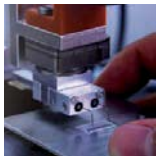
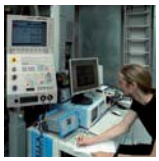
IWP
INSTITUT WERKZEUGMASCHINEN
UND PRODUKTIONSPROZESSE

JAHRESBERICHT 2012 - 2014

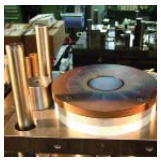
Professur für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik

Werkzeug-maschinen

Steuerungs- und Regelungs-technik

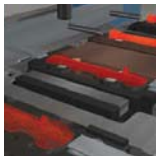
Umformen



Spanen

Prozess-informatik

Virtuelle Produkt-entwicklung



TECHNISCHE UNIVERSITÄT
CHEMNITZ

Institut für Werkzeugmaschinen und Produktionsprozesse
Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Prof. E. h. Dr.-Ing. E. h. mult.
Dr. h. c. Dr. h. c. Reimund Neugebauer
PD Dr.-Ing. Welf-Guntram Drossel

Institut für Werkzeugmaschinen und Produktionsprozesse (IWP)

Professur für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik

Technische Universität Chemnitz

Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Prof. E. h. Dr.-Ing. E. h. mult.
Dr. h. c. Dr. h. c. Reimund Neugebauer

PD Dr.-Ing. Welf-Guntram Drossel

Jahresbericht 2012 – 2014

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

Von Herbst 2012 bis Frühjahr 2014 – wir blicken auf eine spannende und erfolgreiche Zeit zurück.

Integriert in die Schwerpunktfelder der TU Chemnitz − „Energy-Efficient Production Processes“, „Human Factors in Technologies“ und „Smart Systems and Materials“ – konnte die Professur für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik im Institut für Werkzeugmaschinen und Produktionsprozesse (IWP) ihre Stellung als ein deutschlandweit und international anerkanntes Zentrum der Lehre und Forschung im Bereich der Produktionstechnik im Berichtszeitraum kontinuierlich ausbauen. In enger Kooperation mit dem Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU wurde die Grundlagenforschung weiter gestärkt, auf zukunftsfähige Themen fokussiert und mit industrienahen Projekten untersetzt. Durch aktive Mitarbeit sowohl in den Studienkommissionen der Fakultät als auch universitätsweit konnten die Bachelor- und Masterstudiengänge im Bereich der Produktionstechnik weiter vervollkommnet werden. Mit der Weiterentwicklung der Lehrveranstaltungen und durch die Kreation neuer, innovativer Lehrgebiete sowie des Aufbaus eines Deutsch-tschechischen Bachelor-/Masterstudienganges leistet die Professur einen beachtlichen Beitrag zur Umsetzung des Bologna-Prozesses an der TU Chemnitz. Übergeordnetes Ziel ist dabei die Ausbildung ganzheitlich gebildeter, kompetenter und den Anforderungen der Industrie und Forschung gewachsener Absolventen.

Die Dachmarke „Ressourceneffiziente Produktion“ als strategische Ausrichtung der Lehr- und Forschungstätigkeiten an der Professur wurde weiter gestärkt und bestimmt unser Profil in enger Kooperation mit dem Fraunhofer IWU. Getrieben von den Finanz- und Wirtschaftskrisen, dem stärkeren Begreifen der Endlichkeit von Rohstoffen und fossilen Energieträgern und dem weltweiten Wunsch nach wachsender Industrieproduktion entstand ein Umdenken in allen Bereichen angefangen bei der Produktentwicklung und den Produktionsprozessen bis hin zum Gebrauch der Produkte und deren Verwertung. Die daraus entstandene Vision einer emissionsneutralen Fabrik, basierend auf einer wirkungsgradoptimierten Produktion, der Bildung von Energiekreisläufen und der Versorgung mit alternativen Energien, führte zu einem anerkannten Forschungsansatz. Diesem wurde mit dem sächsischen Spitzentechnologiecluster eniPROD Rechnung getragen, dessen Ergebnisse am 8. und 9. April 2014 zum 3. Internationalen eniPROD-Kolloquium in Chemnitz präsentiert werden. Ziel des Clusters ist sowohl die Erforschung von Methoden, Kennzahlen, Modellen und Algorithmen zur Beschreibung energetischer Zusammenhänge, Wirkprinzipien, Bauweisen und Technologien für die Produkt- und Prozessgestaltung als auch die Entwicklung energiesensitiver Entwicklungs-, Bilanzierungs- und Planungswerkzeuge zur Gestaltung von Anlagen und Fabriken. Der Forschungs- und Produktionsstandort Chemnitz leistet damit einen wesentlichen Beitrag zur Nachhaltigkeit, zur Reduzierung von Emissionen und zum Umweltschutz.

Weitere herausragende wissenschaftliche Forschungsergebnisse wurden in einer Vielzahl von Industrieprojekten, Sonderforschungsbereichen, Nachwuchsforschergruppen, Verbundprojekten und EU-Projekten erbracht. Besonders zu nennen sind:

- Sonderforschungsbereich/Transregio 39
  Großserienfähige Produktionstechnologien für leichtmetall- und faserverbundbasierte Komponenten mit integrierten Piezosensoren und -aktoren – PT-PIESA
- Sonderforschungsbereich/Transregio 96
  Thermo-energetische Gestaltung von Werkzeugmaschinen (Teilprojekt A01)
- Sonderforschungsbereich 692
  Technologien für gradierte ultrafeinkörnige Werkstoffe – HALS (Teilprojekt A4)
- EU-Projekt
  Usable Trust in the Internet of Things – uTRUSTit

Besonders hervorheben möchten wir die abgeschlossenen wissensschaftlichen Qualifikationen von Frau Dr. V. Kräusel (Habilitation) und der 11 Promovenden, die damit einen ausgezeichneten Beitrag zur angewandten und Grundlagenforschung erbracht haben. Ihre wissenschaftliche Kreativität trug wesentlich zum Generieren neuer Forschungsansätze und zur langfristigen Wettbewerbsfähigkeit des Instituts bei.

In der studentischen Ausbildung konnte die Qualität der Lehrveranstaltungen durch kontinuierliche Evaluierung weiter verbessert werden. Mit insgesamt 30 eigenständigen Lehrgebieten in den Lehrlinien: Werkzeugmaschinen, Mechatronik, Fertigungstechnik, Umformtechnik und Virtual Reality leistet die Professur einen maßgeblichen, fakultätsübergreifenden Beitrag zur Ausbildung in den Bachelor- und Masterstudiengängen der TU Chemnitz. Themen für studentische Abschlussarbeiten, abgeleitet aus aktuellen Forschungsfragen, garantieren Wissenschaftlichkeit verbunden mit Praxisnähe und fördern das Engagement der Bearbeiter.

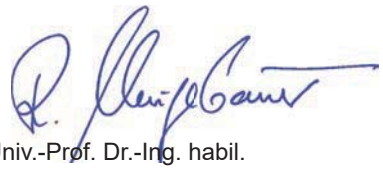
Die Vernetzung der Lehr- und Forschungstätigkeiten in der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Produktionstechnik WGP und die Sichtbarkeit in der Internationalen Akademie für Produktionstechnik CIRP wurden mit beachtenswerten Publikationen und Vorträgen erreicht.

Die 2011 eingeführte Organisationsstruktur mit zwei Hauptabteilungen, ihnen zugeordneten Lehr- und Forschungsabteilungen sowie einem Bereich für Lehr- und Forschungsmanagement hat sich bewährt und trug zur Steigerung der Drittmitteleinnahmen und damit zur Erhöhung der Anzahl der Mitarbeiter bei.

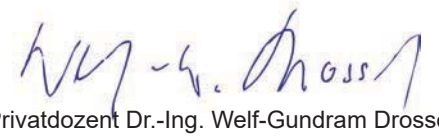
Wir danken allen Projektpartnern aus Industrie und Forschung, den Projektträgern, der Universitäts- und Fakultätsleitung sowie der Verwaltung der TU Chemnitz für die vertrauensvolle Zusammenarbeit in den vergangenen Jahren. Ohne die Leistungsfähigkeit und das Engagement unserer wissenschaftlichen Hilfskräfte, technischen Angestellten, Wissenschaftler und Führungskräfte, ihrer wissenschaftlichen Exzellenz, ihrer Kreativität und ihres Willens zum Erfolg wäre die positive Entwicklung unserer Professur undenkbar. Ihnen gilt an dieser Stelle unser besonderer Dank.

Im vorliegenden Bericht für den Zeitraum 9/2012 – 3/2014 finden Sie eine übersichtliche Darstellung der Lehraktivitäten und einen Querschnitt ausgewählter Forschungsthemen der Professur. Wir wünschen Ihnen eine spannende Lektüre und danken Ihnen für Ihr Interesse an unserem Institut.

Chemnitz, im März 2014



Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil.
Prof. E. h. Dr.-Ing. E. h. mult. Dr. h. c. Dr. h. c.
Reimund Neugebauer



Privatdozent Dr.-Ing. Welf-Gundram Drossel
Mit der vertretungsweisen Wahrnehmung der Professur beauftragt

apl. Prof. Dr.-Ing. Andreas Hirsch
Geschäftsführender Oberingenieur

Die Professur im Überblick

Die Professur Werkzeugmaschinen und Umformtechnik setzte in den letzten drei Jahren ihre positive Entwicklung erfolgreich fort. Der Zuwachs an Drittmitteln und die damit gestiegene Mitarbeiterzahl sowie die nationale und internationale wissenschaftliche Ausstrahlung sind deutliche Beweise dafür.

Die 2011 eingeführte Struktur mit sieben Lehr- und Forschungsabteilungen in zwei Hauptabteilungen hat sich auch im Berichtszeitraum bewährt.

Organigramm der Professur für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik

Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Prof. E. h. Dr.-Ing. E. h. mult. Dr. h. c. Dr. h. c. Reimund Neugebauer
Präsident der Fraunhofer-Gesellschaft

PD Dr.-Ing. Welf-Guntram Drossel
Mit der vertretungsweisen Wahrnehmung der Professur beauftragt
Institutsleiter (komm.) des Fraunhofer-Instituts für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU

Geschäftsführender Oberingenieur
apl. Prof. Dr.-Ing. Andreas Hirsch

Oberassistent Lehre
Dr.-Ing. Thomas Hänel

Sekretariat
Madeleine Matthes

Honorarprofessoren

Integration von Automatisierung und Drive
Prof. Dr.-Ing. Klaus Wucherer
Präsident der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC)

Rechtliche Grundlagen der Ingenieurstätigkeit
Prof. Dr. Endrik Wilhelm
Rechtsanwälte Kucklick Wilhelm Börger Wolf & Söllner, Dresden

Investitionsgütermarketing für Maschinenbauer
Prof. Dr.-Ing. Frank Brinken
Geschäftsführer der Starrag Group

Optimierung von Produktionsprozessen
Prof. Dr. rer. pol. Dr.-Ing. E. h. Jochem Heizmann
Vorstandsmitglied der Volkswagen AG, Geschäftsbereich „China“

Innovationsmanagement für Produkt- und Prozessentwicklung
Prof. Dr.-Ing. Clemens Schmitz-Justen
Director of International Programs and Adjunct Professor College of Business and Behavioral Science, Clemson University, Clemson, SC, USA

Hauptabteilung: **Werkzeugmaschinen/Steuerungstechnik**
HAL: Dr.-Ing. Volker Wittstock

Lehr- und Forschungsabteilungen

Werkzeugmaschinen
AL: Dr.-Ing. Martin Kolouch, Ph.D.

Steuerungs- und Regelungstechnik
AL: Dr.-Ing. Holger Schlegel

Virtuelle Produktentwicklung
AL: Dipl.-Wirt.-Ing. Franziska Pürzel

Funktionsintegration
AL: PD Dr.-Ing. Welf-Guntram Drossel

Hauptabteilung: **Fertigungstechnik**
HAL: Dr.-Ing. Michael Kuhl

Lehr- und Forschungsabteilungen

Umformen
AL: PD Dr.-Ing. Lutz Lachmann

Spanen
AL: Dr.-Ing. Martin Dix

Prozessinformatik
AL: Dr.-Ing. Philipp Klimant

Forschungsmanagement/Betrieb
apl. Prof. Dr.-Ing. Andreas Hirsch

Zentrale Koordinierungsstelle Spitzentechnologiecluster eniPROD
Sprecher: PD Dr.-Ing. Welf-Guntram Drossel
Leiter: Dr.-Ing. Philipp Klimant

Verwaltung
Verwaltungsleiterin: Simone Müller

Geschäftsstelle DFG-Sonderforschungsbereich/ Transregio 39 PT-PIESA
Sprecher: PD Dr.-Ing. Welf-Guntram Drossel
Leiter: Dr.-Ing. Hartmut Dube

Veruchsfeld/Technik
Leiter: Georg Matschewsky

Sonderforschungsbereich/Transregio 96
Standortsprecher: PD Dr.-Ing. Welf-Guntram Drossel

Historie

Die 55-jährige Entwicklung der Professur Werkzeugmaschinen 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 (bis 1968)

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. habil. Rolf Wätzig

1988 Übernahme der Leitung des Wissenschaftsbereiches
Prof. Dr.-Ing. habil. Rolf Wätzig

1993 Übernahme der Leitung der Professur für Werkzeugmaschinen
Prof. Dr.-Ing. habil. Reimund Neugebauer

1998 Einrichtung einer Honorarprofessur „Innovationsmanagement für Produkt- und Prozessentwicklung“ an der Professur für Werkzeugmaschinen
Prof. Dr.-Ing. Clemens Schmitz-Ulsten

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 für Werkzeugmaschinenkonstruktion und Umformtechnik
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 Werkzeugmaschinen und Umformtechnik

2013 Einrichtung einer Honorarprofessur „Rechtliche Grundlagen der Ingenieurstätigkeit“ an der Professur für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik
Prof. Dr. Endrik Wilhelm

Einrichtung einer Honorarprofessur „Investitionsgütermarketing für Maschinenbauer“ an der Professur für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik
Prof. Dr.-Ing. Frank Brinken

Ernennung von Dr.-Ing. Andreas Hirsch zum außerplanmäßigen Professor

Netzwerke

Die erfolgreiche Entwicklung des Instituts ist eng verbunden mit dem wissenschaftlichen Werdegang von Prof. Dr.-Ing. habil. Reimund Neugebauer. Die wichtigsten Stationen der letzten Jahre sind:

10/97 Mitgliedschaft in der Wissenschaftlichen Arbeitsgemeinschaft Umformtechnik (AGU)

09/98 Assoziiertes Mitglied der Internationalen Akademie für Produktionstechnik (CIRP)

12/98 Mitgliedschaft in der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Produktionstechnik e. V. (WGP)

08/99 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)

08/05 Aktives Mitglied/Fellow der Internationalen Akademie für Produktionstechnik (CIRP)

06/07 Mitglied im Lenkungsausschuss des Petersburger Dialogs e. V.

2009 Vizepräsident der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Produktionstechnik e. V. (WGP)

2010/2011 Präsident der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Produktionstechnik e. V. (WGP)

2012 Vizepräsident der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Produktionstechnik e. V. (WGP)

05/12 Wahl zum Präsidenten der Fraunhofer-Gesellschaft

Sichtbarkeit

Im Rahmen der CIRP-Mitgliedschaft bestehen internationale Kontakte zu einer Vielzahl von ausländischen Universitäten. Besonders zu nennen sind:

- Brno University of Technology, Tschech. Republik
- ČVUT v Praze, Tschechische Republik
- Západočeská univerzita v Plzni, Tschech. Republik
- MSTU STANKIN, Moskau, Russland
- Universiteit van Stellenbosch, Südafrika
- Università degli Studi di Napoli Federico II, Italien
- Università di Bologna, Italien
- Università degli Studi di Padova, Italien
- Eidgenössische Technische Hochschule, Zürich, Schweiz
- Uniwersytet Wrocławski, Polen
- Budapesti Corvinus Egyetem, Ungarn
- Ecole nationale d'ingénieurs de Saint-Etienne, Frankreich
- Mondragon Unibertsitatea, Spanien
- University of Cambridge, Großbritannien
- University of Bath, Großbritannien
- University College Dublin, Irland
- Univerity at Albany, New York, USA
- University of California, Kalifornien, USA
- Ohio State University, Ohio, USA
- University of Windsor, Ontario, Kanada
- Kobe University, Japan
- Chubu University, Japan
- Tongji University, China
- University of Sydney, Australien

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

- Brno University of Technology, Tschech. Republik
- Ecole Nationale d'Ingenieurs Saint Etienne, Frankreich
- Kocaeli Üniversitesi, Izmit, Türkei
- Mondragon Unibertsitatea, Spanien
- Slovenska Technika Univerzita v Bratislave, Slowakei
- Univerzita J na Evangelisty Purkyn e v Ústi nad Labem, Tschechische Republik
- Università degli Studi di Napoli Federico II, Italien

Ausgewählte Konferenzen

2012

4th International Conference on Accuracy in Forming Technology ICAFT 2012 / 19. Sächsische Fachtagung Umformtechnik SFU 2012
"Forming and Joining – Technologies for Multi-Material Design", 13./14.11.2012 in Chemnitz

2013

2. Fachkonferenz zu VR/AR-Technologien in Anwendung und Forschung
„VAR² 2013 - Realität erweitern", 31.01./01.02.2013 in Chemnitz

4. Wissenschaftliches Symposium des SFB/TR39 PT-Piesa
„Leichtbau durch Funktionsintegration", 26./27.03.2013 in Nürnberg

Vortragsreihe *„Energieeffiziente Produktion – Forschung und Praxis"* ausgerichtet vom Spitzentechnologiecluster eniPROD, 16.05.-11.07.2013 in Chemnitz

2014

3. International Chemnitz Manufacturing Colloquium ICMC 2014 / 3. Internationales Kolloquium des Spitzentechnologieclusters eniPROD
"Innovationen einer nachhaltigen Produktion für grüne Mobilität", 08./09.04.2014 in Chemnitz

Ausgewählte Workshops

2012

PT-Piesa Studentinnen Akademie
„Weiblich, motiviert, technikbegeistert!"
29.09.-02.10.2012 in Dresden

2013

„Einsatz von 3D-Visualisierung"
Workshop zur Weiterbildung von Lehrkräften
08.07.2013 in Chemnitz

Workshop im Rahmen des *Wissenschafts-Campus 2013*
„Das Sprungbrett für die Frauen in die Forschung"
12.-15.08.2013 in Chemnitz und Freiberg

„LEGO-Mindstorm – Modelle wie das echte Leben?"
Workshop für Schülerinnen im Rahmen der Herbstuniversität
24.10.2013 in Chemnitz

„MINT erleben" , Besuch der VW-Autostadt einschließlich Workshop für Schülerinnen und Studentinnen
23.11.2013 in Wolfsburg

VAR² 2013 - Realität erweitern

Die Fachkonferenz VAR² der Professur Werkzeugmaschinen und Umformtechnik, die im Jahr 2013 unter dem Motto „Realität erweitern“ in Chemnitz stattfand, nutzten viele Interessenten aus Wissenschaft und Industrie in Chemnitz als anwenderbezogenes Diskussionsforum zu VR/AR-Technologien (Virtual Reality und Augmented Reality) .

In vier Sessions wurden Themen wie Virtual Engineering, Interaktion in virtuellen Szenen, Potentiale von Augmented Reality und Datenverwaltung für VR/AR-Anwendungen sowie die neuesten Entwicklungen und Trends vorgestellt und diskutiert. Hierfür konnte unter anderem Frau Prof. Soh-Khim Ong aus Singapur als Keynote-Sprecherin gewonnen werden. Im Rahmen des Spitzentechnologieclusters eniPROD stand vor allem die VR-unterstützte energieeffiziente Produktentwicklung im Fokus der Vortragenden. Zudem wurden die Ergebnisse des EU-Projekt uTRUSTit vorgestellt, deren Schwerpunkt auf der „Interaktion in virtuellen Szenen“ lag. Ergänzend dazu wurden auf einer konferenzbegleitenden Messe vielseitige Anwendungsbeispiele und Einsatzmöglichkeiten von VR/AR-Technologien in der Praxis vorgestellt.

Veranstaltungsort war das VR-Technikum des Fraunhofer-Instituts für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU in Chemnitz, dessen 3D-Projektionsfläche mit 15 Quadratmetern deutschlandweit zu den größten zählt.

Bereits seit 2003 befasst sich das Labor Virtual Reality Center Production Engineering (VRCP) mit den neuesten Entwicklungen der VR/AR-Technologien auf dem Gebiet der Produktionstechnik.

Wissenschaftliches Symposium des SFB/TR39

Unter dem Thema „Leichtbau durch Funktionsintegration“ fand am 26. und 27. März 2013 in Nürnberg das 4. Wissenschaftliche Symposium des Sonderforschungsbereiches/Transregio 39 PT-PIESA („Großserienfähige Produktionstechnologien für leichtmetall- und faserverbundbasierte Komponenten mit integrierten Piezosensoren und –aktoren“) statt. Das Symposium bot ein offenes Forum zum Austausch zwischen den beteiligten Wissenschaftlern des Transregios, Angehörigen anderer Forschungseinrichtungen sowie Fachleuten aus der Industrie.

Keynote Vorträge internationaler Experten beleuchteten die Herausforderungen des Leichtbaus in den Schlüsselbranchen Automobilindustrie und Luftfahrt. In den Fachvorträgen wurden insbesondere die wesentlichen Erkenntnisse aus den ersten beiden Förderperioden des Transregios präsentiert und kritisch diskutiert. Die breite Beteiligung von Experten aus der Industrie unterstreicht die wissenschaftliche Bedeutung der Inhalte des Transregios.

Thematisch wurden vor allem die Aspekte der ökonomischen Herstellung aktiver Strukturbauteile durch Integration von Piezoaktoren und -sensoren in Großserie adressiert. Diese Systeme versprechen ein breites Anwendungspotential, beispielsweise zur aktiven Verbesserung der Akustik gewichtsoptimierter Fahrzeuge.

Das Symposium wurde gemeinsam von den beteiligten Projektpartnern des SFB/TR 39, der TU Chemnitz und der FAU Erlangen-Nürnberg veranstaltet. Weitere Projektpartner sind die TU Dresden, das Bayerische Laserzentrum und die Fraunhofer-Institute IKTS und IWU.

Session „Interaktion in virtuellen Szenen“ der VAR²-Konferenz 2013 im VR-Technikum des Fraunhofer IWU in Chemnitz

Auditorium des 3. Wissenschaftlichen Symposiums im Jahr 2013 im Marmorsaal der Nürnberger Akademie

Neues Bürogebäude gibt Energieeffizienz ein richtiges Zuhause

Mitte Juli 2011 wurde mit dem ersten Spatenstich der Bau eines neuen Bürogebäudes im Rahmen des Spitzentechnologieclusters „Energieeffiziente Produkt- und Prozessinnovationen in der Produktionstechnik (eniPROD)“ begonnen. Gefördert aus Mitteln des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) sowie des Freistaates Sachsen ist innerhalb einer 2-jährigen Bauzeit ein hochmoderner Gebäudekomplex erbaut worden, der es den Wissenschaftlern nun ermöglicht, in interdisziplinären Teams noch enger zusammenzuarbeiten.

Unter der Projektleitung des Sächsischen Staatsbetriebs Sächsisches Immobilien- und Baumanagement (SIB) entstand ein dreigeschossiges Gebäude mit einer Hauptnutzfläche von 2.600 Quadratmetern. Im Erdgeschoss befindet sich ein zentraler, verglaster Konferenzbereich, der ringförmig von einem Foyer umgeben wird. In den Obergeschossen sind Mitarbeiterbüros um die zentral gelegenen Professoren- und Beratungsräume gruppiert. In den großräumigen Büros können jeweils sechs bis acht Mitarbeiter im Team arbeiten. Alle Servicebereiche wie Druckerpools,

Teeküchen, Serverräume und Kommunikationsinseln befinden sich zwischen den beiden Treppenhäusern und in den Flurerweiterungen der Nordseite.

Die Fassade der Obergeschosse hebt sich bewusst vom verglasten Erdgeschoss ab. Hier erhielt das Gebäude durch eine Metallfassade aus strukturierten, ineinander greifenden Platten eine markante Außenhaut. Sie manifestiert diesen Neubau als Teil des Campus‘ für energie- und ressourceneffiziente Produktion der Technischen Universität Chemnitz.

Der Entwurf des Gebäudes stammt vom Leipziger Büro bhss-Architekten GmbH, die sich in einer europaweiten Ausschreibung gegenüber zahlreichen Bewerbern durchsetzen konnten.

Direkt nebenan entstand von 2011-2013 auf dem Fraunhofer-Gelände die Forschungsfabrik „Ressourceneffiziente Produktion“, in der die Realisierung einer quasi emissionsfreien Fabrik für Prozessketten des Karosseriebaus und des Antriebsstrangs vorangetrieben wird. Dank dieser Konstellation profitieren alle Partner dieses einzigartigen und zukunftsweisenden Forschungsverbundes voneinander und können insbesondere den sächsischen Schlüsselindustrien passgenaue Innovationen auf diesem Forschungsgebiet liefern.

Etwa 100 Mitarbeiter, darunter zehn Doktoranden der Internationalen Akademie für Produktionstechnik CIRP,

Quelle: Freie Presse

konnten im August 2013 ihre Umzugskisten packen, um in dem Neubau ihre modernen Büros zu beziehen.

Im Rahmen der Bauausführung wurde zudem vom Sächsischen Staatsbetrieb Sächsisches Immobilien- und Baumanagement (SIB) ein Wettbewerb unter dem Motto „Kunst am Bau“ ausgelobt, welchen der belgisch-schweizerische Künstler Beat Streuli für sich entschied. Sein Vorschlag konnte die ul ry unter dem Vorsitz von Frau Kracht vom Sächsischen Künstlerbund überzeugen, da ihm die Verknüpfung von Kunst und künftiger Nutzung unter allen Bewerbern am besten gelang. Die Wände des Konferenzraumes im Foyer sind nun mit Bilder von Schriften, Farbflächen, metallischen, transparenten Oberflächen sowie mit Portraits großstädtischer Passanten gestaltet und assoziieren dem Betrachter Begriffe wie Materie, Energiefluss, Geschwindigkeit und Internationalität. Die Bilder runden das moderne, technische Erscheinungsbild des Gebäudes perfekt ab.

Lehrprofil

Lehrprofil

Die Professur für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik vertritt an der Technischen Universität Chemnitz im Rahmen der studentischen Ausbildung die wesentlichen Lehrgebiete der Produktionstechnik in den Lehrlinien Werkzeugmaschinen, Mechatronik, Fertigungstechnik, Umformen 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	Medical Engineering
Mikrotechnik/ Mechatronik	Sports Engineering	Elektromobilität
Systems Engineering	Wirtschafts-ingenieurwesen	Informatik
Master		
Maschinenbau	Automobilproduktion	Produktionssysteme
Mikrotechnik/ Mechatronik	Wirtschafts-ingenieurwesen	Mikrosysteme und Mikroelektronik
Systems Engineering	Leichtbau	
Diplom		
Maschinenbau/ Produktionstechnik	Mikrotechnik/ Mechatronik	Systems Engineering

Unmittelbar verantwortlich zeichnet sich die Professur für die Ausbildung der Studenten:

- im Berufsfeld „Werkzeugmaschinen und Umformtechnik“, Bachelor-Studiengang Maschinenbau
- in der Studienrichtung „Produktionstechnik / Werkzeugmaschinen“, Master-Studiengang Maschinenbau
- im Deutsch-Tschechischen Master-Studiengang „Produktionssysteme“

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

Werkzeugmaschinen	
Werkzeugmaschinen-Grundlagen	Werkzeugmaschinen-Baugruppen I
Werkzeugmaschinen-Baugruppen II	Analyse und Bewertung von Produktionssystemen
Verzahntechnik	Vorrichtungskonstruktion
Präzisionsmaschinen für Mikrobearbeitung	Intelligente Produktionssysteme
Mechatronik	
Steuerungs- und Regelungstechnik	Angewandte Regelungstechnik
Industrielle Steuerungstechnik	Automatisierung von Maschinen
Werkzeugmaschinen-Mechatronik	
Fertigungstechnik	
Fertigungslehre	Fertigungstechnik
Rapid Prototyping	Prozessgestaltung für die Teilefertigung und Montage
Fertigungsstrategien im Automobilbau	CAD/NC-Technik
Umformen	
Umformtechnik	Umformwerkzeuge
Umformtechnik im Automobilbau	
Virtual Reality	
Virtual Reality Technik im Maschinenbau	Virtual-Reality Modellierung
Fachgebietsübergreifende Lehrveranstaltung	
Rechtliche Grundlagen der Ingenieurstätigkeit	

Im Folgenden sind die einzelnen Lehrveranstaltungen der jeweiligen Lehrlinie im Detail beschrieben.

