



TECHNISCHE UNIVERSITÄT
CHEMNITZ

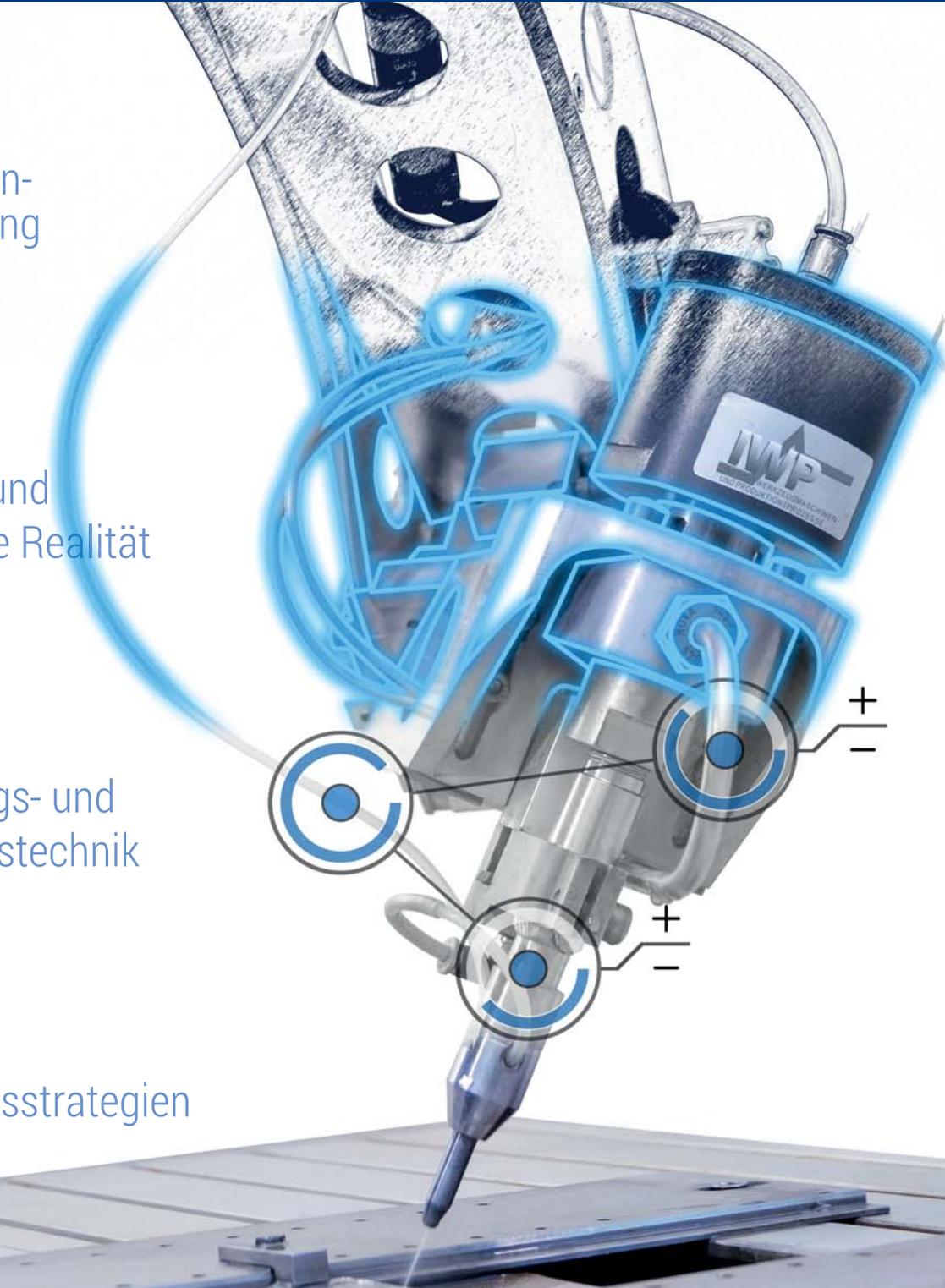
Fakultät für Maschinenbau
Institut für Werkzeugmaschinen und Produktionsprozesse
Professur Werkzeugmaschinenkonstruktion und Umformtechnik
Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Reimund Neugebauer
Prof. Dr.-Ing. Matthias Putz

Maschinen-
entwicklung

Virtuelle und
Erweiterte Realität

Steuerungs- und
Regelungstechnik

Fertigungsstrategien



JAHRESBERICHT

10/2016 – 03/2019

Jahresbericht 10/2016 – 03/2019

Technische Universität Chemnitz

Institut für
Werkzeugmaschinen und Produktionsprozesse (IWP)

Professur
Werkzeugmaschinenkonstruktion und Umformtechnik



Institut für Werkzeugmaschinen
und Produktionsprozesse
09107 Chemnitz

Tel.: 0371/531-23500
Fax: 0371/531-23509
E-Mail: wzm@mb.tu-chemnitz.de
www.tu-chemnitz.de/mb/iwp

Vorwort



Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Reimund Neugebauer



Prof. Dr.-Ing. Matthias Putz



Prof. Dr.-Ing. Andreas Hirsch

Von Oktober 2016 bis März 2019 – wir blicken auf eine erfolgreiche Zeit der Entwicklung universitärer Lehre und Forschung im Bereich der Produktionstechnik zurück.

Nach einer Phase des Wandels und der Neuausrichtung der Professur war der Berichtszeitraum geprägt von einem kontinuierlichen Wachstum. Unter Leitung von Herrn Prof. Dr.-Ing. Matthias Putz, der seit der Präsidentschaft von Herrn Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Reimund Neugebauer in der Fraunhofer-Gesellschaft die Professur wahrnimmt, arbeiten an der Professur vier Lehr- und Forschungsabteilungen zu den Inhalten:

- Werkzeugmaschinen,
- Steuerungs- und Regelungstechnik,
- Fertigungstechnik/Spanen und
- Prozessinformatik und Virtuelle Produktentwicklung.

Integriert in die Schwerpunktfelder der TU Chemnitz – „Energy-Efficient Production Processes“, „Human Factors in Technologies“ und „Smart Systems and Materials“ – konnte die Professur Werkzeugmaschinenkonstruktion und Umformtechnik ihre Stellung als ein deutschlandweit und international sichtbares Zentrum der Lehre und Forschung im Bereich der Produktionstechnik konsequent ausbauen. In enger Kooperation mit dem Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU wurde die Grundlagenforschung weiter gestärkt, auf zukunftsorientierte Themen fokussiert und mit industrienahen Projekten untersetzt. Themen, die sich den strategischen Zielen von Industrie 4.0 – dem Zukunftsprojekt in der Hightech-Strategie der Bundesregierung – zuordnen lassen sowie Forschung im Umfeld der Smart Factory, die für Wandlungsfähigkeit in der Produktion, Ressourceneffizienz und Ergonomie steht, bilden den Rahmen unserer Arbeit.

Herausragende wissenschaftliche Forschungsergebnisse wurden in Industrieprojekten, Sonderforschungsbereichen und Verbundprojekten erbracht. Besonders zu nennen sind:

- Der im Berichtszeitraum abgeschlossene Sonderforschungsbereich/Transregio 39 „Großserienfähige Produktionstechnologien für leichtmetall- und faser-verbundbasierte Komponenten mit integrierten Piezosensoren und -aktoren – PT-PIESA“.
- Der Sonderforschungsbereich/Transregio 96 „Thermo-energetische Gestaltung von Werkzeugmaschinen“ mit dem 2017 durchgeführten 5. Kolloquium zum Thema „Modellierung und Simulation“.

- Die Sächsische Allianz für material- und ressourceneffiziente Technologien AMARETO, die im März 2017 in logischer Weiterführung des sächsischen Spitzentechnologieclusters eniPROD ihre Arbeit aufnahm. Schon im Mai 2018 wurden auf einem 1. Kolloquium wichtige Ergebnisse präsentiert und die weiteren Zielstellungen präzisiert.
- Das ZIM-Netzwerk „AVARE“ Anwendung von Virtual und Augmented Reality, welches sich fest etabliert hat und mit seiner 4. Fachkonferenz „VAR² 2017 – Realität erweitern“ die Anwendungspotenziale dieser Technologien praxisnah aufzeigte.

Im Januar 2019 startete das ZIM-Kooperationsnetzwerk „META – Manufacturing 4.0 durch Entwicklung und Transfer progressiver Automatisierungslösungen“. Gemeinsam werden smarte Überwachungs- und Automatisierungslösungen zur problemorientierten Bewertung, Überwachung, Regelung und Optimierung relevanter Prozesse, Produkte, Maschinen und Anlagen sowie Dienstleistungen bearbeitet. Vielfältige wissenschaftliche Ergebnisse konnten gemeinsam mit dem Fraunhofer IWU auf dem 5. Kongress Ressourceneffiziente Produktion „Mehrwert Digitale Fabrik“, 2017, dem 8. Chemnitzer Karosseriekolloquium CBC „Karosseriebau im Wandel“, 2017 und dem 10. Chemnitzer Produktionstechnischen Kolloquium CPK „Präzision durch adaptive Produktion“, 2018 vorgestellt werden.

Hervorheben möchten wir die im Zeitraum abgeschlossenen Promotionen, deren wissenschaftliche Kreativität wesentlich zum Generieren neuer Forschungsansätze und zur langfristigen Wettbewerbsfähigkeit der Professur beiträgt.

In der studentischen Ausbildung konnte die Qualität der Lehrveranstaltungen durch kontinuierliche Evaluierung weiter verbessert werden. Mit insgesamt 23 eigenständigen Lehrgebieten in den Lehrlinien Werkzeugmaschinen, Mechanik, Fertigungstechnik und Virtual Reality leistet die Professur einen maßgeblichen, fakultätsübergreifenden Anteil an der Ausbildung. Durch aktive Mitarbeit in den Studienkommissionen der Fakultät konnten die Bachelor- und Masterstudiengänge im Bereich der Produktionstechnik weiter vervollkommen werden. Mit dem deutsch-tschechischen Masterstudiengang „Produktionssysteme“ und deutsch-tschechischen Bachelorprogramm „Maschinenbau“ leistet die Professur einen herausragenden Beitrag zur Umsetzung des Bologna-Prozesses an der TU Chemnitz. Durch drei neue Lehrveranstaltungen in der Profillinie „Production Systems“ wird der englischsprachige Masterstudiengang „Advanced Manufacturing“ durch die Professur grundlegend geprägt.

Unsere Sichtbarkeit auf nationaler und internationaler Ebene konnte durch die aktive Mitarbeit in der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Produktionstechnik WGP und in der Internationalen Akademie für Produktionstechnik CIRP ausgebaut werden. Die Vielzahl hochwertiger wissenschaftlicher Publikationen und Vorträge spiegelt dies wider. Gemeinsam mit der Professur Adaptionik und Funktionsleichtbau wurde das WGP-Assistententreffen 2017 erfolgreich realisiert.

Im Berichtszeitraum erfolgte eine deutschlandweit überdurchschnittliche und stabile Einwerbung von Drittmitteln. Wir danken allen Projektpartnern aus Industrie und Forschung, den Projektträgern, der Universitäts- und Fakultätsleitung sowie der Verwaltung der TU Chemnitz für die vertrauensvolle Zusammenarbeit in den vergangenen Jahren.

Ohne die Leistungsfähigkeit, wissenschaftliche Exzellenz, Kreativität sowie den Erfolgswillen und das persönliche Engagement unserer Führungskräfte und Wissenschaftler, technischen Angestellten und wissenschaftlichen Hilfskräfte wäre die positive Entwicklung unserer Professur undenkbar gewesen. Ihnen gilt an dieser Stelle unser besonderer Dank.

Im vorliegenden Bericht für den Zeitraum 10/2016 – 03/2019 finden Sie eine übersichtsartige Darstellung der Lehraktivitäten und einen Querschnitt ausgewählter Forschungsthemen der Professur. Wir wünschen Ihnen eine spannende Lektüre und danken Ihnen für Ihr Interesse.

Chemnitz, im März 2019



Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Reimund Neugebauer



Prof. Dr.-Ing. Matthias Putz
Wahrnehmung der Professur



Prof. Dr.-Ing. Andreas Hirsch
Geschäftsführer

Die Professur im Überblick

Organisatorisch ist die Professur Werkzeugmaschinenkonstruktion und Umformtechnik in vier Lehr- und Forschungsabteilungen sowie einen Bereich für Lehr- und Forschungsmanagement strukturiert.

Die seit Januar 2019 vorhandene temporäre Struktur mit Geschäftsführer und Geschäftsführendem Oberingenieur ist dem geordneten Ausscheiden von Herrn Prof. Dr.-Ing.

Andreas Hirsch und der Funktionsübernahme durch Herrn Dr.-Ing. Philipp Klimant zum Ende des Berichtszeitraumes geschuldet. Die Lehr- und Forschungsabteilung Werkzeugmaschinen wurde bis 31.10.2018 durch Herrn Dr. Volker Wittstock und die Lehr- und Forschungsabteilung Fertigungstechnik/Spanen ebenfalls bis zum 31.10.2018 durch Herrn Dr. Martin Dix geleitet.

Organigramm der Professur Werkzeugmaschinenkonstruktion und Umformtechnik



Historie und Netzwerke

Historie

Die 60-jährige Entwicklung der Professur für Werkzeugmaschinenkonstruktion und Umformtechnik und des Instituts für Werkzeugmaschinen und Produktionsprozesse stellt sich heute wie folgt dar:

- 1956 Gründung des Instituts für Werkzeugmaschinen
Prof. Dr.-Ing. habil. Horst Berthold
- 1958 Übernahme der Leitung des Instituts für Werkzeugmaschinen durch
Prof. Dr.-Ing. Rudolf Piegert
- 1967 Überführung des Instituts in den Wissenschaftsbereich Fertigungsmittelentwicklung
Prof. Dr.-Ing. Rudolf Piegert
- 1968 Neustrukturierung des Wissenschaftsbereiches Fertigungsmittelentwicklung
Prof. Dr.-Ing. Rudolf Piegert
Grundlagen der Werkzeugmaschinenkonstruktion
Prof. Dr.-Ing. Eberhard Herling
Automatisierung der Werkzeugmaschinen
Prof. Dr.-Ing. Rudolf Piegert
- 1988 Übernahme der Leitung des Wissenschaftsbereiches
Prof. Dr.-Ing. habil. Rolf Wätzig
- 1993 Übernahme der Leitung der Professur für Werkzeugmaschinenkonstruktion
Prof. Dr.-Ing. habil. Reimund Neugebauer
- 1998 Einrichtung einer Honorarprofessur „Innovationsmanagement für Produkt- und Prozessentwicklung“ an der Professur Werkzeugmaschinen
Prof. Dr.-Ing. Clemens Schmitz-Justen
- 2000 Gründung des Instituts für Werkzeugmaschinen und Produktionsprozesse (IWP)
Geschäftsführender Direktor
Prof. Dr.-Ing. habil. Reimund Neugebauer
- 2004 Gründung des Virtual Reality Center Production Engineering (VRCP)
Prof. Dr.-Ing. Dieter Weidlich
- 2006 Festveranstaltung anlässlich des 50-jährigen Gründungsjubiläums des Instituts
Einrichtung einer Honorarprofessur „Optimierung von Produktionsprozessen“ an der Professur
Prof. Dr. rer. pol. Jochem Heizmann
- 2007 Ausrichtung der 57th CIRP General Assembly in Dresden
- 2008 Eingliederung der Professur Steuerungs- und Regelungstechnik in die Professur für Werkzeugmaschinenkonstruktion und Umformtechnik

- 2010 Eingliederung der Professur Fertigungslehre in die Professur für Werkzeugmaschinenkonstruktion und Umformtechnik
- 2013 Einrichtung einer Honorarprofessur „Rechtliche Grundlagen der Ingenieurstätigkeit“ an der Professur
Prof. Dr. Endrik Wilhelm
Einrichtung einer Honorarprofessur „Investitionsgütermarketing für Maschinenbauer“ an der Professur
Prof. Dr.-Ing. Frank Brinken
Ernennung von Dr.-Ing. Andreas Hirsch zum außerplanmäßigen Professor
- 2014 Wahrnehmung der Professur für Werkzeugmaschinenkonstruktion und Umformtechnik
Prof. Dr.-Ing. Matthias Putz
Einrichtung einer Honorarprofessur „Werkzeugbau in der Automobilproduktion“ an der Professur
Prof. Dr.-Ing. Hubert Waltl

Netzwerke

Die erfolgreiche Entwicklung der Professur und des Instituts ist eng verbunden mit dem wissenschaftlichen Werdegang von Herrn **Prof. Dr.-Ing. habil. Reimund Neugebauer**. Wichtige Stationen hierbei sind:

- 1997 Mitgliedschaft in der Wissenschaftlichen Arbeitsgemeinschaft Umformtechnik (AGU)
- 1998 Assoziiertes Mitglied der Internationalen Akademie für Produktionstechnik (CIRP)
- 1998 Mitgliedschaft in der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Produktionstechnik e. V. (WGP)
- 1999 Korrespondierendes Mitglied der Internationalen Akademie für Produktionstechnik (CIRP)
- 2000 Gründungspräsident des Industrievereins Sachsen 1828 e. V.
- 2003 Mitglied des Konvents für Technikwissenschaften der Union der deutschen Akademien der Wissenschaften e. V. (acatech)
- 2005 Aktives Mitglied/Fellow der Internationalen Akademie für Produktionstechnik (CIRP)
- 2009 Vizepräsident der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Produktionstechnik e. V. (WGP)
- 2010 - Präsident der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Produktionstechnik e. V. (WGP)
- 2011

Netzwerke und Internationales

- 2012 Vizepräsident der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Produktionstechnik e. V. (WGP)
- 2012 Wahl zum Präsidenten der Fraunhofer-Gesellschaft
- 2014 Mitglied der Nationalen Akademie der Wissenschaften Leopoldina
Mitglied im Steuerkreis des Innovationsdialogs zwischen Bundesregierung, Wirtschaft und Wissenschaft, initiiert von Bundeskanzlerin Angela Merkel
- 2015 Einer der beiden Vorsitzenden des Hightech-Forums, zentrales Beratungsgremium der Bundesregierung
- 2015 Mitglied in der High-level Group of Personalities on Defence Research der Europäischen Verteidigungsagentur
- 2016 Mitglied im Leitungsgremium der Plattform Industrie 4.0
- Die Professur ist zudem durch die Mitgliedschaft von Herrn **Prof. Dr.-Ing. Matthias Putz** vertreten:
- 2012 Assoziiertes Mitglied der Internationalen Akademie für Produktionstechnik (CIRP)
- 2014 Vorstandsmitglied im ACOD Automotive Cluster Ostdeutschland e. V.
- 2016 Zweiter, stellvertretender Vorsitzender im ACOD Automotive Cluster Ostdeutschland e. V.
- 2016 Mitglied im DFG ingenieurwissenschaftlichen Fachkollegium/gewählter Fachkollegiat Produktionstechnik

Internationale Kooperation

Der Lehrstuhl unterhält, gestützt durch die CIRP-Mitgliedschaft, internationale Kontakte zu einer Vielzahl von ausländischen Universitäten:

- Australien: University of Sydney
- China: Tongji University
- Frankreich: Ecole nationale d'ingénieurs de Saint-Etienne
- Großbritannien:
 - University of Bath
 - University of Cambridge
- Irland: University College Dublin
- Italien:
 - Università degli Studi di Napoli Federico II
 - Università degli Studi di Padova
 - Università di Bologna
- Japan:
 - Chubu University
 - Kobe University
- Kanada: University of Windsor, Ontario
- Österreich: Technische Universität Wien
- Polen:
 - Uniwersytet Wrocławski
 - University of Zielona Góra
- Russland:
 - Kuzbass State Technical University, Kemerowo
 - MSTU STANKIN, Moskau
- Schweiz: Eidgenössische Technische Hochschule, Zürich
- Slowakei: Slovenska Technika Univerzita v Bratislave
- Spanien: Mondragon Unibertsitatea
- Südafrika: Universiteit van Stellenbosch
- Tschechische Republik:
 - Brno University of Technology
 - ČVUT v Praze
 - Univerzita Jana Evangelisty Purkyne v Ústí nad Labem
 - Západočeská univerzita v Plzni
- Ungarn: Budapesti Corvinus Egyetem
- USA:
 - University at Albany, New York
 - University of California
 - Ohio State University, Columbus
- Vietnam: Hanoi University of Science and Technology

Aktive bilaterale Vereinbarungen im Rahmen von europäischen LLP/ERASMUS-Partnerschaften bestehen zu:

- Frankreich: Ecole Nationale d'Ingenieurs Saint Etienne
- Italien: Università degli Studi di Napoli Federico II
- Österreich: Technische Universität Wien
- Polen: University of Zielona Góra
- Slowakei: Slovenska Technika Univerzita v Bratislave
- Spanien: Mondragon Unibertsitatea
- Tschechische Republik:
 - Brno University of Technology
 - Univerzita Jana Evangelisty Purkyne v Ústí nad Labem
- Türkei: Kocaeli Üniversitesi, Izmit

Ausgewählte Konferenzen, Workshops und Messebeteiligungen

2016

60 Jahre universitäre Werkzeugmaschinenforschung und Lehre in Chemnitz – Gründungsjubiläum, **14.10.2016**

2017

5. Kongress Ressourceneffiziente Produktion, „Mehrwert Digitale Fabrik“, **08.03.2017**

intec Fachmesse Leipzig, Gemeinschaftsstand mit Software-Systemhaus ARC Solutions, **07. - 10.03.2017**

Hannover Messe, Gemeinschaftsstand, „Forschung für die Zukunft“, **24. - 28.04.2017**

8. Chemnitzer Karosseriekolloquium CBC, „Karosseriebau im Wandel“, **14./15.11.2017**

5. Kolloquium des SFB/Transregio 96, „Thermo-Energetische Gestaltung von Werkzeugmaschinen“, **22./23.03.2017**

WGP-Assistententreffen in Chemnitz, **11. - 13.09.2017**

EMO Hannover, Gemeinschaftsstand mav industrie 4.0 area, **18. - 23.09.2017**

4. Fachkonferenz zu VR-/AR-Technologien in Anwendung und Forschung „VAR² 2017 - Realität erweitern“, **06./07.12.2017**

2018

54. Sitzung des Arbeitskreises Wasserstrahltechnologie (AWT), **05.03.2018**

Hannover Messe, Gemeinschaftsstand „Forschung für die Zukunft“, **23. - 27.04.2018**

1. Kolloquium der Sächsischen Allianz für material- und ressourceneffiziente Technologien AMARETO, **31.05.2018**

10. Chemnitzer Produktionstechnisches Kolloquium CPK, „Präzision durch adaptive Produktion“, **06./07.06.2018**

2019

6. Kongress Ressourceneffiziente Produktion „Smart Production“, **06.02.2019**

intec Fachmesse Leipzig, Gemeinschaftsstand „Forschung für die Zukunft“, **05.-08.02.2019**



5. Kolloquium des SFB/Transregio 96, 2017



WGP-Assistententreffen, 2017



4. Fachkonferenz „VAR² 2017 - Realität erweitern“, 2017



Hannover-Messe, 2017

Gründungsjubiläum

60 Jahre universitäre Werkzeugmaschinenforschung und Lehre in Chemnitz – Gründungsjubiläum

Anlässlich des 60. Gründungs-Jubiläums des Instituts für Werkzeugmaschinen an der damaligen Hochschule für Maschinenbau Karl-Marx-Stadt fand am 14. Oktober 2016 eine Fachkonferenz mit Abendveranstaltung statt. Unter dem Motto „Menschen machen Maschinen“ feierte das Institut diesen Anlass gemeinsam mit rund 500 Partnern aus Wissenschaft, Industrie, Politik und Gesellschaft sowie Absolventen, Promovenden und ehemaligen Mitarbeitern. Ziel der Veranstaltung war es, allen langjährigen Mitstreitern und Partnern zu danken und gleichzeitig die Innovationskraft des Chemnitzer Maschinenbaus weithin sichtbar zu machen.

Das Festprogramm

Prof. Dr.-Ing. habil. Reimund Neugebauer, Präsident der Fraunhofer-Gesellschaft und langjähriger Leiter des Instituts für Werkzeugmaschinen und Produktionssysteme an der TU Chemnitz, übernahm am Vormittag die Eröffnung des Festaktes. Er würdigte in seiner Rede insbesondere die Leistungen der Professoren und Mitarbeitenden über sechs Jahrzehnte hinweg sowie das Engagement von Prof. Dr. Matthias Putz, der seit 2014 die kommissarische Leitung der Professur innehat. In seinem Ausblick auf zukünftige Forschungsschwerpunkte und Entwicklungen am Institut hob Neugebauer vor allem die Bedeutung des Werkzeugmaschinenbaus für Chemnitz, Sachsen und die Bundesrepublik hervor: Im weltweiten Vergleich des Produktionswerts von Werkzeugmaschinen rangiert Deutschland hinter China und Japan auf Platz drei. Diese Position sei eine Chance für den deutschen Werkzeugmaschinenbau, die es anzunehmen gel-

te, so Neugebauer. Aktuelle Herausforderungen lägen dabei u. a. in den Bereichen Kleinserienfertigung und Hybridmaschinen, Energie- und Ressourceneffizienz, Nachhaltigkeit und Bedienerfreundlichkeit sowie Digitalisierung und Vernetzung der Produktion.

Neben dem Rektor der TU Chemnitz, Prof. Dr. Gerd Strohmeier, der Oberbürgermeisterin der Stadt Chemnitz, Barbara Ludwig, sowie dem Staatssekretär des Sächsischen Staatsministeriums für Wissenschaft und Kunst, Uwe Gaul, überbrachten der VDW-Geschäftsführer, Dr. Wilfried Schäfer, der Präsident des Industrieverein Sachsen 1828 e. V., Prof. Hans J. Naumann, und der Präsident der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Produktionstechnik, Prof. Eberhard Abele, Grußworte zum Jubiläum. Den Festvortrag hielt Prof. Dr. Matthias Putz zum Thema „Die Werkzeugmaschine, immer wieder neu – 60 Jahre Lehre und Forschung in Chemnitz“. Das Collegium Musicum der TU Chemnitz sowie das Posauenquartett der Musikschule Chemnitz übernahmen die musikalische Ausgestaltung des Festaktes.

Am Nachmittag überraschten die Organisatoren die Gäste mit einem weiteren Höhepunkt: „Virtual Reality meets Classic“. Die Violinistin Karolina Najechalska und der Wissenschaftler Manuel Dudczig begaben sich dafür auf ungewohntes Terrain. Wochenlang probten sie den Spagat, klassische Musikstücke und eine dreidimensionale Virtual-Reality-Show mit Kernthemen aus der Maschinenbauforschung und -lehre zu einer einmaligen Choreografie zu verschmelzen.



Prominente Gäste des Gründungsjubiläums



Prof. Neugebauer eröffnet den Festakt

Im Nachmittagsprogramm informierten namhafte Wissenschaftler in Fachvorträgen zu aktuellen Entwicklungen und Forschungsansätzen für die Produktionstechnik der Zukunft. Im Anschluss daran wurden Führungen durch die Versuchsfelder des Instituts und des Forschungscampus angeboten, die auf reges Interesse stießen.

Die Jubiläumsfeier fand ihren Abschluss bei einer Abendveranstaltung im großen Saal der Mensa auf dem Campus Reichenhainer Straße. Dort erlebten die Gäste eine Steptanzdarbietung von der mehrfachen deutschen Meisterin im Steptanz, TU-Studentin Carolin Beyer. Im Anschluss daran sorgte die Trommelgruppe Dzee-Wo unter Leitung des Oberingenieurs für Lehre der Professur, Herrn Dr.-Ing. Thomas Hänel, mit ihrer Performance für Begeisterung bei den Teilnehmern. Das letzte Highlight des Abends war der Auftritt der WZMU-Band und des Mitarbeiterchors der Professur Werkzeugmaschinenkonstruktion und Umformtechnik, der das Publikum zum traditionellen gemeinsamen Singen einlud.

60 Jahre universitäre Werkzeugmaschinenforschung und Lehre in Chemnitz – eine Bilanz

In rund 60 Jahren absolvierten über 2.100 Studierende ein Hochschulstudium zum Diplomingenieur, Bachelor of Science und Master of Science an der Professur. 175 erfolgreich abgeschlossene Promotionen und Habilitationen konnten in diesem Zeitraum verteidigt werden.

Zudem bestehen seither enge Kooperationen mit der produzierenden Industrie und außeruniversitären Forschungs-

einrichtungen, aus der eine Vielzahl an Veröffentlichungen, Fachkonferenzen und Forschungsberichten mit neuen Produktideen und technologischen Innovationen hervorgegangen sind.

Während der vergangenen sechs Jahrzehnte hinterließen gesellschaftliche Umwälzungen, Strukturwandel und technischer Fortschritt im Bereich Produktionstechnik ihre Spuren. Der Wandel zeigt sich heute an zahlreichen Beispielen: Während in den Anfängen des Instituts noch am Reißbrett konstruiert wurde, geschieht dies heute durch die Nutzung von 3D-CAD-Systemen bis hin zur Anwendung von Virtual-Reality-Technologien. Wo früher manuell bediente Werkzeugmaschinen in den Forschungshallen standen, befinden sich heute Bearbeitungszentren, flexible Fertigungssysteme und kollaborierende Roboter. Vor 60 Jahren nutzte man rein mechanische Baugruppen, heute setzen die Wissenschaftler des Instituts auf die Integration von adaptiven Funktionen sowie auf die Informationserfassung und -auswertung für erste Industrie 4.0- Lösungen.

Weitere geschichtliche Rückblicke, wesentliche Meilensteine in Forschung und Lehre sowie aktuelle Entwicklungen und Einblicke aus Sicht der heutigen Mitarbeiter der Professur Werkzeugmaschinenkonstruktion und Umformtechnik lassen sich im limitierten Jubiläumsbuch „Menschen machen Maschinen“ nachlesen, das alle Festgäste als Geschenk erhielten.



Virtual Reality meets Classic



Führungen im Versuchsfeld

Was sonst noch geschah...

