



TECHNISCHE UNIVERSITÄT
CHEMNITZ

Fakultät für Maschinenbau
Institut für Werkzeugmaschinen und Produktionsprozesse
Professur Produktionssysteme und -prozesse
Prof. Dr.-Ing. Martin Dix



JAHRESBERICHT

03/2019 – 09/2020



Vorwort

Von März 2019 bis Oktober 2020 – wir blicken auf eine erfolgreiche Zeit des Übergangs zurück und starten in eine Phase der Neupositionierung unserer Professur.

Mit Beginn der Präsidentschaft von Herrn Prof. Dr.-Ing. habil. Reimund Neugebauer im Jahr 2012 begann ein Transformationsprozess, der seit 2014 von Herrn Prof. Dr.-Ing. Matthias Putz erfolgreich gestaltet wurde und im Oktober 2020 mit der Berufung von Herrn Prof. Dr.-Ing. Martin Dix als neuem Leiter der Professur seinen Abschluss fand. Als bewährte Führungskraft an der Technischen Universität Chemnitz und bei Fraunhofer sind Herrn Prof. Dix die Mitarbeitenden, Strukturen und Prozesse vor Ort bestens vertraut. Als Leiter im Produktmanagement der pro-micron GmbH hat er darüber hinaus wichtige Erfahrungen in der Industrie sammeln können. Im Zuge seiner Berufung fand auch eine Umbenennung der Professur statt, die der strategischen Neuausrichtung auf Produktionssysteme und -prozesse Rechnung trägt. In den kommenden Jahren soll der Fokus vor allem auf die formgebenden Produktionsprozesse, insbesondere auf die Metallbearbeitung und die damit verbundenen Anlagen und Prozesse, gelegt werden. Ein weiterer Forschungsschwerpunkt wird in der Kernkompetenz „Mensch und Technik“ der TU Chemnitz gesetzt, die der entscheidende Faktor ist, um effizient und flexibel zu produzieren. Trotz der seit Beginn des Jahres 2020 anhaltenden Corona-Pandemie ist es uns dank gemeinsamer Anstrengungen gelungen, die Leistungsfähigkeit der Professur aufrecht zu erhalten. Wir konnten die Auswirkungen der Krise gut meistern und sowohl unseren Studierenden als auch unseren Projektpartnern kompetent zur Seite stehen. Wir danken allen

Partnern aus Industrie und Forschung, den Projektträgern, der Universitäts- und Fakultätsleitung sowie der Verwaltung der TU Chemnitz, dass sie diesen Weg mit uns gemeinsam gegangen sind. Ohne die wissenschaftliche Exzellenz, Kreativität sowie das persönliche Engagement unserer Führungskräfte, Forschenden, technischen Angestellten und wissenschaftlichen Hilfskräfte wäre die positive Entwicklung unserer Professur in dieser herausfordernden Zeit undenkbar gewesen. Im vorliegenden Bericht 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. Bleiben Sie mit uns in Verbindung!

Chemnitz, im Oktober 2020



Prof. Dr.-Ing. Matthias Putz



Prof. Dr.-Ing. Martin Dix



Dr.-Ing. Philipp Klimant



<i>Professur im Überblick</i>	4
<i>Organigramm</i>	5
<i>Historie</i>	6
<i>Ausgründungen</i>	7
<i>Internationales</i>	8
<i>Konferenzen, Workshops, Messen</i>	10
<i>Herausforderung Corona</i>	11
<i>Auszeichnungen</i>	12
<i>Investitionen</i>	13
<i>Lehre</i>	14
<i>Lehrprofil</i>	15
<i>Lehrveranstaltungen Bachelor / Diplom</i>	16
<i>Lehrveranstaltungen Master / Diplom</i>	17
<i>Forschung – Verbundprojekte</i>	20
<i>Nationale und internationale Verbundprojekte – Auswahl</i>	21
<i>Netzwerk AVARE / Netzwerk META</i>	22
<i>PreCoM – Predictive Cognitive Maintenance Decision-Support System</i>	23
<i>SFB Hybrid Societies Teilprojekt C02</i>	24
<i>SFB Transregio 96 Teilprojekt A01</i>	25
<i>AMARETO – Sächsische Allianz für material- und ressourceneffiziente Technologien</i>	26
<i>HEIGHT – Hochintegrative Prozesskette zur generativen Fertigung von metallischen Hochleistungsbauteilen</i>	27
<i>InnoTeam Smart Data Services – Smart Data Services für Produktionssysteme</i>	28
<i>InnoTeam Presence – Erhöhung der Presence in virtuellen Umgebungen</i>	29

<i>Forschung – Abteilungen</i>	30
<i>Abteilung Werkzeugmaschinen</i>	32
<i>Abteilung Steuerungs- und Regelungstechnik</i>	36
<i>Abteilung Fertigungstechnik / Spanen</i>	40
<i>Abteilung Prozessinformatik und Virtuelle Produktentwicklung</i>	44
<i>Wissenschaftliche Qualifikationen und Publikationen</i>	48
<i>Dissertationen, Übersicht Studentische Arbeiten</i>	49
<i>Masterarbeiten</i>	50
<i>Bachelorarbeiten</i>	51
<i>Bücher, Buchbeiträge, Tagungsbände</i>	52
<i>Konferenzbeiträge</i>	52
<i>Artikel in Fachzeitschriften</i>	58
<i>Kontakt</i>	60

Professur im Überblick



Professur Produktionssysteme und -prozesse

Im Berichtszeitraum waren 50 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter an der Professur Werkzeugmaschinenkonstruktion und Umformtechnik beschäftigt. Sie wurden in vier Lehr- und Forschungsabteilungen sowie einen Bereich für Forschungsmanagement/Betrieb strukturiert. 20 studentische und wissenschaftliche Hilfskräfte unterstützten die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler bei ihrer Forschungsarbeit.

Die Wahrnehmung der Professur Werkzeugmaschinenkonstruktion und Umformtechnik oblag bis 30.09.2020 Herrn Prof. Dr.-Ing. Matthias Putz. Seit 01.10.2020 ist Herr Prof. Dr.-Ing. Martin Dix als Inhaber der neu benannten Professur Produktionssysteme und -prozesse berufen. Herr Dr.-Ing. Philipp Klimant ist als Geschäftsführender Oberingenieur und AMARETO-Standortkoordinator tätig.

Organigramm



Historie

Die Entwicklung der Professur Produktionssysteme und -prozesse und des Instituts für Werkzeugmaschinen und Produktionsprozesse stellt sich heute wie folgt dar:

- 1956 Gründung des Instituts für Werkzeugmaschinen
Prof. Dr.-Ing. habil. Horst Berthold
- 1958 Übernahme der Leitung des Instituts für Werkzeugmaschinen durch
Prof. Dr.-Ing. Rudolf Piegert
- 1967 Überführung des Instituts in den Wissenschaftsbereich Fertigungsmittelentwicklung
Prof. Dr.-Ing. Rudolf Piegert
- 1968 Neustrukturierung des Wissenschaftsbereiches Fertigungsmittelentwicklung
Prof. Dr.-Ing. Rudolf Piegert
Grundlagen der Werkzeugmaschinenkonstruktion
Prof. Dr.-Ing. Eberhard Herling
Automatisierung der Werkzeugmaschinen
Prof. Dr.-Ing. Rudolf Piegert
- 1988 Übernahme der Leitung des Wissenschaftsbereiches
Prof. Dr.-Ing. habil. Rolf Wätzig
- 1993 Übernahme der Leitung der Professur für Werkzeugmaschinenkonstruktion
Prof. Dr.-Ing. habil. Reimund Neugebauer
- 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
- 2006 Umwidmung der Professur in Professur Werkzeugmaschinenkonstruktion und Umformtechnik
- 2007 Ausrichtung der 57th CIRP General Assembly in Dresden
- 2008 Eingliederung der Professur Steuerungs- und Regelungstechnik in die Professur für Werkzeugmaschinenkonstruktion und Umformtechnik
- 2010 Eingliederung der Professur Fertigungslehre in die Professur für Werkzeugmaschinenkonstruktion und Umformtechnik
- 2012 Prof. Dr.-Ing. habil. R. Neugebauer wird 10. Präsident der Fraunhofer-Gesellschaft
- 2013 Wahrnehmung der Professur für Werkzeugmaschinenkonstruktion und Umformtechnik und Wahrnehmung der Funktion des Geschäftsführenden Direktors des Instituts für Werkzeugmaschinen und Produktionsprozesse
PD Dr.-Ing. W.-G. Drossel
- 2013 Ernennung von Dr.-Ing. Andreas Hirsch zum außerplanmäßigen Professor
- 2014 Wahrnehmung der Professur für Werkzeugmaschinenkonstruktion und Umformtechnik
Prof. Dr.-Ing. Matthias Putz
- 2020 Berufung von Prof. Dr.-Ing. Martin Dix und Umbenennung in Professur Produktionssysteme und -prozesse



VRENDEX GmbH – macht Ideen, Konzepte und Prototypen interaktiv erlebbar

Der Maschinenbauer und Sozialpädagoge Manuel Dudczig kam bei seiner Arbeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter der Professur mit diversen 3D-Technologien in Kontakt, darunter 3D-Modellierung, Virtual und Augmented Reality, aber auch 3D-Druck und diverse 3D-Aufnahmetechniken. Inspiriert von den vielen Möglichkeiten dieser Techniken begann er nebenberuflich damit, Konstruktionentwürfe und Produkte interaktiv zu gestalten. Seit Juli 2019 entwickelt er als Geschäftsführer der VRENDEX GmbH hauptberuflich Lösungen für die Produktentwicklung und -kommunikation sowie virtuelle Schulungen und Messen. Seine Zielgruppe sind Kunden mit technisch komplexen Produkten und Prozessen im B2B-Markt und Messe-Veranstalter. Zahlreiche Auszeichnungen, u. a. der Chemnitzer Startup-Preis, der TUclub-Wettbewerb und die Teilnahme am Volkswagen Future Mobility Inkubator 2020 bestätigten ihn in seinem Vorhaben. Manuel Dudczig bleibt der Professur weiterhin verbunden, seine Mitgliedschaft im AVARE-Netzwerk und gemeinsame Projektplanungen zeugen von der guten Zusammenarbeit.

Kontakt: www.vrendex.de

NOVAJET GmbH – Wasser in seiner stärksten Form

Wie aus einer Idee ein Unternehmen entsteht, zeigten im vergangenen Jahr die Professur-Mitarbeiter Markus Dittrich, Stefan Seidel und Stephan Richter. Das Team entwickelte im Rahmen eines EXIST-Forschungstransfers eine Wasserstrahlanlage auf Basis eines neuen, leistungsstarken und effizienten Präzisionsverfahrens. Diese Technologie verkürzt Prozesszeiten, senkt den Energiebedarf und erhöht die Maschinenproduktivität in der Mikrobearbeitung. Der avisierte Kundenkreis kommt aus den Bereichen Aerospace, Uhrenindustrie, Optik, Zerspanungswerkzeugherstellung, Verarbeitung Technischer Keramik oder der Medizintechnik. Neben dem Maschinenbau bietet die Firma einen technologischen Service für alle Wasserstrahlverfahren an und betreibt mit inzwischen sechs Mitarbeitern auf dem Technologie-Campus in Chemnitz eine eigene Lohnfertigung.

Mit dem Gewinn des TUclub-Wettbewerbes 2019, dem damit verbundenen Accelerator-Programm der TU Chemnitz und dem Investment der Sächsischen Beteiligungsgesellschaft wurde der Grundstein für die offizielle Firmengründung am 11.11.2019 gelegt. Natürlich bleibt NOVAJET auch weiter mit der Professur verbunden. So beteiligt sich das Unternehmen aktiv im Kooperationsnetzwerk META und plant mit den ehemaligen Kolleginnen und Kollegen gemeinsame Entwicklungsprojekte.

Kontakt: www.novajet.de



Das VRENDEX-Team beim Volkswagen Future Mobility Inkubator 2020



Das NOVAJET-Team beim einjährigen Gründungsjubiläum ihres Unternehmens

Internationale Kooperationen

Die Professur unterhält zahlreiche internationale Lehr- und Forschungsk Kooperationen für den Studierenden- und Gastwissenschaftler austausch, gemeinsame Lehrveranstaltungen sowie wissenschaftliche Projekte:

- Frankreich:
 - Ecole Nationale d'Ingénieurs de Saint-Etienne
- Italien:
 - Università degli Studi di Napoli Federico II
- Österreich:
 - Technische Universität Wien
 - Medizinische Universität Graz
- Polen:
 - University of Zielona Góra
- Russland:
 - MSTU STANKIN, Moskau
- Schweiz:
 - Eidgenössische Technische Hochschule, Zürich
- Slowakei:
 - Slovenska Technika Univerzita v Bratislave
- Spanien:
 - Mondragon Unibertsitatea
- Tschechische Republik:
 - Vysoké učení technické v Brně
 - Univerzita Jana Evangelisty Purkyně v Usti nad Labem
 - Západočeská univerzita v Plzni
- Türkei:
 - Kocaeli Üniversitesi, Izmir
- Vietnam:
 - Hanoi University of Science and Technology
 - University of Technology – Viet Nam University HCMC Ho Chi Minh City

Französischer Praktikant erarbeitet Maschinen-simulation

„Entdecke die TU Chemnitz von Zuhause aus“ – so lautete das Motto der virtuellen TUCtage im Juni 2020. Auch Florian Jullien war im Februar von seiner französischen Hochschule ENISE (École Nationale d'Ingénieurs de Saint-Étienne) gekommen, um die TU Chemnitz zu entdecken. Wer hätte geahnt, dass er dies überwiegend „von Zuhause aus“, also in seinem Studentenwohnheim, tun würde?

Während eines Praktikums mit dem Schwerpunkt virtuelle Realität an der Professur wollte er mit den Kolleginnen und Kollegen fachsimpeln, die Region kennenlernen und ganz nebenbei seine Sprachkenntnisse verbessern. Durch die Coronapandemie änderte sich alles. Florian konnte nun nur noch in seinem Zimmer an seiner Praktikumsaufgabe arbeiten und sich virtuell mit seinen Kolleginnen und Kollegen austauschen. Trotz aller Schwierigkeiten ist es ihm gelungen, nach dem Vorbild einer Maschine der Chemnitzer METROM GmbH eine virtuelle Werkzeugmaschine zu erschaffen, die die Studieninteressierten im Rahmen der TUCtage von Zuhause aus selbst bedienen und ein virtuelles Werkstück fertigen konnten.



Der Franzose Florian Jullien aus Saint-Etienne entwickelte während seines Praktikums an der Professur eine virtuelle Werkzeugmaschine

Länderübergreifende Ausbildungskooperation

Seit über 50 Jahren besteht eine enge wissenschaftliche Kooperation zwischen der Professur Produktionssysteme und -prozesse und dem Institut für Werkzeugmaschinen, Robotik und Systeme an der TU Brno in Tschechien. Der deutsch-tschechische Masterstudiengang „Produktionssysteme“, welcher seit 2008 besteht, ist ein Ergebnis dieser intensiven Zusammenarbeit.

Lukáš Topinka ist Absolvent des integrierten, binationalen Studiengangs mit Doppelabschluss und verstärkt seit August 2020 das Team der Professur Produktionssysteme und -prozesse. In einem Interview gibt er Einblicke in seine Studiererfahrungen:

Wie sind Sie auf die Idee gekommen, sich in den deutsch-tschechischen Masterstudiengang „Produktionssysteme“ einzuschreiben?

Ich wollte mein Studium um internationale Erfahrungen erweitern. Deutschland gehört zu den weltweit führenden Ländern auf diesem Gebiet. Das war die Gelegenheit, einen Teil meines Studiums direkt in Deutschland zu absolvieren und hier wertvolle Erfahrungen zu sammeln.

Mit welchen Erwartungen sind Sie als Student nach Chemnitz gekommen und welche Erfahrungen haben Sie hier gemacht?

Ich wollte die neuen Perspektiven des Universitätslebens erleben, mich selbst weiterentwickeln und die Schönheiten Sachsens entdecken – es hat sich alles großartig erfüllt!

Wie haben Sie die Betreuung an unserer Professur erlebt?

Die Betreuung war toll. Als ausländischer Student stieß ich manchmal auf einige Unterschiede zwischen den Studiensystemen in Tschechien und hier in Deutschland, aber wenn ich jemanden um Beratung oder Hilfe gebeten habe, waren alle sehr nett und hilfsbereit.

Welche Hürden mussten Sie während des Studiums meistern?

Ich fand das Studium selbst nicht sehr schwierig, aber da es an zwei Universitäten in zwei Ländern stattfand, war die Koordination manchmal etwas schwieriger im Vergleich zum „normalen“ Studium an einer Universität. Für mich persönlich war auch die Sprachbarriere eine Hürde, da ich zu Studienbeginn nicht fließend Deutsch sprach.

Welches Thema haben Sie für Ihre Masterarbeit gewählt?

Während meiner Masterarbeit habe ich mich mit dem Thema „Simulative und experimentelle Charakterisierung der Vollstrahlkühlung am spanenden Werkzeug“ beschäftigt. Ich habe das Studium mit dem Prädikat „Sehr gut“ abgeschlossen.

Wie startete Ihre Karriere und welche beruflichen Pläne haben Sie?

Während meiner Masterarbeit hatte ich die Gelegenheit, einen stärkeren Einblick in die Forschung zu gewinnen und auch an anderen Projekten an der Universität mitzuwirken. Anschließend erhielt ich das Angebot, meine Karriere gleich hier an der Professur zu beginnen. Ich möchte mich ständig verbessern, Neues lernen und an der Entwicklung neuer Technologien und Innovationen mitwirken.



Lukáš Topinka bei der thermischen Untersuchung von Fräswerkzeugen

Konferenzen, Workshops, Messen

Im vorliegenden Berichtszeitraum organisierte die Professur Produktionssysteme und -prozesse folgende Messebeteiligungen und Veranstaltungen. Aufgrund der Kontaktbeschränkungen durch die Corona-Pandemie fanden 2020 keine Konferenzen, Workshops oder Messen in Präsenz statt.

Hannover Messe

Exponat des Innoteams „HochintEgratlve Prozesskette zur Generativen Fertigung von metallischen HochleistungsbauTeilen – HEIGHT“ sowie eine Augmented-Reality-Anwendung, 01.-05.04.2019

AVARE-Arbeitsgespräch

„Virtual Reality in der Fabrikplanung“, Chemnitz, 23.05.2019

Deutsch-tschechische Fachkonferenz „Vernetzte Produktionssysteme“

Brno (Tschechien), 13.-14.06.2019

Messe Rapid.Tech + FabCon 3D in Erfurt

Präsentation des Innoteams „HochintEgratlve Prozesskette zur Generativen Fertigung von metallischen HochleistungsbauTeilen – HEIGHT“, 25.-27.06.2019

Workshop „Nachbearbeitung additiv gefertigter Werkstücke“

Chemnitz, 03.07.2019

META-Workshop

Thema „Fördermöglichkeiten durch SAB/SBG und Schutz- und Patentrecht“, Chemnitz, 03.07.2019

AVARE XR Meetup

mit Games & XR Mitteldeutschland e.V., Chemnitz, 15.08.2019

WGP-Netzwerktreffen und Fußballturnier

Chemnitz, 29.-30.08.2019

EMO Hannover

Vorstellung des Innoteams „Smart Data Services für Produktionssysteme“ mit dem Exponat „Gläserne Werkzeugmaschine“ auf eigenem Stand, 16.-21.09.2019

META-Workshop

Thema „Nachrüstbare Features zur Antriebsregelung und -überwachung“, Chemnitz, 26.09.2019

Workshop „Schwingungsmessungen an Werkzeugmaschinen“

Kooperation mit dem Fraunhofer IWU, Chemnitz, 09.10.2019

Workshop „Thermisches Maschinenverhalten“

Kooperation mit dem Fraunhofer IWU, Chemnitz, 19.11.2019

5. VAR² Fachkonferenz zu VR/AR-Technologien in Anwendung und Forschung

mit Besichtigung des Virtual Reality Center Production Engineering (VRCP), Chemnitz, 04.-05.12.2019

Hannover-Messe Digital Days 2020

Präsentation auf dem Ausstellerprofil des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie mit dem „Hüft-ImplantatPfannenfräsSimulator (HIPS)“ online, 14.-15.07.2020

AVARE-Arbeitsgespräch „Kollaborationstools von 2D bis VR“

online, 15.10.2020

Consumer Electronics Show – CES

Präsentation mit dem Fahrerlosen Transportsystem „FollowMe“ online, 11.-14.01.2021



Die sächsische Wissenschaftsministerin Dr. Eva-Maria Stange besucht den Stand der Professur auf der Hannover-Messe 2019.

Herausforderung Corona

Im März 2020 erreichten das neuartige Coronavirus (SARS-CoV-2) und die dadurch ausgelöste Infektionskrankung COVID-19 die Stadt Chemnitz. Die gesamte Universität musste innerhalb kürzester Zeit sämtliche Prozesse anpassen, um die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter bestmöglich vor einer Ansteckung zu schützen und persönliche Kontakte weitestgehend zu vermeiden.

Mobile Arbeit wurde über Monate zum Regelfall. Beratungen, Dienstreisen oder Laborversuche wurden auf ein Minimum reduziert. Zum Infektionsschutz wurden Desinfektionsmittelspender an den Eingängen aufgestellt, das Tragen von Mund-Nase-Bedeckungen wurde Pflicht und die stark reduzierten Präsenzarbeiten konnten nur noch an Einzelarbeitsplätzen unter Einhaltung der Mindestabstände vorgenommen werden. Dank des großen Engagements, der Kreativität und der Flexibilität der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter gelang es, die Projektbearbeitung und -beantragung auch unter diesen schwierigen Umständen erfolgreich fortzuführen.

Mit Beginn des Sommersemesters 2020 wurde das Lehrpersonal vor die große Herausforderung gestellt, alle Lehrveranstaltungen zu digitalisieren, weil jeglicher Publikumsverkehr in den Räumen der Universität eingestellt werden musste. Diese Umstellung erforderte einen immensen Aufwand. Neue Ausstattung für die digitale Interaktion mit Studierenden und Partnern musste angeschafft werden. Zahlreiche didaktische, konzeptionelle und technische Fragen stellten sich. Von den Universitätskolleginnen und -kollegen kurzfristig erstellte Anleitungen, Empfehlungen und Schulungen zur digitalen Lehre dienten dabei den Dozierenden als Unterstützung. Mündliche Prüfungen und Verteidigungen von Ab-

schlussarbeiten wurden verschoben oder weitestgehend per Videokonferenz durchgeführt. Internationale Studierende mussten ihren Aufenthalt in Chemnitz mit Unterstützung der Universitätsmitarbeiter und -mitarbeiterinnen umplanen. Gleichzeitig fielen auch Auslandsreisen und -forschungsaufenthalte für Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus.

Nach einer Entspannung der Lage im Sommer 2020 spitzte sich das Infektionsgeschehen im Herbst wieder zu. Geplante Präsenzlehrveranstaltungen im Wintersemester 2020/21 wurden größtenteils wieder abgesagt, durch virtuelle Laborrundgänge ersetzt oder die Gruppengrößen für Praktika stark reduziert, was für das Lehrpersonal einen erhöhten Mehraufwand bedeutete. Dank Kontingenzprinzip und Schichtplänen konnten die nur in Präsenz durchführbaren Forschungs- und Verwaltungsarbeiten zugelassen, Projekttreffen und Nutzerstudien unter Hygienebestimmungen durchgeführt und die Leistungsfähigkeit der Professur erhalten werden.