Lehrlinie Werkzeugmaschinen

Werkzeugmaschinen-Grundlagen

Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Prof. E. h. Dr.-Ing. E. h. mult. Dr. h. c. Dr. h. c. Reimund Neugebauer
apl. Prof. Dr.-Ing. A. Hirsch, Dr.-Ing. M. Kolouch, Ph.D., Dipl.-Ing. J Regel

Umfang: Vorlesung/Übung

Inhalt:

- Bedeutung, Aufbau und Anwendung von Werkzeugmaschinen (WZM)
- Funktionsweise und Ausführungsarten produktivitätsbestimmender WZM-Baugruppen
- Ausgeführte spanende, umformende und abtragende Werkzeugmaschinen
- Aufbau, Auslegung und Konstruktion von Vorrichtungen für spanende Bearbeitungsverfahren

Werkzeugmaschinen-Baugruppen I

Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Prof. E. h. Dr.-Ing. E. h. mult. Dr. h. c. Dr. h. c. Reimund Neugebauer
apl. Prof. Dr.-Ing. A. Hirsch, Dr.-Ing. M. Kolouch, Ph.D., Dipl.-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 und Wälzführungen

Werkzeugmaschinen-Baugruppen II

Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Prof. E. h. Dr.-Ing. E. h. mult. Dr. h. c. Dr. h. c. Reimund Neugebauer
apl. Prof. Dr.-Ing. A. Hirsch, Dr.-Ing. M. Kolouch, Ph.D., Dipl.-Ing. J Regel

Umfang: Vorlesung/Übung

Inhalt:

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

Analyse und Bewertung von Produktionssystemen

Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Prof. E. h. Dr.-Ing. E. h. mult. Dr. h. c. Dr. h. c. Reimund Neugebauer
Dr.-Ing. M. Kolouch, Ph.D., Dipl.-Ing. J. Berthold

Umfang: Vorlesung/Übung

Inhalt:

- Überblick über die wichtigsten Eigenschaften der Werkzeugmaschine einschließlich ihrer Definition und ihrer Festlegung durch Normen und Gesetze
- Messung und Bewertung von Eigenschaften der Werkzeugmaschinen (Einflussgrößen, Auswirkungen und Messverfahren)
- Rechnerische Ermittlung ausgewählter Eigenschaften von Werkzeugmaschinen
- Maschinen- und Prozessfähigkeit

Verzahntechnik

apl. Prof. Dr.-Ing. Andreas Hirsch

Umfang: Vorlesung/Übung

Inhalt:

- Verzahnungskenngrößen und ihre Abhängigkeit von der Verzahnungskinematik
- Wesentliche spanende Maschinen zur Herstellung von Verzahnungen und Gewinden (Schnecken)
- Umformende Werkzeugmaschinen zur Herstellung von Zahnrädern, wie Taumelpressen und Walzmaschinen
- Verfahrensbedingte bzw. gewollte Profilabweichungen und mögliche Fehlerursachen abhängig vom jeweiligen Fertigungsverfahren

Vorrichtungskonstruktion

Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Prof. E. h. Dr.-Ing. E. h. mult. Dr. h. c. Dr. h. c. Reimund Neugebauer
apl. Prof. Dr.-Ing. A. Hirsch, Dr.-Ing. M. Kolouch, Ph.D., Dipl.-Ing. J. Regel, Dipl.-Ing. (FH) K. Eßbach, Dipl.-Ing. J. Paetzold, Dipl.-Ing. B. Zhu, Dipl.-Ing. St. Rauh, Dipl.-Ing. M. Bräunig

Umfang: angeleitete Konstruktionsarbeit

Inhalt:

Konstruktion einer Vorrichtung für eine durch Werkstückzeichnung vorgegebene Bearbeitung einschließlich des Erstellens der kompletten Konstruktionsdokumentation in den Arbeitsetappen:

Lehrlinie Werkzeugmaschinen und Lehrlinie Umformen

- Festlegung der Fertigungstechnologie und Erarbeitung des Fertigungsplanes für vorgegebene Formelemente eines Werkstücks
- Vorschlag für das Funktionsprinzip einer erforderlichen Vorrichtung
- Konstruktionsentwurf im Maßstab 1:1
- Konstruktionszeichnung mit kompletter Konstruktionsdokumentation

Präzisionsmaschinen für Mikrobearbeitung

Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Prof. E. h. Dr.-Ing. E. h. mult. Dr. h. c. Dr. h. c. Reimund Neugebauer
Dr.-Ing. V. Wittstock, Dipl.-Ing. M. Müller

Umfang: Vorlesung/Übung

Inhalt:

- Grundlegender Aufbau, Einsatz, Anwendungsgebiete sowie aktuelle Entwicklungstrends von Präzisionsmaschinen zur automatisierten Fertigung
- Genauigkeit, Sensorik und Kompensation bei Präzisionsmaschinen
- Funktionsbestimmende Baugruppen
- Ausgeführte Maschinen für die Präzisions- und Mikrobearbeitung

Intelligente Produktionssysteme

Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Prof. E. h. Dr.-Ing. E. h. mult. Dr. h. c. Dr. h. c. Reimund Neugebauer
Dr.-Ing. V. Wittstock, Dipl.-Ing. M. Müller

Umfang: Vorlesung/Übung

Inhalt:

- Marktbedingungen und Entwicklungstrends, Ziele beim Einsatz flexibler automatisierter Fertigungseinrichtungen
- Fertigungseinrichtungen zur flexiblen Fertigung, Übersicht zu Aufbau und Merkmalen, Einsatzbereiche und Flexibilitätsanforderungen
- Besonderheiten bei der Planung flexibler Fertigungssysteme
- Aufbau und Ausführungsformen moderner Bearbeitungs- und Drehzentren, Leistungsanforderungen und deren konstruktive Verwirklichung
- Werkstückversorgung, Werkzeugversorgung sowie Informationsversorgung in flexiblen Fertigungssystemen

Umformtechnik

Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Prof. E. h. Dr.-Ing. E. h. mult. Dr. h. c. Dr. h. c. Reimund Neugebauer
PD Dr.-Ing. L. Lachmann

Umfang: Vorlesung/Übung

Inhalt:

- Theorie der Umformtechnik
- Methoden der Ermittlung von Spannung, Kraft und Arbeit
- Verfahren der Massivumformung
- Zerteilverfahren
- Spezielle Umformverfahren

Umformwerkzeuge

Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Prof. E. h. Dr.-Ing. E. h. mult. Dr. h. c. Dr. h. c. Reimund Neugebauer
PD Dr.-Ing. L. Lachmann

Umfang: Vorlesung/Übung

Inhalt:

- Werkzeugaufbau aus Standard- und Aktivelementen
- Wechselwirkung zwischen Verfahren, Werkzeug, Maschine und Handhabung
- Konstruktion ausgewählter Werkzeuge der Blech- und Massivumformung
- Qualitätssicherung

Umformtechnik im Automobilbau

Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Prof. E. h. Dr.-Ing. E. h. mult. Dr. h. c. Dr. h. c. Reimund Neugebauer
Dr.-Ing. habil. V. Kräusel

Umfang: Vorlesung

Inhalt:

- Grundlagen (Besonderheiten der Automobil-Fertigung, Werkstoffe, Werkzeuge, etc.)
- Karosserie-(Teil-)Produktion (Gestaltung von Presswerken, Prozesssicherheit, Werkstoffspezifika, etc.)
- Powertrain-Komponenten (Gestaltung einer Schmiedeproduktion, Leichtbau im Antriebsstrang, Gewinde und Verzahnungsfertigung)

Lehrlinie Fertigungstechnik

Fertigungslehre

Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Prof. E. h. Dr.-Ing. E. h. mult. Dr. h. c. Dr. h. c. Reimund Neugebauer
Dr. rer. nat. R. Pilz, Hr. S. Korb, Hr. M. Ranisch, Hr. J Wallussek

Umfang: Vorlesung/Übung/Praktikum

Inhalt:

- Umformen (Lehrveranstaltungsteil der Professur Virtuelle Fertigungstechnik)
- Trennen
- Fügen (Lehrveranstaltungsteil der Professur Schweißtechnik)
- Urformen (Lehrveranstaltungsteil ek erner Dozent)

Fertigungstechnik

Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Prof. E. h. Dr.-Ing. E. h. mult. Dr. h. c. Dr. h. c. Reimund Neugebauer
Dr. rer. nat. R. Pilz, Hr. S. Korb, Hr. M. Ranisch, Hr. J Wallussek

Umfang: Vorlesung/Praktikum

Inhalt:

- Grundlagen der Umformtechnik, umformende Halbzeugfertigung, Massivumformung, Blechumformung
- Grundlagen der Abtrenntechnik, Trennen durch Spanen, Trennen durch Abtragen
- Rapid Prototp ing
- Grundlagen der Füge- und Beschichtungstechnik, Fügen durch Schweißen, Fügen durch Löten, Beschichtungsverfahren und Anwendungen

Rapid Prototyping

Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Prof. E. h. Dr.-Ing. E. h. mult. Dr. h. c. Dr. h. c. Reimund Neugebauer
Dr.-Ing. T. Hänel

Umfang: Vorlesung/Praktikum

Inhalt:

- Rapid Engineering/Reverse Engineering
- Verfahrensgrundlagen und tp ische Prozessketten des Rapid Prototp ing
- Kommerzielle Verfahren im Vergleich
- Anwendungen generativer Verfahren
- Rapid Tooling/Folgetechnologien

Prozessgestaltung für die Teilefertigung und Montage

Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Prof. E. h. Dr.-Ing. E. h. mult. Dr. h. c. Dr. h. c. Reimund Neugebauer
Dr.-Ing. T. 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

Fertigungsstrategien im Automobilbau

Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Prof. E. h. Dr.-Ing. E. h. mult. Dr. h. c. Dr. h. c. Reimund Neugebauer

Umfang: Vorlesung/Ekku rsion

Inhalt:

- Optimierung von Produktionsprozessen: Prof. Dr. rer. pol. Dr.-Ing. E. h. od chem Heizmann – Vorstandsmitglied der Volkswagen AG, Geschäftsbereich ‚China‘
- Produktionsstrategien und Innovationen: Hansod achim Rothenpieler – Generalbevollmächtigter der VOLKSWAGEN AG und Sprecher der Geschäftsführung der Volkswagen Sachsen GmbH und der Automobilmanufaktur Dresden GmbH
- Vom Design zum Produkt – Produkt- und Betriebsmittelentwicklung: Dr.-Ing. Hubert Waltl – Vorstand Produktion und Logistik, Marke Volkswagen Pkw
- Integration von Produkt- und Prozessentwicklung: Prof. Dr.-Ing. Clemens Schmitz-Justen, EASC Group, Greenville/Stuttgart
- Ekku rsion zur Volkswagen Sachsen GmbH (Werk Zwickau)
- Ekku rsion zur Automobilmanufaktur Dresden GmbH („Gläserne Manufaktur“, Volkswagen AG)

Lehrlinie Fertigungstechnik und Lehrlinie Mechatronik

CAD/NC-Technik

Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Prof. E. h. Dr.-Ing. E. h. mult. Dr. h. c. Dr. h. c. Reimund Neugebauer
Dr. rer. nat. R. Pilz, Dr.-Ing. B. Lieberwirth,
Dipl.-Ing. D. Hösel, Hr. S. Korb, Hr. M. Ranisch

Umfang: Vorlesung/Praktikum

Inhalt:

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

Steuerungs- und Regelungstechnik

Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Prof. E. h. Dr.-Ing. E. h. mult. Dr. h. c. Dr. h. c. Reimund Neugebauer
Dr.-Ing. H. Schlegel, Dr.-Ing. Ruben Schönherr,
Dipl.-Ing. M. Rehm, Dipl.-Ing. J Quellmalz,
Dr.-Ing. S. Hofmann, Dipl.-Ing. A. Hellmich,
Dipl.-Ing. (FH) J. Hädrich, Dipl.-Inf. Kevin Hipp,
Dipl.-Ing. M. Walter, M.Sc. T. D. Tran

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

Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Prof. E. h. Dr.-Ing. E. h. mult. Dr. h. c. Dr. h. c. Reimund Neugebauer
Dr.-Ing. H. Schlegel, Dr.-Ing. R. Schönherr,
Dr.-Ing. S. Hofmann

Umfang: Vorlesung/Übung

Inhalt:

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

Industrielle Steuerungstechnik

Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Prof. E. h. Dr.-Ing. E. h. mult. Dr. h. c. Dr. h. c. Reimund Neugebauer
Dr.-Ing. H. Schlegel, Dr.-Ing. R. Schönherr,
Dr.-Ing. S. Hofmann, Dipl.-Ing. A. Hellmich,
Dipl.-Inf. Kevin Hipp

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 und Handhabung: Speicherprogrammierbare Steuerung (SPS), Numerische Steuerung (CNC), Bewegungs-Steuerung (MC), Roboter-Steuerung (RC)
- Verbund von Steuerungen im Automatisierungssystem

Automatisierung von Maschinen

Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Prof. E. h. Dr.-Ing. E. h. mult. Dr. h. c. Dr. h. c. Reimund Neugebauer
Dr.-Ing. H. Schlegel, Dipl.-Ing. A. Hellmich,
Dr.-Ing. S. Hofmann

Umfang: Vorlesung/Übung

Inhalt:

Aufbauend auf Kenntnissen der Steuerungs- und Regelungstechnik sind Schwerpunkte:

- 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 Mechatronik und Lehrlinie Virtual Reality
Fachgebietsübergreifende Lehrveranstaltungen

Werkzeugmaschinen-Mechatronik

Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Prof. E. h. Dr.-Ing. E. h. mult. Dr. h. c. Dr. h. c. Reimund Neugebauer
Dr.-Ing. V. Wittstock, PD Dr.-Ing. W.-G. Drossel

Umfang: Vorlesung/Übung

Inhalt:

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

Virtual Reality-Technik im Maschinenbau

Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Prof. E. h. Dr.-Ing. E. h. mult. Dr. h. c. Dr. h. c. Reimund Neugebauer
Dr.-Ing. Ph. Klimant, Dipl.-Ing. (FH) T. Riedel,
Dipl.-Ing. M. Witt

Umfang: Vorlesung/Übung

Inhalt:

- Vermittlung von Grundlagen der virtuellen und erweiterten Realität
- VR-relevante Themen der 3D-Computergrafik
- Animation dynamischer Vorgänge in virtuellen Umgebungen
- Interaktion mit virtuellen Objekten
- VR-basierte Konstruktion und Modellierung
- VR-Anwendungen im Computer Aided Engineering

Virtual-Reality-Modellierung

Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Prof. E. h. Dr.-Ing. E. h. mult. Dr. h. c. Dr. h. c. Reimund Neugebauer
Dipl.-Inf. (FH) A. Richter, Dipl.-Ing. M. Witt,
Dipl.-Ing. (FH) T. Riedel

Umfang: Übung/Praktikum

Inhalt:

Im Rahmen von praktischen Übungen werden als Schwerpunkte die folgenden Einsatzfelder bearbeitet:

- Visualisierung von CAD- und FEM-Daten von Werkzeugmaschinen
- Modellierungstechniken
- Animation von Funktionalitäten einer Werkzeugmaschine

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

Verbundprojekte

Spitzentechnologiecluster eniPROD

„Energieeffiziente Produkt- und Prozessinnovationen in der Produktionstechnik“

Sonderforschungsbereich/Transregio 39 PT-PIESA

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

Sonderforschungsbereich/Transregio 96 (Teilprojekt A01)

„Thermo-energetische Gestaltung von Werkzeugmaschinen“

Sonderforschungsbereich 692 Hals (Teilprojekt A4)

„Hochfeste Aluminiumbasierte Leichtbauwerkstoffe für Sicherheitsbauteile“

Bundesexzellenzcluster MERGE

„Merge Technologies for Multifunctional Lightweight Structures“

EU-Projekt uTRUSTit

„Usable Trust in the Internet of Things“

Spitzentechnologiecluster Energieeffiziente Produkt- und Prozessinnovationen in der Produktionstechnik – eniPROD

Projektträger: Sächsisches Staatsministerium für Wissenschaft und Kunst (SMWK)
Projektbearbeiter: Technische Universität Chemnitz, Fraunhofer IWU

Die Bedürfnisse der steigenden Weltbevölkerung treffen auf begrenzte Ressourcen. Daraus ergibt sich die Forderung nach deren effizienterem Einsatz, wobei gleichzeitig die steigenden Anforderungen an den Klimaschutz zu beachten sind. Eine einfache Betrachtung des eigentlichen Produktionsprozesses ist dabei nicht ausreichend. Die Ressourcen müssen konsequent von der Produktentwicklung bis hin zur Logistik effizient genutzt werden.

Im Rahmen der Exzellenzinitiative des Freistaates Sachsen wird an der TU Chemnitz der Spitzentechnologiecluster „Energieeffiziente Produkt- und Prozessinnovationen in der Produktionstechnik“ (eniPROD) im Zeitraum von 2009 bis 2014 gefördert. Ziel des Spitzentechnologieclusters eniPROD ist es, durch die Bündelung der am Wissenschaftsstandort Chemnitz vorhandenen exzellenten Forschungsbereiche einen national und international sichtbaren Beitrag zur Umsetzung der Vision einer emissionsneutralen Produktion zu leisten. Diese im Bild dargestellte Vision soll in den folgenden Stufen realisiert werden:

- Optimierung des Wirkungsgrades
- Entwicklung von Energiemanagementsystemen unter Berücksichtigung energetischer Interaktionen bzw. Kreisläufe
- Versorgung mit erneuerbaren Energien auf Fabrikebene

Eine wesentliche Grundlage für die erfolgreiche Bearbeitung der anspruchsvollen Thematik des Spitzentechnologieclusters eniPROD ist das breite Spektrum der beteiligten Wissenschaftler. So sind neben den Forscherinnen und Forschern aus dem Bereich Maschinenbau der Technischen Universität Chemnitz und des Fraunhofer IWU auch Informatiker, Mathematiker, Physiker und Wirtschaftswissenschaftler am Vorhaben beteiligt.

Der Spitzentechnologiecluster eniPROD wird von Herrn PD Dr.-Ing. Welf-Guntram Drossel als Sprecher geleitet.

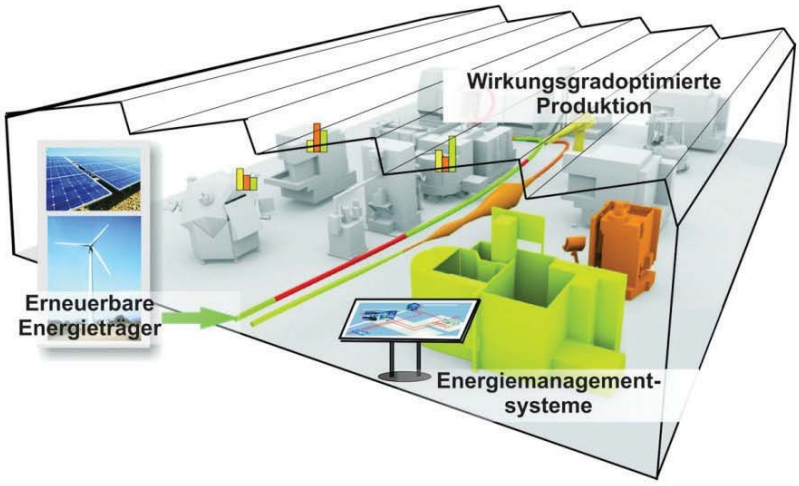
Insgesamt 75 wissenschaftliche Mitarbeiter (darunter 10 internationale Nachwuchswissenschaftler der Internationalen Akademie für Produktionstechnik, CIRP) forschen in 16 Teilprojekten in den Handlungsfeldern:

- Produktentwicklung
- Produktionssysteme
- Prozessketten (Powertrain, Zellstrukturen)
- Werkstoffe/Strukturen
- Logistik/Fabrikplanung

Folgende Ziele wollen die Wissenschaftler bis zum Ende des Förderzeitraumes realisieren:

- Reduzierung des Energieverbrauchs von Werkzeugmaschinen um 30 %
- Eine um 30 % erhöhte Energieproduktivität an einer Demonstratormaschine
- Schaffung einer visuellen Control-Plattform zur Energieeffizienzbetrachtung
- Entwicklung eines technisch-energetischen Entwurfs- und Bewertungssystems für neue Prozessketten

Spitzentechnologiecluster eniPROD



Vision einer nahezu emissionsneutralen, energieautarken Produktion

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

Projektträger: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
Projektbearbeiter: Technische Universität Chemnitz

Leichtbau gilt heute als unbedingte Notwendigkeit und prioritäres Auslegungsziel im Fahrzeugbau, der Elektromobilität, bei Hochleistungswerkzeugmaschinen, der Luftfahrt und in großen Windkraftanlagen. Bauteile und Strukturen sollen zugleich leicht, steif, sicher und zuverlässig sein. Dies führt zu einer Vielzahl sich widersprechender technischer und ökonomischer Forderungen, die durch passive Leichtbaumaßnahmen nicht vollständig erfüllt werden können.

Der Forschungsansatz im Sonderforschungsbereich/Transregio 39 „Großserienfähige Produktionstechnologien für leichtmetall- und faserverbundbasierte Komponenten mit integrierten Piezosensoren und -aktoren“ – kurz: „PT-PIESA“ – besteht darin, diesen Auslegungskonflikt durch großserienfähige Produktionstechnologien für aktive Leichtbau-Strukturbauteile aufzulösen.

Aktiv beschreibt in diesem Zusammenhang die Fähigkeit von Bauteilen, den eigenen Betriebszustand durch integrierte Sensoren zu erfassen und mithilfe der integrierten Aktoren vorteilhaft zu beeinflussen.

Das Anwendungspotential derartiger Systeme ist enorm. So lässt sich beispielsweise in Kraftfahrzeugen der Einsatz schwerer Dämmstoffe zur Geräuschminderung in Karosserien vermeiden, was wiederum zur Verrringerung des Kraftstoffverbrauchs führt. Werkstoffintegrierte Sensor-Aktor-Netzwerke mit autarker Energieversorgung durch piezoelektrisches „Energy-Harvesting“ ermöglichen die permanente Überwachung sicherheitsrelevanter oder schwer zugänglicher Leichtbaustrukturen in Bezug auf Schäden, beispielsweise in Flugzeugtragflächen. Die Sicherheit und Wirtschaftlichkeit dieser Systeme wird durch vorausschauende Wartung gesteigert.

Eine breite industrielle Anwendung aktiver Leichtbau-Strukturbauteile erfordert serientaugliche Produktionstechnologien. Ziel ist daher die Entwicklung von Technologien, die eine kostengünstige Serienfertigung von Strukturbauteilen mit vollständig integrierten piezokeramischen Wandlern ermöglichen. Es werden dazu Lösungen für die Integration von Piezokeramik in umgeformte Blechbauteile, Aluminium-Druckguss-Bauteile und Faserverbundkomponenten erforscht. Damit deckt der Sonderforschungsbereich/Transregio 39 die industriell wichtigsten Prozessketten für Strukturbauteile in Maschinenbau, Fahrzeugbau und Luftfahrt ab.

Zur Lösungen der komplexen produktionstechnischen Herausforderungen bei der Verschmelzung aktiver und passiver Komponenten im Prozess der Bauteilfertigung sind die kompetentesten Standorte Deutschlands überregional vernetzt. Projektpartner sind die Technischen Universitäten Chemnitz und Dresden, die FAU Erlangen-Nürnberg, das Fraunhofer IWU Chemnitz/Dresden, das Fraunhofer IKTS Dresden sowie das Bayerische Laserzentrum Erlangen.

Als Beispielanwendungen wurden bisher die aktive Geräuschreduktion, die Strukturüberwachung und die Zustandsüberwachung mithilfe aktiver Strukturbauteile demonstriert. Derzeit wird der Transfer der Technologien in industrielle Serienanwendungen vorbereitet.

Der SFB/TR 39 befindet sich bereits in der zweiten Förderperiode (2010-2014), welche durch die DFG mit über 10 Millionen Euro für 15 wissenschaftliche Teilprojekte gefördert wird. Am IWP sind das Teilprojekt A02 (Mikrostrukturierung und Integrationstechnologie für Piezofasern in metallische Trägerwerkstoffe) und die Geschäftsstelle des SFB/TR 39 angesiedelt.

Sonderforschungsbereich/Transregio 39 PT-PIESA

Tiefziehen von Blech mit integrierten Piezokeramik-Fasern mit Sensor-Aktor-Funktion

Thermo-energetische Beschreibung spanender Werkzeuge und Werkstückspannvorrichtungen (Teilprojekt A01 im SFB/Transregio 96)

Projektträger: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
Projektbearbeiter: Dipl.-Ing. Michael Bräunig

Für spanbildende Prozesse wird ein großer Teil der eingesetzten Energie ungenutzt in die Maschinestruktur übertragen. Dies zeigt sich durch dissipierte Wärmeströme, welche überwiegend aus Verlustleistungen resultieren und lokale Temperaturgradienten entstehen lassen. Die Struktur reagiert darauf mit einer thermischen Ausdehnung und ist insbesondere im instationären Zustand schwer kontrollierbar. Die Auswirkungen sind schlussendlich in einer geringeren Bearbeitungsgenauigkeit erkennbar.

Die Stabilisierung des thermo-elastischen Verhaltens von Werkzeugmaschinen wird im Sonderforschungsbereich/ Transregio 96 thematisiert. Der SFB/TR96 befindet sich in der ersten Förderperiode (2011 – 2015). Insgesamt gehören 20 Teilprojekte an den Standorten Dresden, Aachen und Chemnitz zum Sonderforschungsbereich. Das Teilprojekt A01 konzentriert sich dabei auf den Bereich des Werkzeugs und dessen Einspannung. Zudem wird das Wärmeübertragungsverhalten der Werkstückspannung untersucht. Die Projektbearbeitung erfolgt in Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik (IWU).

Um die thermo-elastische Ausdehnung methodisch einer Optimierung zuführen zu können, werden am Institut sowohl experimentelle als auch simulationsgestützte Untersuchungen durchgeführt. Die Parameteridentifikation ist dazu ein wesentlicher Bestandteil. Die Herausforderungen liegen in der Modellbildung und der zweckmäßigen Definition der Randbedingungen, damit die realen Prozesse möglichst genau abgebildet werden können.

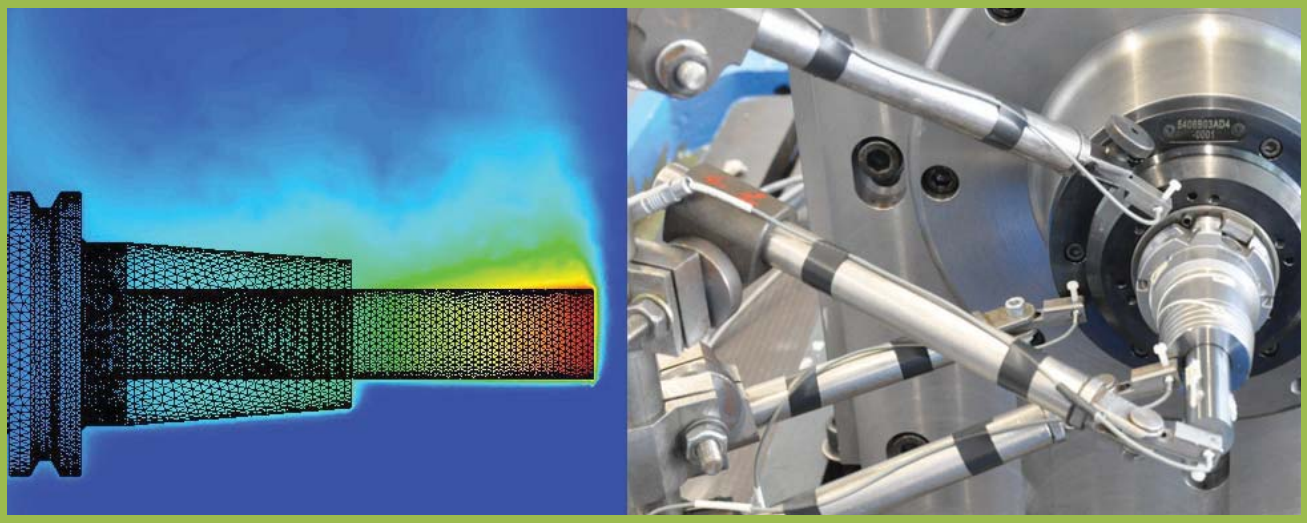
Während im Versuchsfeld die Prozesswärme als wichtige Eingangsgröße sowie Wärmeübergänge als auch Kühlszenarien möglichst genau nachgebildet werden müssen, so sind in der Strömungssimulation bzw. Strukturanalyse diffizile Annahmen hinsichtlich der konvektiven Wärmeübergangsbedingungen zu treffen. Der Modellabgleich aus beiden Methoden ist von wesentlicher Bedeutung.

Nachfolgend genannte Ziele werden im Sonderforschungsbereich fokussiert, um thermisch bedingte Verformungen zu minimieren:

- Möglichst schnelle Ableitung der Wärme in Kühlmedium und Umgebung
- Entwickeln von Maßnahmen, die Werkzeug und Spannmittelkomponenten von der Werkzeugmaschine isolieren
- Erarbeiten von Ansätzen, welche thermo-elastische Dehnungen kompensieren

Im Versuchsstand werden aktuell für die Temperaturerfassung Widerstandsthermometer in Form von Dünnschichtsensorik eingesetzt. Die Verlagerung wird mit Wirbelstrom- und Lasersensorik erfasst. Aufgrund der rotierenden Bewegung des Werkzeugs wurde eine berührungslose induktive Erwärmung realisiert und es ist gelungen, analoge Signale der Temperaturmessungen des rotierenden Werkzeugs mit einem Schleifring zu übertragen.

