Auszeichnung von Dr.-Ing. Benjamin Häfner als Leiter der KIT-Nachwuchsgruppe „Agile Produktionsregelkreise“

Die von Dr.-Ing. Benjamin Häfner geleitete Forschungsgruppe „Agile Produktionsregelkreise“ wurde durch das Karlsruher Institut für Technologie (KIT) als offizielle KIT-Nachwuchsgruppe anerkannt. Diese verfolgt das wissenschaftliche Ziel, in

Interdisziplinäre Forschungsgruppe des Projekts AgiProbot, die von Dr.-Ing. Benjamin Häfner (erster von links) koordiniert wird.

der Produktion mittels Sensorik und intelligenter Algorithmen Regelkreise zu gestalten, die sich mit möglichst großer Autonomie selbst optimieren. Hiermit verbunden wurde Dr. Häfner zudem in das Young Investigator Network (YIN), das Netzwerk von Nachwuchswissenschaftlern am KIT, aufgenommen.

Ein ausgewähltes Forschungsvorhaben im Kontext der Forschungsgruppe „Agile Produktionsregelkreise“ ist das Projekt „AgiProbot“, das von 2019 bis 2024 durch die Carl-Zeiss-Stiftung gefördert wird. Dessen Ziel ist es, ein agiles Produktionssystem zu gestalten, um mittels Künstlicher Intelligenz dynamisch auf ungewisse Produktspezifikationen zu reagieren. Einen beispielhaften Anwendungsfall hierfür stellt das sog. „Remanufacturing“ dar, wobei Altprodukte rückgewonnen, demontiert und ausgewählte Komponenten wieder in die Produktionsprozesse zurückgeführt werden. Die Fragestellung wird in einer interdisziplinären Forschungsgruppe mehrerer KIT-Institute aus Maschinenbau, Elektrotechnik und Informationstechnik sowie Informatik erarbeitet, um komplementäre Kompetenzen gezielt zu bündeln. Das Projekt wird von Dr. Häfner als Koordinator geleitet.

Der gemeinsame Lösungsansatz sieht vor, eine variierende Anzahl autonom arbeitender, mobiler Roboter in Kollaboration miteinander sowie mit dem Menschen dazu zu befähigen, sich agil an dynamisch wechselnde Aufgabenstellungen anzupassen. Die Roboter sollen dabei insbesondere auch Lösungen für die Verarbeitung bislang unbekannter Bauteile entwickeln. Hierzu werden für die Roboter innovative Verfahren des Maschinellen Lernens implementiert, die sowohl ein Selbstlernen der Roboter mittels künstlicher Intelligenz und vorhandenem Vorwissen als auch das unterstützte Anlernen in Kollaboration mit dem Menschen berücksichtigen. Um die Bauteile und deren ungewissen Zustand stets adaptiv zu erfassen, werden die Informationen vielfältiger Sensoren im Produktionssystem intelligent fusioniert. Die entwickelten Lösungen werden in einer industrienahen Demonstrator-Fabrik zum Remanufacturing am KIT implementiert.

Ansprechpartner:
Dr.-Ing. Benjamin Häfner
Telefon: +49 1523 9502585
E-Mail: benjamin.heafner@kit.edu

Neueinstellungen

Magnus Kandler, M.Sc.
Produktionsplanung und –steuerung
zum 01.01.2019

Benjamin Wirth, M.Sc.
Sensorbasierte Greifsysteme
zum 01.02.2019

Petra Siormanolakis
Assistenz der Institutsleitung am Ehrenhof
zum 15.02.2019

Sami Maliha, M.Sc.
Batteriezellfertigung
zum 15.03.2019

Michael Baranowski, M.Sc.
Additive Fertigung & Leichtbautechnik
zum 01.05.2019

Leonard Overbeck, M.Sc.
Steuerung flexibler Produktionssysteme
zum 01.05.2019

Jan Philipp, M.Sc.
Mechanische Oberflächenbehandlung mittels Laserablation und Stream Finishing
zum 01.05.2019

Denise Feyl
Assistenz der Institutsleitung am Fasanengarten
zum 01.05.2019

Philipp Schwarz
Techniker
Elektrotechnik
zum 01.05.2019

Promotionen

Dipl.-Ing. Fabian Ballier

Systematic gripper arrangement for a handling device in lightweight production processes

Dietrich Berger, M.Sc.