Rückblickend hat die Corona-Krise der Professur zahlreiche Impulse für das Thema Arbeiten im Homeoffice gegeben – seien es die selbstverständliche Nutzung von Video- und Webkonferenzsoftware oder die flexiblere Arbeitszeiteinteilung im Einklang mit familiären Verpflichtungen. Gleichzeitig wurde vielen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der Wert der persönlichen Kommunikation bewusst.

Ab dem Jahreswechsel 2020/21 soll der neu entwickelte Impfstoff in Deutschland in einer breit angelegten Kampagne bundesweit eingesetzt werden, um zunächst Risikogruppen zu schützen und im Jahresverlauf für die gesamte Gesellschaft, Wirtschaft und Wissenschaft die lang ersehnte Rückkehr zur „Normalität“ zu ermöglichen.



Abschlusstreffen des InnoTeams „HEIGHT“ am 30.09.2020 unter Corona-Bedingungen mit viel Abstand

Fahrerloses Transportsystem gewinnt „3Dsensation Innovationspreis“

Die Professur Produktionssysteme und -prozesse erhielt am 10. November 2020 den „3Dsensation Innovationspreis“ für ihr Projekt „FOLLOWme“ zur sicheren Mensch-Roboter-Kooperation im Lager. Nach einer Abstimmung der Community der Forschungsallianz 3Dsensation wurde der Preis im Rahmen einer Online-Veranstaltung von Prof. Dr. Andreas Tünnermann, Sprecher des Lenkungskreises „3Dsensation“ vom Fraunhofer-Institut für Angewandte Optik und Feinmechanik IOF, an die Chemnitzer Wissenschaftler und ihre Projektpartner vergeben. Sie durften sich über einen Imagefilm zu ihrem Forschungsthema im Wert von 8.000 Euro freuen. Christoph Allmacher, Wissenschaftler an der Professur Produktionssysteme und -prozesse, nahm die Auszeichnung entgegen. Coronabedingt erhielten die Preisträger ihre Urkunde samt Sekt zum Anstoßen per Post. Ziel war es, den Transfer der Forschungsergebnisse in die Praxis zu fördern. Autonome fahrerlose Transportsysteme für die Intralogistik sind ein Megatrend, dem die Wissenschaftler seit März 2016 nachgehen. Das mit rund 1,5 Millionen Euro vom Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderte Projekt „FOLLOWme“ wurde 2019 abgeschlossen. Seitdem sind die Projektergebnisse in wissenschaftlichen Publikationen, zahlreichen Medien und auf Veranstaltungen präsentiert worden.

Weitere Informationen zum Projekt „FOLLOWme“ unter: www.followme-ils.com



Christoph Allmacher testet sein neu entwickeltes fahrerloses Transportfahrzeug

DIVR-Award für den „HüftimplantatPfannenfräsSimulator – HIPS“

Am 23. Mai 2019 überreichte das Deutsche Institut für Virtual Reality (DIVR) den Wissenschaftlern Mario Lorenz und Sebastian Knopp im Rahmen der „VR Science & Business Days“ in Gelsenkirchen den Preis in der Kategorie „best tech“. Die Fachjury zeigte sich von der technischen Realisierung des Projektes „HüftimplantatPfannenfräsSimulator“ (HIPS) beeindruckt. Sie lobte die hervorragende Qualität, den hohen technologischen Innovationsgrad und den gesellschaftlichen Impact der Virtual-Reality-Simulation, die für die Ausbildung von Chirurginnen und Chirurgen entwickelt wurde. Seit 2016 arbeiten die Chemnitzer Forscher gemeinsam mit der Universität Bremen, der FAKT Software GmbH in Leipzig und der CAT Production GmbH in München an diesem Thema. Von medizinischer Seite wird die Entwicklung von der Klinik für Orthopädie, Unfallchirurgie und Plastische Chirurgie des Universitätsklinikums Leipzig, dem Zentrum zur Erforschung der Stütz- und Bewegungsorgane (ZESBO), der Forschungsgruppe für klinische Anatomie der University of Otago (Neuseeland) sowie der Medizintechnik-Abteilung des Fraunhofer-Instituts für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU begleitet. Um den Virtual-Reality basierten Trainingssimulator mit haptischem Feedback auszubauen, werden seit Mai 2020 im Folgeprojekt „DynamicHIPS“ weitere, besonders kritische Operationsschritte als virtuelle Trainingseinheiten erarbeitet.



Verleihung des DIVR-Awards an Mario Lorenz (2. v. l.) und Sebastian Knopp (3. v. l.).

Bearbeitungszentrum DMC 850 V

Zur Verbesserung der Ausstattung für die Lehre und Forschung wurde das bisher von der Firma DECKEL MAHO Seebach GmbH geliehene vertikale Bearbeitungszentrum DMC 850 V endgültig erworben.

Die Maschine erlaubt die praxisnahe Ausbildung in der Maschinen- und Prozessgestaltung, insbesondere im Masterstudium. So erfreuen sich Praktika zur werkstatorientierten Programmierung der Fräs- und Bohrbearbeitung sowie zur Maschineneinrichtung und Werkzeugvermessung mittels maschinenintegrierter Lasermesstechnik großer Beliebtheit bei den Studierenden. Auch in der Forschung zur operativen Modalanalyse, zur CFK-Bohrbearbeitung und zur Korrektur thermischer Werkzeugverformungen stellt es die technologische Basis für exzellente Forschungsarbeiten an der Professur dar.

Der Kauf wurde aus Mitteln des SFB/Transregio 96 „Thermo-energetische Gestaltung von Werkzeugmaschinen“ finanziert. Ein großer Dank geht zudem an das Unternehmen DECKEL MAHO Seebach GmbH für die langjährige Unterstützung und enge Kooperation sowie die kostengünstige Überlassung.

Bewegungs- erfassungssystem

Für Grundlagenuntersuchungen im Bereich der Mensch-Maschine-Interaktion wurde 2020 ein VICON-Bewegungserfassungssystem, bestehend aus 7 Vero v2.2 Infrarotkameras, einem IMU – Blue Trident Inertialsensor – inkl. Zubehör und leistungsstarkem Lenovo Laptop, beschafft. In Kombination mit der NEXUS Bewegungserfassungssoftware besteht nun die Möglichkeit, auf Basis von Menschmodellen, Bewegungsanalysen und hochgenaues Echtzeit-Tracking durchzuführen.

Initiale Einsatzgebiete werden Bewegungsanalysen im Rahmen der Entwicklung eines chirurgischen Virtual-Reality-(VR)-Trainingssimulators für Hüftgelenkersatzoperationen sowie die Echtzeit-Kopplung mit Industrierobotern sein. Die Untersuchungen zum ersten Einsatzgebiet, sollen ein besseres Verständnis für die Arbeitsweise und den Arbeitsraum von Chirurgen während Hüftgelenkersatzoperationen ermöglichen, welches grundlegend für die Gestaltung des VR-Trainingssimulators ist. Im zweiten Einsatzgebiet sollen Grundlagenuntersuchungen für die Entwicklung eines roboterbasierten Untergrundsimulators geschaffen werden.


Darüber hinaus kann das VICON-Trackingsystem für Analysen in der Arbeitsplatzgestaltung oder das Erfassen von Roboter- und Maschinenbewegungen genutzt werden.



Vertikales Bearbeitungszentrum DMC 850 V für die praxisnahe Ausbildung



Bewegungsaufnahme mit dem VICON-System
www.vicon.com/cms/wp-content/uploads/2020/02/DNEG_Shogun.jpg



crank shaft

Lehre



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

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

Studiengänge mit Lehrveranstaltungen der Professur

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

Unmittelbar verantwortlich ist die Professur für die Ausbildung der Studierenden:

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

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

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

Lehrveranstaltungen/ Lehrlinien der Professur

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

Werkzeugmaschinen	
Produktionssysteme	Werkzeugmaschinen-Baugruppen
Umform- und Verzahnmaschinen	Werkzeugmaschinen-Eigenschaftsanalyse
Präzisionsmaschinen für Mikrobearbeitung	Vorrichtungskonstruktion
Technologies of Machine Tools	
Mechatronik	
Steuerungs- und Regelungstechnik	Angewandte Regelungstechnik
Industrielle Steuerungstechnik	Automatisierung von Maschinen
Fertigungstechnik	
Fertigungslehre	Gestaltung spanender Fertigungsprozesse
Generative Fertigungsverfahren (3D-Druck)	Fertigungsprozessgestaltung (Arbeitsvorbereitung)
Umformtechnik und Trenntechnik in Anwendung (Teil Trenntechnik)	CAM-Methoden und Anwendung
Grundlagen ausgewählter Fertigungsverfahren	Machining Technologies
Virtual Reality	
Virtual und Augmented Reality im Maschinenbau	Virtual-Reality-Modellierung
Digital Manufacturing	
Fachgebietsübergreifende Lehrveranstaltungen	
Fertigungsstrategien im Automobilbau	

Bachelor / Diplom

Angewandte Regelungstechnik

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

Fertigungslehre

Verfahrensgrundlagen zu den Hauptgruppen:

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

Fertigungsstrategien im Automobilbau

- Optimierung von Produktionsprozessen
- Produktionsstrategien und Innovationen
- Vom Design zum Produkt
- Exkursion zum BMW Group Werk Leipzig

Grundlagen ausgewählter Fertigungsverfahren

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

Produktionssysteme

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

Steuerungs- und Regelungstechnik

- 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

Umformtechnik und Trenntechnik in Anwendung (Teil Trenntechnik)

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

- Schnittkraftberechnung und Prozessauslegung
- Prozessketten- und Prozessauswahl

Vorrichtungskonstruktion

Konstruktion einer Vorrichtung für eine durch Werkstückzeichnung vorgegebene Bearbeitung

Werkzeugmaschinen-Baugruppen

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

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



Master / Diplom

Automatisierung von Maschinen

- 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

CAM-Methoden und Anwendung

- Maschinen- und werkzeugtechnische Voraussetzungen für eine CNC-basierte Fertigung
- Grundlagen der manuellen Programmierung, Ablauf einer werkstatorientierten Programmierung
- Praktische Umsetzung einer CAM-Prozesskette

Digital Manufacturing

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

Entwicklung und Gestaltung von Produktionstechnik

- Komponenten, Peripherie und Aufbau von Werkzeugmaschinen
- Gestaltungskonflikte an Produktionssystemen hinsichtlich Produktivität versus Genauigkeit
- Durchführung von Berechnungen zu typischen Gestaltungsaufgaben
- Analyse des Verhaltens von Maschinen im Zeit- und Frequenzbereich (Nutzung von Simulationen)

Fertigungsprozessgestaltung (Arbeitsvorbereitung)

- Methodik der technischen Fertigungsverfahren
- Anwendung der Prinzipien und damit einhergehenden Abläufe der Arbeitsplanung sowie Erstellung der Fertigungsunterlagen
- Wirtschaftlichkeitsvergleich technologischer Fertigungsvarianten
- Klassifikation und Systematisierung von Fertigungsprozessen



Generative Fertigungsverfahren (3D-Druck)

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

Gestaltung spanender Fertigungsprozesse

- Vertiefte Kenntnisse zur spanenden Fertigung sowie Überblick aktueller Themen aus Wissenschaft und industrieller Anwendung
- Werkzeugauswahl und -herstellung sowie Prozessauslegung und -optimierung
- Keramik- und Hartbearbeitung
- Exkursionen in innovative Unternehmen mit spanender Fertigung

Industrielle Steuerungstechnik

- Überblick zur Automatisierung im Maschinenbau
- Grundstrukturen und Funktionalität binärer Steuerungen, Bewegungsbahnen und Interpolation, Automatisierung im System
- Automatisierung von Maschinen: Maschinenmodell, Koordinatensysteme und Achsdefinition, Bewegungsabläufe und Wegdiagramme

- Aufbau, Wirkungsweise, Handhabung: Speicherprogrammierbare Steuerung, Numerische Steuerung, Bewegungs-Steuerung, Roboter-Steuerung
- Verbund von Steuerungen im Automatisierungssystem

Machining Technologies

- Verfahrensgrundlagen der spanenden Bearbeitung sowie Gestaltung effizienter Prozesse
- Zielorientierte Auswahl entscheidender Systemgrößen (z. B. Werkzeugauswahl) und die Ermittlung der Prozesseinstellgrößen (z. B. Schnittparameter)
- Methoden der NC-Programm-Erstellung
- Kosten- und Qualitätsoptimierung von Fräsprozessen

Präzisionsmaschinen für Mikrobearbeitung

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



Professur-Mitarbeiter Adrian Albero Rojas (ganz rechts) mit Studierenden in der Schüler- und Studierendenwerkstatt der TU Chemnitz



Technologies of Machine Tools

- Zentrale Komponenten von Werkzeugmaschinen und Mehrmaschinensysteme
- Aufbau, Wirkungsweise, Programmierung und Betrieb aktueller Steuerungssysteme
- Experimentelle und simulative Methoden zur Identifikation von Maschineneigenschaften sowie Möglichkeiten der Datenerfassung und -analyse
- Integration wirkstellennaher aktorischer und sensorischer Funktionalitäten im mechatronischen System Werkzeugmaschine

Umform- und Verzahnmaschinen (Werkzeugmaschinen-Baugruppen II, Verzahntechnik)

- Auslegung und konstruktive Gestaltung von WZM-Gestellbauteilen
- Berechnungsgrundlagen für weggebundene, energiegebundene und kraftgebundene Umformmaschinen
- Verzahnungskenngrößen und Verzahnungskinematik
- Spanende und umformende Maschinen zur Herstellung von Verzahnungen
- Verfahrensbedingte bzw. gewollte Profilabweichungen

Virtual-Reality-Modellierung

- Gesamter Prozess von der Idee zur fertigen VR-Visualisierung
- Modellierung, Oberflächengestaltung, Erstellung von Beleuchtungsmodellen, Kameraperspektiven und Animationen
- Szenenexport und Erstellung der finalen VR-Anwendung

Virtual und Augmented Reality im Maschinenbau

- Vermittlung von Grundlagen der virtuellen und erweiterten Realität
- Datenerfassung, -umwandlung und -verarbeitung
- Einsatzmöglichkeiten von VR und AR im gesamten Produktlebenszyklus
- Anwendungsorientierte Erstellung von VR- und AR-Präsentationen

Werkzeugmaschinen-Eigenschafts- analyse

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





*Forschung und
Verbundprojekte*

Nationale und internationale Verbundprojekte – Auswahl

Netzwerk-Koordination



AVARE

„Anwendung von Virtual und Augmented Reality“



META

„Manufacturing 4.0 durch Entwicklung und Transfer progressiver Automatisierungslösungen“

Horizon 2020



EU-Forschungsprojekt PreCoM

„Predictive Cognitive Maintenance Decision-Support System“

Sonderforschungsbereiche



DFG-Sonderforschungsbereich Hybrid Societies

„Humans Interacting with Embodied Technologies“



DFG-Sonderforschungsbereich/Transregio 96

„Thermo-energetische Gestaltung von Werkzeugmaschinen“

Freistaat Sachsen



Forschungsallianz AMARETO

„Sächsische Allianz für MAterial- und RessourcenEffiziente TechnOlogien“



InnoTeam HEIGHT

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



InnoTeam Smart Data Services

„Smart Data Services für Produktionssysteme“



InnoTeam PRESENCE

„Erhöhung der Presence in virtuellen Umgebungen“

Netzwerk AVARE – Anwendung von Virtual und Augmented Reality

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

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

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

Seit der Gründung im Jahr 2015 mit sieben Mitgliedern sind weitere interessierte Unternehmen beigetreten, so dass das Netzwerk mittlerweile 14 Mitglieder umfasst.

Um die Möglichkeiten und Einsatzszenarien bekannt zu machen, bietet AVARE neben der Forschungstätigkeit Vorträge und Informationsveranstaltungen an. Informationen unter: www.avare.info

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

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Netzwerk META – Manufacturing 4.0

Netzwerkmanager: Dr.-Ing. Matthias Rehm,
M.Sc. Armin Schleinitz

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

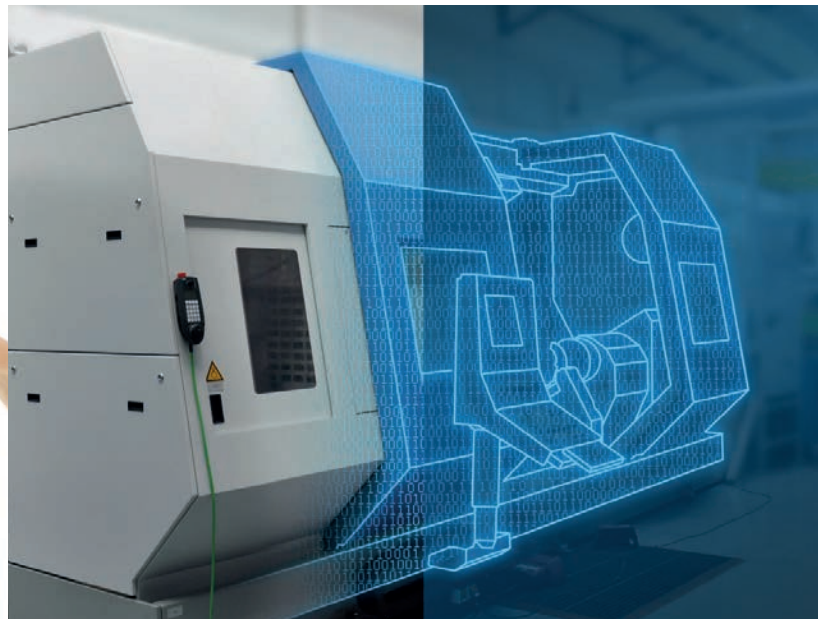
Die Entwicklungslinien des Netzwerkes umfassen:

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

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



AVARE Arbeitsgespräche



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

PreCoM – Predictive Cognitive Maintenance Decision-Support System

Projektbearbeiter: Dr. rer. med. Mario Lorenz, M.Sc. Sebastian Knopp

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

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

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

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

Das AR Guidance System leitet Wartungstechniker und Wartungstechnikerinnen schrittweise durch komplexe Wartungsaufgaben. Dafür werden Text, Bild, Video und 3D-Animationen in einem multimo-

dalen Ansatz kombiniert. Weiterhin haben die Wartungstechniker und Wartungstechnikerinnen direkten Zugriff auf Daten der NC-Steuerung und wichtige Dokumentationsunterlagen, wie z. B. Elektropläne. Das AR Remote Service System ermöglicht den Wartungstechnikern und Wartungstechnikerinnen eine effektivere Kommunikation mit Expertinnen und Experten von Zulieferern von Maschinenkomponenten. Dazu wird eine Audio-/Video-Verbindung aufgebaut, wodurch die Wartungstechniker besser ihr Problem erklären können. Dabei wird es möglich sein, dass beide Kommunikationspartner das Videobild mit Text, Zeichnungen und 3D-Objekten live erweitern können, um einen noch besseren Kommunikationsaustausch zu ermöglichen.

Projektlaufzeit: 01.11.2017 bis 28.02.2021

Informationen unter: www.precom-project.eu

Gefördert durch:

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



Spatial Orientation in Telepresence (Teilprojekt C02 im SFB Hybrid Societies)

Teilprojektleiter: Dr.-Ing. Philipp Klimant

Projektbearbeiter: M.Sc. Jennifer Brade, M.Sc. Sven Winkler

Digitale Technologien erlangen Autonomie und begegnen Menschen an immer mehr Orten und in verschiedenen Gestalten, etwa als hochautomatisierte Fahrzeuge, Roboter und Drohnen, aber auch als Avatare und andere intelligente Agenten mit virtuellen Körpern. Digitale Technologien werden zudem zunehmend am Körper getragen, beispielsweise als intelligente Prothesen, Exoskelette und VR-Brillen. Für effiziente und flüssige Interaktion in hybriden Gesellschaften müssen menschliche Fähigkeiten und technologische Potentiale analysiert und in neuartiger Weise aufeinander abgestimmt werden. Dazu arbeiten im Rahmen des von der DFG geförderten Sonderforschungsbereichs „CRC 1410 Hybrid Societies“ 30 Professorinnen und Professoren aus den Bereichen Psychologie, Ingenieurwissenschaften, Informatik, Bewegungswissenschaften, Sprachwissenschaften, Gestenforschung, Soziologie, Physik, Mathematik und Jura der TU Chemnitz an der Frage, was nötig ist, damit Menschen sich mit verkörperten digitalen Technologien so flüssig koordinieren können, wie sie es mit ihren Mitmenschen tun. Des Weiteren wird die Frage thematisiert, wie diese verkörperten digitalen Technologien gestaltet werden müssen, damit sie diese Anforderungen erfüllen.

Im Rahmen von vier miteinander verbundenen Forschungsbereichen arbeitet die Professur Produktionssysteme und -prozesse zusammen mit der Professur für angewandte Gerontopsychologie und Kognition im Projekt „C02 – Spatial Orientation in Telepresence“ im Forschungsfeld „Shared Environments“, welches sich mit der räumlichen Orientierung und dem koordinierten Verhalten von Menschen und verkörperten digitalen Technologien befasst. Projekt C02 untersucht die kontinuierliche Aktualisierung

räumlicher Repräsentationen und ihre entscheidende Bedeutung für räumliche Orientierung in virtuellen Umgebungen. Die kontinuierliche räumliche Aktualisierung während Eigenbewegungen ist ein Prozess, der maßgeblich zur räumlichen Orientierung in der realen Welt beiträgt. In virtuellen bzw. synthetischen Umgebungen wird dieser Prozess jedoch oftmals technologiebedingt gestört bzw. unvollständig unterstützt. Um die räumliche Orientierung in virtuellen Szenarien zu verbessern, benötigen die Nutzenden sensorische Erfahrungen, die Aktualisierungsmechanismen auslösen können. Hierzu untersuchen die Forschenden der beiden Professuren den Einfluss verschiedener Faktoren, wie den Grad des Realismus der virtuellen Umgebungen, verschiedene Formen von realen Bewegungen in der virtuellen Welt, wie z. B. Redirected Walking und unterschiedliche Hinweisreizkombinationen, sowohl auf rein visueller, als auch auf multimodaler Wahrnehmungsebene.

Ziel des Projektes ist es, die räumliche Orientierung in virtuellen Szenarien zu optimieren und somit sowohl virtuelle Schulungen und Trainingsszenarien, als auch Telepräsenzaufgaben für Nutzende intuitiver und optimaler zu gestalten.

Informationen unter:

www.tu-chemnitz.de/hybrid-societies/

Projektlaufzeit: 01.01.2020 bis 31.12.2023

Gefördert durch:



Darstellung einer Aufgabe zur kontinuierlichen räumlichen Aktualisierung in virtuellen Umgebungen

Modellgestützte Beschreibung der thermischen Werkzeug- und Spannmittelverformung (Teilprojekt A01 im SFB/TR 96)

Teilprojektleiter: Prof. Dr.-Ing. Matthias Putz, Dr.-Ing. Joachim Regel

Projektbearbeiter: M.Sc. Ing. Lukáš Topinka, M.Sc. Steffen Brier

Der DFG-Sonderforschungsbereich Transregio 96 ist der Kooperationsverbund von 20 Teilprojekten an den Standorten Chemnitz, Dresden und Aachen. In Phase eins (2011-2015) lag eine starke Fokussierung auf der grundlegenden Modellierung und Parametrierung von thermo-energetischen Wirkzusammenhängen in Werkzeugmaschinen. Die Untersuchungen beschränkten sich auf das thermische Verhalten auf Bauteilebene. Durch entsprechende Prüfstände wurden Grundlagen geschaffen sowie Phänomene und Einflüsse beschrieben, wodurch Ansätze für Lösungen thermisch bedingter Verformungen vorgestellt wurden.