Sonderforschungsbereich/Transregio 96



Simulationsgestützte und experimentelle Untersuchung am rotierenden Werkzeug für spanbildende Prozesse

Technologien für gradierte ultrafeinkörnige Werkstoffe (TP A4 - SFB HALS)

Projektträger: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
Projektbearbeiter: Dr.-Ing. Markus Bergmann

Im Rahmen des SFB HALS wird im Teilprojekt A4 das Ziel verfolgt, Aluminiumbauteile mit verbesserten Eigenschaften bzw. mit vorteilhafter Eigenschaftsverteilung über das Bauteilvolumen zu erzeugen. Die Eigenschaftsanpassung wird durch Kornfeinung herbeigeführt. Zwei neue Verfahren zur hochgradig plastischen Umformung mit Gradient, je aus der Gruppe der inkrementellen und nichtinkrementellen Verfahren, wurden systematisch entwickelt. Wesentliche Untersuchungsschwerpunkte waren dabei:

- Systematische Zusammenstellung von Umformverfahren und Bewertung hinsichtlich der Eignung zur Herstellung ultrafeinkörniger Zonen im Halbzeug
- Umformprozesssimulation
- Die Anpassung bzw. der Bau von Werkzeugen zur Verfahrensumsetzung
- Herstellung eigenschaftsdifferenzierter Aluminium-Proben und deren Charakterisierung

Schwerpunkt der letzten Phase der zweiten Förderperiode war die Entwicklung und Durchdringung eines Durchdrückverfahrens, welches geeignet ist eine hochgradig plastische Umformung mit Gradient der Mikrostruktur im Bauteil zu generieren. Das neue Verfahren „Gradierungspressen“, welches zu den SPD-Verfahren (Severe Plastic Deformation) gerechnet werden kann, ist durch eine lokale Hochverformung gekennzeichnet, durch die eine mehrere Millimeter breite Schicht fein- bzw. ultrafeinkörniger Mikrostruktur an der Bauteiloberfläche bei nahezu gleichbleibender Mikrostruktur im Innenbereich des Bauteilvolumens erzeugt wird. Der Übergangsbereich ist durch einen kontinuierlichen Mikrostrukturgradienten gekennzeichnet. Das zum Patent angemeldete Gradierungspressen zeichnet sich durch ein ungewöhnliches Werkzeugdesign aus, bei dem eine Reihe von sogenannten SPD-Formelementen die randnahe Werkstoffumformung stark beeinflusst. Hohe Umformgrade bei wechselnder Verformungsrichtung werden erzeugt. Die Intensität der Umformung ist im Randbereich konzentriert mit abnehmender Intensität in Richtung Probenkern.

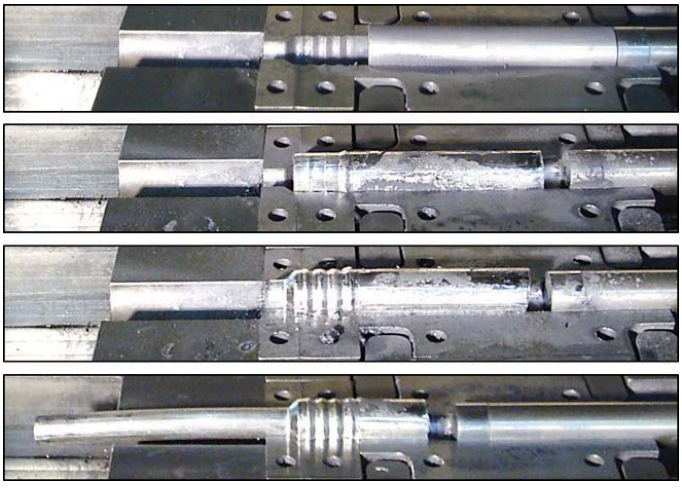
Die hohe Duktilität und Zähigkeit des Kernbereichs wird hierbei mit den vorteilhaften Eigenschaften ultrafeinkörniger Mikrostrukturen im Oberflächenbereich kombiniert. Extrem feinkörniges Gefüge zeichnet sich durch hohe statische und dynamische Festigkeit in Kombination mit hinreichender Duktilität, höherem Korrosionswiderstand sowie, unter bestimmten Bedingungen, super-plastischen Eigenschaften aus. Auch die Verringerung der Rissinitierungsneigung und Verbesserung der Beschichtbarkeit kann eingestellt werden.

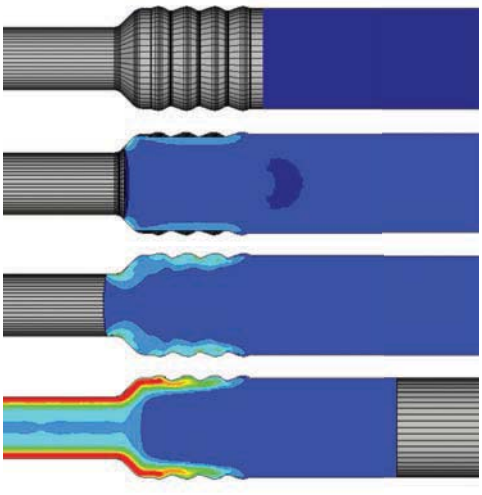
Die Arbeiten werden mit der Untersuchung der Wirkung der Prozessparameter auf die Ausprägung des Gradientencharakters fortgesetzt. Wesentliche Arbeitsschwerpunkte sind:

- Numerische Prozesssimulationen
- Visioplastische Untersuchungen
- Eigenschafts- und Mikrostrukturcharakterisierungen

Basierend auf den gewonnen Daten und den daraus generierten Erkenntnissen wird ein vertieftes Verständnis für die Mechanismen und Wechselwirkungen zwischen der Werkzeuggeometrie, den Prozessparametern sowie der eingestellten Mikrostruktur und mechanischen Eigenschaften erarbeitet.

Sonderforschungsbereich 692 HALS





Gradierungspressen: Gegenüberstellung Abbruchversuche (links) und Prozesssimulation

MERGE – Merge Technologies for Multifunctional Lightweight Structures

Projektträger: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
Projektbearbeiter: Teilprojekt IRD B4: Dipl.-Wirt.-Ing. Anja Rautenstrauch, Dipl.-Wirt.-Inf. Ronny Freund
Teilprojekt IRD C3: M.Sc. Alexander Graf

Das Hauptanliegen des Exzellenzclusters „Technologiefusion für multifunktionale Leichtbaustrukturen“, welches im November 2012 startete, ist die Verschmelzung von großserientauglichen Basistechnologien zur ressourceneffizienten Herstellung von Leichtbaustrukturen hoher Leistungs- und Funktionsdichte.

Die Hybrid-Bauweise von multifunktionalen Leichtbaustrukturen vereint passive oder aktive Komponenten, die kombiniert werden, um spezifische Anforderungen zu erfüllen. Die grundlegenden Produktionsmethoden, die die Grundlage für diese Forschung bilden, sind Textil-, Kunststoff- und Metallverarbeitungsmethoden, die gekennzeichnet sind durch

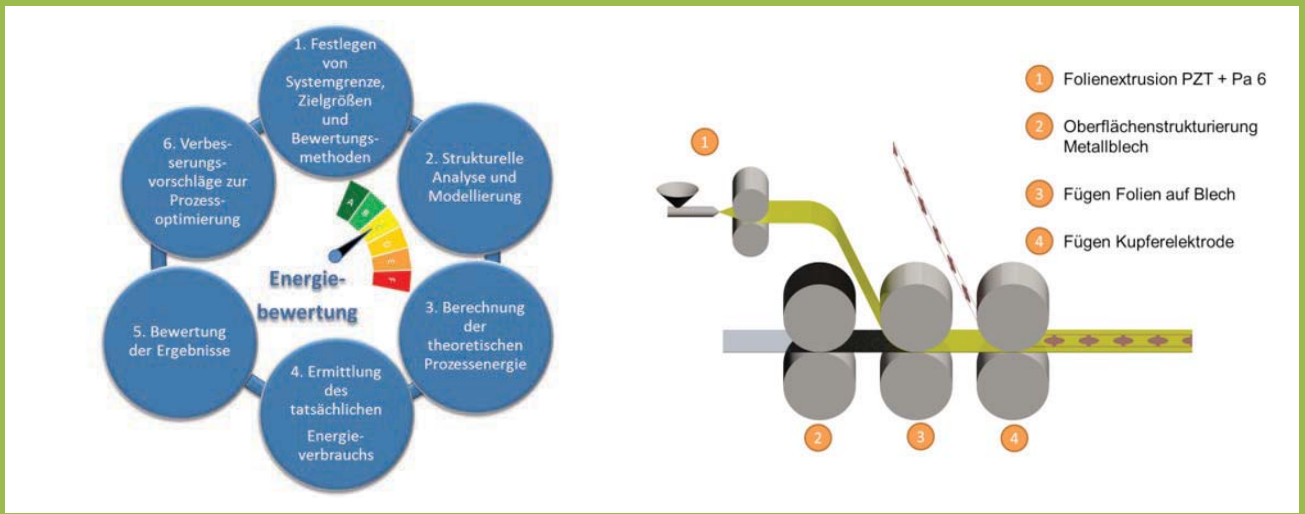
- Eignung für die Massenproduktion, Reproduzierbarkeit, Flexibilität
- Wirtschaftliche Bedeutung in allen Anwendungsbereichen
- Ein breites Spektrum von Grundprozessen und Prinzipien
- Prädestination für Hybrid-Leichtbaustrukturen

Derzeit noch getrennte Fertigungsprozesse bei der Verarbeitung unterschiedlicher Werkstoffgruppen, wie etwa Metalle, Kunststoffe oder Textilien, müssen durch Fusion zu durchgängigen großseriennahen Technologien zur Herstellung von Hochleistungsstrukturen zusammengeführt werden. Eine derartige Technologiefusion zeichnet sich durch erhebliche Energie- und Materialeinsparungen aus. Bei Leichtbaustrukturen ist zudem per se ein effizienter Materialeinsatz gegeben, was bei mobilen Anwendungen naturgemäß eine Verbrauchs- und CO2-Reduzierung zur Folge hat.

Ziel des IRD B4 ist es, eine integrierte Methodik für die Bilanzierung und Bewertung zu entwickeln, welche die Komplexität und Vielfalt der Prozessketten für hybride Bauteile berücksichtigt. Ein wesentlicher Anspruch an das Verfahren ist die Anwenderfreundlichkeit, um damit bereits in den frühen Phasen der Produktentwicklung begleitend einwirken zu können. Die Umsetzung im Web-Tool „Detact“ erlaubt einerseits die Integration der unterschiedlichen, an der Produkt- und Technologieentwicklung beteiligten Fachbereiche entlang der Prozesskette. Andererseits gelingt es mit den Funktionen von „Detact“ eine analysegestützte Steuerung der Fertigung durch die Integration der eingesetzten Maschinen, der Material- und Produktprüfung zu realisieren. Durch Zusammenführen und Abgleich bereits vorhandener Daten aus der Fertigung oder Simulation können statistische Analysen durchgeführt und zur Optimierung der Prozesse herangezogen werden.

Das Ziel des IRD C3 ist es, einen funktionalen Verbund aus einem Metallblech und einer Folie mit sensorischen Eigenschaften herzustellen. Die sensorische Funktion der Folie wird durch das Vermischen eines Thermoplastes mit Piezokristallen erreicht. Um diesen Verbund großseriennah herzustellen, wird die Folie in einem Folienextruder hergestellt und anschließend mit dem Metallblech und einer Kupferelektrode gefügt. Dieses Halbzeug wird in einem weiteren Prozessschritt polarisiert. Nach der erfolgreichen Herstellung des Verbundes wird dieser auf seine Umformeigenschaften untersucht. Ein weiterer wichtiger Aspekt wird der Aufbau eines Sensornetzwerkes zur Detektion von mechanischen Beanspruchengen sein. Eine Anwendung dieses Konzeptes ist im Chemnitz Car Concept (CCC) geplant.

Bundesexzellenzcluster MERGE



links: Energiebewertungsmethode, rechts: C3, Herstellung eines funktionellen Mehrschichtverbundes

uTRUSTit – usable Trust in the Internet of Things

Projektträger: 7. EU-Rahmenprogramm, Area: Trustworthy ICT (ICT-2009.1.4)
Projektbearbeiter: Dipl.-Wirt.-Ing. Franziska Pürzel, Dipl.-Wirt.-Ing. Eckhart Wittstock, M.Sc. Mario Lorenz

Kann die Virtual-Reality (VR)-Technologie neben Einsatzgebieten in der Produktionstechnik, im Automobil-/Flugzeugbau auch zur Simulation im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologien eingesetzt werden? Mit dieser Frage beschäftigten sich die Mitarbeiter der Abteilung Virtuelle Produktentwicklung im Rahmen des EU-Projektes uTRUSTit (Usable Trust in the Internet of Things – Benutzervertrauen in das Internet der Dinge). Das Ende 2013 abgeschlossene Projekt zielte darauf ab, den Nutzer in einfacher Form über bestehende oder mögliche Internetverbindungen zu informieren. Dem Nutzer wird ermöglicht, Informationsflüsse zu kontrollieren und selbst zu entscheiden, welchen Verbindungen er vertraut. Dem Projektkonsortium gehören neben den österreichischen Koordinatoren CURE (Center for Usability Research and Engineering) und dem WZMU auch Partner aus Norwegen (Norsk Regnesentral), Schweden (Sweden Connectivity), Ungarn (SEARCH-LAB) und Belgien (Katholieke Universiteit Leuven) an.

Das Internet der Dinge (IoT) verbindet immer mehr Kommunikations- und Informationssysteme miteinander. Dabei stehen Alltagsgegenstände aus Haus und Büro, die über das Internet verbunden sind und so Daten übertragen, im Vordergrund der Betrachtungen. Für Benutzer kann es dabei schwer sein, den Überblick und die Kontrolle zu behalten. Die Kontrolle über Sicherheitseinstellungen spielt jedoch eine wichtige Rolle, um die Privatsphäre zu wahren und Vertrauen in moderne Informations- und Kommunikationstechnologien zu erlangen. Das uTRUSTit-Projekt zielte vor allem darauf ab, dem Nutzer die zugrunde liegenden Sicherheitseinstellungen des IoT transparent darzustellen und so Vertrauen herzustellen. Dadurch erhalten Nutzer die Möglichkeit, ein Urteil über die Vertrauenswürdigkeit solcher Systeme zu fällen. Zusätzlich wurden Design-Richtlinien für Nutzeroberflächen entwickelt, um das in uTRUSTit entwickelte Toolkit auf sichere und nutzbare Weise zu implementieren.

Bei der Entwicklung der Geräte aus den Bereichen intelligente Wohnung und intelligentes Büro, wie bspw. der intelligente Medizinschrank, stand dabei immer der zukünftige Nutzer mit seinen Anforderungen und Bedürfnissen im Vordergrund. Deshalb wurden bereits in einer sehr frühen Projektphase Nutzerstudien mit Hilfe der Virtual-Reality Technologie durchgeführt. Die dabei gewonnenen Erkenntnisse flossen dann in die Weiterentwicklung der Prototypen ein. In einer zweiten Evaluationsphase fanden dann parallel reale und virtuelle (VR) Nutzertests statt, deren Ergebnisse durchaus vergleichbar waren.

Für die verschiedenen Phasen der VR-Nutzertests mussten verschiedene Interaktions- und Navigationsmethoden geschaffen werden. So wurde die Navigation mittels Wii Balance Board und Microsoft Kinect umgesetzt. Daher ergab sich die Möglichkeit, Smartphone und Tablet-PC als Interaktionsgeräte zu nutzen, um so die virtuellen intelligenten Geräte realitätsnah bedienen zu können.

Die wesentlichen Ergebnisse des Projektes sowie verschiedene Whitepaper, darunter ein Kosten-/Nutzenvergleich der in VR und in realer Umgebung durchgeführten Nutzerstudien, sind auf der offiziellen Projekthomepage, unter www.utrustit.eu, abrufbar.

EU-Projekt uTRUSTit

Smart Office mit Registrierungsterminal (links) und Intelligenter Medizinschrank (links)

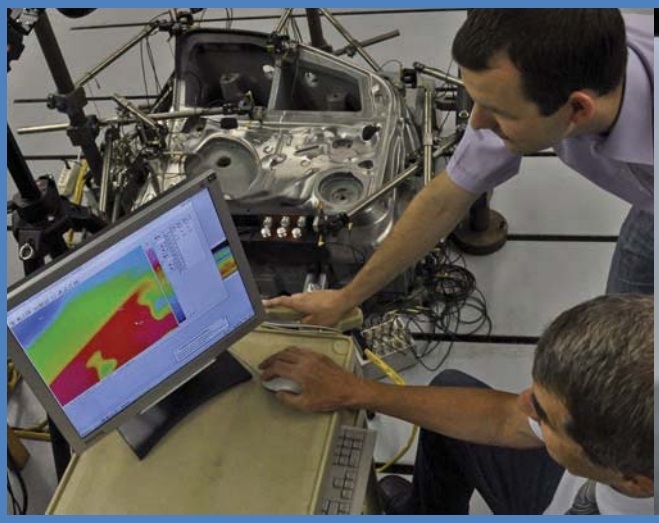
Hauptabteilung Werkzeugmaschinen/Steuerungstechnik
Lehr- und Forschungsabteilung Werkzeugmaschinen

Die angewandte Forschung im Werkzeugmaschinenbau hat an der Technischen Universität Chemnitz eine über 50-jährige Tradition. Eine enge Verbindung von Grundlagen und industrieller Praxis in der Spitzenforschung und studentischen Ausbildung, eine moderne Ausstattung sowie ein kompetentes und motiviertes Team wissenschaftlicher Mitarbeiter bilden heute die Basis für den notwendigen Wissens- und Technologietransfer. Themenstellungen aus den Bereichen Konstruktion, Simulation und experimenteller Eigenschaftsanalyse bilden die Basis zur Verbesserung der Produktivität, Qualität und Zuverlässigkeit von Werkzeugmaschinen.

Das eingehende Verständnis der Eigenschaften von Werkzeugmaschinen ist der Schlüssel für deren Weiterentwicklung und spiegelt sich in der Qualität von Simulationsergebnissen wider. Erst mit einem entsprechend genauen Simulationsmodell können sinnvolle Optimierungen, Verbesserungen und ggf. neuartige Konzepte von Werkzeugmaschinen vor der technischen Umsetzung auf wirtschaftliche Weise erprobt werden. Bei den immer komplexer werdenden Strukturen ist es unabdingbar, ein Simulationsmodell durch Experimente zu ergänzen und zwar sowohl bei der Verifizierung als auch bei der Gewinnung richtiger Eingangsparameter. Aus diesen Gründen arbeitet die Lehr- und Forschungsabteilung Werkzeugmaschinen an der Entwicklung neuartiger Methoden zur experimentellen und simulativen Ermittlung von Werkzeugmaschineneigenschaften.

Schwerpunkte aus dem Forschungsportfolio

- Weiterentwicklung von Methoden zur Messung des statischen und dynamischen Verhaltens, wie z. B. quasistatische Messung, Dämpfungsmessung, Modalanalyse
- Simulationen des statischen und dynamischen Verhaltens
- Weiterentwicklung der Messtechnik und Methoden zur Erfassung des Energiebedarfs von Werkzeugmaschinen
- Erarbeitung einer Methodik zum energetischen Vergleich von unterschiedlichen Werkzeugmaschinen
- Untersuchungen von Gleitführungen, sowohl experimentell als auch simulativ, sowie deren Weiterentwicklung durch optimierte Oberflächenstrukturen
- Entwicklung von Systemen, Komponenten und Prozessketten für die automatisierte Mikromontage mechatronischer Systeme
- 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
- Entwicklung von Algorithmen zur Korrektur von statischen Verformungen bewegter massereduzierter Gestellbaugruppen



Eigenschaften, Optimierung, Energieeffizienz

Das Lehrangebot der Lehr- und Forschungsabteilung Werkzeugmaschinen deckt mit einer Vielzahl von Vorlesungen, Übungen und Praktika sowohl die Grundlagen zu Aufbau und Anwendung als auch vertiefte Kenntnisse zur Auslegung und Berechnung von Baugruppen spanender und umformender Werkzeugmaschinen ab. Dieses Angebot wendet sich vor allem an Studenten ingenieurwissenschaftlicher Bachelor- und Masterstudiengänge. Studenten mit einem tiefgehenden Interesse lernen, dass unter dem Begriff „Werkzeugmaschine“ ein mechatronisches System zu verstehen ist und demzufolge mehrere Fachrichtungen wie Maschinenelemente, Konstruktionsmethodik, Technische Mechanik, Steuerungs- und Regelungstechnik, Informatik, Fertigungstechnik, Messtechnik etc. aufeinandertreffen und zusammenspielen müssen. Vertieft und angewendet wird dieses Grundlagenwissen allgemein in den weiterführenden Lehrveranstaltungen zur Analyse, Bewertung und Konfiguration von (intelligenten) Produktionssystemen und im Speziellen an Verzahnmaschinen und Präzisionsmaschinen für die Mikrobearbeitung. Die Vermittlung der Lehrinhalte beinhaltet, aufbauend auf den theoretischen Grundlagen, die praktische Verdeutlichung theoretischer Zusammenhänge an Beispielen bzw. realen Objekten in unseren Labors.

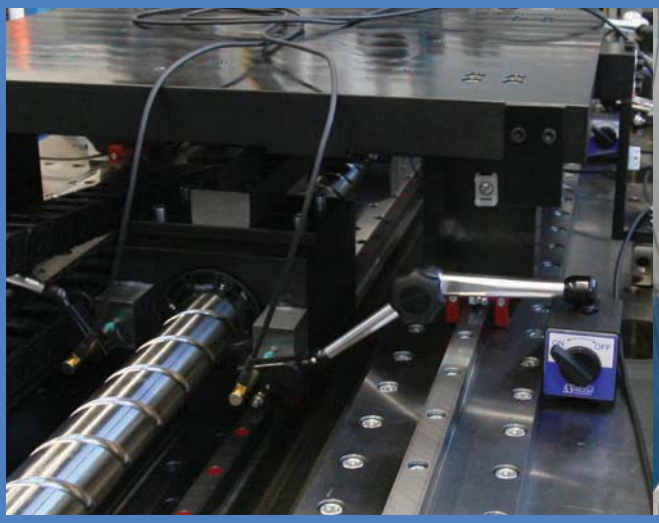
Des Weiteren werden Aufgabenstellungen für studentische Arbeiten sowohl aus der Forschung als auch aus der Praxis in Zusammenarbeit mit verschiedenen Firmen angeboten. So können die Studenten bereits während des Studiums erste Kontakte für den späteren Berufseinstieg knüpfen. Zusätzlich bekommen die Studierenden im Rahmen von Gastvorlesungen mehrfach die Möglichkeit zur Diskussion mit hochrangigen Industrievertretern.

Angebote vor Ort

- Prozess- und Maschinenanalyse, FMEA
- Energieerfassung und Energiebilanzierung von Produktionssystemen
- Wirkungsgradermittlung von Hauptspindeln
- Durchführung von Schwingungsmessungen mit Frequenzanalyse sowie experimenteller Modalanalyse
- Messung der geometrischen und/oder kinematischen Genauigkeit mit Laserinterferometer oder Double-Ball-Bar
- Aufnahme von Temperaturfeldern mit einem Thermografiesystem
- Messung von Bearbeitungskräften und -momenten mit einer Messplattform oder einem Dynamometer

Weitere Angebote

- Aufbau von mechanischen Modellen (Finite Elemente Modelle, Mehrkörpermodelle), strukturmechanische Simulationen und Optimierung
- Experimentelle Ermittlung des Reibverhaltens von verschiedenen Gleitpaaren (Versuchsstände bis 2 m/min und bis 40 m/min)
- Komplexe thermische Untersuchungen in der Thermozelle (11 m x 7,5 m x 5 m)
- Aufbau von mechatronischen Modellen – Einbindung von strukturmechanischen Modellen (ANSYS) in Simulink



Hydrodynamische Gleitführung mit verbessertem Reibungsverhalten

Projektträger: Sächisches Staatsministerium für Wissenschaft und Kunst (SMWK)
Projektbearbeiter: Dipl.-Ing. Bin Zhu

In Werkzeugmaschinen werden heute Wälzführungen vorzugsweise eingesetzt. Sie werden als reibungsarm, ausreichend statisch steif und wirtschaftlich im Bau wie auch im Betrieb geschätzt. Dem allgemein bekannten schlechten Dämpfungsverhalten von Wälzführungen wird durch den Einsatz von Dämpfungsschlitten entgegengewirkt. Aber der Dämpfungsschlitten bedeutet zusätzliche Kosten für das Wälzführungssystem, wobei für den Einbau ebenfalls mehr Platz gebraucht wird. Des Weiteren können nicht alle Schwingungsformen durch Dämpfungsschlitten gedämpft werden. Demzufolge sind die hydrodynamischen Gleitführungen noch immer im Einsatz, wie beispielweise für Wälzfräsmaschinen und Schleifmaschinen. Das Reibungsverhalten von hydrodynamischen Gleitführungen ist geschwindigkeitsabhängig. Die geringere realisierbare Verfahrgeschwindigkeit begrenzt heute den Einsatz in Werkzeugmaschinen. Es liegt darin begründet, dass bei steigender Verfahrgeschwindigkeit erhöhte Reibung auftritt. Das Ziel des Projekts ist, das Reibungsverhalten im hohen Geschwindigkeitsbereich zu untersuchen und zu verbessern.

Die hydrodynamische Gleitführung kann mit oder ohne Umgrifffführung ausgestattet werden. Die Führungsflächen sind normalerweise mit abgeformtem Gleitbelag beschichtet. Die Untersuchung erfolgte zuerst für die hydrodynamische Gleitführung ohne Umgriff. Die experimentellen Untersuchungen zeigen, dass bei steigender Verfahrgeschwindigkeit erhöhte Reibung im oberen Geschwindigkeitsbereich entsteht, obwohl kein Umgriff vorhanden ist. Der Entstehungsmechanismus dieser hohen Reibung wurde dann analysiert.

Die Ursache liegt im Kippmoment während der Bewegung am Schlitten und dadurch entstehender höherer Kantenpressung zwischen Führungsschienen und Schlitten. Das Kippmoment tritt aufgrund der hydrodynamischen Druckausbildung auf. Beim Abformen ergibt sich eine zusätzliche Keilform an der Führungsfläche, die durch das Schrumpfen vom Gleitbelag vorkommt. Dies führt beim Anfahren zu einem zusätzlichen hydrodynamischen Druck am Schlitten und verursacht schließlich die höhere Kantenpressung. Um diese Keilform zu eliminieren, wurden die Führungsflächen nach dem Abformen noch geschabt. Im Vergleich zum vorherigen Messergebnis wird eine Reduzierung des Reibungskoeffizienten im oberen Geschwindigkeitsbereich von bis zu 40% erreicht. Daraus ist es zu erkennen, dass die Keilform bzw. Kantenpressung eine große Rolle hinsichtlich des Reibungsverhaltens spielen.

Als nächstes wurden hydrodynamische Gleitführungen mit Umgriff untersucht. Die hohe Reibung wird in diesem Fall hauptsächlich durch das Klemmen vom Umgriff verursacht. Bei steigender Verfahrgeschwindigkeit steigt der hydrodynamische Tragdruck in der Tragführung und das Spiel im Umgriff verkleinert sich entsprechend. Dies führt dann zum Zusammenbrechen des Schmierfilms im Umgriff und ein Kontakt zwischen Festkörpern tritt auf. Zur Verhinderung des Klemmens wird versucht, einen zusätzlichen hydrodynamischen Druck im Umgriff zu erzeugen, um dem Tragdruck in der Tragführung entgegenzuwirken. Die Untersuchung konzentriert sich nun auf die neue Gestaltung des Umgriffs.

Versuchsstand der Gleitführung

Mikrostrukturierung und Integrationstechnologie für Piezofasern in metallische Trägerwerkstoffe (Teilprojekt A02 im SFB/TR39 „PT-PIESA“)

Projektträger: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
Projektbearbeiter: Dipl.-Ing. Michael Müller

Durch die Integration von Sensoren und Aktoren aus Piezokeramik in passive Blechstrukturen entstehen aktive Blechbauteile – Piezo-Metall-Verbunde. Derartige Verbundbauteile sind beispielsweise in der Lage, sicherheitsrelevante Bauteile permanent zu überwachen und Schäden durch Verschleiß oder Überlastung frühzeitig zu erkennen („Structural Health Monitoring“). Bisher erfolgt die Applikation von Sensoren und Aktoren aus Piezokeramik durch Aufkleben, was jedoch bei komplex geformten Bauteilstrukturen mit hohem Aufwand verbunden ist. Zudem ist die Übertragung kleiner Dehnungen durch die geringe Steifigkeit der Klebeschicht nicht optimal. Der neue Ansatz im SFB/TR 39 „PT-PIESA“ besteht darin, die Piezokeramik direkt in den Werkstoff zu integrieren, sodass diese Bestandteil der tragenden Bauteilstruktur wird. Die Formgebung des Bauteils erfolgt erst nach der Wandlerintegration.

Im Teilprojekt A02 des SFB/TR 39 „PT-PIESA“ wird eine großserienfähige Technologie für die Direktintegration von Piezofasern in Blech erforscht. Dies umfasst die umformtechnische Herstellung einer Mikrostruktur in der Oberfläche von Aluminiumblechen und die Montage von Piezokeramik-Fasern durch umformtechnisches Fügen. Die Mikrostruktur besteht aus 0,3 mm breiten und 0,3 mm tiefen Gräben. Die Piezofasern haben Abmessungen von 0,27 x 0,235 x 13,5 mm³ und werden als Verbund aus jeweils 10 parallelen Fasern montiert.