2017/2018

„Lange Nacht der Wissenschaften“, TU Chemnitz,
20.05.2017/ 05.05.2018



Firmenlauf Chemnitz, 06.09.2017/ 05.09.2018



Laufend gegen Krebs, 31.05.2017/ 20.06.2018



Studentische Exkursionen:

EMO-Messe Hannover, 21. - 22.09.2017

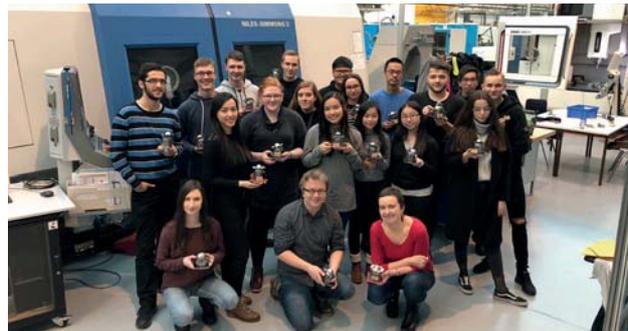


Waldrich Siegen Werkzeugmaschinen GmbH, Rittal und
Hercules, 26. - 27.03.2018



Schnuppertage für internationale Schüler:

Besuch einer Schülergruppe aus Tschechien, 07.12.2017

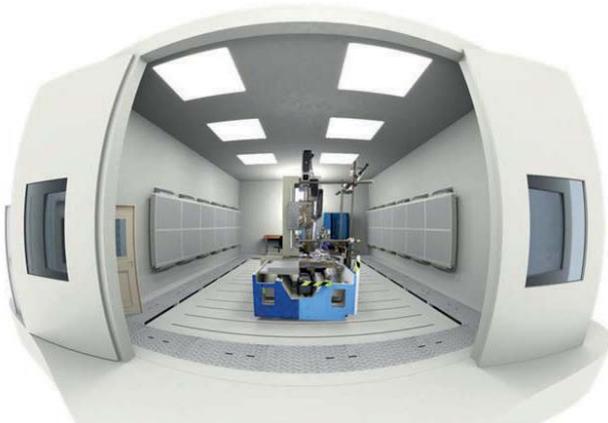


Neuanschaffungen und Erweiterungen in Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer IWU



Powerwall

Die Professur verfügt über ein einseitiges immersives Virtual-Reality-System, eine Powerwall. Durch eine Modernisierung konnte das System wieder auf einen aktuellen technischen Stand gebracht werden, neu angeschaffte Projektoren verbessern Bildqualität und Zuverlässigkeit. Damit steht Studierenden und Lehrenden wieder eine Anlage zur Verfügung, die eine praxisnahe Ausbildung erlaubt, da solche Systeme auch häufig in der Industrie eingesetzt werden. Zur Nutzung wurde weiterhin die Software Visionary Render angeschafft, ein ebenfalls industriell eingesetztes Produkt, das den Studierenden einen Einblick in die Verwendung von Virtual Reality in der Produktentwicklung erlaubt. Die Anlage wird in den Lehrveranstaltungen „Virtual-Reality-Technik im Maschinenbau“ und „VR-Modellierung“ eingesetzt.



Klimazelle

Nach sechsmonatigen Umbau- und Erweiterungsarbeiten wurde die Klimazelle, die in Ausstattung und Größe wohl weltweit einzigartig ist, im Oktober 2017 wieder in Betrieb genommen. Sie ermöglicht die thermo-energetische Analyse von Werkzeugmaschinen im Hinblick auf die Erhöhung der Produktionsgenauigkeit und die Einsparung von Energie. Durch die Funktionserweiterung können neben den Temperaturen von 10 bis 40 Grad Celsius auch die Luftfeuchte von 10 bis 90 Prozent eingestellt werden. Auf einer Aufstellfläche von mehr als 40 Quadratmetern und dank einer abnehmbaren Deckenkonstruktion können mit dem Hallenkran komplette Maschinen mit ihren Zusatzaggregaten in die Klimazelle zur Untersuchung gehoben werden.



6-Achs-Roboter von Comau NJ130

Für Grundlagenuntersuchungen auf dem Gebiet der spannenden Bearbeitung von Werkstücken mit Robotern wurde 2017/18 ein 6-Achs-Roboter von Comau NJ130 (130 kg Traglast, 2000 mm Bearbeitungsradius), eine passende CNC 840D Werkzeugmaschinensteuerung einschließlich Servoumrichter sowie notwendige Sicherheitsvorrichtungen und eine Frässpindel angeschafft. In Verbindung mit dem Retrofit einer 3-Achs-Werkzeugmaschine sollen steuerungs-technische Voraussetzungen zur kooperativen Bearbeitung (Fräsen, Entgraten, Schleifen, Polieren, u.a.) zwischen Roboter und Maschine geschaffen werden.

Lehre



Lehrprofil

Die Professur Werkzeugmaschinenkonstruktion und Umformtechnik vertritt an der TU Chemnitz im Rahmen der studentischen Ausbildung die wesentlichen Lehrgebiete der Produktionstechnik in den Lehrlinien Werkzeugmaschinen, Mechatronik, Fertigungstechnik und Virtual Reality. Entsprechend dem Ausbildungsfortschritt und den Ausbildungszielen in den verschiedenen Bachelor- und Masterstudiengängen werden zu den jeweiligen Wissensgebieten einführende und übergreifende Grundlagen, vertiefendes wissenschaftliches Methodenwissen und direkt berufsbefähigende Fertigkeiten in Vorlesungen, Übungen und Praktika vermittelt.

Der modulare Aufbau der einzelnen Lehrgebiete mit unterschiedlicher Tiefe und unterschiedlichem Aneignungsgrad gewährleistet eine flexible Gestaltung der Lehrveranstaltungen in den verschiedenen interdisziplinären Studiengängen der TU Chemnitz.

Studiengänge mit Lehrveranstaltung der Professur

Bachelor		
Maschinenbau	Automobilproduktion und -technik	Medical Engineering
Mikrotechnik/ Mechatronik	Sports Engineering	Elektromobilität
Systems Engineering	Wirtschaftsingenieurwesen	Informatik
Master		
Maschinenbau	Automobilproduktion und -technik	Produktionssysteme
Mikrotechnik/ Mechatronik	Wirtschaftsingenieurwesen	Mikrosysteme und Mikroelektronik
Systems Engineering	Leichtbau	Mathematik
Advanced Manufacturing	Human Factors	Sensorik und kognitive Psychologie
Diplom		Staatsexamen
Maschinenbau		Lehramt an Grundschulen

Unmittelbar verantwortlich ist die Professur für die Ausbildung der Studenten:

- im Berufsfeld „Werkzeugmaschinen und Umformtechnik“, Bachelor-Studiengang Maschinenbau,
- in der Studienrichtung „Produktionstechnik/Werkzeugmaschinen“, Master-Studiengang Maschinenbau,
- in der Studienrichtung „Produktionstechnik & Produktionsprozesse“, Diplom-Studiengang Maschinenbau,

- im deutsch-tschechischen Master-Studiengang „Produktionssysteme“ und
- im deutsch-tschechischen Studienprogramm innerhalb des Bachelor-Studiengangs Maschinenbau.

Besonderer Wert wird dabei auf eine praxisnahe Ausbildung gelegt, die durch ein breites Angebot an Praktika und Exkursionen sowie eine große Auswahl an Themen für Beleg- und Abschlussarbeiten ergänzt wird.

Lehrveranstaltungen/Lehrlinien der Professur

Die angebotenen Lehrveranstaltungen lassen sich entsprechend ihres Inhaltes in vier Lehrlinien einteilen.

Werkzeugmaschinen	
Produktionssysteme	Werkzeugmaschinen-Baugruppen
Werkzeugmaschinen-Baugruppen II	Werkzeugmaschinen-Eigenschaftsanalyse
Verzahntechnik	Intelligente Produktionssysteme
Präzisionsmaschinen für Mikrobearbeitung	Vorrichtungskonstruktion
Werkzeugmaschinen-Mechatronik	
Mechatronik	
Steuerungs- und Regelungstechnik	Angewandte Regelungstechnik
Industrielle Steuerungstechnik	Automatisierung von Maschinen
Fertigungstechnik	
Fertigungslehre	Spanwerkzeuge und Hochleistungs-spanprozesse
Generative Fertigungsverfahren (3D-Druck)	Prozessgestaltung für die Teilefertigung und Montage
Umformtechnik und Trenntechnik in Anwendung	CAD/NC-Technik
Grundlagen ausgewählter Fertigungsverfahren	
Virtual Reality	
Virtual-Reality-Technik im Maschinenbau	Virtual-Reality-Modellierung
Digital Manufacturing	
Fachgebietsübergreifende Lehrveranstaltungen	
Rechtliche Grundlagen der Ingenieurstätigkeit	Fertigungsstrategien im Automobilbau

Lehrlinie Werkzeugmaschinen

Produktionssysteme (bis 09/2015 „WZM-Grundlagen“)

Prof. Dr.-Ing. habil. R. Neugebauer
Prof. Dr.-Ing. A. Hirsch, Prof. Dr.-Ing. F. Brinken
Dr.-Ing. J. Regel, M.Sc. A. Albero Rojas

Umfang: Vorlesung/Übung

Inhalt:

- Bedeutung, Aufbau und Anwendung von Produktionssystemen
- Investitionsgütermarketing für Maschinenbauer
- Funktionsweise und Ausführungsarten produktivitätsbestimmender Werkzeugmaschinen-Baugruppen
- Ausgeführte spanende, umformende und abtragende Werkzeugmaschinen
- Aufbau, Auslegung und Konstruktion von Vorrichtungen für spanende Bearbeitungsverfahren

Werkzeugmaschinen-Baugruppen

Prof. Dr.-Ing. habil. R. Neugebauer
Prof. Dr.-Ing. A. Hirsch, Dr.-Ing. J. Regel

Umfang: Vorlesung/Übung

Inhalt:

Aufbau, Funktion, Eigenschaften und Anwendungsgebiete sowie Auslegung und konstruktive Gestaltung von:

- Haupt- und Nebenantrieben spanender Werkzeugmaschinen
- Werkzeugmaschinen-Hauptspindeln
- Hydrodynamischen, hydrostatischen Führungen und Wälzführungen

Werkzeugmaschinen-Baugruppen II

Prof. Dr.-Ing. habil. R. Neugebauer
Prof. Dr.-Ing. A. Hirsch, Dr.-Ing. J. Regel

Umfang: Vorlesung/Übung

Inhalt:

- Auslegung und konstruktive Gestaltung von WZM-Gestellbauteilen
- Berechnungsgrundlagen für weggebundene, energiegebundene und kraftgebundene Umformmaschinen

Werkzeugmaschinen-Eigenschaftsanalyse

Prof. Dr.-Ing. habil. R. Neugebauer
Dipl.-Ing. J. Berthold

Umfang: Vorlesung/Übung

Inhalt:

- Eigenschaften von Werkzeugmaschinen einschließlich Definitionen, Normen und Gesetze
- Messung, Berechnung und Bewertung dieser Eigenschaften
- Maschinen- und Prozessfähigkeit

Verzahntechnik

Prof. Dr.-Ing. A. Hirsch, Dr.-Ing. J. Regel

Umfang: Vorlesung/Übung

Inhalt:

- Verzahnungskenngrößen und Verzahnungskinematik
- Spanende und umformende Maschinen zur Herstellung von Verzahnungen
- Verfahrensbedingte bzw. gewollte Profilabweichungen

Vorrichtungskonstruktion

Prof. Dr.-Ing. A. Hirsch
Dr.-Ing. V. Wittstock, Dr.-Ing. J. Regel,
Dipl.-Ing. J. Berthold, Dipl.-Ing. (FH) K. Eßbach

Umfang: angeleitete Konstruktionsarbeit

Inhalt:

Konstruktion einer Vorrichtung für eine durch Werkstückzeichnung vorgegebene Bearbeitung

Präzisionsmaschinen für Mikrobearbeitung

Prof. Dr.-Ing. habil. R. Neugebauer
Dr.-Ing. V. Wittstock

Umfang: Vorlesung/Übung

Inhalt:

- Aufbau, Einsatz, Anwendungsgebiete sowie aktuelle Entwicklungstrends von Präzisionsmaschinen
- Genauigkeit, Sensorik und Kompensation
- Funktionsbestimmende Baugruppen

Lehrlinie Werkzeugmaschinen und Lehrlinie Mechatronik

Intelligente Produktionssysteme

Prof. Dr.-Ing. habil. R. Neugebauer
Dr.-Ing. V. Wittstock, M.Sc. A. Albero Rojas
Umfang: Vorlesung/Übung

Inhalt:

- Marktbedingungen, Entwicklungstrends und Ziele beim Einsatz flexibler automatisierter Fertigungseinrichtungen
- Werkstück-, Werkzeug- sowie Informationsversorgung in flexiblen Fertigungssystemen

Werkzeugmaschinen-Mechatronik

Prof. Dr.-Ing. habil. R. Neugebauer
Dr.-Ing. V. Wittstock
Umfang: Vorlesung/Übung

Inhalt:

- Aufbau und Funktion mechatronischer Systeme
- Mechatronische Baugruppen in Werkzeugmaschinen
- Modellierung des komplexen Maschinenverhaltens
- Adaptronische Komponenten in Werkzeugmaschinen
- Beispiel einer werkzeugmaschinenspezifischen Mechatronik

Steuerungs- und Regelungstechnik

Prof. Dr.-Ing. habil. R. Neugebauer
Dr.-Ing. H. Schlegel, Dr.-Ing. M. Rehm, Dipl.-Ing. H. Kirchner
Umfang: Vorlesung/Übung/Praktikum

Inhalt:

- Grundbegriffe der Steuerungs- und Regelungstechnik (Regelkreis, kombinatorische und sequentielle Systeme, Signal und Signalbeschreibung, digitale und analoge Systeme etc.)
- Selbstständiges Lösen von Steuerungsaufgaben mittels Entwurf und Programmierung

Angewandte Regelungstechnik

Prof. Dr.-Ing. habil. R. Neugebauer
Dr.-Ing. H. Schlegel, Dr.-Ing. M. Rehm, Dipl.-Ing. H. Kirchner
Umfang: Vorlesung/Übung

Inhalt:

- Systembeschreibung und Darstellung im Bildbereich
- Stabilität von Regelkreisen
- Statisches und dynamisches Verhalten
- Modellbildung und Reglerentwurf

Industrielle Steuerungstechnik

Prof. Dr.-Ing. habil. R. Neugebauer
Dr.-Ing. H. Schlegel, Dr.-Ing. M. Rehm, Dipl.-Ing. H. Kirchner
Umfang: Vorlesung/Übung

Inhalt:

- Überblick zur Automatisierung im Maschinenbau
- Grundstrukturen und Funktionalität binärer Steuerungen, Bewegungsbahnen und Interpolation, Automatisierung im System
- Automatisierung von Maschinen: Maschinenmodell, Koordinatensysteme und Achsdefinition, Bewegungsabläufe und Wegdiagramme
- Aufbau, Wirkungsweise, Handhabung: Speicherprogrammierbare Steuerung, Numerische Steuerung, Bewegungs-Steuerung, Roboter-Steuerung
- Verbund von Steuerungen im Automatisierungssystem

Automatisierung von Maschinen

Prof. Dr.-Ing. habil. R. Neugebauer
Dr.-Ing. H. Schlegel, Dr.-Ing. M. Rehm, Dipl.-Ing. H. Kirchner
Umfang: Vorlesung/Übung

Inhalt:

- Anwendung von Programmiersprachen der EN 61131-3 (SPS-Programmierung)
- Kopplung von Motion Control mit SPS-Logik und verschiedensten Technologiefunktionen für intelligente und flexible Automatisierungslösungen
- Projektierung, Parametrierung und Programmierung von Regelkreisen an Antrieben in Maschinen

Lehrlinie Fertigungstechnik

Fertigungslehre

Prof. Dr.-Ing. M. Putz
Dr.-Ing. M. Dix, Dr.-Ing. Th. Hänel, S. Korb, M. Ranisch
Umfang: Vorlesung/Übung

Inhalt:

Verfahrensgrundlagen zu den Hauptgruppen:

- Urformen
- Umformen (Professur „Virtuelle Fertigungstechnik“)
- Trennen
- Fügen (Professur „Schweißtechnik“)

Generative Fertigungsverfahren (3D-Druck) (bis 08/2018 „Rapid Prototyping“)

Prof. Dr.-Ing. M. Putz
Dr.-Ing. Th. Hänel
Umfang: Vorlesung/Praktikum

Inhalt:

- Rapid Engineering/Reverse Engineering
- Grundlagen und typische Prozessketten generativer Fertigungsverfahren, kommerzielle Verfahren im Vergleich
- Anwendungen generativer Verfahren
- Rapid Tooling/Folgetechnologien

CAD/NC-Technik

Prof. Dr.-Ing. M. Putz
S. Korb, M. Ranisch
Umfang: Vorlesung/Praktikum

Inhalt:

- Hauptbaugruppen einer CNC-Maschine
- Tätigkeiten zum Einrichten und Betreiben einer CNC-Maschine
- Manuelle und werkstatorientierte Programmierung
- Praxisrelevante CAD/CAM(NC)-Prozessketten
- DNC-Systeme zur Verkettung von Maschinen

Prozessgestaltung für die Teilefertigung und Montage

Prof. Dr.-Ing. habil. R. Neugebauer
Dr.-Ing. Th. Hänel

Umfang: Vorlesung/Praktikum

Inhalt:

- Aufgaben, Ziele, Grundlagen und Begriffe der Prozessgestaltung
- Ausarbeitung von Fertigungsprozessen
- Vergleich technologischer Verfahren
- Vereinheitlichung von Fertigungsprozessen
- Besonderheiten der Montagevorbereitung
- Organisationsformen der Fertigung

Grundlagen ausgewählter Fertigungsverfahren

Dr.-Ing. Th. Hänel
Umfang: Vorlesung/Praktikum

Inhalt:

- Grundprinzipien verschiedener Fertigungsverfahren und deren Anwendung im Umfeld der Grundschule
- Anwendungsbezogene Auswahl von Werkzeugen und Messmitteln
- 3D-CAD-Konstruktion und 3D-Druck
- Herstellung einfacher Bauteile für den Grundschulunterricht

Trenntechnik

Prof. Dr.-Ing. M. Putz
Dr.-Ing. M. Dix, Dipl.-Ing. A. Rennau, M.Sc. M. Hertel
Umfang: Vorlesung/Praktikum

Inhalt:

- Vertiefende Kenntnisse in der Verfahrensgruppe Trennen nach DIN 8580 (Zerteilen, Spanen mit geometrisch bestimmter und unbestimmter Schneide, Reinigen)
- Schnittkraftberechnung und Prozessauslegung
- Prozessketten- und Prozessauswahl

Lehrlinie Fertigungstechnik, Lehrlinie VR und fachübergreifende Lehrveranstaltungen

Spanwerkzeuge & Hochleistungsspanprozesse

Prof. Dr.-Ing. habil. R. Neugebauer
Dr.-Ing. M. Dix, Dr.-Ing. J. Regel, M.Sc. M. Hertel
Umfang: Vorlesung/Übung/Praktikum

Inhalt:

- Vertiefende Kenntnisse zur spanenden Fertigung
- Schneidstoffe und Gestaltung von Zerspanwerkzeugen
- Modellbildung und Simulation von Zerspanprozessen
- Keramik- und Hartbearbeitung

Virtual-Reality-Technik im Maschinenbau

Prof. Dr.-Ing. habil. R. Neugebauer
Dr.-Ing. Ph. Klimant
Umfang: Vorlesung/Übung

Inhalt:

- Vermittlung von Grundlagen der virtuellen und erweiterten Realität
- Animation dynamischer Vorgänge in virtuellen Umgebungen
- Interaktion mit virtuellen Objekten
- VR-basierte Konstruktion und Modellierung

Virtual Reality Modellierung

Prof. Dr.-Ing. habil. R. Neugebauer
Dr.-Ing. Ph. Klimant, Dipl.-Ing. M. Dudczig
Umfang: Übung/Praktikum

Inhalt:

- Visualisierung von CAD- und FEM-Daten
- Modellierungstechniken
- Animation von Maschinenkinematik und Prozessen

Digital Manufacturing

Prof. Dr.-Ing. Matthias Putz
Dr.-Ing. Ph. Klimant, Dipl.-Ing. Ch. Allmacher,
M.Sc. M. Schumann
Umfang: Übung/Praktikum

Inhalt:

- Digitalisierte und vernetzte Produktion, Industrie 4.0
- CAD/CNC-Prozessketten
- Cyber-Physische Systeme, Digitale Fabrik
- VR-/AR-Technologien in der Entwicklung und Produktion

Fertigungsstrategien im Automobilbau

Prof. Dr.-Ing. habil. R. Neugebauer
Umfang: Vorlesung/Exkursion

Inhalt:

- Optimierung von Produktionsprozessen
Prof. Dr. rer. pol. Dr.-Ing. E. h. J. Heizmann
- Produktionsstrategien und Innovationen
Prof. Dr. S. Fiebig – Geschäftsführer der Volkswagen Sachsen GmbH bis 2018
- Vom Design zum Produkt
Prof. Dr.-Ing. H. Waltl
- Exkursion zur Volkswagen Sachsen GmbH (Werk Zwickau) und gläsernen Manufaktur Dresden

Rechtliche Grundlagen der Ingenieurstätigkeit

Prof. Dr. Endrik Wilhelm
Umfang: Vorlesung

Inhalt:

- Industrieproduktion und Strafrecht in Deutschland
- Produkthaftung, Verletzung fremder Rechte, Korruption
- aktuelle Fallbeispiele - Wie schütze ich mich vor dem Scheitern?
- rechtliche Rahmenbedingungen und sonstige Umstände als Standortfaktoren

Forschung – Verbundprojekte



Nationale und internationale Verbundprojekte – Auswahl

Netzwerk-Koordination

AVARE

„Anwendung von Virtual und Augmented Reality“



META

„Manufacturing 4.0 durch Entwicklung und Transfer progressiver Automatisierungslösungen“



Horizon 2020

EU-Forschungsprojekt PreCoM

„Predictive Cognitive Maintenance Decision-Support System“



Sonderforschungsbereiche

DFG-Sonderforschungsbereich/Transregio 39 PT-PIESA

„Großserienfähige Produktionstechnologien für leichtmetall- und faserverbundbasierte Komponenten mit integrierten Piezosensoren und -aktoren“



DFG-Sonderforschungsbereich/Transregio 96

„Thermo-energetische Gestaltung von Werkzeugmaschinen“



Freistaat Sachsen

Forschungsallianz AMARETO

„Sächsische Allianz für Material- und RessourcenEffiziente TechnOlogien“



InnoTeam HEIGHT

„Entwicklung einer hochintegrativen Prozesskette zur generativen Fertigung von metallischen Hochleistungsbauteilen samt dazugehörigem virtuellen Zwilling“



InnoTeam Smart Data Services

„Smart Data Services für Produktionssysteme“



InnoTeam PRESENCE

„Erhöhung der Presence in virtuellen Umgebungen“



Netzwerk AVARE – Anwendung von Virtual und Augmented Reality

Netzwerkmanager: Dipl.-Wirt.-Ing. Eckhart Wittstock

Das ZIM-Netzwerk AVARE verbindet Forschungseinrichtungen und Unternehmen, um industrielle Herausforderungen mit virtuellen Techniken zu lösen. In Industriezweigen mit Großseriencharakter ist deren Nutzung in der Produktentwicklung kaum noch wegzudenken, während in kleinen und mittelständischen Unternehmen (KMU) und bei kleineren Serien ihrer effektiven Anwendung noch Hemmnisse entgegenstehen. AVARE will besonders bei KMU die Vorteile virtueller Techniken bekannt machen und neue Anwendungsfälle finden.

Seit der Gründung im Jahr 2015 ist AVARE stetig auf mittlerweile 23 Mitglieder gewachsen. Die Forschungsprojekte des Netzwerkes konzentrieren sich auf folgende Bereiche:

- Unterstützung manueller Tätigkeiten
- Information und Entscheidungsunterstützung
- Unterstützung für Aus- und Weiterbildung

Um die Möglichkeiten und Einsatzszenarien bekannt zu machen, bietet AVARE neben der Forschungstätigkeit Vorträge und Informationsveranstaltungen an.

Informationen unter: www.avare.info

Die Netzwerke AVARE und META werden im Rahmen des Zentralen Innovationsprogrammes Mittelstand (ZIM) vom BMWi gefördert.

Gefördert durch:

Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Netzwerk META – Manufacturing 4.0

Netzwerkmanagerin: Ing. M. Sc. Peggy de Witt

META ist eine Interessengemeinschaft von 14 Industrie- und Forschungspartnern aus dem Bereich Fertigungstechnik und -überwachung, deren Schwerpunkt im Rahmen von Manufacturing 4.0 in der Entwicklung und dem Transfer progressiver Automatisierungslösungen liegt. Anwendertypische Wertschöpfungsketten und Produktionsprozesse bilden die gemeinsame Basis für die Zusammenarbeit. Inhalt des Netzwerkes ist es, gemeinsam mit den Partnern industrienahe Themen durch die Entwicklung smarter Überwachungs- und Automatisierungslösungen zu bearbeiten. Ziel ist hierbei die problemorientierte Bewertung, Überwachung, Regelung und Optimierung relevanter Prozesse, Produkte, Maschinen und Anlagen sowie Dienstleistungen. Entlang der Prozesskette führen automatisierte Überwachungs- und Regelungssysteme unter anderem zu einer Fehlerminimierung und damit verbunden zur Steigerung der Produktivität und Qualität. Vor- bzw. nachgelagerte Prozessschritte werden optimiert gestaltet, um unterschiedliche Qualitätsaspekte sicherzustellen. Die Entwicklungslinien des Netzwerkes umfassen:

- Control Loop Performance Monitoring
- Fertigungsprozessüberwachung
- Fertigungsprozessregelung
- Fertigungsqualitätsregelung
- Modulare Automatisierungslösungen
- Fertigungsprozessentwicklung

Informationen unter: www.meta.tu-chemnitz.de



AVARE Arbeitsgespräche



Produkt- und Prozessverbesserung durch Akquise und Nutzung aller Daten einer Produktionsmaschine

PreCoM – Predictive Cognitive Maintenance Decision-Support System

Projektpartner: 17 Partner aus 6 EU-Ländern

Der Wartungsprozess ist in einem produzierenden Unternehmen noch häufig eine Quelle großer Optimierungspotentiale. Durch den Einsatz von Sensorik, intelligenter Datenauswertung, optimierten Wartungszeitpunkten und neuen Informations- und Kommunikationsanwendungen für die Wartungstechniker können Produktionsunterbrechungen verkürzt und Wartungsarbeiten beschleunigt werden. Das aus 17 Partnern von 6 EU-Ländern bestehende Projektkonsortium von PreCoM will dieses Potential in drei Anwendungsfällen heben:

- in der Zellstoffproduktion
- bei Schleifprozessen zur Herstellung von Hochpräzisions-Rotationsgetrieben
- bei der Fräs- und Bohrbearbeitung von Hubs für Windkraftanlagen

Maschinen in allen drei Produktionsstätten werden mit Sensoren ausgestattet, die kritische Komponenten überwachen. Die Sensordaten werden in einer speziellen Hardware-Box aggregiert und gespeichert. Auf Basis dieser Daten ermitteln physikalische und statistische Modelle den Verschleißzustand. Diese Informationen fließen in einen heuristischen Produktionsplanungsalgorithmus ein, der einen verschleiß- und wartungszeitpunktoptimierten Produktionsplan erstellt.

Aufgabe der TU Chemnitz ist es, die Durchführung der Wartungsarbeiten effektiver zu gestalten und den Verschleißzustand der Maschinen den Wartungsmanagern in übersichtlicher Weise zu visualisieren.

Zur Unterstützung der Wartungstechniker werden zwei tabletbasierte Augmented-Reality-(AR)-Anwendungen entwickelt. Das AR Guidance System leitet Wartungstechniker schrittweise durch komplexe Wartungsaufgaben. Dafür werden Text, Bild, Video und 3D-Animationen in einem multi-modalen Ansatz kombiniert. Weiterhin haben die Wartungstechniker direkten Zugriff auf Daten der NC-Steuerung und wichtige Dokumentationsunterlagen, wie z.B. Elektropäne. Das AR Remote Service System ermöglicht den Wartungstechnikern eine effektivere Kommunikation mit Expertinnen und Experten von Zulieferern von Maschinenkomponenten. Dazu wird eine Audio-/Video-Verbindung aufgebaut, wodurch die Wartungstechniker besser ihr Problem erklären können. Dabei wird es möglich sein, dass beide Kommunikationspartner das Videobild mit Text, Zeichnungen und 3D-Objekten live erweitern können, um einen noch besseren Kommunikationsaustausch zu ermöglichen.

PreCoM has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 768575.

Projektlaufzeit: 01.11.2017 bis 30.10.2020

Informationen unter: www.precom-project.eu

Gefördert durch:



SFB/TR 39 PT – PIESA

Projektpartner: TU Chemnitz, TU Dresden, FAU Erlangen-Nürnberg, Fraunhofer IWU, Fraunhofer IKTS, Bayerisches Laserzentrum GmbH

Im Juni 2018 endete der über zwölf Jahre laufende DFG Sonderforschungsbereich/Transregio „PT-PIESA“. In dieser Zeit wurde die herausfordernde Aufgabe verfolgt, wissenschaftliche Grundlagen für eine wirtschaftliche und ökonomische Herstellung von aktiven Strukturbauteilen zu legen. Hierbei wurden an der TU Chemnitz, TU Dresden, FAU Erlangen sowie dem Fraunhofer IWU, Fraunhofer IKTS und der Bayerischen Laserzentrum GmbH verschiedene Ansätze zur Fertigung flächiger Leichtbauteile mit integrierten Sensoren und Aktoren auf Piezobasis verfolgt und umgesetzt.

So resultieren aus den Forschungsarbeiten der TU Dresden unter anderem thermoplastverbundkompatible Piezokeramik-Module (TPM). Im Zuge der strukturellen Integration in Thermoplastverbunde ertragen diese, im Gegensatz zu herkömmlichen Piezo-Patches, hohe Verarbeitungstemperaturen. An der FAU Erlangen gelang die erfolgreiche Umsetzung einer gießtechnischen Integration von piezokeramischen Sensor-Aktor-Modulen in Aluminiumdruckgussbauteile.

Die TU Chemnitz fokussierte sich hingegen zusammen mit dem Fraunhofer IWU auf die strukturelle Integration von Piezoelementen in Aluminiumbleche durch umformtechnisches Fügen. Dazu wurden im Teilprojekt A03 an der Professur Werkzeugmaschinenkonstruktion und Umformtechnik großserienfähige Technologien zur Herstellung von sensorischen und aktorischen Piezo-Sprossen-Verbunden (PSV) entwickelt. Im Zentrum der Arbeiten stand die Herstellung der PSV mit Detailabmessungen im Bereich von 250 – 300 μm und einer Fertigungsgenauigkeit von $\pm 15 \mu\text{m}$. Ein automatisierter Montageprozess fügt die PSV anschließend in eine vorgefertigte Mikrostruktur innerhalb eines Alumi-

umbleches. Im folgenden umformtechnischen Fügeprozess werden die PSV kraft- und formschlüssig mit dem Blech verbunden und somit eine Vorspannung auf die PSV erzeugt. Auf diese Weise wird eine gute akustische Ankopplung zwischen der Piezokeramik und dem Blechmaterial realisiert. Zur Sicherstellung der Funktionalität der spröden Keramik wurde zudem ein Konzept zur Überwachung der Bauteilfunktion während des Integrationsprozesses entwickelt. Genutzt werden hierbei die inhärenten Sensoreigenschaften der PSV, durch die Überlasten vermieden und gleichzeitig vorspannungsabhängige Eigenschaften gezielt eingestellt werden können.

Der Aufbau der PSV ist so konzipiert, dass sie nach der strukturellen Integration in das Blech einen der drei piezoelektrischen Effekte (Transversal-, Longitudinal-, Schereffekt) nutzen können. Dies ermöglicht anwendungsspezifische Einsätze als Aktor oder Sensor in metallischen Leichtbaustrukturen.