In Phase zwei (2015-2019) lag der Schwerpunkt auf der Integration von Teillösungen der gefundenen Ansätze auf Baugruppen- und Maschinenebene. Die Modellansätze wurden an Integrationsobjekten zusammengeführt und validiert sowie Lösungsansätze miteinander kombiniert und etabliert. Der Fokus lag auf Verbesserungen, die im Konstruktionsentwurf und Entwicklungsprozess von Werkzeugmaschinen berücksichtigt werden dürfen.

Die Arbeiten erfolgen mit der Vision, in der laufenden dritten Phase (2019-2023) anwendbare Lösungen für die Gesamtstruktur zu generieren. Dazu werden auf Demonstratorebene betriebsfähige Kompensations- und Korrekturstrategien entwickelt, um den thermischen Gesamtfehler zu reduzieren. Die vermehrte Übertragung auf reale Prozesse und die ganzheitliche Berücksichtigung von prozessstabilisierender Kühlung sind dabei von wesentlicher Bedeutung.

Das Teilprojekt A01 konzentriert sich dabei auf die modellhafte Beschreibung des thermischen Verhaltens von Werkzeug und Spannmittel. Die Projektbearbeitung erfolgt in Zusammenarbeit mit dem

Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU. Ziel des Teilprojektes A01 ist die Kompensation und Korrektur von thermisch bedingten Werkzeugverlagerungen.

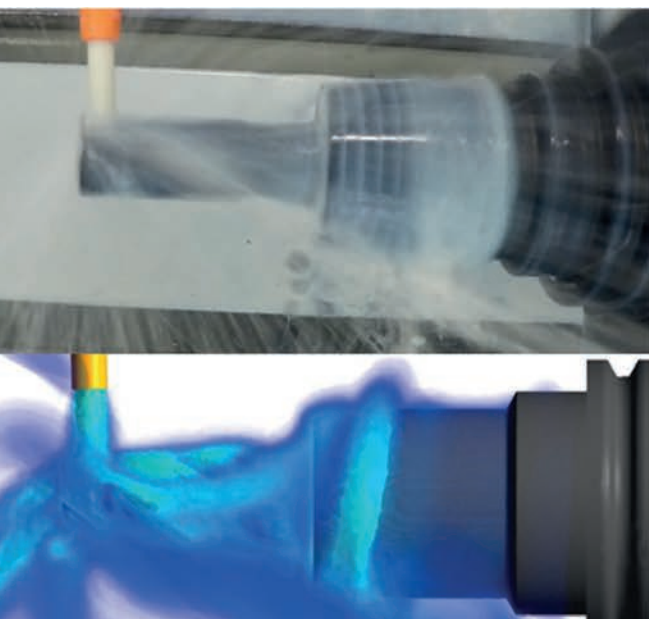
Für die Beschreibung der Werkzeugverformungen wurden mehrere numerische Modelle entwickelt. Diese sind das Prozessmodell (thermo-elastisch-plastisches FE-Modell mit Viskoplastizitäten nach Johnson-Cook), das Strömungsmodell (CFD-Modell auf Basis der Navier-Stokes-Gleichungen) und das Strukturmodell (Thermo-elastisches FE-Modell auf Basis der Wärmeleitungsgleichung nach Fourier). Der Umfang an Modellierung ist notwendig, um eine hinreichend genaue Auflösung der thermischen Wirkungen für spanende Prozesse einschließlich der Kühlung zu ermöglichen. Auf Basis dieser Modelle konnten Lösungen für eine thermisch robuste Werkzeugstruktur entwickelt werden. Bedeutsam ist dabei die Fehlerkorrektur in Echtzeit. Durch die Ergebnisse aus den numerischen Modellen sowie den experimentellen Untersuchungen konnten Kennfelder erstellt werden, welche sowohl derzeit als Datenbasis als auch zukünftig in Kombination mit strukturintegrierter Sensorik und thermischen Charakteristiken für eine Korrektur herangezogen und dem Anwender zur Verfügung gestellt werden können.

Projektlaufzeit: 01.07.2011 bis 30.06.2023

Informationen unter:
transregio96.webspace.tu-dresden.de

Gefördert durch:

DFG Deutsche
Forschungsgemeinschaft



Numerische Simulation von Kühlströmung und Temperaturfeld im Fräswerkzeug

AMARETO – Sächsische Allianz für material- und ressourceneffiziente Technologien

Standortkoordinator: Dr.-Ing. Philipp Klimant

Projektbearbeiter: Dr.-Ing. Joachim Regel, Dipl.-Ing. René Apitzsch, M.Sc. André Sewohl

Kleinere Losgrößen und individuellere Produkte, mit immer höheren Anforderungen, erfordern ein Umgestalten klassischer Produktionsstrategien. Einerseits müssen Prozesse flexibler und sicherer gestaltet, andererseits müssen Kosten- und Qualitätsanforderungen eingehalten werden. Diese durch den Markt getriebene Entwicklung erfordert ein Umdenken der klassischen Produktion.

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

Der Chemnitzer Forschungsschwerpunkt Smart Production umfasst dabei: adaptive Prozessregelung, Prozessentwicklung sowie Intelligentes Datenmanagement / nutzerspezifische Dateninteraktion. An der Professur wurden speziell die Teilprojekte Prozessregelung, Thermische Maschinenstruktur sowie durchgängiges Datenmodell bearbeitet.

Die Entwicklung eines durchgängigen Datenmodells wurde anhand des Anwendungsbeispiels Condition Monitoring vorangetrieben. Es wurde ein Virtueller Zwilling in Form von Verschleißmodellen bzw. -statistiken zur Vorhersage der Restlebensdauer und Ausfallwahrscheinlichkeit spezifischer Bauteile entwickelt. Zudem wurden Augmented-Reality-(AR)-Technologien zur visuellen Unterstützung bei Fehlererkennung, -vermeidung und Service im direkten produktionstechnischen Umfeld genutzt.

Im Rahmen des Teilprojektes zur Prozessregelung lag der Fokus auf dem Entwurf eines hybriden Regelungskonzeptes zur direkten Beeinflussung von Bearbeitungskräften für Fertigungsprozesse aus dem Bereich der Umformtechnik. Entwickelt, implementiert und im Versuchsfeld validiert wurden hierbei ein Modell für simulationsbasierte Untersuchungen, die Parametrierung der Reglungarchitektur und eine Performancebewertung.

Erforscht wurde zudem die simulationsgestützte Beschreibung thermischer Wechselwirkungen mit abgeleiteten Korrekturwerten zur Verbesserung der Prozessmodelle und der Bearbeitungsgenauigkeit spanender Fertigungsprozesse. Dazu wurden herkömmliche thermische Zustandsmodelle derart aufbereitet, dass eine Datenreduktion für eine bessere Integrierbarkeit dieser Modelle in durchgängige Datenmodelle möglich ist.

Zudem wurde der AMARETO-Webpresenter erstellt, der auf anschauliche Weise die im Projekt erzielten Ergebnisse aller beteiligten Standorte vereint und diese im Internet für alle Interessierten leicht zugänglich macht. Er basiert auf einer optimierten Version eines selbst entwickelten Web-Frameworks, welches dazu dient, Inhalte wie Texte, Videos und Bilder mit 3D-Modellen zu verknüpfen.

Projektlaufzeit: 01.01.2017 bis 31.12.2020.

Informationen unter: www.amareto.info

Gefördert durch:



Europa fördert Sachsen.



Europäischer Fonds für regionale Entwicklung



Der 3D-Webpresenter visualisiert die Ergebnisse im Verbundprojekt AMARETO

InnoTeam HEIGHT – Hochintegrierte Prozesskette zur generativen Fertigung von metallischen Hochleistungsbauteilen

Projektbearbeiter: M.Sc. Marco Posdich, M.Sc. Rico Stöckmann, M.Sc. Sven Winkler

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

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

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

zesse möglichst optimal zu nutzen. Die besondere Herausforderung bestand darin, auf nur einer Werkzeugmaschine sowohl eine präzise weggesteuerte Verfahrbewegung (Fräsprozess), als auch eine Kombination aus Kraft- und Wegsteuerung (Glattwalzen) für Freiformgeometrien zu realisieren.

Koordiniert, überwacht und geplant wurde die gesamte Prozesskette mittels eines durchgängigen Datenmodells, welches als Virtueller Zwilling eine dauerhafte Nachverfolgung des digitalen Werkstücks und eine Änderung der Prozessplanung jederzeit ermöglichte. Somit war z. B. der Effekt des Glattwalzens (Kaltverfestigung des Materials) auf die Funktionsfläche vorhersagbar, planbar und sichtbar.

Erreichte Ziele:

- Oberflächenqualität von $Rz < 0,8 \mu m$
- Verbesserung der mechanischen Eigenschaften um bis zu 350 % im Vergleich zum SLM-Prozess
- Kraftgesteuerter Glattwalzprozess für Freiformflächen auf 3-Achs- und 5-Achs-Maschinen
- Simulative Vorhersage des Glattwalzprozesses auf individuelle Werkstückgeometrien
- Darstellung der Kräfte am Werkzeug in Echtzeit während der Bearbeitung am 3D-Modell

Projektlaufzeit: 01.08.2016 bis 30.09.2020

Informationen unter: www.innoteam-height.de

Gefördert durch:

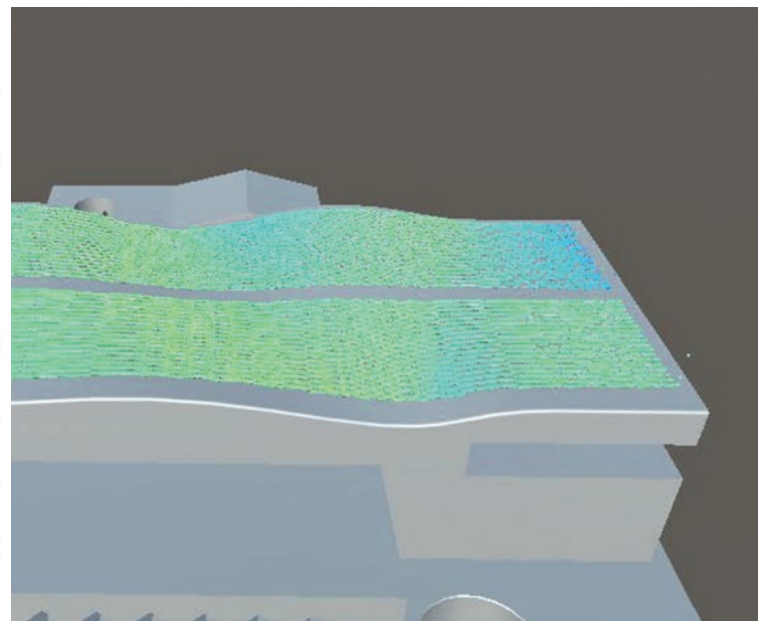
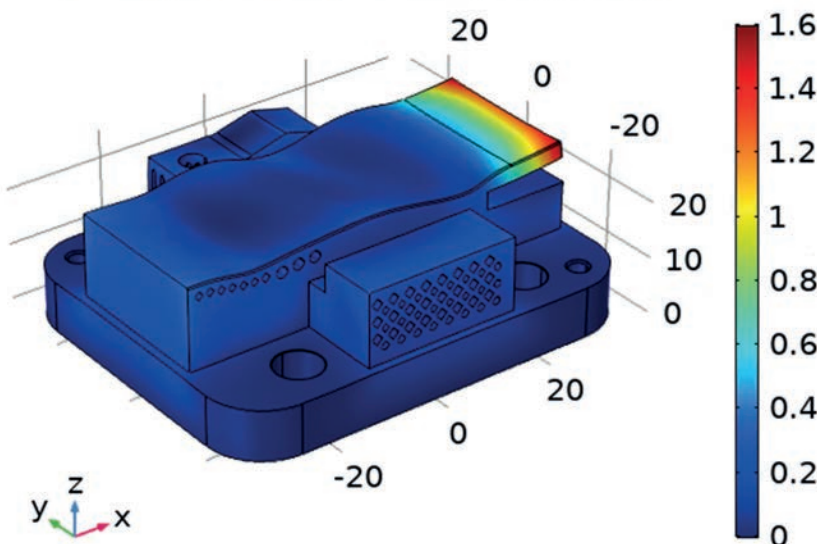


Europa fördert Sachsen.
ESF
Europäischer Sozialfonds



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

Oberfläche: Totale Verschiebung (mm)



Vorhersage des Bauteilverzugs durch Restspannungen und Kompensation dieser durch die kombinierte Endbearbeitung sowie Digitalisierung des Bauteils durch den Virtuellen Zwilling

Das strategische Ziel des Forschungsprojektes Smart Data Services für Produktionssysteme ist die Entwicklung innovativer datengestützter Dienstleistungen im produktionstechnischen Umfeld. Dies soll durch die Umsetzung eines neuen Ansatzes zur multivalenten Datennutzung erreicht werden, der die geschäftsrelevanten Handlungsbedarfe von Maschinenherstellern, -betreibern und Serviceunternehmen mit den potenziellen I4.0-Lösungsansätzen von IT-Dienstleistern vereint. Im Gegensatz zu klassischen Ansätzen sollen Daten nun global und vernetzt verfügbar gemacht werden. Die Bearbeitung erfolgt in Kooperation mit dem Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU, dem Institut für Werkzeugmaschinen und Steuerungstechnik (IWM) der TU Dresden, der BMF GmbH, der Variomatic Werkzeugmaschinen GmbH, der autinity systems GmbH und der Hempel Werkzeugmaschinen GmbH.

Moderne Produktionssysteme generieren üblicherweise bereits eine Vielzahl an prozessrelevanten Daten. Insbesondere in den integrierten Steuerungs- und Antriebssystemen sind eine große Menge an verwertbaren, jedoch teils unstrukturierten Daten verfügbar. Das wesentliche Ziel im Teilprojekt Regelkreisüberwachung bestand darin, einen Zugang zu diesen internen Daten zu schaffen und in Form aussagekräftiger Kennwerte zur Zustandsüberwachung und -bewertung der Vorschubachsen von Werkzeugmaschinen zu nutzen. Als wesentliche Voraussetzung erfolgte die Entwicklung einer bidirektionalen Kommunikationsschnittstelle, die einerseits eine hochfrequente Aufzeichnung von Steuerungs- und Antriebsdaten gestattet und andererseits die Aufschaltung überlagerter Sollwertprofile im regulären

Maschinenbetrieb ermöglicht. Durch die Integration in die konventionelle Netzwerkkommunikation sind keine proprietären Schnittstellen oder Anpassungen an der Maschinensteuerung vonnöten. Diese neue Datenschnittstelle bildet die Grundlage für eine Vielzahl an Überwachungsfunktionen, welche verschiedene Teilsysteme einer Vorschubachse adressieren. Im Projektrahmen wurden folgende Funktionen erfolgreich integriert und an unterschiedlichen Produktionssystemen validiert:

- Zyklische, nichtinvasive Identifikation von Reibung und Massenträgheit
- Detektion mechanischer Defekte im Antriebsstrang (z. B. Kupplungsschäden, Vorspannungsverlust von Zahnriemengetrieben)
- Antriebsbasierte Schätzung von Prozesskräften inkl. automatischer Modellgewinnung zur Werkzeugüberwachung

Für eine maschinennahe Datenverarbeitung wurden alle genannten Überwachungsmethoden in einem skalierbaren IPC programmiert und in einen automatisierten Ablauf integriert. Die generierten, komprimierten Kennwerte werden fortlaufend in einer Datenbank gespeichert und visualisiert. Die Funktionalität der gesamten Toolkette wurde an einem Maschinendemonstrator validiert und im Rahmen mehrerer Messeauftritte dem Fachpublikum präsentiert.

Projektlaufzeit: 01.03.2017 bis 29.02.2020

Gefördert durch:



Europäische Union



Europa fördert Sachsen.
ESF
Europäischer Sozialfonds



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



Auswertung komprimierter Antriebsdaten direkt an der Maschine

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

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

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

Die Professur Produktionssysteme und -prozesse als Initiator und Projektleiter setzt dabei den Fokus auf Verbesserungen in den Bereichen Visualisierung, Interaktion und Datenhandling, während die

TU Dresden ihre Expertise im Bereich Akustik in den Projektverbund einbringen kann. Das im Kompetenzfeld „Mensch und Technik“ angesiedelte Projekt wird seitens der TU Chemnitz durch die Professur Arbeitswissenschaft und Innovationsmanagement komplettiert. Zusammen mit den Unternehmenspartnern Interactive Minds Dresden GmbH und WESOM Textil GmbH stehen die Sinnesmodalitäten »Sehen« und »Fühlen« im Fokus. Als weiterer Entwicklungspartner unterstützt die plavis GmbH als VR-Anwender im Bereich Fabrikplanung die Vorhabenziele.

Zusammen entwickelte das Konsortium drei Use-Case-Demonstratoren, welche verschiedene Anwendungsbereiche von virtuellen Systemen thematisieren und in denen der Einfluss auf das Präsenzepfinden und auf die User Experience der Einzelentwicklungen untersucht wird. Die Anwendungsbereiche der Demonstratoren erstrecken sich vom Einsatz von Augmented Reality im Rahmen der Fabrikplanung bzw. Planungsüberprüfung über virtuelle Schulungen im Montagekontext bis hin zu grundlegenden Untersuchungen bezüglich der Einbindung von Sinnes- und Interaktionsmodalitäten. Durch umfangreiche Studien in den einzelnen Use-Case-Demonstratoren wurden Handlungsempfehlungen für die Gestaltung von virtuellen Szenarien entwickelt.

Projektlaufzeit: 01.07.2018 bis 31.12.2020

Gefördert durch:




Europa fördert Sachsen.
ESF
Europäischer Sozialfonds



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





*Forschung
Abteilungen*

Werkzeugmaschinen

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



Leitung der Abteilung:
Dr.-Ing. Joachim Regel

Steuerungs- und Regelungstechnik

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



Leitung der Abteilung:
Dr.-Ing. Holger Schlegel

Fertigungstechnik / Spanen

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



Leitung der Abteilung:
Dipl.-Ing. Marco Witt

Prozessinformatik und Virtuelle Produktentwicklung

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



Leitung der Abteilung:
Dipl.-Wirt.-Ing. Franziska Klimant

An der Technischen Universität Chemnitz hat die Forschung und Lehre im Werkzeugmaschinenbau eine 65-jährige Tradition. Beide Aspekte bedingen einander und sind ein Garant für die enge Verbindung von theoretischen Grundlagen mit der industriellen Praxis unserer Forschungspartner. Unserem kompetenten und motivierten Team wissenschaftlicher Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter sowie Techniker steht sowohl für diese Spitzenforschung als auch für die studentische Ausbildung eine moderne Ausstattung zur Verfügung. Themenstellungen aus den Bereichen Entwicklung, Simulation und experimenteller Eigenschaftsanalyse unterstützen zum einen unsere Forschungspartner bei der Verbesserung der Produktivität, Qualität, Zuverlässigkeit und Anwendbarkeit von Werkzeugmaschinen und garantieren andererseits einen effektiven Wissens- und Technologietransfer.

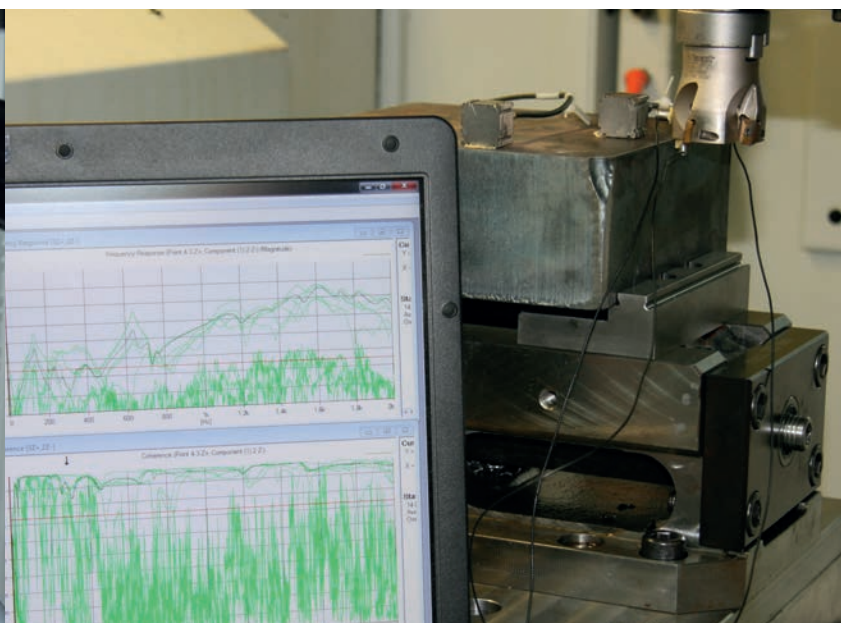
Das eingehende Verständnis der Eigenschaften von Werkzeugmaschinen ist der Schlüssel für deren Weiterentwicklung. Deshalb ergänzen wir unsere messtechnischen Untersuchungen mit einem hohen Anteil simulativer Analysen. Die immer komplexer werdenden Strukturen erfordern neben der richtigen Parameteridentifikation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

Schwerpunkte aus dem Forschungsportfolio:

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



Mobile Energiemessung mit Strommesszange



Charakterisierung des dynamischen Verhaltens von Maschinenstrukturen



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

- HDF 100 – Reibungsreduzierte hydrodynamische Führung mit verminderter Kippneigung für hohe Gleitgeschwindigkeiten durch optimale Gestaltung der Führungsflächen
- OMA – Ermittlung modaler Parameter unter Zerspanbedingungen mittels Betriebsmodalanalyse
- MTZ-Dreh – Erfassung und Vergleichbarkeit der menschlichen und technischen Zuverlässigkeit zur verbesserten Werkstückspannung beim Vertikal-Drehen
- Beschreibung, Optimierung und Kompensation der thermischen Werkzeug- und Spannmittelverformung (Teilprojekt A01 im SFB/Transregio 96)
- ThermCAM – Thermische Werkzeugkartierung mittels cyber-physischem Werkzeugsystem für den CAM-Prozess
- Zeitvariable Simulation der thermischen Maschinenstruktur (Teilprojekt C1.2 im Verbundprojekt AMARETO)
- smartSAD – Smarte Sensor- und Auswertesysteme für die Drahtfertigung

Das Lehrangebot der Abteilung deckt sowohl die Grundlagen zu Aufbau und Anwendung als auch vertiefte Kenntnisse zur Auslegung und Berechnung von Baugruppen spanender und umformender Werkzeugmaschinen ab. Weiterhin werden studentische Arbeiten sowohl aus der Grundlagen- als auch der Anwendungsforschung in Zusammenarbeit mit Unternehmen angeboten.