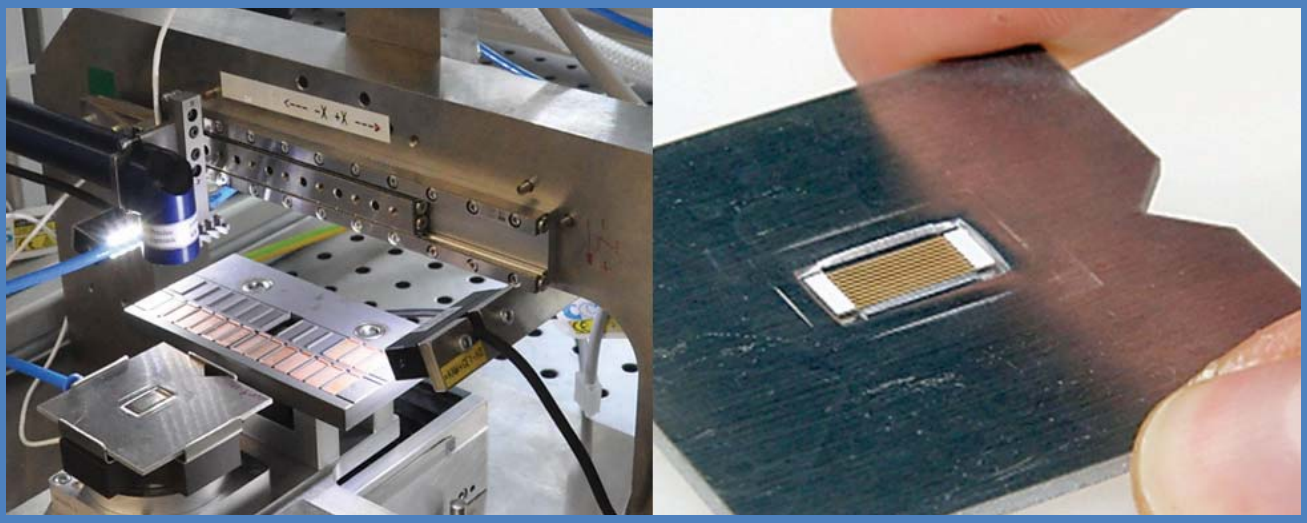
Die zentrale Herausforderung besteht im automatisierten Montageablauf, da die Piezokeramikfasern klein, spröde, bruch- und kratzempfindlich sind. Der nominelle Fügespalt zwischen jeder einzelnen Faser und der Blech-Mikrostruktur beträgt dabei weniger als 15 µm.

Da gleichzeitig 10 Piezofasern im Verbund montiert werden, und die Fasern wiederum Toleranzen aufweisen, reduziert sich der Fügespalt in der Praxis. Um dennoch eine zuverlässige Montage zu ermöglichen, wurde ein Mikromontagesystem konzipiert, konstruiert und umgesetzt, dass eine Unsicherheit der Lagezuordnung von weniger als 5 µm gewährleistet.

Dazu erfolgt die Vermessung der Lage von Piezokeramikfasern und Mikrostruktur durch einen Multi-Sensor-Ansatz, der zudem geometrische Abweichungen der Fügepartner erfasst. Die Lagekorrektur erfolgt mit Piezoantrieben mit einer Positionsauflösung von 10 nm. Derzeit werden die technologischen Grenzen der Montage bei der Verrringerung des Fügespaltes untersucht.

Das umformtechnische Fügen der Piezokeramikfasern erfolgt kraftgeregelt, sodass die Vorspannung der Fasern im Werkstoff eingestellt wird. Durch die vollständige Einbettung der Fasern in Aluminium sind Bleche mit integrierten Fasern durch Tief- und Streckziehen umformbar. Demonstratorgeometrien mit mehrachsigen Krümmungsradien von 250 mm konnten ohne signifikante Schädigung der integrierten Piezokeramikfasern realisiert werden.

Mit den bisher hergestellten Piezo-Metall-Verbunden wurde das Anwendungspotential für die Strukturüberwachung gezeigt. Als Ultraschallwandler ermöglichen die direkt integrierten Piezokeramikfasern eine signifikante Steigerung der Sensitivität gegenüber aufgeklebten Piezokeramikwandlern. Darüber hinaus befinden sich die Piezofasern direkt in der Werkstoffoberfläche, sodass nach der Verkapselung eine nahezu ebene Oberfläche entsteht.



Versuchsaufbau für die automatisierte Mikromontage von Piezokeramik-Faser Sensor-Aktor Modulen in mikrostrukturierte Blechträger

Hauptabteilung Werkzeugmaschinen/Steuerungstechnik

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, übermittelt, dort verarbeitet und in entsprechende Stelleingriffe 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 praxisnahe 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

Eigenschaften, Optimierung, Energieeffizienz

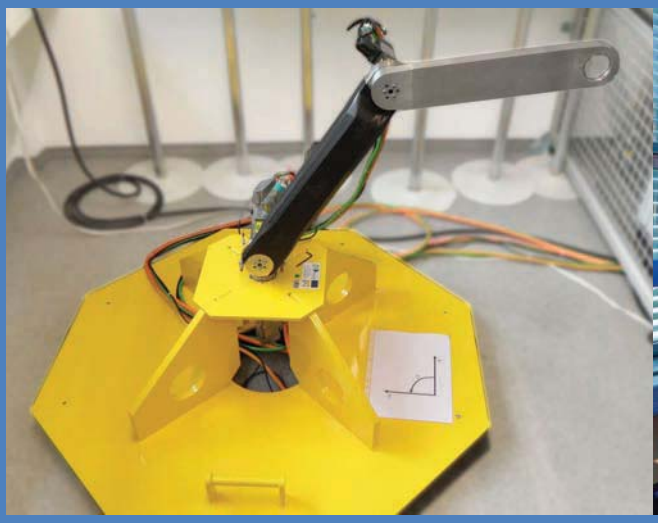
- Bereitstellung erweiterter Überwachungsfunktionen (Control Loop Performance Monitoring)
  - Erkennen von Projektierungsmängeln und Nichtlinearitäten bereits in der Entwurfsphase
  - umfassende Auswertung bereits vorhandener Steuerungs- und/oder Sensorsignale
  - Implementierung und Test von Überwachungsfunktionen 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

Exemplarisch für einen Lösungsansatz auf der Basis von Motion Control ist der im Rahmen einer Nachwuchsforschergruppe entstandene Demonstrator für einen Leichtbauroboter. In dem interdisziplinar aufgestellten Projekt MoLeiRo arbeiteten insgesamt sieben Wissenschaftler aus unterschiedlichen Fachbereichen an der Weiterentwicklung innovativer Einzeltechnologien, um Roboter flexibler und leichter zu gestalten. Die Motivation des Projektes resultierte aus der Tatsache, dass konventionelle Roboter, wie sie beispielsweise zur Montage oder zum Schweißen industrieller Standard sind, ein hohes Eigengewicht zu Nutzlast-Verhältnis haben. Bedingt durch die hohen Massenträgheiten sind die maximalen Verfahrgeschwindigkeiten und Beschleunigungen dieser Systeme begrenzt.

Innerhalb des Projektes wurden Roboterarme aus kohlefaserverstärkten Kunststoff mit integrierter Sensorik entwickelt. Einlaminierte Dehnungsmessstreifen dienen der Erfassung der Durchbiegung des Armes und somit des Positionsfehlers am Endeffektor. Außerdem kommen weitere Sensoren zur Messung von Beschleunigung und Drehrate zum Einsatz. Mittels Sensordatenfusion kann daraus der Bewegungszustand des Roboterarmes berechnet werden. Diese Istwerte werden in die Regelung der Einzelantriebe eingebunden. Somit ist es möglich, die aus der Nachgiebigkeit resultierenden Schwingungen effektiv zu dämpfen und eine genaue Positionierung des Armes auf der Bahn zu gewährleisten.

Für einen industriellen Einsatz eröffnen sich für Roboter derart völlig neue Möglichkeiten. Eine Reduktion des Eigengewichts und die passive Nachgiebigkeit führen zu einer Veringerung der Kollisionskräfte. So ist es beispielweise denkbar, dass Roboter in einer offenen Roboterzelle Arbeitsabläufe gemeinsam mit dem Menschen ausführen und zwar ohne die Überwachung mittels kostenintensiver Sicherheitstechnik.

Ausgewählte Ergebnisse des Forschungsprojekts werden vom 14.-16. Mai 2014 auf der Internationalen Ausstellung und dem Symposium für Leichtbau im Maschinen- und Anlagenbau (LIMA) in Chemnitz vorgestellt.



Strategie zur Verminderung des Energieverbrauchs der Antriebskühlung einer spanenden Werkzeugmaschine

Projektträger: Sächisches Staatsministerium für Wissenschaft und Kunst (SMWK)
Projektbearbeiter: Dipl.-Ing. Matthias Rehm, Dipl.-Ing. Johannes Quellmalz, Dipl.-Ing. Arvid Hellmich

Aufgrund der weltweiten Ressourcenknappheit, bei gleichzeitig steigender Umweltbelastung, stellt die energieeffiziente Produktion eine wichtige Maßnahme für die zukunftsorientierte Aufstellung des produzierenden Gewerbes dar. Als ein wesentliches Standbein im Produktionsprozess bietet die Werkzeugmaschine ein erhöhtes Potential zur Verminderung des Energiebedarfs und ermöglicht gleichzeitig die Erhöhung der Effizienz für die eingesetzten Ressourcen. Da die Nebenaggregate einer Werkzeugmaschine bis zu Dreiviertel des mittleren Gesamtenergiebedarfs ausmachen, besteht an dieser Stelle ein besonderes Optimierungspotential.

Im Rahmen der Landesexzellenzinitiative „eniPROD“ wurde im Teilprojekt PS 1.5 „Werkzeugmaschine Infrastruktur“ besonderes Augenmerk auf das Nebenaggregat der Antriebskühlung gelegt, das maschinenabhängig mit 20 bis 30 % am Energieverbrauch einer spanenden Werkzeugmaschine beteiligt ist. Ziele der Arbeit waren dabei:

- Die Analyse der funktionalen Zusammenhänge der Kühlkreislaufkomponenten
- Die Erstellung möglicher Konzepte zur Energieeinsparung
- Die Bewertung der Übertragbarkeit der erstellten Konzepte auf andere Maschinenmodelle

Dabei wurde der Kühlkreislauf eines Dreh-Fräs-Komplettbearbeitungszentrums bezüglich mehrerer Kriterien analysiert:

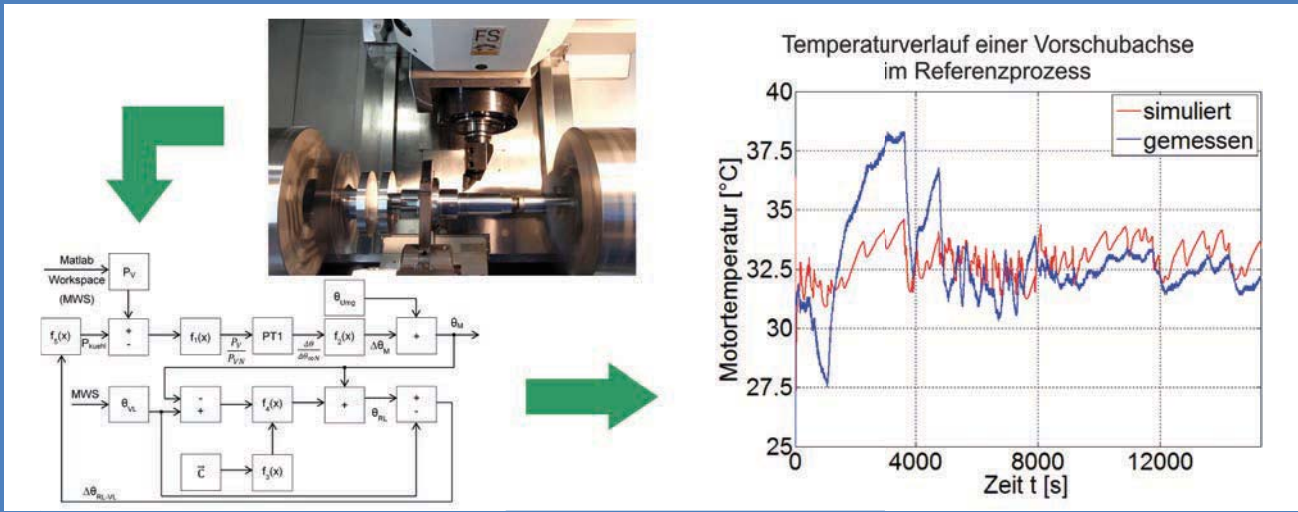
- Identifikation der Hauptenergieverbraucher
- Identifikation relevanter Wärmequellen und -senken

Zur Verbrauchsanalyse verschiedener Kreislaufkomponenten wurden mehrere Leistungsmessungen am Kühlaggregat und den Antriebseinheiten einer Beispielmaschine vorgenommen. Des Weiteren wurden verschiedene experimentelle Untersuchungen zum Ist-Zustand technologisch relevanter Größen des Kühlkreislaufs durchgeführt. Mit Hilfe der ermittelten Messdaten, sowie zahlreicher Informationen aus Tabellenwerken und Herstellerangaben konnten aufeinander aufbauende hydrodynamische und thermische Teilmodelle erstellt werden. Durch deren Kombination, unter Berücksichtigung der physikalischer Zusammenhänge, können mit Hilfe der verwendeten Simulationssoftware Untersuchungen verschiedener Kühlkreislaufkonstellationen vorgenommen und deren Auswirkungen auf den Kühlprozess abgeleitet werden. Referenzmessungen zeigten eine gute Übereinstimmung der simulativ ermittelten Prozessgrößen mit den real gemessenen.

Im Ergebnis konnten drei Konzepte zur Verminderung des Energieverbrauchs der Antriebskühlung mit Einsparungen von bis zu 10 % der Grundlast erstellt werden. Die Übertragbarkeit der Strategie zur Konzeptentwicklung auf andere Werkzeugmaschinentypen kann aufgrund der angewandten theoretischen Herangehensweise bestätigt werden. Ob und in welchem Umfang dabei Einsparungen erzielt werden können, ist maschinen- und komponentenabhängig und muss daher von Fall zu Fall separat untersucht werden.

Die Projektlaufzeit beträgt fünf Jahre und wird finanziert aus Mitteln der Europäischen Union und des Freistaates Sachsen.

Lehr- und Forschungsabteilung Steuerungs- und Regelungstechnik



Erstellung eines Modells zur Simulation der Motortemperatur im Prozess

Erhöhung des Technologiepotentials von Servospindelpressen durch optimierte Regelungen

Projektträger: Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen e.V. (AiF)
Projektbearbeiter: Dipl.-Ing. Rico Münster

In der blechverarbeitenden Industrie werden zunehmend Pressen mit leistungsstarken, lagegeregelten Servo-Antrieben eingesetzt. Diese verfügen über eine hohe Dynamik und große Flexibilität. Durch ihre nahezu frei wählbare Bewegungscharakteristik besitzen Servopressen ein großes Potential die bisherigen Prozessgrenzen hinsichtlich Zykluszeiten, Produktgenauigkeit sowie Energieverbrauch positiv zu verschieben.

Aufgrund von relativ niedrigen Kosten und einem überschaubaren Inbetriebnahmeaufwand kommt häufig die indirekte Regelung zur Anwendung. Dies bedeutet, dass die Position des Antriebsmotors in die Lageregelung zurückgeführt wird. Dadurch können jedoch nicht die elastischen Struktureigenschaften sowie äußere Einflüsse wie Temperaturänderungen im Regelkreis berücksichtigt werden.

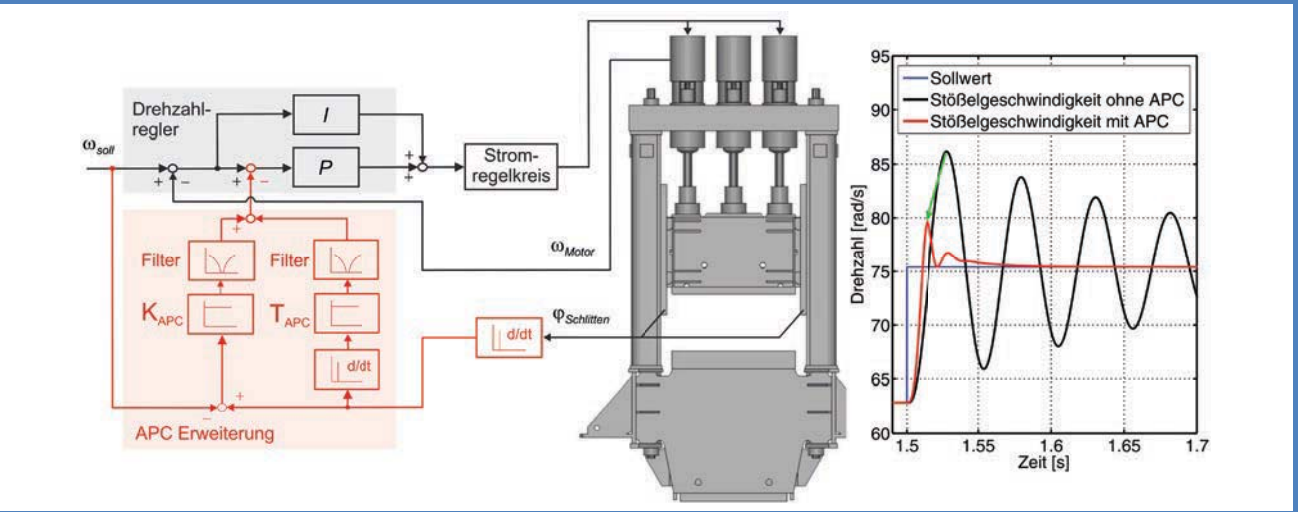
Um diese Effekte erfassen zu können, wird das direkte Positionssignal, welches lastseitig am Stößel resultiert, mit in die gesamte Reglerstruktur einbezogen. Dadurch können und müssen niederfrequente Eigenschwingformen der Mechanik in der Regelung mit berücksichtigt werden, was sich allerdings nachteilig auf die Dynamik der Regelung der Achsen auswirken kann. Zur Verbesserung dieses Zustandes können die Lastzustandsgrößen in den Drehzahlregelkreis zurückgeführt werden. Dadurch ist es möglich, die niederfrequenten Schwingungen gezielt zu bedämpfen und gleichzeitig die Dynamik lastseitig am Stößel zu steigern, siehe Abbildung.

Die Möglichkeiten dieser Strukturerweiterung wurden im Rahmen dieses Projektes an verschiedenen Versuchsständen experimentell und mithilfe von Simulationsmodellen untersucht. Dafür wurde in den folgenden Schritten vorgegangen:

- Experimentelle Identifikation der mechanischen Struktur
- Modellierung und Parametrierung der Regelstrecke sowie der Standardreglerkaskade
- Untersuchung der Reglerstrukturerweiterung

Für die Analyse der in der Strukturerweiterung verwendeten „Tuning Faktoren“ und Filter wurde die Systemantwort im Frequenzbereich anhand von sogenannten Bodediagrammen betrachtet. Die Untersuchungen wurden durch eine Analyse der Systemantworten im Zeitbereich erweitert, wobei die Prony Analyse sowie die Simulationsbasierte Optimierung unter Verwendung des Kriteriums der absoluten Regelfläche zur Anwendung kam. Dadurch konnte eine geeignete Parametrierung entwickelt werden, welche die optimale Kombination aus Systemdämpfung und Verlust von Reglerdynamik vereint. Die Ergebnisse der Simulation konnten dabei durch experimentelle Messungen an Versuchsständen verifiziert werden. Eine Umsetzung an der Presse ist derzeit in Arbeit.

Die Projektlaufzeit beträgt 2,5 Jahre und wird durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung finanziert.
Beginn: 01.06.2012
Ende: 31.12.2014



Reglerstrukturerweiterung am Beispiel einer Servospindelpresse

Hauptabteilung Werkzeugmaschinen/Steuerungstechnik
Lehr- und Forschungsabteilung Virtuelle Produktentwicklung

Die Abteilung Virtuelle Produktentwicklung besteht seit dem 01. a l nuar 2011. Sie ging aus der Abteilung Virtual Reality hervor und bearbeitet diverse Forschungsthemen zur Nutzung der Virtual und Augmented Reality Technologie im gesamten Produktlebenszy kl us.

Eines der Hauptforschungsgebiete ist die Entwicklung von Schulungs- und Trainingsmaßnahmen bspw. in den Bereichen Instandhaltung, Service und Montage. Ziel dabei ist die Durchführung realitätsgetreuer Schulungen an virtuellen Maschinen und Anlagen im Maßstab 1:1. Diese Schulungsanwendungen zeichnen sich durch eine intuitive Interaktion mit der virtuellen Umgebung sowie die Nutzung von Zusatzinformationen (bspw. Zeichnungen, Pläne) direkt in der virtuellen Umgebung aus.

Zentraler Bestandteil der meisten VR-Anwendungen, vor allem im Bereich der Produktionstechnik, ist das Datenmanagement zwischen der CAD- und der VR-Welt. Die Datenkonvertierung zwischen CAD- und VR-Softwaresy - temen sowie ein flexibles Datenmanagement sind Grundvoraussetzungen für die Nutzung der VR-Technologie.

Ein weiteres Forschungsgebiet sind VR-gestützte Risikobeurteilungen und Ergonomiebetrachtungen an Maschinen und Anlagen. Dabei werden die Vorteile der VR-Technologie, wie maßstabsgetreue Visualisierung und echtzeitfähige Interaktion mit den Vorteilen digitaler Menschmodelle kombiniert, um so über den gesamten Lebenszyklus von Maschinen und Anlagen hinweg Risiken abschätzen und Produkte hinsichtlich ergonomischer Aspekte optimieren zu können.

Weitere Forschungskompetenzen liegen auf folgenden Gebieten:

- Kopplung von 2D-Fabrikplanungssy st emen mit der VR-Visualisierung
- Anwendungen
  - Schulungs-/Trainingsapplikationen mit Virtual und Augmented Reality
  - VR-basierte Risikobeurteilung und Ergonomiebetrachtungen
- Virtual Reality
  - Echtzeitfähige Visualisierung komplex r Modelle
  - Szenenerstellung inklusive Animationen
  - Entwicklung/Anbindung von Interaktionsgeräten
- 3D-Realdaten
  - Laserscanning von Fabrikhallen bzw. Anlagen inkl. Datenaufbereitung
  - Motion Capturing
- VR-Testumgebungen
  - Frühzeitige Nutzertests anhand virtueller, realitätsgetreuer Prototy en
  - Nutzerfeedback bereits vor der Erstellung realer Prototy en

Entwurf, Visualisierung, Training

Darüber hinaus bearbeitet die Abteilung regelmäßig Industrieaufträge, die zumeist die Modellerstellung für diverse Anwendungszwecke beinhalten. Je nach Zielstellung werden dabei unterschiedliche Anforderungen an die Modellaufbereitung gestellt. So wird bei der Erstellung von Marketing- bzw. Messemodellen sehr großer Wert auf eine realistische Oberflächengestaltung gelegt. Soll das Modell hingegen für Konstruktionsbewertungen oder Montagesimulationen eingesetzt werden, so steht die geometrische Detailtreue im Vordergrund. Folgende Dienstleistungen vervollständigen das Forschungsportfolio der Abteilung Virtuelle Produktentwicklung:

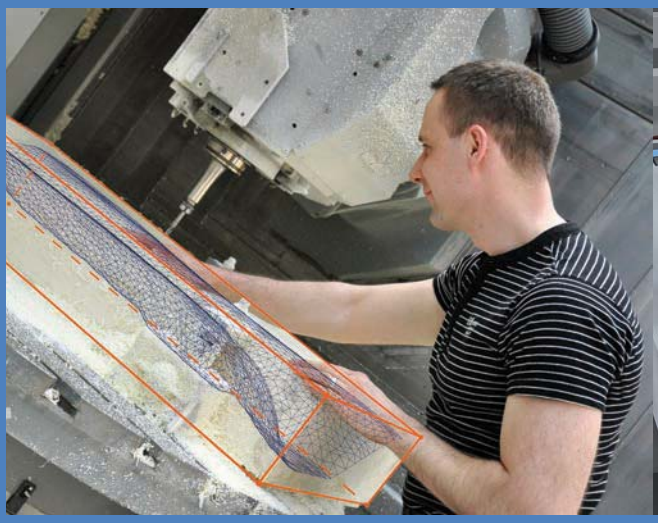
- Design Review/Konstruktionsbewertung
  - Aufbereitung von CAD-Daten nach Kundenwunsch
  - Vor-Ort Präsentation mit mobiler VR-Anlage
- Erstellung von Messepräsentationen
  - Interaktive Produktvisualisierung
  - Videoerstellung
- Verleih der mobilen VR-Anlage für Messen und Präsentationen (inkl. Aufbau und Bedienung)
- 3D-Laserscanning von Fabrikhallen und Anlagen
  - Scannen der Halle bzw. Anlage
  - Datenaufbereitung
- Bewegungsdatenerfassung – Motion Capturing
  - Erfassung menschlicher Bewegungen
  - Datenaufbereitung

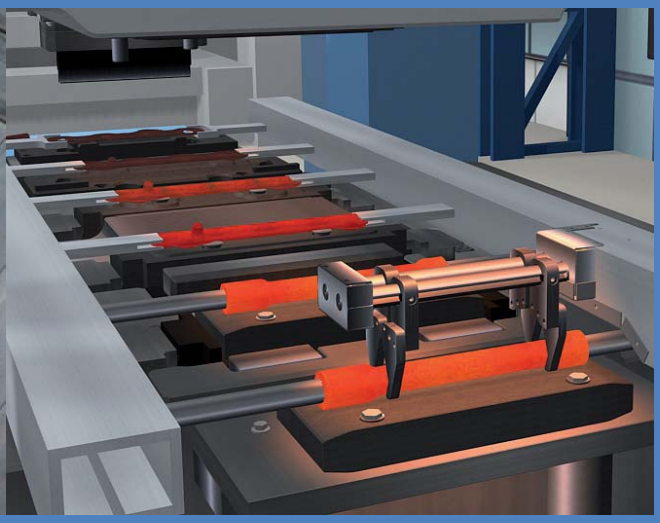
In der Abteilung Virtuelle Produktentwicklung sind aktuell sechs wissenschaftliche Mitarbeiter beschäftigt, die derzeit in folgenden Projekten tätig sind:

- Usable Trust in the Internet of Things (uTRUSTit) – EU-Projekt im 7. Forschungsrahmenprogramm
- Spitzentechnologiecluster Energieeffiziente Produkt- und Prozessinnovationen in der Produktionstechnik (eniPROD)
- Automatisierte Konvertierung von CAD-Daten in eine Virtual Reality Umgebung (CAD2VR)

Die Abteilung ist Bestandteil des Virtual Reality Centers Production Engineering (VRCP) und hat dadurch direkten Zugriff auf eine sehr umfangreiche technische Ausstattung im VR-Bereich. Am VRCP sind je eine 5-Seiten-CAVE, L-Bench, Powerwall sowie die mobile VR-Anlage moVE vorhanden. Des Weiteren stehen folgende Geräte zur Verfügung:

- Laserscanner FARO LS880
- Planungstisch visTABLE (plavis GmbH)
- Motion Capture System MVN (XSENS)





eniPROD – Querschnittsarbeitsgruppe 5 - Presshärten

Projektträger: Sächisches Staatsministerium für Wissenschaft und Kunst (SMWK)
Projektbearbeiter: Dipl.-Ing. (FH) Tino Riedel, M.Sc. Marco Schumann

Energieeffizienz spielt in der gesamten Produktion eine große Rolle. Neben der Optimierung einzelner Prozessschritte und konkreter Werkzeugmaschinen, stehen daher auch vollständige Prozessketten im Mittelpunkt der Forschung. Aus diesem Grund wurde innerhalb eniPRODs in einer handlungsfeldübergreifenden Arbeitsgruppe das energieintensive Presshärten untersucht. Die resultierende Prozesskette besteht dabei aus den einzelnen Prozessen für die Erwärmung, das Handling mittels Roboterarmen, dem Pressen sowie dem Beschnitt.

