



OTTO VON GUERICKE  
UNIVERSITÄT  
MAGDEBURG

MB

FAKULTÄT FÜR  
MASCHINENBAU

# Forschungsbericht 2020

Fakultät für Maschinenbau

# FAKULTÄT FÜR MASCHINENBAU

Universitätsplatz 2, 39106 Magdeburg  
Tel. 49 (0) 391 67 58519, Fax 49 (0) 391 67 42538

## 1. LEITUNG

Prof. Dr.-Ing. habil. Thorsten Halle (Dekan)  
Prof. Dr.-Ing. André Katterfeld (Prodekan)

## 2. INSTITUTE

Institut für Mechanik  
Institut für Maschinenkonstruktion  
Institut für Werkstoff-und Fügetechnik  
Institut für Arbeitswissenschaft, Fabrikautomatisierung und Fabrikbetrieb  
Institut für Fertigungstechnik und Qualitätssicherung  
Institut für Mobile Systeme  
Institut für Logistik und Materialflusstechnik

## 3. FORSCHUNGSPROFIL

Die FMB versteht sich als leistungsfähiges Zentrum der universitären Forschung und Entwicklung mit einem attraktiven Angebot an Kompetenzen, welche den gesamten Lebenszyklus maschinenbaulicher Produkte vom Kundenbedarf über Entwicklung und Fertigung der Produkte und der damit zusammenhängenden Logistik umspannt.

Aufbauend auf dieser Basis definiert die FMB folgende Forschungsschwerpunkte:

- Automotive
- Mehrskalphenomene / Mikro-Makro-Übergänge
- Virtual Engineering
- Logistik

## 4. KOOPERATIONEN

- Experimentelle Fabrik, Magdeburg

## 5. VERÖFFENTLICHUNGEN

### DISSERTATIONEN

**Borysenko, Dmytro; Karpuschewski, Bernhard [AkademischeR BetreuerIn]**

Inverses Spanungsverhältnis - eine neue Strategie für das Planfräsen

Düren: Shaker Verlag, 2020, IX, 134 Seiten, Illustrationen, 21 cm, 218 g - (Berichte aus dem Institut für Fertigungstechnik und Qualitätssicherung Magdeburg; Band 47)

**Döbberthin, Christin**

Die Anwendung des Drehfräsens zur Erzeugung von funktionalen Oberflächen

Magdeburg, 2020, XIV, 126 Seiten, Illustrationen, Diagramme, 30 cm;

[Literaturverzeichnis: Seite 116-126]

**Eberspächer, Ralph; Zadek, Hartmut [AkademischeR BetreuerIn]**

Kostenoptimierung bei der Einplanung von Kundenaufträgen in Produktionsnetzwerken - Modell zur operativen Produktionsplanung am Beispiel von Auftragsfertigern im Maschinen- und Anlagenbau

Magdeburg: Zadek Management & Strategy, 2020, 1. Auflage, XVII, 221 Seiten, 70 Illustrationen, 21 cm x 14.8 cm, 330 g - (Zadek-Publikationen zur Logistik; 5);

[Literaturverzeichnis: Seite 209-221]

**Fischer, Philipp; Rottengruber, Hermann [AkademischeR BetreuerIn]**

Betriebspunktorientierte Analyse und Optimierung der Partikelrohmissionen an einem turboaufgeladenen Ottomotor

Magdeburg, 2020, xiii, 175 Seiten, Illustrationen, Diagramme, 30 cm;

[Literaturverzeichnis: Seite 155-169]

**Frohwein, Chris; Jüttner, Sven [AkademischeR BetreuerIn]**

Einfluss des Aufmischungsgrades auf die Verbindungseigenschaften beim Widerstandspunktschweißen von FeMn-Stählen

Düren: Shaker Verlag, 2020, V, 156 Seiten, Illustrationen, Diagramme, 21 cm, 251 g - (Schriftenreihe Füge-technik Magdeburg; 2020,2);

[Literaturverzeichnis: Seite 129-146]

**Golovakha, Dmytro; Kasper, Roland [AkademischeR BetreuerIn]**

Control methods for low-inductance and high-power permanent magnet synchronous motors with high number of poles

Magdeburg, 2020, XVI, 109 Blätter, Illustrationen, Diagramme, 30 cm;

[Literaturverzeichnis: Blatt 98-106]

**Hashemi, Sohil; Bartel, Dirk [AkademischeR BetreuerIn]**

Entwicklung und Validierung einer Tribo-Simulation für den Gleitschuh in Axialkolbenmaschinen

Düren: Shaker Verlag, 2020, viii, 162 Seiten, 39 Illustrationen, Diagramme, 21 cm, 264 g - (Fortschritte in der Maschinenkonstruktion; 2020,1);

[Literaturverzeichnis: Seite 145-162]

**Kersch, Kurthan; Woschke, Elmar [AkademischeR BetreuerIn]**

3D-vibration testing for automotive components

Magdeburg, 2020, xxii, 134, XII Seiten, Illustrationen, Diagramme, 30 cm;

[Literaturverzeichnis: Seite 128-134]

**Lehmann, Nico; Jüttner, Sven [AkademischeR BetreuerIn]**

Qualifizierung der Luftultraschalltechnologie als zerstörungsfreies Prüfverfahren für Fügeverbindungen im Karosseriebau

Magdeburg, 2020, XI, 148 Blätter, Illustrationen, Diagramme, 30 cm;

[Literaturverzeichnis: Blatt 133-147]

**Nordmann, Joachim; Altenbach, Holm [AkademischeR BetreuerIn]; Krüger, Manja [AkademischeR BetreuerIn]**

Failure analysis of coatings under thermo-mechanical loading

Magdeburg, 2020, xv, 110 Seiten, A1-A6, B1-B6, Illustrationen, Diagramme, 30 cm;

[Literaturverzeichnis: Seite 101-110]

**Perekopskiy, Sergey; Kasper, Roland [AkademischeR BetreuerIn]**

On the analysis and design of in-wheel motor for vehicle application

Magdeburg, 2020, XVII, 137 Blätter, Illustrationen, Diagramme, 30 cm;

[Literaturverzeichnis: Blatt 126-137]

**Richter, Christian; Katterfeld, André [AkademischeR BetreuerIn]**

Gekoppelte Diskrete Elemente und Mehrkörpersimulation am Beispiel von Becherförderern

Magdeburg, 2020, X, 157 Seiten, Illustrationen, Diagramme;

[Literaturverzeichnis: Seite 149-157]

**Riedel, Eric; Bähr, Rüdiger [AkademischeR BetreuerIn]**

Numerisch gestützte Untersuchung einer erstarrungsbegleitenden Ultraschallbehandlung der Legierung AlSi7Mg0,3

Magdeburg, 2020, XVI, 197 Seiten, Illustrationen, Diagramme, 21 cm;

[Literaturverzeichnis: Seite 149-166]

**Rothkötter, Stefanie; Vajna, Sándor [AkademischeR BetreuerIn]**

A design perspective on science-based innovation

Magdeburg: Universität Magdeburg: Lehrstuhl für Maschinenbauinformatik, 2020, XXI, 132 Seiten, 83

Illustrationen, Diagramme, 21 cm, 265 g - (Integrierte Produktentwicklung; 22);

[Literaturverzeichnis: Seite 117-130]

**Schelm, Katja; Scheffler, Michael [AkademischeR BetreuerIn]**

Oberflächenfunktionalisierte Keramikschaume für flüssig-flüssig-Reaktivextraktionen

Magdeburg, 2020, XVIII, 199 Seiten, Illustrationen, Diagramme, 30 cm;

[Literaturverzeichnis: Seite 190-199]

**Schmidt, Martin; Kasper, Roland [AkademischeR BetreuerIn]**

Untersuchung charakteristischer Kenngrößen von permanenterregten Synchronmaschinen mit Luftspaltwicklung und messtechnischer Validierung

Magdeburg, 2020, XX, 141 Seiten, Illustrationen, Diagramme, 30 cm;

[Literaturverzeichnis: Seite 117-119]

**Sherepenko, Oleksii; Jüttner, Sven [AkademischeR BetreuerIn]**

Widerstandspunktschweißen partiell gehärteter Bauteile aus Al-Si-beschichtetem Vergütungsstahl

Magdeburg, 2020, XIX, 95 Seiten, Seite XX-XXXVII, Illustrationen, Diagramme, 30 cm;

[Literaturverzeichnis: Seite XX-XXVII]

**Tuchtfeld, Markus; Jüttner, Sven [AkademischeR BetreuerIn]**

Verschleißverhalten der Elektrodenkappen beim Widerstandspunktschweißen von Aluminiumblechen

Düren: Shaker Verlag, 2020, III, 142 Seiten, Illustrationen, Diagramme, 21 cm, 228 g - (Schriftenreihe

Fügetechnik Magdeburg; 2020,1);

[Literaturverzeichnis: Seite 127-135]

**Wall, Maike; Schmidt, Stephan [AkademischeR BetreuerIn]**

Situations- und fahreradaptives Längs- und Querführungssystem für den urbanen Straßenverkehr

Magdeburg, 2020, xx, 161 Seiten, Illustrationen, Diagramme, 30 cm;

[Literaturverzeichnis: Seite 151-161]

**Zeilinga, Stephan; Rottengruber, Hermann [AkademischeR BetreuerIn]; Bähr, Rüdiger [AkademischeR BetreuerIn]**

Auswirkungen von Formabweichungen im Brennraum auf das Betriebsverhalten von Ottomotoren

Magdeburg, 2020, X, 149 Seiten, Illustrationen, Diagramme, 21 cm;

[Literaturverzeichnis: Seite 138-144]

**Zimmer, Martin; Bartel, Dirk [AkademischeR BetreuerIn]**

Grübchenlebensdauerberechnung von geschmierten Wälzkontakten unter Berücksichtigung rauher Oberflächen  
Düren: Shaker Verlag, 2020, VIII, 173 Seiten, 56 Illustrationen, Diagramme, 21 cm, 276 g - (Fortschritte in der  
Maschinenkonstruktion; 2020,2);  
[Literaturverzeichnis: Seite159-172]

# INSTITUT FÜR ARBEITSWISSENSCHAFT, FABRIKAUTOMATISIERUNG UND FABRIKBETRIEB

Universitätsplatz 2, 39106 Magdeburg  
Tel. 49 (0) 391 67 58617, Fax 49 (0) 391 67 42404  
E-Mail: iaf@ovgu.de  
Internet: www.iaf.ovgu.de

## 1. LEITUNG

Prof. Dr.-Ing. habil. Arndt Lüder (Geschäftsführender Institutsleiter)  
Prof. Dr. oec. Julia Arlinghaus (Lehrstuhlinhaberin)  
Dr.-Ing. Sonja Schmicker (Geschäftsführende Lehrstuhlleiterin)  
Dipl.-Ing. Gerd Wagenhaus  
Dipl.-Ing. Ulrich Brennecke

## 2. HOCHSCHULLEHRER/INNEN

Prof. Dr. oec. Julia Arlinghaus  
Prof. Dr.-Ing. habil. Arndt Lüder  
Dr.-Ing. Sonja Schmicker

## 3. FORSCHUNGSPROFIL

Forschungsgegenstand des Instituts für Arbeitswissenschaft, Fabrikautomatisierung und Fabrikbetrieb (IAF) sind Unternehmen sowie Unternehmensnetzwerke mit dem Ziel der innovativen und effizienten Gestaltung und Steuerung der Unternehmensfunktionen. Unternehmerisches Denken und Handeln, gepaart mit der dynamischen Organisation betrieblicher Prozesse und Systeme sind der Garant für die Wettbewerbsfähigkeit und das nachhaltige Wachstum des Unternehmens - kunden-, prozess- und mitarbeiterorientiert, integrativ und ganzheitlich. Als Partner für Forschung, Politik, Mittelstand und Industrie leisten wir sowohl grundlagen- als auch anwendungsorientierte Forschungsarbeit und ermöglichen es Praktikern, ständig den Wissensstand für ihr Unternehmen auf der Basis gemeinsamer Projekte zu nutzen.

### **Forschungsschwerpunkte am Lehrstuhl für Produktionssysteme und -automatisierung** (Prof. Dr. oec. Julia Arlinghaus)

Risiko- und Nachhaltigkeitsmanagement in globalen Produktionsnetzwerken

- Design und Risikomanagement globaler Wertschöpfungsnetzwerke / in und mit Schwellen- und Entwicklungsländern (Bottom-of-the-Pyramid)
- Frugal Engineering / Co-Creation
- Risikomanagement in und Steuerung von Entwicklungsprozessen technischer Innovationen

Fabrik- / Produktionsplanung und -steuerung im Kontext der Industrie 4.0

- Methoden und Systeme für intelligente Planung und Steuerung in Produktion, Logistik und SCM
- Robuste Methoden für die Industrie 4.0 und Umsetzung Cyber-Physischer Produktionssysteme
- Datenanalysen, mathematische Modellierung und Simulation für Systemoptimierungen
- Faktor Mensch in der digitalen Wertschöpfung, Planung und Steuerung

#### Fabrikautomatisierung

- Automatisierungsarchitekturen
- Industrie 4.0 Komponenten und deren Nutzung in Automatisierungssystemen
- Entwurf und Implementierung von Automatisierungssystemen und agentenbasierter Steuerung

#### Produktion von (Elektro-)Mobilität

- Produktionssysteme für elektromobile Komponenten und Fahrzeuge
- HV-Batteriekonzepte im Spannungsfeld eines nachhaltigen Ressourcenmanagements
- Requirement Engineering komplexer technischer Systeme
- Management intermodaler Transportketten

#### **Forschungsschwerpunkte am Lehrstuhl für Arbeitswissenschaft und Arbeitsgestaltung**

(Dr.-Ing. Sonja Schmicker)

##### Produktergonomie

- Planung, Durchführung und statistische Auswertung von Nutzerstudien
- Kognitive, anthropometrische und arbeitsphysiologische Gestaltung von Gebrauchsgegenständen und Arbeitsmitteln

##### Prozessergonomie

- Menschgerechte Gestaltung von Arbeitstätigkeiten, Arbeitsplätzen und der Arbeitsumwelt
- Schaffung der funktionell-technischen und organisatorischen Voraussetzungen für das optimale Zusammenwirken von Mensch und Arbeitsmittel zur Erfüllung von Arbeitsaufgaben

##### Arbeitsorganisation

- Arbeitswissenschaftliche Unterstützung des Aufbaus und der Etablierung überbetrieblicher Produktions- und Dienstleistungsnetzwerke
- Konzipierung und praktische Erprobung von Methoden und Werkzeugen zur Kompetenzentwicklung mit den Schwerpunkten des selbstgesteuerten und selbstorganisierten berufsbiografischen Lernens
- Analyse, Bewertung und Gestaltung neuer attraktiver Arbeits- und Beschäftigungsformen im Rahmen der Debatte zur Zukunft der Arbeit (z.B. regionale Lern- und Personalpools, temporäre Arbeitszeitmodelle)

##### Betriebliche Gesundheitsförderung

- Psychische Belastungs-/ Beanspruchungsanalysen
- Entwicklung von Methoden zur Identifikation psychischer Belastungen in Arbeitsprozessen
- Aufstellung eines Maßnahmenkatalogs zur Reduktion psychischer Belastungen
- Evaluation der entwickelten Maßnahmen

#### **Forschungsschwerpunkte am Lehr- und Forschungsgebiet Industriedesign**

(Dipl.-Designer Matthias Trott)

- Designstudien für Produkt- und Umweltentwicklungsprozesse
- Integrierte Produktentwicklung: Inhaltliche, methodische, prozessuale und werkzeugorientierte Schnittstellengestaltung aus der Sicht des Industriedesigns zu allen am Produktentwicklungsprozess beteiligten Disziplinen

## 4. SERVICEANGEBOT

### **Serviceangebot am Lehrstuhl für Produktionssysteme und -automatisierung** (Prof. Dr. oec. Julia Arlinghaus)

- Service- und Beratungsprojekte
- Kooperationsprojekte in der Forschung
- Forschungsaufträge und Standardisierungsaktivitäten
- Schulungen, Trainings, Workshops
- Kooperative Promotionsprojekte
- Arbeitskreise mit mehreren Partnern
- Kaminabende, Exkursionen, Wettbewerbe, Gastvorlesungen
- BSc- und MSc-Arbeiten, Veranstaltungen, Beiratstätigkeit, Praktika, Case Studies
- Stipendien, Förderprogramme für ausgewählte Studierende

### **Serviceangebot am Lehrstuhl für Arbeitswissenschaft und Arbeitsgestaltung** (Dr.-Ing. Sonja Schmicker)

#### Ergonomische Arbeitssystemplanung, -bewertung und -gestaltung

- Komplexe Arbeits- und Belastungsanalysen
- Ergonomische Planung, Bewertung und Gestaltung von Arbeitsplätzen, Arbeitsstätten und Arbeitsabläufen in Produktions- und Bürobereichen, projektbegleitende ergonomische Beratung
- Messung, Prognose, Bewertung und Gestaltung von Arbeitsumweltfaktoren (Beleuchtung, Lärm, Klima, Luftzustand)
- Ergonomischer Gesundheitsschutz
- Gefährdungsanalysen und Gefährdungsabbau nach modernen Erkenntnissen des Arbeits- und Gesundheitsschutzes

#### Organisations- und Personalentwicklung

- Konzeptentwicklung, Projektbegleitung, Qualifizierung
- Gestaltung und Bewertung von Arbeitsaufgaben, Kommunikations- und Kooperationsbeziehungen
- Gruppenarbeit/Teamentwicklung, Selbstorganisation und innovative Arbeit in dezentralen Strukturen
- Mitarbeiterorientierte, partizipative Planung und Reorganisation betrieblicher Prozesse und Strukturen
- Betriebliche Strukturen, Unternehmen und Unternehmensverbände als lernende Organisation
- Entwicklung von Kooperations- und Erfahrungnetzwerken für Innovationsprozesse
- Mitarbeitermotivation, Zielorientierung, Unternehmenskulturentwicklung
- Betriebliche Gesundheitsförderung und -management
- Gestaltung neuer Arbeitsformen
- Messung und Steigerung der Innovationsfähigkeit von Einzelpersonen und Arbeitsgruppen
- Aus- und Weiterbildung auf dem Gebiet der Schlüsselkompetenzentwicklung
- Analyse, Bewertung und Gestaltung bzgl. des Konstrukts der Arbeitgeberattraktivität

#### Gefährdungsbeurteilung psychischer Belastungen (lt. GDA - Gemeinsame Deutsche Arbeitsschutzstrategie)

- Erfassung objektiver psychischer Gefährdungspotenziale in der Arbeit (Belastungen in Unternehmen)
- Ausgangsanalyse unternehmensspezifischer Eckdaten
- Bildung von Tätigkeitsklassen
- Ermittlung und Beurteilung psychischer Belastungen
- Entwicklung und Umsetzung von Maßnahmen zur Reduktion der identifizierten psychischen Belastungen
- Wirksamkeitskontrolle

## **Serviceangebot am Lehr- und Forschungsbereich Industriedesign**

(Dipl.-Designer Matthias Trott)

Produkt- und Umweltdesignstudien

- Analysen zu den Komplexen Nutzer, Produkt, Markt und Schutzrechte
- Ideenfindung und Designvision
- Konzeptdesign mit Variantenentwürfen und Evaluationen
- Detailgestaltungen und Finishdesign
- Designdokumentation mit zwei- und dreidimensionalen Visualisierungen und Körpermodellen für alle Beurteilungsphasen
- Schutzrechtsanmeldungen