Quaitätssicherung von textilen Kohlenstoffaser-Preforms mittels prozessintegrierter Wirbelstromsensor-Arrays

Marielouise Schäferling (geb. Zaiß), M.Sc.

Development of a Data Fusion-Based Multi-Sensor System for Hybrid Sheet Molding Compound

Johannes Fisel, M.Sc.

Planung eines robusten, wandlungsfähigen Multivarianten-Endmontagesystems am Beispiel alternativer Antriebskonzepte

Dipl.-Ing. Quirin Spiller

Additive Herstellung von Metallbauteilen mit dem ARBURG Kunststoff-Freiformen

Dipl.-Ing. Andreas Spohrer

Steigerung der Ressourceneffizienz und Verfügbarkeit von Kugelgewindetrieben durch adaptive Schmierung

Dipl.-Ing. Patrick Bollig

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

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: kontakt@wbk.kit.edu

Mikroproduktion • Laserstrukturierung • ProIQ • Quo Vadis • Ratterunterdrückung • AgiProbot

Editorial

Liebe Freunde und Partner des wbk,

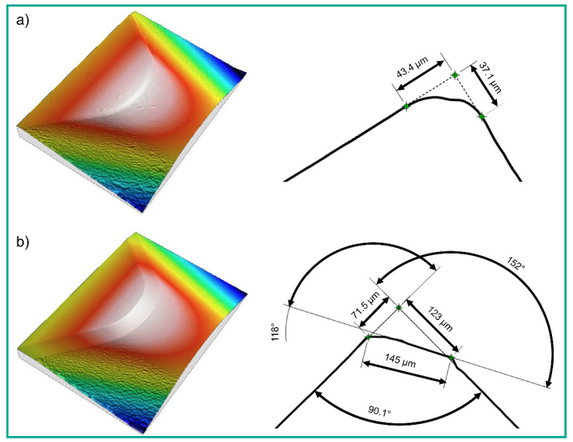
in dieser Ausgabe unseres Newsletters berichten wir von unserem Forschungsschwerpunkt Mikroproduktion. Dabei geht es aus Sicht der Fertigungstechnik um die hochpräzise Schneidkantenpräparation mittels µFräsen und um die µStrukturierungen mittels Laserablation mit dem Ziel, gezielte Randschichtzustände einzustellen und somit bspw. ein optimiertes tribologisches Bauteilverhalten zu erreichen. Für die Herstellung von Hochpräzisionsbauteilen im Mikrometer-Bereich nimmt die Qualitätssicherung eine wichtige Rolle ein. Hierfür entwickeln wir zum einen Methoden und Algorithmen, um Komponenten im Mikrometer-Bereich zu analysieren. Zum anderen arbeiten wir an adaptiven Produktionsstrategien, Qualität und Ausbringungsrate in Anwendungsfällen aus der Medizintechnik zu steigern. Aus Sicht der Werkzeugmaschine stellen wir einen Ansatz vor, um bei der Zerspanung unerwünschte Ratterfrequenzen mittels semi-aktiven Komponenten zu vermeiden.
Zuletzt berichten wir über die neu eingerichtete KIT-Nachwuchsgruppe „Agile Produktionsregelkreise“, geleitet von Dr.-Ing. B. Häfner.

Wir wünschen Ihnen eine spannende Lektüre.

Ihr wbk-Team

Mikrobearbeitung von Hartmetallwerkzeugen

Das wbk arbeitet im Kontext der Zerspanung mit Fokus auf den resultierenden Randschichtzuständen, wie zum Beispiel Eigenspannungstiefenverläufen, Korngrößenverteilungen oder Neuhärtezonen und Phasenumwandlungen allgemein. Stand der Forschung ist, dass diese Randschichtzustände maßgeblich von der Schneidkantenmikrogeometrie beeinflusst werden und somit durch den gezielten Einsatz derselben kontrolliert werden können. Die Einstellung bestimmter Schneidkantenmikrogeometrien ist also Voraussetzung für dieses Forschungsfeld. In diesem Zusammenhang wurde in der Vergangenheit mit stochastischen Verfahren, wie dem Schleppschleifen oder Bürsten, gearbeitet. Für diese Verfahren wurden Strategien für die symmetrische und asymmetrische Verrundung von Schneidkanten aus Hartmetall entwickelt. Derart präparierte Werkzeuge waren insbesondere in orthogonalen Schnittversuchen im Einsatz.