Angebote zur Prozess- und Maschinenanalyse:

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

Angebote zur Komponentenuntersuchung von Vorschubachsen:

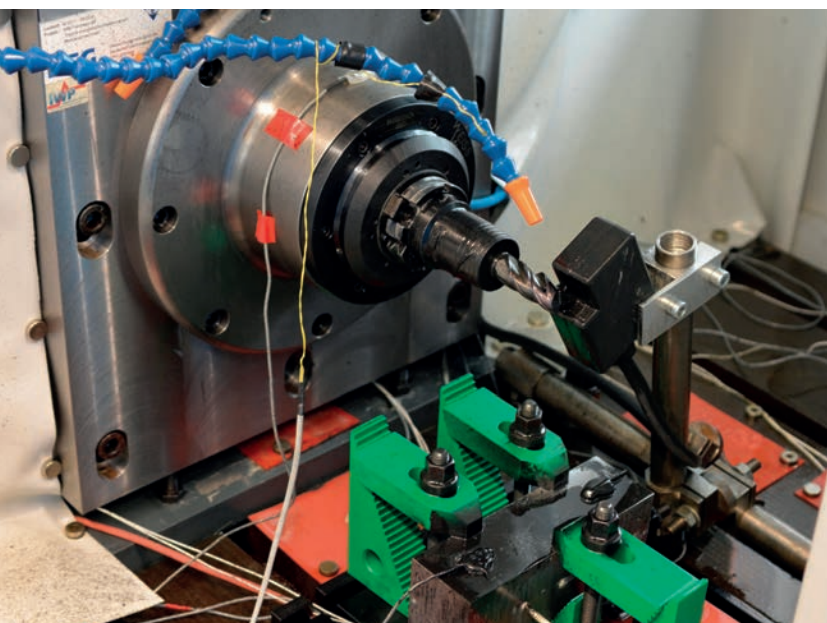
- Experimentelle Ermittlung des Verhaltens verschiedener Antriebs- und Führungssysteme
- Reibverhalten durch Ermittlung von Stribeck-Kurven

Angebote zur ganzheitlichen Eigenschaftsbestimmung:

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

Untersuchung der Maschinensicherheit:

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



Erfassung thermischer Einflüsse von Kühlschmierstoff



Nutzertest zur Spannsicherheit rotatorischer Werkstücke

Erfassung und Vergleichbarkeit der menschlichen und technischen Zuverlässigkeit am Beispiel einer Werkstückspannung beim Vertikal-Drehen

Projektbearbeiter: M.Sc. Adrian Albero Rojas

Eine Herausforderung für die Sicherheit: Die Verfahrensintegration Vertikal-Drehen ist arbeitssicherheitstechnisch besonders kritisch, weil dafür Werkzeugmaschinen mit vollwertigen Drehachsen ausgerüstet werden. Bei horizontaler Einspannung ist ein unkorrekt gespanntes Werkstück auch besser erkennbar als bei vertikaler Einspannung. Das Gefährdungsrisiko des Bediener ist jedoch beim Vertikal-Drehen deutlich höher, weil infolge einer versagenden Werkstückspannung das freigesetzte Werkstück radial aus dem Arbeitsraum geschleudert wird. Wird das Werkstück außerdem manuell gespannt, entstehen trotz ausreichender technischer Zuverlässigkeit Unwägbarkeiten, die rein auf das menschliche Handeln zurückzuführen sind.

Ziel im Projekt MTZ-Dreh ist es, eine neue Beurteilungsmethode der Ursache-Wirkung-Beziehungen beim möglichen Versagen der Werkstückspannung zu entwickeln, um die Spannsicherheit mithilfe verbesserter Bedienerinstruktionen signifikant zu erhöhen. Es geht vor allem darum zu verstehen, warum Instruktionen oft zu unwirksam sind und es zu Unfällen kommt.

Der Lösungsansatz stellt deshalb vor allem die menschliche Zuverlässigkeit in den Mittelpunkt des Projektes. Dazu wird eine Gesamtbetrachtung notwendig, die die bisher unterschiedlichen Bezugsgrößen praktikabel verbindet. Der wesentlich neue Ansatz ist die Nutzung von realen statistischen Daten, die in empirischen Nutzertests zum manuellen Spannvorgang von Werkstücken ermittelt werden. Mit diesen benutzerabhängigen Schwankungen des Spannzustandes kann die Betrachtung der Kausalkette der Gefährdung ergänzt werden. Erkannte Schwächen bzw. gefährliche Situationen der Werk-

stückspannung können einerseits gemindert oder abgestellt werden. Andererseits kann man vor allem die Instruktion für die manuelle Tätigkeit verbessern und notwendige Maßnahmen dem Maschinenbediener begründen und erklären.

Die im Projekt geplanten Nutzertests und die experimentellen Versuche werden zeigen, für welche Bediener(Fehl)handlungen die Instruktionen, für sicherheitsrelevante Zusammenhänge zu verbessern sind. Dazu werden Vorschläge unterbreitet, die auch den Einsatz neuer Medien und Interaktionsformen berücksichtigen.

Im Ergebnis wird ein Zuverlässigkeitsmodell entwickelt, das die Schwachstellenanalyse des Spannsystems mit den durchgeführten Nutzertests verbindet. Schwachstellen in der Mensch-Maschine-Interaktion (MMI) bei der Werkstückspannung sollen durch statistische Versuchsdaten aufgedeckt werden. Die Nutzung des Modells wird letztlich zur Überprüfung der Wirksamkeit von verbesserter instruktiver Sicherheit und Übertragbarkeit auf andere manuelle Tätigkeiten dienen. Anschließend werden konkrete Maßnahmen zur Verbesserung der instruktiven Sicherheit durch neue Bedienkonzepte als Teil der MMI „manuelle Werkstückspannung“ vorgeschlagen.

Projektlaufzeit: 01.03.2020 bis 28.02.2022

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestag



Erfassung und Vergleichbarkeit der menschlichen und technischen Zuverlässigkeit zur verbesserten Werkstückspannung



Zunehmende Anforderungen an die Wirtschaftlichkeit und Effizienz spanender Prozesse bewirken einen Wandel hin zur ressourcenschonenden Fertigung. Diese wirkt sich unter anderem auf Kühlmethoden im Bearbeitungsprozess aus. Durch den Verzicht auf Kühlschmierstoffe bei der spanenden Bearbeitung kommt die, durch im Prozess entstehende Wärme hervorgerufene, thermisch bedingte Ausdehnung der Werkzeugstruktur zum Tragen und kann schwerwiegenden Einfluss auf die erreichbare Fertigungsqualität nehmen.

Ziel im Projekt ThermCAM ist es, die thermisch bedingte Ausdehnung der Werkzeugstruktur prozessspezifisch zu bestimmen und das Einhalten der geforderten Fertigungstoleranzen bei der Bearbeitung ohne Kühlschmierstoff zu gewährleisten. Dabei soll ein intelligenter CAM-Prozess entstehen, welcher für die Berechnung eines steuerungsseitigen Korrekturwertes herangezogen wird. Betrachtet werden sowohl die axiale als auch die radiale thermische Expansion. Ziel ist eine Korrektur der resultierenden Abweichung in axialer Richtung um 50 % sowie in radialer Richtung um 30 %.

Für die Entwicklung des intelligenten CAM-Prozesses bedarf es einer Wissensbasis über das thermische Verhalten grundlegender Werkzeugstrukturen. Die Daten für diese Wissensbasis werden zum einen aus thermischen Simulationen, zum anderen aus experimentellen Untersuchungen gewonnen. Für die Untersuchungen der Werkzeugstrukturen im Bearbeitungsprozess kommt ein cyber-physisches Messsystem zum Einsatz, welches die thermische Charakterisierung und Kartierung der Werkzeuge ermöglicht. Die thermischen Untersuchungen werden unter praxisnahen Bedingungen, während der

Durchführung von Fräsversuchen, vorgenommen.

Mittels Regressionsanalysen und neuartigen Beobachterkonzepten werden die gewonnenen Messdaten in Verbindung mit den prozessspezifisch bereitgestellten CAM-Daten für die Berechnung eines Prognosewertes für die thermischen Ausdehnungen der Werkzeugstruktur verwendet. Gemeinsam mit der resultierenden Korrektur des G-Codes bildet die Korrekturwertberechnung das zu entwickelnde Prognosemodul.

Im Ergebnis steht die Ausgabe eines korrigierten NC-Programms, welches die Einhaltung der geforderten Fertigungstoleranzen ohne Kühlschmiermittel programmseitig sicherstellt. Hierbei werden keine prozessaktuellen Temperaturmesswerte benötigt. Die Korrektur erfolgt durch die Verarbeitung der CAM-Daten im Prognosemodul vor dem Fertigungsbeginn. Folglich können Bearbeitungsprozesse, welche die zulässige Fertigungsqualität bisher lediglich mit der Verwendung geeigneter Kühlmethoden gewährleisten konnten, mittels korrigiertem NC-Programm ebenfalls trocken durchgeführt werden. Durch steuerungsseitige Integration der individuell erstellten, thermischen Werkzeugmodelle sowie der entwickelten Korrekturwertberechnung soll die Anwendbarkeit des Verfahrens gesichert werden.

Projektlaufzeit: 01.07.2020 bis 30.06.2022

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



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 Prozesssensoren 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, übermitteln, dort verarbeitet und in entsprechende Stelleingriffe umgesetzt.

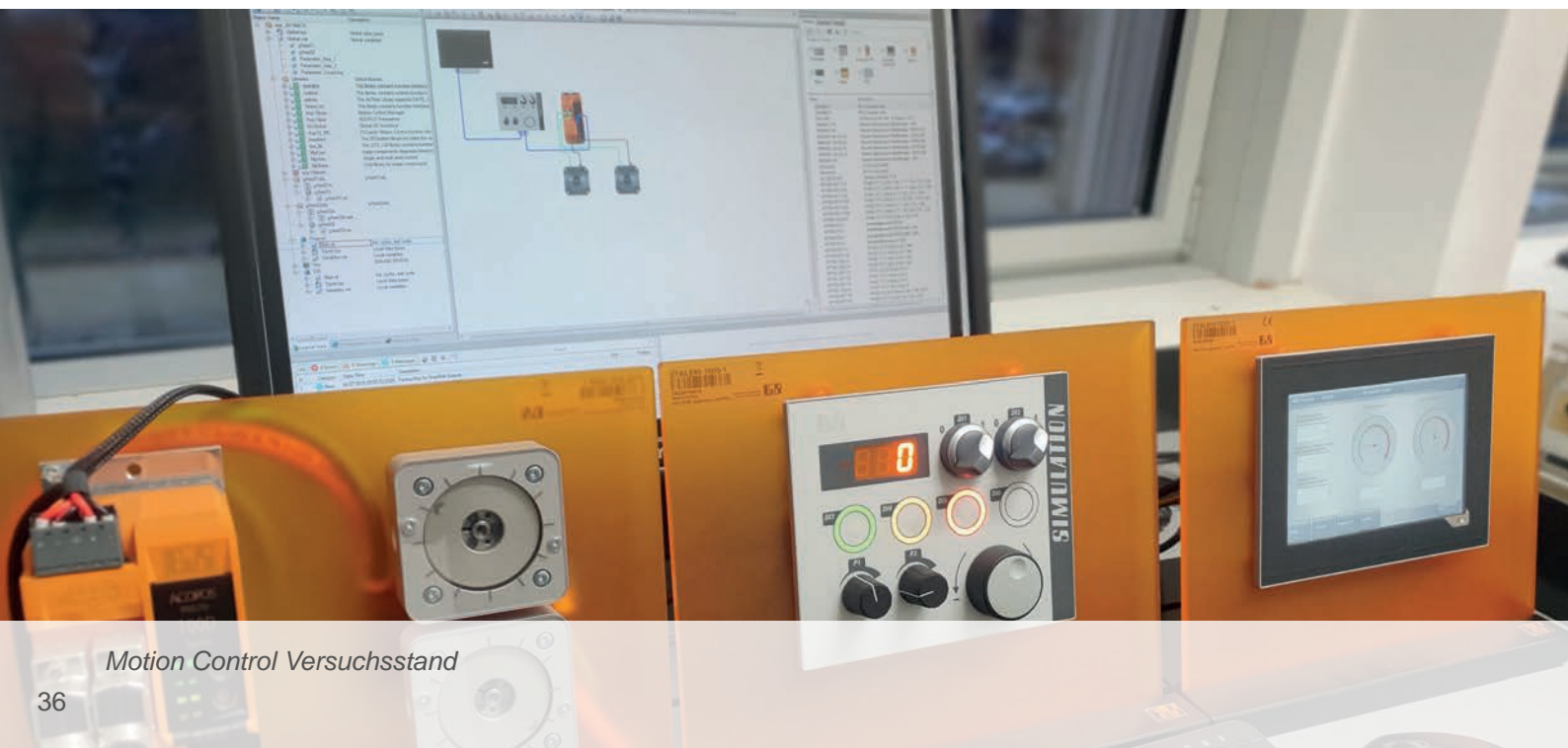
Die Lehr- und Forschungsabteilung Steuerungs- und Regelungstechnik arbeitet an Forschungs- und Entwicklungsaufgaben im Bereich mechatronischer Systeme mit dem Schwerpunkt Maschinenbau und Produktionstechnik. Das Ziel der Abteilung ist dabei die Verringerung der Diskrepanz zwischen theoretischen Methoden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

Kompetenzen:

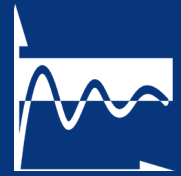
- Identifikation und Inbetriebnahme von Regelungen an elektromechanischen Achsen
 - Identifikation und Modellierung technischer Systeme
 - Aufbereitung von Identifikationsverfahren für Bewegungssteuerungen bis zur industriellen Anwendbarkeit
- Reglerentwurf für elektromechanische Achsen
 - Berücksichtigung schwingungsfähiger Strecken
 - Lösungen für hybride Regelungen (Kraft/ Lage)
 - 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



Motion Control Versuchsstand



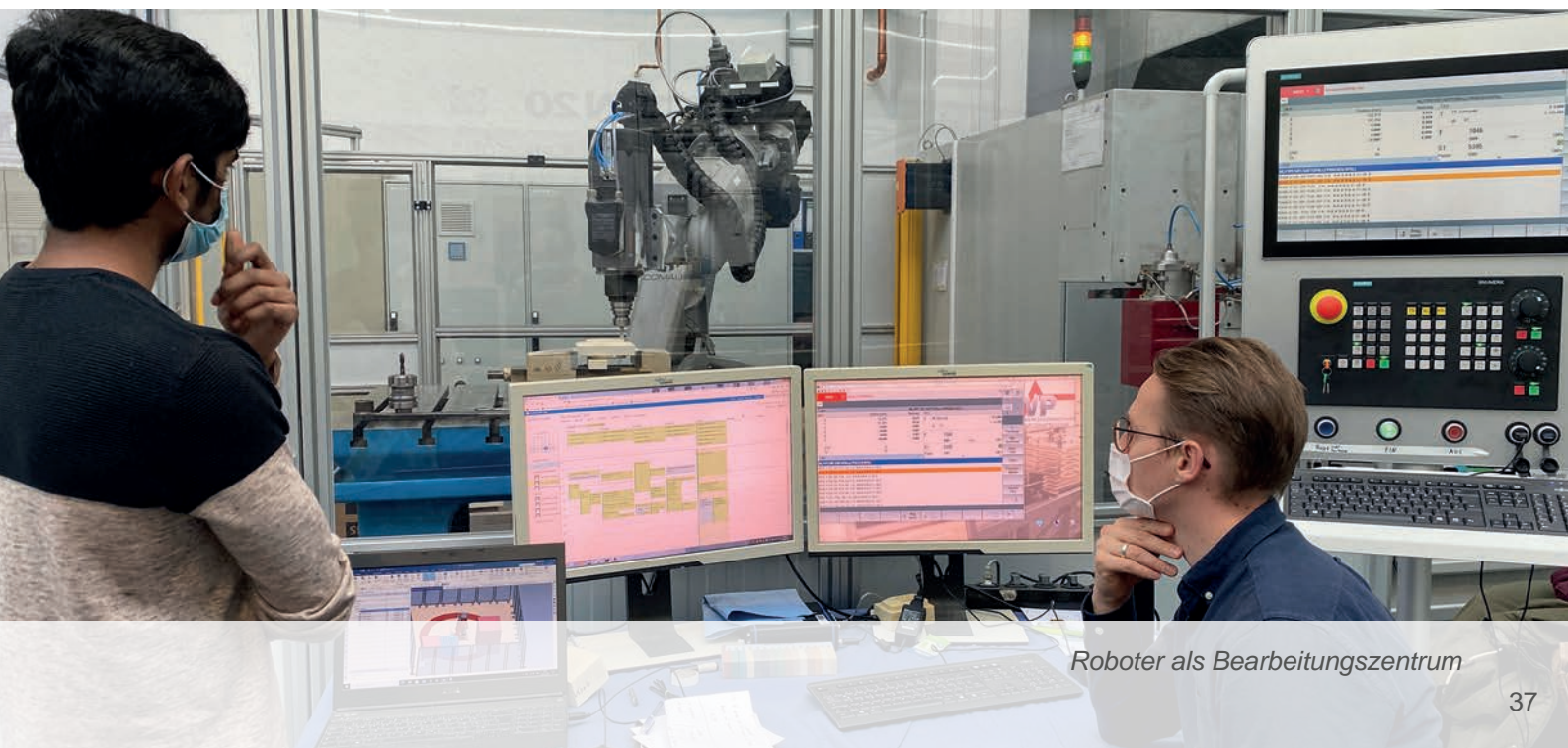
- Reglerentwurf für elektromechanische Systeme unter
 - Berücksichtigung schwingungsfähiger Strecken
 - Beachtung spezieller Entwurfsvorgaben (Dynamik, Robustheit, Stellaufwand)
 - Verwendung höherer Reglerstrukturen
- Bereitstellung erweiterter Überwachungsfunktionen (Control Loop Performance Monitoring)
 - 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

Beispielgebend für die Forschungsschwerpunkte der Abteilung ist die Weiterentwicklung von systemtheoretischen Methoden der fehlertoleranten Regelung. Unter dem Begriff der Fehlertoleranz wird in diesem Kontext die Fähigkeit eines technischen Systems verstanden, trotz fehlerhafter Komponenteneigenschaften, beispielsweise hervorgerufen durch Ver-

schleiß, Alterung oder Ausfall, seine vorgesehene Funktionalität ganz oder in einem vorher spezifizierten reduzierten Umfang weiterhin zu erfüllen.

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

Ein weiterer neuer Schwerpunkt unserer Forschungsarbeit ist die spanende Bearbeitung von Werkstücken mit Industrierobotern, deren Basis eine Werkzeugmaschinensteuerung ist. Den Vorteilen des Industrieroboters, wie ein großer Arbeitsraum, flexible Werkzeugpositionierung, eine geringe Aufstellfläche und ein geringerer Anschaffungspreis stehen Nachteile gegenüber, die Gegenstand aktueller Arbeiten sind. Dazu gehören u. a. eine geringere Genauigkeit und eine geringe und positionsabhängige Steifigkeit.



Roboter als Bearbeitungszentrum

Sensorplatte zur großflächigen Erfassung und Verwertung der Kraftverteilung in Pressen

Projektbearbeiter: M.Sc. Armin Schleinitz

In Pressen kann die Kraftverteilung und somit auch die Lage der resultierenden Kräfteinleitung in der Werkstückebene eigenschafts- und prozessabhängig stark variieren. Dies ist besonders aus Sicht der Methodenplanung zur Auslegung von Werkzeugen mit zusätzlichen Herausforderungen verbunden. Zwar können die Spindeltriebe zur Messung der Spindelkräfte und so zum Rückschluss auf die Kraftverteilung genutzt werden, allerdings wird damit am Anfang der kinematischen Kette gemessen, was auch die Kraftpfade über das Gestell mit einschließt. Eine Messung der tatsächlichen Kraftverteilung am Werkzeug selbst ist somit nicht möglich. Dadurch sind die im Stößel real wirkenden Kräfte sowie deren Verteilung bisher unbekannt und ihr Einfluss auf den Prozess ist nicht ableitbar. Dies beeinträchtigt sowohl den Aufwand für die Einarbeitung von Werkzeugen, als auch die Qualität und Reproduzierbarkeit der Produkte.

Das Projektziel lag in der Entwicklung, Implementierung und Erprobung eines Messsystems, welches die Ermittlung der auf einen Umformprozess tatsächlich wirkenden Kräfte und die Kraftverteilung über dem Werkzeug flächendeckend ermöglicht. Zur Bewältigung dieser Herausforderungen war ein Zusammenwirken mehrerer Kompetenzspektren notwendig:

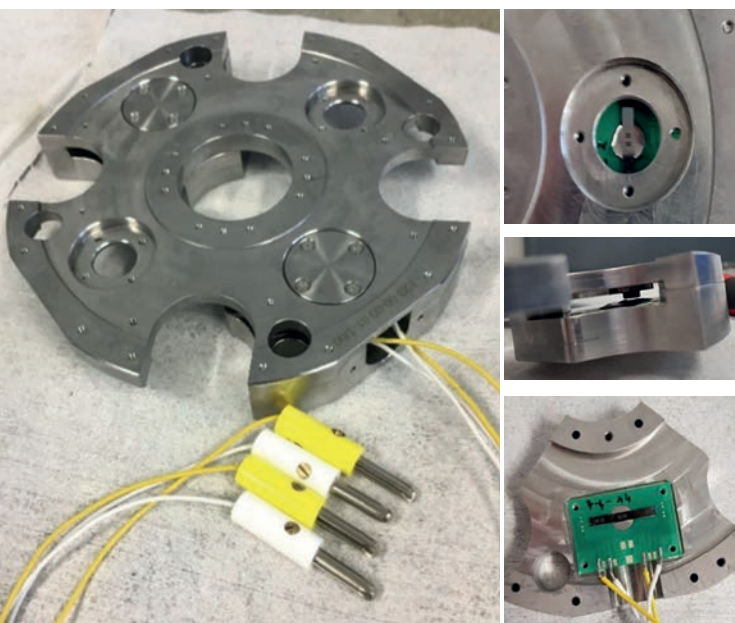
- Das Fraunhofer IWU befasste sich mit der Auswahl und Auslegung der Trägerkomponente für eine universelle Systemintegration der Sensoren
- Die Firma FiberCheck beschäftigte sich mit der Integration von flexibel einsetzbaren Sticksensoren und der Vorentwicklung der Elektronik
- Das Fraunhofer ENAS erforschte eine neue Klasse hochsensitiver Sensoren auf Basis von Kohlenstoffnanoröhren (CNT)

- Die Harmuth Elektronik GmbH entwickelte die Modulelektronik für das Gesamtsystem
- Die Firma Ammer, Quick & Partner Werkzeugbau entwickelte ein Versuchswerkzeug zur Erprobung
- Die Gebrüder Leonhardt GmbH & Co. KG befasste sich mit der Integration und Erprobung in einer werkzeuggebundenen Anwendung
- Das IWP evaluierte Konzepte für die Kombination von Kraft- und Lageregelung sowie die Aufbereitung und Implementierung der Sensorsignale in die Maschinenkommunikation

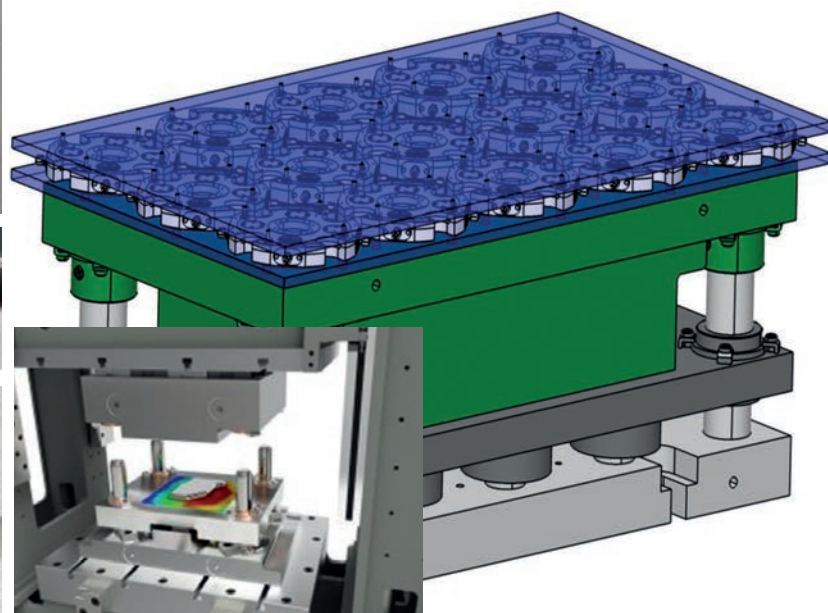
Im Projekt wurde ein Referenzmesssystem in einen Demonstrator integriert, mit dem die unterschiedlichen Lastverteilungen durch Kraftpfade über das Gestell untersucht und nachgewiesen werden konnten. Weiter ermöglichte eine Erfassung der Kräfte und ihrer Verteilung im Arbeitsraum den Entwurf und die Evaluierung von Regelungskonzepten zur Prozesskraftbeeinflussung. Dabei wurde mit den in der Steuerung aufbereiteten und verarbeiteten Signalen die Wirkung und Funktionsfähigkeit der Umschaltung zwischen den Regelungskonzepten aufgezeigt. Zugleich hat die Entwicklung der Sensorplatte neue Anwendungsfelder für Sticksensoren dargelegt und einen wesentlichen Beitrag zur CNT-Sensortechnik geleistet.