## **5. METHODIK**

### **Methoden und Ausrüstung am Lehrstuhl für Produktionssysteme und -automatisierung**

(Prof. Dr. oec. Julia Arlinghaus)

Management und Transformation für Industrie 4.0

- Design Thinking und andere Kreativitätstechniken
- Change Management
- Lean Management
- Geschäftsmodellinnovation

Labor für Fabrikplanung

- Ermittlung und Anwendung von Planungsdaten bei der Auslegung und Steuerung von Fabrik- und Produktionssystemen
- Abbildung und Untersuchung von Materialflüssen und Prozessketten
- Bestimmung von Produktionskennwerten z.B. zur Bestands- und Puffergestaltung
- Entwicklung und Bewertung von Steuerungsstrategien

Datenstromlabor

- Daten- und Modellintegration ausgewählter Methoden zur datentechnischen Integration in digitale Entwurfs- und Engineeringtools für die Systemplanung und -ablaufsteuerung

Labor für Fabrikautomatisierung und kommunikation

- Entwicklung von Industrie 4.0 Komponenten, Beispielhafte Erstellung von Verwaltungsschalen
- Entwicklung agentenbasierter Steuerungssysteme
- Entwicklung datenlogistischer Systeme für das Anlagenengineering
- Entwicklung und Simulation von Fabrikplanungsmethoden

Elektromobilität Montage und Versuchsstand

Forschung und Entwicklung von Elektrofahrzeugen und HV-Batteriesystemen

### **Methoden und Ausrüstung am Lehrstuhl für Arbeitswissenschaft und Arbeitsgestaltung**

(Dr.-Ing. Sonja Schmicker)

Digitale Assistenztechnologien (AWI-Lab)

- **Montage 4.0** (Kollaborativer Roboter Sawyer, Montagearbeitsplatz 4.0, Montageassistenzsystem Schlauer Klaus, Fahrerloses Transportsystem MiR 100, Laserprojektionssystem Werklicht Pro S, Durchlaufregallager, 3D-Drucker Pruse i3 MK3, EC-Schrauber, Microsoft Hololens, VR-Brillen, Eye-Tracking-Brille Dikablis Glasses 3)

- **Pflege 4.0** (Smart Floor SensFloor, Pflegebett und Patienten-Dummy, elektrische Aufstehhilfe, Patientenhilfer, Exoskelett Cray XMotion-Capture-Anzug MVN LINK)
- **Teamarbeit 4.0** (Telefon- und Videokonferenzsystem, Kommunikationsarbeitsplätze, Smart-TV, 360°-3D-Kamera, AR- und VR-Brillen: Microsoft HoloLens; Samsung Odyssey; Samsung Gear VR, Smartboard, elektronisches Flipchart, innovative Hilfsmittel für Interaktion und Moderation)

Anthropometrische und arbeitsphysiologische Produkt- und Arbeitsplatzgestaltung:

- 3D-CAD-System und virtuelles Menschmodell CharAT Ergonomics (Virtual Human Engineering GmbH)

Analyse, Bewertung und Gestaltung von Arbeitsumweltbedingungen

- Lärm (Modul-Schallanalysator 2260 Investigator und Schallanalysesoftware (Brüel & Kjær), Integrierender Präzisions-Impulsschallpegelmessgerät Typ 2233 (Brüel & Kjær), Schalldosimeter 4436 (Brüel & Kjær), Referenzschallquelle 4204 (Brüel & Kjær), IMMI Programmsystem zur Lärmimmissionsprognose (Wölfel))
- Beleuchtung (Leuchtdichtemessung: Leuchtdichtemesskamera LMK mobile (Rollei d30 modifiziert) mit Basissoftware LMK 2000, Luminance-Meter LS100 (Minolta), Beleuchtungsstärkemessung: Digital Luxmeter 2640 (PeakTech), Beleuchtungsplanung rechnergestützt, Wirkungsgrad- und Lichtstärkeverfahren (DIALux))
- Luftverunreinigungen (Polymeter / Handgasspürpumpe und Prüfröhrchen (Dräger))
- Klima (Aßmannpsychrometer, Globethermometer, Flügelradanemometer)

### **Methoden und Ausrüstungen am Lehr- und Forschungsbereich Industriedesign**

(Dipl.-Designer Matthias Trott)

- 20 Windows NT Rechnerarbeitsplätze, Wacom Tablos und Bildschirme zum Skizzieren/Entwerfen. Autodesk-SoftwareBundel für Industriedesign zur virtuellen Erstellung von Modellen in der Produktentwicklung
- 3D Integration: Alias Design, Showcase, Inventor, 3-D Max, Keyshot
- 2D Integration: Adobe Creative Cloud 2018
- 4 Mac OS X Bildbearbeitungsplatz
- Rapid Prototyping Drucker Mojo und SST 1200-Dimension zur Erstellung von physikalischen Modellen in der Produktentwicklung (präzisen Modellen aus widerstandsfähiger ABS-Plastik)
- Modellbauwerkstatt zur Erzeugung von Finishmodellen aus RP-Modellen

## **6. KOOPERATIONEN**

- An-Institut METOP GmbH
- Fraunhofer-Institut für Arbeitswissenschaft und Organisation

## 7. FORSCHUNGSPROJEKTE

<b>Projektleitung:</b>	Prof. Dr.-Ing. habil. Arndt Lüder
<b>Projektbearbeitung:</b>	studentisches Team, M.Sc. Pauly Johanna-Lisa, Dipl.-Ing. Nicole Schmidt, Dipl.-Ing. Ronald Rosendahl
<b>Kooperationen:</b>	FZI Forschungszentrum Informatik am Karlsruher Institut für Technologie; INPRO Innovationsgesellschaft für fortgeschrittene Produktionssysteme in der Fahrzeugindustrie mbH; logi.cals automation solutions & services GmbH; ABB Asea Brown Boveri Ltd
<b>Förderer:</b>	Bund - 01.02.2017 - 31.01.2020

### **INTEGRATE - Offene Dienste-Plattform für durchgängiges Engineering und 3DTechnologien**

Ein grundlegender Anspruch von Industrie 4.0 ist die Integration zukunftsweisender digitaler Technologien in industriellen Anwendungen mit dem Ziel, Effizienz und Qualität der entsprechenden Anwendungen signifikant zu verbessern. Dabei wird die Nutzung von heute bzw. in naher Zukunft verfügbaren Technologien in flexiblen Wertschöpfungsnetzen fokussiert. Für Effizienzsteigerungen ist es notwendig, sowohl die verschiedenen, im Lebenszyklus von Produktionssystemen involvierten Parteien - über Produkt- und Produktionssystemplaner bis zum Anlagenfahrer - datentechnisch zu vernetzen als auch die realen Produkte und Produktionsressourcen durch ein digitales Abbild zu überlagern. Damit werden Szenarien wie ein Treffen von frühzeitigen Aussagen über die Machbarkeit, Herstellungskosten und Fertigungskapazitäten für Produkte oder die autonome Adaptation von Produktionsressourcen möglich.

Das Ziel ist die Entwicklung einer Plattform, die es einem Verbund von Entwurfswerkzeugen, die nicht über ein gemeinsames Datenbanksystem synchronisiert sind, ermöglicht, über Planungsobjekte miteinander zu kommunizieren. Es soll eine entsprechende Plattform auf der Grundlage des Datenaustauschformates AutomationML entwickelt werden, die kooperatives, unternehmensübergreifendes Engineering ermöglicht. Auf dieser Plattform sollen Dienste, die den objektorientierten Datenaustausch unterstützen, sowohl für den Austausch von Planungsdaten als auch für Einbindung und Auswertung von Laufzeitdaten bereitgestellt werden.

#### Projektpartner

- INPRO Innovationsgesellschaft für fortgeschrittene Produktionssysteme in der Fahrzeugindustrie mbH (Konsortialführung)
- FZI Forschungszentrum Informatik am Karlsruher Institut für Technologie
- Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg
- ABB Asea Brown Boveri Ltd
- logi.cals automation solutions & services GmbH

---

<b>Projektleitung:</b>	studentisches Team, Prof. Dr.-Ing. habil. Arndt Lüder
<b>Kooperationen:</b>	AutomationML e.V.
<b>Förderer:</b>	Sonstige - 01.01.2020 - 31.12.2022

### **AutomationML (4) - Entwicklung eines umfassend nutzbaren Austauschformates**

Das Projekt AutomationML wurde am 1.1.2006 gestartet. Im Rahmen des Entwurfs- und Implementierungsprozesses von Produktionssystemen werden in den verschiedenen Prozessphasen verschiedenste Entwurfswerkzeuge verwendet, die jeweils spezifischen Zwecken dienen. Dies beginnt mit dem Entwurf der zu fertigenden Produkte mittels CAD Werkzeugen, geht über den Entwurf des Fertigungsprozesses z.B. mittels Materialflusssimulationswerkzeugen bis zur Implementierung von Steuerungscode für SPS oder Robotersteuerungen mit entsprechenden herstellereigenen Werkzeugen. Durch die Werkzeugfülle und die Fülle der von ihnen unterstützten unterschiedlichen Schnittstellen kommt es jedoch an den Übergängen zwischen den einzelnen Phasen des Entwurfs- und Implementierungsprozesses zu Systembrüchen und Informationsverlusten, die einen bedeutenden Einfluss auf die Laufzeit und die Kosten des Entwurfs- und Implementierungsprozesses besitzen. Um dieses Problem zu minimieren, hat sich das AutomationML Projekt die Entwicklung eines umfassend nutzbaren Austauschformates für alle im Entwurfs- und Implementierungsprozess relevante Daten und dessen internationale Standardisierung zum Ziel gesetzt. Dieses Austauschformat soll die Interoperabilität verschiedenster Werkzeuge entlang des Entwurfs- und Implementierungsprozesses gewährleisten. Schwerpunkte der Arbeiten des IAF im

AutomationML-Projekt sind die Untersuchung und Entwicklung der Teile des Austauschformates, die im Rahmen des Entwurfs von Steuerungssystemen notwendig sind.

**Kooperationen: AutomationML e.V. und andere**

---

**Projektleitung:** Dipl.-Wirtsch.-Ing. Falko Bendik, Prof. Dr.-Ing. habil. Arndt Lüder, studentisches Team

**Förderer:** Sonstige - 01.01.2020 - 31.12.2022

#### **EtherNet/IP Konformitäts-Test-Labor (4)**

Das Projekt EtherNet/IP Konformitäts-Test-Labor wurde 1.1.2008 gestartet. EtherNet/IP ist eines der meist genutzten Ethernet basierten Industrieprotokolle. Es wurde von der Open Device Vendor Association (ODVA) entwickelt und wird von dieser gepflegt. Auf Grund der rasch wachsenden Nachfrage nach EtherNet/IP Produkten hat die ODVA das Center Verteilte Systeme (CVS) am IAF der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg beauftragt, das erste europäische Konformitäts-Test-Labor für EtherNet/IP-Produkte zu errichten und zu betreiben. Im Rahmen dieses Konformitäts-Test-Labors werden - ausschließlich im Auftrag der ODVA - Geräte für den industriellen Einsatz auf ihre Konformität zum EtherNet/IP Protokoll getestet. Auf der Basis der gesammelten Erfahrung bei der Anwendung Ethernet basierter Technologie entwickelt das CVS weit reichende Wissensbestände zur Unterstützung industrieller Anwender bei der Umsetzung von industriellen Kommunikationssystemen.

**Kooperationen: ODVA, Inc.**

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. habil. Arndt Lüder

**Projektbearbeitung:** Dipl.-Wirtsch.-Ing. Falko Bendik, B.Sc. Anna-Kristin Behnert, M.Sc. Johanna-Lisa Pauly, M.Sc. Konstantin Kirchheim

**Kooperationen:** STIWA Group / [www.stiwa.com/](http://www.stiwa.com/); SMS group / [www.sms-group.com](http://www.sms-group.com/); Technische Universität Wien

**Förderer:** Sonstige - 01.04.2018 - 31.03.2024

#### **SBA-K1 COMET Zentrum interacting Cristian Doppler Lab Security and Quality Improvement in the Production System Lifecycle (CDL-SQI)**

Entwurfsprozesse für Produktionssysteme sind durch Ingenieursleistungen charakterisiert, an denen unterschiedlichste Ingenieursdisziplinen mit für diese spezialisierten Entwurfswerkzeugen beteiligt sind und in deren Rahmen unterschiedlichste Entwurfsergebnisse zwischen diesen Entwurfswerkzeugen konsistent ausgetauscht werden müssen. Bisher sind für diesen Informationsaustausch unterschiedliche Technologien entstanden, die verschiedene Anforderungen des Datenaustausches zum Beispiel hinsichtlich Informationsstrukturierung, Informationssicherheit und Informationskonsistenz erfüllen können.

Ziel des Projektes ist es, einige dieser Technologien in einem gemeinsamen Szenario zusammen zu führen und anwendenden Unternehmen zu ermöglichen, ihre Entwurfsprozesse schrittweise an die Nutzung dieser Technologiemenge anzupassen. Besondere Bedeutung wird dabei das international standardisierte Datenaustauschformat AutomationML (nach IEC 62714) besitzen.

Fördergeber: Österreichischer Bund

Kooperationen:

- Technische Universität Wien
  - SMS Group
  - STIWA Group
-

**Projektleitung:** Dr.-Ing. Ulf Bergmann, Dipl.-Ing. Gerd Wagenhaus, IAF studentisches Team  
**Förderer:** Industrie - 01.11.2019 - 29.02.2020

### **Informationsfluss zur Steuerung robuster Fertigungsabläufe für die Lenkgetriebe-Teilefertigung**

Die Akteure eines Unternehmens der Getriebefertigung beabsichtigen ihre bis dato eher erfahrungsgelenkt aufgebauten Fertigungsprozesse der mechanischen Teilefertigung und anschließenden Montage von Komponenten für elektrische Lenkgetriebe hinsichtlich Effizienz und Flexibilität zu überprüfen. Auf Basis der Vorstudie "Angepasste betriebsorganisatorische Routinen als Basis eines nachhaltigen Logistikkonzeptes für die Lenkgetriebe-Teilefertigung" werden Standards für den Informationsfluss in den Fertigungsprozessen generiert, die auf deren Basis das zu etablierende Fertigungssystem eindeutige Arbeitsabläufe mit definierten Systemzuständen für das Produkt/Produktprogramm und den technologischen Prozess sowie die integrierten Logistikfunktionen zur Folge hat. Ziel der Forschungsarbeiten ist die theoretische und praktische Entwicklung von Organisationslösungen in Produktionsbereichen sowie die Analyse einer effektiven und erfolgsorientierten Umsetzung unter partizipativem Ansatz.

---

**Projektleitung:** Dr.-Ing. Ulf Bergmann, Dipl.-Ing. Gerd Wagenhaus  
**Förderer:** Industrie - 01.03.2020 - 26.02.2021

### **Validierung und Evaluation der Steuerung robuster Fertigungen für die Lenkgetriebe-Teilefertigung**

Die Umsetzung einer kapazitätsangepassten Steuerung unter Kenntnisnahme der aktuellen Engpasssituation und der darauf abgestellten Auftragsveranlassung nach Jahren intensiven Wachstums stellt die Akteure eines Unternehmens der Lenkgetriebefertigung vor eine neue betriebliche Herausforderung. Ziel der wissenschaftlichen Begleitung durch die OVGU ist organisatorische Umsetzung, die Evaluierung der Funktionsfähigkeit der Fertigungssteuerung sowie die Befähigung der Mitarbeiter zum selbstorganisatorischen Handeln. Gerade vor dem Hintergrund historisch gewachsener Fertigungsabläufe für die Serienfertigung und der Entwicklung hin zum flexiblen Serienfertiger sind die bisherigen Fertigungsabläufe und die zur Steuerung notwendigen Informationen dem Grundsatz nach entsprechend der Kunden- und Produkthanforderungen zu bewerten und gegebenenfalls neu zu ordnen.

---

**Projektleitung:** Dr.-Ing. Ulf Bergmann, Dipl.-Ing. Gerd Wagenhaus, IAF studentisches Team  
**Förderer:** Industrie - 01.12.2019 - 29.02.2020

### **Facilitystudie zur Befähigung der Fließlinienproduktion Dreh- und Fräbmaschinenbau**

Die Akteure eines Maschinenbauunternehmens beabsichtigen ihre bis dato eher erfahrungsgelenkt aufgebauten Fertigungsprozesse und die Montage von Werkzeugmaschinen in Form einer Fließlinie hinsichtlich Effizienz und Flexibilität zu überprüfen. Aufgabenstellung und Zielsetzung der gemeinschaftlichen Erarbeitung innerhalb der Facilitystudie ist die Ermittlung der ursächlicher Problemstellungen mittels geeigneter Vorgehensmodellen und Werkzeuge zur systematischen betriebsabgestimmten analytischen Durchdringung der Gesamtsituation, um möglichst zeitnah Maßnahmen und Lösungswege als Resultat organisatorischer/technischer Anpassungen zu entwerfen und zu gestalten. Ziel der Forschungsarbeiten ist die theoretische und praktische Entwicklung von Organisationslösungen in Produktionsbereichen sowie die Analyse einer effektiven und erfolgsorientierten Umsetzung unter partizipativem Ansatz.

---

**Projektleitung:** Dr.-Ing. Sonja Schmicker  
**Projektbearbeitung:** Erik Harnau  
**Förderer:** EU - EFRE Sachsen-Anhalt - 01.11.2019 - 31.12.2021

### **ego.-INKUBATOR - Arbeitswissenschaftliches Labor zur Förderung von Gründungen im Themenfeld "Innovative Arbeitswelt 4.0"**

Die fortschreitende Digitalisierung verändert die aktuellen Arbeitsprozesse in allen Bereichen der Arbeit. Am Lehrstuhl für Arbeitswissenschaft und Arbeitsgestaltung der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg ist dafür das human-digitale Labor der Arbeitswelt 4.0 in Betrieb und wird fortlaufend weiter ausgebaut. Ziel ist es, den Menschen in dieser Entwicklung stärker als Treiber positiver Veränderungen zu befähigen. Das Labor unterstützt die Schaffung einer gründungsorientierten, arbeitswissenschaftlichen Infrastruktur zur umfassenden Entwicklung und Erprobung von Produkt-, Prozess- und Dienstleistungsinnovationen im Bereich der Arbeitswelt 4.0. Dabei werden insbesondere die beiden seitens der Landesregierung Sachsen-Anhalts identifizierten Leitmärkte "Energie, Maschinen- und Anlagenbau, Ressourceneffizienz" sowie "Gesundheit und Medizin" (Fokus auf die Pflege älterer bzw. kranker Personen) fokussiert. Im AWI-Lab stehen dafür ein Montageszenario 4.0, ein Pflegeszenario 4.0 und ein Teamarbeitsszenario 4.0 zur Verfügung.

---

**Projektleitung:** Dr.-Ing. Sonja Schmicker  
**Projektbearbeitung:** Isabell-Christin Wietelmann  
**Kooperationen:** Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF, Magdeburg; Unternehmenspartner der regionalen Textilindustrie; Unternehmen der regionalen Textilindustrie  
**Förderer:** Bund - 01.06.2019 - 30.11.2021

### **FutureTEX - Virtual Textile Learning (VTL)**

Ziel des Vorhabens ist es, technologiebasierte Lern- und Assistenzsysteme praxisnah zu entwickeln. Mit ihrer Hilfe werden funktionale Prozesse und technische Zusammenhänge für Mitarbeiter und Quereinsteiger anschaulich und nachvollziehbar gestaltet. Implizites Wissen kann ebenfalls digital dokumentiert und somit verfügbar gemacht werden. Lernen wird Teil des Arbeitsprozesses.

