestaltung innovativer technischer Systeme als Teil eines übergeordneten System of Systems (SoS), also eines Gesamtsystems, das sich zeit- und ortsabhängig aus verschiedenen Einzelsystemen zusammensetzt. Die Herausforderungen bei der Gestaltung bestehen zum einen darin, dass neuartige Methoden und Hilfsmittel für eine durchgängige und integrative Herangehensweise in der Produktentwicklung und Produktionsplanung erarbeitet werden müssen. Zum anderen gilt es, das Potential einer digitalen und agilen Kollaboration in etablierte Aufbau- und Ablauforganisationen einzuführen. Hierbei ist der Mensch in den Mittelpunkt aller Aktivitäten zu stellen. Das wbk Institut für



Gestaltung komplexer Systeme, Quelle: Adobe Stock

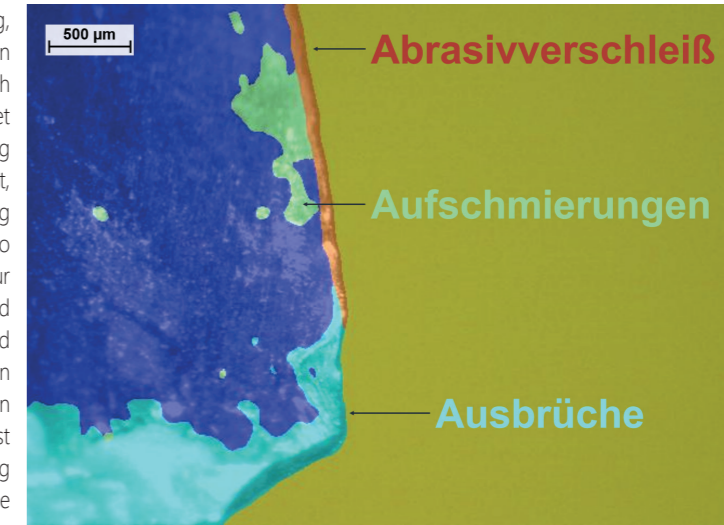
Produktionstechnik arbeitet zusammen mit dem Institut für Produktentwicklung am Karlsruher Institut für Technologie, sowie dem Fraunhofer-Institut für Entwurfstechnik Mechatronik und dem Institut für Soziologie der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg im Forschungsprojekt Menschorientierte Gestaltung komplexer System of Systems (MoSyS) an diesen Herausforderungen. Ziel des Projekts

**Ansprechpartner:**  
Louis Schäfer, M. Sc.  
Telefon: +49 1523 950 2570  
E-Mail: [louis.schaefer@kit.edu](mailto:louis.schaefer@kit.edu)

## Werkzeugzustandserkennung durch Deep-Learning

In der modernen spanenden Fertigung, die mit zunehmenden Anforderungen sowohl an die Werkzeugstandzeit als auch die Bauteilgenauigkeit einhergeht, bietet die prozessbegleitende Überwachung des Werkzeugzustandes die Möglichkeit, die Werkzeuglebensdauer vollständig auszunutzen. Zusätzlich können so Abweichungen der Werkstückkontur bereits im Prozess kompensiert und kostenintensive Folgeschäden aufgrund eines Werkzeugversagens vermieden werden. In der wissenschaftlichen Durchführung von Standzeitversuchen ist für die klassische Verschleißauswertung durch externe optische Messsysteme eine Demontage des Werkzeugs aus dem Versuchsstand notwendig. Vergleichbare Randbedingungen in der Versuchsduführung vor und nach der Verschleißmessung können nur eingeschränkt und durch aufwändiges Einrichten des Werkzeugs sichergestellt werden.