Projektlaufzeit: 01.10.2018 bis 31.12.2020

Gefördert durch:



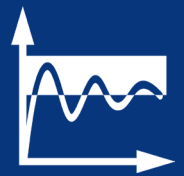
Sensorelementarzelle mit integrierter Elektronik



Montagekonzept der Sensorplatte in der Maschine zur flächendeckenden Kraftmessung

Secoflex – Entwicklung eines prozesssicheren, geometrieflexiblen Werkzeug- und Maschinenkonzeptes zum Aushalsen von Rohren

Projektbearbeiterin: M.Sc. Peggy de Witt



In einer Vielzahl technischer Anwendungen werden zur Herstellung von Rohrverbindungen Verzweigungselemente, sogenannte T-Stücke, benötigt. Aufgrund vielfältiger Vorteile wird ein Großteil der T-Stücke umformtechnisch gefertigt. Zu diesem Umformverfahren zählt das sogenannte inkrementelle Aushalsen, bei dem ein Vorloch schrittweise durch einen Umformdorn, welcher definierte Werkzeugbahnen abfährt, aufgeweitet wird. Allerdings wurde die bisherige Umsetzung dieser Technologie im industriellen Einsatz den steigenden kundenseitigen Anforderungen hinsichtlich Flexibilität, Qualität und Produktivität nur noch bedingt gerecht. So war eine Rotation langer Rohre aufgrund der bestehenden Konstruktion nicht möglich. Ferner sprach das Verhältnis aus Taktzeit zu den laufenden Kosten der Anlagentechnik zunehmend gegen die Technologie.

Innerhalb des Projektes wurde diese Technologie weiterentwickelt und optimiert, sodass ein breiter Einsatz in der Rohrindustrie realisiert werden konnte. Neben der konstruktiven und steuerungstechnischen Umsetzung eines neuen Maschinenkonzeptes mit kinematischer Umkehr sowie der Implementierung einer Prozessüberwachung und -optimierung wurden die Verfahrensgrenzen der Umformtechnologie in Simulation und Experiment ermittelt und erweitert. Durch das neu entwickelte Kinematikkonzept wurden alle notwendigen Bewegungen zur Herstellung einer Aushalsung auf die Werkzeugseite verlagert. Dies ermöglicht neben der Herstellung von T-Stücken auch die Bearbeitung von längeren Rohren und kompletten Rohrleitungssystemen. Mit Hilfe der entwickelten Kinematik konnte der inkrementelle Aushalsungsprozess untersucht und weiterentwickelt werden. Neben der FE-Simulation wurden da-

bei vor allem experimentelle Untersuchungen unter Einsatz der statistischen Versuchsplanung durchgeführt. Parameter hierfür waren u. a. die Dorngeometrie, die Vorlochgeometrie sowie die Zustellung, der Vorschub und die Drehzahl. Die Bewertung der Rohre konnte mit Hilfe optischer Messtechnik unter Berücksichtigung der erreichten Aushalsungsdurchmesser, der resultierenden Blechdicke sowie verschiedener Formabweichungen realisiert werden. Zur Erfassung der Kräfte direkt am Dorn wurde das Umformwerkzeug mit Dehnungsmessstreifen sowie weiterer Messtechnik ausgestattet. Parallel dazu erfolgte die Aufnahme der Prozesskräfte mit Hilfe einer Kraftmessplatte.

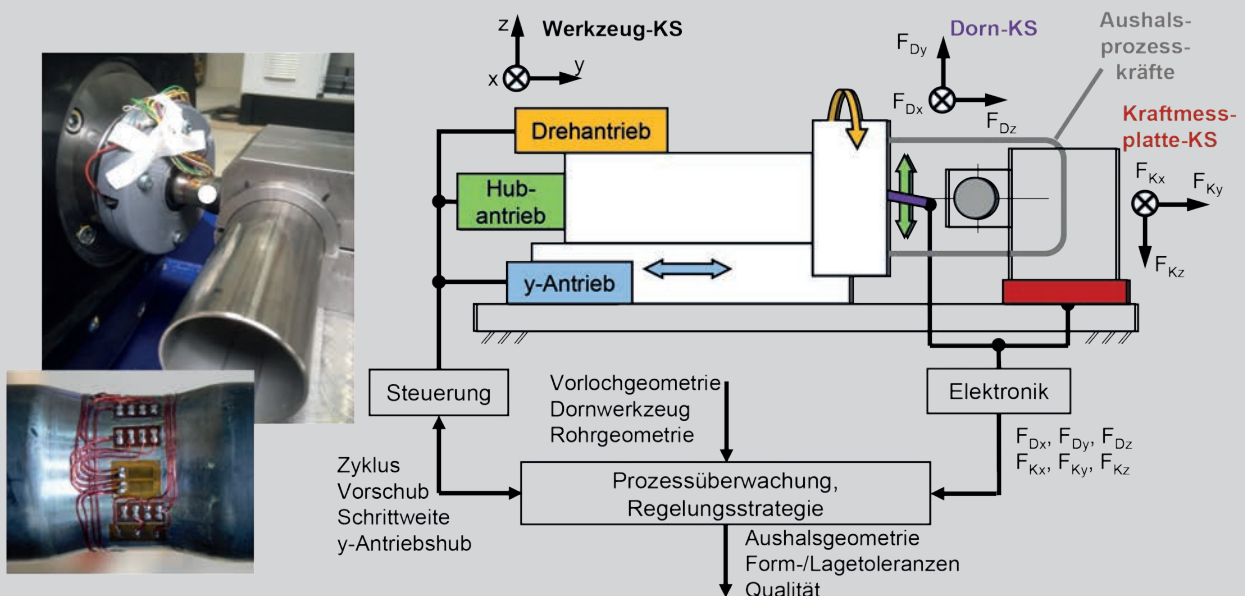
Neben dem Vergleich dieser Kraftwerte wurde eine Korrelation zu den gemessenen Drehzahlen, Drehmomenten und Motorströmen der Maschinenantriebe untersucht. Um einen steuerbaren Einfluss sowie eine optimale Kombination der Prozessparameter auf das Aushalsergebnis zu bestimmen, ist die statistische Datenanalyse eingesetzt worden. Anhand der experimentellen Datenerhebung war eine Analyse der Zustandsdaten des Aushalsprozesses und die Bewertung hinsichtlich charakteristischer Fehlerbilder möglich. Diese Korrelationen dienen der Steuerung und Regelung des Aushalsungsprozesses hinsichtlich optimaler Prozessparameter.

Projektlaufzeit: 01.11.2017 bis 31.05.2020

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestage



Messung der Umformkräfte am drehenden Dorn (links) und regelungstechnisches Gesamtkonzept zur Prozesskette (rechts)

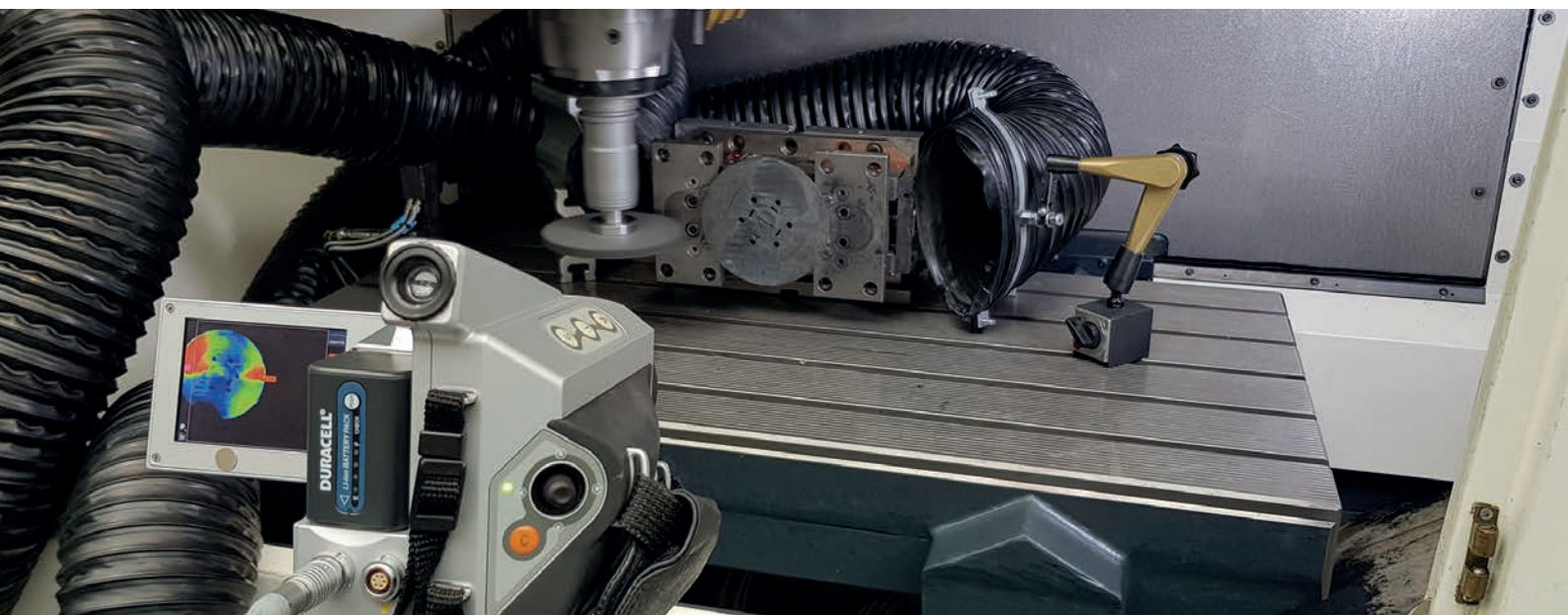
Die spanenden Fertigungstechnologien dominieren verfahrensseitig die Neben- und Endformgebung, insbesondere bei der Fertigung von hochpräzisen bzw. hochbelasteten Metallbauteilen. Durch den Trend hin zu sinkenden Losgrößen bei steigender Funktionsintegration im Bauteil wächst der Anteil der spanenden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

Die Umsetzung dieser vielschichtigen Forderungen bedarf der kombinierten Auslegung von Fertigungsprozessen. Moderne Fertigungsverfahren, wie generative Verfahren und eine weitreichende Sensorintegration, ermöglichen völlig neue Werkzeuge und damit eine neue Betrachtung des Fertigungsprozesses. Durch die fachliche Vernetzung innerhalb der Professur sowie die enge universitäts- und standortübergreifende Zusammenarbeit können diese interdisziplinären Fragestellungen zielführend beantwortet werden.

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

Kompetenzen:

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



Aufzeichnung des Schleifprozesses von faserverstärkter Keramik mittels Thermokamera



Die Fertigungstechnik bildet einen der lehrseitigen Schwerpunkte der Professur Produktionssysteme und -prozesse. Die Inhalte reichen dabei vom übergreifenden Grundlagenwissen im Bachelorstudium bis hin zum Expertenwissen in der Gestaltung und Optimierung von spanenden Prozessen.

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

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

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

- InnoTeam HEIGHT – Hochintegrierte Prozesskette zur generativen Fertigung von metallischen Hochleistungsbauteilen
- Hochqualitative Bohrbearbeitung von faserverstärkten Kunststoffen

- Nachwuchsforschergruppe FiberCer – Vollautomatischer großserientauglicher Formgebungsprozess von Faserkeramiken
- WassAR3D – Assistenz- und Überwachungssystem zur präzisen 3D-Bearbeitung beim Wasserabstrahlstrahlschneiden sowie Entwicklung standardisierter Spannmittel
- REPfax – Innovatives Reparaturverfahren von komplexen nichtschweißbaren Aluminiumbauteilen durch kraftgeregeltes Glattwalzen
- Neuartige grat- und schleifbrandfreie trennende Bearbeitung von gehärteten Laufringen für Drahtwälzlager mittels Wasserabstrahlinjektorstrahlschneiden
- Additiv gefertigte Aussteuerwerkzeuge zur flexiblen kraftgesteuerten Fertigung von Bohrungsinnengeometrien in Leichtbauwerkstoffe
- Tekus – Schneidkantenpräparation an unterschiedlichen Werkstoffen mittels hochpräziser Wasserabstrahlstrahltechnologie
- EcoWASP – Entwicklung einer Wasserstrahlanlage zur Bearbeitung mittels Hochdrucksuspension.



Trennen von Laufringen von Drahtwälzlagern mit Wasserabstrahlstrahlschneiden

WassAR3D – Assistenz- und Überwachungssystem zur präzisen 3D-Bearbeitung beim Wasserabstrahlstrahlschneiden

Projektbearbeiter: M.Sc. Nermin Redžić, Dipl.-Inf. Felix Pfeiffer

Beim Bearbeiten schwer zerspanbarer Materialien bietet Wasserstrahlschneiden verschiedene Vorteile gegenüber anderen spanenden Trennverfahren, sowohl hinsichtlich der thermischen und mechanischen Bauteilbelastung, als auch in der Formflexibilität. Diese Eigenschaften sind u. a. für Leichtbau notwendig, der eine Voraussetzung für effizientere Transportmittel ist. Bei diesen Mischbauweisen aus einer Vielzahl von Materialien werden die Herausforderungen in der fertigungstechnischen Umsetzung dieser komplexen Strukturen gesehen. Aktuell existieren jedoch hohe Einschränkungen sowohl hinsichtlich einer 3D-Bearbeitung komplexer Bauteile als auch im erreichten Automatisierungsgrad.

Zielstellung des Kooperationsprojektes zwischen der STM Waterjet GmbH Germany aus Schweinfurt und der TU Chemnitz ist es, durch ein neuartiges, maschinenintegriertes Assistenzsystem und die Überwachung der entscheidenden Maschinenkomponenten eine anwenderfreundliche Präzisionsbearbeitung von komplexen dreidimensionalen Bauteilen zu ermöglichen. Zur Erkennung der Bauteillage und Bedienerassistenz ist hierzu erstmalig ein Augmented-Reality-System (AR) eingesetzt worden. AR überblendet die reale Welt aus Sicht des Benutzers lagerichtig mit Zusatzinformationen.

Dieses AR-System soll vollständig in die Wasserstrahlanlage integriert werden und eine vollautomatisierte Erkennung des Werkstückes sowie die Anpassung der Düsenbahn auf die tatsächliche Werkstücklage erlauben. Auf Grund der Tatsache, dass mit optischen Verfahren eine präzise Erkennung der Bauteilgeometrien, vor allem bei komplexen 3D-Bauteilen, sehr aufwendig bis unrealisierbar ist, ist eine indirekte Bauteilerkennung über ein neuartiges,

im Projekt entwickeltes Spannmittelsortiment mit spezifischen optischen Erkennungsmerkmalen eingeführt worden. So erlauben die neuartigen Spannmittel nicht nur, dass die reale Halbzeuglage erkannt wird, sondern auch, dass exakte Spannvorgaben bereits in der Prozessplanung im CAM erstellt, mittels AR dem Bediener visualisiert und mittels des Erkennungssystems auf Richtigkeit geprüft werden.

Um qualitätsgerechte Bearbeitungsergebnisse zu erzielen, sollen die Prozessbedingungen konstant bleiben. Das setzt beim Wasserstrahlschneiden voraus, dass Veränderungen in der Strahlerzeugung rechtzeitig erkannt werden, bevor die Bearbeitungsqualität durch den Verschleiß der Wasserdüse gemindert wurde. Zu diesem Zweck wurde ein Überwachungssystem der Wasserdüse prototypisch entwickelt und umgesetzt, das durch eine Onlineerfassung der Strahlqualität eine fehlerhafte Produktion vermeiden kann. Dieses System ist in die Steuerung der Wasserstrahlanlage integriert worden und gibt eine Rückmeldung an das entwickelte AR-Assistenzsystem, um den Maschinenbediener bei den Wartungsaufgaben zu unterstützen. Somit sind die Bedienerfreundlichkeit und vor allem die Produktionssicherheit einer Wasserstrahlanlage erheblich erhöht worden.

Projektlaufzeit: 01.07.2018 bis 28.02.2021

Gefördert durch:



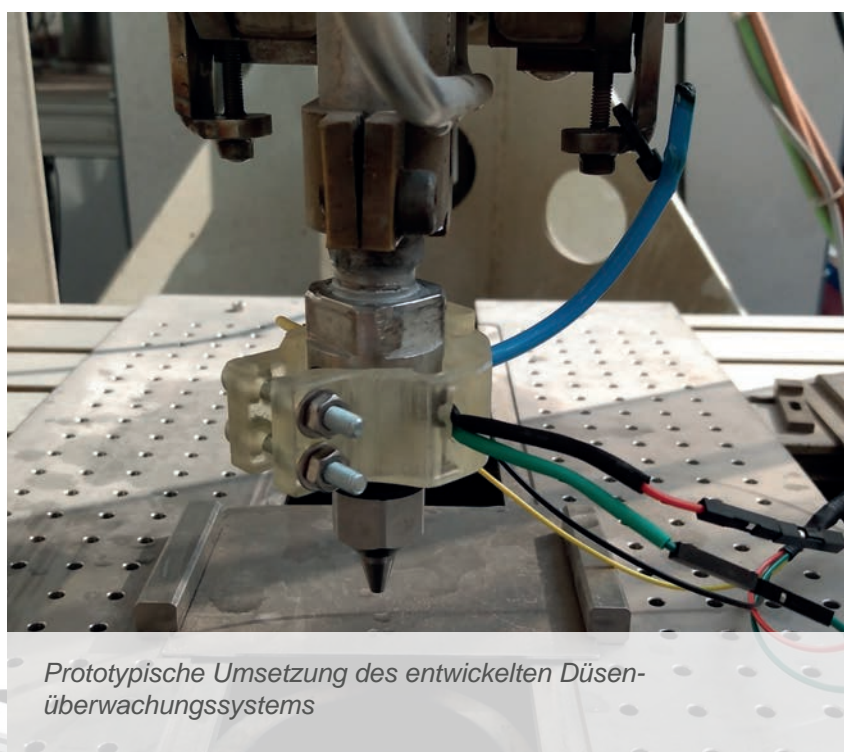
Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Neuartiges Spannsystem für die Bearbeitung von 3D-Bauteilen



Prototypische Umsetzung des entwickelten Düsenüberwachungssystems



Der stetige Trend zur kontinuierlichen Verbesserung der Energie- und Ressourceneffizienz im Automotive- und Leichtbaubereich führt vermehrt zum Einsatz von Leichtbaumaterialien und gestiegenen Anforderungen an die Funktionselemente. Kohlenstofffaserverstärkte Kunststoffe (CFK) nehmen wegen ihres guten Verhältnisses von mechanischer Belastbarkeit zur Dichte eine führende Rolle im Leichtbau ein. Diese Werkstoffe sind jedoch durch ihre hohe Anisotropie gekennzeichnet. Werkstückschädigungen, wie zum Beispiel Faserausrisse und -überstände sowie Delaminationen, müssen bei der spanenden Bearbeitung zwingend verhindert werden. Eine der wesentlichen Herausforderungen ist die Herstellung von Passungsbohrungen in einem bestimmten Toleranzfeld. Problematisch ist beim Bohren die Tatsache, dass die Vorschubbewegung in die Richtung orientiert ist, in die das CFK nur sehr geringe Belastungen aufnehmen kann. Starke Schädigungen, die bis zum Werkstückausschuss führen können, sind die Folge.

Es konnten bei der Untersuchung des Bohrprozesses die wesentlichen Einflussfaktoren, die besonders die Werkstückschädigung begünstigen, festgestellt werden:

- Die Hauptprozesskraftrichtung bei der Bohrbearbeitung liegt in der Werkzeugachse, die äquivalent zur schwächsten Belastungsrichtung des CFKs ist.
- Der Schneideneckenverschleiß sorgt für einen unkontrollierten Trennvorgang, der aufgrund der ungünstigen Schnittbedingungen zur Werkstückschädigung führt.
- Für einen hochqualitativen Trennprozess werden extrem scharfe Werkzeuge benötigt, wobei die

gegenläufige Größe der Schneidenstabilität aufgrund der abrasiven Wirkung des CFKs gewährleistet sein muss.

Problemstellung:

- Prozessbedingte Werkstückschädigung durch die Bohrungsfertigung

Projektziel:

- Entwicklung eines Prozesses zur werkstückschädigungsfreien Bohrungsherstellung

Realisierung:

- Detaillierte Analyse der Prozessfaktoren
- Untersuchung des Schneidkantenmikrogeometrieinflusses

Ergebnisse:

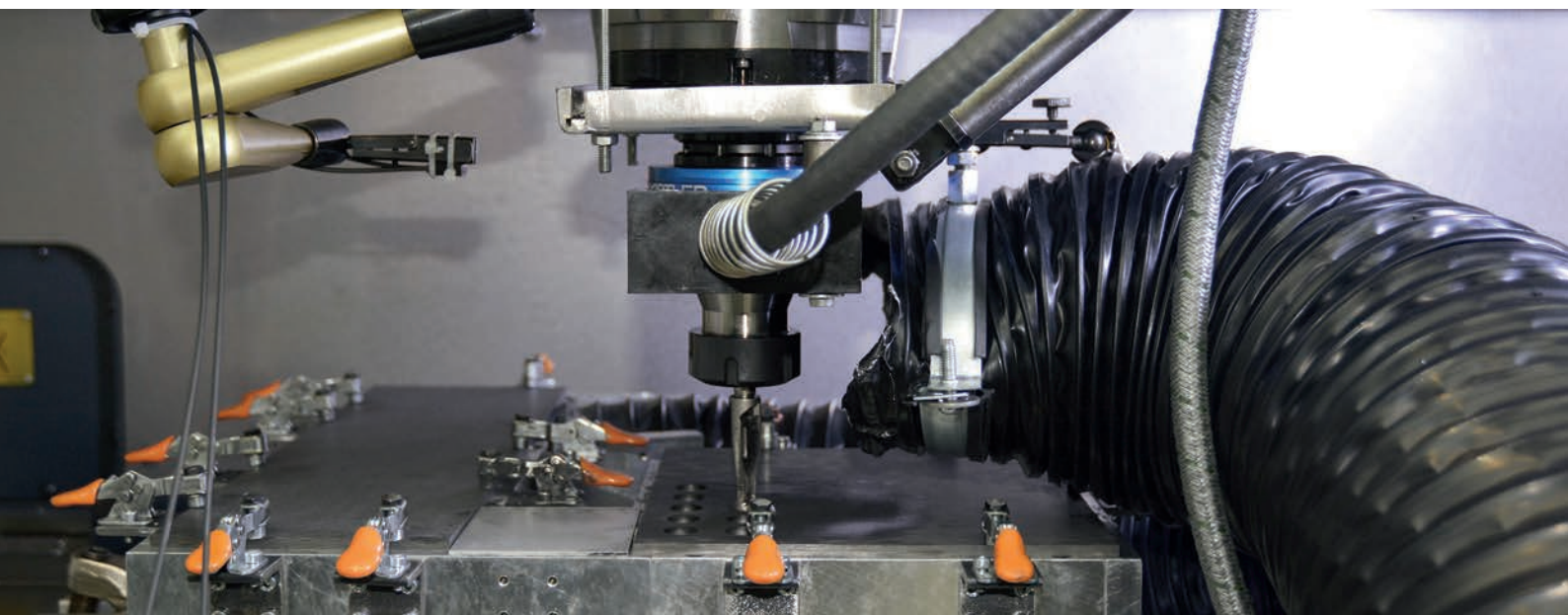
- Etablierung der Schneidkantenpräparation durch Wasserabrasivstrahlspanen
- Entwicklung eines Bohrwerkzeugs mit speziell angepasster Schneidkanten geometrie mit nahezu vollständiger Auslöschung der werkstückschädigungs verursachenden Vorschubkraft
- Entwicklung eines weiteren Werkzeugkonzeptes zur kraftgesteuerten Bohrungsherstellung mit vollständiger Eliminierung der Werkzeugaxialkraft
- Delaminationsfreie Bohrungsherstellung

Projektlaufzeit: 01.03.2017 bis 29.02.2020

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Versuchsaufbau zur delaminationsfreien Bohrungsherstellung

Prozessinformatik und Virtuelle Produktentwicklung

Die Abteilung Prozessinformatik und Virtuelle Produktentwicklung befasst sich mit der industriellen und gesellschaftlichen Anwendung und Weiterentwicklung innovativer, virtueller Technologien (XR – Extended Reality; speziell AR – Augmented Reality und VR – Virtual Reality).