---

**Projektleitung:** Dr.-Ing. Sonja Schmicker  
**Projektbearbeitung:** Dr. Franziska Waßmann  
**Förderer:** Haushalt - 01.09.2016 - 30.06.2020

### **GEPSY Gefährdungsbeurteilung psychischer Belastungen an der OVGU**

Das Arbeitsschutzgesetz fordert eine Gefährdungsbeurteilung psychischer Belastungen im Betrieb. Hintergrund ist, dass psychische Erkrankungen und damit einhergehende Arbeitsunfähigkeitstage in den letzten Jahren kontinuierlich zugenommen haben. Daher müssen psychische Belastungen verstärkt in den Fokus der betrieblichen Gesundheit rücken.

Die Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg hat die Gefährdungsbeurteilung psychischer Belastung zunächst an einer Pilotfakultät umgesetzt (09/16 - 02/18). Danach wurde das optimierte Vorgehen universitätsweit (außer MED) auf die Tätigkeitsklassen "Professoren/innen" sowie "Sekretariat/Ökonomie" übertragen (03/18 - 12/18). Sämtliche verbleibende Tätigkeitsklassen der OVGU werden in der Zeit von 01/19 - 06/20 in die Gefährdungsbeurteilung psychischer Belastung einbezogen.

Der Lehrstuhl für Arbeitswissenschaft und Arbeitsgestaltung arbeitet dabei eng mit der Hochschulleitung, dem Dezernat Personalwesen, dem Personalrat, der Abteilung Arbeitssicherheit und Umweltschutz, dem betrieblichen Gesundheitsmanagement und der Betriebsärztin zusammen. Über Fragebogenerhebungen, qualitative Interviews und Workshops werden die Beschäftigten der OVGU zu belastungsrelevanten Merkmalsbereichen ihrer Arbeit befragt. Das Belastungsprofil einzelner Tätigkeitsklassen wird herangezogen, um in einem partizipativen Ansatz maßgeschneiderte Gestaltungsempfehlungen zu entwickeln. Die Umsetzung entsprechender Maßnahmen durch vorhandene Struktureinheiten der OVGU wird per Schnittstellenmanagement/ Maßnahmen-monitoring begleitet.

Für den Zeitraum ab 07/20 ist die Verstetigung des bislang projekthaften Vorgehens vorgesehen.

---

**Projektleitung:** Dr.-Ing. Sonja Schmicker  
**Projektbearbeitung:** Dr. phil. Barbara Salden, Ulrike Kunze, Marcel Förster  
**Förderer:** EU - ESF Sachsen-Anhalt - 01.07.2018 - 31.12.2020

### **Fachkräftesicherung durch Schaffung attraktiver Arbeitsbedingungen in MINT-Berufen (FaSiMI)**

Das Projekt "Fachkräftesicherung durch Schaffung attraktiver Arbeitsbedingungen in MINT-Berufen" (Projektkronym: FaSiMI) dient der Minimierung des seitens der Landesregierung genannten Risikos "Personalbeschaffung" im Bereich des Leitmarktes "Energie-, Maschinen- und Anlagenbau, Ressourceneffizienz". FaSiMI verfolgt diesbezüglich im Wesentlichen zwei Projektziele. Zum einen sollen schwerpunktmäßig kleine und Kleinstunternehmen (KKU) des verarbeitenden Gewerbes befähigt werden, die eigene Fachkräftesicherung durch fachlich fundierte Rekrutierung erfolgreich und eigenständig leisten zu können. Zum anderen sollen potenzielle Nachwuchskräfte in die Lage versetzt werden, eigene Vorstellungen über attraktive Arbeit zu reflektieren und Modelle attraktiver Arbeit, aber auch (angemessene) Anforderungen der Arbeitgeberseite zu kennen. Darüber hinaus sollen Nachwuchskräfte befähigt werden, bei der Suche nach einem attraktiven Arbeitgeber eigene fundierte Kriterien an potenzielle Arbeitgeber anlegen zu können.

---

**Projektleitung:** Dr.-Ing. Sonja Schmicker  
**Projektbearbeitung:** M.Sc. Eric Mewes  
**Kooperationen:** METOP GmbH; Diakonisches Werk im Kirchenkreis Halberstadt e.V.; Paritätisches Sozialwerk Kinder- und Jugendhilfe PSW GmbH; AWO Kinder- und Jugendhilfe GmbH  
**Förderer:** Bund - 01.06.2020 - 31.05.2023

### **Technische und organisatorische Arbeitsgestaltung in der psychosozialen Beratung (TOAB)**

Ziel des Vorhabens ist es, durch arbeitswissenschaftliche Begleitforschung, IT-Unterstützung und Einbindung von drei Praxispartnern digital unterstützte, kollaborative Arbeitsprozesse zu entwickeln, welche die Arbeit der interorganisationalen multiprofessionellen Teams von verschiedenen Einrichtungen der psychosozialen Beratung unterstützen.

Durch die Auswahl und den Einsatz geeigneter Technologien werden im Zuge der Arbeitsschritte des Vorhabens neuartige Arbeitsprozesse mit digitalen Services erschaffen. Die Implementierung von digitalen Technologien trägt dazu bei, sowohl die psychischen Belastungen der BeraterInnen zu optimieren als auch die Qualität und Effizienz der Beratungsprozesse zu verbessern. Um die Erforschung und Einrichtung der digital unterstützten, kollaborativen Arbeitsprozesse nachhaltig und anwendungsorientiert zu gestalten, wird ein partizipatives Vorgehen angestrebt. Bei der Auswahl geeigneter Technologien sollen zusätzlich Konzepte erarbeitet werden, welche die Bereitstellung der Technologien als digitalen Service evtl. in Form einer Plattform ermöglichen, um in der weiterführenden Verwertung entsprechende Netzwerkeffekte (Effizienz, Skalierung, Datenanalyse, usw.) ausnutzen zu können.

---

**Projektleitung:** Dipl.-Ing. Gerd Wagenhaus  
**Projektbearbeitung:** Dipl.-Wirtsch.-Ing. Stefan Lüdecke, M.Sc. Robert Kretschmann, studentisches Team  
**Förderer:** Haushalt - 01.01.2018 - 31.12.2020

### **E-Mobilität im Automobilbau - Anforderungen an die Produktionsstrukturen der Zukunft**

Mit dem zunehmenden Einzug vollständig neuer Antriebssysteme im Fahrzeug ändert sich auch das Anforderungsprofil an die Produktionsstrukturen und -organisationen im Automobilbau. Bisherige Funktionsumfänge in Produktionssystemen entfallen, die modulartige Bauweise der Fahrzeuge wird entscheidend durch die weitere Standardisierung Selbiger vorangetrieben und vollständig neuartige Funktionsumfänge sind nicht zuletzt unter Beachtung von Kostenaspekten zu realisieren, ohne dass hierfür auf Wissensbasen aus der Vergangenheit zurückgegriffen werden kann. Hier stehen alle OEMs vor der gleichen Herausforderung, die sich durch die Neuartigkeit der Bauteile elektrischer Antriebsstränge ergeben. Dazu gehören die prozessichere Umsetzung von Anforderungen und die gleichzeitige, konsequente Nutzung sich aus der neuen Fahrzeugarchitektur ergebenden Potentiale zur Vereinfachung der Produktionssysteme. Das Vorhaben definiert auf der Basis eigener e-mobiler Versuchsfahrzeuge und unter Beachtung der sich ändernden Zulieferstrukturen sowie in Kooperation mit Fahrzeugherstellern den Anpassungsaufwand für die Automobilfertigung der Zukunft für elektromobile Anwendungen.

---

**Projektleitung:** Dipl.-Ing. Gerd Wagenhaus  
**Projektbearbeitung:** M.Sc. Frederick Reuber, Marian Schröder, B.Sc. Kai Seidensticker, Dipl.-Wirtsch.-Ing. Stefan Lüdecke  
**Förderer:** EU - EFRE Sachsen-Anhalt - 01.01.2019 - 31.12.2021

### **Kompetenzzentrum eMobility - Forschungsbereich Gesamtfahrzeug: Teilprojekt "Flexibel konfigurierbares Produktionssystem für den modularen Aufbau von Antriebssträngen am Beispiel der Traktionsbatterie "**

Das Vorhaben Kompetenzzentrum eMobility greift die strukturbedingten Herausforderungen auf und entwickelt im Rahmen eines neu zu gründenden Kompetenzzentrums Lösungen in wichtigen Teilbereichen, welche die Kooperation zwischen KMU und universitärer Forschung und Lehre deutlich stärken. Das Wissen kann direkt in die betroffene Zulieferindustrie überführt werden und dort dazu beitragen, den Strukturwandel erfolgreich zu managen und neue wirtschaftliche Chancen zu nutzen. Neben der primären Zielsetzung des Aufbaus und Transfers von Kern-Know-How steht vor allem die langfristige Verankerung gewonnener Erkenntnisse in beschäftigungswirksamen wirtschaftlichen Strukturen im Vordergrund.

Das IAF verantwortet innerhalb des Vorhabens das Teilprojekt Gesamtfahrzeug. Im Focus der Forschung steht der Einsatz neuartiger Antriebssysteme unter Realbedingungen. Als strategischer Forschungsansatz, getragen durch eine der Nachhaltigkeit verpflichteten Entwicklungsanspruch, steht die Langlebigkeit und damit Instandsetzungsfähigkeit elektromobiler Gesamtsysteme, hierbei speziell der Elektrospeichersysteme. Hierbei konzentrieren sich die Arbeiten auf die Entwicklung und Erprobung einer wartungsfreundlichen Energiespeichertechnologie in Modulbauweise, neue, einfache Systemarchitekturen für Fahrzeugsteuerungen und die systemische Gestaltung von Spezialanwendungen rund um die Batteriekonfektionierung.

Im Teilprojekt "Konfigurierbares Produktionssystem für obsoleszenzfreie Traktionsbatterien" getragen vom Lehrstuhl für Fabrik- und Produktionssysteme werden folgende Themen bearbeitet.

- Anforderungsermittlung an Produktionssysteme zur aufbauflexiblen teilautomatisierten Fertigung von Traktionsbatteriemodulen.
- Ermittlung spezifischer Planungsanforderungen aus dem Kleinseriencharakter zur Entwicklung eines Montagesystemkomponentenkatalogs.
- Experimentell ausgetestete Konzeption für einen skalierbaren, teilloptimierten Fertigungs- und Montageablauf am Beispiel modularer Traktionsbatterien

Für den Demonstrations- und Transfercharakter des Gesamtvorhabens werden in Zusammenarbeit mit der sachsen-anhaltinischen Industrie Anwendungsszenarien in Technologieträger operationalisiert und konsequent

weiterentwickelt und optimiert.

Die Arbeiten erfolgen innerhalb der institutsübergreifenden Forschergruppe für Elektromobilität Editha. [www.editha.eu](http://www.editha.eu)

Leitung Kompetenzzentrum eMobility Forschungsbereich Gesamtfahrzeug: Dipl.-Ing. Gerd Wagenhaus

---

**Projektleitung:** Dipl.-Ing. Gerd Wagenhaus  
**Projektbearbeitung:** Dipl.-Wirtsch.-Ing. Stefan Lüdecke, M.Sc. Robert Kretschmann, studentisches Team  
**Förderer:** Haushalt - 01.01.2018 - 31.12.2020

### **Batteriemontage - ein exemplarischer Arbeitsplatz von der Einzelplatzmontage zur Fließlinie**

Der zunehmende Siegeszug der elektrischen Antriebe im Fahrzeugbau führt zu einer weiteren Modularisierung der im e-mobilen-Antriebsstrang verorteten Bauteile. Während die elektrische Antriebsmaschine über viele Jahre bereits technisch optimiert wurde, wird im Bereich der Batteriekonstruktion sowohl auf Zellebene als auch im Bereich des Batteriepaketes weitgehend Neuland betreten. Darüber hinaus liegt hier der höchste produktspezifische Entwicklungsaufwand für den e-Antriebsstrang an sich. Dies betrifft sowohl die Funktionalität als auch die Ausgestaltung des Bauteiles Batteriesystem. Gleichzeitig ist der Bereich der Zellentwicklung erheblichen Turbulenzen unterworfen. Die Batterie mit ihrer elektrisch/thermischen Funktionalität bestimmt im Wesentlichen die späteren Leistungseigenschaften des Fahrzeuges und stellt dabei einen der größten und unsichersten Kostenblöcke dar. Das Vorhaben greift - auf der Basis prinzipieller konstruktiver Entwicklungen von Instandsetzungsfähigen Fahrbatterien und deren funktionaler Struktur am Beispiel eigener Fahrzeugentwicklungen sowie verwendeter Zellen - die Prozessfähigkeit der Bauteile und Systementwürfe für die Automatisierbarkeit/Teilautomatisierbarkeit der Batteriemontage auf und definiert die Anforderungen an eine prozessstabile und montagekostenoptimierte Produkt- und Prozessgestaltung.

---

**Projektleitung:** Dipl.-Ing. Gerd Wagenhaus  
**Projektbearbeitung:** M.Sc. Frederick Reuber, Prof. Dr.-Ing. Frank Beyrau, Prof. Dr.-Ing. habil. Ulrich Krause, Prof. Dr.-Ing. Ralf Vick, Prof. Dr.-Ing. Sven Jüttner, Prof. Dr.-Ing. Karl-Heinrich Grote, M.Sc. Iwan Schischin, M.Sc. Olena Stamann, Dr.-Ing. Sarah-K. Hahn, Dr.-Ing. Jörg Sauerhering, B.Sc. Kai Seidensticker, M.Sc. Robert Kretschmann, Marian Schröder, Dipl.-Wirtsch.-Ing. Stefan Lüdecke  
**Förderer:** EU - EFRE Sachsen-Anhalt - 01.01.2019 - 31.12.2021

### **Kompetenzzentrum eMobility - Forschungsbereich Gesamtfahrzeug**

Das Vorhaben Kompetenzzentrum eMobility greift die strukturbedingten Herausforderungen auf und entwickelt im Rahmen eines neu zu gründenden Kompetenzzentrums Lösungen in wichtigen Teilbereichen, welche die Kooperation zwischen KMU und universitärer Forschung und Lehre deutlich stärken. Das Wissen kann direkt in die betroffene Zulieferindustrie überführt werden und dort dazu beitragen, den Strukturwandel erfolgreich zu managen und neue wirtschaftliche Chancen zu nutzen. Neben der primären Zielsetzung des Aufbaus und Transfers von Kern-Know-How steht vor allem die langfristige Verankerung gewonnener Erkenntnisse in beschäftigungswirksamen wirtschaftlichen Strukturen im Vordergrund.

Das IAF verantwortet innerhalb des Vorhabens das Teilprojekt Gesamtfahrzeug. Im Focus der Forschung steht der Einsatz neuartiger Antriebssysteme unter Realbedingungen. Als strategischer Forschungsansatz, getragen durch eine der Nachhaltigkeit verpflichteten Entwicklungsanspruch, steht die Langlebigkeit und damit Instandsetzungsfähigkeit elektromobiler Gesamtsysteme, hierbei speziell der Elektrospeichersysteme. Hierbei konzentrieren sich die Arbeiten auf die Entwicklung und Erprobung einer wartungsfreundlichen Energiespeichertechnologie in Modulbauweise, neue, einfache Systemarchitekturen für Fahrzeugsteuerungen und die systemische Gestaltung von Spezialanwendungen rund um die Batteriekonfektionierung.

Folgende Teilprojekte werden innerhalb des Forschungsbereiches bearbeitet:

- Flexibel konfigurierbares Produktionssystem für den modularen Aufbau von Antriebssträngen am Beispiel der Traktionsbatterie (IAF / G. Wagenhaus)
- Batteriekonzept : Konstruktiver, fertigungstechnischer und montageorientierter Abgleich (IWF / Prof. Jüttner, IMK / Prof. Grote)
- Genetische Entwicklung von HV-Speichern und Sub-Modulen (IMK / Prof. Grote)
- Energieeffizientes, sicheres Hochvoltnetz für Elektrofahrzeuge (IMT / Prof. Vick, IESY / Prof. Lindemann)
- Systemlösung für inhärent sichere Energiespeicher (IAUT / Krause, ISUT / Prof. Beyrau)
- Energetische Optimierung der thermischen Konditionierung im E-Fahrzeug (ISUT / Prof. Beyrau)

Für den Demonstrations- und Transfercharakter des Gesamtvorhabens werden in Zusammenarbeit mit der sachsen-anhaltinischen Industrie Anwendungsszenarien in Technologieträger operationalisiert und konsequent weiterentwickelt und optimiert.

Die Arbeiten erfolgen innerhalb der institutsübergreifenden Forschergruppe für Elektromobilität Editha. Projekthomepage [www.editha.eu](http://www.editha.eu)

## **8. EIGENE KONGRESSE, WISSENSCHAFTLICHE TAGUNGEN UND EXPONATE AUF MESSEN**

28. Januar 2020, Berlin

**Abschlussmeeting Projekt Integrate**

10. März 2020, Magdeburg, Experimentellen Fabrik

**Strategieworkshop zu dem Pilotprojekt - Übergang Arbeit 4.0 sozial gestalten**

18. August 2020, Magdeburg, IHK

**Ergebnisdarstellungs-Webinar des Projektes FaSiMI**

8. Oktober 2020, Magdeburg, Magdeburg Webmeeting

**Kompetenzzentrum eMobility - Gesamtmeeting 2020**

18.-11. September 2020, Wien

**ETFA2020 - IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation**

Track 9 - Complex Automation Systems and Systems Engineering

## 9. VERÖFFENTLICHUNGEN

### BEGUTACHTETE ZEITSCHRIFTENAUFsätze

**Antons, Oliver; Arlinghaus, Julia C.**

Designing decision-making authorities for smart factories

Procedia CIRP/ CIRP - The International Academy for Production Engineering - Amsterdam [u.a.]: Elsevier, Bd. 93.2020, S. 316-322;

[Part of special issue: 53rd CIRP Conference on Manufacturing Systems 2020]

**Arlinghaus, Julia C.; Knizkov, Stephanie**

Lean maintenance and repair implementation - a cross-case study of seven automotive service suppliers

Procedia CIRP/ CIRP - The International Academy for Production Engineering - Amsterdam [u.a.]: Elsevier, Bd. 93.2020, S. 955-964;

[Part of special issue: 53rd CIRP Conference on Manufacturing Systems 2020]

**Biffli, Stefan; Lüder, Arndt; Rinker, Felix; Waltersdorfer, Laura; Winkler, D.**

Quality risks in the data exchange process for collaborative CPPS engineering

IEEE Xplore digital library/ Institute of Electrical and Electronics Engineers - New York, NY: IEEE . - 2019, S. 1217-1224, 2020;

[Konferenz: 2019 IEEE 17th International Conference on Industrial Informatics (INDIN), 22-25 July 2019, Helsinki, Finland]

**Kathrein, Lukas; Meixner, K.; Winkler, D.; Lüder, Arndt; Biffli, Stefan**

Product/ion-aware modeling approaches that support tracing design decisions

IEEE Xplore digital library/ Institute of Electrical and Electronics Engineers - New York, NY: IEEE . - 2019, S. 118-125, 2020;

[Konferenz: 2019 IEEE 17th International Conference on Industrial Informatics (INDIN), 22-25 July 2019, Helsinki, Finland]

**Knizkov, Stephanie; Arlinghaus, Julia C.**

Frugal processes - an empirical investigation into the operations of resource-constrained firms

IRE transactions on engineering management: PGEM ; EM/ Institute of Radio Engineers - New York, NY: IEEE . - 2020, insges. 18 S.;