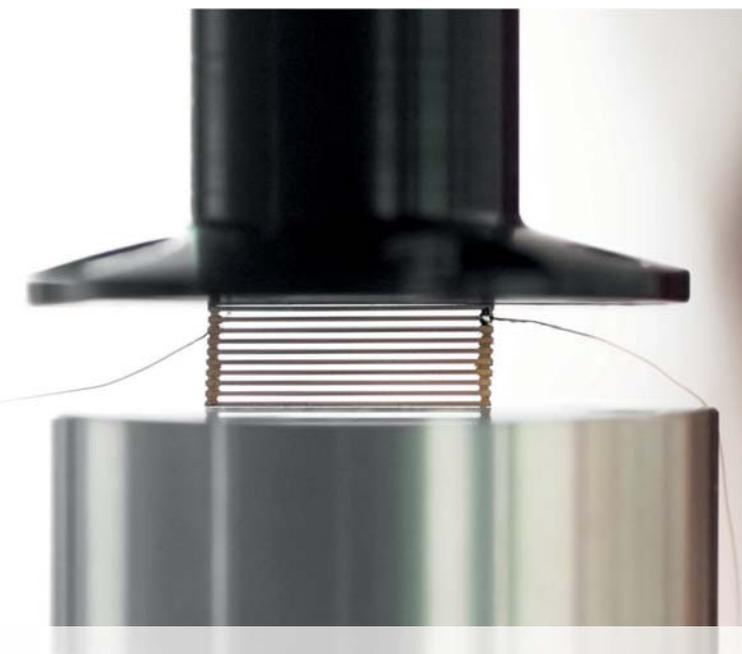
Begleitet und unterstützt wurden alle Piezointegrationstechniken von numerischen Untersuchungen. Darüber hinaus erfolgten Forschungsarbeiten an den verschiedenen Standorten bezüglich der Herstellung des Piezomaterials, Material- und Eigenschaftscharakterisierung sowie die Untersuchung von Polarisierungstechniken.

Projektlaufzeit: 01.07.2006 bis 30.06.2018

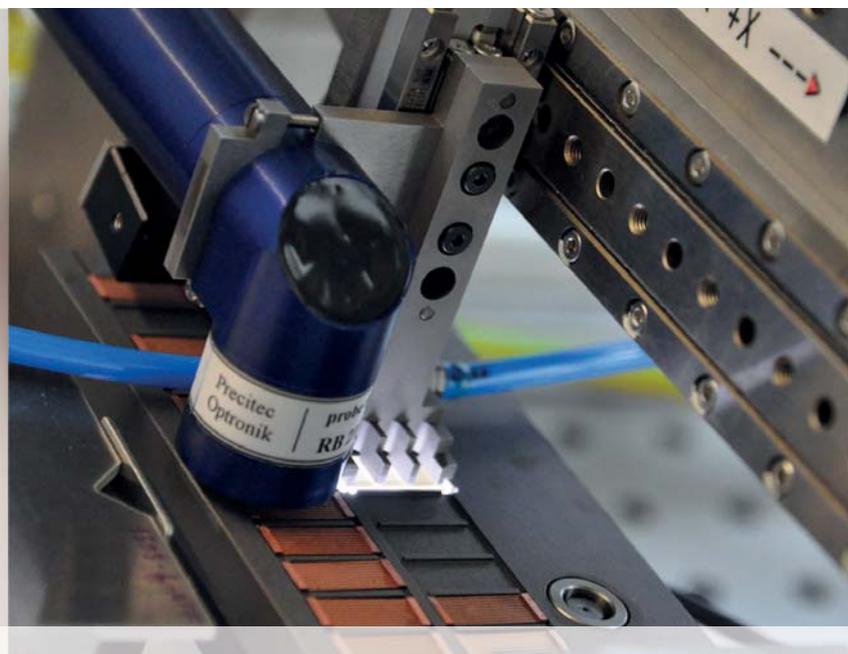
Informationen unter: www.pt-piesa.tu-chemnitz.de

Gefördert durch:

DFG Deutsche
Forschungsgemeinschaft



Eigenschaftscharakterisierung von Piezo-Sprossen-Verbunden



Automatisierte Mikromontage von Piezo-Sprossen-Verbunden

SFB/TR 96 – Thermo-energetische Gestaltung von Werkzeugmaschinen

Projektpartner: TU Chemnitz, TU Dresden, RWTH Aachen, Fraunhofer IWU, Fraunhofer IPT

Der SFB/TR96 befindet sich in der zweiten Förderperiode (2015 – 2019). Insgesamt sind 20 Teilprojekte an den Standorten Dresden, Aachen und Chemnitz im Projekt eingebunden. In Phase eins (2011 – 2015) lag eine starke Fokussierung auf der grundlegenden Modellierung und Parametrierung von thermo-energetischen Wirkzusammenhängen in Werkzeugmaschinen. Die Untersuchungen beschränkten sich auf das thermische Verhalten auf Bauteilebene. Durch entsprechende Prüfstände wurden Grundlagen geschaffen sowie Phänomene und Einflüsse beschrieben, wodurch Ansätze für Lösungen thermisch-bedingter Verformungen vorgestellt wurden.

In Phase zwei liegt der Schwerpunkt auf der Integration von Teillösungen der gefundenen Ansätze auf Baugruppen- und Maschinenebene. Die Modellansätze werden an Integrationsobjekten zusammengeführt und validiert sowie Lösungsansätze miteinander kombiniert und etabliert. Der Fokus liegt auf Verbesserungen, die im Konstruktionsentwurf und Entwicklungsprozess von Werkzeugmaschinen berücksichtigt werden dürfen.

Die Arbeiten erfolgen mit der Vision, in der dritten Phase des SFB/TR96 anwendbare Lösungen für die Gesamtstruktur zu generieren. Dazu sollen dem Anwender auf Demonstrator-ebene betriebsfähige Kompensations- und Korrekturstrategien zur Verfügung gestellt werden, damit der thermische Gesamtfehler deutlich reduziert wird. Die vermehrte Übertragung auf reale Prozesse und die ganzheitliche Berücksichtigung von prozessstabilisierender Kühlung sind dabei von wesentlicher Bedeutung.

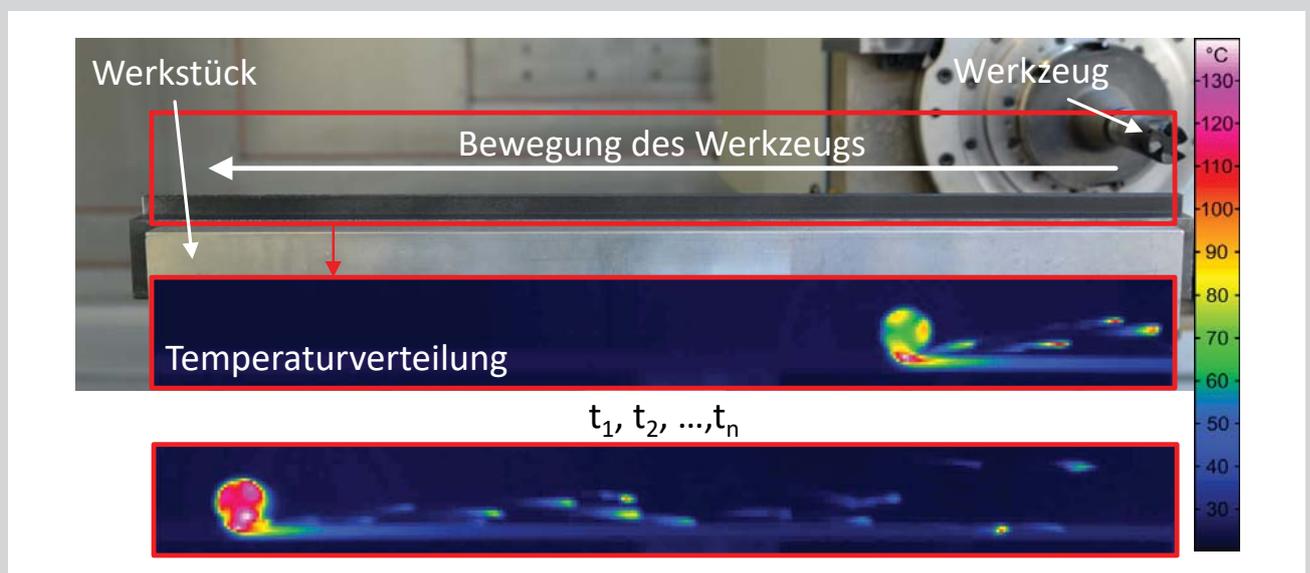
Das Teilprojekt A01 konzentriert sich dabei auf den Bereich des Werkzeugs und dessen Einspannung. Die Projektbearbeitung erfolgt in Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU. Aufgabe des Teilprojektes A01 ist die modellhafte Beschreibung des thermischen Verhaltens von Werkzeug und Spannmittel mit dem Ziel der Kompensation und Korrektur von thermisch bedingten Werkzeugverlagerungen. Für die Beschreibung der Werkzeugverformungen wurden mehrere numerische Modelle entwickelt. Diese sind das Prozessmodell (thermo-elastisch-plastisches FE-Modell mit Viskoplaszitäten nach Johnson-Cook), das Strömungsmodell (CFD-Modell auf Basis der Navier-Stokes-Gleichungen) und das Strukturmodell (Thermo-elastisches FE-Modell auf Basis der Wärmeleitungsgleichung nach Fourier). Auf Grundlage dieser Modelle konnten Lösungen für eine thermisch robuste Werkzeugstruktur entwickelt werden. Bedeutsam ist dabei die Fehlerkorrektur in Echtzeit. Durch die Ergebnisse wurden Kennfelder erstellt, welche zukünftig in Kombination mit strukturintegrierter Sensorik und thermischen Charakteristiken für eine Korrektur herangezogen und dem Anwender zur Verfügung gestellt werden können.

Projektlaufzeit: 01.07.2011 bis 30.06.2019

Informationen unter: 141.76.19.93/SFBweb

Gefördert durch:

DFG Deutsche
Forschungsgemeinschaft



AMARETO – Sächsische Allianz für Material- und RessourcenEffiziente TechnOlogien

Projektpartner: TU Chemnitz, TU Dresden, TU Bergakademie Freiberg, Fraunhofer IWU

Kleinere Losgrößen und individuellere Produkte mit immer höheren Anforderungen erfordern ein Umgestalten klassischer Produktionsstrategien. Auf der einen Seite müssen Prozesse flexibler und sicherer gestaltet werden, auf der anderen Seite müssen Kosten- und Qualitätsanforderungen eingehalten werden.

Der Forschungsansatz von AMARETO beinhaltet die Bündelung standortübergreifender Kompetenzen von TU Chemnitz, TU Dresden, TU Bergakademie Freiberg und dem Fraunhofer IWU, um Werkstoffe, Bauteile sowie entsprechende Technologien und Produktionsprozesse abgestimmt und nachfrageorientiert zu entwickeln, Wertschöpfungsketten zu optimieren und Entwicklungszeiten zu verkürzen.

Ein Bestandteil des Chemnitzer Forschungsschwerpunktes Smart Production ist das Condition Monitoring von Werkzeugmaschinen. Dieses ermöglicht bereits heutzutage die flexible Anpassung von Prozessen. Jedoch werden diese Möglichkeiten aktuell nur in den wenigsten Fällen genutzt. Die Vielzahl an Daten von bereits vorhandener Messtechnik in Kombination mit zusätzlicher Sensorik ermöglicht jedoch nicht nur eine Online-Prozess-Überwachung und -Optimierung sondern auch eine zustandsorientierte Instandhaltung der Werkzeugmaschine unter Abschätzung der Restlebensdauer verschleißrelevanter Bauteile.

Wesentliche Ziele dieses Teilprojektes sind:

- Herausarbeiten von Korrelationen zwischen Sensor- und Steuerungsdaten und Baugruppenzuständen auf Basis physikalischer Zusammenhänge

- Messung und Vergleich von Kennwerten als initialer Sollzustand und als fortlaufend gemessener Istzustand
- Nutzung eines Virtuellen Zwillings in Form von Verschleißmodellen bzw. -statistiken zur Vorhersage der Restlebensdauer und Ausfallwahrscheinlichkeit spezifischer Bauteile und -gruppen
- Einsatz von Augmented Reality zur visuellen Unterstützung bei Fehlererkennung, -vermeidung und Service im direkten produktionstechnischen Umfeld

Bisherige Ergebnisse legen dar, dass zur Bewertung des Verschleißzustandes von Antriebskomponenten Kreisformtest, Achsgleichlaufstest und Übertragungsfunktion besonders aussagekräftig sind und zudem ohne zusätzliche Sensorik auskommen. Es wurde eine Richtlinie für Schnittstellen zwischen NC-Steuerung und Hochsprachenanwendung sowie ein Konzept zur teilautomatisierten Durchführung der Tests entwickelt und für eine spezifische Steuerung (Siemens 840D) umgesetzt. Die Augmented-Reality-Unterstützung hilft dabei, die Zustände der einzelnen Maschinenkomponenten zu überwachen, eventuelle Fehlerquellen zu lokalisieren und gibt im Bedarfsfall entsprechende Handlungsanweisungen.

Projektlaufzeit: 01.01.2017 bis 30.09.2020

Informationen unter: www.amareto.info

Gefördert durch:



Vision der AR-seitigen Einbindung von Sensorik und Messdatenauswertung

InnoTeam HEIGHT – HochintEgrative Prozesskette zur Generativen Fertigung von metallischen HochleistungsbauTeilen

Projektpartner: TU Chemnitz, HS Mittweida, LASERVORM GmbH, millfax GmbH, CADsys GmbH, Werkzeugbau GmbH Glauchau

Die Herstellung metallischer Bauteile stellt eine Schlüsseltechnologie in der industriellen Produktion dar. Eine etablierte Prozesskette für hochbelastete Metallbauteile besteht dabei aus den Schritten Urformen, spanende Formgebung, Wärmebehandlung und spanende Endbearbeitung. Insbesondere bei der Herstellung großer Stückzahlen mit gleichbleibendem Teilespektrum kann eine sehr effiziente Werkstückfertigung erreicht werden. Der hohe Spezialisierungsgrad und Investitionsaufwand solcher Anlagen hat jedoch zur Folge, dass eine Änderung am Teilespektrum besonders bei Losgröße Eins zu hohen Kosten führt.

Gesamtziel des InnoTeam-Projektes ist die Entwicklung einer neuartigen verkürzten Prozesskette mit Unterstützung eines digitalen Abbildes in Form des Virtuellen Zwillings. Dies beinhaltet die Entwicklung von zugehörigen Technologien und prototypischer Anlagentechnik zur Herstellung komplexer, prismatischer, hochbelasteter Werkstücke mit einem bisher noch nicht erreichten Maß an Funktionsintegration. Die Prozesskette wird dabei von vier auf zwei Schritte reduziert, was den Investitionsbedarf deutlich senkt.

Realisiert wird dies durch den Einsatz der generativen Fertigung von formvariablen und komplexen Strukturen mittels des selektiven Laserstrahlschmelzens (SLM). Funktionsflächen mit hohen Anforderungen an Formabweichung ($<IT5$), Oberflächenqualität ($Rz < 1 \mu m$) und mechanischen Eigenschaften (Härte und Dauerfestigkeit) werden in einer kombinierten Endbearbeitung aus Präzisionsfräsen und Glattwalzen nachbearbeitet. Beide Verfahren werden dabei in einer Werkzeugmaschine und in einer Aufspannung realisiert, um die positiven Effekte beider Prozesse möglichst optimal zu

nutzen. Die besondere Herausforderung besteht in der Eigenschaft der Werkzeugmaschine, sowohl eine präzise weggesteuerte Verfahrensbewegung (Fräsprozess) als auch eine Kombination aus Kraft- und Wegsteuerung (Glattwalzen) für Freiformgeometrien zu realisieren.

Koordiniert, überwacht und geplant wird die gesamte Prozesskette mittels eines durchgängigen Datenmodells, welches als Virtueller Zwilling eine dauerhafte Nachverfolgung des digitalen Werkstücks und eine Änderung der Prozessplanung jederzeit ermöglicht. Somit ist z. B. der Effekt des Glattwalzens (Kaltverfestigung des Materials) auf die Funktionsfläche vorhersag- und planbar.

Erreichte Ziele:

- Oberflächenqualität von $Rz < 0,8 \mu m$ erreichbar
- Verbesserung der mechanischen Eigenschaften um bis zu 350 % im Vergleich zum SLM-Prozess
- Kraftgesteuerter Glattwalzprozess für Freiformflächen
- Simulative Vorhersage des Glattwalzprozesses auf individuelle Werkstückgeometrien
- Datenerfassungssystem in Bezug auf das virtuelle Modell

Projektlaufzeit: 01.08.2016 bis 31.07.2020

Informationen unter: www.innoteam-height.de

Gefördert durch:



Europäische Union



Europa fördert Sachsen.
 ESF
 Europäischer Sozialfonds



Diese Maßnahme wird mitfinanziert durch Steuermittel auf Grundlage des von den Abgeordneten des Sächsischen Landtags beschlossenen Haushaltes.



Kraftgesteuerter Glattwalzprozess generativ gefertigter Werkstücke inkl. Prozessdatenerfassung in Bezug auf das virtuelle Modell

InnoTeam Smart Data Services für Produktionssysteme

Projektpartner: TU Chemnitz, Fraunhofer IWU, IWM der TU Dresden, BMF GmbH, Variomatic Werkzeugmaschinen GmbH, autinity systems GmbH, Hempel Werkzeugmaschinen GmbH

Das strategische Ziel des Forschungsprojektes Smart Data Services für Produktionssysteme ist die Entwicklung innovativer datengestützter Dienstleistungen im produktionstechnischen Umfeld. Dies soll durch die Umsetzung eines neuen Ansatzes zur multivalenten Datennutzung erreicht werden, der die geschäftsrelevanten Handlungsbedarfe von Maschinenherstellern, -betreibern und Serviceunternehmen mit den potenziellen Industrie 4.0-Lösungsansätzen von IT-Dienstleistern vereint. Im Gegensatz zu klassischen Ansätzen sollen Daten nun global und vernetzt verfügbar gemacht werden. Die Bearbeitung erfolgt in Kooperation mit dem Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU, dem Institut für Werkzeugmaschinen und Steuerungstechnik (IWM) der TU Dresden, der BMF GmbH, der Variomatic Werkzeugmaschinen GmbH, der autinity systems GmbH und der Hempel Werkzeugmaschinen GmbH.

Moderne Produktionssysteme generieren üblicherweise bereits eine Vielzahl an prozessrelevanten Daten. Insbesondere in den integrierten Steuerungs- und Antriebssystemen sind eine große Menge an verwertbaren, jedoch teils unstrukturierten Daten verfügbar. Diese sollen im Teilprojekt Regelkreisüberwachung durch eine maschinennahe Integration innovativer Identifikations- und Überwachungsalgorithmen komprimiert und in Form aussagekräftiger Kennwerte zur Zustandsüberwachung und -bewertung zu Rate gezogen werden. Einen grundlegenden Ansatzpunkt bilden dabei die antriebsinternen Regelungsbaugruppen, in denen alle wesentlichen Bewegungsgrößen der Vorschubantriebe mit hoher zeitlicher Auflösung verarbeitet werden. Neben der weithin bekannten Nutzung dieser Informationen zur An-

triebsregelung oder Überwachung von Grenzwerten bleibt ein Großteil der Daten ungenutzt. Dies liegt überwiegend in der unzureichenden Vernetzung der Antriebssysteme mit der übergeordneten Steuerung begründet, die üblicherweise nur einen Teil der antriebsinternen Daten mittels dedizierter Feldbussysteme bezieht. Wesentliche Arbeitsschritte im Teilprojekt Regelkreisüberwachung sind demzufolge:

- Punktuelle Erweiterung der Maschinensteuerung um flexible Auswertelektronik
- Bereitstellung und Nutzung antriebsinterner Funktionalitäten zur bedarfsgerechten Protokollierung von Antriebsdaten
- Etablierung geeigneter Schnittstellen zur Extraktion der antriebsinternen Signalverläufe
- Maschinennahe Aufwertung zu aussagekräftigen Kennwerten
- Zentrale Speicherung und Visualisierung der aufgewerteten Kennwerte

Projektlaufzeit: 01.03.2017 bis 29.02.2020

Gefördert durch:



Diese Maßnahme wird mitfinanziert durch Steuermittel auf Grundlage des von den Abgeordneten des Sächsischen Landtags beschlossenen Haushaltes.



Auswertung aufgewerteter Antriebsdaten direkt an der Maschine

InnoTeam PRESENCE – Erhöhung der Presence in virtuellen Umgebungen

Projektpartner: TU Chemnitz, TU Dresden, Interactive Minds Dresden GmbH, plavis GmbH, Sikom Software GmbH, WESOM Textil GmbH

Virtuelle Umgebungen halten auch in der Industrie verstärkt Einzug. Auch wenn viele Nutzer die Nützlichkeit virtueller Technologien erkannt haben, gibt es verschiedene Hemmnisse, die ihrem Einsatz – vor allem in KMU – entgegenstehen. Ein wesentlicher Einflussfaktor bezüglich Akzeptanz und Übertragbarkeit des in der virtuellen Welt Gesehenen sowie Erlernten in die Realität ist Presence, also das Gefühl, tatsächlich in der virtuellen Welt zu sein. Die Erhöhung der Presence virtueller Umgebungen hat dabei vielfältige positive Auswirkungen. So werden unter anderem virtuelle Schulungen realistischer, was die notwendige Schulungszeit an realen Maschinen oder Anlagen und damit auch den Material- und Energieverbrauch verringert.

Die zentrale Fragestellung des Projektverbundes der TU Chemnitz mit der TU Dresden und vier regionalen Unternehmen ist, wie Presence in virtuellen Welten erhöht werden kann. Zu deren Lösung ist es notwendig, neue Technologien und gesamtheitliche Konzepte zu entwickeln, welche verschiedene Sinnesmodalitäten kombinieren. Hierzu forschen Experten verschiedener Fachrichtungen an folgenden Einzelkonzepten und deren nutzergerechter Gestaltung:

- Neue Visualisierungskonzepte
- Neue Interaktionsmöglichkeiten und -konzepte
- Ein dreidimensionaler Raumklang
- Ein konfigurierbares haptisches Feedback

Diese Einzelkonzepte werden dann anwendungsspezifisch in verschiedene Use-Case-Demonstratoren integriert und deren Einfluss auf das Präsenzepfinden bewertet.

Die Professur Werkzeugmaschinenkonstruktion und Umformtechnik als Initiator und Projektleiter setzt dabei den Fokus auf Verbesserungen in den Bereichen Visualisierung, Interaktion und Datenhandling, während die TU Dresden ihre Expertise im Bereich Akustik in den Projektverbund einbringen kann. Als Entwicklungspartner unterstützen die Sikom Software GmbH, Hersteller von Systemen zur Sprachinteraktion, sowie die plavis GmbH als VR-Anwender im Bereich Fabrikplanung die Vorhabenziele.

Das im Kompetenzfeld „Mensch und Technik“ angesiedelte Projekt wird seitens der TU Chemnitz durch die Professur Arbeitswissenschaft und Innovationsmanagement komplettiert. Zusammen mit den Unternehmenspartnern Interactive Minds Dresden GmbH und WESOM Textil GmbH stehen die Sinnesmodalitäten »Sehen« und »Fühlen« im Fokus.

Um konkrete Forschungsergebnisse zu gewährleisten und die Forschungstätigkeiten von Beginn an zu fokussieren, wurden drei initiale Use Cases definiert, anhand derer erforscht werden soll, welche Konzepte / Sinne für ein optimales Presence-Erlebnis notwendig sind.

Projektlaufzeit: 01.07.2018 bis 31.12.2020

Gefördert durch:



Europäische Union

Europa fördert Sachsen.
ESF
 Europäischer Sozialfonds

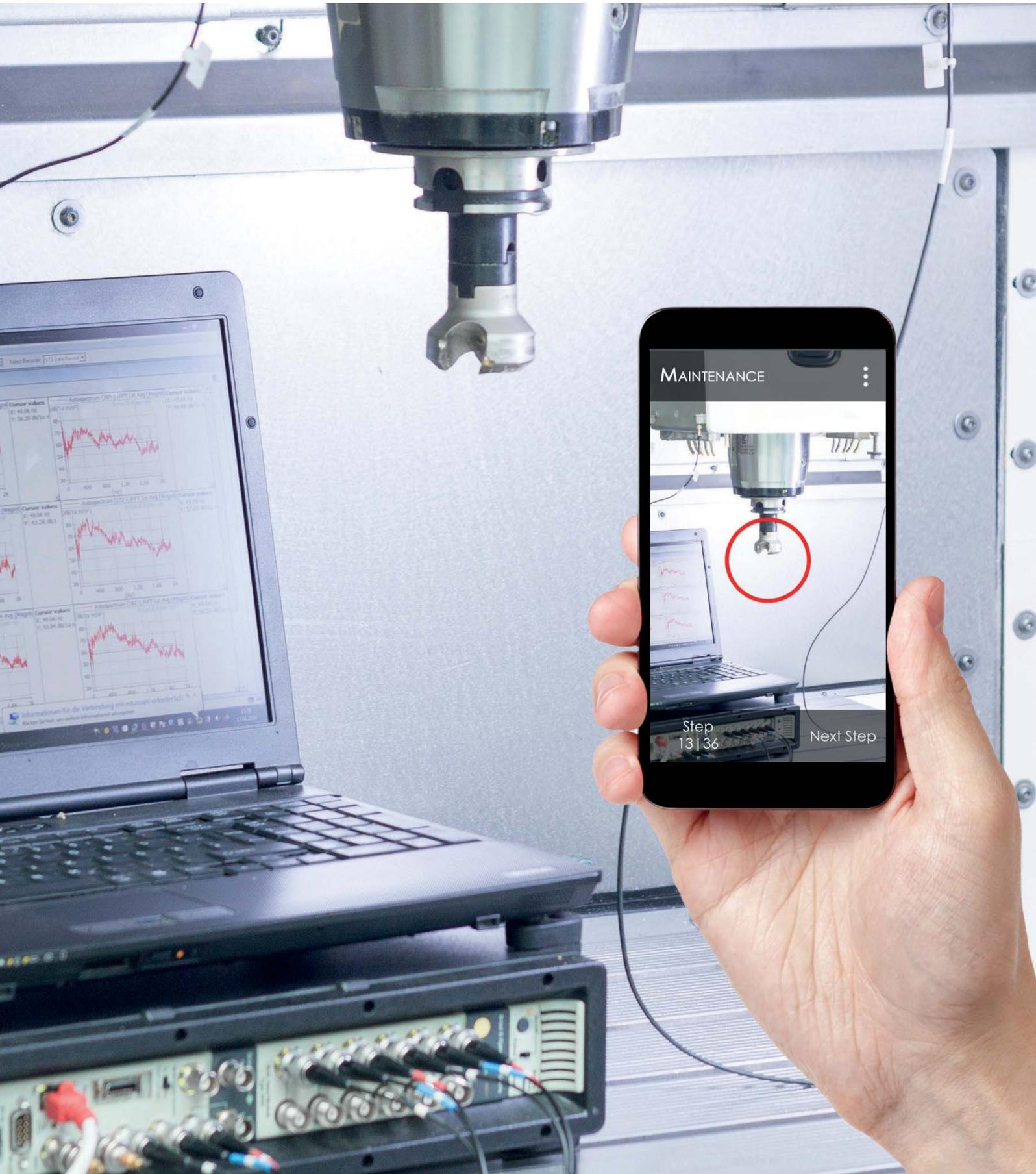


Diese Maßnahme wird mitfinanziert durch Steuermittel auf Grundlage des von den Abgeordneten des Sächsischen Landtags beschlossenen Haushaltes.



Eintauchen in die VR: Das Gefühl, sich wirklich in der virtuellen Umgebung zu befinden, soll gesteigert werden.

Forschung – Abteilungen



Lehr- und Forschungsabteilungen

Werkzeugmaschinen

- Anwendungsorientierte Bewertung von Werkzeugmaschinen und deren Komponenten
- Erweiterung von Aufbauprinzipien
- Werkzeugmaschinenkomponenten
- Energetische Verbrauchsanalysen von Maschinen
- Risiko- und Gefährdungsbeurteilungen

Leitung der Abteilung:
Dr.-Ing. Joachim Regel



Steuerungs- und Regelungstechnik

- Identifikation und Inbetriebnahme von Regelungen an elektromechanischen Achsen
- Reglerentwurf für mechatronische Systeme
- Control Loop Performance Monitoring in der Antriebsregelung
- Führungsgrößengenerierung
- Entwicklung von Automatisierungskonzepten und Regelstrategien zu konkreten Problemstellungen

Leitung der Abteilung:
Dr.-Ing. Holger Schlegel



Fertigungstechnik/Spanen

- Schwer- und Hartzerpanung
- Numerische Simulation von Spanprozessen
- Wasserstrahlschneiden
- Prozesssicherheit
- Rapid Prototyping
- Schmiermittelfreie Bearbeitung

Leitung der Abteilung:
Dipl.-Ing. Marco Witt



Prozessinformatik und Virtuelle Produktentwicklung

- Maschinen- und Anlagensimulation/ Virtueller Zwilling
- Virtuelle Inbetriebnahme und Antikollisionssoftware
- Augmented Reality
- Funktionale Visualisierung und Virtual Reality
- Virtuelle Technologien für die Medizintechnik
- Mensch-Maschine-Interaktion

Leitung der Abteilung:
Dr.-Ing. Philipp Klimant



Lehr- und Forschungsabteilung Werkzeugmaschinen

An der Technischen Universität Chemnitz hat die Forschung und Lehre im Werkzeugmaschinenbau eine über 60-jährige Tradition. Beide Aspekte bedingen einander und sind ein Garant für die enge Verbindung von theoretischen Grundlagen mit der industriellen Praxis unserer Forschungspartner. Unserem kompetenten und motivierten Team wissenschaftlicher Mitarbeiter und Techniker steht sowohl für diese Spitzenforschung als auch für die studentische Ausbildung eine moderne Ausstattung zur Verfügung. Themenstellungen aus den Bereichen Entwicklung, Simulation und experimenteller Eigenschaftsanalyse unterstützen zum einen unsere Forschungspartner bei der Verbesserung der Produktivität, Qualität, Zuverlässigkeit und Anwendbarkeit von Werkzeugmaschinen und garantieren andererseits einen effektiven Wissens- und Technologietransfer.