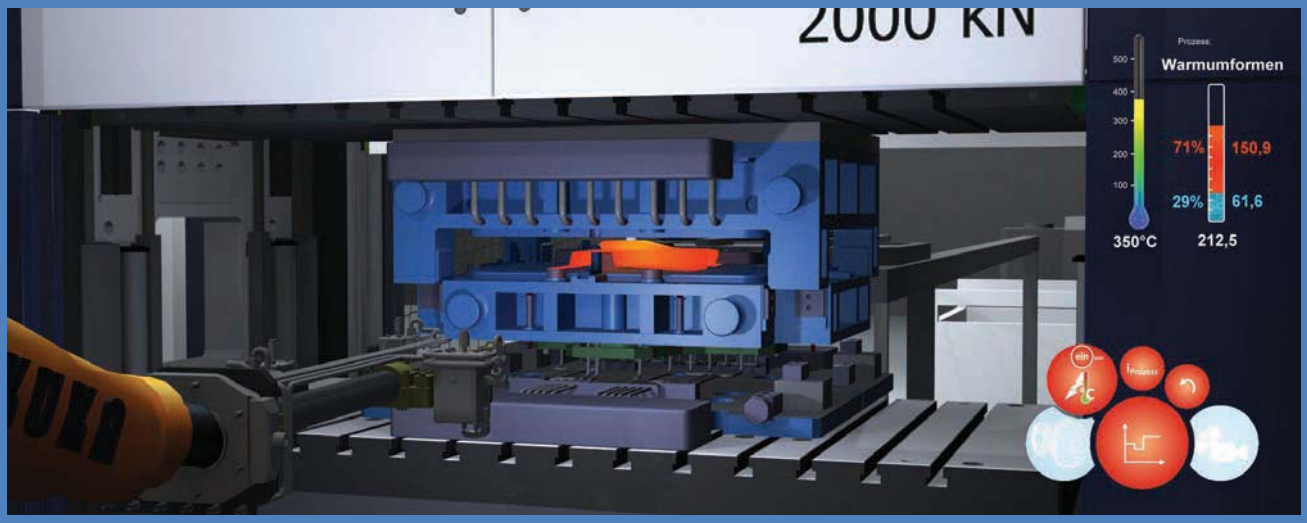
Um die für die einzelnen Prozessschritte ermittelten Energieverbräuche anschaulich zu vermitteln, soll die Prozesskette vollständig in Virtual Reality (VR) visualisiert und animiert werden. Somit soll dem Betrachter ein umfassendes Verständnis über den Ablauf des gesamten Prozesses und speziell der für die unterschiedlichen Prozessschritte notwendigen Energie vermittelt werden.

Um dies zu erreichen, sind mehrere Arbeitsschritte notwendig. Die CAD-Daten der verwendeten Maschinen und Anlagen werden genutzt, um aus diesen realitätsgetreue und detaillierte VR-Modelle zu erhalten. Die Animationen der einzelnen Prozessstationen müssen sich entsprechend an den Taktzeiten der realen Prozesskette ausrichten. Beim klassischen VR-Visualisierungs-Ansatz (mittels VRML) wird dabei eine Animationsspur genutzt, um alle Bewegungen des VR-Modells zu bestimmen. Bezogen auf die Prozesskette ist diese Lösung zu unflexibel, da Änderungen der Taktzeit eines einzelnen Prozessschrittes das gesamte Modell betreffen. Eine Lösung für dieses Problem stellt der entwickelte „Unchained Animations“-Ansatz dar. Hierbei werden die Animationen der Prozessschritte unabhängig voneinander erstellt und nachträglich im VRML-Modell verkettet. Dies ermöglicht eine hohe Flexibilität, da eine nachträgliche Anpassung der definierten Taktzeiten durch eine externe Schnittstelle möglich ist.

Den dritten und letzten Schwerpunkt in der Entwicklung bildet die Kennwertvisualisierung. Damit ein Betrachter die Energie- und Temperaturwerte passend zum aktuellen Zeitpunkt der Animation sehen kann, müssen diese Metainformationen der VR-Szene hinzugefügt werden. Dies wird über verschiede Methoden zur Energievisualisierung, wie beispielsweise Balkendiagramme, erfolgen.

Alle Bereiche zusammengenommen fügen sich zu einer virtuellen Prozesskette in VR. Dadurch ist es möglich, den kompletten Ablauf in einer immersiven Umgebung, im Maßstab 1:1 zu erleben. Die Prozesskette kann somit virtuell betrieben werden. Die Visualisierung der Energiekennwerte erfolgt dabei auf Basis von Realdaten, gekoppelt an das VR-Modell der Prozesskette Presshärten.

Durch die eingeführten „Unchained Animations“ wurde eine Methode zur schnellen Modellierung von flexibel parametrisierbaren Animationsverkettungen geschaffen. Dies ist die Grundvoraussetzung dafür, dass die entstandene Prozesskettenvisualisierung problemlos an aktuelle Gegebenheiten angepasst werden kann. Damit bietet sich das Modell für anschauliche und verständliche Schulungen an, jedoch auch im Entwicklungsprozess kann solch eine Visualisierung die beteiligten Mitarbeiter unterstützen.



VR-Modell Prozesskette Presshärten

CAD2VR - Direkte Nutzung von CAD-basierten kinematischen Ketten in immersiven Virtual Reality Umgebungen

Projektträger: Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen e. V. (Aif)
Projektbearbeiter: M.Sc. Mario Lorenz

Wie lassen sich in der Produktentstehung teure Fehler bei der Konstruktion besser vermeiden? Wie können Service, Fertigung und Konstruktion gemeinsam ein Produkt besser machen? Welche neuen Wege kann das Marketing für einen besseren Vertrieb beschreiten? Virtual Reality (VR) kann auf all diesen Gebieten durch seine interaktive stereoskopische 3D-Visuallisierung ein mächtiges Werkzeug sein.

Die Basis zur Erstellung von interaktiven VR-Szenen sind, vor allem im Bereich der Produktionstechnik, häufig CAD-Daten. Bei der Erzeugung der VR-Szene aus CAD-Daten werden dabei derzeit jedoch nur statische Geometrieinformationen übertragen. Andere Modelleigenschaften, wie Animationen oder kinematische Ketten, die bereits im CAD-Modell enthalten sind, gehen bei der Datenkonvertierung verloren und müssen neu aufgebaut werden. Dieser Neuaufbau muss von einem 3D-Ex erten aufwendig mittels einer Spezialsoftware geschehen. Dieser aufwendige Prozess ist ein Hauptgrund, dass vor allem in KMUs die VR-Technologie trotzt des enormen Potenzials bisher nur sehr wenig Anwendung findet.

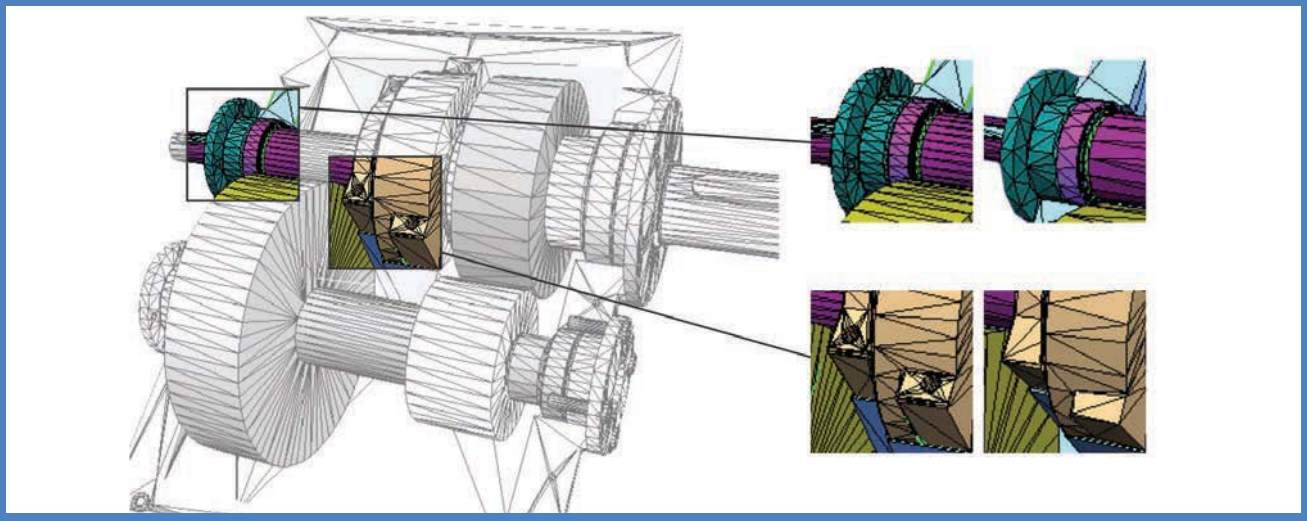
Hier will das gemeinsam mit der ARC Solutions GmbH durchgeführte Forschungsprojekt Abhilfe schaffen, indem es eine einfache und intuitive Konvertierung von CAD-Daten in eine interaktive VR-Szene ermöglicht. Dabei sollen die bereits im CAD-System definierten Animationen sowie kinematischen Ketten beibehalten werden. Diese Animationen und kinematischen Ketten sollen sich, wie aus dem CAD-System gewohnt, interaktiv in der VR bedienen lassen. Bei der Konvertierung großer und sehr detaillierter Modelle, kann jedoch eine Echtzeit-Interaktion in der VR nicht mehr möglich sein. In diesem Fall wird bei der Konvertierung ein automatisierter Reduzierungsprozess durchgeführt, der eine Echtzeit-Lauffähigkeit bei guter Qualität ermöglicht.

Von entscheidender Bedeutung bei der Entwicklung der Methode ist die nahtlose Integration des Konvertierungsprozesses und der entstehenden VR-Daten in das PDM. Nur so ist eine sinnvolle Nutzung in KMUs überhaupt möglich.

Der Konvertierungsprozess soll dabei intuitiv sowie anwender- und anwendungsspezifisch möglich sein, sodass keine tiefgehenden Fachkenntnisse über VR mehr notwendig sind, um ihre Vorteile nutzen zu können. Durch die Automatisierung der Modellkonvertierung von CAD-Daten in eine VR-Szene soll die Hemmschwelle der KMUs VR einzusetzen überwunden werden.

Damit die Nutzung des Konvertierungsprozesses auch wirklich an die Bedürfnisse potentieller KMU-Anwender angepasst ist, wurden Use Cases erarbeitet. Diese definieren typische Nutzungsszenarien aus dem Bereich des Marketing und der Konstruktion. Geleitet von diesen beiden für KMUs hoch relevanten Sichten, ist die Forschungs- und Entwicklungsarbeit im Projekt seit Beginn getrieben.

Der entstandene Prototy wird anhand prax snaher CAD-Daten und basierend auf den definierten Use Cases in einer Studie von erfahrenen Konstrukteuren getestet werden. Die dadurch erhaltenen Erkenntnisse über die Güte und Nutzbarkeit des Prototy en werden die anschließende Weiterentwicklung zur angestrebten Marktreife des Produktes wesentlich befördern.



Nahezu qualitätsverlustfreie Modellreduzierung eines Getriebes

Hauptabteilung Fertigungstechnik/Prozessinformatik
Lehr- und Forschungsabteilung Umformen

Das Tätigkeitsfeld der Lehr- und Forschungsabteilung Umformen erstreckt sich über die gesamte Prozesskette der umformtechnischen Bauteilerzeugung. Sowohl in der Blech- als auch in der Massivumformung steht dabei die Optimierung von Umformtechnologie, -werkzeug und -prozess im Mittelpunkt grundlagenorientierter und industrienaher Forschungsprojekte. So erfolgt beispielsweise unter Anwendung der FE-Simulation für Prozesse der Kalt- und Warmumformung das Detektieren kritischer Umformbereiche oder die Ableitung von Aussagen zur Machbarkeit der betrachteten Umformoperationen sowie zu Belastungen im Werkzeug, deren Relevanz in praktischen Versuchen überprüft wird.

In der Abteilung sind derzeit 18 Mitarbeiter beschäftigt, die neben ihrer Lehrtätigkeit derzeit folgende aktuelle Forschungsprojekte bearbeiten:

- Spitzentechnologiecluster „Energieeffiziente Produkt- und Prozessinnovationen in der Produktionstechnik“ (eniPROD)
- CLUSTER OF EXCELLENCE „MERGE“ Technologies for Multifunctional Lightweight Structures (MERGE)
- „Hochfeste aluminiumbasierte Leichtbauwerkstoffe für Sicherheitsbauteile“ (HALS)
- „Hochfeste und hochsteife hybride Schichtverbunde für großseriennahe Anwendung im Leichtbau“ (3HSL)

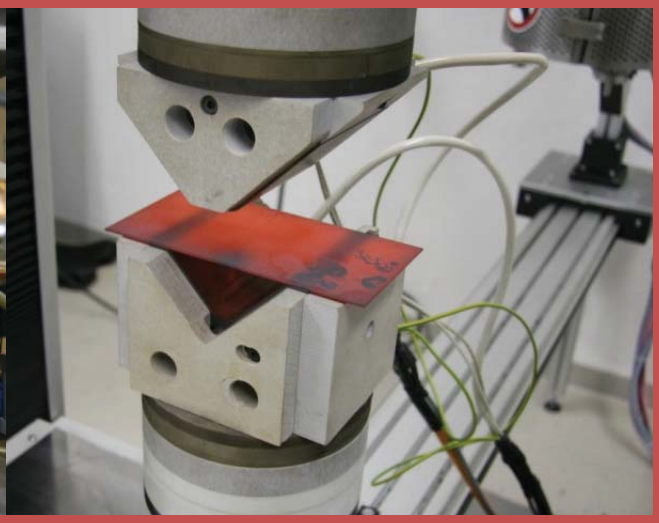
Zur Nutzung von Synergieeffekten erfolgt ein enges Zusammenwirken mit anderen Forschungsgebieten wie der Technischen Mechanik, der Werkstofftechnik und der Mathematik. Darüber hinaus gewährleistet die intensive Kooperation mit dem Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik (IWU) das Einfließen praxisorientierter Fragestellungen in die Projektarbeit.

Im Zusammenhang mit der Forschungstätigkeit werden von der Lehr- und Forschungsabteilung Umformen neben Themen wie:

- Machbarkeitsanalysen
- Simulation von Umformvorgängen
- Optimierung von Bauteilen, Werkzeugen und Prozessketten
- Bewertung und Optimierung von Energieflüssen bei der Warmumformung

begleitende Dienstleistungen angeboten, wie z. B.:

- Mechanische Werkstoff- und Bauteilprüfung
- Metallografische Charakterisierung
- Umform- und Gefügesimulationen
- Untersuchungen zum tribologischen System
- Analysen zur Ergonomie im Umformprozess



Werkstoffcharakterisierung, Verfahrensentwicklung, Prozessketten

Werkstoffprüfung

- Zug-, Druck-, Torsionsversuche
- Metallografie

Tribologie in der Umformtechnik

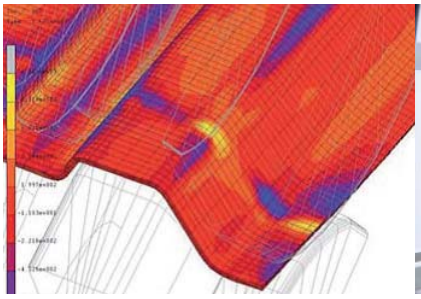
- Reibwertprüfung in der Massivumformung (Ringstauchversuch, Spiketest, Tribometer)
- Auswahl und Einsatz von Schmierstoffen (Minimalmengenschmierung, Haftungseigenschaften)
- Streifenzugversuch bei hohen Flächenpressungen, hohen Temperaturen, mit Umlenkung und/oder Niederhalter inkl. Ziehsicken (in Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer IWU)

Massivumformung

- Untersuchungen zu hochfesten Aluminiumbauteilen
- Verfahren zur Einstellung gradierter Eigenschaften
- Bohrungsdrücken

Blechumformung

- Blechprüfverfahren (Tiefzieh-, Streckzieh- und Biegeversuch)
- Konventionelle Umformverfahren und Warmblechumformung
- Walzversuche (Tandem-/Quarto-Walzwerk)
- Walzprofilieren
- Scherschneiden



Simulation Walzprofilieren

Werkstoffprüfung

Ergonomie im Umformprozess

- Ergonomie beim Werkzeug-Tryout
- Darstellung von körperlichen Belastungen im Werkzeugbau und Produktionsprozess in Zusammenarbeit mit dem Virtual-Reality Labor

Für die angebotenen Dienstleistungen steht der Abteilung Umformen folgende Ausstattung zur Verfügung:

- Duo-/Quarto-Walzwerk (Bühler)
- Universalprüfmaschine inspekt 150 kN (Hegewald & Peschke)
- Kammerofen KOE 528/1200-M (Padeltherm)
- Universal-Härteprüfeinrichtung M1C 010 (EMCOTEST)
- Rauheits-Messgerät T1000 (Hommelwerke)
- 3D-Mikroskop VHX-600 (Keyence)
- Simulationssoftware: DEFORM, LS-Dyna, Abaqus

OBERON – Innovatives technisches und Systemkonzept für Verarbeitungslinien zur spanlosen Blechbearbeitung

Projektträger: Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen e. V. (Aif)
Projektbearbeiter: UT: Dr.-Ing. habil. Verena Kräusel, Dipl.-Ing. André Mosel, Dipl.-Ing. Peter Birnbaum
SRT: Dr.-Ing. Holger Schlegel, Dr.-Ing. Ruben Schönherr, Dr.-Ing. Stefan Hofmann

Umformtechnische Prozesse (z. B. Scherschneiden, Biegen, Prägen, Tiefziehen) benötigen einen strikten Parallellauf von Ober- und Unterwerkzeug. Typischerweise wird dies durch stark dimensionierte Führungen gewährleistet, die ein Verkippen aufgrund von resultierenden Querkräften verhindern. Durch den im Projekt angestrebten konsequenten Leichtbau folgt jedoch eine geringere mechanisch-konstruktive Dimensionierung der Führungselemente und somit müssen die Kraftwirkungen anderweitig kompensiert werden.

Zu diesem Zweck wird das Konzept eines „angetriebenen Werkzeuges“ verfolgt, welches die prozessspezifische Platzierung von Antrieben direkt am Werkzeug vorsieht. Über die getrennte Steuerbarkeit der Einzelantriebe soll ein strikter Parallellauf realisiert werden. Notwendig dafür sind einerseits die operationsspezifische Beherrschung von unterschiedlichen Bewegungs- bzw. Kraftprofilen in einem Steuerungssystem und andererseits eine hochdynamische Regelung, damit die Belastung nicht zu einem Verkanten des Werkzeuges führt. Der Anspruch des Projektes besteht darin, diese hochdynamischen umformtechnischen Operationen mit einem „angetriebenen Werkzeug“ prozesssicher zu realisieren.

Aufbauend auf einem Vorprojekt soll sich dieses Konzept besonders bezüglich:

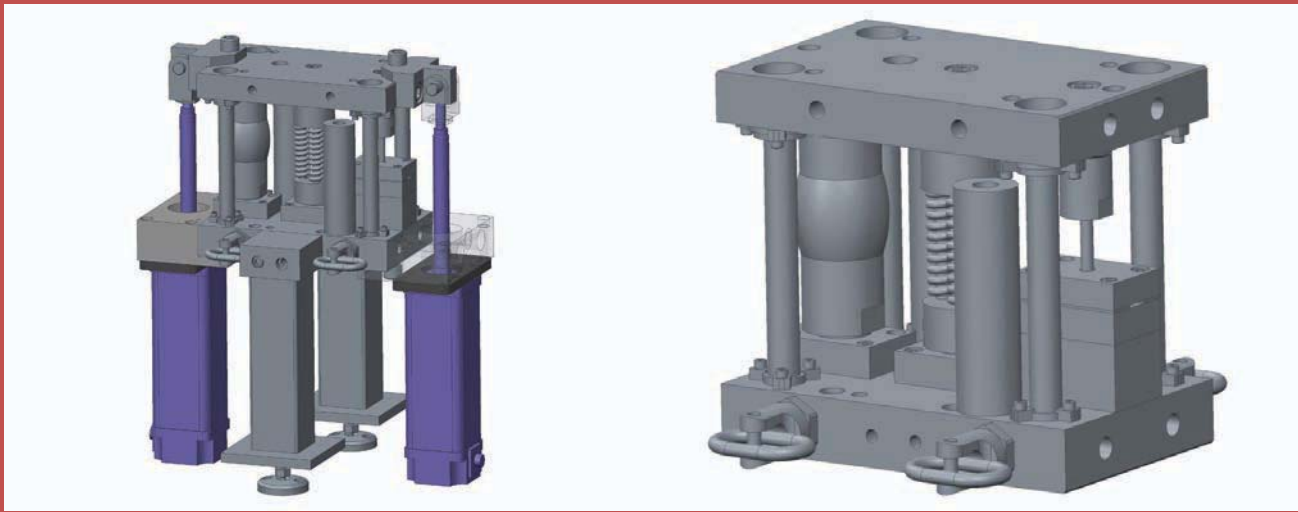
- Multifunktionalität
- Qualitäts- und effizienzorientierter Gestaltung und Steuerung der technologischen Arbeitsprozesse
- Belastungsorientierter Werkzeugführung und der damit in Verbindung stehenden erhöhten Prozess- und Funktionssicherheit
- Kopplungsfähigkeit einzelner Arbeitsstufen entsprechend der technologisch bedingten Operationsfolge
- Leichtbau und der daraus resultierenden verbesserten Handling- und Bedienerfreundlichkeit

auszeichnen.

An der Professur werden die folgenden Arbeitspakete bearbeitet:

- Umformtechnische Belastungssimulation
- Entwicklung spezifischer algorithmischer Steuerungs- und Regelungsfunktionen

In einem ersten Schritt wurde ein Werkzeug zur Belastungssimulation konzipiert (siehe Abbildung), mit welchem symmetrische und unsymmetrische Lastfälle, wie sie bei realen Umformprozessen auftreten, modelliert werden. Dabei können sowohl einzelne als auch eine Folge mehrerer Umformoperationen abgebildet werden. Die erhaltenen Zeitverläufe bilden die Grundlage für die Erstellung eines Steuerungs- und Antriebskonzeptes und stellen den Zugang für nachgelagerte regelungstechnische Untersuchungen dar. Ziel ist es, die hohen Genauigkeitsanforderungen, insbesondere der Werkzeugführung, trotz des dem Projekt zugrundeliegenden Leichtbaugedankens zu erfüllen.



Werkzeugkonzept für Belastungsuntersuchungen

Hochfeste und hochsteife hybride Schichtverbunde für großseriennahe Anwendung im Leichtbau (3HSL)

Projektträger: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
Projektbearbeiter: M.Sc. Alexander Graf

Seit einigen Jahrzehnten sind Faser-Kunststoff-Verbunde (FKV) mit duro- und thermoplastischer Matrix im industriellen Einsatz. Dies ist auf ihre hohe Festigkeit und Steifigkeit bei relativ geringer Dichte zurückzuführen. In einigen Anwendungsfällen wird zusätzlich eine definierte Duktilität gefordert. Um diese gegensätzlichen Eigenschaften zu verbinden, wurden die hybriden Schichtverbunde, sogenannte hybride Laminate, entwickelt.

In der Luftfahrtindustrie werden schon seit einigen Jahren die hybriden Schichtverbunde eingesetzt. Ein häufig verwendeter Verbund, zum Beispiel im Airbus A380, ist GLARE. Dieser Werkstoffverbund ist eine Kombination von Aluminiumblech mit glasfaserverstärkten duroplastischen Kunststoffen. Ein neuer Ansatz in dem Verbundprojekt 3HSL war es, die duroplastische Matrix des faserverstärkten Kunststoffes durch eine thermoplastische Matrix zu ersetzen. Durch diese Substitution kann die Herstellungszeit von ebenen Halbzeugen deutlich reduziert werden. Weiterhin ist es möglich, diesen Verbund zu jeder Zeit aufzuschmelzen und somit umzuformen oder zu recyceln.

Die Herstellung des Verbundes und die Optimierung der Grenzfläche zwischen Metall und faserverstärkten Kunststoffen erfolgte durch die beteiligten Projektpartner. An der Professur Werkzeugmaschinen und Umformtechnik wurden die Umformeigenschaften dieses Verbundes untersucht. Dafür wurden im ersten Schritt die Einzellagen charakterisiert.

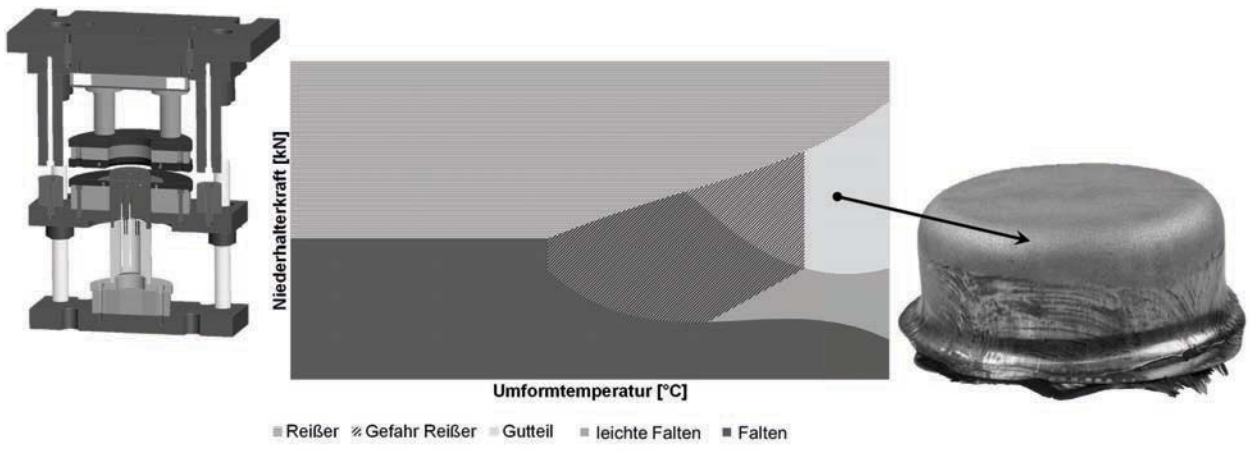
Für die Aluminiumlegierung wurden dabei folgende Kenngrößen ermittelt:

- Fließkurven bei Raumtemperatur und Umformtemperatur
- Anisotropiewerte für das Fließkriterium nach Hill

Anhand dieser Kennwerte zeigte sich auch, dass der Herstellungsprozess von hybriden Schichtverbunden einen signifikanten Einfluss auf die mechanischen Kennwerte hat.

In weiteren Untersuchungen wurden die Umformverfahren Gesenkbiegen und Tiefziehen untersucht. Die wesentlichen Parameter für das Biegen im V-Gesenk sind die Werkzeugtemperatur und der Biegeradius. Durch diesen Versuch wurden wichtige Zusammenhänge zwischen Werkzeugtemperatur und Umformergebnis ermittelt.

Mit Hilfe der FEM-Simulation wurde die Umformung von hybriden Schichtverbunden modelliert und mit den Versuchsergebnissen validiert. Nach dem erfolgreichen Abgleich wurde eine Parameterstudie durchgeführt. Der daraus ermittelte Zusammenhang zwischen Niederhalterkraft und Umformtemperatur lässt sich in einem Arbeitsdiagramm (s. unten) darstellen. Der Vergleich von Simulation und durchgeführtem Experiment zeigt eine gute Übereinstimmung.



Tiefziehen von hybriden Schichtverbunden (links: Werkzeug, Mitte: Arbeitsdiagramm, rechts: Ergebnis)

Hauptabteilung Fertigungstechnik/Prozessinformatik
Lehr- und Forschungsabteilung Spanen und Fügen

Hochleistungszerspanung – Schlüssel zur Effizienz

Die spanende Bearbeitung wird vorrangig zur Neben- und Endformgebung eingesetzt, wobei die Forderung nach einem Minimum an Zeit, Kosten und Energie zur Einbringung eines Bearbeitungselementes besteht. Hierfür bietet die Hochleistungsbearbeitung mit hohen Vorschüben und hohen Schnittgeschwindigkeiten dem Anwender eine Möglichkeit bewußt Fertigungszeiten sowie Energie- und Ressourcenverbräuche zu senken. Jedoch erfordert die Umsetzung neben einer entsprechenden Werkzeug- und Maschinenwahl ein hohes Prozessverständis.