[Online first]

[Imp.fact.: 2.784]

**Lüder, Arndt**

Flexibility in production systems by exploiting cyberphysical systems

Computer: innovative technology for computer professionals - Los Alamitos, Calif.: IEEE Computer Soc. Publ. Off., Bd. 53.2020, 1, S. 81-85;

[Imp.fact.: 3.564]

**Lüder, Arndt; Kirchheim, Konstantin; Pauly, Johanna-Lisa; Biffli, Stefan; Waltersdorfer, Laura**

Supporting the data model integrator in an engineering network by automating data integration

IEEE Xplore digital library/ Institute of Electrical and Electronics Engineers - New York, NY: IEEE . - 2019, S. 1229-1234, 2020;

[Konferenz: 2019 IEEE 17th International Conference on Industrial Informatics (INDIN), 22-25 July 2019, Helsinki, Finland]

## NICHT BEGUTACHTETE ZEITSCHRIFTENAUFsätze

### **Schmicker, Sonja; Waßmann, Stefan; Mewes, Eric**

Erfolgreich mit ortsflexibler Arbeit - arbeitswissenschaftliche Begleitung auf dem Weg zum "New Normal"  
Mitteldeutsche Mitteilungen - Forum technisch-wissenschaftlicher Vereine und Verbände: Informationen aus Wirtschaft, Wissenschaft, Gesellschaft : Forum der technisch-wissenschaftlichen Vereine und Verbände Sachsen-Anhalts - Magdeburg: VDI, Landesverband Sachsen-Anhalt, Bd. 29.2020, 4, S. 10-11

## BEGUTACHTETE BUCHBEITRäge

### **Antons, Oliver; Arlinghaus, Julia C.**

Modelling autonomous production control - a guide to select the most suitable modelling approach  
Dynamics in Logistics: Proceedings of the 7th International Conference LDIC 2020, Bremen, Germany - Cham: Springer International Publishing, 2020; Freitag, Michael . - 2020, S. 245-253 - (2nd International Conference on Human Systems Engineering and Design, IHSED2019, München, September 16-18, 2019; Advances in Intelligent Systems and Computing; volume 1026);

### **Arlinghaus, Julia C.; Antons, Oliver**

Management für Digitalisierung und Industrie 4.0  
Handbuch Industrie 4.0: Recht, Technik, Gesellschaft - Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2020; Frenz, Walter . - 2020, S. 1121-1145;

### **Arlinghaus, Julia C.; Zimmermann, Manuel**

Neue Technologien = neue Risiken? - wie Industrie 4.0 die Risikolandschaft in Produktion und Logistik verändert und wie Unternehmen ihr Risikomanagement daran anpassen müssen  
Insurance & Innovation 2020: Ideen und Erfolgskonzepte von Experten aus der Praxis - Karlsruhe: VVW GmbH, 2020; Eckstein, Andreas . - 2020, S. 137-147

### **Arlinghaus, Julia C.; Zimmermann, Manuel; Zahner, Melanie**

The influence of cognitive biases on supply chain risk management in the context of digitalization projects  
Dynamics in Logistics: Proceedings of the 7th International Conference LDIC 2020, Bremen, Germany - Cham: Springer International Publishing, 2020; Freitag, Michael . - 2020, S. 137-147 - (2nd International Conference on Human Systems Engineering and Design, IHSED2019, München, September 16-18, 2019; Advances in Intelligent Systems and Computing; volume 1026);

### **Binder, Christoph; Brankovi, Boris; Neureiter, Christian; Lüder, Arndt**

Lessons learned from developing industrial applications according to RAMI 4.0 by applying model based systems engineering  
2020 IEEE 25th International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation (ETFA): Technical University of Vienna, Vienna, Austria, 08-011September 2020 : proceedings / organized by: IEEE Industrial Electronics Society (IES); sponsored by: the Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), IEEE Industrial Electronics Society (IES): Technical University of Vienna, Vienna, Austria, 08-011September 2020 : proceedings/ IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation - Piscataway, NJ: IEEE, 2020; IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation (25.:2020) . - 2020, S. 883-888;  
[Konferenz: ETFA 2020 : IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation, Vienna, 2020.09.08-11]

### **Boss, Birgit; Gatterburg, Andreas; Hofmeister, Michael; Lüder, Arndt; Müller, Matthias; Schleipen, Miriam; Wiegand, Matthias**

Serialisierung der Verwaltungsschale einer Industrie 4.0 Komponente mit AutomationML  
Entwurf komplexer Automatisierungssysteme: EKA 2020 : Beschreibungsmittel, Methoden, Werkzeuge und Anwendungen : 16. Fachtagung mit Spezial-Workshop "Modellierungsansätze für eine semantische Interoperabilität in industriellen Systemen" : 2020 [in Magdeburg]: [Abstracts]/ Institut für Automation und Kommunikation e.V. An-Institut der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg ; Ulrich Jumar, Christian Diedrich (Hrsg.)/ Fachtagung "Entwurf komplexer Automatisierungssysteme" - Magdeburg: ifak - Institut für Automation und Kommunikation e.V., 2020 . - 2020, insges. 9 S.;  
[Tagung: 16. Fachtagung EKA 2020]

**Harnau, Erik; Stock, Tamer; Waßmann, Stefan; Schmicker, Sonja**

Pflege 4.0 - Gestaltung einer Ambient-Assisted-Living-Umgebung auf Grundlage eines Smart Floors für die stationäre sowie häusliche Pflege

Digitale Arbeit, digitaler Wandel, digitaler Mensch?: 66. Kongress der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft, TU Berlin, Fachgebiet Mensch-Maschine-Systeme/HU Berlin, Professur Ingenieurpsychologie, 16.-18. März 2020, Berlin/ Gesellschaft für Arbeitswissenschaft - Dortmund: GfA-Press, 2020, Beitrag C.3.1, insgesamt 5 Seiten; [Kongress: GfA-Frühjahrskongress 66; online, 2020.03.16-18]

**Herzog, J.; Röpke, H.; Lüder, Arndt**

Management der Produktvarianz in der Anlagenplanung der Automobilendmontage unter Nutzung der PPRS Modellierung

Automation 2020: 21. Leitkongress Mess- u. Automatisierungstechnik : shaping automation for our future, 30. Juni u. 01. Juli 2020/ Leitkongress der Mess- und Automatisierungstechnik - Düsseldorf: VDI Verlag GmbH, 2020 . - 2020, S. 549-564

**Herzog, Jan; Röpke, Hannes; Lüder, Arndt**

Allocation of PPRS for the plant planning in the final automotive assembly

2020 IEEE 25th International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation (ETFA): Technical University of Vienna, Vienna, Austria, 08-011September 2020 : proceedings / organized by: IEEE Industrial Electronics Society (IES); sponsored by: the Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), IEEE Industrial Electronics Society (IES): Technical University of Vienna, Vienna, Austria, 08-011September 2020 : proceedings/ IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation - Piscataway, NJ: IEEE, 2020; IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation (25.:2020) . - 2020, S. 813-820;

[Konferenz: ETFA 2020 : IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation, Vienna, 2020.09.08-11]

**Lutz, J.; Lüder, Arndt**

Vom modelgetriebenen Engineering zum Asset-Information-Model

Automation 2020: 21. Leitkongress Mess- u. Automatisierungstechnik : shaping automation for our future, 30. Juni u. 01. Juli 2020/ Leitkongress der Mess- und Automatisierungstechnik - Düsseldorf: VDI Verlag GmbH, 2020 . - 2020, S. 957-970

**Lüder, Arndt; Baumann, Laura; Behnert, Anna-Kristin; Rinker, Felix; Biffel, Stefan**

Paving pathways for digitalization in engineering - common concepts in engineering chains

2020 IEEE 25th International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation (ETFA): Technical University of Vienna, Vienna, Austria, 08-011September 2020 : proceedings / organized by: IEEE Industrial Electronics Society (IES); sponsored by: the Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), IEEE Industrial Electronics Society (IES): Technical University of Vienna, Vienna, Austria, 08-011September 2020 : proceedings/ IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation - Piscataway, NJ: IEEE, 2020; IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation (25.:2020) . - 2020, S. 1401-1404;

[Konferenz: ETFA 2020 : IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation, Vienna, 2020.09.08-11]

**Lüder, Arndt; Behnert, Anna-Kristin; Rinker, Felix; Biffel, Stefan**

Generating Industry 4.0 asset administration shells with data from engineering data logistics

2020 IEEE 25th International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation (ETFA): Technical University of Vienna, Vienna, Austria, 08-011September 2020 : proceedings / organized by: IEEE Industrial Electronics Society (IES); sponsored by: the Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), IEEE Industrial Electronics Society (IES): Technical University of Vienna, Vienna, Austria, 08-011September 2020 : proceedings/ IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation - Piscataway, NJ: IEEE, 2020; IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation (25.:2020) . - 2020, S. 867-874;

[Konferenz: ETFA 2020 : IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation, Vienna, 2020.09.08-11]

**Lüder, Arndt; Schmidt, Nicole**

AutomationML in a nutshell

Handbuch Industrie 4.0: Produktion, Automatisierung und Logistik - Wiesbaden: Springer Fachmedien  
Wiesbaden, 2015; Vogel-Heuser, Birgit . - 2020, S. 1-48;  
[Latest version]

**Lüder, Arndt; Vogel-Heuser, Birgit**

Elektronische Datenverarbeitung - agentenbasiertes Steuern

Dubbel Taschenbuch für den Maschinenbau 2: Anwendungen - Berlin: Springer Berlin, 2020; Bender, Beate . -  
2020, S. 143-150;

**Meixner, Kristof; Decker, J.; Marcher, H.; Lüder, Arndt; Biffel, Stefan**

Towards a domain-specific language for product-process-resource constraints

2020 IEEE 25th International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation (ETFA): Technical  
University of Vienna, Vienna, Austria, 08-011September 2020 : proceedings / organized by: IEEE Industrial  
Electronics Society (IES); sponsored by: the Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), IEEE  
Industrial Electronics Society (IES): Technical University of Vienna, Vienna, Austria, 08-011September 2020 :  
proceedings/ IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation - Piscataway,  
NJ: IEEE, 2020; IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation (25.:2020) .  
- 2020, S. 1405-1408;

[Konferenz: ETFA 2020 : IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation,  
Vienna, 2020.09.08-11]

**Meixner, Kristof; Kathrein, L.; Winkler, Dietmar; Lüder, Arndt; Biffel, Stefan**

Efficient test case generation from product and process model properties and preconditions

2020 IEEE 25th International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation (ETFA): Technical  
University of Vienna, Vienna, Austria, 08-011September 2020 : proceedings / organized by: IEEE Industrial  
Electronics Society (IES); sponsored by: the Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), IEEE  
Industrial Electronics Society (IES): Technical University of Vienna, Vienna, Austria, 08-011September 2020 :  
proceedings/ IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation - Piscataway,  
NJ: IEEE, 2020; IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation (25.:2020) .  
- 2020, S. 859-866;

[Konferenz: ETFA 2020 : IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation,  
Vienna, 2020.09.08-11]

**Meixner, Kristof; Lüder, Arndt; Herzog, Jan; Röpke, Hannes; Biffel, Stefan**

Modeling expert knowledge for optimal CPPS resource selection for a product portfolio

2020 IEEE 25th International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation (ETFA): Technical  
University of Vienna, Vienna, Austria, 08-011September 2020 : proceedings / organized by: IEEE Industrial  
Electronics Society (IES); sponsored by: the Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), IEEE  
Industrial Electronics Society (IES): Technical University of Vienna, Vienna, Austria, 08-011September 2020 :  
proceedings/ IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation - Piscataway,  
NJ: IEEE, 2020; IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation (25.:2020) .  
- 2020, S. 1687-1694;

[Konferenz: ETFA 2020 : IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation,  
Vienna, 2020.09.08-11]

**Mewes, Eric; Waßmann, Stefan; Adler, Simon; Schmicker, Sonja**

Laborexperiment zum Vergleich digitaler Engeräte als Assistenzsystemhardware für die Anwendung in der  
mobilen Instandhaltung

Digitale Arbeit, digitaler Wandel, digitaler Mensch?: 66. Kongress der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft, TU  
Berlin, Fachgebiet Mensch-Maschine-Systeme/HU Berlin, Professur Ingenieurpsychologie, 16.-18. März 2020,  
Berlin/ Gesellschaft für Arbeitswissenschaft - Dortmund: GfA-Press, 2020, Beitrag B.19.5, insgesamt 6 Seiten;  
[Kongress: GfA-Frühjahrskongress 66; online, 2020.03.16-18]

**Wietelmann, Isabelle; Waßmann, Stefan**

Einflussgrößen in einer Mensch-Roboter-Kooperation bei älteren erwerbstätigen Personen der Generation 50+

Digitale Arbeit, digitaler Wandel, digitaler Mensch?: 66. Kongress der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft, TU  
Berlin, Fachgebiet Mensch-Maschine-Systeme/HU Berlin, Professur Ingenieurpsychologie, 16.-18. März 2020,  
Berlin/ Gesellschaft für Arbeitswissenschaft - Dortmund: GfA-Press, 2020, Beitrag B.13.2, insgesamt 5 Seiten;  
[Kongress: GfA-Frühjahrskongress 66; online, 2020.03.16-18]

**Winkler, Dietmar; Lüder, Arndt; Meixner, Kristof; Rinker, Felix; Biffli, Stefan**

Towards model consistency representations in a multi-disciplinary engineering network

2020 IEEE 25th International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation (ETFA): Technical University of Vienna, Vienna, Austria, 08-011September 2020 : proceedings / organized by: IEEE Industrial Electronics Society (IES); sponsored by: the Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), IEEE Industrial Electronics Society (IES): Technical University of Vienna, Vienna, Austria, 08-011September 2020 : proceedings/ IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation - Piscataway, NJ: IEEE, 2020; IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation (25.:2020) . - 2020, S. 1413-1416;

[Konferenz: ETFA 2020 : IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation, Vienna, 2020.09.08-11]

**Zhao, Ziqi; Antons, Oliver; Arlinghaus, Julia C.**

Autonomous production control methods - job shop simulations

Dynamics in Logistics: Proceedings of the 7th International Conference LDIC 2020, Bremen, Germany - Cham: Springer International Publishing, 2020; Freitag, Michael . - 2020, S. 227-235 - (2nd International Conference on Human Systems Engineering and Design, IHSED2019, München, September 16-18, 2019; Advances in Intelligent Systems and Computing; volume 1026);

## WISSENSCHAFTLICHE MONOGRAFIEN

**Mewes, Eric; Bergmüller, Annette; Minow, Annemarie; Waßmann, Stefan; Weigel, Maria; Eichholz, Steffen; Adler, Simon; Böckelmann, Irina; Schmicker, Sonja; Mecke, Rüdiger**

Digitale Assistenzsysteme zur mobilen Verwendung im technischen Service - ein Leitfaden für die Gestaltung und Nutzung

Magdeburg: Fraunhofer IFF, 2020, 43 Seiten, Illustrationen

**Mewes, Eric; Bergmüller, Annette; Minow, Annemarie; Waßmann, Stefan; Weigel, Maria; Eichholz, Steffen; Adler, Simon; Böckelmann, Irina; Schmicker, Sonja; Mecke, Rüdiger**

Digitale Assistenzsysteme zur mobilen Verwendung im technischen Service - ein Leitfaden für die Gestaltung und Nutzung

Magdeburg: Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF, 2020, Ausgabe April 2020, 1 Online-Ressource (43 Seiten, 1,51 MB), Illustrationen;

[Literaturverzeichnis: Seite 41-43; Der vorliegende Leitfaden entstand im Rahmen des Projekts Gesundes mobiles Arbeiten mit digitalen Assistenzsystemen im technischen Service (ArdiAS). Das interdisziplinäre Verbundprojekt hatte das Ziel, beanspruchungsoptimales und effizientes Arbeiten zu befördern. Es wurden Nutzerschnittstellen und Assistenzsysteme erforscht, die wichtige Informationen zum Arbeitsprozess direkt vor Ort bedarfsgerecht zur Verfügung stellen.]

# INSTITUT FÜR FERTIGUNGSTECHNIK UND QUALITÄTSSICHERUNG

Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg  
Institut für Fertigungstechnik und Qualitätssicherung  
Universitätsplatz 2  
39106 Magdeburg  
Bundesrepublik Deutschland  
Telefon: 49-(0)391-67-58567  
Telefax: 49-(0)391-67-42370  
E-Mail: ifq@ovgu.de

## 1. LEITUNG

Geschäftsführender Institutsleiter:  
Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Dipl.-Phys. Matthias Hackert-Oschätzchen

## 2. HOCHSCHULLEHRER/INNEN

apl. Prof. Dr.-Ing. habil. Dr.-Ing. E. h. Rüdiger Bähr  
Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Dipl.-Phys. Matthias Hackert-Oschätzchen

## 3. FORSCHUNGSPROFIL

Das Institut für Fertigungstechnik und Qualitätssicherung setzt sich aus dem Lehrstuhl für Fertigungstechnik mit Schwerpunkt Trennen (Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Dipl.-Phys. Matthias Hackert-Oschätzchen), dem Bereich für Ur- und Umformtechnik (apl. Prof. Dr.-Ing. habil. Rüdiger Bähr) sowie dem Bereich Fertigungsmesstechnik und Qualitätsmanagement (Dr.-Ing. Steffen Wengler) zusammen.