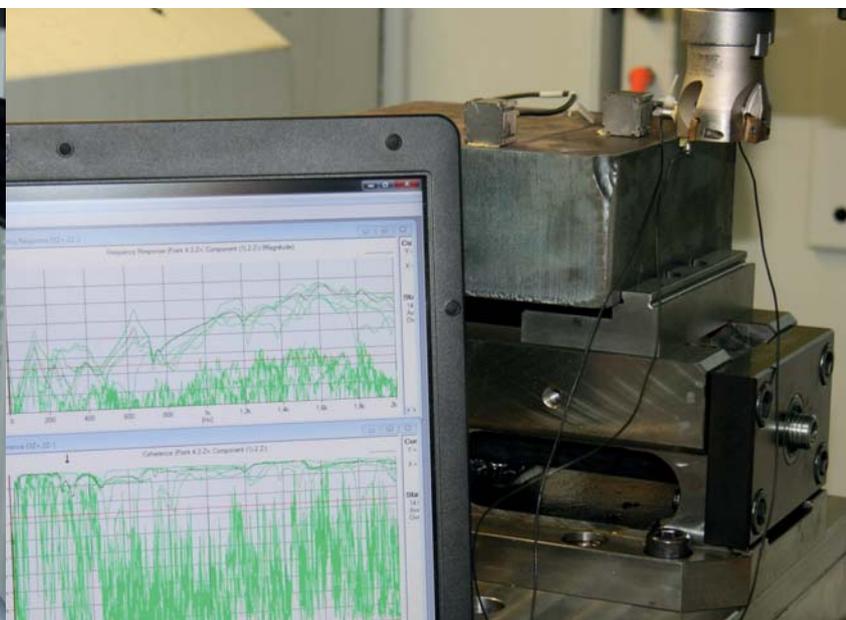
Das eingehende Verständnis der Eigenschaften von Werkzeugmaschinen ist der Schlüssel für deren Weiterentwicklung. Deshalb ergänzen wir unsere messtechnischen Untersuchungen mit einem hohen Anteil simulativer Analysen. Die immer komplexer werdenden Strukturen erfordern neben der richtigen Parameteridentifikation ein hohes Maß an Interdisziplinarität in der Betrachtung. Ein Forschungsschwerpunkt der Lehr- und Forschungsabteilung Werkzeugmaschinen liegt folglich in der domänenübergreifenden Entwicklung neuartiger Methoden zur Analyse und mehrkriteriellen Optimierung von Werkzeugmaschinen unter Berücksichtigung sowohl der Hersteller- als auch Anwendersicht.

Schwerpunkte aus dem Forschungsportfolio:

- Weiterentwicklung von Methoden zur Messung des statischen und dynamischen Verhaltens, wie z. B. quasi-statische Messung, Dämpfungsmessung, Betriebsmodalanalyse
- Simulation des statischen und dynamischen Verhaltens
- Thermische Analyse von Werkzeugen, Spannmitteln und Maschinenstrukturen sowohl experimentell als auch simulativ
- CFD-Simulation und experimentelle Untersuchung von Fluiden im Arbeitsraum zur Identifikation ihrer thermischen Einflüsse
- Energetische Betrachtung der Gefährdung neuartiger Fertigungsverfahren und Erfassung von Kenngrößen der menschlichen Zuverlässigkeit sowie Ableitung von Maßnahmen zu instruktiven Sicherheit
- Experimentelle und rechnerische Untersuchungen von hydrodynamischen Gleitführungen und deren Optimierung durch anforderungsgerechte Gestaltung der Gleitflächen
- Erfassung des Energiebedarfs von Werkzeugmaschinen sowie die Erarbeitung von Methoden zum energetischen Vergleich unterschiedlicher Werkzeugmaschinen
- Entwicklung von Systemen, Komponenten und Prozessketten für die automatisierte Mikromontage mechatronischer Systeme



Mobile Energiemessung mit Strommesszange



Charakterisierung des dynamischen Verhaltens von Maschinenstrukturen

Analyse, Bewertung, Optimierung

Beispielgebend für die Kompetenzen der Lehr- und Forschungsabteilung stehen folgende Projekte:

- HDF 100 – Reibungsreduzierte hydrodynamische Führung mit verminderter Kippneigung für hohe Gleitgeschwindigkeiten durch optimale Gestaltung der Führungsflächen
- HSP3 – Peripherie- und Komponentenentwicklung für eine adaptronische Hauptspindel
- RisDre – Gefährdungsrisiko durch freigesetzte Werkstücke bei Verfahrensintegration des Drehens in Fräsmaschinen mittels probabilistischer Berechnungsansätze
- Beschreibung, Optimierung und Kompensation der thermischen Werkzeug- und Spannmittelverformung (Teilprojekt A01 im SFB/Transregio 96)
- Zeitvariable Simulation der thermischen Maschinenstruktur (Teilprojekt C1.2 im Verbundprojekt AMARETO)
- Fertigungstechnologien für aktive mikrostrukturierte piezoelektrische Halbzeuge (Teilprojekt A03 im SFB/Transregio 39 PT-PIESA)
- eMES-Plan – Empirische Maschinenmodelle zur energiesensitiven Planung spanender Fertigungsprozesse

Das Lehrangebot der Abteilung deckt sowohl die Grundlagen zu Aufbau und Anwendung als auch vertiefte Kenntnisse zur Auslegung und Berechnung von Baugruppen spanender und umformender Werkzeugmaschinen ab. Eine detaillierte Darstellung der Lehrlinie „Werkzeugmaschinen“ ist ab Seite 14 aufgeführt. Weiterhin werden studentische Arbeiten sowohl aus der Grundlagen- als auch der Anwendungsforschung in Zusammenarbeit mit Unternehmen angeboten.

Angebote zur Prozess- und Maschinenanalyse vor Ort:

- Energieerfassung und Energiebilanzierung von Produktionssystemen
- Durchführung von Schwingungsmessungen mit Frequenz- sowie experimenteller Modalanalyse
- Messung der geometrischen und kinematischen Genauigkeit mit Laserinterferometer und Double-Ball-Bar
- Messung von Bearbeitungskräften und -momenten mit einer Messplattform oder einem Dynamometer
- Erfassung von Temperaturfeldern mit High-Speed- oder Weitwinkel-Thermografiesystemen

Angebote zur Komponentenuntersuchung von Vorschubachsen:

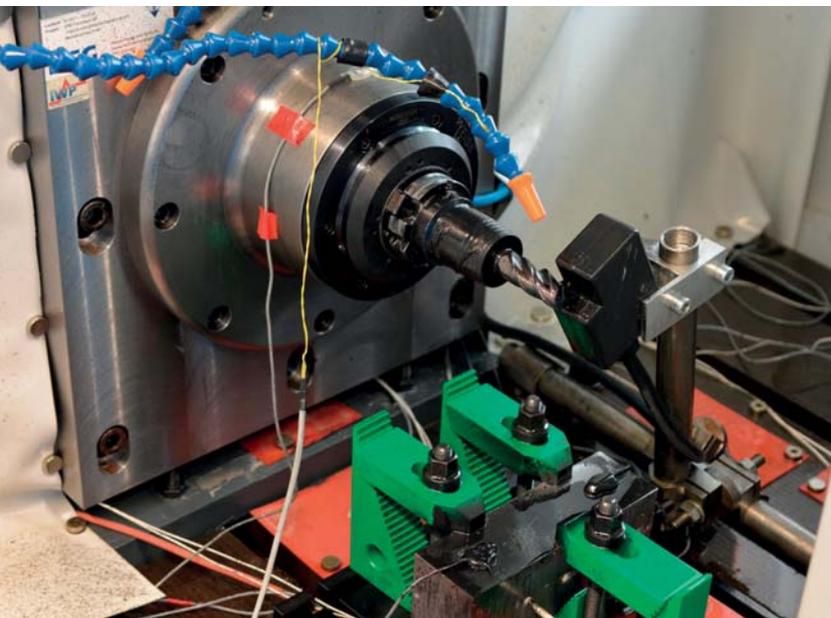
- Experimentelle Ermittlung des Verhaltens verschiedener Antriebs- und Führungssysteme (Versuchsstände für den Bereich bis 2 m/min und 100 m/min)
- Reibverhalten durch Ermittlung von Stribeck-Kurven

Angebote zur ganzheitlichen Eigenschaftsbestimmung:

- Komplexe thermische Untersuchungen von Maschinen in einer Klimazelle (11 m x 7,5 m x 5 m) unter variierenden Umgebungsbedingungen (Temperatur, Luftfeuchte)
- Aufbau mechatronischer Modelle auf Basis von Finiten Elementen und Mehrkörpermodellen für strukturmechanische Simulationen und Schwachstellenanalyse

Risiko- und Gefährdungsbeurteilungen:

- Tests zu spezifischen Tätigkeiten an realen und virtuellen Maschinen
- Evaluieren von instruktiver manueller Tätigkeit



Erfassung thermischer Einflüsse von Kühlschmierstoff



Nutzertest zur Spannsicherheit rotatorischer Werkstücke

Bewertung konstruktiver und kompensatorischer Maßnahmen zur thermo-sensitiven Auslegung von Werkzeugmaschinenstrukturen

Projektbearbeiter: Dr.-Ing. Joachim Regel

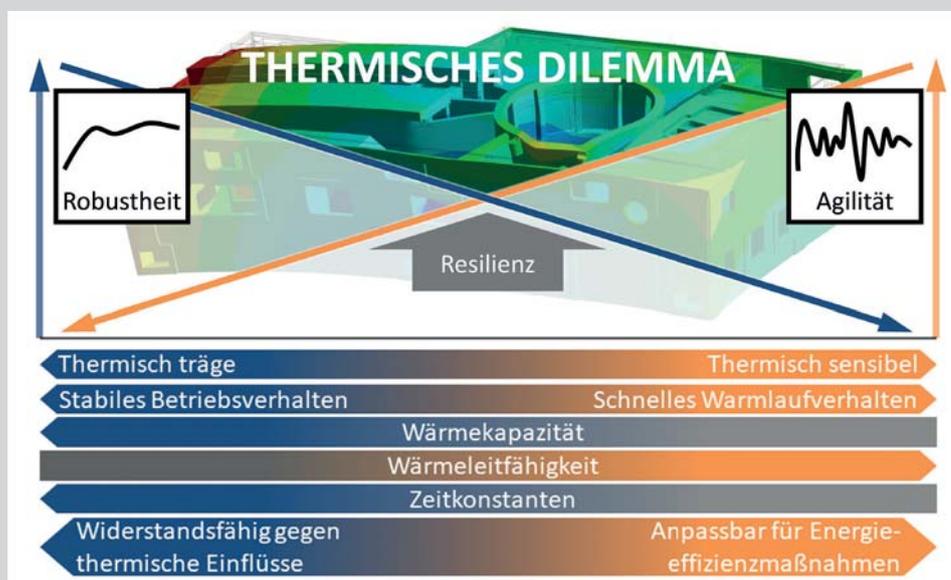
An modernen Werkzeugmaschinen ist die thermische Drift nicht selten Ursache für bis zu 70 % der geometrischen Fehler am Werkstück. Der Einsatz von Maßnahmen zur thermischen Beeinflussung gründet sich zu einem großen Teil auf Erfahrungswissen oder macht sehr umfangreiche Voruntersuchungen an einer ausgeführten Maschine nötig. Der Entwickler ist derzeit gezwungen, zwischen unzähligen thermo-mechanischen Methoden zu wählen, ohne konkret aussagen zu können, welche in einem konkreten Einsatzfall die günstigsten Auswirkungen besitzt. In der Praxis wird häufig unreflektiert nach dem Motto „viel hilft viel“ gearbeitet, weshalb mitunter Maschinenbetten vollständig temperiert durchflutet werden, Maschinen auch während Bearbeitungspausen permanent in Lageregelung gehalten werden oder der Kühlmittel Einsatz während der Bearbeitung scheinbar unverhältnismäßig gesteigert wird. Beim Einsatz dieser Maßnahmen wird somit vielfach entgegen dem Ziel der Energieeffizienz vorgegangen.

Zur Auflösung dieses „Thermischen Dilemmas“ ist es erforderlich, die verschiedenen Maßnahmen zur Beeinflussung des thermischen Verhaltens von Werkzeugmaschinen einer quantitativen Bewertung zugänglich zu machen. Dazu wurde die varianzbasierte Sensitivitätsanalyse als statistisches Verfahren als eine leistungsfähige Methode identifiziert, um thermische Simulationsmodelle ohne Einschränkung in Art und Gültigkeitsbereich hinsichtlich implizierter Parameter einflüsse bewerten zu können. Die Methodik der Modellierung und Parametrierung der zu analysierenden Problematik erstreckt sich auf die Diskretisierung der thermischen Struktur unter Einbeziehung aller Varianten in ein Modell und die

Zuweisung charakterisierender Verteilungsfunktionen. Die programmtechnische Umsetzung erfolgt über eine Kopplung der mathematischen Berechnungssoftware MATLAB® mit dem Simulationstool SimulationX®. Im Ergebnis der Sensitivitätsanalyse steht die Aussage über die Relevanz betrachteter Maßnahmen hinsichtlich bestimmter Bewertungsgrößen.

In einem Maßnahmenkatalog werden die bisher entwickelten und umgesetzten Maßnahmen einer systematisierenden Beschreibung unterzogen. Die Umsetzung der Methode wird an zwei Beispielen demonstriert. Das erste berührt die Auslegungsphase von Werkzeugmaschinen durch die Ableitung zielführender Maßnahmen zur Temperaturfeldbeeinflussung und -homogenisierung an einem thermisch trägen Grundkörper aus Mineralguss. Das zweite Beispiel erstreckt sich auf aktive Kühlmaßnahmen in der Betriebsphase von Werkzeugmaschinen. Dabei werden zwei grundsätzlich verschiedene Regelvarianten vor dem Hintergrund schwankender Umgebungstemperaturen in ihrer technischen Leistungsfähigkeit und ihrem thermo-energetischen Wirkungsgrad verglichen. Die Bestimmung relevanter Einflussgrößen auf den thermo-energetischen Wirkungsgrad ist der vielversprechendste Ansatz zur Realisierung eines unter energetischen Gesichtspunkten effektiven Betriebs von Kühlsystemen in Werkzeugmaschinen.

Die Übertragbarkeit auf andere, auch domänenübergreifende Themengebiete ist möglich. Erforderlich ist lediglich eine rechentechnische Kopplung zwischen dem Programm zur Durchführung der Sensitivitätsanalyse und dem System zur Berechnung der vorliegenden technischen Problemstellung.



Reibungsreduzierte hydrodynamische Führung mit verminderter Kippneigung für hohe Gleitgeschwindigkeiten durch optimale Gestaltung der Führungsflächen

Projektbearbeiterin: M.Sc. Yingying Zhang

Der systemimmanente Zielkonflikt zwischen Produktivität und Arbeitsgenauigkeit einer Werkzeugmaschine führte in den vergangenen Jahren zum Ausweichen auf wenig dämpfende Wälzführungselemente. Wesentliches Argument gegen die hydrodynamische Führung war bisher der zu hohe Reibungskoeffizient.

Im aktuellen Forschungsvorhaben wird diesen hochspezialisierten und -optimierten wälzbasierten Führungssystemen die hydrodynamische Führung (HDF) als sehr robustes und steifes Maschinenelement gegenübergestellt. Gegenüber bisherigen Untersuchungen liegt der Schwerpunkt auf dem Bereich der Flüssigkeitsreibung und höheren Geschwindigkeiten im Bereich von 10 bis 100 m/min. Lösungsansatz zur Reduktion des Aufschwimmens bzw. des Verkippens des Schlittens und damit zum Erreichen der Genauigkeitsanforderungen an das Führungssystem war die systematische Gestaltung makrogeometrischer Formelemente und deren Konturoptimierung.

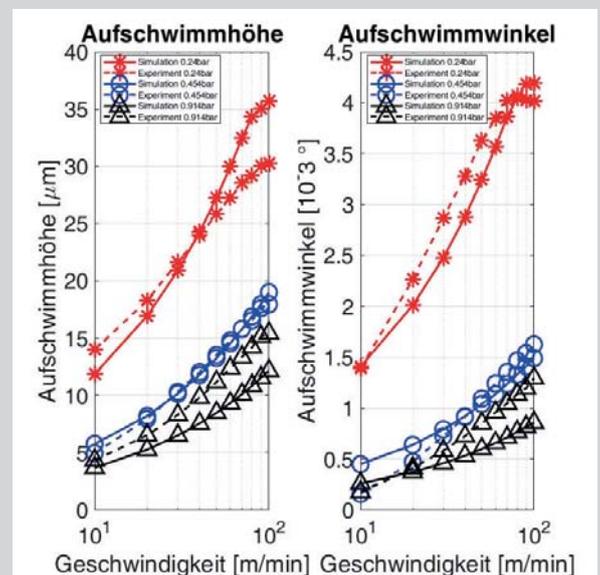
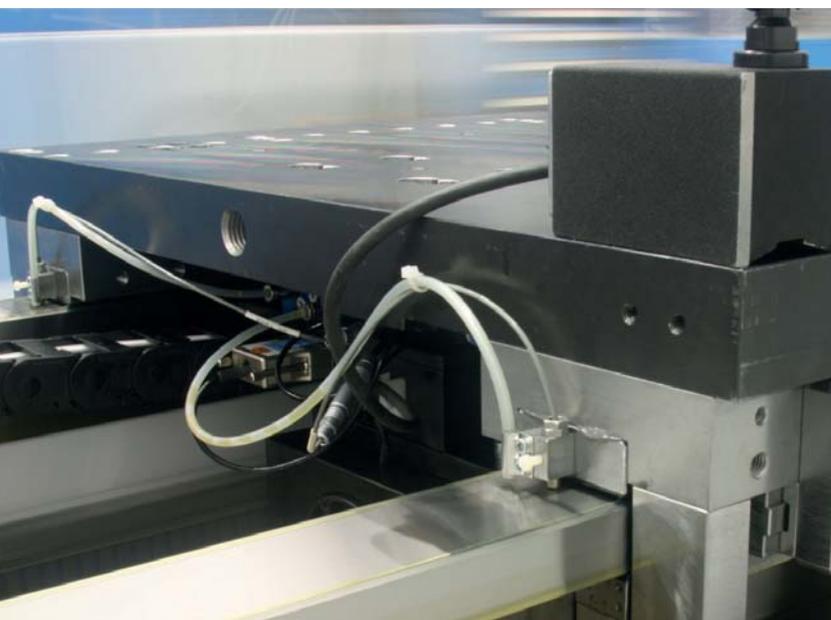
Erste Berechnungsansätze zeigten schnell, dass methodische Ansätze zur Begrenzung der sehr zeitaufwändigen Simulationen erforderlich sind. Dabei ging es insgesamt um den richtigen Methodenmix aus CFD-basierten Ansätzen, bewährten Finite-Differenzen-Methoden (FDM), der vergleichsweise einfachen Berechnung der 3D-Gleichgewichtsbedingungen oder auch aufwendigere Heuristiken. Die aus den Einzelaspekten hervorgegangenen Auslegungsregeln wurden experimentell auf ihre Robustheit, die von einem HDF-System erwartet wird, untersucht. Entscheidend für die Problemlösung ist, dass das gefundene Berechnungsmodell für die Druckverteilung im Schmierpalt nicht nur von der

Geschwindigkeit und der Geometrie des Schmierpalt abhängig ist, wie es in der Reynolds'schen Differentialgleichung dargestellt wird. Vielmehr müssen weitere Bedingungen, wie z. B. das Schmierverfahren, die Rauheit der Kontaktoberfläche etc. einbezogen werden. Aus diesem Grund wurde die Reynolds'sche Differentialgleichung mit weiteren tribologischen Ansätzen kombiniert.

Mit dem vorliegenden dynamischen Modell kann das Aufschwimmverhalten des Schlittens für den Beschleunigungsvorgang und die Konstantfahrt dargestellt werden. Das auf der Verwendung von Finiten Differenzen basierende und mit Simulink umgesetzte neu entwickelte Simulationsmodell konnte experimentell für verschiedene Belastungsfälle und Führungsgeometrien verifiziert werden. Besonders wirksam können der Reibkoeffizient und auch die Kippneigung reduziert werden, wenn die Führungsfläche in Querrichtung eine konkave Form erhält.

Projektlaufzeit: 01.09.2016 bis 31.08.2019

Gefördert durch:



Versuchsstand mit Vorschubgeschwindigkeiten bis 100 m/min (links) zur experimentellen Verifizierung (rechts)

Lehr- und Forschungsabteilung Steuerungs- und Regelungstechnik

Mechatronik – mit ihrer systemtechnischen Kombination von Mechanik, Elektronik und Informatik ist sie eine wichtige interdisziplinäre Ingenieurwissenschaft für die Entwicklung und Anwendung technischer Systeme. Moderne Werkzeug- und Verarbeitungsmaschinen sind heute als mechatronische Systeme mit mechanischer Grundstruktur zu betrachten.

Zur präzisen Be- und Verarbeitung von Werkstücken dienen hochdynamische, geregelte Antriebe, mit denen einzelne Maschinenkomponenten wie Spindeln, Maschinentische oder Roboterarme angetrieben werden. Mittels umfangreicher Prozesssensorik werden Abweichungen während des Be- und Verarbeitungsprozesses erfasst, ausgewertet und in Steuer- bzw. Regeleinrichtungen, welche als numerische Steuerung (CNC), speicherprogrammierte Steuerung (SPS) oder Bewegungssteuerung (MC) ausgeführt sind, über-mittelt, dort verarbeitet und in entsprechende Stellein-griffe umgesetzt.

Die Lehr- und Forschungsabteilung Steuerungs- und Regelungstechnik arbeitet an Forschungs- und Entwicklungsaufgaben im Bereich mechatronischer Systeme mit dem Schwerpunkt Maschinenbau und Produktionstechnik. Das Ziel der Abteilung ist dabei die Verringerung der Diskrepanz zwischen theoretischen Methoden und industrieller Anwendung der Steuerungs- und Regelungstechnik durch praxis-nahe Forschung.

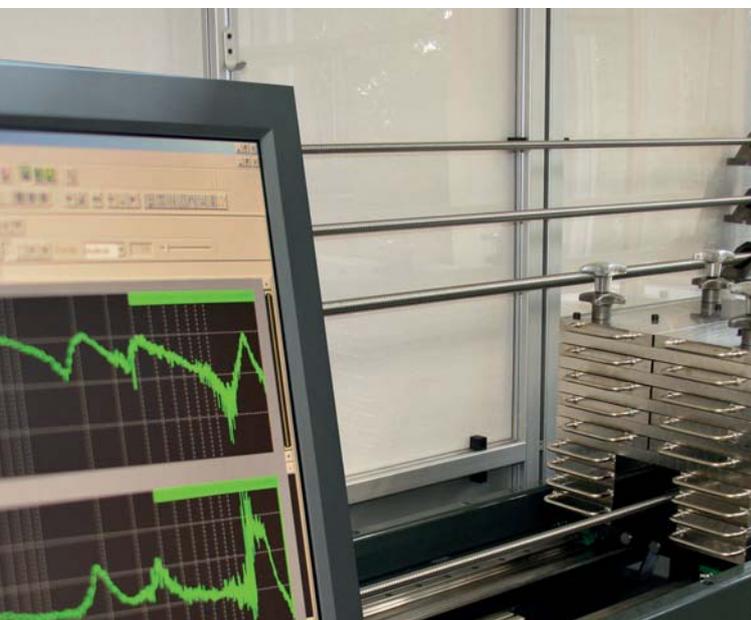
Kompetenzen:

- Identifikation und Inbetriebnahme von Regelungen an elektromechanischen Achsen

- Identifikation und Modellierung technischer Systeme
- Aufbereitung von Identifikationsverfahren für Bewegungssteuerungen bis zur industriellen Anwendbarkeit
- Reglerentwurf für elektromechanische Achsen
 - Berücksichtigung schwingungsfähiger Strecken
 - Beachtung vielfältiger Entwurfsvorgaben und erweiterter Strukturen
 - Implementierung in Antriebssystemen
- Control Loop Performance Monitoring in der Antriebsregelung
 - Entwicklung von Überwachungsfunktionen an elektromechanischen Achsen

Im Rahmen anwendungsorientierter Forschungsprojekte steht die Lehr- und Forschungsabteilung Steuerungs- und Regelungstechnik als Technologie- und Kompetenzpartner mit folgendem Dienstleistungsangebot zur Verfügung:

- Entwicklung von Automatisierungskonzepten und Regelstrategien zu konkreten Problemstellungen
- Identifikation von Regelstrecken und Untersuchung von dynamischen Eigenschaften (Simulation, Modellierung) elektromechanischer Systeme
- Reglerentwurf für elektromechanische Systeme unter
 - Berücksichtigung schwingungsfähiger Strecken
 - Beachtung spezieller Entwurfsvorgaben (Dynamik, Robustheit, Stellaufwand)
 - Verwendung höherer Reglerstrukturen



Untersuchung elektromechanischer Vorschubantriebe



Linearmotor mit Schneidvorsatz

Identifizieren, Regeln, Überwachen

- Bereitstellung erweiterter Überwachungsfunktionen (Control Loop Performance Monitoring)
 - Erkennen von Projektierungsmängeln und Nicht-linearitäten bereits in der Entwurfsphase
 - umfassende Auswertung bereits vorhandener Steuerungs- und/oder Sensorsignale
 - Implementierung und Test von Überwachungsfunktionen an mechatronischen Achsen
 - Auswertung der Ergebnisse im Hinblick auf technischen Nutzen und Interpretierbarkeit
- Bereitstellung von Reglerentwurfs- und Inbetriebnahmetools
- Realisierung komplexer Motion Control Lösungsansätze auf moderner Steuerungs- und Antriebshardware

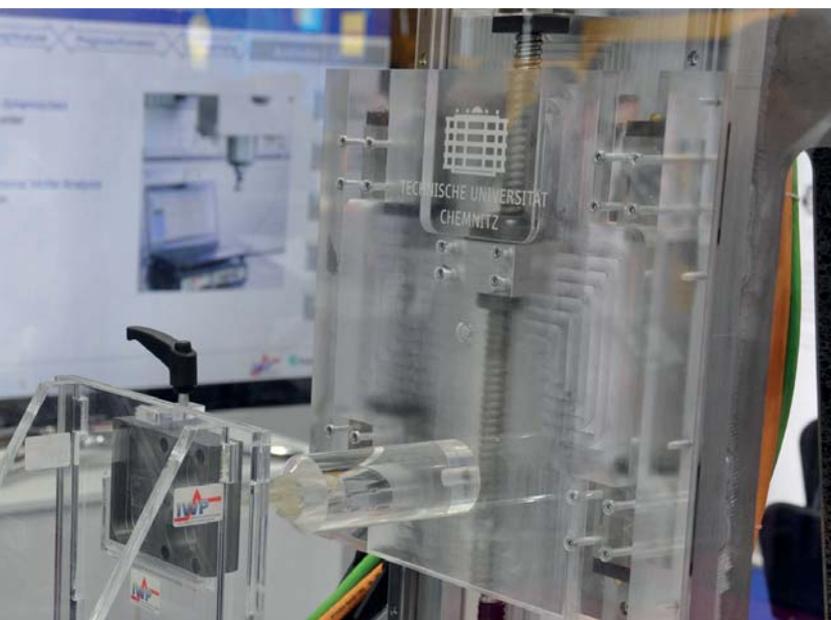
Beispielgebend für die Forschungsschwerpunkte der Abteilung ist die Weiterentwicklung von systemtheoretischen Methoden der fehlertoleranten Regelung. Unter dem Begriff der Fehlertoleranz wird in diesem Kontext die Fähigkeit eines technischen Systems verstanden, trotz fehlerhafter Komponenteneigenschaften, beispielsweise hervorgerufen durch Verschleiß, Alterung oder Ausfall, seine vorgesehene Funktionalität ganz oder in einem vorher spezifizierten reduzierten Umfang weiterhin zu erfüllen.

Die Motivation der Arbeiten resultiert aus Untersuchungen zum Einsatz von Aktoren aus Formgedächtnislegierungen für die Servicerobotik. Die Aktoren werden in Form von Drähten, vergleichbar den menschlichen Muskelfasern, und in großer Anzahl in nachgiebige Strukturen integriert, woraus sich eine hochgradig redundante kinematische Kette ergibt.

Neben der Auswahl der Strukturen und Aktorwerkstoffe spielt die fehlertolerante Regelung eine gewichtige Rolle für den zuverlässigen Betrieb des Gesamtsystems. Tritt in den Aktoren ein Fehler auf, so ist die kinematische Kette verwundbar.

Ziel ist es, das Auftreten eines Fehlers während des laufenden Betriebs mit einer Diagnoseeinheit zu registrieren und zu klassifizieren. Abgeleitet aus diesen Informationen wird ein Modell der fehlerbehafteten Regelstrecke erstellt. Unter Kenntnis der veränderten Streckenparameter kann ein rekonfigurierter Regler ausgelegt, gegen den nominellen ausgetauscht und in Betrieb genommen werden. Die Rekonfiguration des Reglers verändert dessen dynamische Eigenschaften und unter Umständen auch die entsprechenden Ein- und Ausgangsgrößen. Bedingt durch den hohen Grad an kinematischer Redundanz ist es möglich, dass Bewegungen fehlerhafter Aktoren durch andere übernommen werden und die Funktionserfüllung des Gesamtsystems weiterhin sichergestellt ist.

Die Einbindung von fehlertolerant geregelter redundanter Aktorik in nachgiebige mechanische Strukturen eröffnet völlig neue Möglichkeiten im Bereich der Servicerobotik. Einerseits ist durch die Verringerung der Kollisionskräfte ein Betrieb des Roboters ohne trennende Schutteinrichtung denkbar, andererseits gewährleistet die fehlertolerante Regelung eine höhere Ausfallsicherheit. Denkbar sind für den Menschen unterstützende Einsatzszenarien solcher Roboter sowohl im industriellen als auch privaten Sektor ohne die Überwachung mittels kostenintensiver Sicherheitstechnik.



Demonstratormaschine EMO 2017



Belastungseinheit Oberon

Vergleichende Untersuchungen zum Tiefziehen mit erweiterter Prozesskinematik

Projektbearbeiter: M.Sc. André Sewohl

Die Entwicklung der hochdynamischen Servo-Pressentechnik hat die Realisierung innovativer Technologien mit aktiven Lastwechseln bei variablem Bewegungsverlauf von Pressenstößel und Ziehkissen ermöglicht. Der Ansatz mit gleichzeitigem Pulsieren von Ziehkissen und Stößel wird als „Kissen-Stößel-Pulsation“ bezeichnet und stand im Fokus des Forschungsvorhabens. Dieses Verfahren ist neu und die Evaluierung erfolgte bisher rein phänomenologisch. Bislang konnten die Ursachen für die positiven technologischen Effekte, wie etwa einer Erweiterung der Formänderungsgrenzen und des Prozessfensters, noch nicht systematisch erklärt werden. Auch das Wissen um die Beanspruchungsverhältnisse in der Wirkfuge sowie die Prognose der Prozessparameter ist für das Tiefziehen mit niederfrequenter Schwingungsüberlagerung auf Servospindelpressen ungenügend. Bisher fehlen entsprechende Bewertungsgrundlagen. Damit einhergehend wird die Prozessauslegung bis heute nur durch empirische Methoden unterstützt.

Aus diesem Grund erfolgte in Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU als gemeinsamen Forschungspartner eine grundlegende Analyse dieser neuen Prozesskinematik zur Aufklärung der Wirkmechanismen und einer Quantifizierung der technologischen Vorteile.