Die Abteilung verfügt mit dem Labor Virtual Reality Center Production Engineering (VRCP) über eine Vielzahl von Virtual- und Augmented-Reality-Systemen (5-Seiten-CAVE, Powerwall, mobile VR-Anlage, Head-Mounted-Displays, Roboterarbeitsplatz zur Mensch-Maschine-Interaktion, AR-Brillen, Tracking-systeme und Tablets etc.).

Die anwendungsbezogenen Forschungsgebiete der Abteilung sind vielfältig und umfassen maschinennahe Themen bis hin zur Einbeziehung des Mensch in die Produktion:

- Maschinen- und Produktionssimulation
- Digitaler Zwilling
- Mensch-Maschine-Interaktion
- Nutzungszentrierte Konzeption von XR-Anwendungen
- XR-Technologien

Die Forschungsthemen im Bereich Maschinen- und Produktionssimulation reichen von der Kopplung einer realen CNC-Steuerung mit einem virtuellen Maschinenmodell über Vorabprüfung des NC-Programms bis hin zur Echtzeitkollisionsüberwachung des Arbeitsraums von Werkzeugmaschinen im realen Betrieb mittels 3D-Modellen. Einen weiteren Schwerpunkt bildet die virtuelle Inbetriebnahme. Hier stehen das Testen der Steuerungssoftware mittels Simulation, die durchgängige Entwicklung mecha-

tronischer Produkte sowie die Übertragbarkeit der virtuellen auf die reale Inbetriebnahme im Zentrum der Forschung. Zentrales Anwendungsbeispiel dabei ist ein selbstentwickeltes fahrerloses Transportfahrzeug, welches sich autonom im Lager bewegen kann und neben innovativer Sensorik 3D-Modelle für die Indoor-Navigation verwendet. Das zugehörige Forschungsprojekt FollowMe wurde in diesem Jahr mit dem „3Dsensation Innovationspreis“ ausgezeichnet.

Im Forschungsbereich Digitaler Zwilling steht eine durchgehende digitale Prozesskette im Fokus – begonnen mit der Digitalisierung von Prozessen, über die Datenaufnahme und die Weiterverarbeitung bis hin zur funktionalen Visualisierung der Daten als Virtueller Zwilling.

In den letzten Jahren ist der Mensch zudem in den Fokus unserer Forschungen gerückt – sowohl hinsichtlich der eher technologisch geprägten Mensch-Maschine-Interaktion, aber auch bezüglich einer nutzungszentrierten Konzeption von Anwendungen virtueller Technologien. Um virtuelle Technologien für den Menschen zu entwickeln, müssen dabei nicht nur Fragestellungen der User Experience sowie der Presence untersucht werden, sondern auch solche der Übertragbarkeit virtueller Prozesse und Erfahrungen in die Realität. Dazu können jedoch häufig nicht einfach etablierte Methoden genutzt werden, sondern diese müssen zur Erzielung verlässlicher Resultate für eine Nutzung in XR angepasst werden.

Im Bereich der Mensch-Maschine-Interaktion stehen XR-Anwendungen zur Unterstützung des Menschen bei Entscheidungs- und Beobachtungsaufgaben sowie zu Schulungs- und Trainingszwecken im Vordergrund.



Entwicklung eines möglichst realen Montagetrainings durch die Kombination von Virtual Reality und realen, 3D-gedruckten Bauteilen



Insbesondere Augmented Reality hat sich hierbei in den letzten Jahren als prädestinierte Technologie herausgestellt, da der Nutzende virtuelle Informationen in die reale Umgebung eingeblendet bekommt und mit ihnen interagieren kann. Hierbei können wir auf unsere selbstentwickelte AR-Software, den AR-Viewer, zurückgreifen.

Neben der Entwicklung industrietauglicher Anwendungen befassen wir uns auch mit der Weiterentwicklung verschiedener XR-Technologien. Insbesondere die Entwicklung neuer Interaktions- und Kollaborationstechniken, wie haptisches Feedback, steht dabei im Fokus. Zudem erforschen wir die Integration von Motion-Capturing-Verfahren sowie die Nutzung von XR zur semantischen Welterkennung.

Im Jahr 2020 konnten viele Forschungsprojekte erfolgreich abgeschlossen werden:

- InnoTeam Height – Hochintegrierte Prozesskette zur generativen Fertigung von metallischen Hochleistungsbauteilen: einem Verbundprojekt mit insgesamt sechs Partnern aus Industrie und Forschung zur Umsetzung einer schlanken Prozesskette zur generativen Fertigung von metallischen Bauteilen mit Funktionsflächen unerreichter Leistungsklasse
- AMARETO – Sächsische Allianz für Material- und ressourceneffiziente Technologien: Erarbeitung neuer Methoden und Transferlösungen für einzelne Teile der Wertschöpfungskette, die es klein- und mittelständischen Unternehmen ermöglichen, ihr Produkteinführungsrisiko deutlich zu reduzieren
- InnoTeam Presence: Ziel war eine ganzheitliche Analyse von VR/AR-Systemen, um so ihre verschiedenen Komponenten aufeinander ab-

gestimmt weiterentwickeln zu können. Dabei stand die Steigerung des Presence-Empfindens der Nutzer (Eintauchen in die virtuelle Welt) im Zentrum der Entwicklungen. Trotz der pandemiebedingten Einschränkungen konnten einige Nutzerstudien erfolgreich durchgeführt werden.

Mit Projektstart von DynamicHIPS – Dynamischer Hüftimplantatssimulator – konnte 2020 die Forschung im Bereich der VR-Trainingsanwendung im medizinischen Bereich erfolgreich fortgeführt werden. Im Projekt wird eine bestehende OP-Simulations- und Trainingsumgebung für Hüftimplantatoperationen weiterentwickelt. Im Zentrum der Forschung steht dabei die Nutzung eines Roboterarms mit integriertem realen medizinischen Equipment als haptisches Feedback für den Operateur während der virtuellen Operation.

Im Januar 2020 startete der universitätsweite DFG Sonderforschungsbereich Hybrid Societies – Human Interacting with Embodied Technologies. Das Forschungsteam befasst sich mit der Frage, wie Menschen mit verkörperten digitalen Technologien interagieren können, sodass eine natürliche Interaktion wie mit anderen Menschen ermöglicht wird. Das Teilprojekt C02 untersucht dabei die Prozesse und Voraussetzungen für kontinuierliche räumliche Orientierung während der Navigation in virtuellen Szenarien.

Bereits 2019 startete das BMBF-Projekt Co-TWIN, in dem eine Plattform für einen kollaborativen digitalen Zwilling entwickelt wird, mit dessen Hilfe Partner in einem Wertschöpfungsnetzwerk in unterschiedlichen Phasen des Maschinenlebenszyklus vielfältig zusammenarbeiten können.



Ein reales Fahrrad als Interaktionsgerät in der 5-Seiten CAVE

VirMont – Mitarbeiterzentriertes Gestalten und Unterstützen menschlicher Arbeit in der Montage mittels virtueller Technologien

Projektbearbeiter: Dipl.-Inf. Felix Pfeiffer, M.Sc. M.A. Annegret Melzer

Produktionsprozesse flexibel und kurzfristig anpassen, gemeinsame Planungsaufgaben kollaborativ und ortsverteilt lösen, ungelernete Beschäftigte schnell und sicher anlernen, effiziente Wartungs- und Instandhaltungsprozesse durch umfassende Prozess- und Produktinformationen in Echtzeit – was früher Rationalisierungspotentiale waren, sind mittlerweile ganz grundlegende Anforderungen in der Industrie und erfordern den Einsatz modernster Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) entlang des gesamten Produktlebenszyklus. In jeder Phase und mit jedem Arbeitsschritt entstehen so große Datenmengen, die es nachhaltig und effizient zu nutzen gilt.

Um Lösungsansätze für die damit verbundenen Herausforderungen, wie der Daten- und Prozessintegration, bereitstellen zu können, werden im Verbundvorhaben VirMont am Beispiel der Montageplanung virtuelle Technologien und Methoden für deren Einsatz konzeptioniert, entwickelt und erprobt. Die Ziele des Projektes liegen im Einzelnen in der Entwicklung:

- eines Virtual-Reality-(VR)-Planungs- und Anlernsystems,
- eines Tablet-basierten Augmented-Reality-Assistenztools sowie
- neuer (Planungs-)Methoden zur Nutzung in der virtuellen Umgebung.

Den innovativen Kern bildet die durchgängige Nutzung der Planungs- und Montagedaten sowie die strikte Ausrichtung an den Bedürfnissen der Nutzenden. Im Ergebnis liegt nach zweijähriger Entwicklung eine VR-Softwareanwendung vor, die es Planungsexperten ermöglicht, mit Beschäftigten aus Produk-

tion, Service und Management gemeinsam in 3D neue Arbeitsplätze und Prozesse zu gestalten und zu bewerten. Die Montage geplanter Produkte am virtuellen Arbeitsplatz und der Einsatz der entwickelten Methoden zur virtuellen Durchführung von MTM1-Analysen und weiterer Bewertungen liefern alle planerisch notwendigen Daten. Diese können direkt im Planungsprozess genutzt werden, um Anpassungen im virtuellen Szenario vorzunehmen. Im Anschluss an die Planung werden die optimierten Montageprozesse zum virtuellen Anlernen der Beschäftigten verwendet. Über eine im Projekt entwickelte Schnittstelle werden die in der VR entstandenen Modelle für die reale Montage erneut aufgegriffen und in das AR-Assistenztool importiert. Dieses stellt nach individuellem Bedarf die nötigen Montageanleitungen bereit und verfügt über diverse Features zur Prozessdokumentation. Mit Abschluss der Entwicklungsarbeiten Ende 2020 werden die fertigen Demonstratoren und Methoden 2021 bei den Anwendungspartnern implementiert, erprobt und iterativ verbessert.

Neben den Forschungspartnern der TU Chemnitz (Professur Arbeitswissenschaft und Innovationsmanagement sowie Professur Produktionssysteme und -prozesse) besteht das Konsortium aus der LIVING SOLIDS GmbH, der YOUSE GmbH, der MTM ASSOCIATION e. V., der ULT AG und der Zehnder Pumpen GmbH.

Projektlaufzeit: 01.10.2018 bis 01.09.2021

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung



ESF
Europäischer Sozialfonds
für Deutschland

Zusammen.
Zukunft.
Gestalten.



Augmented Reality zur Montage-Unterstützung



Die weltweit steigende Zahl älterer Menschen führt zu einem Anstieg an Hüftimplantationen und anderer Gelenkersatzoperationen. Dadurch wächst auch der Bedarf an gut ausgebildeten orthopädischen Chirurgen, aber das praxisnahe Training dieser Operationen ist sehr schwierig zu realisieren. Im Projekt DynamicHIPS wird dafür ein dynamischer Hüftimplantatssimulator entwickelt. Er soll den Ärztinnen und Ärzten für Übungen zur Verfügung stehen und ein realistisches Gefühl für den Eingriff vermitteln.

Bei Operationen wie dem Einsatz einer Hüftprothese sind u. a. manuelle Tätigkeiten mit hohen Kräften erforderlich. Für den Erfolg der OP ist es sehr wichtig, diese Tätigkeiten so präzise wie möglich auszuführen. Bis jetzt fehlt es aber an Trainingsgeräten, die den Chirurgen genau die gleichen Sinneswahrnehmungen vermitteln können, die sie auch bei einer realen Operation spüren würden, zum Beispiel den Widerstand des Knochens beim Sägen und Ausschaben. Im Fokus stehen dabei drei besonders kritische Operationsschritte: das Abtrennen des Hüftgelenkkopfs, das Ausschaben des Oberschenkelknochens und die Implantation des Kunstgelenks. Die angehenden Chirurgen erhalten durch das System die Möglichkeit, bereits vor ihrer ersten realen OP ein großes Erfahrungswissen zu sammeln.

Weiterhin wird VR-Technologie genutzt, um das gemeinsame Training über große Distanzen hinweg zu ermöglichen (Remote-Training). Mit Hilfe eines Multi-User-Systems können erfahrene Chirurgen ihre Expertise an auszubildende Chirurgen weitergeben, ohne selbst vor Ort zu sein. Diese Funktionalität erleichtert den Transfer von medizinischer Expertise.

Dabei besteht die Herausforderung, die zeitlichen Verzögerungen bei der Synchronisation von Szenen trotz großer räumlicher Entfernung zwischen den Nutzenden zu minimieren, sodass sich beide Chirurgen in einer identischen Situation befinden. Parallel soll die Interaktion zwischen den Nutzenden in der VR-Umgebung gestärkt werden, indem Möglichkeiten ohne Worte zu kommunizieren, beispielsweise durch das Zeigen auf virtuelle 3D-Zeichnungen, geschaffen werden. Darüber hinaus sollen Arbeitsschritte aufgezeichnet und mit Audio-Kommentaren unterlegt werden können, um Trainingsvideos zu erstellen.

Das gesamte Entwicklungsvorgehen in DynamicHIPS erfolgt nutzerzentriert und basiert auf dem Vorläuferprojekt HIPS („HüftimplantatPfannenfräs-Simulator“), in dem bereits ein Trainingssimulator zum Ausfräsen der Hüftgelenkpfanne entwickelt wurde.

Von medizinischer Seite wird DynamicHIPS von der Klinik für Orthopädie, Unfallchirurgie und Plastische Chirurgie des Universitätsklinikums Leipzig, dem Zentrum zur Erforschung der Stütz- und Bewegungsorgane (ZESBO), dem Institut für makroskopische klinische Anatomie der Medizinischen Universität Graz (Österreich) sowie der Medizintechnik-Abteilung des Fraunhofer-Instituts für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU begleitet.

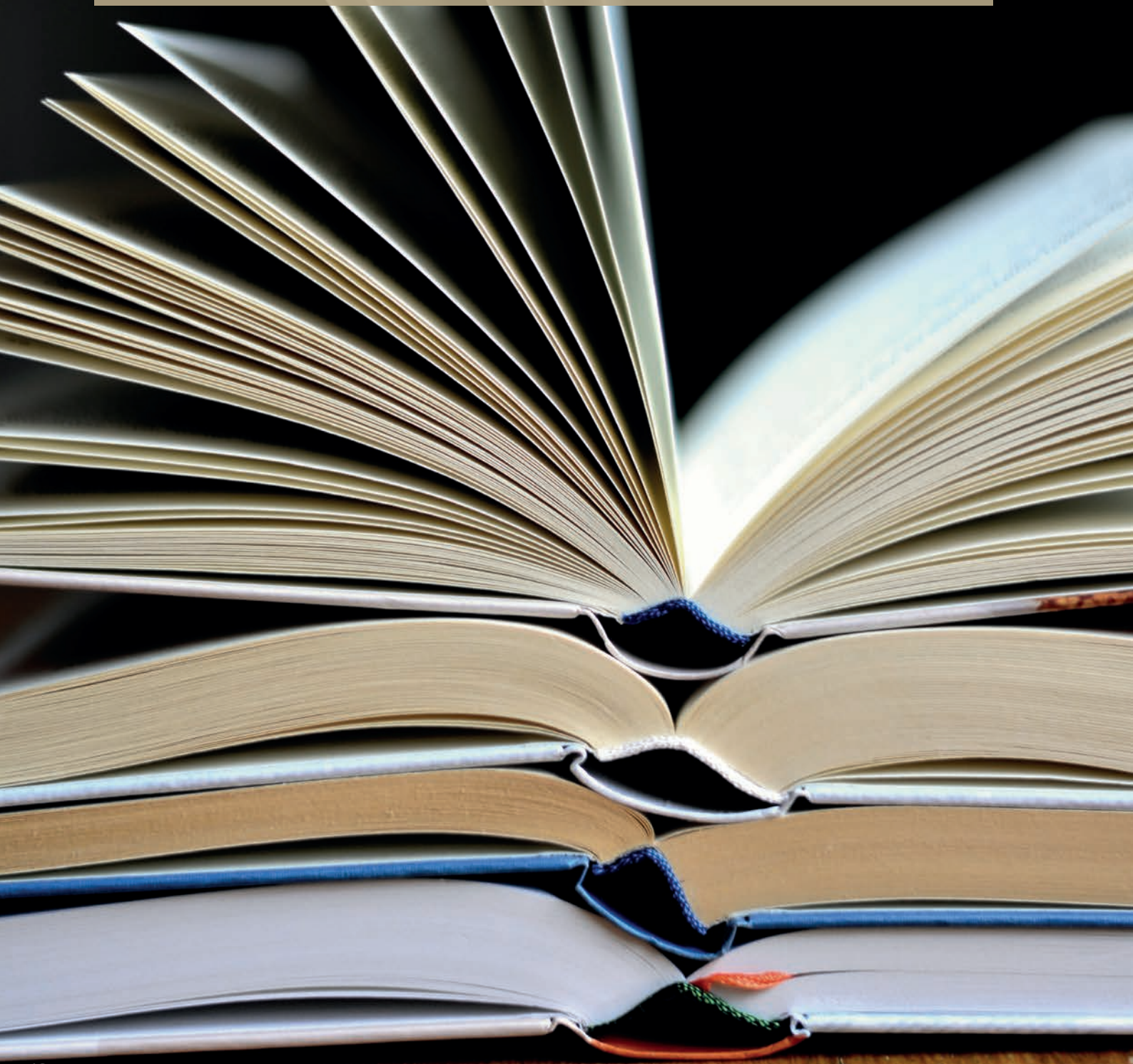
Projektlaufzeit: 01.05.2020 bis 31.10.2022

Gefördert vom:



DynamicHIPS-Simulator: Haptisches Feedback mittels Roboterarm lässt Chirurgen Kräfte der OP-Schritte spüren

*Wissenschaftliche
Qualifikationen und
Publikationen*





Dissertationen

2020

Hädrich, Juliane

Zustandsgrößenerfassung von nachgiebigen Strukturen durch Multi-Sensor-Datenfusion

Lorenz, Mario (Universität Leipzig)

Untersuchung des Zusammenhangs von Presence und User Experience in der Virtuellen Realität als Grundlage für die Entwicklung von Trainingssystemen und Medizinprodukten in der Chirurgie

2019

Pavlicek, Florentina

Parametrierbare Metamodelle zur Berechnung des Wärmeübergangs in Hohlräumen

Stoldt, Johannes

Gestaltungsmethodik für Simulationsstudien in Umplanungsprojekten zur Energieeffizienzsteigerung in Fabriken

Studentische Arbeiten

In den Berichtsjahren 2019 bis 2020 wurden an der Professur zahlreiche studentische Arbeiten (Praktikberichte, Studien- und Projektarbeiten) und Abschlussarbeiten (Bachelor-, Master- und Diplomarbeiten) durch die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter betreut und erfolgreich zum Abschluss geführt. Die Tabelle gibt eine detaillierte Aufschlüsselung.

Studentische Arbeiten und Abschlussarbeiten

Art der Arbeit	2019*	2020*
Praktikberichte	12	11
Studien- und Projektarbeiten	9	13
Bachelorarbeiten	10	4
Masterarbeiten	15	19
Gesamtstatistik	46	47

* Berichtszeitraum 16.03.2019 bis 30.09.2020



Masterarbeiten

2020

Arshan, Muhammad

Investigation of the suitability of Markerless Motion Detection Systems for Real-Time 3D Skeleton Tracking and Ergonomics Evaluation

Baran, Ondrej

Simulation von hoch dynamisch belasteten hydrodynamischen Gleitlagern

Biang, Dominique

Absicherungskonzept und Wirtschaftlichkeitsanalyse einer 3D-Sensor Variante für den sicherheitskritischen Einsatz im industriellen Umfeld

Chen, Dengyu

Recherche und Vergleich von Verfahren zur antriebsbasierten Störgrößendiagnose an elektromechanischen Achsen

Dörrer, Felix

Aufbau und Verifikation eines mechatronischen Modells einer Werkzeugmaschine mittels experimentell ermittelter Daten

Engelmann, Max

Sicherheitstechnische Betrachtung des Einflusses der Fräsbearbeitung auf die Werkstückspannung

Fabig, Jan

Identifikation der elastischen Stoßeldurchbiegung mit einem Werkzeugspannsystem an einer hydraulischen Try-Out-Pressen

Fritzsche, Oliver

Prozessgestaltung und -optimierung zur Schleifbearbeitung einer Hartstoffschicht auf Bohrspindeln im Servicefall

Fuchs, Markus

Korrektur thermischer Werkzeugverformungen beim Fräsen

Garza Rosado, Ana Lilia

Entwicklung und Evaluierung von Konzepten zur Augmented-Reality-Unterstützung an einer Motoren-Reparaturstation

Kertzsch, Christian (Erstgutachter: Prof. Götze)

Potenzialanalyse von Automatisierungslösungen zur Überwachung von Fertigungshilfsprozessen

Lauschner, Martin

Entwicklung eines Laserprojektors zur Anzeige der Arbeitsraumgrenzen einer mobilen Werkzeugmaschine

Liang, Linchao

Automatisiertes Dosieren und Auftragen von Klebstoffen

Neumann, Lukas

Einordnung der Leistungsfähigkeit des Hochdrucksuspensionsstrahlschneidens anhand eines Fertigungsbeispiels aus Edelstahl

Niu, Muqing

Analyse eines hochdynamischen Tauchspulenaktors und Integration in einen Gelenkarmroboter

Schmidt, Michael

Bewegungserkennung und -bewertung mittels Indoor-Tracking-System

Schwarz, Daniel

Szenarienabhängige Datenassoziation als integrierter Bestandteil einer Multisensor-Datenfusion für hochautomatisierte Fahrzeuge

Topinka, Lukáš

Simulative und experimentelle Charakterisierung der Vollstrahlkühlung am spanenden Werkzeug

Wan, Hao

Werkzeugentwicklung und Prozessanalyse zum Planglätten/-glattwalzen mit rotierender Werkzeugbewegung

2019

Baltrusch, Iris

Untersuchung der Auswirkungen von Prozesseinflüssen einer Wasserstrahlanlage

Chen, Fei

Benchmarking of obstacle avoidance algorithms for automated guided vehicles in the intralogistics

Förster, Markus

Umsetzung eines plattformunabhängigen HMIs für den Ladevorgang eines Elektrofahrzeuges

Fuchs, Christian

Modellentwicklung zum vereinfachten Motion-Capturing zur ergonomischen Arbeitsplatzgestaltung

Guan, Shanyue

Thermische Simulation eines Führungssystems

**Kuba, Gabriel**

Entwurf eines Arbeitsplatzes mit einem kollaborativen Roboter im Kontext von Industrie 4.0

Liu, Yang

Abschätzung der dynamischen Eigenschaften von elektromechanischen Antriebssystemen durch Simulation

Liu, Qinyuan

Benchmarking of SLAM-algorithms for automated guided vehicles in the intralogistics

Mauersberger, Florian

Untersuchungen zum Drehen mit Schwingungsüberlagerung

Pfaff, Manja Mai-Ly

Datenbasierte Zustandsbewertung von Rundtaktmaschinen durch Klassifikation

Pu, Dawei

Thermische Modalanalyse

Rößler, Maximilian

Entwicklung eines zweistufigen Berechnungsmodells zum kontinuierlichen Wälzschleifen

Rupf, Stefan

Einsatz von Industrierobotern für den fünffachen 3D-Druck

Schmidt, Patrick

Entwicklung eines ganzheitlichen Bewertungsverfahrens produktionstechnischer Konzepte am Beispiel einer Leiterplattenlinie

Seume, Laura

Augmented Reality im Fahrzeug von morgen – Evaluation der Kundenbedürfnisse

Bachelorarbeiten

2020

Chen, Chen

Auslegung und Konstruktion einer Schutzeinrichtung für einen Prüfstand mit schnelldrehender vertikaler Drehachse

Hüttner, Nicole

Automatisiertes Einrichten von produktspezifischen Gefachen zum Transport elektronischer Flachbaugruppen

Kross, Tim-Christian

Untersuchung zur Implementierung des Wälzschälens in der Fertigungsprozesskette von Axialkolbenpumpen

Wang, Guangyu

Erstinbetriebnahme eines modernen Motion Control Systems und Implementierung von Beispielapplikationen

2019

Alrifia, Moussa

Entwicklung einer Fertigungsroute zur Herstellung von Endprothesen im Feingussverfahren

Große, Fabian

Konzeptionierung von Reinigungsprozessen für spanend bearbeitete Komponenten mittels Mensch-Maschine-Roboter-Kollaboration

Haase, Johannes

Diskrete thermische Simulation komplexer Bewegungsregimes einer Werkzeugmaschine

Hahn, Dominik

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

Han, Yu

Machbarkeitsstudie zur Optimierung von elektrischen Nebenaggregaten im Kraftfahrzeug unter Nutzung von Formgedächtnislegierungen

Köpsel, Niklas

Prozessbewertung eines Verschluss- und Dichtprüfprozesses

Leischner, Jakob

Experimentelle und simulationsbasierte Ermittlung des Wärmeübergangseinflusses im Stahlbeton von Maschinenbetten

Sbeih, Mahmmoud

Beitrag zur Verbesserung der Gussqualität im Feingussverfahren durch Optimierung der keramischen Schale

Shao, Shenghao

Kinematische Antriebsketten für Wirbeln von Gewindebohrungen

Wang, Tiehan

Toolentwicklung zur Kategorisierung und Bewertung von Analyseverfahren für die Zustandsüberwachung von Werkzeugmaschinenkomponenten

Bücher, Buchbeiträge und Tagungsbände

2020

Awiszus, B.; Bast, J.; Hänel, Th.; Kusch, M.