Forschungsschwerpunkte sind u. a.:

- Technologien und Prozessketten der Zerspan- und Abtragtechnik für die Präzisions- und Mikrofertigung
- Digitale Fertigung und Industrie 4.0
- Ressourceneffiziente Technologien und Produkte
- Werkzeugmaschinenkomponenten und Werkzeugtechnologien für spanende, abtragende und hybride Fertigungsverfahren
- Prozessbeherrschung durch Simulation unter Anwendung und Verknüpfung unterschiedlicher Längen- und Zeitskalen
- Multiphysiksimulation zur Gestaltung von Oberflächen- und Bauteilfunktionen
- Verzahnungsbearbeitung und -messtechnik
- Fertigungsverfahren für tribologisch belastete Oberflächen
- Einsatz der neuen Werkstoffe Mineralguss und Hohlkugelkomposit im Werkzeugmaschinen- und Vorrichtungsbau
- Grundlagenforschung zur Ur- und Umformtechnik
- Untersuchungen zu den gießtechnologischen Eigenschaften
- Gestaltung innovativer Herstellungstechnologien für eigenschaftsoptimierte Leichtbauteile
- Entwicklung und technologische Determinierung neuer Wirkprinzipien und Gießverfahren

- Gestaltung und Prüfung endteilnaher Ausgangsteile
- Wärmebehandlung von Gussteilen
- Schmelzebehandlung mittels Ultraschall
- Entwicklung von partikelverstärkten Gusswerkstoffen
- Ermittlung von Expertenwissen für die Konstruktion gegossener Bauteile
- Numerische Simulation von Gießprozessen
- Maschinenverhalten und Maschinengenauigkeit
- Mechatronische Maschinenkomponenten
- Prozessdatenverarbeitung und Überwachung
- Strukturleichtbau
- Modellbildung und Simulation

Labore und Ausrüstung:

- Werkzeugmaschinenlabor mit CNC-Bearbeitungszentren und CNC-Werkzeugmaschinen
- Erodierlabor
- Gießereitechnisches Labor
- Metallografielabor
- Messlabore mit Dreikoordinatenmessmaschinen, Oberflächen- und Formmesstechnik, Kraft- und Schwingungsmesstechnik
- Simulationslabor

Im Jahr 2020 hat Prof. Hackert-Oschätzchen in folgenden Funktionen an der Organisation von internationalen Konferenzen mitgearbeitet:

- Mitglied des Programmkomitees der European COMSOL Conference
- Chairman und Mitglied des Advisory Board des 16th International Symposium on Electrochemical Machining Technology

#### **4. SERVICEANGEBOT**

Serviceangebot Bereich Ur- und Umformtechnik:

- Datenkonvertierung und -aufbereitung für Rapid Prototyping und CNC-Bearbeitung,
- Herstellung von Prototypen, Mustern und Kleinserien aus NE-Metallen und Kunststoffen,
- Unterstützung bei Design und Entwicklung innovativer Gussteile und Gießprozesse,
- Durchführung von Gießversuchen zur Ermittlung technischer und technologischer Eigenschaften für NE-Metalle und Fe-Metalle,
- Simulationstechnische Untersuchung und Vorbereitung der Herstellung von Gussteilen,
- Werkstofftechnische Untersuchung von Bauteilen (Probenherstellung, Metallographie, mechanische Eigenschaften),
- Erarbeitung und Erprobung maßgeschneiderter Wärmebehandlungsstrategien,
- Simulation des Erstarrungs- und Abkühlprozesses

Serviceangebot Lehrstuhl Fertigungstechnik mit Schwerpunkt Trennen

- Auftragsforschung
- Durchführbarkeitsstudien
- Transferprojekte
- Kooperationsprojekte
- Standardisierungsprojekte oder
- Normungsprojekte

Serviceangebote der Förderinitiative ego.-INKUBATOR (Existenzgründungsoffensive Sachsen-Anhalt), speziell für Studierende:

- FabLab - Innovative Existenzgründung in einem Fertigungslabor zur Herstellung von Anschauungs- und Funktionsmodellen,
- Innovative Gussteil-Entwicklung,
- Additive Fertigung in Kunststoff und Metall

## 5. KOOPERATIONEN

- 3DQR GmbH, Magdeburg
- AQcomputare Gesellschaft für Materialberechnung mbH
- Argomotive GmbH
- CNC Geyer GmbH
- Daimler AG
- ENA Elektrotechnologien und Anlagen GmbH, Staßfurt OT Atzendorf
- Fraunhofer IFF, Magdeburg
- Fraunhofer IWU
- ICM - Institut Chemnitzer Maschinen- und Anlagenbau e. V.
- ICM GmbH Innovation + Cooperation für den Maschinenbau
- ISAP AG (Herne)
- Kessel Feinguss GmbH
- Laempe & Mössner GmbH, Barleben
- Leichtmetallgießerei Bad Langensalza
- Mechanische Metallbearbeitung Mierwald GmbH
- Metallgießerei Hans Seifert GmbH
- Metallgießerei Stassfurt GmbH
- Microvista GmbH, Blankenburg
- NRU GmbH Feinguss- und Kunststoffteile
- PORTEC GmbH
- promeos GmbH, Nürnberg
- Schübel GmbH
- Steinbeis Innovation gGmbH
- Steinway & Sons, Hamburg/New York
- Technische Universität Clausthal
- Trimet GmbH Harzgerode
- Walzengießerei und Hartgusswerk Quedlinburg
- wp-TEC GmbH
- ZPF GmbH, Siegelsbach

## 6. FORSCHUNGSPROJEKTE

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. habil. Matthias Hackert-Oschätzchen  
**Kooperationen:** AQcomputare Gesellschaft für Materialberechnung mbH  
**Förderer:** BMWi/AIF - 01.03.2020 - 31.08.2022

### **Atomistische Beschreibung neuer Materialien zur ressourceneffizienten Bestimmung von Prozesseingangsgrößen für das elektrochemische Präzisionsabtragen - eleMentio2**

Im Rahmen des Vorhabens eleMentio2 soll eine Methode zur atomistischen Beschreibung neuer Materialien für eine ressourceneffiziente Bestimmung von Prozesseingangsgrößen für das elektrochemische Präzisionsabtragen entwickelt werden. Dadurch werden ein Zugang zu den auf atomar-mikroskopischer Ebene ablaufenden elementaren Prozessen und ein grundlegendes Verständnis dieser Prozesse ermöglicht.

Dieses Projekt wird gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. habil. Matthias Hackert-Oschätzchen  
**Projektbearbeitung:** Dr.-Ing. Martin Beutner  
**Förderer:** Sonstige - 01.11.2020 - 30.04.2021

### **Leistungspotentiale des KSS-Einsatzes beim Wälzfräsen höherfester Werkstoffe ("KSS-Pot")**

Anlass für das Forschungsvorhaben ist der weit verbreitete Einsatz der Nassbearbeitung beim Wälzfräsen in deutschen zahnradherstellenden Klein- und Mittelständischen Unternehmen (KMU), die überwiegend die Einzel- und Kleinserienfertigung anwenden. Der Grund hierfür liegt in der für KMU zum Teil unverzichtbaren höheren Prozesssicherheit im Vergleich zur Trockenbearbeitung. Die Produktivität beim Einsatz der Nassbearbeitung ist in den KMU jedoch sehr unterschiedlich. Für die Nassbearbeitung liegen ferner kaum aktuellen Forschungsergebnisse vor. Es ist deshalb auch nicht bekannt wo die Grenzen der Nassbearbeitung liegen und wie groß das Optimierungspotenzial des KSS-Einsatzes für die Bearbeitung mit modernen fertigungstechnischen Mitteln ist. Vorarbeiten im Rahmen des FVA-Projekts 744 I (IGF-Nr. 18538 BG) zeigten, dass der Einsatz unterschiedlicher Kühlschmierstoffen (trocken, ölbasiert, Emulsion) beim Wälzfräsen zu einer deutlichen Variation im Leistungsverhalten führt.

Während die Voruntersuchungen an dem Einsatzstahl 20MnCr5 mit einer Zugfestigkeit von  $R_m \sim 530 \text{ N/mm}^2$  durchgeführt wurden, ist aus industrieller Sicht die Übertragbarkeit dieser Erkenntnisse auf die Bearbeitung höherfester Werkstoffe mit einer Zugfestigkeit von  $R_m \sim 1000 \text{ N/mm}^2$  von Interesse, da sich die Leistungsdichte von Getrieben kontinuierlich erhöht. Insbesondere soll dabei das technologische und wirtschaftliche Potential der Nassbearbeitung im Vergleich zur Trockenbearbeitung im Fokus stehen. Im Schlagzahnalogieversuch sollen hierbei unterschiedliche Kühlschmierstoffe bei unterschiedlichen Schnittparametern am Werkstückwerkstoff 42CrMo4 untersucht werden. Die erzielten Ergebnisse sollen mit den Ergebnissen des Vorgängervorhabens verglichen werden, um den Einfluss der Werkstückfestigkeit zu bewerten.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. habil. Matthias Hackert-Oschätzchen  
**Projektbearbeitung:** Dr.-Ing. Max Köchig, Dr.-Ing. Christin Döbberthin  
**Kooperationen:** Experimentelle Orthopädie; Mechanische Metallbearbeitung Mierwald GmbH  
**Förderer:** BMWi/AIF - 01.06.2019 - 31.05.2021

### **Entwicklung eines neuen Fertigungsverfahrens zur Herstellung von definierten und belastungsspezifischen Oberflächen- und Randzonenqualitäten an mechanischen Verbindungen von Hüftendoprothesen ("KonRoll")**

Entwicklung eines neuen Fertigungsverfahrens zur Herstellung von definierten und belastungsspezifischen Oberflächen- und Randzonenqualitäten an mechanischen Verbindungen von Hüftendoprothesen ("KonRoll")

Dieses Projekt wird gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. habil. Matthias Hackert-Oschätzchen  
**Förderer:** Deutscher Akademischer Austauschdienst e.V. (DAAD) - 01.01.2019 - 31.12.2021

### **Grundlegende Untersuchungen zur Umsetzbarkeit einer gleichzeitigen Frässhleifbearbeitung von ebenen Flächen ohne und mit Nebenformstrukturen - Frässhleifwerkzeug**

Ziel der Untersuchungen ist es, die Vorteile von Fräswerkzeugen (hohe Abtragleistung) mit denen von Schleifwerkzeugen (hohe Oberflächengüte) zu verbinden. Dafür sind grundlegende Untersuchungen zur Machbarkeit der Zusammenführung dieser unterschiedlichen Bearbeitungsoperationen durchzuführen. Eine zentrale Zielsetzung soll die Entwicklung, die Fertigung und die Erprobung eines Musterwerkzeuges für die Frässhleifbearbeitung im Trocken- und Nassschnitt sein, welches im Bearbeitungsergebnis geringe Oberflächenrauheiten bei hoher Ebenheit erreicht.

Mit dieser Zielsetzung sind die folgenden Teilziele verbunden:

- Reduzierung des fertigungstechnischen Aufwandes- und der Fertigungskosten für die Oberflächenbearbeitung von Maschinenkomponenten aus Aluminium, Stahl und Guss durch die Einbindung einer Schleifoperation während der Fräsbearbeitung,
- Reduzierung des Energieeinsatzes in der Produktion durch die Verfahrenskombination Fräsen - Schleifen in einem Werkzeug und Einsparung von Prozessstufen,
- Qualifizierung einer Trocken-Frässhleifbearbeitung zur Vermeidung umweltkritischer Prozess-Abfallprodukte,
- Bestimmung und Optimierung von Schnitt- und Prozessbedingungen für die Frässhleifbearbeitung durch eine anpassungsfähige und somit hoch flexible Anordnung und Einstellung der einzelnen Werkzeugschneiden,
- Erhöhung der Prozessstabilität durch flexible Schleifeinsätze im Fräswerkzeug und
- Minimierung des Aufwandes für die PlanlaufEinstellung bzw. des Einsatzes von kostenintensiven Präzisionsfräsköpfen in der Produktion.

Dieses Projekt wird gefördert vom DAAD aus Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF).

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. habil. Matthias Hackert-Oschätzchen  
**Projektbearbeitung:** M.Sc. Tony Winkler  
**Förderer:** Land (Sachsen-Anhalt) - 01.09.2019 - 31.12.2021

### **Additiv + - Innovative Existenzgründung zur prozesssicheren, schnellen und kosteneffizienten Herstellung von funktionellen Prototypen**

Additiv+ ist ein Fertigungslabor mit Hochtechnologiecharakter. Der Inkubator wurde seit 2016 aufgebaut und ist gegenwärtig durch Mittel des Landes Sachsen-Anhalt (Programm ego.-INKUBATOR) finanziert. Mit der nahtlosen Fortführung bzw. Erweiterung des Additiv+ am Ende des gegenwärtigen Projektzeitraums möchte die Fakultät für Maschinenbau (FMB) der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg (OVGU) die bestehenden Prozessketten sowohl weiter optimieren als auch intensiver zielorientiert nutzen.

In diesem Kontext werden die geschaffenen materiell-technischen Basen (siehe Internetpräsentation, inkl. MakerLab-Booklet der OVGU auf <https://www.tugz.ovgu.de/makerlabs-path-706.html>) sowie umfangreich gewonnenen Kenntnisse und Erfahrungen der Zielgruppennutzung aus der vorangegangenen geförderten Periode proaktiv eingebunden.

"Additiv +" bedient mehrere zusammenhängende Betätigungsfelder, auf deren Grundlage neue, innovative Technologien, Prozesse und Produkte für den Markt etabliert und später vermarktet werden können.

Additive Verfahren auf Kunststoffbasis werden bereits von anderen ego.-Inkubatoren in der Otto-von-Guericke Universität angeboten. Die konstruktive Gestaltung von funktionalen, metallischen Baugruppen erfordert jedoch ein grundlegendes Umdenken bei den Nutzenden, was sich primär in den Aspekten "fertigungsgerechte Konstruktion" und "Funktionsintegration" widerspiegelt.

Auf der Grundlage pulverförmiger Ausgangsstoffe können mit den Additiv+-Technologien und Anlagen neue Werkstoffe entwickelt sowie abgestimmte Prozessstrategien für das SLM-Verfahren vorangetrieben werden. Durch die Bereitstellung von Oberflächenfinishanlagen und optischen Messgeräten wird eine kontinuierliche Qualitätskontrolle gewährleistet. Darauf aufbauend können spezifische Eigenschaften der hergestellten Baugruppen entsprechend definiert und bewertet werden. In diesem Kontext lassen sich auch neue Qualitätsstandards umsetzen, die wiederum die vorhandenen Technologien anderer bzw. bereits installierter Inkubatoren (FabLab, PM, IGT) ergänzen.

Dieses Projekt wird gefördert durch das Land Sachsen-Anhalt mit Mitteln des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE).

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. habil. Matthias Hackert-Oschätzchen  
**Projektbearbeitung:** Dr.-Ing. Max Köchig, Dr.-Ing. Martin Beutner  
**Förderer:** BMWi/AIF - 01.10.2018 - 30.09.2021

### **Wälzfräsen mit einer kohlenstofffreien ausscheidungs-härtbaren Eisen-Cobalt Molybdän (Fe-Co-Mo)-Legierung**

Für Wälzfräser ist ein neuer Schneidstoff verfügbar, welcher aus einer nahezu kohlenstofffreien ausscheidungshärtbaren Eisen-Cobalt-Molybdän-Legierung besteht, die pulvermetallurgisch hergestellt wird (Fe-Co-Mo). Dieser Schneidstoff hat gegenüber Hochleistungsschnellarbeitsstahl (PM-HSS) bessere physikalische Eigenschaften. Diese bestehen hauptsächlich in einer höheren Wärmeleitfähigkeit und in einer höheren Warmhärte.

Das Ziel des Vorhabens besteht darin, eine breite industrielle Anwendung dieses Schneidstoffs beim Wälzfräsen zu fördern. Es sollen die Einsatzgrenzen von Fe-Co-Mo und als Hauptzielstellung sinnvolle Schnittwertempfehlungen (zulässige Kopfspannungsdicken und empfehlenswerte Schnittgeschwindigkeiten) für verschiedene Anwendungsbedingungen ermittelt werden. Ein Forschungsschwerpunkt besteht in der Analyse auftretender Verschleißmechanismen und des Verschleiß/Standmengen-Verhaltens als Funktion der Belastungsverhältnisse.

Zur Einordnung von Fe-Co-Mo in die beim Wälzfräsen praxisübliche Schneidstoffpalette soll ein Vergleich zwischen Fe-Co-Mo, PM-HSS und Hartmetall unter den Bedingungen der Trockenbearbeitung durchgeführt werden.

Aufgrund des Potentials des WälzfräSENS mit Fe-Co-Mo (insbesondere resultierend aus der Möglichkeit der Anwendung höherer Schnittgeschwindigkeiten als industriell üblich beim Einsatz von PM-HSS) sind die einschlägigen Unternehmen der Industrie, insbesondere die KMU, sehr interessiert.

Das Vorhaben basiert zu großen Teilen auf Verschleißversuchsergebnissen aus dem Schlagzahnalogiever such. Diese werden hinsichtlich der Belastungskenngrößen und Auslegung durch Durchdringungs- und FE-Simulationsergebnisse gestützt. Hierbei werden insbesondere das Potential des neuen Schneidstoffs bei verschiedenen Schnittbedingungen und die Einsatzgrenzen im Vergleich mit Hartmetall und HSS erforscht. Durch verschieden geartete Stichversuche wird die Datenbasis um besondere Anwendungsfälle erweitert.

Dieses Projekt wird gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. habil. Bernhard Karpuschewski  
**Projektbearbeitung:** Dr.-Ing. Christoph Lerez  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.01.2018 - 29.02.2020

### **Entwicklung geeigneter Prozesse und Werkzeuge für die Präzisionsbearbeitung von Co-Cr-Mo Superlegierungen zur Steigerung der Sicherheit medizinischer Implantate**

Das Hauptziel des Projekts besteht in der Entwicklung und Identifizierung von optimalen Werkzeugen und Bearbeitungsprozessen zur Herstellung von medizinischen Hüftpfannen mit optimiertem Verschleißverhalten. Grundlage dafür ist die Entwicklung eines Modells des Werkstoffs CoCrMo auf Basis von werkstofftechnischen Untersuchungen. Das Modell dient der vorherigen Simulation des Prozesses, zur zeit- und ressourcensparenden Auswahl geeigneter Schneidstoffe und Entwicklung der Werkzeuggeometrie. Die Validierung erfolgt im Drehprozess.

---

**Projektleitung:** M.Sc. Christian Gawert, apl. Prof. Dr. Rüdiger Bähr  
**Kooperationen:** BOHAI TRIMET Automotive Holding GmbH; Pergande Gesellschaft für industrielle Entstaubungstechnik mbH; Metallgießerei Staßfurt GmbH  
**Förderer:** EU - EFRE Sachsen-Anhalt - 01.04.2019 - 31.01.2022

### **Entwicklung einer neuartigen thermischen Behandlung von SiC-Partikeln zur wirtschaftlichen Produktion partikelverstärkter Aluminium-Verbundwerkstoffe (SPOT)**

Seit einigen Jahren ist die zunehmende Entwicklung besonders harter und verschleißfester Aluminiumverbundwerkstoffe zu beobachten, deren physische und mechanische Eigenschaften signifikant verbessert sind, im Vergleich zu monolithischen Aluminiumlegierungen. Dabei handelt es sich um partikelverstärkte Aluminium-Matrix-Komposite (AMC), wobei sehr häufig Siliziumkarbid als Verstärkungsphase eingesetzt wird, da es besonders hart ist und eine geringe Dichte ausweist.

Für die Herstellung von partikelverstärktem Aluminium-Matrix-Composite (AMC) wird aus Kostengründen meistens ein schmelzmetallurgisches Verfahren eingesetzt. Hierbei müssen die SiC-Partikel z.T. über mehrere Stunden in die Schmelze eingerührt werden. Der Grund für diese langen Prozesszeiten ist die schlechte Benetzbarkeit von Aluminium auf der Oberfläche der SiC-Partikel.

Projektziel ist es, die Benetzbarkeit der Partikel durch Aluminiumschmelze mit Hilfe einer Oxidationsschicht zu verbessern. Die durchschnittlichen Partikeldurchmesser von AMC Werkstoffen reichen von einigen 100 nm bis zu ca. 50  $\mu\text{m}$ . Aufgrund dieser geringen Korngrößen ist das Beschichten der Partikel wenig prozesssicher und sehr kostenaufwendig. Dies soll nun mit Hilfe einer modifizierten Wirbelschichtenanlage umgesetzt werden. Die so generierte Siliziumdioxidschicht ( $\text{SiO}_2$ ) ermöglicht die Herstellung von Aluminium-Matrixkompositen mit einem deutlich höheren Verstärkungsanteil, einer verbesserten Partikelverteilung, -einbettung und einer geringen Porosität, welche die Qualität der Materialien deutlich verbessern. Außerdem trägt diese Beschichtung der SiC-Partikel dazu bei, die aufwendige Produktion von AMC-Werkstoffen zu verkürzen und gleichzeitig prozesssicherer zu gestalten. Mit Hilfe der  $\text{SiO}_2$ -Beschichtung soll eine Wärmebehandlung der mit SiC verstärkten AMC ermöglicht werden, um bei Bedarf das Eigenschaftsprofil den Anforderungen anpassen zu können.