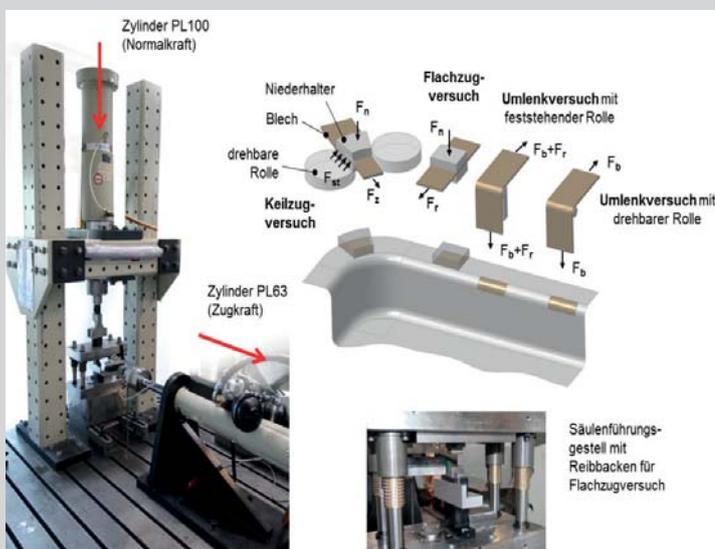
Den Ausgangspunkt bildete die Entwicklung der Methode zur Einzelkraftbewertung, um einen Vergleich zwischen dem Standardtiefziehen, der Kissen-Pulsation und der neuen Kissen-Stößel-Pulsation zu ermöglichen. Dazu wurde die zur Umformung notwendige Gesamtumformkraft in die Kraftanteile für Stauchung, Biegung und Reibung zerlegt und in

Relation zu Versagensart, -ort und -zeitpunkt gebracht. Für die Identifikation der positiven Phänomene wurden Spezialversuche aufgebaut und die einzelnen Teilkräfte in experimentellen und numerischen Untersuchungen mit Hilfe von Sensitivitätsmethoden ermittelt und evaluiert.

Dabei wurde nachgewiesen, dass die Ziehkräfte bei den Verfahren mit Schwingungsüberlagerung niedriger sind als beim Tiefziehen. Aus einzelnen Streifenziehversuchen konnten die Reibwerte für die Simulation gewonnen werden. Die gemessenen Einzelkräfte zeigen im untersuchten Bereich keine Veränderungen der tribologischen Verhältnisse. Die Erweiterung der Umformgrenzen ist allein auf die Reduzierung der Belastung in der Bauteilzarge bei der Kissen-Pulsation und der Kissen-Stößel-Pulsation zurückzuführen. Dieses Ergebnis konnte experimentell und numerisch bestätigt werden. Zudem haben die Ergebnisse gezeigt, dass die Abweichungen zwischen der Soll- und Ist-Prozesskinematik in der Regelung der Servo-Spindelpresse gering sind. Die Prozessabweichungen können hauptsächlich auf die vertikale Steifigkeit des Stößel- und Ziehkissenantriebes zurückgeführt werden. An dieser Stelle bieten regelungstechnische Kompensationsmaßnahmen Ansatz für eine Verbesserung der Prozessergebnisse.

Projektlaufzeit: 01.09.2015 bis 30.04.2018

Gefördert durch:



Versuchsaufbau zur Ermittlung der Einzelkräfte

Modulares Tiefziehwerkzeug mit quadratischen Aktivelementen

Verbesserte Verfügbarkeit für Großwerkzeugmaschinen durch neue Ansätze der Zustandsüberwachung, Teilprojekt Prozessautarke nicht- und minimalinvasive Regelkreisüberwachung

Projektbearbeiter: Dipl.-Ing. Johannes Quellmalz

Unternehmen, die Werkzeugmaschinen zur Fertigung nutzen, erwarten neben gleichbleibend hoher Fertigungsqualität und geringen Betriebskosten auch eine hohe Verfügbarkeit. Ungeplante Stillstandszeiten sollen vermieden und Aufwand für die geplante Wartung gering gehalten werden. Methoden, die an Serien- und Einzweckmaschinen Anwendung finden, sind nicht unmittelbar auf Großwerkzeugmaschinen übertragbar. Neuartige Ansätze sind erforscht worden:

- Modellbasierte Lebensdauerprognose kritischer Komponenten auf Basis ausgewählter Sensorinformationen
- Identifikation und Überwachung auf Basis antriebsinterner Signale

Der zweite Aspekt steht im Fokus der Abteilung Steuerungs- und Regelungstechnik. Zum Einsatz kommen nichtinvasive Verfahren wie die Identifikation mechanischer Parameter (Trägheit, Reibung) und regelungstechnische Performanceindizes (Arbeitsbilanzindex, SO-basierter Drehzahlreglerindex). Die Pronalyse wird darüber hinaus zur Erkennung weiterer schwingungsmechanischer Probleme verwendet. Die Herausforderung liegt dabei in der Anpassung, Parametrierung und steuerungsnahen Implementierung der Verfahren.

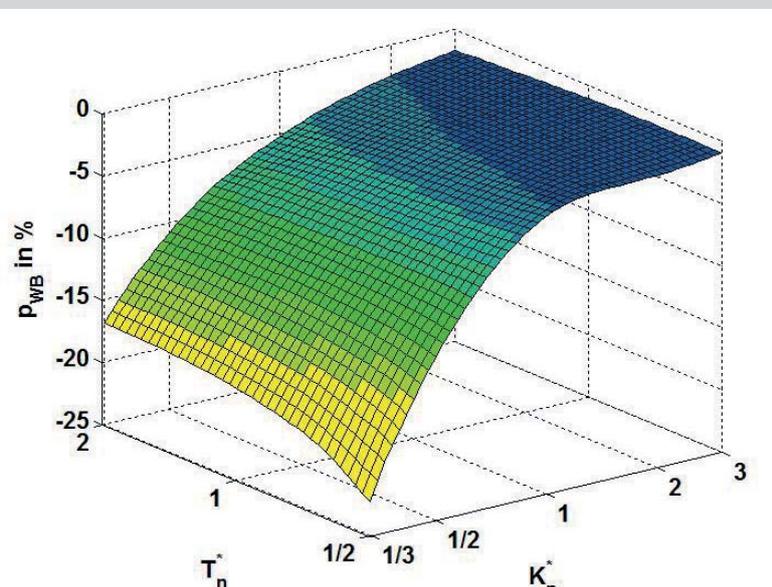
Die nichtinvasive Parameteridentifikation beruht auf der Methode der kleinsten Fehlerquadrate. Sie ist im Rahmen des Projektes als Ergänzung zum ganzheitlichen Monitoring des Vorschubachsensystems herausgearbeitet worden. Im Fokus steht dabei vor allem eine mögliche verschleißbedingte Veränderung der Reibeigenschaften. Die Funktionalität wurde an Versuchsständen der Professur sowie beim Projektpartner UNION Werkzeugmaschinen GmbH nachgewiesen.

Performanceindizes bilden die Regelgüte in Form einer skalaren Zahl ab. Diese werden durch algorithmische Informationsverdichtung aus Zeitsignalen des Regelkreises generiert. Der SO-Drehzahlreglerindex, welcher auf dem namensgebenden Einstellverfahren nach dem symmetrischen Optimum (SO) basiert, ist an mehreren Achsen des Spindelprüfstands beim Projektpartner UNION untersucht worden. Unter produktionsnahen Bedingungen (Lageregelung aktiv, Eilgangbewegung) konnte die Bewertung der Regelung erfolgen und die damit einhergehende Dokumentierbarkeit des Inbetriebnahmeergebnisses sowie Verbesserungspotenziale bei der Drehzahlregelung selbst aufgezeigt werden.

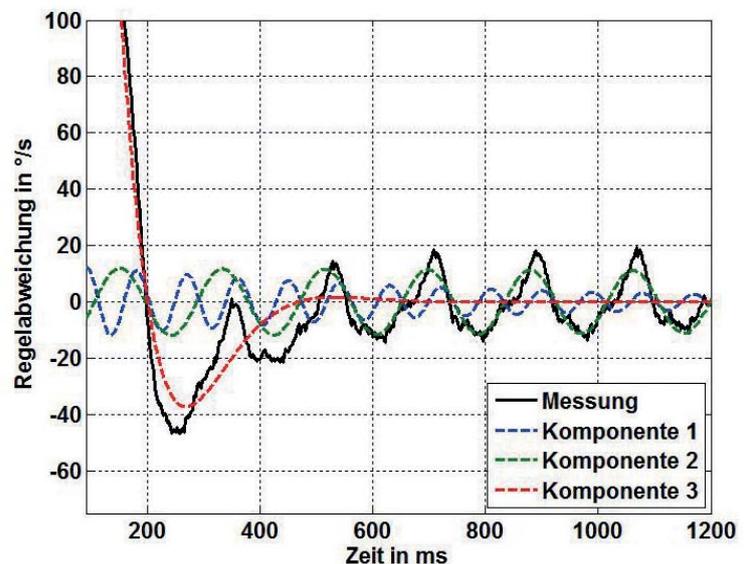
Bei der Pronalyse handelt es sich um ein Signalzerlegungsverfahren, welches eine Abbildung bzw. Annäherung mit Hilfe mehrerer gedämpfter harmonischer Schwingungen liefert. Hierzu muss eine geeignete Anregung des Systems bspw. impulsartig während des technologisch unkritischen Werkzeugwechsels erfolgen. Im Rahmen des Projektes ist gezeigt worden, dass die Pronalyse zur Früherkennung bestimmter mechanischer Defekte im Antriebsstrang genutzt werden kann.

Projektlaufzeit: 01.10.2015 bis 31.03.2018

Gefördert durch:



Performanceindex - Arbeitsbilanz bei Variation von Reglerparametern



Pronalyse eines experimentell gewonnenen Signalverlaufes

Lehr- und Forschungsabteilung Fertigungstechnik/Spänen

Die spanenden Fertigungstechnologien dominieren verfahrensseitig die Neben- und Endformgebung, insbesondere bei der Fertigung von hochpräzisen bzw. hochbelasteten Metallbauteilen. Durch den Trend hin zu sinkenden Losgrößen bei steigender Funktionsintegration im Bauteil wächst der Anteil der spanenden Bearbeitung in der Fertigung kontinuierlich. Hierbei ergeben sich komplexe Problemstellungen bei der Prozessauslegung und -durchführung auf Grund der stetig steigenden geometrischen Vielfalt sowie des vermehrten Einsatzes von hochfesten Werkstoffen. Dabei sind vor allem dünnwandige Leichtmetallbauteile sowie anisotrope Werkstoffverbunde zu nennen, bei welchen neben der Werkzeugbelastung auch die Bauteildeformationen, basierend auf Spann- und Bearbeitungskräften, kritische Größen darstellen. Weiterhin erfordern die vermehrt eingesetzten generativen Fertigungsverfahren mit den verfahrensbedingt unterschiedlichen Materialeigenschaften neue Endbearbeitungsverfahren. Durch die Lage am Prozesskettenende sind die spanenden Prozesse die entscheidenden Merkmalsbildner für das Produkt. Somit ergeben sich neben der Forderung nach maximaler Ressourceneffizienz höchste Ansprüche an die Prozesssicherheit bzw. -stabilität, da diese elementar für eine gleichbleibende Produktqualität sind.

Die Umsetzung dieser vielschichtigen Forderungen bedarf der kombinierten Auslegung von Fertigungsprozessen, welche die Betrachtung der Betriebsmittel Werkzeugmaschine, Werkzeug und Spannmittel sowie die Aspekte der Nebenprozesse, wie Kühlung und Schmierung, mit einschließt. Durch die Vernetzung im Lehrstuhl sowie die enge universitäts- und standortübergreifende Zusammenarbeit können diese

interdisziplinären Fragestellungen zielführend beantwortet werden.

Forschungsseitig liegt der Schwerpunkt der Abteilung Fertigungstechnik/Spänen auf der Gestaltung von spanenden Hochleistungsprozessen. Hierbei bezieht sich der Begriff „Hochleistung“ insbesondere auf:

- Verfahrens- und Prozessentwicklung zur Bearbeitung von mechanisch und/oder thermisch hochfesten Werkstoffen
- Minimierung und Vermeidung des Einsatzes ökologisch bedenklicher Kühl- und Schmierstoffe
- Erweiterung des Einsatzes des Wasserabrasivstrahls sowie die Erhöhung der Leistungsfähigkeit hinsichtlich Schnittrate und -qualität
- Entwicklung eines Verfahrens zur Herstellung variabler Schneidkantengeometrien
- Neue und adaptierte Fertigungstechnologien zur Endbearbeitung von generativ gefertigten Bauteilen mit dem Ziel der Umsetzung belastbarer und präziser Funktionsoberflächen
- Umsetzung hybrider Fertigungsstrategien zur Erhöhung der Leistungsfähigkeit und Prozessstabilität sowie zur Integration von divergenten Prozessen bzw. Prozessoperationen
- Strategie zur übergreifenden Prozessüberwachung und -regelung mit dem Ziel der Umsetzung einer Null-Fehler-Produktion
- Strategien zur Bearbeitung von Faserverbundwerkstoffen



Versuche zur delaminationsfreien Bohrbearbeitung von faserverstärkten Kunststoffen

Prozessgestaltung, Hochleistungsbearbeitung, Ressourceneffizienz

Die Lehrlinie Fertigungstechnik bildet einen der lehrseitigen Schwerpunkte der Professur Werkzeugmaschinenkonstruktion und Umformtechnik, welche auf den Seiten 16 bis 17 detailliert dargestellt sind. Die Inhalte reichen dabei vom übergreifenden Grundlagenwissen im Bachelorstudium bis hin zum Expertenwissen in der Gestaltung und Optimierung von spanenden Prozessen.

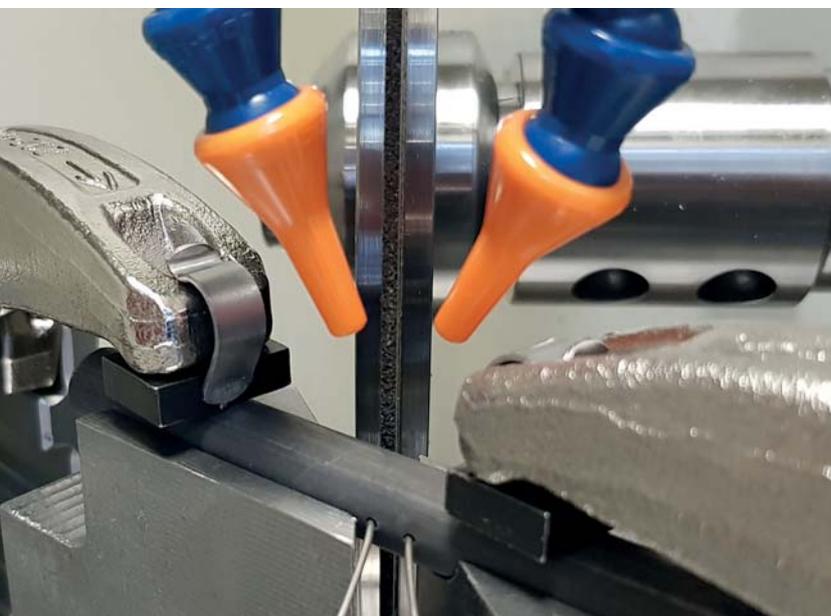
Im Rahmen von aktuellen Forschungsprojekten werden studentische Hilfswissenschaftler direkt in Forschungsprojekte involviert sowie herausfordernde Abschlussarbeiten meist in Zusammenarbeit mit der Industrie angeboten. Neben der studentischen Lehre werden immer wieder auch Schulungen für externe Personengruppen zu folgenden Themen der Fertigungstechnik durchgeführt:

- Gestaltung von spanenden Fertigungsprozessen
- Werkzeugwahl und Prozessoptimierung
- CAM-Programmierung
- Verfahren zur Fein- und Endbearbeitung
- Numerische Simulation von Spanprozessen
- Generative Fertigung – Methodik und Anwendung

Die Lehr- und Forschungsabteilung arbeitet mit einer Vielzahl an Projektpartnern aus Industrie und Forschung als Entwickler und Optimierer von spanenden Technologien zusammen. Beispielhaft sind im Folgenden eine Auswahl an aktuellen Projekten aufgelistet:

- InnoTeam HEIGHT - Hochintegrative Prozesskette zur generativen Fertigung von metallischen Hochleistungsbauteilen

- Neuartige Werkzeuge für das orthogonale Hochgenauigkeitsdrehfräsen; Substitution von Schleifprozessen rotatorischer Werkstücke durch orthogonales Hochgenauigkeitsdrehfräsen
- EroJET - Erschließung der Suspensionsstrahltechnologie zur präzisen erosiven Bearbeitung schwer spanbarer Werkstoffe
- Analyse und Prozessauslegung des Schneidprozesses beim Granulieren
- Gratfreies kryogenes Trennschleifen von gehärteten Lauffringen zur Steigerung der Einsatzbreite von Drahtwälzlager
- Hochqualitative Bohrbearbeitung von faserverstärkten Kunststoffen
- Nachwuchsforschergruppe FiberCer – Vollautomatischer großserientauglicher Formgebungsprozess von Faserkeramiken
- WassAR3D – Assistenz- und Überwachungssystem zur präzisen 3D-Bearbeitung beim Wasserabrasivstrahlschneiden sowie Entwicklung standardisierter Spannmittel
- Tekus – Schneidkantenpräparation an unterschiedlichen Werkstoffen mittels hochpräziser Wasserabrasivstrahltechnologie
- EcoWASP – Entwicklung einer Wasserstrahlanlage zur Bearbeitung mittels Hochdrucksuspension.



Kryogenes Trennschleifen hochfester Stahldrähte

EroJET – Erschließung der Suspensionsstrahl-Technologie zur präzisen erosiven Bearbeitung schwer spanbarer Werkstoffe

Projektbearbeiter: Dipl.-Ing. (FH) IWE Markus Dittrich

Hochleistungswerkstoffe und die Forderung nach kundenindividuellen Produkten bewirken einen anhaltend wachsenden Einsatz des Wasserstrahlschneidens in der industriellen Teilefertigung. Das Wirkprinzip beruht auf der Beschleunigung feinkörniger Schneidpartikel mit einem Hochdruck-Wasserstrahl auf Überschallgeschwindigkeit. Die Partikelbeschleunigung ist bisher jedoch mit starken energetischen Verlusten behaftet.

Werden die Partikel mit einem innovativen Verfahren schon vor der Hochdruckerzeugung in das Schneidwasser eingemischt, können Energieverluste eliminiert und der Strahldurchmesser weiter verringert werden. Man spricht hierbei vom Suspensionsstrahlverfahren.

In dem seit 2016 bearbeiteten AiF-ZIM-Projekt „EroJET“ ist es gelungen, nahezu alle Materialien – abgesehen vom Diamant – dreimal schneller als mit der Injektorstrahltechnik zu schneiden. Besonders großes Potenzial der Suspensionsstrahltechnik liegt in der Bearbeitung von dicken Faserverbundwerkstoffen, Hartmetallen und sehr harten technischen Keramiken, die zum Beispiel in Katalysatoren, Chemieanlagen, Heizelementen oder Kaffeeautomaten verbaut sind.

Das Projektziel des Kooperationsprojektes zwischen der Atech GmbH, Chemnitz, der ANT Applied New Technologies AG, Lübeck und der Technischen Universität Chemnitz war die stufenweise Entwicklung eines neuen Anlagenkonzeptes sowie der Technologie zur Bearbeitung genannter schwer spanbarer Werkstoffe mittels des Wasserabrasiv-Suspensions-Feinstrahl-Verfahrens.

Die erste Projektphase umfasste den Aufbau eines Maschinendemonstrators durch die Kombination einer herkömmlichen Suspensionserzeugungseinheit mit einem numerisch gesteuerten Führungssystem zur Strahlpositionierung. Im weiteren Projektverlauf wurde der Suspensionsstrahldurchmesser durch die Neuauslegung der Abrasivzumischung sowie der Düsenkonfiguration deutlich reduziert, um hoch präzise Bauteile energieeffizienter als mit dem Injektorfeinstrahlverfahren fertigen zu können.

Abschließend wurde eine Methode zum verzögerungsfreien und prozesssicheren Zu- und Abschalten der Hochdruck-Suspension entwickelt. Somit lassen sich mit dem Suspensionsstrahl erstmals Individualkonturen bei der Teilefertigung effizient herstellen.

Eines der Kernziele der Entwicklungen stellte zudem die Verschleißminimierung der Düsen- und Ventiltechnik dar. Die Anlagentechnik wurde hierbei so gestaltet, dass sowohl Beschnitt, als auch Oberflächenbearbeitung schwer spanbarer Werkstoffe praxistauglich umsetzbar sind.

Das Projekt wurde mit der Patentanmeldung zu neu entwickelten Kernkomponenten der Anlagentechnik erfolgreich abgeschlossen.

Projektlaufzeit: 01.04.2016 bis 30.09.2018

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Das Suspensionsstrahl-Verfahren wurde in „EroJET“ erstmals für die industrielle Teilefertigung anwendbar gemacht

Substitution der Schleifbearbeitung durch orthogonales Drehfräsen

Projektbearbeiter: M.Sc. Matthias Hertel

Das orthogonale Drehfräsen bietet die Möglichkeit, rotations-symmetrische Werkstücke mit konvex geformten Mantelflächen durch Werkzeuge mit geometrisch bestimmter Schneide spanend zu bearbeiten.

Mit diesem Verfahren lassen sich gute Oberflächenqualitäten bei gleichzeitig hoher Maß- und Formgenauigkeit der Werkstücke erreichen, was einen Einsatz als Fertigbearbeitungsverfahren in der Produktionstechnik ermöglicht. Damit tritt das orthogonale Drehfräsen automatisch in einen Wettbewerb zur konventionellen Rundschleifbearbeitung, sofern die konstruktiv geforderten Genauigkeiten und Oberflächenqualitäten der Bauteile prozesssicher erreichbar sind.

Diese Anforderungen werden hinsichtlich der Maß- und Formhaltigkeit mit Tolerierung im einstelligen Mikrometerbereich beispielsweise an Lagersitze hydrodynamischer Gleitlager gestellt, die im Stand der Technik durch eine prozesssichere Anwendung der Rundschleifbearbeitung gewährleistet werden konnte. Hinsichtlich der Energie- und Ressourceneffizienz bietet die orthogonale Drehfrästechnologie viele Vorteile gegenüber der klassischen Rundschleifbearbeitung.

Die flexible Integration des orthogonalen Drehfräsens als Fertigbearbeitungsverfahren bei der Komplettbearbeitung rotationssymmetrischer Bauteile in einer Maschine ermöglicht eine höhere Fertigungstiefe, kürzere Fertigungszeiten, die Verringerung von Liege- und Transportzeiten zwischen den einzelnen Fertigungsstufen des Halbfabrikats sowie Kostenersparnisse im Maschinenpark. Aus einem damit verbundenen Substitutionsprozess des Schleifens wird folglich der Aufwand für externe Bearbeitungsoperationen minimiert

und trägt aus ökologischer Sicht durch Anwendung der Trockenbearbeitung zusätzlich auch zur Entlastung der Umwelt bei.

- **Problem:**
Geometrische Bauteilabweichungen durch Werkzeugverschleiß sowie ungewollter Relativbewegungen zwischen Werkzeug und Werkstück aufgrund der hohen Dynamik der Prozesskräfte.
- **Projektziel:**
Substitution der konventionellen Schleifbearbeitung von Lagersitzen durch orthogonales Präzisionsdrehfräsen
- **Realisierung:**
Optimierung des Prozesses zur Verringerung der Prozessdynamik, Entwicklung neuartiger Werkzeuge und Erprobung von geeigneten Schneidstoffen in Zusammenarbeit mit der Firma Lehmann Präzisionswerkzeuge GmbH.
- **Ergebnisse:**
Optimierte Prozessstrategie mit mehrschneidigen Werkzeugen sowie methodische Schneidkantenpräparation hartmetallbasierter Schneidstoffe

Projektlaufzeit: 01.04.2015 bis 31.12.2017

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Prozesskraftmessungen und präzise Schneideneinstellung beim orthogonalem Drehfräsen

Lehr- und Forschungsabteilung Prozessinformatik und Virtuelle Produktentwicklung

Die Abteilung Prozessinformatik und Virtuelle Produktentwicklung besteht aus einem interdisziplinären Team aus den Bereichen Maschinenbau, Elektrotechnik und Wirtschaftsingenieurwesen sowie Informatik und Mensch-Maschine-Interaktion. Im Fokus der Lehr- und Forschungsabteilung Prozessinformatik und Virtuelle Produktentwicklung stehen innovative, virtuelle Techniken für die Anwendung im industriellen Umfeld.

Die Abteilung verfügt mit dem Labor Virtual Reality Center Production Engineering (VRCP) über eine Vielzahl von Virtual- und Augmented-Reality-(VR/AR)-Systemen (5-Seiten-CAVE, Powerwall, mobile VR-Anlage, Head-Mounted-Displays, Roboterarbeitsplatz zur Mensch-Maschine-Interaktion, AR-Brillen und Tablets etc.). Die Abteilung hat sich auf die folgenden vier Hauptforschungslinien spezialisiert:

- Maschinen- und Anlagensimulation / Virtueller Zwilling
- Augmented Reality
- Funktionale Visualisierung und Virtual Reality
- Virtuelle Technologien für die Medizintechnik

Die Forschungsthemen im Bereich Maschinen- und Anlagensimulation reichen von der Kopplung einer realen CNC-Steuerung mit einem virtuellen Maschinenmodell über Vorabprüfung des NC-Programms bis hin zur Echtzeitkollisionsüberwachung des Arbeitsraums von Werkzeugmaschinen im realen Betrieb mittels 3D-Modellen. Die Zukunftsthemen Digitaler/Virtueller Zwilling werden vorrangig in dieser Forschungslinie bearbeitet.

Auch die Entwicklung eines fahrerlosen Transportsystems, welches sich völlig frei im Lager bewegen kann und neben innovativer Sensorik 3D-Modelle für die Indoor-Navigation verwendet, zählt zu dieser Forschungslinie.

Als eine der Industrie-4.0-Kerntechnologien ermöglicht Augmented Reality eine Arbeits- und Trainingsunterstützung durch innovative Visualisierung von bspw. Prozess- und Produktdaten im realen Arbeitsumfeld. Darüberhinaus entwickeln die Wissenschaftler verschiedene AR-Marketing- und AR-Schulungsanwendungen.

Die Forschungslinie Funktionale Visualisierung und Virtual Reality reicht vom klassischen Einsatz der Virtual Reality zur Produkt- und Prozessentwicklung bis hin zu komplexen virtuellen Trainingsszenarien, inklusive innovativer Interaktions- und Navigationskonzepte.

Im Bereich Virtuelle Technologien für die Medizintechnik werden Visualisierungs-, Datenhandlings- und Interaktionskonzepte für medizinische Anwendungen entwickelt; beispielsweise zur OP-Planung, für navigierte Operationen und zur Erfassung anatomischer Strukturen. Ein Highlight: In 2018 wurde der weltweit erste VR-basierte OP-Trainingsimulator, basierend auf haptischem Feedback mittels eines KUKA LBR iiwa Roboters, fertiggestellt.

Das durch die Abteilung 2015 initiierte Netzwerk AVARE ermöglicht vor allem klein- und mittelständischen Unternehmen den Zugang zu den virtuellen Techniken, die gerade in Zeiten von Industrie 4.0 und Digitalisierung immer wichtiger werden.



Visualisierung von Energieeinsparpotenzialen mittels Augmented Reality und Rapid-Prototyping-Modellen

Simulation, Visualisierung, Integration

Auch in den kommenden Jahren freuen sich die Mitarbeiter auf spannende Aufgaben in den Forschungs- und Industrieprojekten. So wurden erst kürzlich zwei größere BMBF-Verbundprojekte im Bereich der Planung und Unterstützung von Montage- und Servicearbeiten mittels virtuellen Techniken bewilligt. Die Weiterentwicklung des Schwerpunktes Virtueller Zwilling für die Produktion geschieht im Verbundprojekt Sächsische Allianz für Material- und ressourceneffiziente Technologien – AMARETO, welches gemeinsam mit den Technischen Universitäten in Dresden und Freiberg sowie dem Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU bearbeitet wird und im Innoteam HEIGHT, einem Verbundprojekt mit insgesamt sechs Partnern aus Industrie und Forschung.

Im November 2017 startete das EU-Projekt PreCoM – Predictive Cognitive Maintenance Decision Support System. PreCoM hat die Entwicklung einer präventiven, zustandsbasierten Vorhersage von Wartungsfällen, gepaart mit einer auf die Wartung abgestimmten Produktionsplanung und einem Augmented-Reality-basierten Unterstützungssystem für Wartungstechniker zum Ziel. Dadurch soll eine Reduktion von sowohl Wartungszeit als auch Fehlerfällen erreicht werden. Das Projektkonsortium besteht aus 17 Partnern von 6 EU-Ländern und wird aus Mitteln der Horizon2020 EU-Förderung finanziert. Das Projekt läuft noch bis Ende Oktober 2020.

Ein weiteres Großprojekt ist das InnoTeam Presence, welches gemeinsam mit der Professur Arbeitswissenschaft und Innovationsmanagement der TU Chemnitz, vier sächsischen Unternehmen sowie der TU Dresden bearbeitet wird.

Das Projekt startete Anfang Juli 2018, die Laufzeit beträgt 2,5 Jahre. Das InnoTeam Presence bringt Experten verschiedener Fachrichtungen zusammen, mit dem Ziel VR-/AR-Systeme ganzheitlich zu analysieren und die verschiedenen Komponenten aufeinander abgestimmt weiterentwickeln zu können. Dabei steht die Steigerung des Presence-Empfindens der Nutzer (Eintauchen in die virtuelle Welt) im Zentrum der Entwicklungen.

Ein weiteres Projekt mit der Professur Arbeitswissenschaft und Innovationsmanagement, welches im Mai 2018 startete, ist das Grundlagenprojekt Wissensarbeitsplatz 4.0. Ziel des zweijährigen Projektes ist die Untersuchung der Einsatzmöglichkeiten neuester Eingabe- sowie Anzeige-/Visualisierungsmethoden (v.a. Virtual und Augmented Reality) für die bisher traditionell durch Bildschirmarbeitsplätze geprägte Wissensarbeit.

Zwei ebenfalls Mitte 2018 gestartete ZIM-Projekte beschäftigen sich mit der Entwicklung einer Softwarelösung zur Vereinfachung der Qualitätsprüfung im Werkzeugbau (DigiTry) und eines Assistenz- und Überwachungssystems zur präzisen 3D-Bearbeitung beim Wasserabrasivstrahlschneiden (WassAR3D). Ziel des Projektes DigiTry ist die Verbesserung der Qualitätsprüfung im Werkzeugbau durch innovative Unterstützung des Try-Out Prozesses durch Simulation und Augmented Reality. WassAR3D verfolgt das Ziel, durch die Entwicklung eines auf Augmented-Reality-basierenden Überwachungssystems sowie standardisierter Spannmittel, Ausschüsse durch eine exaktere Positionierung sowie die Überwachung der Position im Arbeitsraum von Wasserstrahlschneidanlagen zu reduzieren.



International – Italienische Kollegen und Praktikanten in der 5-Seiten-CAVE

FOLLOWme – Intralogistiksystem mit fahrerlosen Transport-Systemen

Projektbearbeiter: Dipl.-Ing. Manuel Dudczig, Dipl.-Ing. Christoph Allmacher

Fahrerlose Transport-Systeme (FTS) sind seit vielen Jahren in Produktion und Logistik im Einsatz. Fast alle FTS fahren dabei auf vorgegebenen Routen. Hierdurch wird zwar die Unfallgefahr reduziert, jedoch auch die Flexibilität stark eingeschränkt.