Grundlagen der Fertigungstechnik. 7., vollständig überarbeitete Auflage, München: Carl Hanser Verlag GmbH & Co. KG, 2020, 464 S. – ISBN: 9783446450332; 9783446460669

Klimant, Ph.

Industrie 4.0 in der industriellen Praxis. In: Kouli, Yaman ; Pawlowsky, Peter ; Hertwig, Markus (Eds.): Wissensökonomie und Digitalisierung, Geschichte und Perspektiven, Springer VS Verlag für Sozialwissenschaften, 2020, S. 157-166, Buchbeitrag – ISBN: 978-3-658-22332-8; eBook 978-3-658-22333-5 – doi:10.1007/978-3-658-22333-5

Klimant, Ph.; Witt, M.

Maschinensimulation mittels Virtual Reality. In: Orsolits, Horst; Lackner, Maximilian (Hrsg.): Virtual Reality und Augmented Reality in der Digitalen Produktion, Wiesbaden: Springer Gabler, 2020, S. 127-141, Buchbeitrag – Print ISBN 978-3-658-29008-5; Online ISBN 978-3-658-29009-2 – doi:10.1007/978-3-658-29009-2

2019

Bdiwi, M.; Suchy, J.; Putz, M.

4 × 2D Visual Servoing Approach for Advanced Robot Applications. In: Derbel, N.; Ghommam, J.; Zhu, Q. (Eds.): New Developments and Advances in Robot Control, Singapore, Studies in Systems, Decision and Control, vol 175, Springer Singapore, 2019, S. 21-37, Buchbeitrag – Print ISBN: 978-981-13-2211-2; Online ISBN: 978-981-13-2212-9 – doi:10.1007/978-981-13-2212-9_2

Hirsch, A.; Hoyer, H. G.; Mahn, U.

Lineare Wälzfürungen. Berlin: Springer Vieweg, 2019, 219 S. – ISBN: 978-3-658-26876-3; 978-3-658-26877-0 – doi:10.1007/978-3-658-26877-0

Putz, M.; Böhme, J.; Büttner, Th.; Gentzen, J.; Päßler, Th.; Prell, B.; Reinhardt, H.; Richter, M.; Strehle, H.-M.

Maschinen- und Anlagenbau. In: Sauer, A.; Abele, E.; Buhl, H. U. (Hrsg.): Energieflexibilität in der deutschen Industrie. - Stuttgart : Fraunhofer Verlag, 2019, S. 645 - 676, Buchbeitrag – ISBN: 978-3-8396-1479-2; 978-3-8396-1512-6

Putz, M.; Klimant, Ph.; Klimant, F. (Hrsg.)

VAR² – Realität erweitern : Tagungsband zur 5. Fachkonferenz zu VR/AR-Technologien in Anwendung und Forschung an der Professur Werkzeugmaschinenkonstruktion und Umformtechnik. TU Chemnitz, 2019, 284 S. – ISBN: 978-3-00-064420-7

Konferenzbeiträge

2020

Albero Rojas, A.; Puschmann, P.; Wittstock, V.; Putz, M.; Mödden, H.

Safety Measures for Released Workpieces in Vertical Turning. In: Proceedings of the 30th European Safety and Reliability Conference and 15th Probabilistic Safety Assessment and Management Conference (ESREL2020 PSAM15), 1-5 November 2020, Venice, Italy – ISBN: 978-981-14-8593-0

Bdiwi, M.; Harsch, A.-K.; Reindel, P.; Putz, M.

Examination of the variance in human pathways in HRC with heavy duty-robots for safe process planning. 13th CIRP Conference on Intelligent Computation in Manufacturing Engineering, 17-19 July 2019, Gulf of Naples, Italy, In: Procedia CIRP, 88 (2020), pp. 234-239 – ISSN: 2212-8271 – doi:10.1016/j.procir.2020.05.042

Bdiwi, M.; Harsch, A.-K.; Reindel, P.; Putz, M.

VariPath: A Database for Modelling the Variance of Human Pathways in Manual and HRC Processes with Heavy-Duty Robots. In: Proceedings of the IEEE International Conference on Robotics and Automation, ICRA 2020, 31 May-31 August 2020, Virtual, Paris, France, pp.1821-1826 – ISBN: 978-1-7281-7395-5; 978-1-7281-7394-8; 978-1-7281-7396-2; ISSN: 2577-087X; 1050-4729 – doi:10.1109/ICRA40945.2020.9196699

Brade, J.; Kögel, A.; Fuchs, Ch.; Klimant, Ph.

Impact of first person avatar representation in assembly simulations on perceived presence and acceptance. In: Proceedings of the 15th International Joint Conference on Computer Vision, Imaging and Computer Graphics Theory and Applications, Vol. 1: GRAPP, 27-29 February 2020, Valletta, Malta, pp. 17-24 – ISBN: 978-989-758-402-2; 2184-4321 – doi:10.5220/0008878700170024



Engelmann, M.; Albero Rojas, A.; Regel, J.; Putz, M.

Investigation of the standstill clamping force during milling with three-jaw chuck. In: Proceedings of the 30th European Safety and Reliability Conference and 15th Probabilistic Safety Assessment and Management Conference (ESREL2020 PSAM15), 1-5 November 2020, Venice, Italy – ISBN: 978-981-14-8593-0

Hellmich, A.; Sai, B.; Süße, M.; Schreiber, M.; Wiese, T.; Ihlenfeldt, S.; Bauernhansl, Th.; Putz, M.; Reinhart, G.

Bio-inspired Factories of the Future. In: Proceedings of the 1st Conference on Production Systems and Logistics, CPSL 2020, 17-20 March 2020, Stellenbosch, South Africa, pp. 426-437 – ISSN: 2701-6277 – doi:10.15488/9640

Kaluschke, M.; Weller, R.; Hammer, N.; Pelliccia, L.; Lorenz, M.; Zachmann, G.

Realistic Haptic Feedback for Material Removal in Medical Simulations. In: Proceedings of the International Symposium on Haptic Interfaces for Virtual Environment and Teleoperator Systems (HAPTICS), 28-31 March 2020, Washington DC, USA, pp. 920-926 – Electronic ISBN: 978-1-7281-0234-4; Print on Demand(PoD) ISBN: 978-1-7281-0235-1; Electronic ISSN: 2324-7355 Print on Demand(PoD); ISSN: 2324-7347 – doi:10.1109/HAPTICS45997.2020.ras.HAP20.74.13165668

Kirchner, H.; Quellmalz, J.; Müller, P.; Schlegel, H.

Identification in the Frequency Domain of Mechanically Coupled Axes on Servo-Screw Presses. In: Proceedings of the 7th International Conference on Control, Mechatronics and Automation (ICCM), 6-8 November 2019, Delft, Netherlands, pp. 289-294 – Electronic ISBN: 978-1-7281-3787-2; USB ISBN: 978-1-7281-3786-5; Print on Demand(PoD) ISBN: 978-1-7281-3788-9 – doi:10.1109/ICCM46720.2019.8988668

Knopp, S.; Klimant, Ph.; Allmacher, Ch.

Industrial Use Case - AR Guidance using Holograms for Assembly and Disassembly of a Modular Mold, with Live Streaming for Collaborative Support. In: Proceedings of the IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR), 10-18 October 2019, Beijing, China, pp. 134-135 – Electronic ISBN: 978-1-7281-4765-9; Print on Demand(PoD) ISBN: 978-1-7281-4766-6 – doi:10.1109/ISMAR-Adjunct.2019.00-63

Knopp, S.; Klimant, Ph.; Schaffrath, R.; Voigt, E.; Fritzsche, R.; Allmacher, Ch.

Holograms AR - Using Vuforia-Based Marker Tracking Together with Text Recognition in an Assembly Scenario. In: Proceedings of the IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR), 10-18 October 2019, Beijing, China, pp. 63-64 – Electronic ISBN: 978-1-7281-4765-9; Print on Demand(PoD) ISBN: 978-1-7281-4766-6 – doi:10.1109/ISMAR-Adjunct.2019.00030

Lorenz, M.; Kim, J.; Knopp, S.; Klimant, Ph.

Industrial Augmented Reality: Concepts and User Interface Designs for Augmented Reality Maintenance Worker Support Systems. In: Proceedings of the IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality Adjunct (ISMAR-Adjunct), 9 - 13 November 2020, Recife, Porto de Galinhas, Brazil – ISBN: 978-1-7281-7675-8 ; 978-1-7281-7676-5 – doi:10.1109/ISMAR-Adjunct51615.2020.00032

Lorenz, M.; Knopp, S.; Klimant, Ph.; Quellmalz, J.; Schlegel, H.

Concept for a Virtual Reality Robot Ground Simulator. In: Proceedings of the IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality Adjunct (ISMAR-Adjunct), 9-13 November 2020, Recife, Porto de Galinhas, Brazil – ISBN: 978-1-7281-7675-8; 978-1-7281-7676-5 – doi:10.1109/ISMAR-Adjunct51615.2020.00024

Lorenz, M.; Knopp, S.; Kim, J.; Klimant, Ph.

Industrial Augmented Reality: 3D-Content Editor for Augmented Reality Maintenance Worker Support System. In: Proceedings of the IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality Adjunct (ISMAR-Adjunct), 9 - 13 November 2020, Recife, Porto de Galinhas, Brazil – ISBN: 978-1-7281-7675-8; 978-1-7281-7676-5 – doi:10.1109/ISMAR-Adjunct51615.2020.00060

Lorenz, M.; Pfeiffer, F.; Klimant, Ph.

Augmented Reality for Pack Optimization using Video and Depth Data. In: Proceedings of the IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality Adjunct (ISMAR-Adjunct), 9 - 13 November 2020, Recife, Porto de Galinhas, Brazil – ISBN: 978-1-7281-7675-8 ; 978-1-7281-7676-5 – doi:10.1109/ISMAR-Adjunct51615.2020.00021

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

Method for capacity planning of changeable production systems in the electric drives production. In: Proceeding of the 9th International Electric Drives Production Conference, EPDC 2019, 3.-4 December 2019, Esslingen, Germany, pp. 227-234 – ISBN: 978-1-7281-4318-7; 978-1-7281-4319-4; 978-1-7281-4320-0 – doi:10.1109/EDPC48408.2019.9011953

Norberger, M.; Apitzsch, R.; Sewohl, A.; Schlegel, H.; Putz, M.

A Holistic Approach for the Development of a Digital Twin Focused on Commissioning and Control of Electromechanical Feed Axes. In: Proceedings of the 17th International Conference on Informatics in Control, Automation and Robotics ICINCO, 7-9 July 2020, Paris, France, pp. 769-774 – ISBN: 978-989-758-442-8 – doi:10.5220/0009884707690774

Posdich, M.; Stöckmann, R.; Klimant, Ph.; Putz, M.

Investigation of the influence of surface waviness of aluminium on the burnishing quality of a combined process. 17th Global Conference on Sustainable Manufacturing, 9-11 October 2019, Shanghai, China, In: Procedia Manufacturing, 43 (2020), pp. 479-486 – ISSN: 2351-9789 – doi:10.1016/j.promfg.2020.02.185

Posdich, M.; Stöckmann, R.; Witt, M.; Putz, M.

Determination of surface shape deviation by using force-controlled burnishing. 53rd CIRP Conference on Manufacturing Systems, 1-3 July 2020, Chicago, IL, U.S. (virtual), In: Procedia CIRP, 93 (2020), pp. 1275-1280 – ISSN: 2212-8271 – doi:10.1016/j.procir.2020.04.095

Posdich, M.; Winkler, S.; Stöckmann, R.; Schumann, M.; Klimant, Ph.; Witt, M.; Putz, M.

Bestimmung der Formabweichung über ein sensorisches Werkzeug während der Glattwalzbearbeitung mit Hilfe eines Virtuellen Zwillings. In: Tagungsband zum Sächsischen Geometriesymposium 2020, 17.-18. März 2020, Chemnitz, S. 155-165 – ISBN: 978-3-96100-109-5

Redžić, N.; Pfeiffer, F.; Witt, M.; Klimant, Ph.

Development of an Assistance and Control System for Waterjet Cutting of Free-Form Workpieces. International Conference on Water Jet - Research, Development, Applications, In: Advances in Water Jetting. Water Jet 2019, 20-22 November 2019, Celadná, Czech Republic, pp. 172-185 – Print ISBN 978-3-030-53490-5; Online ISBN 978-3-030-53491-2 – doi:10.1007/978-3-030-53491-2_19

Reinhardt, H.; Bergmann, J.-P.; Münnich, M.; Rein, D.; Putz, M.

A survey on modeling and forecasting the energy consumption in discrete manufacturing. 27th CIRP Life Cycle Engineering (LCE) Conference, 2020, In: Procedia CIRP, 90 (2020), pp. 443-448 – ISSN: 2212-8271 – doi:10.1016/j.procir.2020.01.078

Reinhardt, H.; Bergmann, J.-P.; Stoll, A.; Putz, M.

Temporal analysis of event-discrete alarm data for improved manufacturing. 53rd CIRP Conference on Manufacturing Systems (CMS) 2020. In: Procedia CIRP, 93 (2020), pp.742-746 – ISSN: 2212-8271 – doi:10.1016/j.procir.2020.04.055

Salzwasser, M.; Müller, S.; Krabbe, M.; Melzer, A.

Potenzialanalyse virtueller Technologien für die methodische Unterstützung der nutzerzentrierten Entwicklung. In: Tagungsband zum 66. Kongress der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft - Digitale Arbeit, digitaler Wandel, digitaler Mensch?, Beitrag B.2.4, 16. - 18. März 2020, Berlin, S. 1-6 – ISBN: 978-3-936804-27-0

Sauer, K.; Hertel, M.; Fickert, S.; Witt, M.; Putz, M.

Cutting parameter study of CFRP machining by turning and turn-milling. 13th CIRP Conference on Intelligent Computation in Manufacturing Engineering, 17-19 July 2019, Gulf of Naples, Italy, In: Procedia CIRP, 88 (2020), pp. 457-461 – ISSN: 2212-8271 – doi:10.1016/j.procir.2020.05.079

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

Detection of the Force Distribution Close to the Effective Site in Forming Machines for a Force Control. In: Proceedings of the 7th International Conference on Control, Mechatronics and Automation (ICCMA), 6-8 November 2019, Delft, Netherlands, pp. 216-220 – Electronic ISBN: 978-1-7281-3787-2; USB ISBN: 978-1-7281-3786-5; Print on Demand(PoD) ISBN: 978-1-7281-3788-9 – doi:10.1109/ICCMA46720.2019.8988609

Schöberlein, Ch.; Schleinitz, A.; Schlegel, H.; Putz, M.

Simulative Investigation of Transfer Function-based Disturbance Observer for Disturbance Estimation on Electromechanical Axes. In: Proceedings of the 17th International Conference on Informatics in Control, Automation and Robotics - Volume 1: ICINCO, 7-9 July 2020, Paris, France, pp. 651-658 – ISBN: 978-989-758-442-8 – doi:10.5220/0009858606510658



Schöberlein, Ch.; Norberger, M.; Schlegel, H.; Putz, M.

Simulation and disturbance estimation of speed-controlled mechatronic drive systems. In: Proceedings of the 6th International Conference on Mechatronics and Mechanical Engineering (ICMME 2019), 27-30 November 2019, Osaka, Japan, MATEC Web Conferences Volume 306, article number 04001, number of pages: 11 – eISSN: 2261-236X – doi:10.1051/mateconf/202030604001

Sewohl, A.; Norberger, M.; Schöberlein, Ch.; Schlegel, H.; Putz, M.

Performance Analysis of the Force Control for an Electromechanical Feed Axis with Industrial Motion Control. In: Proceedings of the 17th International Conference on Informatics in Control, Automation and Robotics ICINCO, 7-9 July 2020, Paris, France, pp. 667-674 – ISBN: 978-989-758-442-8 – doi:10.5220/0009866806670674

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

Implementation and investigation of a force control for a forming demonstrator with coupled servo drives. In: Proceedings of the 6th International Conference on Mechatronics and Mechanical Engineering (ICMME 2019), 27-30 November 2019, Osaka, Japan, MATEC Web Conferences Vol. 306, article number 03001, number of pages: 9 – eISSN: 2261-236X – doi:10.1051/mateconf/202030603001

Stöckmann, R.; Posdich, M.; Klimant, Ph.; Putz, M.

Influence of the stiffness of burnishing tools on process force and surface quality of EN AW-2007 and C45 workpieces. 17th Global Conference on Sustainable Manufacturing, 9.-11 October 2019, Shanghai, China, In: Procedia Manufacturing, 43 (2020), pp. 635-641 – ISSN: 2351-9789 – doi:10.1016/j.promfg.2020.02.142

Ziadeh, T.; Perret, J.; Kaluschke, M.; Knopp, S.; Lorenz, M.

Review of Haptic Rendering Techniques for Hip Surgery Training. In: Proceedings of the EuroVR 2020, 17th EuroVR International Conference, Valencia, Spain, 25 - 27 Nov 2020, p. 29-39 – ISBN: 9789513887414; ISSN: 2242-1211; ISSN 2242-122X – doi:10.32040/2242-122X.2020.T381

2019

Allmacher, C.; Schumann, M.; Klimant, Ph.; Putz, M.

Optimizing development time through hybrid commissioning of control software. 12th CIRP Conference on Intelligent Computation in Manufacturing Engineering, 18. - 20.07.2018, Gulf of Naples, Italy. In: Procedia CIRP, 79 (2019), pp. 450-455 – ISSN: 2351-9789 – doi:10.1016/j.procir.2019.02.120

Allmacher, Ch.; Dudczig, M.; Knopp, S.; Klimant, Ph.

Virtual Reality for Virtual Commissioning of Automated Guided Vehicles. 26th IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces (VR), 23.-27. März 2019, Osaka, Japan, Poster, S. 838 - 839 – Electronic ISBN: 978-1-7281-1377-7; Print on Demand(PoD) ISBN: 978-1-7281-1378-4; Electronic ISSN: 2642-5254; Print on Demand(PoD) ISSN: 2642-5246 – doi:10.1109/VR.2019.8797981

Allmacher, Ch.; Klimant, Ph.

Test Course Creation for Automated Guided Vehicles. In: Tagungsband von 18. ASIM Fachtagung Simulation in Produktion und Logistik (SPL 2019), 18.-20. September 2019, Chemnitz, S. 305-314 – ISBN: 978-3-95735-113-5

Berthold, J.; Kolouch, M.; Regel, J.; Putz, M.

Investigation of the dynamic behavior of machine tools during cutting by operational modal analysis. In: MM Science Journal, Special Issue, HSM 2019, 15th International Conference on High Speed Machining, 8.-9. Oktober 2019, Prag, Tschechien, S. 3078-3085 – ISSN: 1803-1269 (Print); 1805-0476 (Online) – doi:10.17973/MMSJ.2019_11_2019054

Brade, J.; Kögel, A.

Presence in Virtual Reality - der Schlüssel zu Akzeptanz und Übertragbarkeit?!. In: Tagungsband von 5. Fachkonferenz zu VR/AR-Technologien in Anwendung und Forschung, VAR² 2019 - Realität erweitern, 4. - 5. Dezember 2019, TU Chemnitz, Professur Werkzeugmaschinenkonstruktion und Umformtechnik, S. 59-71 – ISBN: 978-3-00-064420-7

Bräunig, M.; Regel, J.; Glänzel, J.; Putz, M.

Effects of cooling lubricant on the thermal regime in the working space of machine tools. 16th Global Conference on Sustainable Manufacturing, 2. - 4. Oktober 2018, Lexington, USA. In: Procedia Manufacturing, 33 (2019), S. 327-334 – ISSN: 2351-9789 – doi:10.1016/j.promfg.2019.04.040

Cepok, J.; Arzaroli, R.; Marnholz, K.; Große, C.; Reuter, H.; Nelson, K.; Lorenz, M.; Weller, R.; Zachmann, G.

Effects of VR on Intentions to Change Environmental Behavior. 26th IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces (VR), 23.- 27. März 2019, Osaka, Japan, Poster, S. 874 - 875 – Electronic ISBN: 978-1-7281-1377-7; Print on Demand(PoD) ISBN: 978-1-7281-1378-4; Electronic ISSN: 2642-5254; Print on Demand(PoD) ISSN: 2642-5246 – doi:10.1109/VR.2019.8797849

Frieß, U.; Kolouch, M.; Putz, M.