---

**Projektleitung:** apl. Prof. Dr. Rüdiger Bähr  
**Projektbearbeitung:** Wolfgang König  
**Förderer:** EU - EFRE Sachsen-Anhalt - 01.04.2020 - 30.04.2022

### **Entwicklung und Erprobung eines intelligenten Maschinenzustandsüberwachungssystems für Kernschießmaschinen (SmartCore)**

Im Zuge der Umstellung auf die Industrie 4.0 halten nicht nur eine zunehmende Anzahl an Sensoren und Automatisierungslösungen Einzug in die industrielle Praxis. Auch intelligente Algorithmen finden damit zunehmend Verbreitung. Ihre Aufgabe ist es dabei u.a. die Produktion effizienter zu gestalten, Energie und Ressourcen zu einzusparen oder die Qualität von Produkten zu steigern. Als Teil einer künstlichen Intelligenz können die Algorithmen des Maschinelle Lernens aber auch dazu beitragen, Verschleißzustände, lange bevor

es dem menschlichen Anwender möglich ist, zu erkennen und Dazu beitragen Maschinenprozesse optimal zu führen.

Insbesondere bei Kernschießmaschinen ist eine routinierte Wartung und Pflege unerlässlich. Ohne diese wären schwere Ausnahmefehler und Stillstände durch die beständige Einwirkung des abrasiven Arbeitsmediums Sand unumgänglich. Doch eine verfrühte Wartung führt zu unnötigen Produktionsausfällen und steigert die Kosten. Eine verspätete Wartung hingegen, steigert das Ausfallrisiko und kann die Produktqualität des Erzeugnisses, der Sandkerne negativ beeinflussen. Hierunter können alle nachgelagerten Prozesse, und damit zentral das Ausgießen der verlorenen Formen in unerwarteter Weise doch zumeist negativ beeinflusst werden. Um den ökonomischen Sweet Spot unabhängig von festen Wartungsplänen erreichen zu können, und die Prozesskette von der Formherstellung bis zum fertigen Produkt nicht zu gefährden, ist der Aufbau und der Einsatz einer Maschinenintelligenz zwingend erforderlich.

Genau das ist das Ziel des mit EFRE-Mitteln geförderten Projektes SmartCore - bislang noch relativ konservativen Kernschießmaschinen zum Übergang zu hochmodernen, intelligenten Produktionssystemen nach den Ansprüchen der Industrie 4.0 zu erschaffen. Die Datenerfassung direkt in Maschine, die echtzeitnahe Datenverarbeitung und das visuelle Feedback über Veränderungen sollen Maschinenbediener entlasten, die Wartung der Kernschießmaschine erleichtern und helfen Kosten einzusparen.

Trotzdem jede Maschine ihre Eigenheiten besitzt, soll dazu begleitend auch ein Digitaler Zwilling entstehen, der die Betriebszustände einer Kernschießmaschine transparenter macht und zwischen individuellen Betriebsstrategien Zusammenhänge und Unterschiede erkennen lässt, deren Nutzen bemisst und robuste sowie optimale Steuerungskonzepte auf Maschinen gleichen Typs bringt. Die so entstehende Transparenz soll weiterhin zu einem Maschinenmanagersystem ausgebaut werden, welches eine maschinenübergreifende Prozessführung und eine Integration auf höhere Ebenen der Automatisierungspyramide ermöglicht.

---

**Projektleitung:** apl. Prof. Dr. Rüdiger Bähr  
**Projektbearbeitung:** M.Sc. Tony Winkler  
**Förderer:** Land (Sachsen-Anhalt) - 01.05.2019 - 31.12.2021

### **"FabLab": Innovative Existenzgründungen in einem Fertigungslabor zur Herstellung von Anschauungs- und Funktionsmodellen**

Mit dem ego.-Inkubator FabLab bietet die Fakultät für Maschinebau (FMB) der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg (OvGU) seit 2013 Studierenden und wissenschaftlichen Mitarbeitern die besten Voraussetzungen zur innovativen Existenzgründung in einem Fertigungslabor zur Herstellung von Anschauungs- und Funktionsmodellen.

Der Prozess der Produktentwicklung wird dabei durch additive Fertigungsverfahren sowie zerspanende und abtragende Verfahren von ersten Konzeptmodellen bis hin zu seriennahen Prototypen begleitet. Durch Techniken des Rapid Tooling und des Rapid Manufacturing kann zudem bereits in der Entwicklungsphase die Vorbereitung der Serienfertigung miteinbezogen werden.

Mithilfe der gewonnenen Erfahrungen und Kenntnisse der Zielgruppennutzung konnte eine bewährte Prozesskette etabliert und kontinuierlich am Bedarf der Nutzenden weiterentwickelt werden. Im Rahmen der zweiten Erweiterung soll in diesem Zusammenhang die bestehende Anlageninfrastruktur um die Möglichkeiten der zweidimensionalen Präzisions-Blechbearbeitung ergänzt werden.

---

**Projektleitung:** apl. Prof. Dr. Rüdiger Bähr  
**Projektbearbeitung:** M.Sc. Martin Liepe  
**Kooperationen:** Walzengiesserei & Hartgusswerk Quedlinburg GmbH; Technische Universität Clausthal  
**Förderer:** BMWi/AIF - 01.01.2018 - 31.03.2020

### **Entwicklung verschleißbeständiger Gusseisenlegierungen für thermoschockbelastete Walzen für den Einsatz in Rohr-, Draht- und Profilwalzwerken ("BAM-Walzen")**

In den Warmwalzstraßen von Draht-, Rohr- und Profilwalzwerken treten die höchsten Umformkräfte in den vorderen Gerüsten auf. Konventionelle Werkstoffe, z. B. perlitisch-zementitische oder azikuläre Gusseisenwerkstoffe haben sich aufgrund von stärkerer sogenannter Brandrissbildung und ihrer fehlenden Zähigkeit im Verlauf des Walzprozesses für diese Gerüste nicht bewährt. Diese Brandrissbildung, die durch sehr hohe Umformkräfte und der technologisch bedingten wechselnden Kühlung der Walzen noch verstärkt wird, führt zu einem hohen Verschleiß und vorzeitigen Ausfall der Walzen in den Gerüsten.

Projektziel ist die Entwicklung eines auf Gusseisen mit Kugelgraphit basierenden Werkstoffes zur Herstellung von Walzen mit den geforderten mechanischen Eigenschaften, insbesondere einer ausreichenden Bruchdehnung bei hoher Härte und Zugfestigkeit. Eine auf das Zielgefüge spezifisch eingestellte Wärmebehandlung, die Entwicklung neuartiger simulationsgestützter Prozessabläufe und der Einsatz anforderungsbezogener Legierungselemente sollen die Bildung des entsprechenden Zielgefüges und die Herstellung hochlegierter Gusseisenwerkstoffe ermöglichen. Die Walzenfertigung kann damit zeit- und kosteneffizient in einem statischen, vertikalen Gießprozess erfolgen.

---

**Projektleitung:** Dr.-Ing. Eric Riedel  
**Förderer:** BMWi/AIF - 01.04.2020 - 30.09.2021

### **International network of cellular metals - INOCEM**

Entwicklung und Optimierung von Herstellungsverfahren für offenzellulare Metalle auf Basis ökologischer und ökonomischer Gesichtspunkte, welche die gesamte Fertigungstiefe von den Ausgangsstoffen und der Geometriefestlegung, über die Fertigungsumsetzung, bis hin zu Recycling-Gesichtspunkten der Endprodukte und Verbrauchsstoffe während der Herstellung enthalten. Zudem Aufbau und Entwicklung von systemintegrativen Lösungen für den Einsatz der zellularen Metalle. Dazu gehören sowohl die Parameterermittlung und Erfassung der potentiellen Preisgestaltung, als auch die Anwendungsentwicklung. Durch die Beteiligung potentieller Anwender bereits in den Gestaltungsprozessen und der Geometrieauslegung, fließen die Anforderungen und Bewertungen in alle Prozessstufen der Forschungs- und Entwicklungsprojekte mit ein und nehmen damit unmittelbaren Einfluss auf die seriennahe und industrielle Machbarkeit aller Teilschritte. Darüber hinaus ist es das Ziel der geplanten Netzwerktätigkeit, den beteiligten Partnern ein grundlegendes Verständnis der Vision des Wandels hin zum Anbieter von gemeinsam erzeugten Systemlösungen und neuen Produkten zu vermitteln.

---

**Projektleitung:** Dr.-Ing. Stefan Scharf  
**Projektbearbeitung:** M.Sc. Chris Michaelis  
**Kooperationen:** Metallgießerei Hans Seifert GmbH, Wernigerode; 3DQR GmbH, Magdeburg  
**Förderer:** BMWi/AIF - 01.05.2018 - 31.08.2020

### **Entwicklung einer vollnetzten Monitoring-Technologie zur digitalen, Erfassung, Bewertung und Steuerung von Hochtemperaturprozessen am Beispiel einer Aluminiumgießerei ("EvoMote")**

Im Bereich der Hochtemperaturprozesse, wie z.B. dem Schmelzen und Verarbeiten flüssigen Metalls, einschließlich deren Folge- und Nebenprozesse sind digitale sensorgestützte In-Situ-Prozessanalysen (auch unter Schlagworten, wie "Industrie 4.0", "Digitalwirtschaft", "Condition Monitoring" oder "Big Data Fertigungsmanagement" bekannt) bislang, wenn überhaupt, nur sehr vereinzelt im Einsatz. Die Gründe hierfür scheinen mannigfaltig; zum einen stellen die rauen Umgebungsbedingungen höchste Anforderungen an die (Temperatur-) Stabilität und Zuverlässigkeit der Sensoren, zum anderen sind die glühenden, im Falle von Aluminiumschmelzen auch spiegelnden Schmelzbadoberflächen eine große Herausforderung für die Sensorik. Darüber hinaus sind auch die

anforderungsgerechte Weitergabe der riesigen Datenmengen sowie die sinnvolle Verarbeitung und Nutzung der prozessspezifisch erhobenen Daten als nicht triviale Herausforderung anzuführen.

An diese Problematik knüpft das Forschungsprojekt "EvoMote" an, wonach durch die beabsichtigte Entwicklung und Implementierung einer vollvernetzten Monitoring-Technologie eine universelle, standardisierte, objektorientierte echtzeitnahe Erfassung, Bewertung und Überwachung von Hochtemperaturprozessen ermöglicht werden soll. Dadurch wird es künftig möglich sein, sämtliche produktionsrelevanten Prozessinformationen unter den extremen Bedingungen einer Gießerei berührungslos und direkt in Form einer In-Situ - Analyse zuverlässig zu erfassen, sofort weiterzugeben und im Sinne einer Steigerung der operativen Effizienz zu verarbeiten.

---

**Projektleitung:** Dr.-Ing. Stefan Scharf  
**Projektbearbeitung:** Dr.-Ing. Eric Riedel  
**Kooperationen:** ENA Elektrotechnologien und Anlagen GmbH, Staßfurt OT Atzendorf  
**Förderer:** EU - EFRE Sachsen-Anhalt - 01.01.2019 - 31.03.2021

### **Dynamic Ultrasonic Treatment - DUST**

Ziel des Forschungsvorhabens ist die Entwicklung eines ultraschallbasierten Behandlungsmoduls für die Gießereiindustrie, das sowohl eine Erhöhung der Schmelze- und Gussteilqualität von Aluminiumkomponenten als auch eine signifikante Senkung des Ausschusses bewirken soll. Das Modul soll flexibel und bedarfsgerecht auf die Vorkammer bestehender Kippgießanlagen aufgesetzt werden und die Schmelze vor und sogar noch während der Formfüllung behandeln. Durch diese Technologieinnovation können konventionelle (chemische und mechanische) Behandlungsmethoden substituiert und bislang nicht erreichte Gefüge- und somit Gussqualitäten erzeugt werden. Zum Zwecke einer exakten Prognose der zu erwartenden Effekte und somit zu einer zielgerichteten Materialbehandlung wird das Vorhaben durch den Aufbau eines geeigneten Simulationsmodells ergänzt, das eine bislang nicht verfügbare Abschätzung und Prognose der während der Behandlung auftretenden Effekte und darauf aufbauend die Simulation des Gesamtprozesses ermöglicht.

---

**Projektleitung:** Dr.-Ing. Stefan Scharf  
**Projektbearbeitung:** M.Sc. Hans Richter  
**Kooperationen:** promeos GmbH, Nürnberg; LGL - Leichtmetallgießerei Bad Langensalza GmbH, Bad Langensalza; Fraunhofer IFF, Magdeburg  
**Förderer:** BMWi/AIF - 01.06.2017 - 28.02.2021

### **ETAL: Entwicklung neuartiger Technologien, Anlagenkomponenten und Logistik zu einer energieeffizienten Fertigung in Leichtmetall-Gießereien**

Wer planetare Grenzen im Blick hat, kommt an im Sinne des Umwelt- und Ressourcenschutzes an effizienten und nachhaltigen Produktionslösungen nicht vorbei.

Das Forschungsvorhaben verfolgt in diesem Sinne das Ziel, den erforderlichen Primär-Energieeinsatz bei der NE-Gusserzeugung und damit die emittierten Schadstoffe signifikant zu reduzieren, gleichzeitig sowohl Gussqualität als auch Fertigungsflexibilität deutlich zu erhöhen und in Summe die Fertigungskosten zu senken und die Umwelt zu schonen.

Realisiert werden soll dieses Ziel durch die Entwicklung neuartiger Anlagenkomponenten, die eine Zusammenlegung der bislang notwendigen Prozessschritte "Metall schmelzen", "Schmelze transportieren" und "Metall warmhalten" zu einem Prozessschritt: "Metall dezentral und volltransportabel einschmelzen und warmhalten" und somit eine komplette Reorganisation der Materialflüsse sowie der Fertigungslogistik in der Gießerei ermöglichen.

Technologisch ist dazu die Weiterentwicklung einer innovativen Brennertechnologie sowie eine Rückführung und Wiederverwertung der prozessintern anfallenden Hochtemperatur-Abwärme zur Verbrennungsluftvorwärmung vorgesehen, wobei die Wärmeenergie künftig in neuartigen Heißluftdockingstationen bereitgestellt und an mobile Tiegelpfannen abgegeben wird.

**Projektleitung:** Dr.-Ing. Florian Welzel  
**Förderer:** BMWi/AIF - 01.01.2019 - 31.01.2020

**Entwicklung einer neuartigen Technologie zum magnetabrasiven Polieren mittels eines Kugelwerkzeuges - geeignet für den Einsatz auf CNC-Bearbeitungszentren; Simulationen zum magnetischen Fluss im Arbeitsbereich zwischen Werkzeug und Bauteil, Untersuchungen zum Einsatz des MAP auf Bearbeitungszentren bei einer zu erreichenden weitgehenden Mechanisierung des Prozesses**

Die Nachfrage nach komplex geformten Teilen, die hochpräzise und auf Hochglanz polierte Oberflächen aufweisen (z. B. Umform- und Spritzgusswerkzeuge), steigt stetig. Die dafür notwendige Endbearbeitung kann bis zu 50 % der Gesamtfertigungsdauer in Anspruch nehmen (z. B. beim notwendigen händischen Polieren). Bekannt maschinelle Verfahren, wie Honen, Superfinishen, Laserpolieren, etc. weisen eine Reihe von Nachteilen auf: eingeschränkte Formanpassung, Oberflächenbeschädigungen durch thermische Einflüsse, ökologische Aspekte ...

Ziel des Forschungsvorhabens ist es, einen mechanisierten, numerisch gesteuerten, magnetabrasiven Polierprozess (MAP) auf handelsüblichen CNC-Bearbeitungszentren zu entwickeln und zu erproben, was u. a. durch ein neuartiges "Kugelwerkzeug" realisiert werden soll. Es sind keine Anwendungen des MAP-Verfahrens auf CNC-Werkzeugmaschinen bekannt. Neben hohen Qualitätszielen soll vor allem ein erheblicher Produktivitätszuwachs erreicht werden.

---

**Projektleitung:** Dr.-Ing. Florian Welzel  
**Projektbearbeitung:** Dr.-Ing. Dmytro Borysenko, Dipl.-Wirtsch.-Ing. Konstantin Risse  
**Kooperationen:** CNC Geyer GmbH  
**Förderer:** BMWi/AIF - 01.11.2018 - 31.01.2021

**Entwicklung und Erprobung eines neuartigen Werkzeuges für eine kombinierte Fertigungstechnologie - Fräsglätten**

Verfahrenssubstitution und/oder Verfahrenskombination sind Möglichkeiten, eine Steigerung der Produktivität selbst für ausgereifte Fertigungsverfahren zu erreichen. Ziel des Forschungsvorhabens ist, das Zerspanungsverfahren Fräsen (mit einem "unterbrochenen" Schnitt) und das Umformverfahren Glätten/Glattwalzen in einem Hybridwerkzeug zu kombinieren. Damit kann eine Reduzierung der Prozessstufenzahl, eine Einsparung von Fertigungszeit sowie eine gezielte Verbesserung der Eigenschaften der zu erzeugenden Oberflächen erreicht werden. Während für Verfahren mit ununterbrochenem Schnitt (Drehwalzen) positive Ergebnisse aus der Forschung und ersten Anwendungen bekannt sind, konnten keine Anwendungen für das Fräsen/Planfräsen nachgewiesen werden.

## 7. VERÖFFENTLICHUNGEN

### BEGUTACHTETE ZEITSCHRIFTENAUFsätze

**Bähr, Rüdiger; Michaelis, Chris; Scharf, S.**

Alumininijevi ulitki - postopki, uporabe, kakovost

Livarski vestnik: glasilo Drutva Livarjev Slovenije: glasilo Drutva Livarjev Slovenije - Ljubljana, Bd. 67.2020, 2, S. 70-87

**Döbbberthin, Christin; Müller, Rico; Meichsner, Gunnar; Welzel, Florian; Hackert-Oschätzchen, Matthias**

Experimental analysis of the shape accuracy in electrochemical polishing of femoral heads for hip endoprosthesis

Procedia manufacturing - Amsterdam [u.a.]: Elsevier, Bd. 47.2020, S. 719-724;

[Imp.fact.: 1.39]

**Karpuschewski, B.; Beutner, Martin; Eckebrecht, J.; Heinzl, J.; Hüsemann, T.**

Surface integrity aspects in gear manufacturing

Procedia CIRP/ CIRP - The International Academy for Production Engineering - Amsterdam [u.a.]: Elsevier, Bd. 87.2020, S. 3-12;

[Konferenz: 5th CIRP Conference on Surface Integrity, CSI 2020, Mondragón, Spain, 01.-05. June 2020]

**Mostafa, Ahmed; Riedel, Eric; Bähr, Rüdiger; Liepe, Martin; Nofal, Adel; Volochko, Alexander; Kovalko, Michael**

New ultrafine austempered ductile iron alloys using ultrasonic melt treatment

Giesserei. Special - Düsseldorf: Giesserei-Verlag GmbH, Bd. 107.2020, 2, S. 26-35

**Möhring, H.-Christian; Müller, Matthias; Krieger, Jens; Multhoff, Jörg; Plagge, Christian; Wit, Jesper; Misch, Sandra**

Intelligent lightweight structures for hybrid machine tools

Production engineering: research and development - Berlin: Springer, Bd. 14.2020, 5/6, S. 583-600;

**Riedel, Eric**

Evolution des Hot-Box-Prozesses - Überblick und numerische Simulation

Giesserei. Special - Düsseldorf: Giesserei-Verlag GmbH, Bd. 107.2020, 2, S. 10-17

**Riedel, Eric; Bergedieck, Niklas; Scharf, Stefan**

CFD simulation based investigation of cavitation dynamics during high intensity ultrasonic treatment of A356

Metals: open access journal - Basel: MDPI, Volume 10(2020), issue 11, article 1529, 14 Seiten;

[Imp.fact.: 2.117]

**Riedel, Eric; Liepe, Martin; Scharf, Stefan**

Simulation of ultrasonic induced cavitation and acoustic streaming in liquid and solidifying aluminum

Metals: open access journal - Basel: MDPI, Volume 10 (2020), issue 4, article 476, 22 Seiten;

[Imp.fact.: 2.259]

**Schaarschmidt, Ingo; Steinert, Philipp; Hackert-Oschätzchen, Matthias; Meichsner, Gunnar; Schubert, Andreas; Jungblut, Guido**

Experimental study on micro forming of structured surfaces for high static friction connection elements

Procedia manufacturing - Amsterdam [u.a.]: Elsevier, Bd. 47.2020, S. 1230-1234;

[Imp.fact.: 1.39]

**Scharf, Stefan; Bergedieck, Niklas; Riedel, Eric; Richter, Hans; Stein, Norbert**

Unlocking sustainability potentials in heat treatment processes

Sustainability - Basel: MDPI, Volume 12 (2020), issue 16, article 6457, 12 Seiten;

[Imp.fact.: 2.576]

**Wolf, Gotthard; Weider, Marco; Bach, Wolfram; Riedel, Eric**

Electrical curing of inorganic sand cores using the ACS technology

CP + T international: Casting plant + technology / Verein Deutscher Giessereifachleute, VDG: Casting plant + technology - Düsseldorf: Giesserei-Verl., Bd. 2.2020, 3, S. 36-41

**NICHT BEGUTACHTETE ZEITSCHRIFTENAUFsätze**

**Ambos, Eberhard; Gabbert, Ulrich; Halle, Thorsten; Heikel, Christian**

Quo vadis PKW?