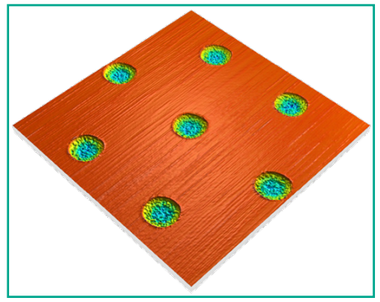
Konfokal-Mikroskopaufnahme: a) einer Schneidkante im Anlieferungszustand, b) einer mittels Mikrobearbeitung gleichmäßig über den Eckenradius gefasten Schneidkante

Für Zerspanungsversuche am industriellen Zerspanungsprozess (z.B. Drehen) kommen die Verfahren allerdings an ihre Grenzen. Durch die Verwendung von ungeführten Werkzeugen, d.h. also Abrasivstoff oder Filamentbürsten, ist die gezielte Einstellung der Schneidkantenmikrogeometrie entlang der Schneidecke problematisch und führte in der Vergangenheit zu viel Ausschuss in der Präparation der Werkzeuge. Aus diesem Grund kommt inzwischen ergänzend die Ultrapräzisionsbearbeitung für die gezielte Einstellung von Schneidkantenmikrogeometrien zum Einsatz. Durch die Verwendung von Diamantschleifwerkzeugen und Diamantfräsern lassen sich präzise Mikrogeometrien einstellen. Diese Technik ermöglicht eine nahezu unbegrenzte Gestaltungsfreiheit bezüglich klassischer Kennwerte wie dem Form-Faktor K oder Fasen.

Ansprechpartner:
M.Sc. Eric Segebade.
Telefon: +49 1523 9502615
E-Mail: eric.segebade@kit.edu

Laserstrukturierung von technischen Oberflächen

Die gezielte Beeinflussung technischer Oberflächen bietet die Möglichkeit, geforderte Bauteileigenschaften wie z.B. das tribologische Verhalten, einzustellen. Der aktuelle Stand der Forschung zeigt, dass der Einsatz von Ultra-Kurzpulslasersystemen (UKPL) für die Oberflächenstrukturierung eine vielversprechende Möglichkeit bietet, das tribologische Verhalten von Maschinenelementen, wie Wellen oder Lagern aber auch von Zerspanungswerkzeugen, zu optimieren. Der Verschleiß von Bauteilen und Werkzeugen stellt in der Industrie einen beachtlichen Kostenfaktor dar. Durch den gezielten Einsatz der Laser-Strukturierung kann der Verschleiß von Werkzeugen und Bauteilen reduziert und somit die Standzeit dieser erhöht werden. Die UKPL-Bearbeitung hat sich als besonders vorteilhaft erwiesen, da in jedem Bearbeitungsschritt nur ein Minimum an Wärme in das Bauteil eingebracht wird. Die hierdurch reduzierte Wärmebelastung ermöglicht die Vermeidung thermischer Schäden sowie unerwünschter Modifikationen des Materials.



Topographie einer mittels UKP-Laser eingebrachten Näpfchen-Struktur

Das aktuell laufende DFG-Projekt „Fertigung optimierter technischer Oberflächen durch eine Verfahrenskombination aus Stream Finishing und Laserablation" sieht die Erforschung von optimalen Oberflächen von hydrodynamischen Gleitlagern vor. Hierbei soll, neben der Feinstbearbeitung durch das Stream Finishing-Verfahren, eine geeignete Oberflächenstruktur erarbeitet werden. Vorversuche haben gezeigt, dass Näpfchen-Strukturen den Reibungskoeffizienten senken können. Durch die Entwicklung einer optimierten Geometrie dieser Strukturen sowie eines idealen Oberflächenverhältnisses zwischen strukturierter und nicht strukturierter Oberfläche soll ein Gleitlager-Demonstrator hergestellt werden, an welchem die positiven Effekte der Oberflächenstruktur im Bereich der Mischreibung gezeigt werden können.
Durch einen Ausbau des Laserbearbeitungszentrums der FWT soll es in Zukunft möglich sein, durch verschiedene Laserstrahlung, feinere Strukturen auf verschiedensten Werkstoffen zu erzeugen, was zu einer signifikanten Erweiterung der möglichen Anwendungsfelder führt.