Bearbeitung schwer spanbarer Werkstoffe

Besonders bei der Bearbeitung von mechanisch und thermisch hochfesten Werkstoffen, welche vermehrt im Fahrzeug-, Maschinen- und Anlagenbau eingesetzt werden, treten Probleme hinsichtlich der Prozessstabilität oder gar bei der Bearbeitbarkeit auf. Um eine sichere Bearbeitung mit geringen Werkzeug- und Maschinenkosten zu ermöglichen, werden Unterstützungssysteme eingesetzt. Beispiele an der Professur hierfür sind:

- Laserunterstützte dreidimensionale Fräsbearbeitung
- Bearbeitung mit kryogener Kühlung
- Komplettbearbeitung mit gesteigertem Kühlschmiermitteldruck

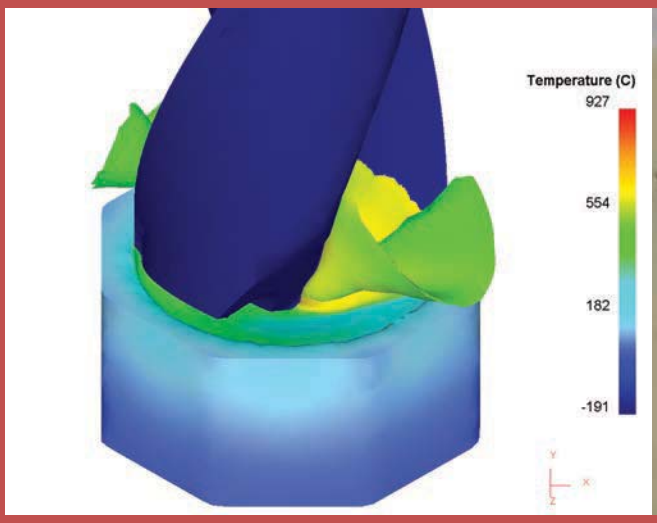
Erweiterung von Verfahrensgrenzen beim Spanen

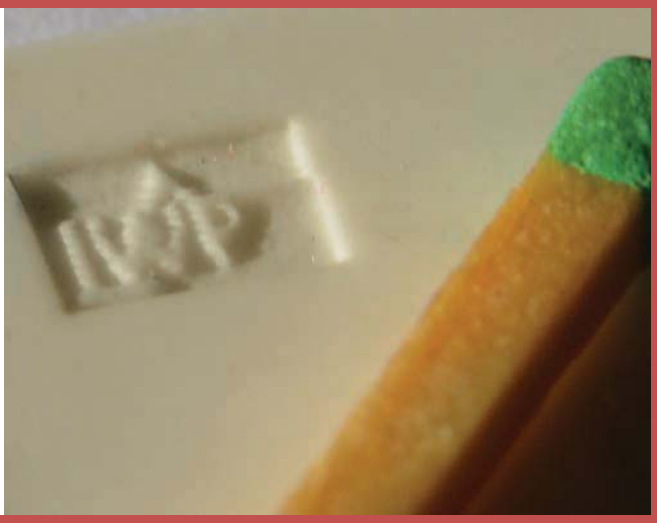
Die spanende Bearbeitung erreicht bei einer Vielzahl von Materialien ihre Grenzen hinsichtlich Werkzeugeigenschaften und Werkstückstabilität, aber auch bezüglich der Präzision. Ein Beispiel hierfür ist die Keramikbearbeitung. So werden Keramiken meist in thermisch und mechanisch hochbelasteten Bauteilen eingesetzt. Eine spanende Endbearbeitung mit hohem Zeitspanvolumen ist mit konventionellen Verfahren bis jetzt nicht oder nur beschränkt möglich. Durch Einsatz einer optimierten Wasserabrasivstrahltechnologie wird die Erzeugung von komplexen dreidimensionalen Strukturen mit hohem Zeitspanvolumen ermöglicht. Weiterhin eignet sich diese Technologie auch hervorragend für das Trennen der schwer bearbeitbaren Multimaterialverbunde.

Ein weiteres Feld stellt die spanende Bearbeitung von Elastomeren dar. War die Bearbeitung aufgrund des hochelastischen Verhaltens bisher kaum möglich, ergeben sich durch einen kryogen gekühlten Prozess ungeahnte Bearbeitungsmöglichkeiten hinsichtlich Formenvielfalt und Präzision. Dies ermöglicht die Einsparung der Herstellung von metallischen Presswerkzeugen, wodurch Serien mit geringer Stückzahl wirtschaftlich und schnell hergestellt werden können.

Prozesssicherheit

Um der Forderung einer Nullfehlerproduktion bei der Hochleistungsbearbeitung gerecht zu werden, bedarf es einer detaillierten Prozessüberwachung. Dies erfordert neben hochauflösender, prozesspezifischer Sensorik auch Methoden zur Erkennung von kritischen Prozesszuständen. Weiterhin ist die zerstörungsfreie, hundertprozentige Bauteilprüfung bei hochbelasteten Bauteilen eine zwingende Notwendigkeit. Hierbei ist besonders die Erkennung des meist nicht visuell sichtbaren Schleifbrandes eine hohe Herausforderung. Durch die Analyse, Modellierung und messtechnische Erkennung von diesem soll eine sichere Bauteilprüfung auch bei äußerst komplexen Bauteilen umgesetzt werden.





Hauptabteilung Fertigungstechnik/Prozessinformatik

Lehr- und Forschungsabteilung Spanen und Fügen

Hochleistungsfügeprozesse – Vorsprung durch Effizienz

Moderne Hochleistungsfügeprozesse ermöglichen durch höhere Schweißgeschwindigkeiten die Fertigungszeiten und damit die bauteilbezogenen Kosten deutlich zu senken. In Anlehnung aktueller Forderungen werden neben der Kostenreduktion verbesserte Schweißnahtgüten erreicht. Beispiele für aktuelle Forschungsthemen sind:

- UP-Schweißprozess mit modelierten Gleich- und Wechselströmen
- MAG-Schweißen mit Elektrodendurchmesser bis 4 mm
- Spektral geregelte Pulsschweißprozesse
- Fügen von multifunktionalen Leichbauwerkstoffen mittels moderner Wechselstrom-Impuls-Prozesse

Der Fokus der Verfahrensentwicklungen liegt in der akademischen Forschung und industriellen Verwertung. So werden die Ergebnisse in DVS-Richtlinien und -Merkblätter eingearbeitet.

Frequenzvariationen bei induktiven Erwärmungs- und Fügeprozessen

Insbesondere bei der induktiven Erwärmung komplexer Bauteilgeometrien stellt die Variation bzw. das Überlagern von Arbeitsfrequenzen einen zusätzlichen Freiheitsgrad zur Verfügung. Es werden thermische Prozesse vom Löten, Glühen, Härten bis hin zu induktiven Schweißprozessen hinsichtlich angepasster Frequenzvariationen analysiert und optimiert. Durch Technologieentwicklungen mit Unternehmen aus den Bereichen Fahrzeug-, Maschinen- und Anlagenbau werden frequenzmodifizierte Induktionsprozesse etabliert und dadurch sichere und effiziente Produktionsabläufe ermöglicht.

In-Situ Qualitätssicherung und Prozesssicherheit

a. Nahinfrarotspektroskopie (NIR: 760 nm-3000 nm)
Für die Überwachung der Verbindungsqualität z.B. beim Laserschweißen wird der NIR-Bereich der reflektierten Prozessstrahlungsanteile erfasst und analysiert. Der Vorteil dieser berührungslosen online-Prüfmethode mit einseitiger Zugänglichkeit ist es, dass aus dem Verhältnis rückgestreuter Laserstrahlung zu emitierter Prozesswärmestrahlung Aussagen zur Qualität der Verbindung abgeleitet werden können. Materialspezifische Spektren lassen beim Fügen von Mischverbindungen zusätzliche Qualitätsaussagen zu.

b. Photodiodenanalyse
Bei Lichtbogenschweißverfahren können durch die Photodiodenanalyse aus den prozessabhängigen Anteilen: Metalldampf, ultraviolette und sichtbare Strahlung Erkenntnisse gewonnen werden. Abtastraten im MHz-Bereich ermöglichen die Schweißparameter Strom und Spannung basierend auf den spektralen Messgrößen anzupassen. Eine Verknüpfung mit der Prozesssteuerung ermöglicht eine schnelle Reaktion auf Prozessveränderungen und dadurch gleichbleibende Leistungsverhältnisse über die gesamte Schweißnaht.

Thermisches und mechanisches Fügen von Leichtbaumaterialien und Mischverbindungen

Die Entwicklung innovativer Fügeelemente für thermomechanische Hybridfügeprozesse erlaubt durch eine Kombination von Stoff- und Formschluss hochfeste Verbindungen. Faserverstärkte oder unverstärkte Kunststoffe auf der einen und Metalle, wie Magnesium, Aluminium oder hochfeste Stähle auf der anderen Seite sind dabei mögliche Partner, welche zu hochfesten Verbunden gefügt werden.

Technologie- und Anlagenentwicklung zur dreidimensionalen laserunterstützten Fräsbearbeitung in Parallelkinematiken (3D-LAM-Para)

Projektträger: Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen e. V. (Aif)
Projektbearbeiter: Dipl.-Ing. Carlo Rüger

Die Warmzerspanung ist ein vielversprechender Ansatz, um die Bearbeitbarkeit hochfester, schwer spanbarer Werkstoffe zu verbessern. Dabei wird die thermische Abhängigkeit der Materialeigenschaften, insbesondere der Festigkeit genutzt. Mit steigender Temperatur reduziert sich die Werkstoffhärte, was die Zerspanbarkeit verbessert. Laserstrahlung, welche eine hohe Energiedichte auf vergleichsweise kleiner Fläche konzentrieren kann, bietet dabei eine exzellente Möglichkeit zu einer schnellen, präzisen und gezielten lokalen Erwärmung des Werkstoffs direkt vor dem Werkzeug. Die Vorteile einer laserunterstützten Bearbeitung sind:

- Deutlich reduzierte Prozesskräftte
- Verbessertes Bearbeitungsergebnis (Oberfläche, Gratbildung, etc.)
- Höhere Werkzeugstandzeiten
- Gesteigerte Produktivität

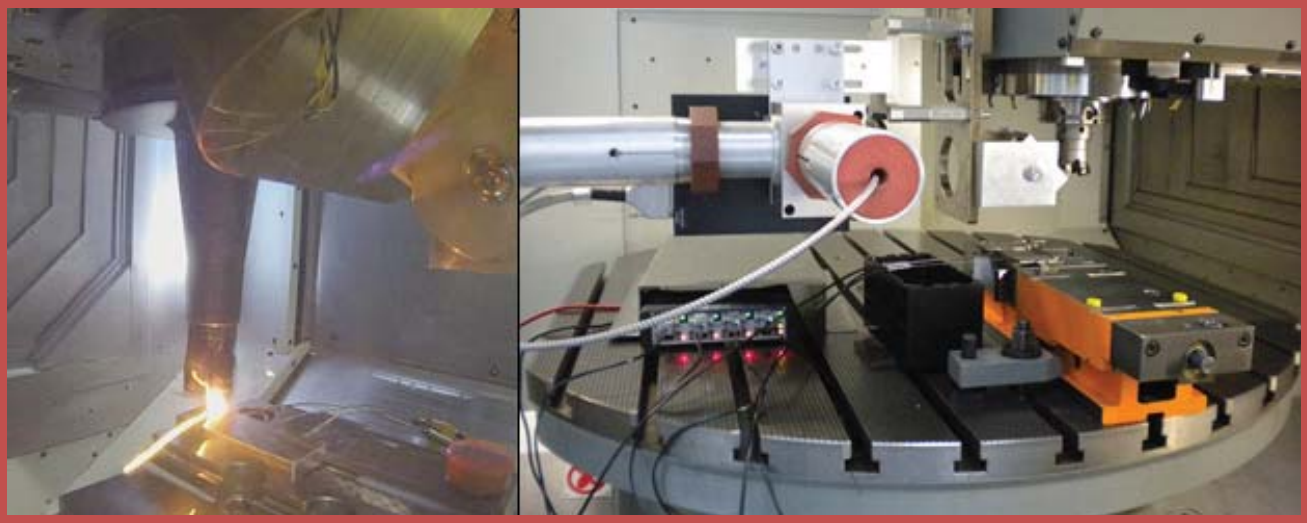
In vorangegangenen Untersuchungen zur laserunterstützten Fräsbearbeitung konnten bereits positive Ergebnisse erzielt werden. Es hat sich allerdings auch gezeigt, dass Standardwerkzeuge aus beschichtetem Hartmetall den gestiegenen Anforderungen durch Trockenbearbeitung und erhöhte Prozesstemperaturen kaum noch gewachsen sind. Darum konzentrieren sich aktuelle Unersuchungen auf den Einsatz von thermisch beständigen Schneidstoffen wie Keramik oder CBN.

Grundlegende Vorraussetzung für eine laserunterstützte Zerspanung, insbesondere beim Fräsen, ist auch, dass der zu bearbeitende Bereich jederzeit für den Laserstrahl erreichbar ist. Dies erfordert schon bei einer simplen Änderung der Fräsrichtung die Nachführung der Strahleinheit des Lasers. Die konstruktiven Besonderheiten von Parallelkinematiken (PKM) bieten dabei entscheidende Vorteile gegenüber anderen Maschinenkonzepten und stellen somit den Schlüssel für die Durchführbarkeit einer laserunterstützten 3D-Bearbeitung dar.

Das Kooperationsprojekt „3D-LAM-Para“ wird von der AiF gefördert und läuft bis anuar 2015. Ziel des Vorhabens ist die Entwicklung einer Fräs- und Anlagentechnologie für die laserunterstützte 3D-Bearbeitung von schwer spanbaren, hochwarmfesten Werkstoffen auf Nickelbasis (Inconel). Neben der TU Chemnitz sind die Industriepartner LASERVORM GmbH, Erstausrüster für Laseranlagen und Lasersonderlösungen, und die MILLFAX GmbH, Fertigungsspezialist für komplexe 5-Achs-Bearbeitung auf Parallelkinematiken, involviert. Die Projektschwerpunkte liegen in der:

- Prozessentwicklung zum laserunterstützten Fräsen
- Entwicklung eines neuartigen, sehr kompakten 2D-Laserscanners
- Konstruktion und Integration der zusätzlichen Komponenten in eine Werkzeumaschine mit Parallelkinematik
- Entwicklung einer Steuerungslösung zur Kombination von Laser und Fräsmaschine
- Entwicklung und Umsetzung eines Sicherheitskonzepts

Die Herausforderungen stellen sich dabei vor allem in der technologischen Machbarkeit des Fräsprozesses selbst sowie der konstruktiven Integration und steuerungstechnischen Kopplung von Laser und Fräsmaschine. Projektziel ist ein Versuchsstand zur dreidimensionalen laserunterstützten Fräsbearbeitung an einer PKM.



Laserunterstützte Fräsbearbeitung (links: LAM-Prozess, rechts: Versuchsaufbau mit fester Strahleinheit)

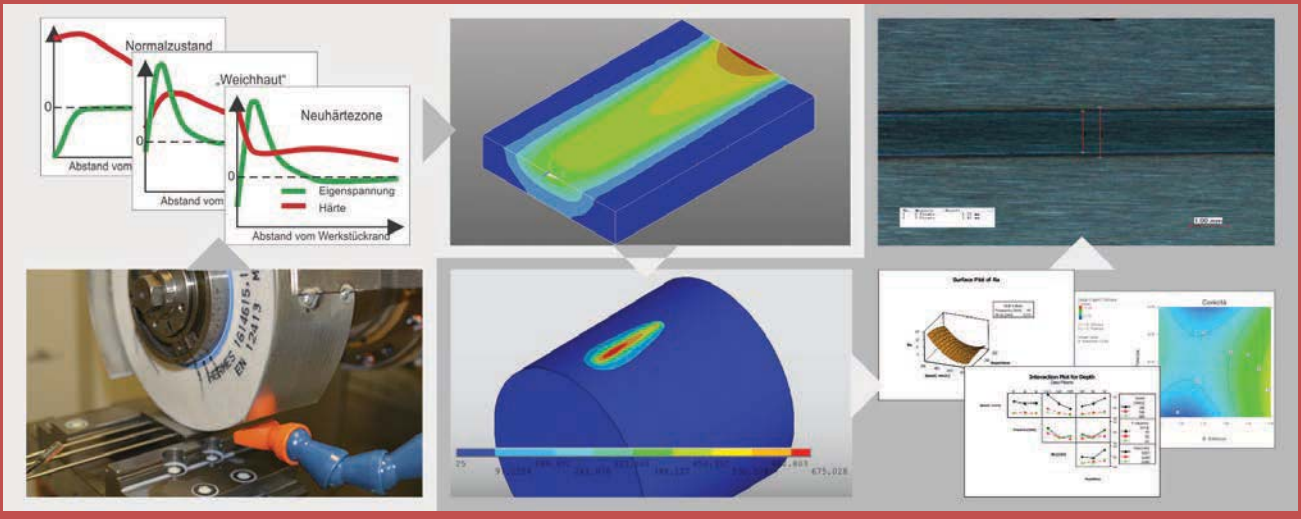
Herstellung von Kalibrierkörpern für die Schleifbrandprüfung

Projektträger: Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsgemeinschaft e. V. (AiF)
Projektbearbeiter: Ing. Flaviana Tagliaferri, Ph.D., Dipl. Wirt.-Ing. Dipl.-Ing. Anne Oettel

Schleifbrand ist eines der häufigsten Probleme, welche beim Schleifprozess auftreten. Diese durch thermische Belastung hervorgerufene Schädigung der Randzone des Werkstückes kann unvorhersehbare Auswirkungen auf die Funktionsfähigkeit des Bauteiles haben. Kritisch hierbei ist vor allem der optisch nicht erfassbare Schleifbrand. Um dennoch die geforderten Produktqualitäten beim Schleifprozess sicherzustellen und aufgetretenen Schleifbrand zu detektieren, wurde in diesem Projekt die Herstellung von Kalibrierkörpern mit entsprechenden Ersatzfehlern für die Schleifbrandprüfung als Ziel gesetzt. Die reproduzierbare Nachbildung der Ersatzfehler wird dabei durch den Einsatz von Lasertechnik angestrebt.

Zur Umsetzung dieser Zielstellung war es zunächst erforderlich, Schleifbrand in seinen Ausprägungen zu analysieren und zu spezifizieren. Die Schädigung in der Randzone des Werkstückes tritt bei Prozessinstabilitäten auf, welche zu hohen thermischen Belastungen von Werkstück und Werkzeug führen. Eine Folge sind Gefügeveränderungen im Werkstück. Diese äußern sich zum Beispiel in Form von so genannten Anlasszonen, Neuhärtezonen, aber auch in Form von Rissen. Differenzieren lassen sich die einzelnen Ausprägungen im Wesentlichen durch die charakteristischen Härte- und Eigenspannungsverläufe in der Wärmeeinflusszone. Während beispielsweise bei Anlasszonen eine deutliche Reduzierung der Oberflächenhärte zu verzeichnen ist, äußern sich Neuhärtezonen vordergründig durch einen Anstieg der Härte an der Werkstückoberfläche. Im weiteren Tiefenverlauf zeigte sich außerdem ein Härteabfall, der auf die Ausprägung einer darunter liegenden Anlasszone hinweist.

Ausschlaggebend für die thermische Schädigung ist der Wärmestrom in das Werkstück. Dieser muss in Relation zu den thermischen Materialeigenschaften des Werkstückes betrachtet werden, woraus die Wirkzonentemperatur resultiert. Zur Analyse der Temperatur- und Spannungsverteilung innerhalb des Bauteils während des Schleifprozesses wurde eine Modellierung mittels der Finite Elemente Methode (FEM) durchgeführt. Am Beispiel des Flachschleifens kam ein Modell aus Werkstücksicht zum Einsatz, bei welchem die Schleifscheibe eine bewegte Wärmequelle darstellt. Die Wirkzone der Wärmequelle entspricht hierbei der Fläche aus Schleifscheibenbreite und geometrischer Kontaktlänge. Ergänzend dazu wurden mittels experimenteller Untersuchungen Zusammenhänge zwischen maßgeblichen Prozessparametern, wie Zustellung, Schleifscheibenumfangsgeschwindigkeit und Werkstückvorschub, betrachtet. Um aus den gewonnenen Daten und Erkenntnissen Rückschlüsse auf die erforderlichen Prozessparameter für die Replikation des Schleifbrandes mittels Laserbearbeitung zu ziehen, wurde für diesen Prozess ebenfalls ein FEM-Modell erstellt. Nachdem zunächst die Wechselbeziehung von Prozessparameter, wie Laserleistung, Defokus und Vorschub, experimentell betrachtet wurden, ist fortführend die Relevanz weiterer Einflüsse, wie Werkstücktemperatur, Reflexion an der Werkstückoberfläche, Einfallswinkel zu untersuchen. Aufbauend auf der detaillierten Kenntnis der wesentlichen Einflussgrößen und deren Zusammenhänge untereinander wird eine gezielte und reproduzierte Herstellung von Ersatzfehlern für die Schleifbrandprüfung realisierbar.



Herangehensweise zur Herstellung von Kalibrierkörpern mittels Laserverfahren

Hauptabteilung Fertigungstechnik/Prozessinformatik
Lehr- und Forschungsabteilung Prozessinformatik

Die Lehr- und Forschungsabteilung Prozessinformatik besteht seit 01. Januar 2011. Sie ging aus der Abteilung Virtual Reality hervor und bearbeitet folgende Forschungsthemen schwerpunktmäßig:

NC-VR

NC-VR ist eine Maschinensimulation, die auf einer Hardware-in-the-Loop-Kopplung zwischen einer realen NC-Steuerung und einem virtuellen Maschinenmodell basiert. Das virtuelle Maschinenmodell unterstützt echtzeitfähigen Materialabtrag sowie Kollisionserkennung. Optional können weitere Simulationsanteile ergänzt werden, um bspw. den Energieverbrauch der Antriebe oder das Maschinenverhalten unter Last zu simulieren.

Augmented Reality (Erweiterte Realität, AR)

Prozessunterstützung an der realen Maschine durch visuelle Zusatzinformationen. Die Ausgabe dieser Informationen erfolgt dabei über ein mobiles Endgerät (AR-Brille, Tablet-PC oder Smartphone).

Adaptive FEM

Die adaptive Finite-Elemente-Methode (aFEM) ermöglicht hochgenaue, fehlergesteuerte Berechnungen in kürzest möglicher Zeit. Mit ihr können bspw. Spannungen, lineare und nichtlineare elastische Verformungen sowie thermoelastische Verformungen berechnet werden.

Kompetenzen im Bereich Simulation

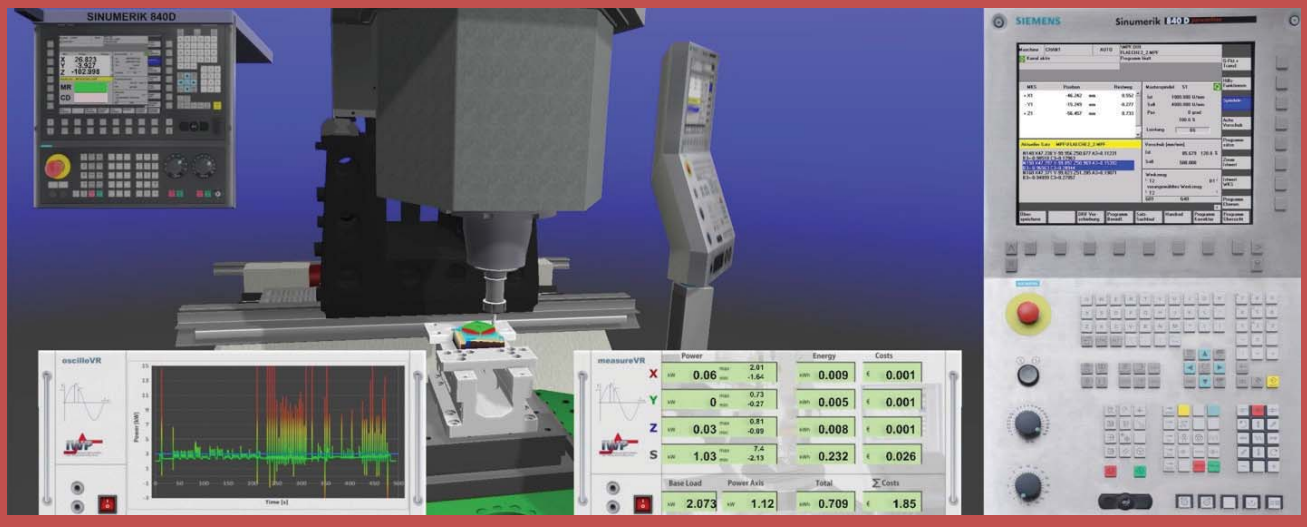
- Numerische Simulation
- NC-Programm- und Maschinensimulation
- Mehrkörpersimulation (bspw. mit MATLAB/Simulink)

Kompetenzen im Bereich Virtual Reality und Augmented Reality

- Echtzeitfähige Simulation und Visualisierung komplexer Modelle
- Szenenerstellung, inklusive Animationen
- VR-Hard- und Software Know-How
- Entwicklung/Anbindung von Interaktionsgeräten
- Markerbasierte und markerlose Objekterkennung

Dienstleistungen

- Design Review/Konstruktionsbewertung/Messepräsentation/Vertriebsunterstützung
- Virtuelle Steuerungsinbetriebnahme und Kollisionsüberwachung der Werkzeugmaschine
- Verleih der mobilen VR-Anlage für Messen und Präsentationen
- 3D-Laserscanning von Fabrikhallen und Anlagen



Simulation, Visualisierung, Integration

Die Lehr- und Forschungsabteilung Prozessinformatik verwendet in neuartigen Simulationsanwendungen die innovativen Visualisierungs- und Interaktionstechnologien der VR und AR. Die Forschungsgebiete erstrecken sich von produktionstechnischen bis hin zu medizintechnischen Anwendungen. Neben Grundlagenprojekten bearbeitet die Abteilung auch eine Vielzahl von Industrieprojekten. Unser Ziel in den Forschungs- und Industrieprojekten ist es, die Visualisierungs- und Interaktionstechnologien der VR und AR über den gesamten Produktlebenszyklus zur Optimierung von Prozessen und Produkten einzusetzen.

Die Abteilung Prozessinformatik arbeitet in einem interdisziplinären Team, bestehend aus 10 wissenschaftlichen Mitarbeitern, aus den Bereichen Maschinenbau, Informatik, Informations- und Elektrotechnik sowie Mathematik. Derzeit sind die Mitarbeiter in folgenden Forschungsprojekten tätig:

- Spitzentechnologiecluster Energieeffiziente Produkt- und Prozessinnovationen in der Produktionstechnik (eniPROD)
- 3D-Simulationsumgebung für die Fertigung hochkomplexer Bauteile auf Sondermaschinen
- Entwicklung einer Software zur Planung von Hüftimplantat-Operationen und eines Messinstruments für die Markierung der Gelenkkopf-Schnittlinie

Als Bestandteil des Virtual Reality Center Production Engineering (VRCP) hat die Lehr- und Forschungsabteilung Prozessinformatik direkten Zugriff auf eine sehr umfangreiche technische Ausstattung im VR-Bereich. Folgende technische Geräte sind am VRCP vorhanden:

- 5-Seiten-CAVE
- L-Bench
- Powerwall
- Mobile VR-Anlage moVE
- Laserscanner FARO LS880
- Planungstisch visTABLE (plavis GmbH)

Der Fokus der Lehrtätigkeit der Lehr- und Forschungsabteilung liegt dementsprechend in den genannten Anwendungsbereichen, den Hard- und Softwaretechnologien von VR und AR sowie in den Grundlagen der Produktionsinformatik.

Bei folgenden Lehrveranstaltungen sind Mitarbeiter der Abteilung Prozessinformatik beteiligt:

- Virtual-Reality Technologie im Maschinenbau
- Grundlagen der Produktionsinformatik
- VR-Modellierung

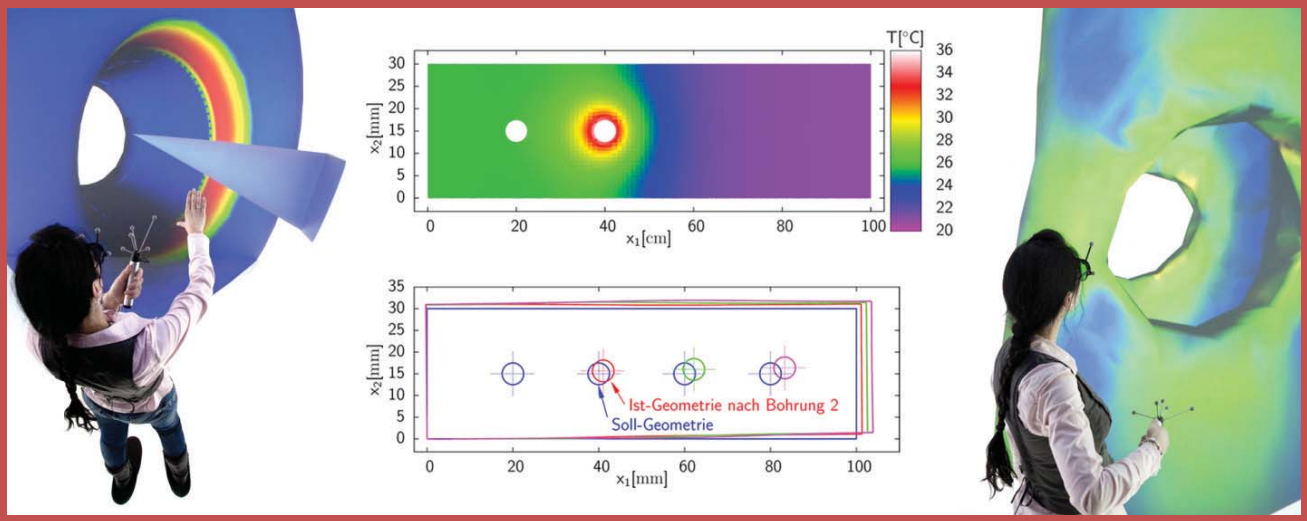
eniPROD: Numerische Simulation in der Produktentwicklung

Projektträger: Sächsisches Staatsministerium für Wissenschaft und Kunst (SMWK)
Projektbearbeiter: Dipl.-Math. techn. Janine Glänzel

Ein Forschungsgegenstand im eniPROD-Handlungsfeld Produktentwicklung (PE) ist die Weiterentwicklung und Anwendung der adaptiven Finite-Elemente-Methode (aFEM) an verschiedenen Fallbeispielen. Die Aufgabe besteht darin, die aFEM auf die immer komplexer werdenden Problemstellungen der Ingenieursdisziplinen anzupassen und anzuwenden. Bisher wurde die aFEM-Software größtenteils für akademische Anwendungsfälle eingesetzt, um beispielsweise neu entwickelte Algorithmen für Materialgesetzte und schneller konvergierende iterative Lösungsverfahren für große lineare und nichtlineare Gleichungssysteme zu implementieren und zu verifizieren. Im Rahmen des eniPROD-Handlungsfeldes PE wurden verschiedene Einsatzmöglichkeiten der aFEM im Maschinenbau umgesetzt. Besonders hervorzuheben ist die Realisierung einer Kopplung der aFEM-Software mit Virtual-Reality (VR)-Technologien. Neben dem Flystick zur Navigation durch die VR-Umgebung können über ein zusätzliches mobiles Endgerät, z. B. Smartphone oder Tablet-PC, die FEM-Berechnung durch Eingabe von Prozessparametern zur Steuerung der Simulation oder Modellparameter zur Änderung der FE-Eingangsparameter bequem umgesetzt werden. Dies ermöglicht unter anderem Spannungsspitzen und Verformungen eines ausgewählten Bauteils einer bestehenden virtuellen 3D-Baugruppe echtzeitnah und immersiv zu berechnen bzw. vorherzusagen. Gesteuert werden kann solch eine VR-gestützte FEM-Simulation mithilfe eines mobilen Gerätes, z. B. eines Smartphones oder eines Tablet-PC. Möglich wurde die Kopplung der aFEM mit VR-Technologien durch die sehr kurzen Berechnungszeiten der aFEM-Software, welche auf der Verwendung eines schnellen Lösungsverfahrens und der adaptiven fehlergesteuerten Netzverfeinerung basiert.