Das Projekt FOLLOWme verfolgt zur Erhöhung der Flexibilität, Produktivität, Ergonomie und zur effektiven Fehlervermeidung im Bereich der Produktion und Intralogistik folgende technologische Zielstellungen:

- Entwicklung von neuartigen, intelligenten, fahrerlosen Transport-Fahrzeugen (FTF)
- Entwicklung eines neuartigen 3D-Modell-basierten Steuerungs-, Überwachungs- und Simulationssystems
- Gestaltung einer sicheren und intuitiv bedienbaren Mensch-Transportroboter-Interaktion

Ziel bei der Entwicklung des FTF ist es, die bestehende Sensorik um 3D-Kameras zu erweitern. Die Sensorik wird innerhalb des Projekts soweit befähigt, dass das FTF in der Lage ist, einem Kommissionierer zu folgen und dabei auf statische sowie dynamische Änderungen der Umgebung zu reagieren. Weiterhin registriert das FTF die Artikel, die ihm übergeben werden und überprüft die korrekte Zuordnung. Die An- und Rückfahrt zum Regalstandort als auch Zielort können die FTF bei Bedarf auch autonom vornehmen.

Die Bearbeitung erfolgt in einem Konsortium mit Industriepartnern unterschiedlicher Branchen. Die FTF-Sensorik und zugehörige Intelligenz wird von der SICK AG entwickelt, während die iFD GmbH (Verbundkoordinator) die softwaretechnische Einbindung in Logistikprozesse und übergeordnete

Systeme vornimmt. Die LIVINGSOLIDS GmbH erarbeitet im Projekt die echtzeitfähige Visualisierung der Logistikprozesse innerhalb der Lagerstruktur mit nutzerabhängigen Informationsschichten.

Die Abteilung Prozessinformatik und Virtuelle Produktentwicklung verantwortet innerhalb des Verbundprojektes die Entwicklung und Realisierung des FTF (Konstruktion, Antriebsauslegung und Integration benötigter Komponenten), einer Mensch-Technik-Interaktion mit dem FTF z. B. durch die Pick-by-AR-Lösung und die Steuerungssoftware, welche unter Nutzung der virtuellen Inbetriebnahme entwickelt wird.

Nach zwei Jahren Projektlaufzeit sind inzwischen die Konzepte der Einzelentwicklungen in der Realisierungsphase und werden im letzten Jahr als Gesamtprototyp zusammengefügt. Erste Funktionen wie die Navigation, Kollisionsvermeidung und Verfolgung des Menschen sind grundsätzlich implementiert und werden weiter optimiert. Durch die Nutzung einer umfassenden Virtual-Reality-Testumgebung konnten zahlreiche Parameter bereits frühzeitig ausgelegt und getestet werden.

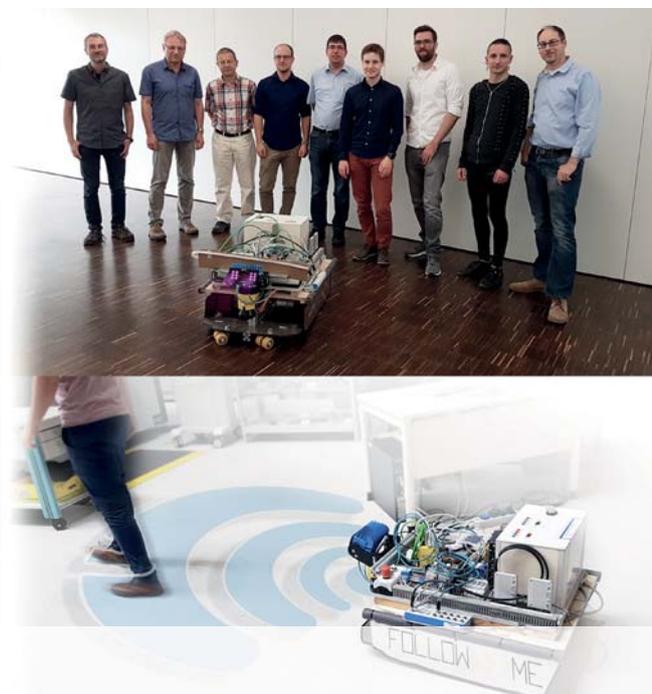
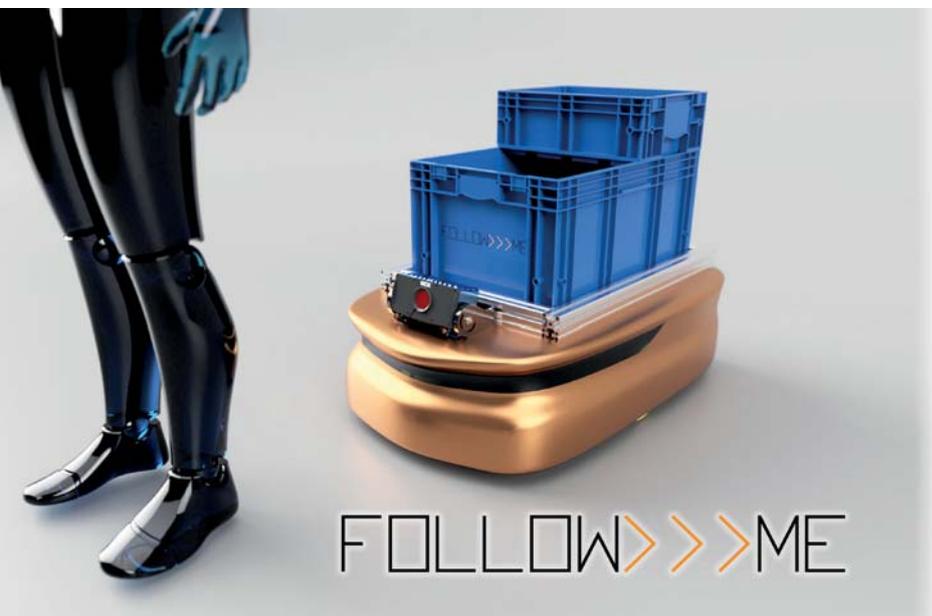
Projektlaufzeit: 01.03.2016 bis 30.06.2019

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

UNTERNEHMEN
REGION
Die BMBF-Innovationsinitiative
Neue Länder



FOLLOWme - Designentwurf und Prototyp des Fahrerlosen Transportfahrzeugs

Intelligente Kollisionsvermeidung im Arbeitsraum von CNC-Werkzeugmaschinen

Projektbearbeiter: M.Sc. Marco Schumann, Dipl.-Ing. Marco Witt

Kollisionen stellen bei der Produktion mit Werkzeugmaschinen einen nicht zu unterschätzenden Kostenfaktor dar. Beispielsweise sind 60 % der Fehlerursachen bei defekten Spindeln auf Kollisionen zurückzuführen. Neben den direkten Reparaturkosten belasten auch die Ausfallzeiten der betroffenen Maschinen die Wirtschaftlichkeit der Unternehmen. Einen Lösungsansatz für diese Herausforderung stellt eine am IWP in Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer IWU und der Niles-Simmons Industrieanlagen GmbH entwickelte Kollisionsvermeidungssoftware dar. Diese prüft den Arbeitsraum anhand eines virtuellen 3D-Hüllenmodells der Maschine, erkennt so kritische Situationen und bremst die Maschine, bevor Kollisionsschäden auftreten.

Im Rahmen des Forschungsprojektes galt es, die bestehende Lösung wesentlich zu verbessern. Dies umfasste die folgenden grundlegenden Ziele:

- Entwicklung eines echtzeitfähigen Materialabtrages,
- Realisierung einer automatisierten Hüllgenerierung auf Basis von CAD-Daten,
- Entwicklung einer von der Steuerung unabhängigen Offline-Version sowie
- Einbeziehen von Vorlaufdaten zur Verringerung der Reaktionszeiten des Systems.

Neben den ursprünglichen Partnern unterstützte zusätzlich die N+P Informationssysteme GmbH das Projekt im Bereich der angestrebten Hüllengenerierung.

Das IWP zeichnete sich für die Entwicklung des Materialabtrages verantwortlich und arbeitete dabei an zwei prinzipiellen Herangehensweisen. Die erste Methode berechnet ver-

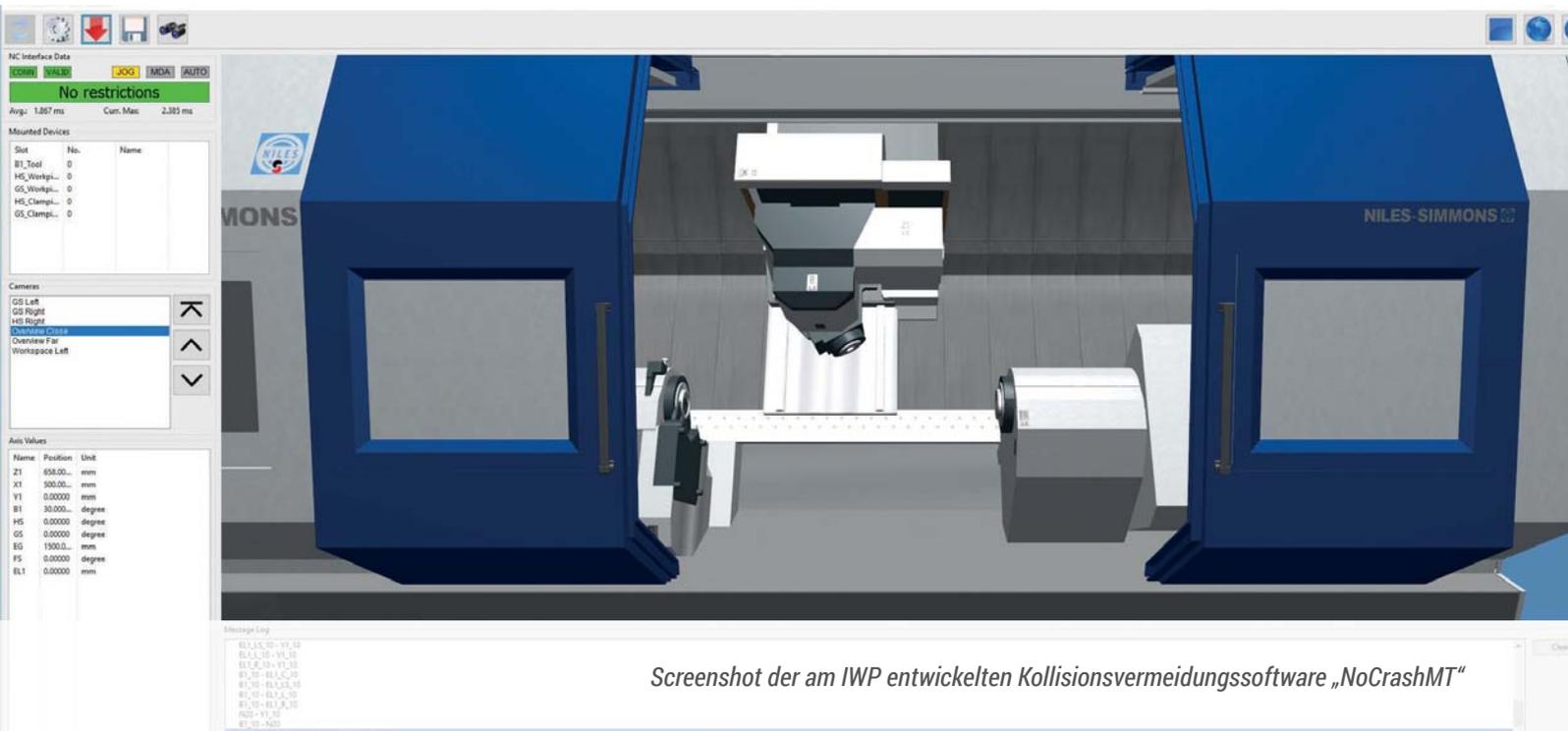
schiedene Zustände des Werkstücks im Vorfeld, um diese dann zur Laufzeit zum dazugehörigen Zeitpunkt einzuwechseln. Dieser Ansatz entkoppelt die Berechnung von der Echtzeitumgebung auf Kosten der Genauigkeit. Er kann somit als sehr konservative Herangehensweise gesehen werden, welche dafür technisch geringere Hürden aufweist und als Fallback-Lösung im Projekt diente.

Der zweite Ansatz bestand in der Umsetzung eines echtzeitfähigen Materialabtrags, welcher online berechnet und das Ergebnis anschließend mit in der Kollisionsbetrachtung verwendet wird. Es wurden mehrere Modellansätze untersucht und prototypisch umgesetzt. Die Ergebnisse des Forschungsprojektes zeigen dabei auf, dass der voxelbasierte Ansatz in einem Echtzeit-Szenario unter bestimmten Randbedingungen einsetzbar ist. Um dies nachzuweisen, wurde eine eigene prototypische Sparse-Voxel-Octree-Implementierung entwickelt und untersucht.

Die Forschungsergebnisse des Projektes ermöglichen es nun, die schon vorhandene Software im praktischen Einsatz zu verbessern und somit konkurrenzfähiger am Markt aufzutreten.

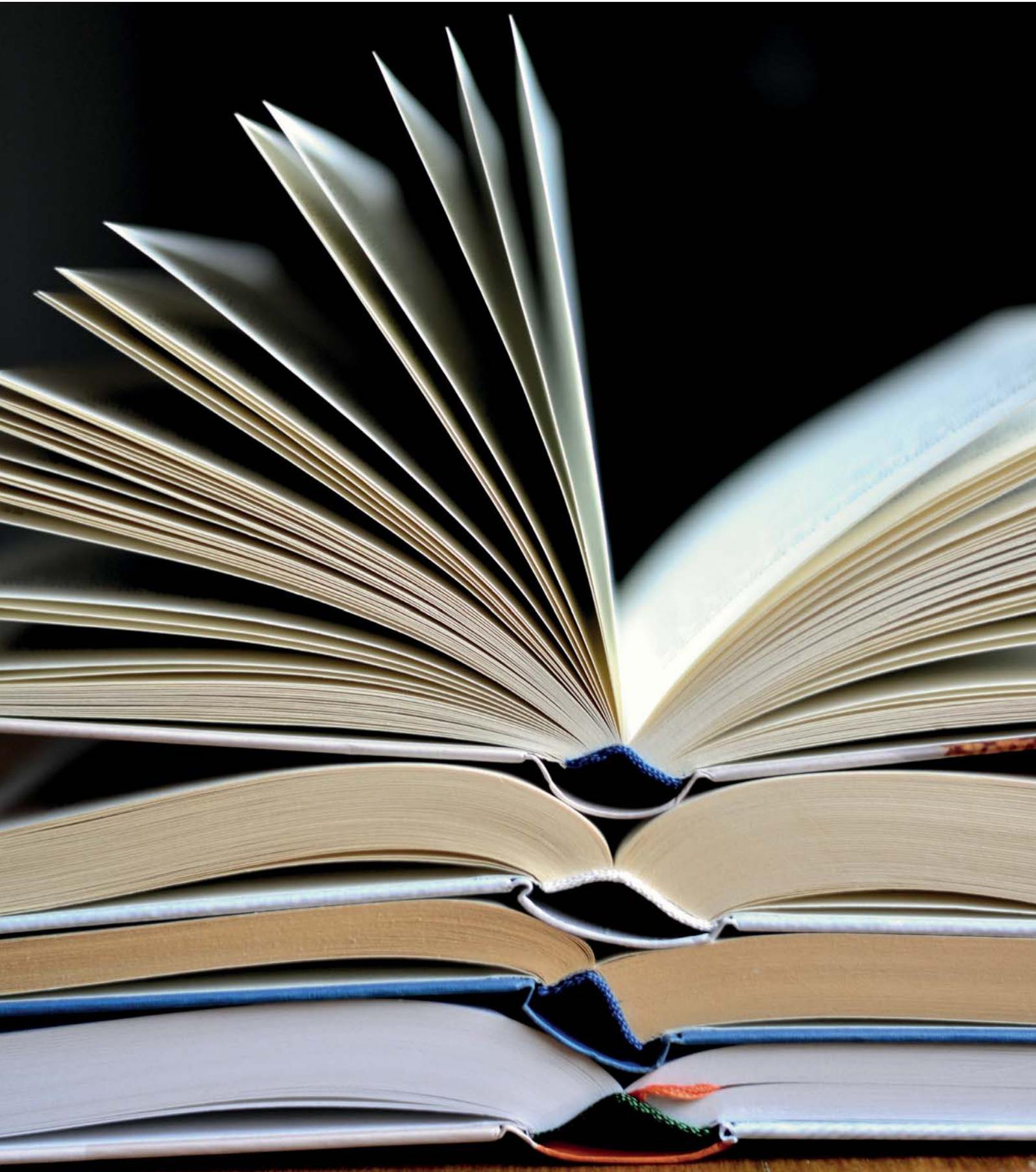
Projektlaufzeit: 01.07.2016 bis 31.12.2018

Gefördert durch:



Screenshot der am IWP entwickelten Kollisionsvermeidungssoftware „NoCrashMT“

Wissenschaftliche Qualifikationen und Publikationen



Wissenschaftliche Qualifikationen

Dissertationen

2018

Bauer, Ruben

„Modellbasierte Auslegung von Mehrschnittstrategien beim Wälzschälern“

Keller, Carsten

„Verfahren zur automatisierten Shim-Maß-Berechnung am Beispiel von Karosseriebauspännvorrichtungen“

Regel, Joachim

„Bewertung konstruktiver und kompensatorischer Maßnahmen zur thermo-sensitiven Auslegung von Werkzeugmaschinenstrukturen“

Roth, Tobias

„Ermittlung von Kennwerten von einfach-wirkenden Umformmaschinen für die zustandsorientierte Instandhaltung und die Qualifizierung des Werkzeugentstehungsprozesses“

Schönherr, Julia

„Methode zur techno-energetischen Bilanzierung von Fertigungsprozessketten am Beispiel Presshärten“

2017

Bräunig, Jan

„Entwicklung und Verifizierung eines Berechnungsmodells zur Anregungsprognose von Verzahnungen unter Berücksichtigung des anisotropen Materialverhaltens“

Hecht, Benjamin

„Vorhersage und Bewertung der Qualitätskriterien rollgefalzter Karosserieanbauteile“

Hielscher, Holger

„Entwicklung einer Hochleistungsschalleinheit mit hohen Schwingungsamplituden“

Hipp, Kevin

„Einsatz hybrider Optimierungsverfahren zur Inbetriebnahme elektromechanischer Systeme“

2016

Rautenstrauch, Anja

„Methodik zur Prozessauslegung anforderungsgerecht gestalteter Strukturbaueteile im Automobilbau“

Studentische Arbeiten

In den Berichtsjahren 2016 bis 2019 wurden an der Professur zahlreiche studentische Arbeiten (Praktikberichte, Studien- und Projektarbeiten) und Abschlussarbeiten (Bachelor-, Master- und Diplomarbeiten) durch die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter betreut und erfolgreich zum Abschluss geführt. Die Tabelle gibt eine detaillierte Aufschlüsselung.

Studentische Arbeiten und Abschlussarbeiten (Stand 15.03.2019)

Art der Arbeit	2016*	2017	2018	2019
Praktikberichte	2	13	18	4
Studien- und Projektarbeiten	8	22	19	5
Bachelorarbeiten	2	20	16	8
Masterarbeiten	5	23	26	7
Gesamtstatistik	17	78	79	24

* ab 06.09.2016

Masterarbeiten

2019

Alhazouri, Ayman

„Numerische Untersuchung der Stopp-Sicherheitsfunktion von Drehtischen mittels Mehrkörpersimulation“

Bolev, Dimitri

„Geschäftsmodellentwurf und Methodik zur automatischen Vermittlung von Industrie 4.0-Bedarfen und -Angeboten“

Braun, Sebastian

„Vergleich physikalischer Wirkprinzipien für Positionsgeber in Medizingeräten“

Li, Yumeng

„Numerische Analyse des Einflusses von Kraft und Kugeldurchmesser beim Glattwalzen“

Pavlik, Martin

„Entwicklung eines Wälzstoßaggregates zur Erzeugung von Gerad- und Schrägverzahnungen auf flexiblen Bearbeitungszentren“

Wunderlich, Tim

„Context Awareness mobiler Applikationen zur Unterstützung industrieller Instandhaltungsaufgaben“

Zhang, Bin

„Simulationsbasierte Optimierung des Glattwalzprozesses“

2018

de Witt, Peggy

„Prozessregelung einer innovativen Strahltechnologie“

Dong, Han

„Entwicklung anwendungsspezifischer Düsengeometrien zum Schneiden und Abtragen mit einer Hochgeschwindigkeits-suspension“

Fickert, Sandro

„Entwicklung einer spanenden Technologie zur Herstellung von Passungen an hochbeanspruchten Faserverbundstrukturen“

Fleischer, Linda

„Nutzungsmöglichkeiten virtueller Techniken zur technischen Dokumentation“

Halle, Alex

„Entwicklung eines einstellbaren Werkzeuges zur orthogonalen Hochgenauigkeitsdrehfräsbearbeitung“

Wissenschaftliche Qualifikationen

Hartrampf, Max

„Entwicklung einer Baureihe von Drehtischen unter Berücksichtigung der Mehrfachverwendung und Austauschbarkeit der Einzelkomponenten“

He, Zhengyu

„Analytische und numerische Auslegungsmethoden für hochdynamische Antriebsbaugruppen in Werkzeugmaschinen“

Heimerdinger, Christian

„Untersuchung des Planglattwalzens mit überlagerter linearer und rotatorischer Werkzeugbewegung“

Helienek, Matúš

„Simulative und experimentelle Analyse des Kreissägens“

Holešovský, Jiří

„Untersuchung des Einsatzes von Augmented-Reality-Techniken auf die Arbeitsprozesse in der Konstruktion“

Kaul, Felix

„Weiterentwicklung Echtzeitsignalverarbeitung für einen Drehgebersignalkonverter auf FPGA-Basis“

Kytner, Václav

„Entwicklung eines Prozess-Überwachungs-Konzepts für das kontinuierliche Wälzschleifen“

Lang, Michael Gustav

„Entwicklung eines Positioniertisches für den Einsatz in einer Suspensions-Feinstrahlanlage“

Li, Jinpeng

„Methode zur Anbindung einer VR-Visualisierung an 3D-Planungsdaten“

Lin, Peiwen

„Entwicklung eines für das Wasserstrahlschneiden geeigneten Spannsystems für eine Drehvorrichtung“

Lindner, Florian

„Entwicklung und wirtschaftliche Analyse einer Bearbeitungsstrategie zur Nacharbeit von thermisch gefügten Nockenwellen“

Ma, Junyan

„Modellierung und Verifikation nichtlinearer dynamischer Reibungsmodelle zur simulationsbasierten Untersuchung elektromechanischer Achsen“

Norberger, Manuel

„Zustands- und Parameterbeobachterentwurf im Kontext der hochautomatisierten Fahrzeugführung“

Puschmann, Patrick

„Quantifizierung des Einflusses menschlicher Zuverlässigkeit auf die sicherheitsgerechte Spannung von Drehteilen auf Fräsdrehmaschinen und deren Wirtschaftlichkeit“

Schlapp, Patrick

„Entwicklung eines modularen, ergonomischen Hubmodules für ein fahrerloses Transportsystem“

Seidel, Stefan

„Potenzialidentifikation und Einsatz generativer Fertigungsverfahren für Komponenten im Sonderanlagenbau“

Shi, Shuai

„Implementierung und Vergleich von Verfahren zur Bestimmung des Massenträgheitsmoments in Werkzeugmaschinen“

Walter, André

„Optimierung eines Druckschalters für Doppelrohrsicherheitswärmeübertrager sowie die Verifizierung der mechanischen und elektrischen Funktionalität“

Wang, Qi

„Entwicklung eines Datenloggers zur Auswertung prozessrelevanter Sensordaten von Produktionssystemen“

Zhang, Jiayang

„Schätzung nicht-messbarer Bewegungsverläufe durch die Nutzung von Beobachterkonzepten“

Zhang, Wei

„Numerische und experimentelle Untersuchung von Piezo-Metall-Modulen als akustische Signalgeber“

2017

Eichler, Paul

„Messtechnische Evaluierung biomechanischer Potentiale bei der Kooperation von Mensch und Roboter“

Fiedler, Maik

„Systementwurf einer Versuchseinrichtung zur Mikrostrukturierung von Nockenoberflächen des Nocken-Stößel-Tribosystems“

Gentsch, Andreas

„Einfluss thermo-energetischer Wechselwirkungen auf die Vorspannung einer Drehspindel“

Gerhardt, Kevin

„Genauigkeitssteigerung von 6-Achs-Industrierobotern im Fokus neuartiger Einsatzgebiete“

Glaser, Clemens

„Topologieoptimierung und Konstruktion von additiv gefertigten Schaltgabeln“

Haude, Felix

„Entwicklung einer Anlage zum wirkenergieüberlagerten Reiblötauftragen einschließlich einer Steuerungskonzeption“

Helling, Karl

„Konzeptstudie zu Planetengewindetrieben mit kleiner Steigung“

Hirseman, Max

„Entwicklung einer Vorrichtung zum spannungsfreien Wachsaußschmelzen im Feingussprozess“

Kersten, Paul

„Anwendung von Augmented Reality in der Antriebsstrangentwicklung“

Kratochvilova, Silvie

„Analyse der Anregungsarten zur Durchführung der Operational Modal Analysis an Werkzeugmaschinen“

Kreißl, Tim

„Entwicklung einer Präzisionsdrehspindel für eine Finishdrehmaschine“

Melzer, Rico

„Methode zur effizienten mechatronischen Auslegung von aktiven Drehwerkzeugen (Fast-Tool-Servos)“

Morciznek, Florian

„Untersuchung des Einflusses des Vorbearbeitungszustandes auf das einachsige und das rotatorische Glattwalzen ebener Flächen“

Princ, Pavel

„Experimentelle Ermittlung der Dämpfung und der Steifigkeit einer Werkzeugmaschinenführung im eingebauten Zustand“

Rauscher, Alexander

„Einfluss von Industrie 4.0 auf den Einsatz virtueller Technologien in der Antriebsstrangentwicklung“

Röder, Kevin

„Zielgruppenorientierte Messdatenauswertung und -visualisierung am Beispiel der mechanischen Fertigung von Zylinderkurbelgehäusen“

Schleinitz, Armin

„Definition von Kennwerten zur effizienten und sicheren Umsetzung von elektronischen Kurvengetrieben und resultierende Vorteile für Entwicklungs- und Produktionsprozesse“

Schmitz, Peter

„Entwicklung eines Tools zur vergleichenden wirtschaftlichen Bewertung von Prozessketten-Varianten im Schaltschrankbau“

Schönherr, Sandra

„Entwicklung einer maschinenintegrierten Antriebs- und Verstelleinheit für Aussteuerwerkzeuge“

Süße, Marian

„Vorgehen zur effizienten Datenakquise für unterschiedliche Energieprognosemodelle“

Winkler, Sven

„Konzept für die Integration eines Produktdatenmanagementsystems in Augmented-Reality-Anwendungen“

Xu, Du

„Modellierung, Simulation und experimentelle Verifizierung des thermoenergetischen Verhaltens von Kühlsystemen an Werkzeugmaschinen“

Žůrek, František

„Entwurf einer Kompaktmaschine zur Schlüsselbearbeitung“

2016

Böttger, Jonas

„Entwicklung von Konzepten für eine modulare Schleifmaschine“

Felgentreu, Sven

„Analyse der thermischen Belastung des Werkstückes beim Trennschleifen von hochfesten Lagerlaufringen“

Rößler, Martin

„Erweiterung von Bewertungsindizes für die Performance von elektrischen Servoantrieben“

Schwipper, Martin

„Untersuchung zum Einfluss gekühlter Druckluft der Minimalmengenschmierung auf die Zerspanung von Aluminiumguss am Beispiel eines Zylinderkopfes“

Warncke, Sebastian

„Modularisierung und konstruktive Optimierung eines Vorrichtungsgrundaufbaus für Laserbearbeitungsmaschinen“

Bachelorarbeiten

2019

Al Mahaini, Bashir

„Einbaukonstruktion einer Funkantenne für ein Sicherheitssystem in ein Schienenfahrzeug“

Greiser, Lukas

„Konstruktion einer Vorrichtung zur Bearbeitung von CBN-Ronden mittels Reinwasserstrahltechnologie“

Gruhle, Matti

„Untersuchung ausgewählter Kenngrößen der durch APS beschichteten Zylinderlaufbahn in Abhängigkeit vom Maschinenparameter ‚Kraft‘ beim Honprozess“

Hahn, Dominik

„Einfluss von SiC als Strahlmittel beim Suspensionsfeinstrahlschneiden von duktilen und spröden Werkstoffen“

Hübner, Max

„Analyse und Bewertung der Potenziale von Industrie 4.0 an einer Werkzeugmaschine (WZM)“

Köpsel, Niklas

„Prozessbewertung eines Verschluss- und Dichtprüfprozesses“

Peter, Marie

„Prozessuntersuchung der Fräsbearbeitung von glasfaserverstärktem Kunststoff“

Rößler, Philipp

„Umsetzung eines sensorischen Glattwalzwerkzeugs mittels Kraftmesstechnik auf Basis von Dehnungsmessstreifen“

2018

Albero Rojas, Hugo

„Performancevergleich von umformtechnisch integrierten Bauelementen aus Piezokeramik“

Babst, Rosalie

„Gestaltung und Optimierung der spanenden Endbearbeitung eines Gehäusebauteils“

Barthel, Veit

„Konzeption eines Fördersystems zur Rückführung von Abrasivmittel beim Wasserabrasiv-Suspensionsstrahl-Verfahren“

Barlag, Daniel

„Potenziale und Vorgehensweise der elastischen Mehrkörpersimulation am Beispiel eines Werkstückspannsystems“

Engelmann, Max

„Konzeption und konstruktiver Entwurf eines mobilen Arbeitsschutzes für die Inbetriebnahme von Bearbeitungszentren mit Drehoptik“

Wissenschaftliche Qualifikationen

Förster, Florian

„Entwicklung und Konstruktion eines Querübersetzers in der Fördertechnik“

Franke, Cassandra

„Optimierte Maschinenumhausung durch Isolationseffekt“

Gerlach, Fabian

„Prozessoptimierung und Entwicklung einer Spannvorrichtung“

Gong, Jiong

„Thermische Simulation bewegter Baugruppen“

Lang, Tony

„Überwachung des Düsenzustandes beim Reinwasserstrahlschneiden“

Lu, Yang

„Untersuchung von Fertigungskonzepten für Piezo-Sprossen-Verbunde“

Maier, Tim

„Konzeptentwicklung zur Kopplung von Echtzeit-Bewegungsdaten an ein virtuelles Menschmodell in Unity3D“

Preuß, Bianca

„Identifikation von Zustandsgrößen beim Wasserstrahlschneiden durch Körperschallüberwachung“

Uhlig, Sabine

„Vergleich von Methoden zur effizienten Risikoinschätzung im Werkstattbetrieb“

Weidensager, Nick

„Entwicklung einer Ausgleichs- und Entkopplungseinheit für ein Festklopfwerkzeug“

Wenzel, Alexander

„Untersuchung der Anteile thermischer Fehler an der Gesamtgenauigkeit für spanende Prozesse“

2017

Bogner, Daniel Michael Max

„Einfluss prozessinduzierter Veränderungen im Pulvermaterial auf die Bauteileigenschaften der Produkte im Mikrolasersinterprozess“