Ansprechpartner:
M.Sc. Jan Philipp
Telefon: +49 1523 9502643
E-Mail: jan.philipp@kit.edu

BMBF ProIQ: Adaptive, prozessübergreifende Qualitätsregelkreise für Hochpräzisionsbauteile

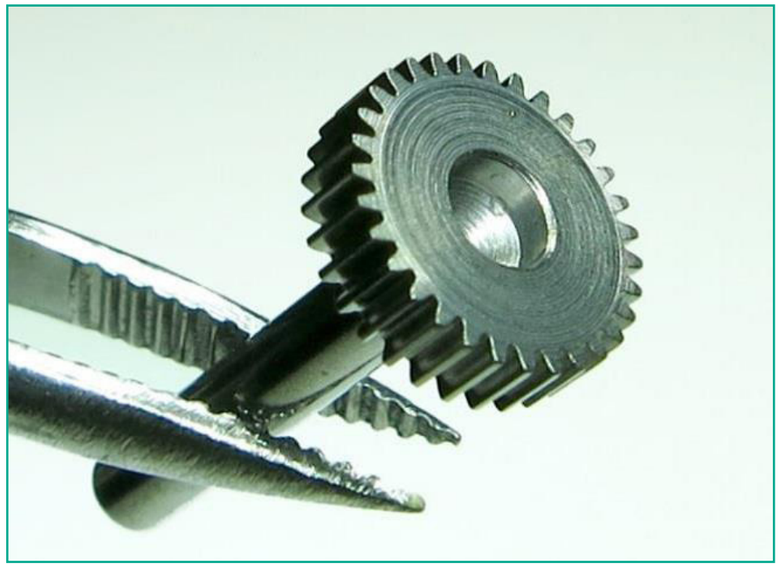
Qualitätssicherung am industriellen Mikro-Zahnraddemonstrator, beispielsweise Geradeverzahnung Modul 0.2 mm, 31 Zähne (wbk, KIT)

Schlüsselfunktionen in komplexen Baugruppen können häufig nur durch Hochpräzisionsbauteile realisiert werden. Dabei bewegen sich die Hersteller im Spannungsfeld zwischen sehr 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 prozesssichere Fertigung möglich ist.
Im Projekt werden daher anhand von zwei Anwendungsfällen aus Medizintechnik (Dentalinstrument Sirona) und Automotive (Bosch mit Zulieferer Mesa Parts) erstmals adaptive Qualitätsregelkreise in der Produktion werks- und unternehmensübergreifend angewandt werden, um Qualität und Ausbringungsrate gleichzeitig zu steigern.
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% der Bauteile in der Linie mit der notwendigen Genauigkeit gemessen werden. Zum anderen müssen die Bauteile über die weitere Prozesskette hinweg bis zur fertigen Baugruppe individuell verfolgt werden. Das BMBF-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 Messwertspeicherung mittels FingerPrint-Technologie (Fraunhofer IPM, Jeodx) an. Auf Basis der hierdurch ermöglichten bauteilindividuellen Zuordnung von Messdaten werden verschiedene adaptive Produktionsstrategien für Hochpräzisionsprodukte entwickelt (wbk). Die Qualität steigt, der Ausschuss sinkt.
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 sehr unterschiedliche Geometrien und Oberflächen, woran die Übertragbarkeit auf andere Prozessketten erforscht und demonstriert wird.

Ansprechpartner:
M.Sc. Raphael Wagner
Telefon: +49 1523 9502627
E-Mail: raphael.wagner@kit.edu