Ein weiterer Forschungsschwerpunkt zu der Thematik Vorhersage thermoelastischer Verformungen, die während der Bearbeitung von Werkstücken mit geminderter Kühlschmierung auftreten können, ist die Entwicklung eines Korrekturalgorithmus auf Basis des aFEM-Algorithmus. Das Ziel des Korrekturalgorithmus ist die Sicherung der Werkstückqualität beim Fertigen von Serienbohrungen bei der Trockenbearbeitung. Durch Verminderung des Kühlschmiermittels kommt es zum deutlich erhöhten Wärmeeintrag ins Werkstück, welcher sich mit jeder Folgebohrung addiert und die thermoelastische Materialausdehnung zur Nichteinhaltung der Toleranzvorgaben führt. Die Funktionsweisen des entwickelten Korrekturalgorithmus setzen sich nach aktuellem Forschungsstand aus der Vorherberechnung von Korrekturwerten für die Bohrungskoordinaten der Werkzeugpositionierung und der Bestimmung der nach dem Abkühlungsprozess entstehenden Unrundheit der Bohrung zusammen. Anhand der errechneten Unrundheit können optimierte Verfahrzeiten zur Minimierung der Rundheitsabweichung abgeleitet werden, welche zukünftig in die Einstellungen der Werkzeugverfahrzeiten einer NC-Maschine einfließen sollen. Die Grundlage zur Realisierung des Korrekturalgorithmus war die Erweiterung der aFEM-Software mit einem instationären thermoelastisch gekoppelten Berechnungsmodell. Die dahinter liegende Idee ist aus der teilprojektübergreifenden Zusammenarbeit der eniPROD-Handlungsfelder PE und PT (Powertrain) innerhalb des 1. Antragszeitraums entstanden.

Lehr- und Forschungsabteilung Prozessinformatik



Anwendungsgebiete der aFEM in der Produktentwicklung

3D-Simulationsumgebung für die Fertigung hochkomplexer Bauteile auf Sondermaschinen

Projektträger: Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen e. V. (Aif)
Projektbearbeiter: Dipl.-Ing. Marco Witt

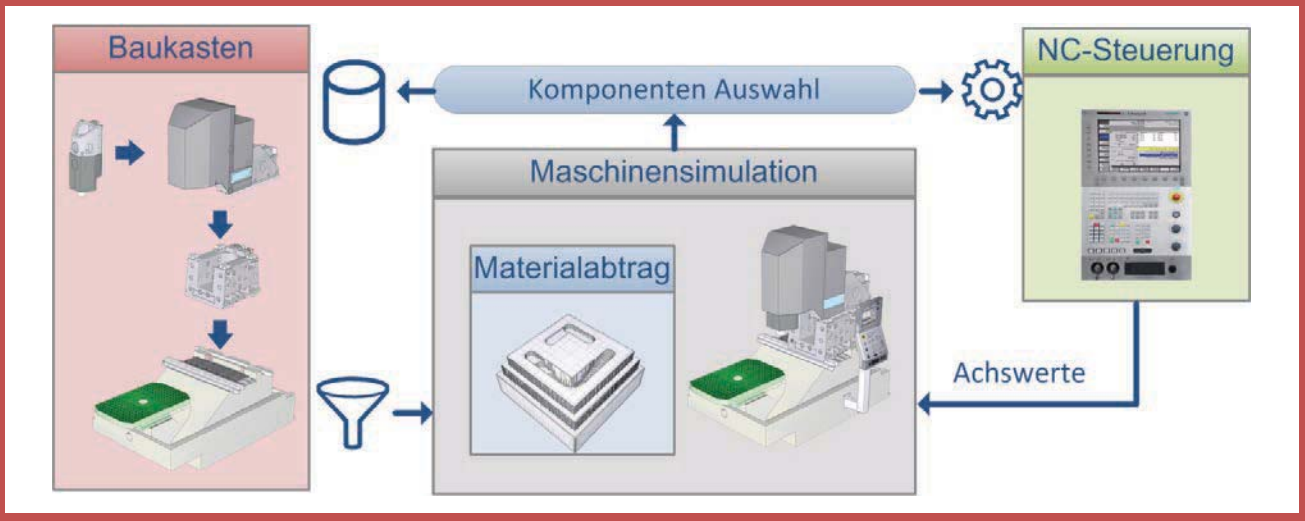
Wesentliche Erfolgsfaktoren für ein Produkt sind Qualität, Fertigungszeit, Kosten und Entwicklungszeit (time-to-market). Bei der Bearbeitung hochkomplexer Bauteile für Großserien, wie beispielsweise in der Automobilbranche, oder aber auch bei der kostenintensiven Fertigung mit speziellen Materialen, wie bspw. in der Luft- und Raumfahrtindustrie, werden verstärkt kundenspezifische Werkzeugmaschinen (Sondermaschinen) eingesetzt.

Das Ziel dieses Forschungsvorhabens ist eine Entwicklungs- und Simulationsumgebung, die in der Lage ist, den variablen und komplexen Fertigungsprozess von kundenspezifischen Werkzeugmaschinen darzustellen. Über Baukastensysteme kann ein potenzielles Produktportfolio abgebildet werden. Die Einsatzgebiete einer solchen Entwicklungsumgebung reichen von der Angebotserstellung bis hin zur Nachrüstung oder Umrüstung von Sondermaschinen.

Beispielsweise kann eine solche Entwicklungsumgebung den Vertrieb während der Angebotserstellung durch die Visualisierung der Maschinenvarianten und den daraus resultierenden Prozessen unterstützen. Durch eine grobe Planung des Fertigungsprozesses können bereits Aussagen getroffen werden, welche Maschinenkomponenten Einsatz finden und welchen Nutzen diese gegenüber anderen Maschinenvarianten aufweisen. Der Kunde bekommt so bereits während der Auftragserstellung ein direktes Feedback über die Sondermaschine, den Fertigungsprozess und die Leistungskennwerte.

Die Basis des Demonstrators bildet eine in vorherigen Projekten selbst entwickelte Maschinensimulation. Diese Maschinensimulation zeigt mit Hilfe eines virtuellen Maschinenmodells den Ablauf eines Fertigungsprozesses. Dabei erhält die Maschinensimulation aus einer realen NC-Steuerung die resultierenden Achswerte eines NC-Programms für das Maschinenmodell. Diese Bewegungsinformationen werden verwendet, um eine Kollisionskontrolle sowie den Materialabtrag am Werkstück zu berechnen.

Diese Maschinensimulation wird nun verwendet, um die einzelnen Komponenten der verschiedenen Maschinenvarianten auszuwählen. Über einen Abgleich mit einer Datenbank werden die 3D-Modelldaten jeder Komponente geladen und zusammengesetzt. Dabei beinhalten die einzelnen Komponenten Metainformationen für den korrekten Zusammenbau der Maschine. Um die Leistungsfähigkeit im Prozess einer zusammengesetzten Maschine beurteilen zu können, werden darüber hinaus Antriebseigenschaften der Komponenten hinterlegt. Mit Hilfe dieser Antriebsinformation, wird zudem die NC-Steuerung an das aktuelle Maschinenmodell angepasst.



Konzept zur Umsetzung einer Maschinensimulation für Baukastensysteme

Wissenschaftliche Qualifikation

Habilitationen

2013

Kräusel , Verena
„Gestaltung und Bewertung einhubiger Scherschneidverfahren mit starren Werkzeugen unter besonderer Berücksichtigung der Schnittflächenqualität an Blechbauteilen“

Dissertationen

2013

Bergmann, Markus
„Verfahren zur Herstellung gradiert hochgradig plastisch umgeformter Werkstoffe“

Bester, Alwyn
„Entwicklung von alternativen Erwärmungsmethoden für Mangan-Bor-Stähle“

Dix, Martin
„Ressourceneffizientes Hochleistungsbohren mit Spiralbohrern - Analyse und Prozessauslegung“

Klimant, Philipp
„Virtual Reality gestützte Kinematik- und Materialabtragssimulation für Fräsmaschinen mittels Hardware-in-the-Loop“

Schönherr, Micaela
„Entwicklung und Implementierung produktbezogener Dienstleistungen in der Werkzeugmaschinenindustrie“

Truckenbrodt, Christian
„Beitrag zur Entwicklung und Integration unterschiedlicher Methoden zur Online-Qualitätssicherung beim Laserstrahlschweißen von Aluminiumkehlnähten“

Waltl, Hubert
„Selbstoptimierung der Einarbeit von Karosseriewerkzeugen durch werkzeugintegrierte Aktorik“

2012

Hermann, Jörn
„Kennzahlbasierte Planungsmethode zur Optimierung der Anlagennutzung von Großteilpressen“

Hofmann, Stefan
„Identifikation parametrischer Modelle für geregelte elektromechanische Achsen mit modifizierter sukzessiver Polkompensation“

Mainda, Patrick Michael
„Piezoelektrische Aktoren in Presswerkzeugen zur Beeinflussung des Umformprozesses“

Richter, Markus
„Virtual Reality unterstützte Optimierung des dynamischen Verhaltens von Werkzeugmaschinen“

Studentische Arbeiten

In den Berichtsjahren 2012 bis 2014 wurden an der Professur zahlreiche studentische Arbeiten (Studien- und Projektarbeiten) und Abschlussarbeiten (Bachelor-, Master- und Diplomarbeiten) durch die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter am Lehrstuhl betreut und erfolgreich zum Abschluss geführt. Die Tabelle gibt eine detaillierte Aufschlüsselung.

Übersicht studentischer Arbeiten
(Stand 21.03.2014)

Art der Arbeit	2012*	2013	2014
Diplom-arbeiten	6	20	2(5)
Master-arbeiten	2	14	7(10)
Bachelor-arbeiten	13	24	13(9)
Studien-/ Projektarbeiten	11	48	8(12)
Gesamtstatistik	**32**	**106**	**31(36)**

* ab 16.09.2012
(...) in Bearbeitung

Diplomarbeiten

2014

Arnold, Sirko
„Entwicklung von Montagekonzepten modularer Fachwerkstrukturen im Betriebsmittelbau“

Tuchscherer, Georg
„Entwicklung eines FEM-Modells zur Untersuchung statischer und dynamischer Eigenschaften mobiler Maschinen in sich ändernden Einsatzumgebungen“

2013

Agsten, René
„Ermittlung der mechanisch-technologischen Gütewerte von MSG-Dickdrahtgeschweißten Verbindungen an niedriglegiertem Stahl“

Berthold, Jan
„Kopplung von experimenteller Strukturmodifikationsrechnung und Frequenzganganalyse zur Bewertung schwingungsfähiger Antriebsstrukturen“

Börner, Richard
„Experimentelle Untersuchungen unterschiedlicher Kühlschmierstoffkonzepte beim Drehen schwerspanbarer Werkstoffe“

Eckstein, Marcel
„Entwicklung der Elektrodenverstellung für eine Impulszerkleinerungsanlage“

Elßner, Michael
„CMT Verbindungsschweißen von Aluminiumlegierungen und deren Kombinationen für die Automobilindustrie“

Eßbach, Marcus
„Antriebs- und Getriebekonzeption für eine Drehmaschinenbaureihe“

Findeisen, Mathias
„Kompensation der Nachgiebigkeit eines Industrieroboters“

Forke, Erik
„Untersuchungen zum Feinwalzen teilungskonstanter Profile am Beispiel von Extruderschnecken“

Franz, Karsten
„Ressourceneinsparpotentiale einer spanenden Werkzeugmaschine - Eine Lebenzyklusbetrachtung“

Georgi, Oliver
„Arbeitsraumoptimierung zur Technologieerweiterung einer modular aufgebauten Werkzeugmaschine“

Hahn, Tom
„Investigating the Laser Cusing Process Capabilities with an Emphasis on the Achievable Mechanical Properties“

Herrmann, Christian
„Entwicklung, Konstruktion und Erprobung eines Werkzeugs zum Ausschneiden und Fixieren von nicht formstabilen Membranen“

Kirchner, Henry
„Strategie zur Verminderung des Energieverbrauchs der Antriebskühlung einer spanenden Werkzeugmaschine“

Pötzsch, Adrian
„Untersuchung von Bewertungs- und Stabilitätskriterien für die simulationsbasierte Optimierung im Frequenzbereich“

Schiller, Ron
„Planung und Konzipierung einer Fertigungszelle zur Sandformbearbeitung mit Knickarmrobotern“

Ullmann, Toni
„Entwicklung einer Fließpressstufe zur Herstellung einer Hohlwellengrundform“

Unger, Erik
„Positionierung von robotergeführten Werkzeugen“

Vibrans, Tobias
„Untersuchung von Einflussfaktoren auf die Entstehung von Fließfiguren auf Blechbauteilen aus Aluminium-Magnesium-Legierungen“

Winter, Mario
„Festlegung von Technologie, Fertigungsprozessen und Fertigungsfluss für Pendelrollensonderlager“

Wolf, Friedrich
„Entwicklung einer Robotergehäusestruktur und Außenhaut“

2012

Fritzsch, Enrico
„Entwicklung und Umsetzung von Methoden zum Test und zur Validierung von Common-Rail-Einspritzpumpen für Großdieselmotoren“

Keidel, Tino
„Erarbeitung eines Teilkonzeptes für die Fließfertigung von Gasdruckfedern und Stoßdämpfern“

Koch, Christof
„Optimierung der Konstruktionsrichtlinie für Werkzeuge zur Herstellung von Aluminiumkarosseriebauteilen“

Müller, Peter
„Konzeption eines Leichtbauvorrichtungssystems zur energieeffizienten Positionierung komplexer Blechbaugruppen“

Nicolai, David
„Konzeptentwicklung für motorische Belastungsachsen zur Bauteilprüfung“

Stoldt, Johannes
„Entwicklung und Simulation von Strategien zur energiesensitiven Fertigungssteuerung“

Masterarbeiten

2014

Hanke, Rico
„Erarbeitung einer Anlagenkonzeption zur Festigkeitssteigerung von Welle-Nabe-Verbindungen“

Karsten, Markus
„Entwickeln und Konstruieren einer Verseilmaschine für Kathodendrähte zur Plasmabeschichtung von Speicherring-Vakuumkammern“

Krettek, Lukas
„Simulation einphasiger Strömungsausbildung am rotierenden Fräswerkzeug“

Lu, Wenjie
„Konzeptstudie zur Optimierung des Materialeinsatzes sowie des Bauteilgewichtes bei der Herstellung von geschmiedeten PKW-Schaltgabeln“

Rygl, Ondřej
„Klassifizierung und Technologiebewertung von Matrik rägern in einem Prototyping-Werkzeug“

Schmidt, Christian
„Konzeption eines Trommelmagnetabscheiders zur Kühlschmierstoffreinigung“

Zabojnik, Petr
„Analyse der freien Schwingungen von Komponenten einer Werkzeugmaschine bei hochdy amischen Vorschubbewegungen“

2013

Häßlich, Philipp
„Qualitätssteigerung bei der Herstellung hohler Getriebewellen“

Krage, Robin
„Untersuchungen zur Werkzeuggestaltung für das Verfahren Wälzschälen“

Kühnert, Torsten
„Fertigungsnahe Verifizierung von Feinblechen in der Automobilindustrie“

Kunze, Patrick
„Erprobung eines Verfahrens zur Vermessung von Maschinen mit Orientierungstransformation“

Markert, Felix
„Entwicklung eines Prägeantriebes einer vertikalen Mikrospritzgießmaschine zum Spritzprägen von Mikroformteilen aus Kunststoff“

Meißner, Corinna
„Einflussfaktoren auf die Bestimmung von Messwerten im biachsialen Zugversuch an Blechwerkstoffen“

Möhrmann, Hannes
„Entwicklung eines standardisierten Modellkonzepts für Furansand-Modelle“

Ruzicka, Jakub
„Adaption eines beheizbaren „Tribometerwerkzeugs“ für die Serienprüfung“

Schubert, Michael
„Entwicklung und Validierung einer Einarbeitungsstrategie für Presshärtewerkzeuge“

Uhle, Alexander
„Prozessoptimierung der Ausgleichswellenfertigung anhand der Einführung einer neuen Schleiftechnologie“

Walter, Benjamin
„Technologieentwicklung zum Einsatz des Hartdrehräumens zur Fertigbearbeitung von Kurbelwellen-Lagersitzen“

Weber, Ingo
„Konzeption eines neuen Gehäuseaufbauprinzips für Kompaktstationen“

Winkler, Christian
„Abbildung und Qualifizierung von Modellen zur Steuerung von Eingriffszeit und -überdeckung beim adaptronischen Formhonen“

2012

Keller, Carsten
„Untersuchungen zur Kostenreduzierung beim Besäumen großer CFK-Bauteile“

Wissenschaftliche Qualifikation

Manga, Martin
„Vergleichende Analyse einer experimentellen SIMO- und MIMO-Modalanalyse“

Bachelorarbeiten

2014

Engelmann, Martin
„Realisierung eines Versuchsstandes und Untersuchungen des Mischungsverhaltens von CO2 mit Schmiermedien an einem dafür ausgelegten Versuchsstand“

Felgentreu, Sven
„Entwicklung einer Vorrichtung zum gezielten Verstellen des Laserscanners“

Forberg, Maximilian
„Optimierung der Verbindungsfestigkeit von Laser-Wobbel-Nähten“

Gao, Xiaoyang
„Analytische Untersuchung des Einflusses von Oberflächengestaltung in hydrodynamischen Gleitführungen“

Kurth, Robin
„Simulation des Genauigkeitsverhaltens einer 5-Achs-Fräsmaschine“

Leonhardt, André
„Partielle Blechbearbeitung von Magnesiumwerkstoffen“

Lindner, Nicole
„Wärmebehandlung und Warmumformung von Edelstählen“

Meyer, Benjamin
„Klassifikation von Vorschubantrieben“

Posdzich, Marco
„Anforderungsgerechte Konstruktion eines Drehschwenktisches zur 5 Achs-Bearbeitung mittels Wasserabrasivfeinstrahl“

Schmidt, Christian
„Signalübertragung bei thermischen Untersuchungen am rotierenden Werkzeug“

Schöberlein, Chris
„Vergleich unterschiedlicher Antriebslösungen für Linearmotorachsen“

Uhlig, Mandy
„Untersuchungen zu hybriden Metall-Kunststoff-Verbundstrukturen“

Wagner, Patrick
„Konzeption und Aufbau eines Einspritzsystem-Prüfstandes“

2013

Barth, Sebastian
„Verifizierung und Optimierung eines Funktionsmusters zur mechanisierten Justage“

Baumann, Markus
„Wärmebehandlung im Prozess des Wälzprofilierens“

Baumgärtel, Franz
„Grundlagenuntersuchungen zur Integration des Impulsfügens in einen kontinuierlichen Profiliervorgang“

Eifert, Marcel
„Charakterisierung und Beschreibung der Umformbarkeit vorimprägnierter duromerer Faserhalbzeuge zur Herstellung faserverstärkter Kunststoffverbunde“

Günther, Martin
„Verifikation von Simulationsergebnissen einer virtuellen Frässimulation mit Hilfe von realen Fräsversuchen“

Hauser, Tobias
„Optimierung der Drehpunktverstellung einer Schwenkbiegemaschine“

Hildebrandt, Frank
„Methoden zur Bestimmung der Zerspanungsleistung an Werkzeugmaschinen“

Hommola, Alexander
„Analyse des laserunterstützten Fräsens mittels dreidimensionaler Finite-Elemente-Modellierung“

Jung, Karl
„Vergleich von NC-Steuerungen in Bezug auf bahnrelevante Parameter“

Kimme, Jonas
„Einfluss der Stromform auf den Werkstoffübergang beim Unterpulverschweißen mit Massiv- und Fülldrahtelektroden“

Lubecki, Stefan
„Experimentelle und simulative Untersuchung einer Regelstrukturerweiterung“

Ludwig, Lukas
„Konstruktion – Entwicklung eines Schrumpffutters zur Bohrbearbeitung mit kryogener Kühlung“

Ristock, Felix
„Vertiefende Untersuchungen zum Einfluss von Stößelkinematiken auf das Umformvermögen“

Schröter, Michael
„Technologische Untersuchungen zum Kragenziehen auf Servopressen“

Schwieder, Christof
„Bestimmung des Wärmeübergangsverhaltens zwischen Stahl und Mineralguss“

Seitenglanz, David
„Untersuchung umform- und messtechnischer Einflüsse aus der Kennlinienermittlung von Tellerfedern im Vergleich zur analytischen Auslegung“

Sewohl, André
„Untersuchung der Fertigungstoleranzen von Mikrobauteilen aus Piezokeramik“

Theil, Sebastian
„Optimierung einer Konstruktionsmethode zur Erzeugung von Hüllkörpern von Bauteilen mit komplexer Geometrie“

Torfstecher, Eric
„Schneidgeschwindigkeitseinfluss beim Scherschneiden von Edelstahlblechen“

Tries, Matthias
„Inbetriebnahme und Regelung eines Hydraulikaktors“

Unger, Elisabeth
„Löten von Keramik und Stahl unter Anwendung von Mikrostrukturen“

Wagner, Nico
„Entwicklung eines Oberflächenerfassungssystems zur Digitalisierung von Rundbackenquerkeilwerkzeugen“

Wolf, Sebastian
„Entwicklung eines Werkzeugkonzeptes für die Massivumformung mittels Gasgeneratorentechnik“

Zhu, Hongxi
„Inverse Algorithmen für kinematisch redundante Roboter“

2012

Albrecht, Lukas
„Entwicklung eines segmentierten Werkzeugs zur Herstellung eines Plattenfedermessgliedes“

Publikationen

Auerswald, Maurice
„Simulationsgestützte Konstruktion eines piezoelektronischen Festklopfwerkzeuges“

Haase, Johann
„Optimierung und Erweiterung des Funktionsumfanges einer vorhandenen Streifenziehanlage mit 90°-Umlenkung“

Hüllmann, André
„Untersuchung des Reibungsverhaltens an hydrodynamischen Führungen“

Kretzschmar, Claudia
„Auswahl, Aufbau und Auswertung eines PSD-Laser-Sensors“

Lebelt, Tobias
„Untersuchung des Einsatzpotenzials von Parallelkinematiken im Bereich der motorischen Rehabilitation“

Legler, Cliff
„Untersuchung von Regelungskonzepten für mehrere Antriebe“

Liu, Shangquing
„Analyse der Machbarkeit des Wasserabrasivstrahlschneidens von naturfaserverstärkten Kunststoffen“

Noffke, Falk
„Identifikation des Einflusses lokaler Wärmequellen auf das Ausdehnungsverhalten von Gestellbaugruppen aus Mineralguss“

Risse, Sebastian
„Betrieb und Instandhaltung von Anlagen in Unternehmen unter Einhaltung der neuen sicherheitstechnischen Norm EN ISO 13849-1:2008“

Rudolph, Eddy
„Konzeptentwicklung für eine Bearbeitungsstation zur dezentralen Fräsbearbeitung von Sandgussformen mit Knickarmrobotern“

Titsch, Christian
„Rechnerische Modalanalyse einer Werkzeugmaschine“

Ullmann, Jonny
„Prozessoptimierung eines Einkanalminimalmengenschmierungs-Bearbeitungszentrums am Beispiel der Bohrbearbeitung des integrierten Ventiltrieb-Haubenmoduls“

Bücher, Buchbeiträge und Tagungsbände

2013

Götze, U.; Lindner, R.; Kolesnikov, A.; Paetzold, J.
Energetisch-wirtschaftliche Bewertung des Einsatzes drehzahlgeregelter Antriebe in Werkzeugmaschinen. In: Neugebauer, R.; Götze, U., Drossel W.-G. (Hrsg.): Energetisch-wirtschaftliche Bilanzierung und Bewertung technischer Systeme - Erkenntnisse aus dem Spitzentechnologiecluster eniPROD, Tagungsband zum 1. und 2. Methodenworkshop der Querschnittsarbeitsgruppe 1 „Energetisch-wirtschaftliche Bilanzierung“ des Spitzentechnologieclusters eniPROD, Auerbach: Verlag Wissenschaftliche Scripten, 2013, S. 343-358 – ISBN: 978-3-942267-72-4

Hirsch, A.
Akademische und wissenschaftliche Zusammenarbeit TU Chemnitz - Russland (Irkutsk) - Stand und Perspektiven. In: Ost-Sibirisches Institut für Wirtschaft und Recht (OSUWR) Irkutsk (Hrsg.): Letter der DAAD-Stipendiaten, Internationales wissenschaftliches Journal, 10 (2013) 1, S. 123-129 – ISSN: 2218-1350

Neugebauer, R.; Schmidt, G.; Dix, M.
Experimentelle Analyse zu ressourceneffizienten Kühlschmierstrategien beim Bohren. In: Neugebauer, R.; Götze, U., Drossel W.-G. (Hrsg.): Energetisch-wirtschaftliche Bilanzierung und Bewertung technischer Systeme - Erkenntnisse aus dem Spitzentechnologiecluster eniPROD, Tagungsband zum 1. und 2. Methodenworkshop der Querschnittsarbeitsgruppe 1 „Energetisch-wirtschaftliche Bilanzierung“ des Spitzentechnologieclusters eniPROD, Auerbach: Verlag Wissenschaftliche Scripten, 2013, S. 169 – ISBN: 978-3-942267-72-4

Wiener, T.
Multisensorielle Qualitäts- und Prozessüberwachung. In: Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU (Hrsg.): Fraunhofer IWU Jahresbericht 2012/2013, Chemnitz: Fraunhofer IWU, 2013, S.41

Wittstock, V.; Paetzold, J.
Comparison of Machine Tools Regarding Energy - The Difficult Path to an Energy Label. In: Neugebauer, R.; Götze, U., Drossel W.-G. (Hrsg.): Energetisch-wirtschaftliche Bilanzierung und Bewertung technischer Systeme - Erkenntnisse aus dem Spitzentechnologiecluster eniPROD, Tagungsband zum 1. und 2. Methodenworkshop der Querschnittsarbeitsgruppe 1 „Energetisch-wirtschaftliche Bilanzierung“ des Spitzentechnologieclusters eniPROD, Auerbach: Verlag Wissenschaftliche Scripten, 2013, S. 469 – ISBN: 978-3-942267-72-4

2012

Hirsch, A.; Hellmich, A.
Aufbau und Auslegung funktionsbestimmender Werkzeugmaschinen-Baugruppen. In: Neugebauer, R. (Hrsg.): Werkzeugmaschinen - Aufbau, Funktion und Anwendung von spanenden und abtragenden Werkzeugmaschinen, 1, Berlin Heidelberg: Springer-Vieweg, 2012, S. 289-461 – ISBN (Print): 978-3-642-30077-6, ISBN (Online): 978-3-642-30078-3

Hirsch, A.; Richter, M.
Anforderungen an Werkzeugmaschinen und ihre Beurteilung. In: Neugebauer, R. (Hrsg.): Werkzeugmaschinen - Aufbau, Funktion und Anwendung von spanenden und abtragenden Werkzeugmaschinen, 1, Berlin Heidelberg: Springer-Vieweg, 2012, S. 29-68 – ISBN (Print): 978-3-642-30077-6, ISBN (Online): 978-3-642-30078-3

Hofmann, R.; Oettel, A.; Totzauer, S.; Hänel, T.; [ZKProSachs] (Hrsg.)
Integrierte Planung in der Produktentstehung - Feature-basierter Ansatz zur durchgängigen Planung von der Konstruktion bis zur Fertigungssteuerung. Berlin: Mensch & Buch Verlag, 2012 – ISBN: 978-3-86387-215-1

Regel, J.
Ausgewählte abtragende Werkzeugmaschinen. In: Neugebauer, R. (Hrsg.): Werkzeugmaschinen - Aufbau, Funktion und Anwendung von spanenden und abtragenden Werkzeugmaschinen, 1, Berlin Heidelberg: Springer-Vieweg, 2012, S. 217-251 – ISBN (Print): 978-3-642-30077-6, ISBN (Online): 978-3-642-30078-3