Um diesen Problemstellungen im Fräsprozess zu begegnen, wurde am wbk Institut für Produktionstechnik zunächst eine kostengünstige USB-Mikroskoptechnik in die ausgewählten Bearbeitungszentren integriert. Nach der Bearbeitung einer definierten Standmenge wird



Segmentierte Spanflächenaufnahme eines Schaftfräasers

der Fräser vor das Mikroskop geschwenkt und es werden Bilder der Span- und Freiflächen entlang des Schneidendralls aufgenommen. Durch ein neuronales Netz erfolgt anschließend neben der Detektion des Werkzeugverschleißes auch die vollständige semantische Segmentierung der Bildaufnahme des Fräasers. Das bedeutet, dass jedem Pixel des Bildes eine Objektklasse zugeordnet wird. Dazu zählen zum Beispiel die typischen Verschleißformen von Fräsern wie etwa

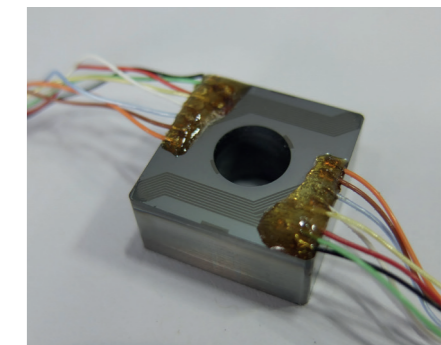
bezüglich der Schneidkante möglich wird. Als Ergebnis liegen eine Methodik und ein Algorithmus für das Online-Condition-Monitoring von Fräswerkzeugen mittels entsprechend kostengünstiger Hardware vor.

**Ansprechpartner:**  
Andreas Hillgardt, M. Sc.  
Telefon: +49 1523 950 2644  
E-Mail: [andreas.hillgardt@kit.edu](mailto:andreas.hillgardt@kit.edu)

## Surface Engineering: Dünnschichtsensoren und Machine Learning zur Optimierung des Randschichtzustandes

Zerspanungsprozesse, wie beispielsweise Fräsen und Drehen, rufen im Werkstück hohe Wärmegradienten, starke Verformungen und Phasenumwandlungen hervor. Dies führt dazu, dass sich die mechanischen Randschichteigenschaften des hergestellten Bauteils ändern. Im Rahmen des DFG-Schwerpunktprogrammes 2086 "Oberflächenkonditionierung in der Zerspantung" werden am wbk Institut für Produktionstechnik derzeit hybride Prozessmodelle entwickelt, um sowohl eine Echtzeitvorhersage des Randschichtzustandes zu ermöglichen als auch diesen gezielt einzustellen. Hierbei bestehen zwei zentrale Herausforderungen: Die erste Herausforderung besteht darin, dass die Oberflächenhärte nicht während des Prozesses gemessen werden kann. Daher muss eine Strategie entwickelt werden, die die Messung indirekt, über eine andere Variable, ermöglicht. Zu diesem Zweck arbeitet das wbk mit dem Institut für Oberflächentechnik der TU Braunschweig bei der Entwicklung von Dünnschichtsensoren zusammen.

Diese Sensoren werden in die Beschichtung von Werkzeugen integriert und messen Temperatur, Kräfte und Werkzeugverschleiß kontinuierlich. Dabei besteht die Herausforderung im Modellierungsaufwand des Härtings- und des Entfestigungsmechanismus in der Randschicht. Phänomene wie die Kornrekristallisation und die Phasenumwandlung müssen berücksichtigt werden. An dieser Stelle ist unter anderem der Einsatz des Maschinellen Lernens (ML) geeignet, da sich hiermit ein großes Potenzial in der Modellbildung bietet. Aufgrund der Komplexität der Prozessmechanismen wurde ausgehend von der Kombination von ML und Finite-Elemente-Methode in den durchgeführten Spanbildungssimulationen ein Hybridmodell generiert. Die hybride Modellierung kombiniert die charakteristische Präzision der Finite-Elemente-Methode und reduziert gleichzeitig die erforderliche Rechenzeit erheblich, indem maschinelle Lernverfahren hierbei angewandt werden. Die Information aus den Dünnschichtsensoren stellt den Input für das Hybridmodell dar, welches



Dünnschichtsensor auf der Spanfläche einer Wendeschneidplatte (Quelle: M. Plogmeyer)

den Randschichtzustand in Echtzeit abbildet. Das Ergebnis des Projekts stellt einen Softsensor dar, der den Prozess überwacht und steuert, indem er den Randschichtzustand in Echtzeit vorhersagt. Dieser wird erreicht, indem darauf aufbauend die optimalen Prozessparameter berechnet werden.

**Ansprechpartner:**  
Germán González, M. Sc.  
Telefon: +49 1523 950 2577  
E-Mail: [german.gonzalez@kit.edu](mailto:german.gonzalez@kit.edu)