Quo Vadis – Qualitätssicherung für Mikro-Verzahnung

Das Vorhaben „Qualitätssicherung von Mikroverzahnungen - Praxisgerechte Methoden zur flächenorientierten Messung von Mikrozahnrädern mit minimaler Messunsicherheit" (Quo Vadis) ist ein Verbundforschungsprojekt, das aus Mitteln der Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen (AiF) gefördert und durch die Forschungsvereinigung Antriebstechnik e.V. (FVA) im Arbeitskreise Messtechnik betreut wird. Gemeinsam mit den Industriepartnern Sirona Dental Systems GmbH und maxon motor AG werden Methoden und Algorithmen zur verbesserten Auswertung topographischer Mikro-Zahnradmessdaten entwickelt und validiert, um die Einsatzfähigkeit neuer optischer und computertomographischer Messverfahren für die Qualitätssicherung von Mikro-Zahnrädern zu unterstützen.
Ansatzpunkte im Rahmen des Projektes sind dabei (1) die Bewertung bestehender Auswertealgorithmen zur flächigen Charakterisierung, (2) die Entwicklung einer Methodik zur ortsabhängigen Messunsicherheitsermittlung topographischer Messverfahren sowie (3) die Datenfusion von Mikro-Zahnradmessungen aus verschiedenen Messverfahren anhand ihrer Messunsicherheit.
Im Zusammenspiel befähigen die Ansätze Messtechnikanbieter und Anwendern zur verbesserten Messdatenauswertung durch Steigerung der Informationsdichte und Verringerung der Messunsicherheit. Nach zweijähriger Laufzeit endet das Projekt mit dem Ergebnis der verbesserten Messdatenauswertung, die Hersteller von Mikro-Zahnrädern, Mikro-Getrieben und Präzisionsuhren die Möglichkeit bietet, ihre Produktqualität verlässlicher zu ermitteln, deren Funktionalitäten gezielter zu optimieren und ihre Fehlerkosten zu senken.

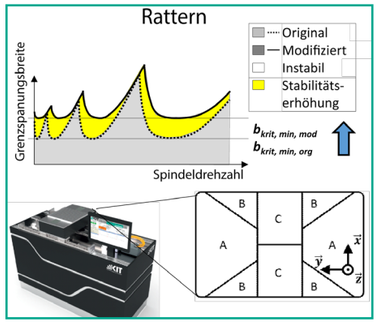


Qualitätssicherung am industriellen Mikro-Zahnraddemonstrator, beispielsweise Geradeverzahnung Modul 0.2 mm, 31 Zähne (wbk, KIT)

Ansprechpartner:
M.Sc. Raphael Wagner
Telefon: +49 1523 9502627
E-Mail: raphael.wagner@kit.edu

Semi-aktive Komponente zur Ratterunterdrückung an spanenden Werkzeugmaschinen

Das Vorhaben „Semi-aktive Komponente zur Ratterunterdrückung von spanenden Werkzeugmaschinen" ist ein von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) gefördertes Projekt.
Im Rahmen des Projektes soll ein neuartiges Verfahren zur Ratterunterdrückung bei spanenden Werkzeugmaschinen untersucht werden. Hierbei wird der Einsatz einer Strukturkomponente, bestehend aus einer mit Flüssigkeit adaptiv befüllbaren Kammerstruktur, untersucht. Ziel ist es durch gezieltes Einstellen der Masse und deren Verteilung innerhalb der Kammern die für das Bearbeitungsergebnis negativen Ratterfrequenzen zu vermeiden. Die Komponente ist in einzeln befüllbare Kammern unterteilt um eine möglichst flexible Anpassung an unterschiedliche Bearbeitungssituationen zu gewährleisten. Im Rahmen des Forschungsprojektes soll zunächst die simulative Optimierung der Komponente durch eine FEM Simulation untersucht werden. Hierzu wird eine Werkzeugmaschine inklusive der adaptiven Massenkomponente simuliert und die Auswirkung der unterschiedlichen Befüllungskombinationen auf das dynamische Verhalten der Werkzeugmaschine untersucht. Anschließend soll das Modell mit einem Prüfstand validiert werden. In einem weiteren Arbeitspaket soll der Einsatz eines genetischen Algorithmus zur Optimierung der Kammerstruktur und zur optimalen Befüllung der Komponente untersucht werden. Hierzu wird die Kammerstruktur der Komponente in Wabenform gestaltet um möglichst viele Befüllungskombinationen zu simulieren. Als Optimierungsgröße zur Minimierung der Ratterneigung wird die Fläche unter der Stabilitätskarte für einen Bearbeitungszustand gewählt. Die optimale Kammer-Befüllungskombination gilt es mittels des genetischen Algorithmus durch Maximieren dieser Fläche zu finden.



Prinzip zur Erhöhung der Fläche unter der Stabilitätskarte durch adaptive Befüllung der Kammerkomponente

Ansprechpartner:
M.Sc. Tobias Schlagenhauf
Telefon: +49 1523 9502610
E-Mail: tobias.schlagenhauf@kit.edu

M.Sc. Dominik Mayer
Telefon: +49 1523 9502598
E-Mail: dominik.mayer@kit.edu