Giesserei-Rundschau: Fachzeitschrift des Vereins Proguss austria - [Wien]: Proguss austria, Bd. 67.2020, 4, S. 6-18

**König, Wolfgang**

Lernende Kernschieß-Maschinen und intelligente Schmelzöfen

Giesserei: die Zeitschrift für Technik, Innovation und Management - Düsseldorf: DVS Media GmbH, Bd. 107.2020, 11, S. 60-64

**Riedel, Eric**

Simulation of joule heating-based core drying

FLOW-3D: solving the world's toughest CFD problems : case studies - FLOW Science . - 2020;

**Scharf, Stefan; Tom Felde, Jörg; Stein, Hagen**

New foundry technology cuts energy costs and CO2 emissions

Casting plant and technology international / Verein Deutscher Giessereifachleute, VDG - Düsseldorf: DVS Media GmbH . - 2020, 1, S. 24-25

**BEGUTACHTETE BUCHBEITRäge**

**Linke, Heinz; Börner, Jörg; Heß, Ralf; Röhle, E.; Römhild, Iris; Senf, Michael; Sonntag, W.; Spengler, A.; Spirling, F.; Tripp, G.; Wengler, Steffen**

Assuring the accuracy of cylindrical gears

Cylindrical gears: calculation - materials - manufacturing / Heinz Linke, Jörg Börner, Ralf Heß, editors ; with contributions by Dr.-Ing. J.Börner, Dr.-Ing. R. Heß, Dr.-Ing. E. Röhle, Prof. Dr.-Ing. I. Römhild, Dr.-Ing. M. Senf [und 5 andere]: calculation - materials - manufacturing - München: Hanser, 2016 . - 2016, S. 554-589

**Linke, Heinz; Börner, Jörg; Heß, Ralf; Röhle, E.; Römhild, Iris; Senf, Michael; Sonntag, W.; Spengler, A.; Spirling, F.; Tripp, G.; Wengler, Steffen**

Flank Modification

Cylindrical gears: calculation - materials - manufacturing / Heinz Linke, Jörg Börner, Ralf Heß, editors ; with contributions by Dr.-Ing. J.Börner, Dr.-Ing. R. Heß, Dr.-Ing. E. Röhle, Prof. Dr.-Ing. I. Römhild, Dr.-Ing. M. Senf [und 5 andere]: calculation - materials - manufacturing - München: Hanser, 2016 . - 2016, S. 717-720, 2020

**Wienand, Tobias; Meichsner, Gunnar; Hackert-Oschätzchen, Matthias**

Transient removal simulation of the jet electrochemical machining process based on a finite area element grid

16th International Symposium on Electrochemical Machining Technology INSECT 2020: proceedings : November 24-25, 2020, Fraunhofer Institute for Machine Tools and Forming Technology IWU Chemnitz/ International Symposium on Electrochemical Machining Technology - Chemnitz: University of Technology, 2020; Schubert, Andreas . - 2020, S. 105-116 - (Scripts precision and microproduction engineering; volume 14);

[Symposium: 16th International Symposium on Electrochemical Machining Technology, Chemnitz, November 24-25, 2020]

## NICHT BEGUTACHTETE BUCHBEITRÄGE

### **Riedel, Eric; Bach, Wolfram; Wolf, Gotthard**

Potentiale des neuen Verfahrens zum elektrisch widerstandsbasierten Aushärten anorganischer Sandkerne  
3. Formstoff-Forum 2020: 12. und 13. Februar 2020 - München: Technische Universität, 2020 . - 2020, S. 20-25;  
[Konferenz: 3. Formstoff-Forum, Garching, 12. - 13. Februar 2020]

## ABSTRACTS

### **Gawert, Christian; Bähr, Rüdiger**

Thin-walled high percentage particle reinforced AMC - processing opportunities by HPDC  
60th IFC Portoroz 2020: conference proceedings : 16 -18 September 2020, Portoroz, Slovenia - Ljubljana: Slovenian Foundrymen, 2020; Kriman, Alojz . - 2020, S. 23;  
[Konferenz: 60th IFC Portoro 2020, Portoroz, Slovenia, 16-18 September 2020]

### **Liepe, Martin; Bähr, Rüdiger**

Numerical investigations on centrifugal casting of two layered ferrous composites  
Abstract proceedings: 60th IFC Portoro 2020, 16. - 18. September 2020 / editorial board: Prof. Dr. Alojz Kriman: 60th IFC Portoro 2020, 16. - 18. September 2020 - Ljubljana: Slovenian Foundrymen Society, 2020; Kriman, Alojz . - 2020, S. 28;  
[Konferenz: 60th IFC Portoroz 2020, Portoroz, 16. - 18. September 2020]

## DISSERTATIONEN

### **Borysenko, Dmytro; Karpuschewski, Bernhard [AkademischeR BetreuerIn]**

Inverses Spanungsverhältnis - eine neue Strategie für das Planfräsen  
Düren: Shaker Verlag, 2020, IX, 134 Seiten, Illustrationen, 21 cm, 218 g - (Berichte aus dem Institut für Fertigungstechnik und Qualitätssicherung Magdeburg; Band 47)

### **Döbberthin, Christin**

Die Anwendung des Drehfräsens zur Erzeugung von funktionalen Oberflächen  
Magdeburg, 2020, XIV, 126 Seiten, Illustrationen, Diagramme, 30 cm;  
[Literaturverzeichnis: Seite 116-126]

### **Riedel, Eric; Bähr, Rüdiger [AkademischeR BetreuerIn]**

Numerisch gestützte Untersuchung einer erstarrungsbegleitenden Ultraschallbehandlung der Legierung AISi7Mg0,3  
Magdeburg, 2020, XVI, 197 Seiten, Illustrationen, Diagramme, 21 cm;  
[Literaturverzeichnis: Seite 149-166]

### **Schelm, Katja; Scheffler, Michael [AkademischeR BetreuerIn]**

Oberflächenfunktionalisierte Keramikschaume für flüssig-flüssig-Reaktivextraktionen  
Magdeburg, 2020, XVIII, 199 Seiten, Illustrationen, Diagramme, 30 cm;  
[Literaturverzeichnis: Seite 190-199]

### **Zeilinga, Stephan; Rottengruber, Hermann [AkademischeR BetreuerIn]; Bähr, Rüdiger [AkademischeR BetreuerIn]**

Auswirkungen von Formabweichungen im Brennraum auf das Betriebsverhalten von Ottomotoren  
Magdeburg, 2020, X, 149 Seiten, Illustrationen, Diagramme, 21 cm;  
[Literaturverzeichnis: Seite 138-144]

# INSTITUT FÜR LOGISTIK UND MATERIALFLUSSTECHNIK

Universitätsplatz 2, 39106 Magdeburg  
Tel. 49 (0) 391 67 58603, Fax 49 (0) 391 67 42646  
andre.katterfeld@ovgu.de

## 1. LEITUNG

Univ.-Prof. Dr.-Ing. André Katterfeld (Geschäftsführender Institutsleiter)  
Prof. Dr.-Ing. Hartmut Zadek  
Hon.-Prof. Dr.-Ing. Klaus Richter  
Dr.-Ing. Sebastian Trojahn  
Dipl.-Ing. Arnhild Gerecke

## 2. HOCHSCHULLEHRER/INNEN

Univ.-Prof. Dr.-Ing. André Katterfeld  
Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Prof. E. h. Dr. h. c. mult. Michael Schenk  
Prof. Dr.-Ing. Hartmut Zadek  
Hon.-Prof. Dr.-Ing. Klaus Richter  
Hon.-Prof. Dr.-Ing. Werner Schreiber  
Hon.-Prof. Dr. Peer Witten  
Prof. i. R. Dr.-Ing. Dr. h. c. Dietrich Ziem  
Prof. i. R. Dr.-Ing. habil. Dr. h. c. mult. Friedrich Krause  
Prof. i. R. Dr.-Ing. Wolfgang Poppy

## 3. FORSCHUNGSPROFIL

**Lehrstuhl Förder- und Materialflusstechnik**, Univ.-Prof. Dr.-Ing. A. Katterfeld; Hon.-Prof. Dr.-Ing. K. Richter; Prof. i. R. Dr.-Ing. habil. Dr. h. c. mult. F. Krause

### Forschungsgebiete:

- Entwicklung und Optimierung von Stetigförderern:
  - Funktionsanalyse
  - Erstellung von Berechnungsmodellen
  - Experimentelle Untersuchungen
  - Verschleißvorhersage in der Schüttguttechnik
  - Erforschung des Gurtschieflaufs
  - Reduzierung von Staubemissionen
  
- Weiterentwicklung und Anwendung der Diskrete Elemente Methode (DEM):
  - Simulation von partikelmechanischen Systemen der Förder-, Baumaschinen- und Verfahrenstechnik
  - Weiterentwicklung von Kontaktmodellen
  - Kalibrierung von DEM-Parametern

- Kopplung der DEM zu anderen Simulationsmethoden (FEM, MKS, CFD)
  
- Bestimmung von Schüttguteigenschaften:
  - Laboranalysen
  - Entwicklung von Verfahren und Apparaten zur Ermittlung der Guteigenschaften
  
- Anlagentechnik:
  - Entwicklung von Mess- und Monitoring-Konzepten für die Anlagentechnik
  - Analyse des Verhaltens von Stückgut im Pulk (Stückgut als Schüttgut)
  - Rückverfolgbarkeit von Schüttgut-Chargen: Neuartiges Lagermanagement in Halden und Silos
  - Materialfluss-Simulation in der Schüttguttechnik
  
- Intelligenter Logistikraum:
  - funk- und bildbasierte AutoID- und Ortungsverfahren im Indoor- und Outdoorbereich
  - IT-Strukturen für intelligente Waren, Ladungsträger und Betriebsmittel sowie Personen
  - Analyse- und Anzeigeverfahren für Bewegungsabläufe von Waren- und Personenströmen in der Intralogistik
  - Umschlagtechnologien für intelligente Container

#### Methoden/Dienstleistungen:

- Funktionsanalyse und Berechnung von Stetigförderern für Stück- und Schüttgut
- DEM-Simulation von Geräten der Fördertechnik, Baumaschinentechnik und Verfahrenstechnik
- Bestimmung der Schüttguteigenschaften
- Kalibrierung der DEM-Parameter
- Schulungen zur Anwendung der DEM
- Schadensanalysen, Gutachtertätigkeit im Bereich der Förder- und Materialflusstechnik

#### **Lehrstuhl für Logistik**, Prof. Dr.-Ing. Hartmut Zadek

#### Forschungsgebiete:

- Grundlagen der Technischen Logistik, insbesondere Referenz- und Berechnungsmodelle
- Diagnose, Modellierung, Simulation und Gestaltung logistischer Prozessabläufe und Systeme
- Planungsmethoden und -werkzeuge in der Logistik, insbesondere bausteinorientierte Problemlösungsprozesse sowie kooperative und internetbasierte Planungsprozesse
- Prozessketten für Zulieferung, Produktion, Handel, Logistikdienstleister sowie Transportketten der Ver- und Entsorgung
- Anlaufmanagement
- Nachhaltigkeit, Ressourcenschonung, Energieeffizienz in der Logistik
- Urban Mobility / Last-Mile-Distribution
- Intelligente Mobilität, Logistik und Verkehrssysteme
- Automatisierter Transport im innerbetrieblichen und öffentlichen Raum
- Soziale Innovationen im Einklang mit technischen Innovationen

#### Methoden/Dienstleistungen:

- Analyse, Optimierung sowie technische und organisatorische Gestaltung von Zulieferketten, multimodalen Transportketten, Lager- und Distributionssystemen sowie von Ferntransportsystemen für Siedlungs- und Restabfälle

- Analyse, Dokumentation und Reorganisation von Geschäftsprozessen für Ver- und Entsorgungsaufgaben
- Auswahl und Einführungsbegleitung von Informationssystemen der Logistik
- Messtechnische Untersuchung und Diagnose der Funktionsparameter von Stückgut-Fördersystemen
- Entwicklung multimedialer Lernumgebungen für die Logistikausbildung
- Outsourcing-Analysen
- Logistikdienstleistungs-Geschäftsfeldplanung
- Change Management
- Supply Chain Design & Management
- Weiterbildung im Lean & Supply Chain Management

**Lehrstuhl für Logistische Systeme, Prof. Dr.-Ing. André Katterfeld (kommissarischer Leiter)**

Forschungsgebiete:

- Mathematische Modellierung und Simulation logistischer Systeme
- Entwicklung von Methoden und Werkzeugen zur Bewertung, Planung und Gestaltung von Logistiksystemen
- Interaktive Ausbildungs- und Trainingskonzepte für Produktion und Logistik
- Logistikorientierte Fabrikplanung und -betrieb
- Qualitätsmanagement in der Logistik
- Einsatz von VR-Modellen und -Werkzeugen für Planung und Betrieb von Logistiksystemen
- Anwendung von Künstlicher Intelligenz (KI) in der Logistik
- Intelligenter Logistikraum
- Virtuelle Inbetriebnahme von Cyber Physischen Systemen (CPS)

Methoden/Dienstleistungen:

- Simulationsstudien
- Durchführen von Potenzial- und Schwachstellenanalysen
- Neugestaltung und Optimierung von Logistikprozessen und -systemen
- Logistiklösungen in Produktion, Dienstleistung und Handel
- Unternehmensorganisation, -planung und -steuerung
- Logistikplanspiele
- VR-basierte Lern- und Trainingssysteme
- Industrie 4.0 und Logistik 4.0

**Labore des Institutes**

- Versuchshalle Fördertechnik-Materialflusstechnik-Logistik
- Schüttgutlabor
- Simulations- und Testlabor Logistik
- Logistik-Lernstudio
- Logistik-Planungslabor
- LogMotionlab - Entwicklungs-, Test- und Zertifizierungslabore für RFID- und Telematik-Technologien
- Messtechniklabor
- Galileo-Testfeld
- Energieeffizienzlabor Automatisches Kleinteilelager
- Telematiklabor
- Automatisierungslabor
- Verschleißversuchsstand
- Forschungs- und Entwicklungslabor für mesoskopische Modellierung, Simulation und Visualisierung von Logistik-, Materialfluss- und Produktionssystemen
- E-Mobility-Lab

- ego.-Inkubator IP-LogMo: Intelligente Prototypen für Logistik und Mobilität

#### 4. KOOPERATIONEN

- Artur Küpper GmbH & Co. KG, Bottrop
- Bundesvereinigung Logistik e. V.
- Bühler AG, Schweiz
- ContiTech Conveyor Belt Group, Northeim
- Deutsch Kasachische Universität (DKU) Almaty, Kasachstan
- Fraunhofer IFF Magdeburg
- GEBHARDT Systems GmbH
- Hochschule Landshut, Kompetenzzentrum Produktion und Logistik Landshut (PuLL)
- IBAF GmbH, Bochum
- ifak Institut für Automation und Kommunikation e.V. Magdeburg
- Moscow Automobile and Road Construction State Technical University (MADI)
- OTH Regensburg - Fakultät Maschinenbau - Bereich Materialfluss und Fabriksimulation
- SIGMA Clermont
- SSI Schäfer GmbH
- Stahlbau Magdeburg GmbH
- TAKRAF GmbH, Leipzig
- tarakos GmbH
- TECTRON WORBIS GmbH
- Thorsis Technologies GmbH
- Transport and Telecommunication Institute TSI Riga
- TU Dresden, Institut für Verarbeitungsmaschinen und Mobile Arbeitsmaschinen
- Universidad Central Marta Abreu de Las Villas (Faculty of Mechanical and Industrial Engineering)
- University of Le Havre
- University of Nantes, Laboratory of Digital Sciences of Nantes
- Verband Deutscher Wirtschaftsingenieure e. V.
- Verein Deutscher Ingenieure e. V.
- weitere Kooperationspartner in den Projektbeschreibungen

#### 5. FORSCHUNGSPROJEKTE

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. André Katterfeld  
**Kooperationen:** The University of Newcastle, Australia  
**Förderer:** Sonstige - 01.06.2019 - 31.05.2022

##### **Modelling and Characterisation of Biomass Materials for Pneumatic Transport**

The extensive range of stakeholders combined with the growing biofuels, bioenergy and biomass processing industries within Australia and worldwide presents an opportunity for innovation in applying dense phase pneumatic conveying for transportation of biomass. Unfortunately, there has been limited research directly investigating the potential for pneumatic conveying of compressible biomass feedstock and the effect of the associated compaction and dilation likely to be exhibited in dense flow performance. However, with the recent insights in understanding of dense phase flows, research is now able to apply this knowledge in investigating the potential of a biomass material for

low velocity, dense phase pneumatic conveying. The proposed research aims to provide the following advancements:

1. Establish a fundamental understanding of biomass feedstock properties, focussing on the springy and interlocking biomass fibres (e.g. waste products like wheat straw and sugar cane bagasse, chipped woody products like granulated wattle),

2. Investigate the unique handling properties of biomass with respect to compaction, dilation, shear and tensile response
  3. Define dense biomass air permeation characteristics,
  4. Integrate a current dense phase conveying model with biomass characterisation; and
  5. Validate this characterisation through use of novel and unique smart particle sensor based pneumatic conveying tests.
- 

**Projektleitung:** M.Sc. Lisa Wonner, Prof. Dr.-Ing. André Katterfeld  
**Förderer:** Land (Sachsen-Anhalt) - 01.01.2020 - 31.12.2021

### **Analyse und Simulation des Fördergut-Einflusses auf den Gurtschieflauf von Gurtförderanlagen**

Das Ziel der theoretischen und experimentellen Forschung dieser Arbeit ist die Analyse und Simulation des Fördergut-Einflusses auf den Gurtschieflauf von Gurtförderanlagen. Mit Hilfe des zu entwickelnden Simulationsmodells soll es möglich sein, das bestehende Modell zur Simulation von Gurtschieflauf, welches die Ausrichtung der Tragrollen berücksichtigt zu erweitern oder ein neues Modell zu entwickeln. Zukünftig kann dies die Auslegung von Lenkeinrichtungen sowie die Ermittlung der notwendigen Anzahl solcher Einrichtung und deren Platzierung in Gurtbandförderanlagen entscheidend verbessern. Damit kann eine der Hauptstörungsursachen von Gurtbandförderern stark reduziert werden.