Deduction of time-dependent machine tool characteristics by fuzzy-clustering. In: Proceedings of the Conference on Machine Learning for Cyber-Physical-Systems and Industry 4.0 (ML4CPS), 23.-24. Oktober 2018, Karlsruhe, S.7-17 – ISBN: 978-3-662-58484-2 (Print); ISBN: 978-3-662-58485-9 (Online) – doi:10.1007/978-3-662-58485-9_2

Haghighi, A.; Bdiwi, M.; Putz, M.

Integration of Camera and Inertial Measurement Unit for Entire Human Robot Interaction Using Machine Learning Algorithm. In: Proceedings of the 16th IEEE International Multi-Conference on Systems, Signals and Devices, SSD 2019, March 21-24 2019, Istanbul, Turkey, pp. 741-746 – ISBN: 978-1-7281-1820-8; 978-1-7281-1819-2; 978-1-7281-1821-5; ISSN: 2474-0446; 2474-0438 – doi:10.1109/SSD.2019.8893167

Jahn, G.; Dudczig, M.; Klimant, Ph.

Spatial Updating Based on Visually Signaled Self-motion in Virtual Reality. 41st Annual Meeting of the Cognitive Science Society, CogSci 2019, 24.-27. Juli 2019, Montreal, Kanada, Poster, S. 3288 – ISSN: 0-9911967-7-5

Jahn, G.; Klimant, Ph.

Mensch-Technik-Interaktion in hybriden Gesellschaften. In: Tagungsband von VAR2 2019 – Realität erweitern, Chemnitz, 2019, S. 109-117 – ISBN: 978-3-00-064420-7

Kaluschke, M.; Weller, R.; Zachmann, G.; Lorenz, M.

A Continuous Material Cutting Model with Haptic Feedback for Medical Simulations. 26th IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces (VR), 23.-27. März 2019, Osaka, Japan, Poster, S. 1002-1003 – Electronic ISBN: 978-1-7281-1377-7; Print on Demand(PoD) ISBN: 978-1-7281-1378-4; Electronic ISSN: 2642-5254; Print on Demand(PoD) ISSN: 2642-5246 – doi:10.1109/VR.2019.8798268

Klimant, Ph.; Klimant, F.; Allmacher, Ch.; Putz, M.

Trends der virtuellen und erweiterten Realität mit dem Fokus auf virtueller Inbetriebnahme. In: Tagungsband von 5. Fachkonferenz zu VR/AR-Technologien in Anwendung und Forschung, VAR² 2019 - Realität erweitern, 4. - 5. Dezember 2019, TU Chemnitz, Professur Werkzeugmaschinenkonstruktion und Umformtechnik, S. 7-26 – ISBN: 978-3-00-064420-7 –

Koriath, H.-J.; Putz, M.; Kuznetsov, A. P.

Resource Consumption Classes of Machine Tools. In: MM Science Journal, Special Issue, HSM 2019, 15th International Conference on High Speed Machining, 8.-9. Oktober 2019, S. 3301-3309 – ISSN: 1803-1269 (Print), 1805-0476 (Online) – doi:10.17973/MMSJ.2019_11_2019085

Kurth, R.; Tehel, R.; Päßler, Th.; Putz, M.; Wehmeyer, K.; Kraft, Ch.; Schwarze, H.

Forming 4.0: Smart machine components applied as a hybrid plain bearing and a tool clamping system. Triple-Konferenz: Sächsische Fachtagung Umformtechnik (SFU), Internationale Konferenz „Accuracy in Forming Technology“ (ICAFT), International Lower Silesia-Saxony Conference on Advanced Metal Forming Processes in Automotive Industry (AutoMet-Form), 06.-07. – ISSN: 2351-9789 – doi:10.1016/j.promfg.2018.12.045

Lorenz, M.; Knopp, S.; Klimant, Ph.

Industrial Augmented Reality: Requirements for an Augmented Reality Maintenance Worker Support System. IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality, ISMAR 2018, Munich, Germany, 16-20 October 2018, Poster – Electronic ISBN: 978-1-5386-7592-2; Print on Demand(PoD) ISBN: 978-1-5386-7593-9 – doi:10.1109/ISMAR-Adjunct.2018.00055

Lorenz, M.; Neupetsch, C.; Rotsch, Ch.; Klimant, Ph.; Hammer, N.

Early Virtual Reality User Experience and Usability Assessment of a Surgical Shape Memory Alloy Aspiration/Irrigation Instrument. 26th IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces (VR), 23.-27. März 2019, Osaka, Japan, Poster, S. 1056-1057 – Electronic ISBN: 978-1-7281-1377-7; Print on Demand(PoD) ISBN: 978-1-7281-1378-4; Electronic ISSN: 2642-5254; Print on Demand(PoD) ISSN: 2642-5246 – doi:10.1109/VR.2019.8798144



Lorenz, M.; Weik, D.; Knopp, S.; Pelliccia, L.; Feierabend, S.; Rotsch, Ch.; Klimant, Ph.

Integrating Tactile Feedback in an Acetabular Reamer for Surgical VR-Training. 26th IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces (VR), 23.- 27. März 2019, Osaka, Japan, Poster, S. 1227 - 1228 – Electronic ISBN: 978-1-7281-1377-7; Print on Demand(PoD) ISBN: 978-1-7281-1378-4; Electronic ISSN: 2642-5254 Print on Demand(PoD); ISSN: 2642-5246 – doi:10.1109/VR.2019.8798287

Meza-García, E.; Rautenstrauch, A.; Kräusel, V.; Landgrebe, D.; Bräunig, M.

Energetic evaluation of press hardening processes. 16th Global Conference on Sustainable Manufacturing, 2. - 4. Oktober 2018, Lexington, USA. In: Procedia Manufacturing, 33 (2019), S. 367-374 – ISSN: 2351-9789 – doi:10.1016/j.promfg.2019.04.045

Neupetsch, C.; Lorenz, M.; Braun, D.; Leimert, M.; Rotsch, Ch.; Klimant, Ph.; Drossel, W.-G.

Entwicklung eines formflexiblen Saug-/Spülsystems auf Basis von Formgedächtnislegierungen für die Wirbelsäulen Chirurgie. 11. Kongress der Deutschen Gesellschaft für Biomechanik (DGfB), 3.-5. April 2019, Berlin, In: Abstractband, S. 244-245 – URL: http://bio-mechanik.org/wp-content/uploads/2019/09/DGfB2019_Abtractband.pdf

Niemann, J.; Breschan, D.; Schlegel, A.; Putz, M. Method for Optimizing Supply Chain Flexibility in the Production of Electrified Powertrains. In: Proceedings of the 8th International Conference on Industrial Technology and Management, ICITM 2019, Cambridge, UK, 2-4 March 2019, pp. 32-36 – ISBN: 978-1-72813-268-6; 978-1-72813-267-9; 978-1-72813-269-3 – doi:10.1109/ICITM.2019.8710651

Niemann, J.; Seisenberger, S.; Schlegel, A.; Putz, M.

Development of a Method to Increase Flexibility and Changeability of Supply Contracts in the Automotive Industry. 52nd CIRP Conference on Manufacturing Systems (CMS), Ljubljana, Slovenia, 12-14 June 2019. In: Procedia CIRP, 81 (2019), pp. 258-263 – ISSN: 2212-8271 – doi:10.1016/j.procir.2019.03.045

Panariello, D.; Caporaso, T.; Grazioso, S.; Di Gironimo, G.; Lanzotti, A.; Knopp, S.; Pelliccia, L.; Lorenz, M.; Klimant, Ph.

Using the KUKA LBR iiwa Robot as Haptic Device for Virtual Reality Training of Hip Replacement Surgery. Third IEEE International Conference on Robotic Computing (IRC), 25.-27. Februar 2019, Neapel, Italien, Poster, S. 449-450 – Electronic ISBN: 978-1-5386-9245-5; Print on Demand(PoD) ISBN: 978-1-5386-9246-2 – doi:10.1109/IRC.2019.00094

Pfeiffer, S.; Fiedler, M.; Bergelt, T.; Kolouch, M.; Putz, M.; Wagner, M. F.-X.

On the correlation of hammer-peened surfaces and process, material and geometry parameters. 21st Chemnitz Seminar on Materials Engineering, 6.-7. März 2019, Chemnitz. In: IOP conference series, Materials science and engineering 480, Art. 012021, 12 S., Schriftenreihe Werkstoffe und werkstofftechnische Anwendungen, Band 82 – ISBN: 978-3-00-062158-1; Online ISSN: 1757-899X; Print ISSN: 1757-8981 – doi:10.1088/1757-899X/480/1/012021

Posdlich, M.; Schöberlein, Ch.; Quellmalz, J.; Putz, M.

Burnishing of prismatic workpieces on three-axis machine enabled by closed loop force control. 52nd CIRP Conference on Manufacturing Systems (CMS), 12.-14. Juni 2019, Ljubljana, Slowenien. In: Procedia CIRP, 81 (2019), S. 1028-1033 – ISSN: 2212-8271 – doi:10.1016/j.procir.2019.03.246

Prell, B.; Strehle, H.-M.; Schlegel, A.; Putz, M.

Vergleichende Darstellung zweier Werkzeuge zur Simulation energetischer Aspekte in der Produktion. In: Tagungsband von Simulation in Produktion und Logistik 2019, 18. ASIM Fachtagung, 18.-20. September 2019, Chemnitz, S.131-142 – ISBN: 978-3-95735-113-5 ; 978-3-95735-114-2

Putz, M.; Regel, J.; Wenzel, A.; Bräunig, M.

Thermal errors in milling: Comparison of displacements of the machine tool, tool and workpiece. 17th CIRP Conference on Modelling of Machining Operations, 13-14 June 2019, Sheffield, UK. In: Procedia CIRP, 82 (2019), pp. 389-394 – ISSN: 2212-8271 – doi:10.1016/j.procir.2019.04.168

Reinhardt, H.; Weber, M.; Putz, M.

A Survey on Automatic Model Generation for Material Flow Simulation in Discrete Manufacturing. 52nd CIRP Conference on Manufacturing Systems (CMS), Ljubljana, Slovenia, 12-14 June 2019. In: Procedia CIRP, 81 (2019), pp. 121-126 – ISSN: 2212-8271 – doi:10.1016/j.procir.2019.03.022

Rüffert, D.; Kögel, A.; Brade, J.; Liebscher, D.; Klimant, Ph.; Dittrich, F.

Do I look at what I'm saying?. Human Factors and Ergonomics Society Europe Chapter 2019 Annual Conference, 2. 4. Oktober 2019, Nantes, Frankreich, 2019, Poster – URL: <https://www.hfes-europe.org/posters-2019/>

Sauer, K.; Witt, M.; Putz, M.

Influence of cutting edge radius on process forces in orthogonal machining of carbon fibre reinforced plastics (CFRP). In: Proceedings of the 2nd CIRP Conference on Composite Material Parts Manufacturing, 10 -11 October 2019, Advanced Manufacturing Research Centre, Sheffield, UK, volume 85, pp. 218-223 – doi:10.1016/j.procir.2019.09.042

Stöckmann, R.; Putz, M.

Modelling of surface formation mechanism during burnishing of aluminium. 17th CIRP Conference on Modelling of Machining Operations, 13.-14. Juni 2019, Sheffield, UK. In: Procedia CIRP, 82 (2019), S. 450-454 – ISSN: 2212-8271 – doi:10.1016/j.procir.2019.04.033

Süße, M.; Prell, B.; Stoldt, J.; Strehle, H.-M.; Richter, M.; Schlegel, A.; Putz, M.

Load and energy management for factories through multi-stage production planning and optimization. In: Procedia CIRP, 80 (2019), Conference on Life Cycle Engineering (LCE), S. 257-262 – ISSN: 2212-8271 – doi:10.1016/j.procir.2019.01.076

Wittstock, V.; Puschmann, P.; Albero Rojas, A.; Putz, M.; Mödden, H.

Untersuchung der Mensch-Maschine-Interaktion bei der Werkstückspannung beim Vertikal-Drehen. In: Tagungsband von ENTWICKELN ENTWERFEN ERLEBEN in Produktentwicklung und Design 2019, 27.-28.06.2019, Dresden, S. 173-184 – ISBN: 978-3-95908-170-2

Wittstock, V.; Puschmann, P.; Albero Rojas, A.; Putz, M.; Mödden, H.

Weak Point Analysis of Human Machine Interactions at Clamping of Turning Workpieces on Milling Machines. In: Proceedings of the 29th European Safety and Reliability Conference ESREL 2019, 22-26 September 2019, Hannover, pp. 3032-3039 – ISBN: 978-981-11-2724-3 – doi:10.3850/978-981-11-2724-3_0108-cd

Artikel in Fachzeitschriften

2020

Albero Rojas, A.

Sicher Spannen fürs Vertikal-Drehen. In: Konstruktionspraxis Spezial - Werkzeugmaschine, 2020, 09, S. 64-65 – ISSN: 0937-4167

Böttger, J.; Gentzen, J.; Kimme, S.; Putz, M.; Drossel, W.-G.

In-process evaluation of continuous generating gear grinding for maintaining workpiece quality and acoustic behavior of gear wheels. In: Engineering Reports, 2020, S. 1-13, e12349 – doi:10.1002/eng2.12349

Lorenz, M.

Commentary: The Ethics of Realism in Virtual and Augmented Reality. In: Frontiers in Virtual Reality – ISSN: 2673-4192 – doi:10.3389/frvir.2020.00006

Lorenz, M.; Möckel, F.; Atze, J. P. G.; Zachmann, G.

Hüft-OPs in der Virtual Reality trainieren. In: MED engineering, 2020, 3, S. 16-17 – ISSN: 2190-8788

Lorenz, M.; Pelliccia, L.; Heyde, Ch.; Kaluschke, M.; Klimant, Ph.; Knopp, S.; Schleifenbaum, S.; Rotsch, Ch.; Weller, R.; Werner, M.; Zachmann, G.; Zajonz, D.; Hammer, N.

A cadaver-based biomechanical model of acetabulum reaming for surgical virtual reality training simulators. In: Scientific Reports 10, Article number: 14545 – doi:10.1038/s41598-020-71499-5

Lorenz, M.; Pelliccia, L.; Werner, M.; Scholze, M.; Klimant, Ph.; Heyde, Ch.; Klima, S.; Hammer, N.

Wrist at risk? - Considerations derived from a novel experimental setup to assess torques during hip reaming with potential implications on the orthopedic surgeons' health. In: Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials, 113, January 2021, 104160 – ISSN: 1751-6161 – doi:10.1016/j.jmbbm.2020.104160

Morciznek, F.; Putz, M.; Dix, M.

Comparison of abrasive water jet technologies in terms of performance and kerf geometry accuracy for cutting ceramics. In: International Journal of Sustainable Manufacturing, Inderscience Publishers, Vol. 4 No.2/3/4 (2020), S. 201-215 – ISSN: 1742-7223 – doi:10.1504/IJSM.2020.107134



Schramm, A.; Morczinek, F.; Götze, U.; Putz, M.
Technical-economic evaluation of abrasive recycling in the suspension fine jet process chain. In: The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 106 (2020), S. 981-992 – ISSN: 0268-3768 (Print); 1433-3015 (Online) – doi:10.1007/s00170-019-04651-9

Winkler, S.; Schumann, M.; Apitzsch, R.; Klimant, F.; Klimant, Ph.
Der Digitale Zwilling - Probleme und Lösungsansätze. In: ZWF - Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, München: Carl Hanser Verlag GmbH & Co. KG., 115 (2020), S. 121-124 – ISSN: 0947-0085 – doi:10.3139/104.112328

2019

Bräunig, M.; Regel, J.; Putz, M.
Thermisches Verhalten von Werkzeugmaschinen - eine Industrienumfrage. In: Ingenieurspiegel (2019), 3, S. 49-51 – ISSN: 1868-5919

Cardone, M.; Putz, M.; Dix, M.; Wertheim, R.
Analysis of workpiece thermal behaviour in cut-off grinding of high-strength steel bars to control quality and efficiency. In: CIRP Annals, Manufacturing Technology, 68 (2019), 1, S. 325-328 – ISSN: 0007-8506 – doi:10.1016/j.cirp.2019.04.023

de Witt, P.; Hofmann, R.; Schlegel, H.; Putz, M.; Gröger, S.
Definierte Oberflächen mittels Quantifizierung von Strahlprozessen. In: Ingenieurspiegel (2019), 3, S. 30-32 – ISSN: 1868-5919

Delang, K.; Todtermuschke, M.; Schmidt, P. A.; Bdiwi, M.; Putz, M.
Enhanced service modelling for flexible demand-driven implementation of human-robot interaction in manufacturing. In: IET Collaborative Intelligent Manufacturing, 1 (2019), S. 20-27 – ISSN: 2516-8398 – doi:10.1049/iet-cim.2018.0006

Elovenko, D.; Graf, A.; Kräusel, V.; Hirsch, A.
Mathematic model for describing the stress-tension behavior of an autoclave with integrated heating element. In: Technologies for Lightweight Structures, TU Chemnitz, 2 (2018), 1, S. 1-13 – ISSN: 2512-4587 – doi:10.21935/tls.v2i1.108

Glänzel, J.; Kumar, Th. S.; Naumann, Ch.; Putz, M.
Parameterization of Environmental Influences by Automated Characteristic Diagrams for the Decoupled Fluid and Structural-mechanical Simulations.

In: Journal of Machine Engineering, Conference on Supervising and Diagnostics of Machining Systems, 2019, Karpacz. (2019), 1, S. 98-113 – ISSN: 1895-7595; 1642-6568 – doi:10.5604/01.3001.0013.0461

Naumann, Ch.; Putz, M.
A New Multigrid Based Method for Characteristic Diagram Based Correction of Thermo-Elastic Deformations in Machine Tools. In: Journal of Machine Engineering, Publishing House of Wrocław Board of Scientific Technical Societies Federation, 19 (2019), 4, S. 42-57 – ISSN: 1895-7595; 1642-6568 – doi:10.5604/01.3001.0013.6229

Schramm, A.; Morczinek, F.; Götze, U.; Putz, M.
Technical-economic evaluation of abrasive recycling in the suspension fine jet process chain. In: The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 106 (2020), 3-4, S. 981-992 – ISSN: 0268-3768; 1433-3015 – doi:10.1007/s00170-019-04651-9

Winkler, S.; Schumann, M.; Klimant, Ph.
Vom Digitalen Zwilling zum Virtuellen Zwilling: Mehrwert der Digitalisierung in der Produktion. In: Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb (ZWF), 114 (2019), 10, S. 669-672 – ISSN: 0032-678X – doi:10.3139/104.112170

Witt, M.; Schumann, M.; Klimant, Ph.
Real-time machine simulation using cutting force calculation based on a voxel material removal model. In: The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 105 (2019), 5-6, S. 2321-2328 – ISSN: 0268-3768 (Print); 1433-3015 (Online) – doi:10.1007/s00170-019-04418-2



Ansprechpartner

Prof. Dr.-Ing. Martin Dix

Professor

Tel.: +49 (0)371 531-23500

E-Mail: martin.dix@mb.tu-chemnitz.de

Dr.-Ing. Philipp Klimant

Geschäftsführender Oberingenieur

Tel.: +49 (0)371 531-36911

E-Mail: philipp.klimant@mb.tu-chemnitz.de

Dr.-Ing. Thomas Hänel

Oberingenieur Lehre

Tel.: +49 (0)371 531-32658

E-Mail: thomas.haenel@mb.tu-chemnitz.de

Madeleine Matthes

Assistenz

Tel.: +49 (0)371 531-38973

E-Mail: madeleine.matthes@mb.tu-chemnitz.de

Postanschrift/ Besucheradresse

Besucheradresse

Technische Universität Chemnitz

Institut für Werkzeugmaschinen und
Produktionsprozesse

Professur Produktionssysteme und -prozesse

Reichenhainer Straße 70

Gebäude M (eniPROD),

1. Etage, Raum M110 (neu: C16.110)

09126 Chemnitz

Tel.: +49 (0)371-531 23500

Fax: +49 (0)371-531 23509

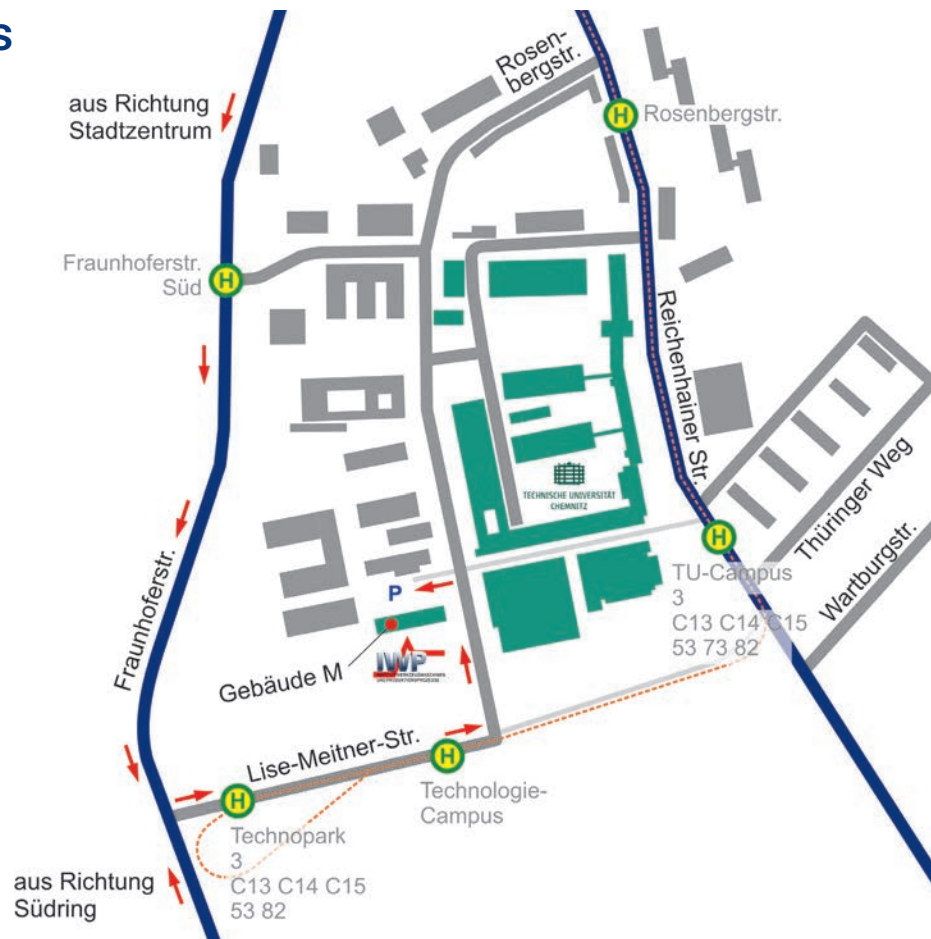
E-Mail: psp@mb.tu-chemnitz.de

So finden Sie uns



Weitere Informationen
erhalten Sie unter:

www.tu-chemnitz.de/mb/psp



Herausgeber

Technische Universität Chemnitz
Institut für Werkzeugmaschinen und Produktionsprozesse
Professur Produktionssysteme und -prozesse
09107 Chemnitz

Redaktionelle Bearbeitung

Dr.-Ing. Philipp Klimant
Katja Klöden

Gestaltung

Karin Eßbach

Bildnachweise

Frank Schettler (S. 4)
VRENDEX GmbH (S. 7 links), NOVAJET GmbH (S. 7 rechts)
Mediennetzwerk.NRW/Juliane Herrmann (S. 12 rechts)
Vicon Motion Systems Ltd (S. 13 rechts)
Dirk Hanus (S.14)
Fraunhofer IWU (S. 26)
Alle anderen Abbildungen © TU Chemnitz

Redaktionsschluss

15.04.2021

Druck