Publikationen

Regel, J.
Klassifizierung und Aufbau von Werkzeugmaschinen. In: Neugebauer, R. (Hrsg.): Werkzeugmaschinen - Aufbau, Funktion und Anwendung von spanenden und abtragenden Werkzeugmaschinen, 1, Berlin Heidelberg: Springer-Vieweg, 2012, S. 15-28 – ISBN (Print): 978-3-642-30077-6, ISBN (Online): 978-3-642-30078-3

Regel, J.
Werkzeugmaschinen : Einleitung. In: Neugebauer, R. (Hrsg.): Werkzeugmaschinen - Aufbau, Funktion und Anwendung von spanenden und abtragenden Werkzeugmaschinen, 1, Berlin Heidelberg: Springer-Vieweg, 2012, S. 1-13 – ISBN (Print): 978-3-642-30077-6, ISBN (Online): 978-3-642-30078-3

Regel, J.; Müller, M.
Ausgewählte spanende Werkzeugmaschinen. In: Neugebauer, R. (Hrsg.): Werkzeugmaschinen - Aufbau, Funktion und Anwendung von spanenden und abtragenden Werkzeugmaschinen, 1, Berlin Heidelberg: Springer-Vieweg, 2012, S. 69-216 – ISBN (Print): 978-3-642-30077-6, ISBN (Online): 978-3-642-30078-3

Wittstock, V.
Mehrmaschinensysteme. In: Neugebauer, R. (Hrsg.): Werkzeugmaschinen - Aufbau, Funktion und Anwendung von spanenden und abtragenden Werkzeugmaschinen, 1, Berlin Heidelberg: Springer-Vieweg, 2012, S. 253-287 – ISBN (Print): 978-3-642-30077-6, ISBN (Online): 978-3-642-30078-3

Konferenzbeiträge

2014

Hirsch, A.
Aktuelle Entwicklungen im Bereich der Produktionstechnik/Werkzeugmaschinen. Wissenschaftliches Kolloquium, Baku, Aserbaidschan, 28.03.2014

2013

Brumm, S.; Agsten, R.; Kusch, M.; Bürkner, G.
MSG-Dickdrahtschweißen von unlegierten Stählen. In: Tagungsband zum DVS Congress 2013, Essen, 16.-21.09.2013, S. 217-223 – ISBN: 978-3-87155-614-2

Busch, M.; Hochleitner, C.; Lorenz, M.; Schulz, T.; Tscheligi, M.; Wittstock, E.
Targeting Trustworthiness for Special Needs User Groups in the Internet of Things. In: Proceedings of 6th International Conference on Trust & Trustworthy Computing TRUST 2013, London, 17.-19.06.2013, pp. 223-231 – ISBN: 978-3-642-38907-8

Dix, M.; Schmidt, G.; Drossel, W.-G.
Numerische Simulation des Bohrens mit kryogener Kühlung. Anwendertreffen Design Environment for Forming (DEFORM), München, 28.-29.01.2013

Drossel, W.-G.; Bucht, A.; Ohsenbrügge, C.
Thermische Leitfähigkeit magnetorheologischer Fluide. In: Tagungsband zum 3. Kolloquium des SFB/Transregio 96, Aachen, 29.-30.10.2013

Drossel, W.-G.; Wittstock, V.; Bräunig, M.
Experimentelle Untersuchungen am rotierenden Werkzeug für spanbildende Prozesse. In: Tagungsband zum 3. Kolloquium des SFB/TR-96, Aachen, 29.-30.10.2013

Dudarev, I.; Wittstock, V.; Pürzel, F.; Blecha, P.
Visualization of Energy Flows using a Particle System. In: Proceedings of 10th International Conference Mechatronics 2013, Brno, Czech Republic, 07.-09.10.2013, pp. 185-192 – ISBN: 978-3-319-02293-2

Glänzel, J.; Wittstock, V.
Anwendung der adaptiven FEM in Virtual Reality. In: Tagungsband zu VAR² 2013 - Realität Erweitern, 2. Fachkonferenz zu VR/AR-Technologien an der Professur für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik der TU Chemnitz, Chemnitz, 31.01.-01.02.2013, S. 49-61 – ISBN: 978-3-942267-66-3

Graf, A.; Lachmann, L.
Modellierung der Umformung von hybriden Schichtverbunden mit thermoplastischer Matrix In: Tagungsband zur 20. Sächsischen Fachtagung Umformtechnik, Dresden, 27.-28.11.2013, S. 43-53 – ISBN: 978-3-86780-366-3

Graf, A.; Lachmann, L.
Umformeigenschaften von hybriden Schichtverbunden. In: Tagungsband zum 19. Symposium Verbundwerkstoffe und Werkstoffverbunde, Karlsruhe, 03.-05.07.2013, S. 511-519 – ISBN: 978-3-00-042309-3

Hellmich, A.; Hofmann, S.; Hipp, K.; Schlegel, H.; Drossel, W.-G.
Assessing the Accuracy of a Non-Invasive Identification Method. In: Proceedings of International Symposium on Electrodynamic and Mechatronic System (SELM), Zawiercie, Polen, 15.-18.05.2013, pp.11-12 – ISBN: 978-1-4673-5588-9

Hellmich, A.; Hofmann, S.; Hipp, K.; Schlegel, H.; Drossel, W.-G.
Identifikation von Regelstreckenparametern einer Werkzeugmaschine im laufenden Betrieb. In: Tagungsband zum Internationalen Forum Mechatronik, Winterthur, 30.-31.10.2013, S.16 – ISBN: 978-3-033-04189-9

Hipp, K.; Hellmich, A.; Schlegel, H.; Drossel, W.-G.
Assessment of optimization criteria in the time domain used for simulation based controller parametrization. In: Proceedings of International Symposium on Electrodynamic and Mechatronic System (SELM), Zawiercie, Polen, 15.-18.05.2013, pp.13-14 – ISBN: 978-1-4673-5588-9

Hirsch, A.
Akademische und wissenschaftliche Zusammenarbeit TU Chemnitz - Russland (Irkutsk): Stand und Perspektiven. DAAD-Alumnitreffen 2013, Irkutsk, 02.-04.09.2013

Ihlenfeldt, S.; Frieß, U.; Schubert, F.; Paczkowski, G.
Entwicklung eines thermisch robusten und trägheitsarmen Hybrid-Gewindetriebs. In: Tagungsband zum 6. Landshuter Leichtbau-Colloquium, Landshut, 27.-28.02.2013, S. 261-276 – ISBN: 978-3-9812696-3-5

Klimant, P.; Pürzel, F.; Lorenz, M.; Kuhl, M.; Wittstock, V.
Steuerung des VDP-Ergonomics Menschmodells mittels Inertialsensorbasiertem Motion-Capture-System. ESI DACH Forum, Wiesbaden, 05.-06.11.2013

Klimant, P.; Wittstock, V.
Virtual-Reality basierte Simulation von spanenden Werkzeugmaschinen mittels Hardware in the Loop. In: Tagungsband zu VAR² 2013 - Realität Erweitern, 2. Fachkonferenz zu VR/AR-Technologien an der Professur für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik der TU Chemnitz, Chemnitz, 31.01.-01.02.2013, S. 73-83 – ISBN: 978-3-942267-66-3

Kräusel, V.
Wirtschaftliche und energetische Betrachtungen zu Scherschneidverfahren. Konferenz Forum Stanztechnik 2013 - Effizienz und Präzision in der Umform- und Stanztechnik, Landshut, 27.-28.11.2013

Kuhl, M.; Dix, M.; Leopardi, G.; Tagliaferri, F.; Rüger, C.
Laser assisted milling of a nickel based alloy using different insert geometries. In: Proceedings of NEWTECH 2013 - The 3rd International Conference on Advanced Manufacturing Engineering and Technologies, Stockholm, Sweden, 27.-30.10.2013, pp. 347-356 – ISBN: 978-91-7501-893-5

Kunke, A.; Grishin, A.
Gestaltung von Einlegeteilen mit haftvermittelnden Plasmabeschichtungen für einschalige Hybridbauteile. Kunststofftrends im Automobil, Wolfsburg, 04.-05.09.2013

Mende, M.; Wiener, T.
Online-Klassifikation von Farbtexturen. Fraunhofer-Allianz Vision - Inspektion und Charakterisierung von Oberflächen mit Bildverarbeitung - Seminar mit Praktikum, Karlsruhe, 04.-05.12.2013

Meza-Garcia, E.; Mosel, A.; Shchus, Y.; Rautenstrauch, A.; Lachmann, L.; Schieck, F.; Drossel, W.-G.
Design of Heat Treatment Processes for a Tailored Set of Properties on 22MnB5 Steel Alloy Sheets - Simulation and Experiments. In: Proceedings of 4th International Conference on Hot Sheet Metal Forming of High Performance Steel - CHS² 2013, Luleå, Sweden, 09.–12.06.2013, pp. 337-344 – ISBN: 978-3-942267-82-3

Müller, M.; Wittstock, V.
Application of chromatic confocal sensors for pose measurement in microassembly. Micro/Nano Manufacturing Workshop euspen, Karlsruhe, 27.-28.11.2013

Müller, M.; Peter, S.; Berg, S.; Heinrich, M.; Walther, M.; Hohlfeld, K.; Heberle, J.; Quentin, U.; Koriath, H.-J.; Gebhardt, S.; Schmidt, M.; Michaelis, A.; Kroll, L.; Richter, F.; Neugebauer, R.
Mikrostrukturierte Piezokeramik- und Faser-Komposit-Bauelemente für die Fertigung aktiver Halbzeuge. In: Tagungsband zum 4. Wissenschaftlichen Symposium des SFB/Transregio 39 PT-PIESA, Nürnberg, 26.-27.03.2013, S. 26-32 – ISBN: 978-3-00-044670-2

Münster, R.; Schönherr, R.; Schlegel, H.; Drossel, W.-G.
Analysis of a Position Control Extension on the Model of a Servo-Screw-Press. In: Proceedings of International Symposium on Electrodynamic and Mechatronic System (SELM), Zawiercie, Polen, 15.-18.05.2013, pp. 15-16 – ISBN: 978-1-4673-5588-9

Navarro y de Sosa, I.; Bucht, A.; Junker, T.; Pagel, K.; Drossel, W.-G.
Thermo-mechanical self-adaptive ball screw drive using thermal shape memory effect. In: Proceedings of SPIE - Behavior and Mechanics of Multifunctional Materials and Composites 2013, San Diego, California, USA, 10.-14.03.2013 – ISBN: 0277-786X, V. 8689

Navarro y de Sosa, I.; Bucht, A.; Junker, T.; Pagel, K.; Drossel, W.-G.
Vorspannkompensation eines Doppelmuttersystems auf Basis des thermischen Formgedächtniseffektes. 7.Tagung „Feinwerktechnische Konstruktion“, Dresden, 05.-06.11.2013

Neugebauer, R.; Koriath, H.-J.; Müller, M.
Assembly of smart adaptronic piezo-metal composites by use of prefabricated batches of piezoceramic micro part. In: Proceedings of SPIE - Sensors and Smart Structures Technologies for Civil, Mechanical, and Aerospace Systems 2013, San Diego, California, USA, 10.-14.03.2013 – ISBN: 0277-786X, V. 8692

Neugebauer, R.; Kuhl, M.; Wiener, T.; Zösch, A.
Quality control of resistance spot welding of high strength steels. MUSP - Sensors and data fusion in mechanical processes, Piacenza, Italy, 10.04.2013

Neugebauer, R.; Schubert, A.; Drossel, W.-G.; Lachmann, L.; Koriath, H.-J.; Jahn, S.; Nestler, M.; Hensel, S.; Müller, M.; Müller, B.
Tiefziehen von Blechen mit Piezo-Metall-Substrukturen. In: Tagungsband zum 4. Wissenschaftlichen Symposium des SFB/Transregio 39 PT-PIESA, Nürnberg, 26.-27.03.2013, S. 37-42 – ISBN: 978-3-00-044670-2

Neugebauer, R.; Schubert, A.; Koriath, H.-J.; Jahn, S.; Müller, B.; Müller, M.
Microfabricated piezo-metal substructures for sensor integration in large sheet metal parts. In: Proceedings of 13th International Conference and Exhibition of the European Society for Precision Engineering and Nanotechnology (euspen), Berlin, 27.-31.05.2013, pp. 109-112 – ISBN: 978-0-9566790-2-4

Pierschel, N.; Paul, A.; Silbermann, K.; Schieck, F.; Drossel, W.-G.
Theoretical and Experimental Investigations on Press Hardening of Tubes in Hot Metal Gas Forming. In: Proceedings of 4th International Conference on Hot Sheet Metal Forming of High-Performance Steel - CHS² 2013, Luleå, Sweden, 09.-12.06.2013, pp. 397-406 – ISBN: 978-3-942267-82-3

Pürzel, F.; Klimant, P.; Wittstock, V.; Kuhl, M.
Real NC Control Unit and Virtual Machine to Improve Operator Training. VARE 2013 - International Conference on Virtual and Augmented Reality in Education, Puerto de la Cruz, Spain, 07.-08.11.2013

Pürzel, F.; Lorenz, M.; Wittstock, E.; Wittstock, V.; Neugebauer, N.
Applications of a Modular Interaction Framework for Virtual Reality Testing in a Smart Environment. 2nd CIRP Global Web Conference - Beyond Modern Manufacturing: Technology for the factories of the future, 11.-12.06.2013

Pürzel, F.; Lorenz, M.; Wittstock, E.; Wittstock, V.
Combining Virtual Reality, Human Interaction and Hands-Free Navigation for User Interface Testing. In: Proceedings of VAR² 2013 - Extend Reality, 2nd Conference on Research and Use of VR/AR Technologies of the Professorship for Machine Tools and Forming Technology at the Chemnitz University of Technology, Chemnitz, 31.01.-01.02.2013, pp. 153-164 – ISBN: 978-3-942267-66-3

Publikationen

Quellmalz, J.; Rehm, M.; Schlegel, H.; Drossel, W.-G.
A Model Comparison Performance Index for Servo Drive Control. In: Mechatronics 2013 - Recent Technological and Scientific Advances, 10th International Conference Mechatronics 2013, Brno, Czech Republic, 07.-09.10.2013, pp. 709-716 – ISBN: 978-3-319-02293-2

Rehm, M.; Quellmalz, J.; Schlegel, H.; Drossel, W.-G.
Control structures for opposed driving, coupled linear drives. In: Mechatronics 2013 - Recent Technological and Scientific Advances, 10th International Conference Mechatronics 2013, Brno, Czech Republic, 07.-09.10.2013, pp. 717-724 – ISBN: 978-3-319-02293-2

Rehm, M.; Schlegel, H.; Drossel, W.-G.
Control strategies for mechanically coupled high speed linear drives. In: Proceedings of the 9th International Symposium on Linear Drives for Industry Applications (LDIA 2013), Hangzhou, China, 07.-10.07.2013, pp. 273-278 – ISBN: 978-3-642-40639-3

Richter, M.; Wittstock, V.; Hirsch, A.
Virtuelle Realität und experimentelle Modalanalyse bei Werkzeugmaschinen - Ungenutzte Potenziale. In: Tagungsband zu VAR² 2013 - Realität Erweitern, 2. Fachkonferenz zu VR/AR-Technologien an der Professur für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik der TU Chemnitz, Chemnitz, 31.01.-01.02.2013, S. 101-111 – ISBN: 978-3-942267-66-3

Richter, M.; Wittstock, V.; Hirsch, A.; Wertheim, R.
Virtual Reality experimental Modal Analysis of Machine Tools – Unused Potentials. CIRP-Meeting, Paris, 25.01.2013

Schönherr, R.; Münster, R.; Schlegel, H.; Drossel, W.-G.
Bewertung und Überwachung von Antriebsregelkreisen mithilfe der Prony-Analyse . In: Tagungsband zum Internationalen Forum Mechatronik, Winterthur, 30.-31.10.2013, S. 20 – ISBN: 978-3-033-04189-9

Schubert, A.; Neugebauer, R.; Jahn, S.; Müller, M.; Müller, B.
Integration von Piezosensorik in Aluminiumbleche für das Structural Health Monitoring. In: Tagungsband zum 19. Symposium Verbundwerkstoffe und Werkstoffverbunde, Karlsruhe, 03.-05.07.2013, S. 664-672 – ISBN: 978-3-00-042309-3

Schumann, M.; Klimant, P.; Kollatsch, C.; Wittstock, V.
Modulares Framework zur Entwicklung von Augmented-Reality-Anwendungen. In: Tagungsband zu VAR² 2013 - Realität Erweitern, 2. Fachkonferenz zu VR/AR-Technologien an der Professur für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik der TU Chemnitz, Chemnitz, 31.01.-01.02.2013, S. 115-124 – ISBN: 978-3-942267-66-3

Schumann, M.; Witt, M.; Klimant, P.
A Real-time Collision Prevention System for Machine Tools. In: Proceedings of 46th CIRP Conference on Manufacturing Systems (CIRP CMS), Setubal, Portugal, 29.-31.05.2013, p. 90 – ISBN: 978-989-98403-1-7

Semmler, U.; Schmidt, G.; Dix, M.
Simulation der laserunterstützten Zerspanung mit MSC.Marc. MSC User Meeting, Berlin, 14.-15.05.2013

Tagliaferri, F.; Leopardi, G.; Semmler, U.; Kuhl, M.; Palumbo, B.
Study of the Influences of Laser Parameters on Laser Assisted Machining Processes. In: ELSEVIER 8 (2013), 14th CIRP Conference on Modeling of Machining Operations (CIRP CMMO), Turin, Italien, 13.-14.06.2013, pp. 170-175 – ISSN: 2212-8271

Wittstock, V.; Bank, V.
Multidimensional Presentation Media in TVET - Didactical Concetps of Use and Teachers' Expertise. EAPRIL 2013 Conference, Biel/Bienne, Switzerland, 27.-29.11.2013

Wittstock, V.; Kolouch, M.; Paetzold, J.
Evaluation of impact factors to the energy consumption of machine tools. In: XXIV CIRP Sponsored Conference on Supervising and Diagnostics of Machining Systems, Karpacz, 11.-14.03.2013

Wittstock, V.; Lorenz, M.; Pürzel, F.; Riedel, T.
Immersive Presentations - Enabling Engaging Virtual Reality Based Training and Teaching by Merging Slide-based and VR-based Elements. CARV 2013 - 5th International Conference on Changeable, Agile, Reconfigurable and Virtual Production, Munich, 06.-09.10.2013

Wittstock, V.; Wittstock, E.; Pürzel, F.; Klimant, P.
Erweiterte Realität im Werkzeugmaschinenbau - 10 Jahre Virtual Reality am VRCP. In: Tagungsband zu VAR² 2013 - Realität Erweitern, 2. Fachkonferenz zu VR/AR-Technologien an der Professur für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik der TU Chemnitz, Chemnitz, 31.01.-01.02.2013, S. 13-22 – ISBN: 978-3-942267-66-3

2012

Götze, U.; Lindner, R.; Kolesnikov, A.; Paetzold, J.
Energetisch-wirtschaftliche Bewertung des Einsatzes drehzahlgeregelter Antriebe in Werkzeugmaschinen. In: Energieorientierte Bilanzierung und Bewertung in der Produktionstechnik - Methoden und Anwendungsbeispiele, Tagungsband zum 2. Methodenworkshop der Querschnittsarbeitsgruppe 1 „Energetisch-wirtschaftliche Bilanzierung" des Spitzentechnologieclusters eniPROD, Chemnitz, 14.11.2012, S. 161-174 – ISBN: 978-3-942267-59-5

Hirsch, A.; Neugebauer, R.
Aktuelle Trends im deutschen Werkzeugmaschinenbau. Wissenschaftliches Kolloquium, Lublin, Polen, 07.11.2012

Kneer, R.; Vieler, S.; Semmler, U.; Bräunig, M.
Wärmeübertragung an Fugenkontakten am Beispiel spanender Werkzeuge. In: Tagungsband zum 2. Kolloquium des SFB/Transregio 96, Chemnitz, 24.-25.10.2012

Pürzel, F.; Zickner, H.; Eiselt, T.
Virtual Reality basierte FMEA - eine interdisziplinäre Qualitätsmanagement-Methode. ESI DACH Anwenderforum 2012 Virtual Performance, Virtual Manufacturing, Virtual Reality, Fulda, 10.-11.12.2012

Wittstock, V.; Klavina, E.; Schütz, A.; Pürzel, F.
Akzeptanz und Wirkung verschiedener Varianten der VR-Visualisierung von Energiekennwerten. In: Energieorientierte Bilanzierung und Bewertung in der Produktionstechnik – Methoden und Anwendungsbeispiele, Tagungsband zum 2. Methodenworkshop der Querschnittsarbeitsgruppe 1 „Energetisch-wirtschaftliche Bilanzierung" des Spitzentechnologieclusters eniPROD, Chemnitz, 14.11.2012, S. 91-98 – ISBN: 978-3-942267-59-5

Artikel in Fachzeitschriften

2014

Drossel, W.-G.; Hensel, S.; Nestler, M.; Lachmann, L.; Schubert, A.; Müller, M.; Müller, B.
Experimental and numerical study on shaping of aluminum sheets with integrated piezoceramic fibers. In: Journal of Materials Processing Technology, 214 (2014) 2, pp. 217-228 – ISSN: 0924-0136

Schubert A.; Wittstock V.; Jahn S.; Müller B.; Müller M.
Joining by forming of piezoceramic macro-fiber arrays within micro-structured surfaces of aluminum sheets. In: Production Engineering - Research and Development, 8 (2014) 1-2, pp. 195-205 – ISSN (Print): 0944-6524, ISSN (Online): 1863-7353

2013

Bürkner, G.; Ebert, L.; Brumm, S.
Arc welding process for the joining of ferritic chrome steels manufactured by means of powder metallurgy. In: Welding and Cutting, 12 (2013) 3, pp. 172-177 – ISSN: 1612-3433

Drossel, W.-G.; Wittstock, V.; Bräunig, M.; Schmidt, G.
Untersuchung der thermischen Werkzeugverformung. In: wt Werkstattstechnik online, 103 (2013) 11/12, S. 882-887 – ISSN: 1436-4980

Glänzel, J.; Meyer, A.; Wittstock, V.
A-posteriori fehlergesteuerte adaptive Finite Elemente Netzverfeinerung. In: Konstruktion, (2013) 11/12, S. 88-90 – ISSN: 0720-5953

Göthel, S.; Bürkner, G.; Mayr, P.
Alternative materials for gas metal arc welding contact tubes. In: Welding in the World - The International Journal of Materials Joining, 57 (2013) 6, pp. 879-885 – ISSN: 0043-2288

Lachmann, L.; Rautenstrauch, A.; Symmank, C.; Katzenberger, J.; Freund, R.; Schwerma, C.
Ressourcenschonende Prozessauslegung für die Herstellung von Hybridbauteilen. In: ZWF - Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, 108 (2013) 7-8, S. 519-524 – ISSN: 0947-0085

Leu, M.C.; ElMaraghy, H.M.; Nee, A.Y.C.; Ong, S.K.; Lanzetta, M.; Putz, M.; Zhu, W.; Bernard, A.
CAD model based virtual assembly simulation, planning and training. In: CIRP Annals Manufacturing Technology, 62 (2013) 2, pp. 799-822 – ISSN: 0007-8506

Neugebauer, R.; Kräusel, V.; Barthel, T.; Jesche, F.; Schönherr, J.
Influence of a defined pre-load on the stress state in the precision cutting process. In: CIRP Annals - Manufacturing Technology, 62 (2013) 1, S. 271-274 – ISSN: 0007-8506

Pürzel, F.; Eiselt, T.; Weidlich, D.; Ihlenfeldt, S.; Gröger, S.; Wittstock, V.; Zickner, H.
Intuitivere Produkt-FMEA mittels Virtual Reality. In: ZWF - Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, 108 (2013) 4, S. 215-219 – ISSN: 0947-0085

Rehm, M.; Schlegel, H.; Drossel, W.-G.
Control strategies for mechanically coupled high speed linear drives. In: AMM - Applied Mechanics and Materials, 416-417 (2013), pp. 637-645 – ISSN: 1662-7482

Riedel, T.; Pürzel, F.
Komplexe Projekte präsentieren im Web - 3D-Web-Visualisierung von Maschinen und Anlagen. In: Digital Engineering Magazin, (2013) 8, S. 78 – ISSN: 1618-002X

Schettler, F.; Schneebauer, M.; Kunke, A.; Würtele, M.; Kroll, L.; Neugebauer, R.
Montagetechnologien im Leichtbau - Multi-Material-Systeme. In: Kunststoffe, (2013) 3, S. 91-95 – ISSN: 0023-5563

Schubert, A.; Wittstock, V.; Koriath, H.-J.; Jahn, S.; Peter, S.; Müller, B.; Müller M.
Smart Metal Sheets by Direct Functional Integration of Piezoceramic Fibers in Microformed Structures. In: Microsystem Technologies, June 2013 – ISSN (Online): 1432-1858

Wittstock, V.; Glänzel, J.; Meyer, A.
Adaptive FEM zur thermischen Verformungskorrektur. In: wt Werkstattstechnik online, 103 (2013) 1/2, S. 28-33 – ISSN: 1436-4980

Wittstock, V.; Kolouch, M.; Paetzold, J.
Evaluation of impact factors to the energy consumption of machine tools. In: Journal of Machine Engineering, 13 (2013) 2, pp. 79-91 – ISSN: 1895-7595X

2012

Mosel, A.; Grund, T.
Werkzeugbeschichtungen für das Presshärten - Einsatzpotenzial thermisch gespritzter Beschichtungen für das Presshärten mit Tailored Tempering Technologie. In: ZWF - Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, 107 (2012) 9, S. 662-665 – ISSN: 0947-0085

Neugebauer, R.; Hirsch, A.; Kolouch, M.; Zhu, B.
Optimierung der Schmiernutenform in hydrodynamischen Gleitführungen. In: Konstruktion, 64 (2012) 11/12, S. 71-74 – ISSN: 0720-5953

Neugebauer, R.; Schieck, F.; Polster, S.; Mosel, A.; Rautenstrauch, A.; Schönherr, J.; Pierschel, N.
Press hardening - An innovative and challenging technology. In: Archives of Civil and Mechanical Engineering, 12 (2012) 2, S. 113-118 – ISSN: 1644-9665

Patent

2013

Kolouch, M.; Zhu, B.; Hirsch, A.; Muster, J.
Führungselement und Vorrichtung für eine Gleitführung, Patentanmeldung, DE 10 2013 019 389.2, 18.11.2013

Kontakt

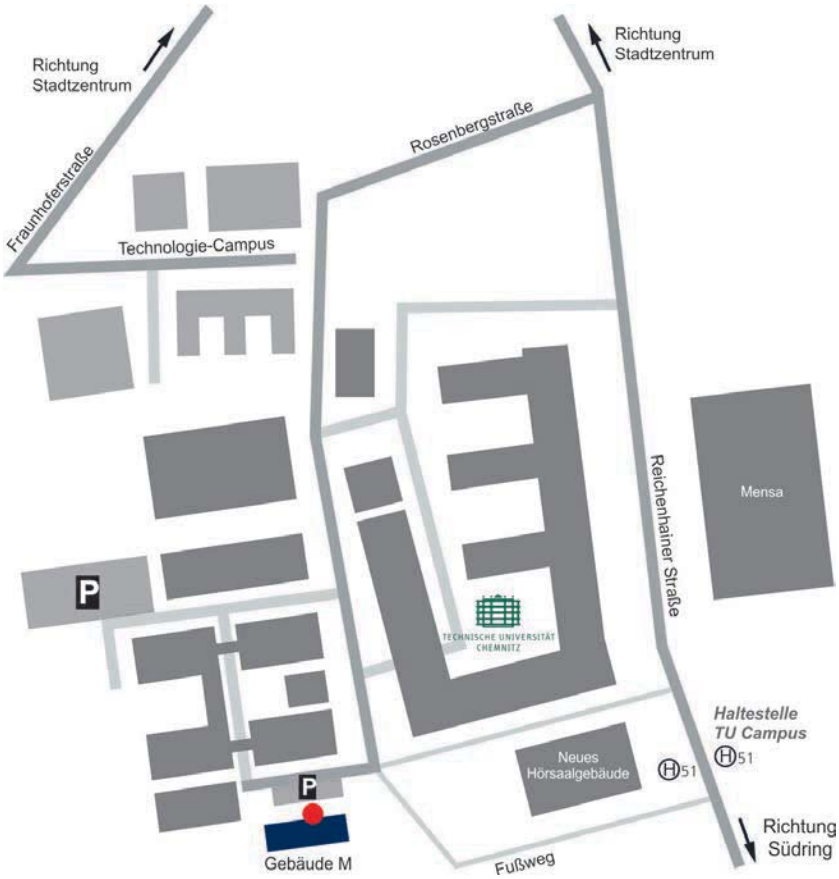
Postanschrift

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

Besucheradresse

Reichenhainer Straße 70 - Gebäude M, 1. Etage, Raum M110
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



Weitere Informationen erhalten Sie unter: http://www.tu-chemnitz.de/mb/WerkzMasch/

Herausgeber

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

Redaktionelle Bearbeitung

apl. Prof. Dr.-Ing. Andreas Hirsch
Dr.-Ing. Stefan Hofmann
Dipl.-Ing. (FH) Karin Eßbach

Redaktionsschluss

28. März 2014

Technische Universität Chemnitz
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