Cassing, Kaya

„Eine Anforderungsanalyse an „Virtuelle Zwillinge“ aus Nutzersicht“

Duarte Nanninga, Claas Immanuel

„Simulation des Lastverhaltens von Mehrachskinematiken“

Fuchs, Christian

„Materialtests im Extrusionsverfahren gefertigter gradueller Werkstoffübergänge“

Fuchs, Markus

„Entwicklung und Erprobung eines sensorischen Werkzeughalters“

Görner, Cindy

„Prozessüberwachung und -regelung beim Glattwalzen“

Gulyas, Mohamed

„Untersuchung der Oberflächengestaltung durch die Verfahrenskombination Hartdrehen und Glattwalzen“

Hartrampf, Max

„Systematische Analyse und Bewertung von Risiken an einem Linearführungsversuchsstand“

Herzog, Richard

„Implementierung eines Prozessüberwachungssystems in eine Werkzeugmaschine zum Wasserabrasivstrahlschneiden“

Hünnerkopf, Thomas

„Entwicklung von virtuellen Prototypen zur Bewertung der Mensch-Roboter-Interaktion im Logistikbereich“

Kaul, Felix

„Einsatzpotentiale von Open-Source-Elektronik in der Anlagenautomatisierung am Beispiel einer automatisierten Rissprüfanlage“

Kisbiro, Maximilian

„Methodenuntersuchung zum automatisierten Elektrolytbefüllen von Stapelbatterien“

Kriebel, Sören

„Entwicklung von 3D-gedruckten Probekörpern im Hinblick auf die Variabilität und Optimierung des elastischen Verhaltens“

Krutz, Pascal

„Konstruktive Integration eines Schneidwerkzeuges und prozessseitige Inbetriebnahme an einem Linearmotorversuchsstand“

Monden, Marcel

„Entwicklung eines Hydrodehnspannfutters“

Rupf, Stefan

„Strategien für die Nutzung prozessparalleler Mess- und Simulationsverfahren zur Eigenschaftsabsicherung von Werkzeugmaschinen“

Uhrig, Max

„Entwicklung einer Temperaturregelung für das Stumpfschweißen von Kunststoffrohren“

Ulke, Robby

„Konzipierung einer Messanordnung zur Eigenschaftsanalyse an Motorspindeln“

Weber, Julia

„Vergleich von VR-Navigationsformen hinsichtlich Immersion, Presence, Usability, Simulator Sickness sowie dem Kosten-Nutzen-Verhältnis“

Zhou, Dan

„Berechnung des Arbeitsbereiches eines aktiven Drehwerkzeuges mittels diskreter Modellierung mit SimulationX“

2016

Arnold, Philipp

„Instrumentarium zur Selektion von Virtual Reality Anwendungen in der Getriebeentwicklung“

Förster, Markus

„Grundlagenentwicklung für ein modellbasiertes Steuerungssystem“

Publikationen

Bücher, Buchbeiträge und Tagungsbände

2018

Putz, M.; Klimant, P.; Gude, M.; Weck, D.; Rafaja, D.; Wüstenfeld, C. (Hrsg.)
 1. AMARETO-Kolloquium 2018 – Vom Werkstoff zum ressourcenschonenden Produkt, Auerbach: Verlag Wissenschaftliche Scripten, 2018 – ISBN: 978-3-95735-091-6

2017

Drossel, W.-G.; Putz, M.; Landgrebe, D.
 Karosseriebau im Wandel: 8. Chemnitzer Karosseriekolloquium CBC 2017, Zwickau: Verlag Wissenschaftliche Scripten, 2017 – ISBN: 978-3-95735-073-2

Neugebauer, R.; Putz, M.; Klimant, P. (Hrsg.)
 VAR² 2017 – Realität erweitern. Tagungsband zur 4. Fachkonferenz zu VR/AR-Technologien in Anwendung und Forschung an der Professur Werkzeugmaschinenkonstruktion und Umformtechnik, Chemnitz: Technische Universität Chemnitz, 2017 – ISBN: 978-3-00-058419-0

Neugebauer, R.; Putz, M.; Klocke, F. (Hrsg.)
 E3-Produktion : Innovationen für die Produktion der Zukunft, Stuttgart: Fraunhofer Verlag, 2017 – ISBN: 978-3-8396-1158-6

Putz, M.
 Kosten-, termin- und ressourcengesteuerte Karosseriefertigung mit halbiertem Energieeinsatz. In: Neugebauer, R. (Hrsg.): Ressourceneffizienz - Schlüsseltechnologien für Wirtschaft und Gesellschaft, Berlin Heidelberg: Springer, 2017, S. 175-178 – ISBN: 978-3-662-52888-4 (Print), ISBN: 978-3-662-52889-1 (Online)

Putz, M.
 Maximale Wertschöpfung bei minimalem Ressourceneinsatz. In: Neugebauer, R. (Hrsg.): Ressourceneffizienz - Schlüsseltechnologien für Wirtschaft und Gesellschaft, Berlin Heidelberg: Springer, 2017, S. 145-149 – ISBN: 978-3-662-52888-4 (Print), ISBN: 978-3-662-52889-1 (Online)

2016

Hirsch, A.
 Werkzeugmaschinen: Anforderungen, Auslegung, Ausführungsbeispiele, 3. Auflage, Wiesbaden: Springer Vieweg, 2016 – ISBN: 978-3-658-14248-3 (Print), ISBN: 978-3-658-14249-0 (Online)

Putz, M.; Landgrebe, D.; Drossel, W.-G. (Hrsg.)
 Productivity versus Robustness/Produktivität versus Robustheit, Reports from the IWU, Vol. 95, Auerbach: Verlag Wissenschaftliche Scripten, 2016 – ISBN: 978-3-95735-047-3

Konferenzbeiträge

2019

Puschmann, P.; Becker, G.; Camarinopoulos, A.; Hussels, U.; Wittstock, V.; Regel, J.
 Von fertigungs-basiertem zu regelbasiertem Verhalten bei der Bedienung von Werkzeugmaschinen. In: Tagungsband zum 65. Kongress der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft, Dresden, 27. Februar – 1. März 2019 – ISBN: 978-3-936804-25-6

Schleinitz, A.; Schlegel, H.; Putz, M.
 Definition of Characteristic Values for the Efficient and Safe Implementation of Electronic Cam Gears. 2nd International Conference on Intelligent Systems in Production Engineering and Maintenance (ISPPEM 2018), Wrocław, 17-18 September 2018, In: Intelligent Systems in Production Engineering and Maintenance, pp. 128-138 – ISBN: 978-3-319-97489-7 (Print), ISBN: 978-3-319-97490-3 (Online)

Schmidt, M.; Wittstock, V.
 Prefabrication and Automated Micro Assembly of Piezoceramic Fiber Array Transducers in Microstructured Surfaces of Sheet Metals. 8th IFIP WG 5.5 International Precision Assembly Seminar (IPAS 2018), Chamonix, 14-16 January 2018, In: Precision Assembly in the Digital Age, pp. 124-133 – ISBN: 978-3-030-05930-9 (Print), ISBN: 978-3-030-05931-6 (Online)

2018

Albero Rojas, A.; Wittstock, V.; Regel, J.; Putz, M.
 Modelling and Numerical Analysis of Workpiece Clamping for Vertical Turning Regarding to the Clamping Safety. In: Schmitt, R.; Schuh, G. (Eds.): Advances in Production Research: Proceedings of the 8th Congress of the German Academic Association for Production Technology (WGP), Cham: Springer, 2018, pp. 208-217 – ISBN: 978-3-030-03450-4

Allmacher, C.; Dudczig, M.; Klimant, P.; Putz, M.
 Virtual Prototyping Technologies Enabling Resource-Efficient and Human-Centered Product Development. 15th Global Conference on Sustainable Manufacturing (GCSM), Haifa, 25-27 September 2017, In: Procedia Manufacturing, 21 (2018), pp. 749-756 – ISSN: 2351-9789

Allmacher, C.; Dudczig, M.; Maier, T.; Klimant, P.
 Analyse und Optimierung von Mensch-Maschine-Interaktionen mittels virtueller Technologien. In: Tagungsband zur 25. Interdisziplinären Wissenschaftlichen Konferenz Mittweida: Digitalisierung in Industrie und Gesellschaft – Arbeiten und Leben im Umfeld der 4. Industriellen Revolution, Mittweida, 24.-25. Oktober 2018, S. 91-94 – ISSN: 1437-7624

Bdiwi, M.; Winkler, L.; Putz, M.
 Enhanced robot control based on mental states: Toward full-trust interaction between humans and industrial robots. IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS 2018): Towards a Robotic Society, Madrid, 1-5 October 2018, urn:nbn:de:0011-n-5196657

Publikationen

Berthold, J.; Kolouch, M.; Wittstock, V.; Putz, M.

Identification of modal parameters of machine tools during cutting by operational modal analysis. 8th CIRP Conference on High Performance Cutting (HPC 2018), Budapest, 25-27 June 2018, In: Procedia CIRP, 77 (2018), pp. 473-476 – ISSN: 2212-8271

de Witt, P.; Rehm, M.; Schlegel, H.; Putz, M.

Quantifizierung und Automatisierung von Strahlanlagen. In: Tagungsband zur 25. Interdisziplinären Wissenschaftlichen Konferenz Mittweida: Digitalisierung in Industrie und Gesellschaft – Arbeiten und Leben im Umfeld der 4. Industriellen Revolution, Mittweida, 24.-25. Oktober 2018 – ISSN: 1437-7624

Demmer, A.; Klingbeil, N.; Klocke, F.; Putz, M.; Schmitt, R.; Vollmer, T.

Target-oriented Analysis of Resource Consumption in Manufacturing Process Chains. 15th Global Conference on Sustainable Manufacturing (GCSM), Haifa, 25-27 September 2017, In: Procedia Manufacturing, 21 (2018), pp. 462-467 – ISSN: 2351-9789

Dudczig, M.; Brade, J.; Klimant, P.

Using Virtual Prototyping Technologies to Evaluate Human-Machine-Interaction Concepts. In: Proceedings of the ininteract2018, Chemnitz, 28-29 June 2018, 3 (2018) – ISSN: 2569-3468

Findeisen, M.; Todtermuschke, M.; Schaffrath, R.; Putz, M.

A method for energetic comparison of 6-axis industrial robots and its further scope for resource-efficient plant design. 15th Global Conference on Sustainable Manufacturing (GCSM), Haifa, 25-27 September 2017, In: Procedia Manufacturing, 21 (2018), pp. 251-258 – ISSN: 2351-9789

Fritzsche, R.; Richter, A.; Putz, M.

Product flexible car body fixtures with position-dependent load balancing based on finite element method in combination with methods of artificial intelligence. 11th CIRP Conference on Intelligent Computation in Manufacturing Engineering (CIRP ICME ,17), Naples, 19-21 July 2017, In: Procedia CIRP, 67 (2018), pp. 452-457 – ISSN: 2212-8271

Kaluschke, M.; Weller, R.; Zachmann, G.; Pelliccia, L.; Lorenz, M.; Klimant, P.; Knopp, S.; Atze, J.; Möckel, F.

HIPS – A Virtual Reality Hip Prosthesis Implantation Simulator. In: Proceedings of the 25th IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces, Reutlingen, 18-22 March 2018, pp. 591-592 – ISBN: 978-1-5386-3365-6

Kaluschke, M.; Weller, R.; Zachmann, G.; Pelliccia, L.; Lorenz, M.; Klimant, P.; Knopp, S.; Atze, J.; Möckel, F.

A Virtual Hip Replacement Surgery Simulator with Realistic Haptic Feedback. In: Proceedings of the 25th IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces, Reutlingen, 18-22 March 2018, pp. 759-760, 2018 – ISBN: 978-1-5386-3365-6

Kirchner, H.; Schlegel, H.; Putz, M.

Virtuelle Identifikation und Reglerbetriebnahme. In: Tagungsband zur 25. Interdisziplinären Wissenschaftlichen Konferenz Mittweida: Digitalisierung in Industrie und Gesellschaft – Arbeiten und Leben im Umfeld der 4. Industriellen Revolution, Mittweida, 24.-25. Oktober 2018 – ISSN: 1437-7624

Knopp, S.; Lorenz, M.; Pelliccia, L.

Using Industrial Robots as Haptic Devices for VR-Training. In: Proceedings of the 25th IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces, Reutlingen, 18-22 March 2018, pp. 607-608 – ISBN: 978-1-5386-3365-6

Le, T. S.; Schlegel, H.; Drossel, W.-G.; Putz, M.

Fitnessindex Based Fault-Tolerant Control. In: Proceedings of the 18th International Conference on Mechatronics (Mechatronika 2018), Brno, 5-7 December 2018, pp. 187-194 – ISBN: 978-80-214-5543-6

Lorenz, M.; Knopp, S., Pelliccia, L.; Hammer, N.

Development of a Virtual Reality Acetabulum Reaming Simulator and the Need for Biomechanical Data. In: Proceedings of the 11th Australasian Biomechanics Conference (ABC11), Auckland, 3-5 December 2018

Marek, T.; Berthold, J.; Holub, M.; Regel, J.

A quasi-online geometric errors compensation method on CNC machine tool. In: Proceedings of the 18th International Conference on Mechatronics (Mechatronika 2018), Brno, 5-7 December 2018, pp. 537-541 – ISBN: 978-80-214-5543-6

Pelliccia, L.; Schumann, M.; Dudczig, M.; Lamonaca, M.; Klimant, P.; Di Gironimo, G.

Implementation of tactile sensors on a 3-Fingers Robotiq® adaptive gripper and visualization in VR using Arduino controller. 11th CIRP Conference on Intelligent Computation in Manufacturing Engineering (CIRP ICME ,17), Naples, 19-21 July 2017, In: Procedia CIRP, 67 (2018), pp. 250-255 – ISSN: 2212-8271

Posdich, M.; Stöckmann, R.; Morczinek, F.; Putz, M.

Investigation of a plain ball burnishing process on differently machined Aluminium EN AW 2007 surfaces. 5th International Conference on New Forming Technology (ICNFT 2018), Bremen, 18.-21. September 2018, In: MATEC Web of Conferences, 190 (2018), Art. 11005 – eISSN: 2261-236X

Praedicow, M.; Richter, A.; Apitzsch, R.; Klimant, P.

Augmented-Reality-unterstütztes, prädiktives Condition-Monitoring-System für Werkzeugmaschinen. In: Tagungsband zum 1. AMARETO-Kolloquium 2018: Vom Werkstoff zum ressourcenschonenden Produkt, Chemnitz, 31. Mai 2018, S. 85-89 – ISBN: 978-3-95735-091-6

Puschmann, P.; Klimant, F.; Wittstock, V.; Schütz, A.

VR-Technology for Risk Assessment of and Accident Prevention at Machine Tools. In: Proceedings of the 4th International Conference of the Virtual and Augmented Reality in Education (VARE 2018), Budapest, 17-19 September 2018, pp. 18-22 – ISBN: 978-88-85741-20-1

Putz, M.; Dix, M.; Morczinek, F.; Dittrich, M.

Suspension Technology for Abrasive Waterjet (AWJ) Cutting of Ceramics. 8th CIRP Conference on High Performance Cutting (HPC 2018), Budapest, 25-27 June 2018, In: Procedia CIRP, 77 (2018), pp. 367-370 – ISSN: 2212-8271

Putz, M.; Oppermann, C.; Bräunig, M.

Development of multidimensional characteristic maps for the real-time adjustment of thermally induced TCP-displacements in precise machining. In: Proceedings of the Conference on Thermal Issues in Machine Tools, Dresden, 21-23 March 2018, pp. 235-244 – ISBN: 978-3-95735-085-5

Putz, M.; Oppermann, C.; Bräunig, M.

Enhancement and analysis of multidimensional characteristic diagrams for correction of TCP-displacements caused by thermal tool displacement. 8th CIRP Conference on High Performance Cutting (HPC 2018), Budapest, 25-27 June 2018, In: Procedia CIRP, 77 (2018), pp. 553-556 – ISSN: 2212-8271

Putz, M.; Rennau, A.; Dix, M.

High Precision Machining of Hybrid Layer Composites by Abrasive Waterjet Cutting. 15th Global Conference on Sustainable Manufacturing (GCSM), Haifa, 25-27 September 2017, In: Procedia Manufacturing, 21 (2018), pp. 583-590 – ISSN: 2351-9789

Putz, M.; Richter, C.; Regel, J.; Bräunig, M.

Industrial relevance and causes of thermal issues in machine tools. In: Proceedings of the Conference on Thermal Issues in Machine Tools, Dresden, 21-23 March 2018, pp. 127-139 – ISBN: 978-3-95735-085-5

Putz, M.; Trimborn, C.; Naumann, C.; Fischer, J.; Naumann, M.; Gebel, L.

Sensorless fault detection in linear axes with dynamic load profiles. 6th International Conference on Through-life Engineering Services, Bremen, 7-8 November 2017, In: Procedia Manufacturing, 19 (2018), pp. 66-73 – ISSN: 2351-9789

Regel, J.; Bräunig, M.; Putz, M.

Zeitvariable thermische Simulation von Werkzeugmaschinenstrukturen. In: Tagungsband zum 1. AMARETO-Kolloquium 2018: Vom Werkstoff zum ressourcenschonenden Produkt, Chemnitz, 31. Mai 2018, S. 81-84 – ISBN: 978-3-95735-091-6

Regel, J.; Xu, D.; Bräunig, M.; Wittstock, V.; Putz, M.

Evaluation of thermo-energetic behavior for demand-oriented operating of machine tool cooling systems. 15th Global Conference on Sustainable Manufacturing (GCSM), Haifa, 25-27 September 2017, In: Procedia Manufacturing, 21 (2018), pp. 213-220 – ISSN: 2351-9789

Reimann, J.; Friedemann, M.; Wenzel, K.; Putz, M.

Methodology and model for predicting energy consumption in manufacturing at multiple scales. 15th Global Conference on Sustainable Manufacturing (GCSM), Haifa, 25-27 September 2017, In: Procedia Manufacturing, 21 (2018), pp. 694-701 – ISSN: 2351-9789

Sauer, K.; Dix, M.; Putz, M.

Process Forces Analysis and a New Feed Control Strategy for Drilling of Unidirectional Carbon Fiber Reinforced Plastics (UD-CFRP). XIVth International Conference on High Speed Machining (HSM 2018), San Sebastian, 17-18 April 2018, In: Journal of Manufacturing and Materials Processing, 2 (2018) 3 – ISSN: 2504-4494

Schöberlein, C.; Sewohl, A.; Schlegel, H.; Putz, M.

Data Management System for Drive-based Smart Data Services: A Practical Approach for Machine-Internal Monitoring Applications. In: Proceedings of the 15th International Conference on Informatics in Control, Automation and Robotics (ICINCO 2018), Porto, 29-31 July 2018, 2 (2018), pp. 389-395 – ISBN: 978-989-758-321-6

Sewohl, A.; Kriechenbauer, S.; Müller, P.; Schlegel, H.; Landgrebe, D.

Root Cause Analysis of Deep Drawing Processes with Superimposed Low-Frequency Vibrations on Servo-Screw Presses: A Practical Research on Predictability in Simulation. In: Proceedings of the 15th International Conference on Informatics in Control, Automation and Robotics (ICINCO 2018), Porto, 29-31 July 2018, 2 (2018), pp. 621-627 – ISBN: 978-989-758-321-6

Sewohl, A.; Rehm, M.; Schlegel, H.; Putz, M.

Konzepte zur hybriden Kraft-Lageregelung an Produktionsmaschinen. In: Tagungsband zum 1. AMARETO-Kolloquium 2018: Vom Werkstoff zum ressourcenschonenden Produkt, Chemnitz, 31. Mai 2018, S. 61-64 – ISBN: 978-3-95735-091-6

Süße, M.; Stoldt, J.; Schlegel, A.; Putz, M.

Decision Support for Planning Techniques in Energy Efficiency Projects. 25th CIRP Life Cycle Engineering (LCE) Conference, Copenhagen, 30 April - 2 May 2018, In: Procedia CIRP, 69 (2018), pp. 306-311 – ISSN: 2212-8271

Zhang, Y.; Wittstock, V.; Regel, J.; Putz, M.

Real time simulation using Reynold's equation for instable floating of hydrodynamic guides at high speed. In: Schmitt, R.; Schuh, G. (Eds.): Advances in Production Research: Proceedings of the 8th Congress of the German Academic Association for Production Technology (WGP), Cham: Springer, 2018, pp. 500-509 – ISBN: 978-3-030-03450-4

Zhang, Y.; Wittstock, V.; Regel, J.; Putz, M.

Anwendung der Reynolds'schen Differentialgleichung zur Simulation des instabilen Aufschwimmverhaltens der hydrodynamischen Linearführungen bei hohen Geschwindigkeiten. In: Tagungsband zur 59. Tribologie-Fachtagung 2018 – Reibung, Schmierung und Verschleiß: Forschung und praktische Anwendungen, Göttingen, 24.-26. September 2018, Band 1, S. 09/1-09/9 – ISBN: 978-3-9817451-3-9

2017

Bdiwi, M.; Breitfeld, M.; Putz, M.

Unique platform for observing/evaluating various levels of interaction between human and industrial robot. In: Proceedings of the 12th Conference on Human-Robot Interaction - Smart Interaction (HRI '17), Vienna, 6-9 March 2017, p. 405 – ISBN: 978-1-4503-4885-0

Publikationen

Bdiwi, M.; Krusche, S.; Putz, M.

Zone-based robot control for safe and efficient interaction between human and industrial robots. In: Proceedings of the 12th Conference on Human-Robot Interaction - Smart Interaction (HRI ,17), Vienna, 6-9 March 2017, pp. 83-84 – ISBN: 978-1-4503-4885-0

Bdiwi, M.; Rashid, A.; Pfeifer, M.; Putz, M.
Disassembly of Unknown Models of Electrical Vehicle Motors Using Innovative Human Robot Cooperation. In: Proceedings of the ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI ,17), Vienna, 6-9 March 2017, pp. 85-86 – ISBN: 978-1-4503-4885-0

Bernhagen, M.; Lorenz, M.

Chancen und Risiken von VR in der Produktentwicklung. In: Tagungsband zur 4. Fachkonferenz zu VR/AR-Technologien in Anwendung und Forschung, Chemnitz, 6.-7. Dezember 2017, S. 173-186 – ISBN: 978-3-00-058419-0

Berthold, J.; Kolouch, M.; Wittstock, V.; Putz, M.

Herausforderungen bei der Untersuchung von Werkzeugmaschinen mit Hilfe der Betriebsmodalanalyse. 2. VDI-Fachkonferenz - Schwingungen in Werkzeug- und Verarbeitungsanlagen 2017, Dresden, 29.-30. März 2017

Beyer, U.; Putz, M.

Aus Draht wird ein Produkt. Überblick zu Möglichkeiten von Industrie 4.0 bei Herstellung und Verarbeitung. 25th MEFORM Conference 2017 - New Developments in Wire Production and Processing, Freiberg, 15.-16. März 2017 – urn:nbn:de:0011-n-4458294

Dix, M.; Dittrich, M.

Wasserabrasiv-Feinstrahl – von der Evolution zur Revolution. Arbeitskreistreffen Wasserstrahltechnik, Lübeck, 9. Oktober 2017

Drossel, W.-G.; Schubert, A.; Putz, M.; Koriath, H.-J.; Wittstock, V.; Siegfried, P.; Hensel, S.; Pierer, A.; Müller, B.; Schmidt, M.

Experimental and numerical study on inherent sensory characteristics of piezoceramic micro parts during joining by forming in metal sheets. In: Proceedings of the VIII ECCOMAS Thematic Conference on Smart Structures and Materials (SMART 17), Madrid, 5-8 June 2017, pp. 359-369 – ISBN: 978-84-946909-3-8

Franz, E.; Erler, F.; Langer, T.; Schlegel, A.; Stoldt, J.; Richter, M.; Putz, M.

Requirements and Tasks for Active Energy Management Systems in Automotive Industry. 14th Global Conference on Sustainable Manufacturing (GCSM), Stellenbosch, 3-5 October 2016, In: Procedia Manufacturing, 8 (2017), pp. 175-182 – ISSN: 2351-9789

Fritzsche, R.; Richter, A.; Putz, M.

Automatic adjustment of car body fixtures using artificial intelligence. 10th CIRP Conference on Intelligent Computation in Manufacturing Engineering (CIRP ICME ,16), Naples, 20-22 July 2016, In: Procedia CIRP, 62 (2017), pp. 600-605 – ISSN: 2212-8271

Gammieri, L.; Schumann, M.; Pelliccia, L.; Di Gironimo, G.; Klimant, P.

Coupling of a Redundant Manipulator with a Virtual Reality Environment to Enhance Human-robot Cooperation. In: Proceedings of the 10th CIRP Conference on Intelligent Computation in Manufacturing Engineering (CIRP ICME ,16), Naples, 20-22 July 2016, In: Procedia CIRP 62 (2017), pp. 618-623 – ISSN: 2212-8271

Glänzel, J.; Ihlenfeldt, S.; Naumann, C.; Putz, M.

Decoupling of Fluid and Thermo-elastic Simulations on Machine tools Using Characteristic Diagrams. 10th CIRP Conference on Intelligent Computation in Manufacturing Engineering (CIRP ICME ,16), Naples, 20-22 July 2016, In: Procedia CIRP, 62 (2017), pp. 340-345 – ISSN: 2212-8271

Gläser, M.; Wittstock, V.; Hirsch, A.; Putz, M.

Simulation Method for the Floating of Hydrodynamic Guides. 10th CIRP Conference on Intelligent Computation in Manufacturing Engineering (CIRP ICME ,16), Naples, 20-22 July 2016, In: Procedia CIRP, 62 (2017), pp. 346-350 – ISSN: 2212-8271

Hipp, K.; Schöberlein, C.; Schlegel, H.; Neugebauer, R.

Simulation Based Optimization for Controller Parameterization of Machine Tool Axes – Advanced Application. XXVIII CIRP Sponsored Conference on Supervising and Diagnostics of Machining Systems – Machine and Process Holistic Improvement, Karpacz, 12-16 March 2017, In: Journal of Machine Engineering, 17 (2017) 1, pp. 57-68 – ISSN: 1895-7595 (Print), ISSN: 2391-8071 (Online)

Horlitz, T.; Puschmann, P.; Wittstock, V.; Schütz, A.

Risikobeurteilung mit Hilfe virtueller Realität: Ein Vergleich von schematischen und realitätsnahen virtuellen Modellen. In: Tagungsband zum 63. Frühjahrskongress 2017 der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V., Brugg-Windisch und Zürich, 15.-17. Februar 2017 – ISBN: 978-3-936804-22-5

Kiesel, M.; Klimant, P.; Beisheim, N.; Rudolph, S.; Putz, M.

Using graph-based design languages to enhance the creation of virtual commissioning models. 27th CIRP Design Conference, Cranfield, 10-12 May 2017, In: Procedia CIRP 60, pp. 279-283 – ISSN: 2212-8271

Kimme, S.; Bauer, R.; Drossel, W.-G.; Putz, M.

Simulation of Error-prone Continuous Generation Production Processes of Helical Gears and the Influence on the Vibration Excitation in Gear Mesh. 10th CIRP Conference on Intelligent Computation in Manufacturing Engineering (CIRP ICME ,16), Naples, 20-22 July 2016, In: Procedia CIRP, 62 (2017), pp. 256-261 – ISSN: 2212-8271

Kirchner, H.; Birnbaum, P.; Quellmalz, J.; Schlegel, H.; Kräusel, V.;
 Servo-Forming-Unit with Direct Position Feedback Control Application for High Dynamic Operations. In: Proceedings of the 10th International Conference on Industrial Tools and Advanced Processing Technologies (ICIT&APT 2017), Ljubljana, 24-26 April 2017 – ISBN: 978-961-6692-04-5

Klimant, P.; Klimant, F.; Wittstock, E.; Kollatsch, C.; Putz, M.
 Arbeiten mit virtuellen Techniken – Industrieller Einsatz, aktuelle Forschung und zukünftiger Mehrwert. VAR² 2017 – Realität erweitern, In: Tagungsband zur 4. Fachkonferenz zu VR/AR-Technologien in Anwendung und Forschung an der Professur für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik, Chemnitz, 6.-7. Dezember 2017, S. 5-18 – ISBN: 978-3-00-058419-0

Klimant, P.; Kollatsch, C.; Schumann, M.
 Augmented Reality Solutions in Mechanical Engineering. 12th International Manufacturing Science and Engineering Conference collocated with the JSME/ASME 2017 6th International Conference on Materials and Processing, Los Angeles, 4-8 June 2017, In: Manufacturing Equipment and Systems, 3 (2017), Paper No. MSEC2017-2858, pp. V003T04A067, 9 pages, – ISBN: 978-0-7918-5074-9

Kollatsch, C.; Schumann, M.; Klimant, P.; Lorenz, M.
 Industrial Augmented Reality: Transferring a Numerical Control Connected Augmented Reality System from Marketing to Maintenance. In: Proceedings of the 16th IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR), Nantes, 9-13 October 2017, pp. 39-41

Langer, T.; Putz, M.; Schuster, B.
 Was kann FM von der digitalen Fabrik im Zeitalter von Industrie 4.0 lernen? In: Tagungsband zum Kongress für Facility Management und Industrieservice, Frankfurt a. M., 21.-23. Februar 2017, S. 651-660 – ISBN-13: 978-3-95735-054-1, ISBN-10: 3-95735-054-9

Le, T. S.; Schlegel, H.; Drossel, W.-G.; Hirsch, A.
 Fault Detection and Fault-Tolerant Control when Using SMA Actuators in Soft Robotics. 12th International Conference Mechatronic Systems and Materials (MSM'2016), Bialystok, 3-8 July 2016, In: Solid State Phenomena, 260 (2017), pp. 92-98 – ISSN: 1012-0394

Le, T. S.; Schlegel, H.; Drossel, W.-G.; Putz, M.
 Model Based Fault-Tolerant Control for SMA Actuator in Soft Robotics. 12th International Conference Mechatronics 2017, Brno, 6-8 October 2017, In: Mechatronics 2017: Recent Technological and Scientific Advances, pp. 467-474 – ISBN: 978-3-319-65959-6 (Print), ISBN: 978-3-319-65960-2 (Online)

Meichsner, G.; Petzold, T.; Hackert-Oschätzchen, M.; Edelmann, J.; Schubert, A.; Putz, M.; Hahn, G.
 Reduplication of precise internal geometries by pulsed electrochemical machining. 13th International Symposium on Electrochemical Machining Technology (INSECT 2017), Dresden, 30 November - 1 December 2017, In: Applied electrochemistry in material science, 6 (2017), pp. 44-55 – ISBN: 978-3-8396-1261-3

Pätzold, J.; Kolouch, M.; Wittstock, V.; Putz, M.
 Methodology for Process-independent Energetic Assessment of Machine Tools. 14th Global Conference on Sustainable Manufacturing (GCSM), Stellenbosch, 3-5 October 2016, In: Procedia Manufacturing, 8 (2017), pp. 254-261 – ISSN: 2351-9789

Pelliccia, L.; Klimant, F.; De Santis, A.; Di Gironimo, G.; Lanzotti, A.; Tarallo, A.; Putz, M.; Klimant, P.
 Task-based Motion Control of Digital Humans for Industrial Applications. 10th CIRP Conference on Intelligent Computation in Manufacturing Engineering (CIRP ICME ,16), Naples, 20-22 July 2016, In: Procedia CIRP, 62 (2017), pp. 535-540 – ISSN: 2212-8271

Putz, M.
 Aus dem E³-Konzept in die Fabrik der Zukunft - digital und vernetzt. In: Tagungsband zum 5. Kongress Ressourceneffiziente Produktion 2017 - Mehrwert Digitale Fabrik, Leipzig, 8. März 2017, S. 9-12

Putz, M.
 Leitprojekt E³-Produktion. Produktion im E³-Konzept - die effiziente Fabrik. Fraunhofer-Symposium „Netzwert“ - Exzellenz durch Zusammenarbeit, München, 21.-22. Februar 2017

Putz, M.; Blau, P.; Koriath, H.-J.; Wertheim, R.
 Adaptive Spindle Damping System with Active Electromagnetic Bearing. 14th Global Conference on Sustainable Manufacturing (GCSM), Stellenbosch, 3-5 October 2016, In: Procedia Manufacturing, 8 (2017), pp. 557-562 – ISSN: 2351-9789

Putz, M.; Cardone, M.; Dix, M.
 Cut-off grinding of hardened steel wires - modelling of heat distribution. 16th CIRP Conference on Modelling of Machining Operations, Cluny, 15-16 June 2017, In: Procedia CIRP, 58 (2017), pp. 67-72 – ISSN: 2212-8271

Putz, M.; Frieß, U.; Wabner, M.; Friedrich, A.; Zander, A.; Schlegel, H.
 State-based and Self-adapting Algorithm for Condition Monitoring. 10th CIRP Conference on Intelligent Computation in Manufacturing Engineering (CIRP ICME ,16), Naples, 20-22 July 2016, In: Procedia CIRP, 62 (2017), pp. 311-316 – ISSN: 2212-8271

Putz, M.; Langer, T.; Richter, M.
 Digitalisierung und Energieeffizienz. Perspektiven und Schnittstellen/Trends und Hemmnisse digitaler Energiedienstleistungen und andere Effizienzmaßnahmen - Marktentwicklung und Chancen, Berlin, 9. Mai 2017 – urn:nbn:de:0011-n-4524626

Putz, M.; Oppermann, C.; Bräunig, M.
 Thermische Werkzeugmodellierung. In: Tagungsband zum 5. Kolloquium zum SFB/TR 96 – Modellierung und Simulation, Chemnitz, 22.-23. März 2017, S. 55-67 – ISBN: 978-3-86780-516-2

Publikationen

Putz, M.; Oppermann, C.; Bräunig, M.; Karagüzel, U.

Heat sources and fluxes in milling: Comparison of numerical, analytical and experimental results. 16th CIRP Conference on Modelling of Machining Operations, Cluny, 15-16 June 2017, In: Procedia CIRP, 58 (2017), pp. 97-103 – ISSN: 2212-8271

Putz, M.; Oppermann, C.; Semmler, U.; Bräunig, M.; Karagüzel, U.

Consistent simulation strategy for heat sources and fluxes in milling. 10th CIRP Conference on Intelligent Computation in Manufacturing Engineering (CIRPICME, 16), Naples, 20-22 July 2016, In: Procedia CIRP, 62 (2017), pp. 239-244 – ISSN: 2212-8271

Regel, J.; Wittstock, V.; Putz, M.

Evaluation of measures for thermo-sensitive design and operating of machine tool structures. 27th CIRP Design Conference, Cranfield, 10-12 May 2017, In: Procedia CIRP 60 (2017), pp. 14-19 – ISSN: 2212-8271

Rehm, M.; Quellmalz, J.; Schlegel, H.; Neugebauer, R.

Comparison of Feed Drives with a Process Oriented Design Methodology. 12th International Conference Mechatronic Systems and Materials (MSM'2016), Bialystok, 3-8 July 2016, In: Solid State Phenomena, 260 (2017), pp. 11-19 – ISSN: 1012-0394

Rentzsch, H.; Kolouch, M.; Putz, M.

Application of substructure techniques to predict cutting stability for mobile machine tools. 16th CIRP Conference on Modelling of Machining Operations, Cluny, 15-16 June 2017, In: Procedia CIRP, 58 (2017), pp. 110-115 – ISSN: 2212-8271

Schlegel, A.; Langer, T.; Putz, M.

Developing and harnessing the potential of SMEs for eco-efficient flexible production. 7th Conference on Learning Factories (CLF 2017), Darmstadt, 4-5 April 2017, In: Procedia Manufacturing, 9 (2017), pp. 41-48 – ISSN: 2351-9789

Schneider, J.; Schmidt, T.; Edelman, J.; Putz, M.

Einfluss des Fertigungsprozesses auf die Feingestalt und Funktionalität von Bauteiloberflächen und deren Bewertung. XIV. Internationales Oberflächenkolloquium, Chemnitz, 30.01.-01.02.2017, S. 21-29 – ISBN: 978-3-96100-006-7

Schmidt, M.; Sewohl, A.; Wittstock, V.

Influence of Electrode Layers on the Fracture Strength of PZT Ceramics. 12th International Conference Mechatronic Systems and Materials (MSM'2016), Bialystok, 3-8 July 2016, In: Solid State Phenomena, 260 (2017), pp. 187-193 – ISSN: 1012-0394

Schöberlein, C.; Quellmalz, J.; Schlegel, H.; Putz, M.

Integration of Prony-Analysis for Process-Parallel Control Loop Monitoring on Machine Tools. In: Proceedings of the 10th International Conference on Industrial Tools and Advanced Processing Technologies (ICIT&APT 2017), Ljubljana, 24-26 April 2017 – ISBN: 978-961-6692-04-5

Sewohl, A.; Müller, P.; Kriechenbauer, S.; Mauermann, R.; Schlegel, H.; Putz, M.

Identification of significant process parameters for deep drawing with superimposed vibrations on servo-screw presses. 10th International Conference on Industrial Tools and Advanced Processing Technologies (ICIT&APT 2017), Ljubljana, 24-26 April 2017 – ISBN: 978-961-6692-04-5

Stoldt, J.; Prell, B.; Schlegel, A.; Putz, M.

Modellierung von volatilen erneuerbaren Energieerzeugern und Energiespeichern in Siemens Plant Simulation. In: Tagungsband zur 17. ASIM-Fachtagung Simulation in Produktion und Logistik, Kassel, 20.-22. September 2017, S.49-58 – ISBN: 978-3-7376-0192-4 (Print), ISBN: 978-3-7376-0193-1 (Online)

Stoldt, J.; Putz, M.

Procedure model for efficient simulation studies which consider the flows of materials and energy simultaneously. 24th CIRP Conference on Life Cycle Engineering, Kamakura, 8-10 March 2017, In: Procedia CIRP, 61 (2017), pp. 122-127 – ISSN: 2212-8271

Süße, M.; Stoldt, J.; Schlegel, A.; Putz, M.

Decision procedure for efficient data acquisition for distinct energy prognosis models. 4th Green Factory Colloquium, Augsburg, 20-21 September 2017, In: Applied Mechanics and Materials, 871 (2017), pp. 115-124 – ISSN: 1662-7482

Trimborn, C.; Putz, M.; Priber, U.; Fischer, J.

Sensorlose Zustandsüberwachung von Linearantriebskomponenten eines Pressentransfers. In: Tagungsband zum 17. Antriebstechnischen Kolloquium (ATK), Aachen, 7.-8. März 2017, S. 3-16 – ISBN-10: 3-7431-4897-8, ISBN-13: 978-3-7431-4897-0

Walther, M.; Sewohl, A.; Schlegel, H.; Neugebauer, R.

Trajectory Planning for Kinetically Redundant Robots Using Jacobi Matrix – an Industrial Implementation. XXVIII CIRP Sponsored Conference on Supervising and Diagnostics of Machining Systems – Machine and Process Holistic Improvement, Karpacz, 12-16 March 2017, In: Journal of Machine Engineering, 17 (2017) 3, pp. 24-35 – ISSN: 1895-7595 (Print), ISSN: 2391-8071 (Online)

Zhang, Y.; Gläser, M.; Wittstock, V.

Geometrische Gestaltung hydrodynamischer Gleitflächen für Geschwindigkeiten bis 100 m/min – Berechnung und Experiment. 12. VDI-Fachtagung: Gleit- und Wälzlagerungen 2017: Gestaltung – Berechnung – Einsatz, Schweinfurt, 27.-28. Juni 2017, In: VDI-Berichte 2308, S. 367-371 – ISBN: 978-3-18-092308-6

2016

Berthold, J.; Kolouch, M.; Wittstock, V.; Putz, M.

Broadband excitation of machine tools by cutting forces for performing operational modal analysis. Quality, Environment, Reliability, Safety (QERS 2016), Brno, 6 September 2016, In: MM Science Journal, pp. 1473-1481 – ISSN: 1803-1269

Berthold, J.; Kolouch, M.; Wittstock, V.; Putz, M.

Comparison of experimental modal analysis with operational modal analysis for assessment of the dynamic behaviour of a machine tool component. In: Proceedings of the 13th International Conference on High Speed Machining - Progress in Productivity and Quality (HSM 2016), Metz, 4-5 October 2016 – ISBN: 978-2-90-078182-1

Brade, J.; Lorenz, M.; Klimant, P.; Pürzel, F.; Putz, M.

Virtual Reality for Industrial Application - The Influence of Presence and its Relation to Usability and User Experience. 6th WGP Congress 2016, Hamburg, 5-6 September 2016, In: Advanced Materials Research, pp. 537-544 – ISSN: 1662-8985

Cardone, M.; Putz, M.; Schmidt, G.; Dix, M.; Friedrich, J.; Stockmann, E.

Granulation of extruded plastic wires: Influence of tool coating properties and tool geometry on cutting forces and tool wear. 6th WGP Congress 2016, Hamburg, 5-6 September 2016, In: Advanced Materials Research, pp. 181-188 – ISSN: 1662-8985

Delang, K.; Winkler, L.; Bdiwi, M.; Breitfeld, M.; Putz, M.

Bedarfsgerechte Industrieanwendungen kollaborierender Mensch-Roboter-Systeme in Produktionsprozessen: Ein Ansatz zur Analyse konkreter Industriebedarfe. In: Tagungsband zur zweiten transdisziplinären Konferenz - Technische Unterstützungssysteme, die die Menschen wirklich wollen, Hamburg, 12.-13. Dezember 2016, S. 163-172 – ISBN: 978-3-86818-089-3 (Print), ISBN: 978-3-86818-090-9 (Online)

Horlitz, T.; Puschmann, P.; Wittstock, V.; Schütz, A.

Verwendung der Virtual Reality Technologie für die Risikobeurteilung und Untersuchung der Auswirkung des subjektiven Erlebens auf deren Qualität - eine interdisziplinäre Studie. 50. Kongress der Deutschen Gesellschaft für Psychologie, Leipzig, 18.-22. September 2016, Poster

Meichsner, G.; Hackert-Oschätzchen, M.; Petzold, T.; Krönert, M.; Edelmann, J.; Schubert, A.; Putz, M.

Removal characteristic of stainless steel in pulsed electrochemical machining. In: Proceedings of the 12th International Symposium on Electrochemical Machining Technology, Brüssel, 17-18 November 2016, pp. 73-84 – ISBN: 978-9-4619746-1-7

Meichsner, G.; Hackert-Oschätzchen, M.; Wertheim, R.; Edelmann, J.; Schubert, A.; Putz, M.

New Method to define Material Removal Characteristics in PECM - Pulsed Electro Chemical Machining. In: Proceedings of the 34th Israel Conference on Mechanical Engineering (ICME), Haifa, 22-23 November 2016, electronic publication

Putz, M.; Blau, P.; Kolesnikov, A.; Richter, M.; Pierer, A.

Energy storage in drive systems of servo presses for reduction of peak power and energy recovery. In: Proceedings of the 18th European Conference on Power Electronics and Applications (EPE'16 ECCE Europe), Karlsruhe, 5-9 September 2016, pp. 1-10, USB-Stick

Quellmalz, J.; Rehm, M.; Schlegel, H.

Performance index for servo drive control based on work-equivalent balance. In: Proceedings of the 17th International Conference on Mechatronics - Mechatronika 2016, Prague, 7-9 December 2016, pp. 186-191 – ISBN: 978-80-01-05882-4

Regel, J.; Wittstock, V.; Putz, M.

Simulation of thermal systems as basis for variance-based sensitivity analysis. In: Proceedings of ESI SimulationX User Forum, Hamburg, 24-25 November 2016, pp. 318-326

Rehm, M.; Quellmalz, J.; Schlegel, H.; Neugebauer, R.

Design of feed drives with a process oriented design methodology. In: Proceedings of the 17th International Conference on Mechatronics - Mechatronika 2016, Prague, 7-9 December 2016, pp. 107-112 – ISBN: 978-80-01-05882-4

Stoldt, J.; Friedemann, M.; Langer, T.; Putz, M.; Hiersemann, R.

Ein Systemkonzept zur durchgängigen Datenintegration im Produktionsumfeld. VPP 2016 - Vernetzt Planen und Produzieren, Chemnitz, 21. Oktober 2016, USB-Stick: Smarte Fabrik & Smarte Arbeit - Industrie 4.0 gewinnt Kontur, S. 165-174

Stoldt, J.; Münnich, M.; Franz, E.; Schlegel, A.; Putz, M.

Simulative Untersuchung energie- und ressourceneffizienter Betriebsstrategien in der E³-Forschungsfabrik. ASIM 2016 - 23. Symposium Simulationstechnik, Dresden, 7.-9. September 2016, S. 45-52 – ISBN: 978-3-901608-49-0

Walther, M.; Hädrich, J.; Schlegel, H.

Robotik für und mit Leichtbaukomponenten - Regelungstechnische Aspekte. 18. Dresdner Werkzeugmaschinen-Fachseminar „Hightech-Materials für Werkzeugmaschinen - Werkzeugmaschinen für Hightech-Materials“, Dresden, 28.-29. November 2016

Artikel in Fachzeitschriften

2019

Leder, J.; Horlitz, T.; Puschmann, P.; Wittstock, V.; Schütz, A.

Comparing immersive virtual reality and powerpoint as methods for delivering safety training: Impacts on risk perception, learning, and decision making. In: Safety Science, 111 (2019), pp. 271-286 – ISSN: 0925-7535

Zhang, Y.; Wittstock, V.; Putz, M.

Modellierung des Aufschwimmverhaltens hydrodynamischer Linearführungen bei konstanter Geschwindigkeit. In: Forschung im Ingenieurwesen, Online (2019), S. 1-6 – ISSN: 0015-7899 (Print), ISSN: 1434-0860 (Online)

2018

Apitzsch, R.; Brade, J.; Winkler, S.; Cassing, K.; Klimant, P.

Anforderungen an den Virtuellen Zwilling aus Nutzersicht. In: ZWF – Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, 113 (2018) 1-2, S. 67-70 – ISSN: 0947-0085

de Witt, P.; Rehm, M.; Schlegel, H.; Putz, M.; Bernstein, R.; Heinrich, M.

Reproduzierbare Oberflächenqualitäten erzeugen. In: JOT Journal für Oberflächentechnik, 58 (2018) 8, S. 52-55 – ISSN: 0940-8789 (Print), ISSN: 2192-869X (Online)

Publikationen

- Drossel, W.-G.; Schubert, A.; Putz, M.; Koriath, H.-J.; Wittstock, V.; Hensel, S.; Pierer, A.; Müller, B.; Schmidt, M.**
Monitoring concept for structural integration of PZT-fiber arrays in metal sheets: a numerical and experimental study. In: International Journal of Smart and Nano Materials, 9 (2018) 1, pp. 56-67 – ISSN: 1947-5411 (Print), ISSN: 1947-542X (Online)
- Gärtner, E.; Polise, V.; Tagliaferri, F.; Palumbo, B.**
Laser Micro Machining of Alumina by a Picosecond Laser. In: Journal of Laser Micro/Nanoengineering, 13 (2018) 2, pp. 76-84 – ISSN: 1880-0688
- Glänzel, J.; Ihlenfeldt, S.; Naumann, C.; Putz, M.**
Efficient quantification of free and forced convection via the decoupling of thermo-mechanical and thermo-fluidic simulations of machine tools. In: Journal of Machine Engineering, 18 (2018) 2, pp. 41-53 – ISSN: 1895-7595 (Print), ISSN: 2391-8071 (Online)
- Hertel, M.; Dix, M.; Putz, M.**
Analytic model of process forces for orthogonal turn-milling. In: Production Engineering – Research and Development, 12 (2018) 3-4, pp. 491-500 – ISSN: 0944-6524 (Print), ISSN: 1863-7353 (Online)
- Impero, F.; Dix, M.; Squillace, A.; Prisco, U.; Palumbo, B.; Tagliaferri, F.**
A comparison between wet and cryogenic drilling of CFRP/Ti stacks. In: Materials and Manufacturing Processes, 33 (2018) 12, pp. 1354-1360 – ISSN: 1042-6914 (Print), ISSN: 1532-2475 (Online)
- Kollatsch, C.; Schumann, M.; Winkler, S.; Klimant, P.**
Integration of product data management systems in Augmented Reality maintenance applications for machine tools. In: IEEE COMSOC MMTC Communications - Frontiers, Special Issue On „Holographic Communications and Distributed Collaborations“, 12 (2018) 2, pp. 22-31
- Lorenz, M.; Brade, J.; Diamond, L.; Sjölie, D.; Busch, M.; Tscheligi, M.; Klimant, P.; Heyde, C.-E.; Hammer, N.**
Presence and User Experience in a Virtual Environment under the Influence of Ethanol: A Case-Control Study. In: Scientific Reports, (2018) 8, Article number: 6407 – ISSN: 2045-2322
- Peter, S.; Vasin, Y.; Speck, F.; Schmidt, M.; Wittstock, V.; Seyller, T.**
ECR plasma deposited a-SiCN:H as insulating layer in piezoceramic modules. In: Vacuum, 155 (2018), pp. 118-126 – ISSN: 0042-207X
- Putz, M.; Dix, M.; Stöckmann, R.**
Experimental Investigations of Bulge Formation for Burnishing on Plain Surfaces. In: Materials Science Forum, 918 (2018), pp. 117-122 – ISSN: 1662-9752
- Putz, M.; Paetzold, J.; Wittstock, V.; Hoffmann, A.**
Energie- und zeitsensitive Fertigungsplanung: CAM-integrierte Prognose spanender Fertigungsprozesse mittels empirischer Maschinenmodelle. In: wt Werkstatttechnik online, 108 (2018) 1/2, S. 89-94 – ISSN: 1436-4980
- Putz, M.; Richter, C.; Regel, J.; Bräunig, M.**
Industrial consideration of thermal issues in machine tools. In: Production Engineering – Research and Development, 12 (2018) 6, pp. 723-736 – ISSN: 0944-6524 (Print), ISSN: 1863-7353 (Online)
- Putz, M.; Stöckmann, R.; Posdlich, M.; Winkler, S.; Brade, J.; Dix, M.; Klimant, P.**
Kombinierte Endbearbeitung hochbelastbarer Oberflächen: Fertigung hochbelastbarer Funktionsflächen durch virtuell unterstützte, kombinierte Endbearbeitung. In: wt Werkstatttechnik online, 108 (2018) 5, S. 345-349 – ISSN: 1436-4980
- Schöberlein, C.; Schlegel, H.; Putz, M.**
Integration antriebsbasierter Smart Data Services zur Überwachung von Produktionssystemen. In: Ingenieurspiegel, (2018) 3, S. 53-56 – ISSN: 1868-5919
- Schubert, A.; Koriath, H.-J.; Wittstock, V.; Müller, B.; Pierer, A.; Schmidt, M.**
Advanced Micro Structuring and Joining Technologies for Direct Integration of Piezo Fibers into Metallic Materials. In: Advanced Engineering Materials, 2018, Online, 1800472-1 - 1800472-8
- Schubert, A.; Koriath, H.-J.; Wittstock, V.; Peter, S.; Müller, B.; Pierer, A.; Schmidt, M.**
High Volume Production of PZT Fiber Arrays for Direct Functional Integration into Metal Structures. In: Advanced Engineering Materials, 2018, Online, 1800410-1 - 1800410-7
- Zhang, Y.; Wittstock, V.; Putz, M.**
Simulation for instable floating of hydrodynamic guides during acceleration and constant velocity. In: Journal of Machine Engineering, 18 (2018) 3, pp. 5-15 – ISSN: 1895-7595
-
- 2017
- Berthold, J.; Kolouch, M.; Wittstock, V.; Putz, M.**
Aspects of the investigation of the dynamic behaviour of machine tools by operational modal analysis. In: MM Science Journal, (2017) 5, pp. 2013-2019 – ISSN: 1803-1269
- Brade, J.; Lorenz, M.; Busch, M.; Hammer, N.; Tscheligi, M.; Klimant, P.**
Being there again – Presence in real and virtual environments and its relation to usability and user experience using a mobile navigation task. In: International Journal of Human-Computer Studies, 101 (2017), pp. 76-87 – ISSN: 1071-5819
- Brade, J.; Posdlich, M.; Klimant, P.**
Prozessübergreifende Fertigung von metallischen Hochleistungsbauteilen: Neue Konzepte und Technologien. In: ZWF – Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, 112 (2017) 3, S. 122-125 – ISSN: 0947-0085
- Hertel, M.; Dix, M.**
Orthogonales Drehfräsen als effiziente Alternative zum Rundschleifen: Wie sich die Rundschleifbearbeitung durch orthogonales Hochgenauigkeitsdrehfräsen substituieren lässt. In: ZWF – Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, 112 (2017) 4, S. 232-237 – ISSN: 0947-0085

Hertel, M.; Dix, M.; Putz, M.

Werkzeugkonzeption für das orthogonale Hochgenauigkeitsdrehfräsen: Feinbearbeitung hydrodynamisch geschmierter Lagersitze mit geometrisch bestimmter Schneide. In: ZWF - Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, 112 (2017) 7-8, S. 447-453 - ISSN: 0947-0085

Müller, B.; Pierer, A.; Schmidt, M.; Schubert, A.; Koriath, H.-J.; Putz, M.; Wittstock, V.

In-process monitoring of joining operations for piezoceramic elements. In: Key Engineering Materials, 742 (2017), pp. 800-806 - ISSN: 1662-9795

Putz, M.; Ihlenfeldt, S.; Naumann, C.; Glänzel, J.

Optimized grid structures for the characteristic diagram based estimation of thermo-elastic tool center point displacements in machine tools. In: Journal of Machine Engineering, 17 (2017) 3, pp. 36-50 - ISSN: 1895-7595 (Print), ISSN: 2391-8071 (Online)

Rennau, A.; Dix, M.

Präzisionsbeschnitt von CFK-Metall-Verbunden. In: ZWF - Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, 112 (2017) 10, S. 680-683 - ISSN: 0947-0085

Stoldt, J.; Fanghänel, C.; Lange, H. R.; Schlegel, A.; Woldt, T.; Putz, M.

Simulation Study on Flexibilities in the Material and Energy Flows of an Open-pit Mine. In: SNE Simulation Notes Europe, 27 (2017) 2, pp. 87-96 - ISSN: 2305-9974 (Print), ISSN: 2306-0271 (Online)

2016

Dudczig, M.; Schumann, M.; Klimant, P.; Lorenz, M.

Wie sieht die Intralogistik der Zukunft aus? - Kommissionierung unterstützt durch sensorbasierte Fahrerlose Transportfahrzeuge. In: ZWF - Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, 111 (2016) 7-8, S. 449-452 - ISSN: 0947-0085

Glänzel, J.; Meyer, A.; Unger, R.; Bräunig, M.; Wittstock, V.; Ihlenfeldt, S.

Extended bisection method for parameter identification of the transient heat conduction equation for thermo-elastic deforma-

tions during drilling. In: The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, (2016), pp. 1-10 - ISSN: 1433-3015

Ihlenfeldt, S.; Putz, M.; Blau, P.; Fiedler, M.; Frieß, U.; Regel, G.

Mikrostrukturierung variabler Nocken-geometrien. In: ZWF - Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, 111 (2016) 11, S. 740-744 - ISSN: 0947-0085

Jawahir, I. S.; Attia, H.; Biermann, D.; Duflou, J.; Klocke, F.; Meyer, D.; Newman, S. T.; Pusavec, F.; Putz, M.; Rech, J.; Schulze, V.; Umbrello, D.

Cryogenic manufacturing processes. In: CIRP Annals - Manufacturing Technology, 65 (2016) 2, pp. 713-736 - ISSN: 0007-8506

Langer, T.; Stoldt, J.; Bolev, D.; Putz, M.

Ortsunabhängige Mitarbeiterbindung in der Fertigung: Gestaltungshilfen für Industrie 4.0 Arbeitsprozesse. In: ZWF - Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, 111 (2016) 5, S. 302-305 - ISSN: 0947-0085

Le, T. S.; Schlegel, H.; Drossel, W.-G.; Hirsch, A.

Antagonistic Shape Memory Alloy Actuators in Soft Robotics. In: Solid State Phenomena, 251 (2016), pp. 126-132 - ISSN: 1662-9779

Pernicka, M.; Wüst, B.; Hirsch, A.

Weiterentwicklung bestehender Werke - Methode zur aufwandsarmen Integration materialflexibler Produktbauweisen in bestehende Produktionssysteme. In: ZWF - Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, 111 (2016) 9, S. 510-514 - ISSN: 0947-0085

Perri, G. M.; Bräunig, M.; Di Gironimo, G.; Putz, M.; Tarallo, A.; Wittstock, V.

Numerical modelling and analysis of the influence of an air cooling system on a milling machine in virtual environment. In: Advanced Manufacturing Technology, 86 (2016) 5, pp. 1853-1864 - ISSN: 0268-3768 (Print), ISSN: 1433-3015 (Online)

Putz, M.; Dix, M.; Neubert, M.; Schmidt, T. Mechanism of Cutting Elastomers with Cryogenic Cooling. In: CIRP Annals - Manufacturing Technology, 65 (2016) 1, pp. 73-76 - ISSN: 0007-8506

Puschmann, P.; Horlitz, T.; Wittstock, V.; Schütz, A.

Risikobeurteilung mithilfe der Virtual-Reality-Technologie. In: Technische Sicherheit, (2016) 10, S. 25-29 - ISSN: 2191-0073

Putz, M.

Industrielle Produktion neu denken. In: Future Manufacturing, (2016), S. 16-17 - ISSN: 2366-777X

Putz, M.; Ihlenfeldt, S.; Kauschinger, B.; Naumann, C.; Thiem, X.; Riedel, M.

Implementation and demonstration of characteristic diagram as well as structure model based correction of thermo-elastic tool center point displacements. In: Journal of Machine Engineering, 16 (2016) 3, pp. 88-101 - ISSN: 1895-7595 (Print), ISSN: 2391-8071 (Online)

Putz, M.; Regel, J.; Bräunig, M.; Winkler, S.; Hüllmann, A.

Berührungslose Werkzeugwärmerung. In: ZWF - Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, 111 (2016) 7-8, S. 416-420 - ISSN: 0947-0085

Quellmalz, J.; Schlegel, H.; Rehm, M.; Kirchner, H.; Neugebauer, R.

Performance Index for Servo Drives under PI Speed Control. In: Solid State Phenomena, 251 (2016), pp. 152-157 - ISSN: 1662-9779

Schlegel, H.; Hellmich, A.; Hipp, K.; Quellmalz, J.; Neugebauer, R.

Improved Controller Performance for Electromechanical Axes. In: Solid State Phenomena, 251 (2016), pp. 113-119 - ISSN: 1662-9779

Schumann, M.; Kollatsch, C.; Riedel, T.; Klimant, P.

Abbildung von Prozessketten in Virtual Reality. In: wt Werkstatttechnik online, 106 (2016) 7/8, S. 527-532 - ISSN: 1436-4980

Stoldt, J.; Schlegel, A.; Putz, M.

Enhanced integration of energy-related considerations in discrete event simulation for manufacturing applications. In: Journal of Simulation (JOS), 10 (2016) 2, pp. 113-122 - ISSN: 1747-7778 (Print), ISSN: 1747-7786 (Online)

Herausgeber

Technische Universität Chemnitz
Institut für Werkzeugmaschinen und Produktionsprozesse
Professur Werkzeugmaschinenkonstruktion und Umformtechnik
09107 Chemnitz

Redaktionelle Bearbeitung

Prof. Dr.-Ing. Andreas Hirsch
Dr.-Ing. Philipp Klimant
Madeleine Matthes

Bildnachweise

Fraunhofer Gesellschaft (S. 2)
Ines Escherich/Fraunhofer IWU (S. 2)
Fraunhofer IWU (S. 11, 24, 36)
Alle anderen Abbildungen © TU Chemnitz

Redaktionsschluss

15. März 2019

Kontakt

Lehr- und Forschungsabteilungen

Werkzeugmaschinen

Dr.-Ing. Joachim Regel
Tel.: +49 (0)371 531-38147
Fax: +49 (0)371 531-838147
E-Mail: joachim.regel@mb.tu-chemnitz.de

Steuerungs- und Regelungstechnik

Dr.-Ing. Holger Schlegel
Tel.: +49 (0)371 531-32236
Fax: +49 (0)371 531-832236
E-Mail: holger.schlegel@mb.tu-chemnitz.de

Fertigungstechnik/Spanen

Dipl.-Ing. Marco Witt
Tel.: +49 (0)371 531-38953
Fax: +49 (0)371 531-838953
E-Mail: marco.witt@mb.tu-chemnitz.de

Prozessinformatik und Virtuelle Produktentwicklung

Dr.-Ing. Philipp Klimant
Tel.: +49 (0)371 531-36911
Fax: +49 (0)371 531-836911
E-Mail: philipp.klimant@mb.tu-chemnitz.de

Postanschrift/ Besucheradresse

Besucheradresse

Technische Universität Chemnitz
Institut für Werkzeugmaschinen und Produktionsprozesse
Professur Werkzeugmaschinenkonstruktion und
Umformtechnik
Reichenhainer Straße 70
Gebäude M (eniPROD), 1. Etage, Raum M110/113
09126 Chemnitz
Tel.: +49 (0)371-531 23500
Fax: +49 (0)371-531 23509
E-Mail: wzm@mb.tu-chemnitz.de

So finden Sie uns



Herausgeber

Technische Universität Chemnitz
Institut für Werkzeugmaschinen und Produktionsprozesse
Professur Werkzeugmaschinenkonstruktion und Umformtechnik
09107 Chemnitz

Redaktionelle Bearbeitung

Prof. Dr.-Ing. Andreas Hirsch
Dr.-Ing. Philipp Klimant
Madeleine Matthes

Bildnachweise

Fraunhofer Gesellschaft (S. 2)
Ines Escherich/Fraunhofer IWU (S. 2)
Fraunhofer IWU (S. 11, 24, 36)
Alle anderen Abbildungen © TU Chemnitz

Redaktionsschluss

15. März 2019



Fakultät für Maschinenbau
Institut für Werkzeugmaschinen und Produktionsprozesse
Professur Werkzeugmaschinenkonstruktion und Umformtechnik
Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Reimund Neugebauer
Prof. Dr-Ing. Matthias Putz



TECHNISCHE UNIVERSITÄT
CHEMNITZ

Technische Universität Chemnitz
09107 Chemnitz
www.tu-chemnitz.de