Zu Analyse der Einflüsse und zur Validierung des zu entwickelnden Modells steht die Gurtförderer-Versuchsförderanlage des Institutes für Logistik und Materialflusstechnik zur Verfügung (Abbildung 4). Es handelt sich hierbei um eine Anlage bestehend aus einem 15 Meter langen horizontalen Versuchsförderer und einem Rückförderer sowie einem Bunker und einer Übergabeschurre. Das System ermöglicht das Fördern von Schüttgut, derzeit gewaschener Kies. Am Bunker befindet sich eine Einrichtung, um die Aufgabe des Schüttguts hinsichtlich der zentrischen Abgabe auf den Versuchsförderer zu manipulieren. Die seitliche Auslenkung des Fördergurtes kann mit einem bereits an der Anlage angebrachten optischen Messsystem ermittelt werden. Hier ist jedoch zu prüfen, in wie fern die Anzahl der Messstellen ausreichend ist.

Um die Belastungen des Gurtes in Folge der exzentrischen Schüttgutaufgabe bestimmen zu können, werden analog zu den Versuchen DEM-Simulationen durchgeführt, deren Ergebnisse als Eingangsdaten für das Simulationsmodell zur Vorhersage von Gurtschieflauf benutzt werden.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. André Katterfeld  
**Kooperationen:** Logisch GmbH  
**Förderer:** BMWi/AIF - 01.11.2019 - 30.04.2022

### **NekoS CSS, Cyberphisches System als Grundlage eines digitalen Zwillings zur Steuerung eines Cluster Storage Systems**

Hauptziel des FuE-Kooperationsprojektes "CSS" ist die Entwicklung eines neuartigen Cluster Storage Systems für die räumlich-flexible, zugängliche, sichere und ökonomische Lagerung, die gleichzeitige Gut-Clustering und den flexiblen Transport von Gütern mit standardisierten Abmessungen. Das CSS soll flexibel an beliebige Materialflussanlagen angebunden werden können und durch eine beliebige Anzahl und Lage der Auf- und Abgabestellen des Systems den materialflusstechnischen Herausforderungen des Industrie 4.0 Zeitalters gerecht werden. Die Idee des CSS besteht darin, eine beliebige (Lager-)Fläche mit begehbaren Fördermodulen auszurüsten, mit denen standardisierte Behälter zumindest in 2 Richtungen transportiert aber auch gleichzeitig ökonomisch vertretbar gelagert werden können. Dazu ist es notwendig ein robustes und gleichzeitig kostengünstiges Konzept für angetriebene und steuerbare Rollenmodule sowie ein Konzept für die CSS-Steuerung auf Basis eines Digitalen Zwillings zu entwickeln.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. André Katterfeld  
**Projektbearbeitung:** Mohsin Ajmal, Karl Fessel, Dipl.-Ing. Christian Richter  
**Kooperationen:** Artur Küpper GmbH & Co. KG, Bottrop  
**Förderer:** BMWi/AIF - 01.01.2018 - 30.06.2020

### **NekoS 3iS, Intelligent-Cloud-Maintenance**

Hauptziel des FuE-Kooperationsprojektes "3iS" ist die Entwicklung intelligenter Tragrollenstationen zur Erfassung von Echtzeit-Zustandsgrößen und deren Übertragung mittels eines Long-Range-Low-Power-Wireless-Netzwerkes (LoRa-WAN) im lizenzfreien 868 MHz Band. Weiterhin ist die Entwicklung eines Verfahrens zur stochastischen Auswertung der Echtzeit-Zustandsgrößen für Tragrollenstationen mittels Cloud-basierter Technologien zur frühzeitigen Erkennung von Lagerschäden im Rahmen einer zustandsorientierten Instandhaltung von Tagebaugroßgeräten Bestandteil des FuE-Vorhabens.

Das geplante Vorhaben ist für eine Laufzeit von 2,5 Jahren ausgelegt. An der Realisierung der Entwicklung sind ein KMU (AKT) und eine Forschungseinrichtung (OVGU) beteiligt. Zudem ist ein assoziierter Partner (LEAG) zur Unterstützung der Entwicklung einer praxistauglichen Lösung in das Projekt involviert.

Das avisierte FuE-Vorhaben ist ein aus dem ZIM-Netzwerk "NekoS" hervorgegangenes FuE-Projekt und wird von der Netzwerkmanagementsinstitution ZPVP, Zentrum für Produkt-, Verfahrens- und Prozessinnovation GmbH/Experimentelle Fabrik Magdeburg, bei der Umsetzung begleitet.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. André Katterfeld  
**Projektbearbeitung:** Thomas Rössler  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.04.2019 - 31.10.2021

### **QUSIMAV - Quantitative Simulationsmethode zur Vorhersage von abrasivem Verschleiß**

Das Hauptziel des Forschungsprojektes ist die Entwicklung einer standardisierten Methode zur validierten quantitativen Vorhersage von Gleit- und Prallverschleiß in der Schüttgut- und Baumaschinentechnik unter Verwendung der Diskrete Elemente Methode (DEM). Der Simulationsansatz ermöglicht erstmalig die Berücksichtigung

- komplexer Bauteil- und Anlagengeometrien,
- unterschiedlicher Schüttguteigenschaften, die das Fließ- und Strömungsverhalten des Schüttguts und damit die Schüttgut-Bauteil-Interaktion maßgeblich beeinflussen,
- realitätsnaher operativer Randbedingungen (Massenströme, Bauteilbewegungen).

Die Ergebnisse des Forschungsvorhabens würden damit einen großen Mehrwert für die Vorhersage von Verschleiß in der Schüttgut-fördernden und -verarbeitenden Industrie liefern und einen effizienten und ressourcenschonenden Einsatz von hochwertigen Verschleißschutzmaterialien ermöglichen. Da die bisher in der DEM implementierten Verschleißmodelle in der Beurteilung von Verschleißerscheinungen Beschränkungen aufweisen, ist es notwendig, diese weiterzuentwickeln und geeignete Validierungs- bzw. Kalibrierungsstrategien zu entwickeln, um realitätsnahe Ergebnisse sicherzustellen.

Zur Kalibrierung wird vorgeschlagen, mit Hilfe von Verschleißversuchsständen den aus der Schüttgutinteraktion resultierenden realen Masseverlust von spezifischen Verschleißschutzmaterialien für die Fälle des abrasiven Gleit- und Prallverschleißes experimentell zu bestimmen und mit den Ergebnissen der idealisierten DEM-Simulationen der Verschleißversuche zu vergleichen.

Zur Kalibrierung des Gleitverschleißes soll ein bereits aus Berufungsmitteln des Antragstellers finanzierter und aufgebauter Versuchsstand verwendet werden. Für die Kalibrierung des Prallverschleißes sind jedoch die Entwicklung und der Aufbau eines neuen Versuchsstands notwendig.

Zur Validierung werden abschließend Experimente an dem modifizierten Prallverschleiß-Versuchsstand durchgeführt, bei dem ein Bauteil mit komplexer Geometrie durch einen Schüttgutstrom beaufschlagt wird und so an unterschiedlichen Stellen gleichzeitig abrasiver Prall- und Gleitverschleiß auftritt. Durch den Vergleich mit analogen DEM-Simulationen dieser Validierungsversuche unter Verwendung der zuvor kalibrierten Parameter der Verschleißmodelle soll die Funktionalität des Kalibrierungsverfahrens validiert werden.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. Hartmut Zadek, M.Sc. Sönke Beckmann  
**Projektbearbeitung:** M.Sc. Gianna Lina Kurtz, M.Sc. Kai Philipp Hempel, M.Sc. Madeleine Linke, M.Sc. Tom Assmann  
**Kooperationen:** Mediengruppe Magdeburg (MVD: Magdeburger Verlags- und Druckhaus GmbH); FI-Apro UG, Magdeburg  
**Förderer:** EU - EFRE Sachsen-Anhalt - 01.10.2019 - 30.06.2021

### **Paket-KV-MD<sup>2</sup> - Nachhaltiger Paketdienst durch kombinierten Verkehr auf der letzten Meile mit Mikro-Depots in Magdeburg**

Das starke Wachstum der Kurier-, Express- und Paketdienste (KEP) stellt die Städte vor große Herausforderungen. Die Zustellung auf der letzten Meile führt zunehmend zu Verkehrsbehinderungen und - solange klassisch mit Diesel-Transportern angeliefert wird - auch zu Lärm- und Abgasbelastigungen. Grund dafür ist nicht zuletzt die geringe Auslastung von 30 % von leichten Diesel-Nutzfahrzeugen bei der innerstädtischen Feinverteilung. Darüber hinaus ist nicht immer eine erfolgreiche Zustellung beim Kunden gewährleistet, so dass öfter als geplant angeliefert wird. Dies verschlechtert die Wirtschaftlichkeit der Logistikdienstleister und gefährdet die Kundenzufriedenheit. In dem Verbundprojekt Paket-KV-MD<sup>2</sup> soll deshalb unter Führung der Mediengruppe Magdeburg (MVD: Magdeburger Verlags- und Druckhaus GmbH) und unter Kooperation mit der FI Apro UG und dem Institut für Logistik und Materialflusstechnik (ILM) der Otto-von-Guericke-Universität (OVGU) die Paketverteilung mit einem innovativen Hub-and-Spoke-Ansatz über die Kombination von Urban-Hub, Mikro-Depot, Paketstationen und Lastenrädern entwickelt und umgesetzt werden. Im Rahmen des Verbundprojektes werden somit die logistischen Schnittstellen in der Landeshauptstadt Magdeburg weiterentwickelt und neue Umschlagtechniken für den kombinierten Verkehr (KV) realisiert.

Für den Test dieser einzigartigen Kombination von Urban-Hub, Mikro-Depot, Paketstation und Lastenraddistribution im Quartier innerhalb eines ausgewählten Stadtgebietes in Magdeburg werden zunächst die Standorte des Systems ermittelt und entsprechend der Planungsdatenbasis dimensioniert. Im Projekt soll ein modularer Ansatz mit neuen Umschlagsystemen, Umschlaggeräten, Transporttechnologien und technischen Ausrüstungen sowie neuer Informations- und Steuerungstechnologie für den Gesamtabwicklungsprozess realisiert werden. Deshalb werden nach der Detailplanung und der Ausschreibung der Systemkomponenten, der Fahrzeuge, der Umschlagmittel, der Software und des Umschlagkonzepts, diese aufgebaut und in Betrieb genommen. Nach deren Fertigstellung und der Durchführung der vorbereitenden Maßnahmen, wie Touren- und Personaleinsatzplanung, erfolgt der Pilotbetrieb in Magdeburg. Während des Pilotbetriebes werden die relevanten Betriebsdaten erfasst, aufbereitet und ausgewertet. Dazu gehören bspw. Daten zum Energieverbrauch und den Treibhausgasemissionen sowohl der Fahrzeuge als auch der Standorte, um die Einsparpotenziale gegenüber der Ausgangssituation berechnen. Laut erster Abschätzung ergeben sich bei Umsetzung des Verbundvorhabens jährliche Einsparungen von mehreren Tonnen CO<sub>2</sub> (ca. 3,93 t CO<sub>2</sub>/a). Außerdem erfolgt während des Pilotbetriebes die technische und logistische Optimierung des Gesamtsystems, indem z.B. Wechselbehälter oder Paketstationen neu hergestellt werden oder die Tourenplanung aktualisiert werden muss, da sich ein Standort verändert.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. Hartmut Zadek, M.Sc. Olga Biletska  
**Kooperationen:** Nahverkehrsservice Sachsen-Anhalt GmbH  
**Förderer:** EU - EFRE Sachsen-Anhalt - 01.01.2020 - 30.09.2022

### **AS-UrbanÖPNV - Autonome Shuttlebusse - Urbaner ÖPNV**

Nachhaltige Mobilitätslösungen gewinnen vor dem Hintergrund politischer Klimaziele aber auch der Ansprüche an die Lebensqualität in den deutschen Innenstädten zunehmend an Bedeutung. Die kleinskalierten automatisierten Shuttlebusse könnten schon bald eine sinnvolle Alternative oder zumindest Ergänzung zu den konventionellen Dieselbussen darstellen. Denn sie sind nicht nur umweltfreundlicher auf Grund ihres elektrischen Antriebes, sondern können auch wirtschaftlicher zur bedarfsgerechten Erschließung sogenannter weißer Flecken im ÖPNV eingesetzt werden. Doch gilt es immer noch viele Herausforderungen im Zusammenhang mit dem Einsatz automatisierter Shuttlebusse im öffentlichen Verkehr zu meistern. Der im Rahmen des Projektes AS-UrbanÖPNV durchzuführende Pilotbetrieb im Magdeburg soll Erkenntnisse zu den technologischen, infrastrukturellen und

organisatorischen Anforderungen sowie den sozialen, ökologischen und ökonomischen Auswirkungen des Einsatzes automatisierter Shuttlebusse im urbanen Umfeld liefern.

Das Projekt AS-UrbanÖPNV steht für Autonome Shuttlebusse - Urbaner ÖPNV und wird durch den Lehrstuhl Logistik an der Otto-von-Guericke-Universität in Magdeburg bearbeitet und durch den Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) finanziert. Die Laufzeit des Projektes erstreckt sich vom 01.01.2020 bis zum 30.09.2022.

Das Projekt AS-UrbanÖPNV setzt sich mehrere Ziele, die im Zusammenhang mit dem Einsatz automatisierter Shuttlebusse im urbanen ÖPNV bislang unzureichend erforscht und erprobt worden sind. Bei der Durchführung des Pilotbetriebes mit einem automatisierten Shuttlebus in Magdeburg liegt der Fokus auf dem Zusammenspiel von Fahrzeug und Infrastruktur. Es wird ein Konzept für die für die V2X-Kommunikation sowie ein ressourcenschonendes Konzeptes für die Umlaufplanung und das Lademanagement während des Pilotbetriebes erarbeitet. Des Weiteren erfolgt der Test einer Pilot-Betriebsleitstelle zur Fernsteuerung eines Shuttlebusses in Echtzeit. Denn solange die Shuttlebusse nicht vollautonom, also ohne Eingriffsbereitschaft einer Begleitperson fahren können, würde eine Betriebsleitstelle das gleichzeitige Überwachen mehrere Shuttlebusse und bei Bedarf die Übernahme der Steuerung aus der Ferne durch nur einen Operator ermöglichen. In dem Forschungsvorhaben AS-NaSA wird als Vorarbeit eine prototypische Betriebsleitstelle für die Echtzeit-Steuerung des Shuttlebusses aus der Ferne konzeptioniert und aufgebaut. Im Projekt AS-UrbanÖPNV wird diese Betriebsleitstelle auf die Benutzerfreundlichkeit aus der Sicht eines Operators untersucht und weiterentwickelt.

Die Durchführung des Pilotbetriebes ist im Sommer 2021 geplant. Der Pilotbetrieb wird in Zusammenarbeit mit einem Shuttlebusanbieter und einer Personenverkehrsgesellschaft realisiert. Für den Zeitraum des Pilotbetriebes wird der Shuttlebus an das Fahrgast-Informationssystem INSA angebunden. Während des Pilotbetriebes erfolgt zudem eine Akzeptanzanalyse basierend auf einer Nutzerbefragung. Des Weiteren würde der Einsatz von Elektro-Kleinbussen eine Reduzierung von CO<sub>2</sub>-Emissionen begünstigen. Die potenziellen Auswirkungen bezüglich der CO<sub>2</sub>-Reduzierung im urbanen Raum werden anhand einer Verkehrssimulation untersucht und im zweiten Schritt für ganz Sachsen-Anhalt abgeleitet. Abschließend wird auf Basis ausgewählter Betreibermodelle, unter Berücksichtigung spez. Investitions- und Betriebskosten sowie der Nutzernachfrage die Wirtschaftlichkeit automatisierter Shuttlebusse im urbanen Raum betrachtet.

Damit liefert das Projekt einen wesentlichen Beitrag für mehrere Maßnahmen des IVS-Rahmenplans Sachsen-Anhalt und der Förderrichtlinie des Ministeriums für Landesentwicklung und Verkehr zur Einführung und Nutzung intelligenter Verkehrssysteme im Straßenverkehr und öffentlichen Personennahverkehr in Sachsen-Anhalt.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. Hartmut Zadek, M.Sc. Sönke Beckmann  
**Projektbearbeitung:** M.Sc. Lisa Wonner  
**Förderer:** EU - EFRE Sachsen-Anhalt - 20.05.2019 - 31.12.2021

### **AS-NaSA -Automatisierte Shuttlebusse - Nutzenanalyse Sachsen Anhalt**

Zunehmend ist der klassische Linienbusbetrieb nicht mehr wirtschaftlich und wird in Sachsen-Anhalt vereinzelt eingestellt. Der demografische Wandel hat hier seinen Anteil. Im Vorhaben AS-NaSA untersucht, welcher Nutzen sich für Sachsen-Anhalt ergibt, wenn automatisierte Shuttlebusse im ÖPNV eingesetzt werden. Durch den Einsatz von automatisierten Elektro-Shuttlebussen soll die Mobilität in Randgebieten von Städten erhöht und flexibilisiert werden. Der automatisierte Shuttlebus kann flexibel und ohne Personalkosten für den Fahrer Zubringerverkehre durchführen, um eine Anbindung an das ÖPNV- oder SPNV-Netz zu ermöglichen. So können MIV-Fahrten, insbesondere Pendlerfahrten vermieden und ein Verkehrsträgerwechsel hin zum ÖV unterstützt werden. Insofern liefert das Vorhaben einen Beitrag für mehrere Maßnahmen des IVS-Rahmenplans Sachsen-Anhalt sowie der Förderrichtlinie des MLV zur Einführung und Nutzung intelligenter Verkehrssysteme.

Zu diesem Zweck ist ein Testbetrieb eines derartigen Shuttlebusses entlang einer ersten Pilotstrecke vorgesehen. Auf Basis der Erkenntnisse aus der Planung und Durchführung dieses Testbetriebes, werden Anforderungen an die Infrastruktur/Pilotstrecken und an das Fahrzeug hinsichtlich fahrtechnischer, steuerungstechnischer, kommunikationstechnischer, organisatorischer, Nutzer- und Betreiber-spezifischer sowie rechtlicher Aspekte verifiziert. Die Ergebnisse werden in einem Leitfaden aufbereitet und sollen Kommunen und Verkehrsbetriebe, die Interesse am Einsatz automatisierter Shuttlebusse haben, einen ganzheitlichen Überblick geben. Im Rahmen des Testbetriebes wird zudem untersucht, inwieweit durch

den Einsatz dieser Shuttlebusse die Barrierefreiheit entlang der Mobilitätskette gesteigert werden kann und inwieweit die Nutzerakzeptanz gewährleistet ist. Letzteres wird in Form einer Personenbefragung während des Testbetriebes ermittelt. Da in Zukunft die automatisierten Shuttlebusse ohne Fahrer fahren werden, wird im Vorhaben eine Betriebsleitstelle konzeptioniert, aufgebaut und das Zusammenspiel mit der Fahrplattform getestet.

Auf Basis des ÖPNV-Plans für das Land Sachsen-Anhalt und verschiedener Entwicklungsszenarien erfolgt danach eine Potenzialanalyse für den Einsatz automatisierter Shuttlebusse in Ober- und Mittelzentren sowie Kleinstädten in Sachsen-Anhalt.

Da es sich bei den Shuttlebussen um Elektro-Kleinbusse handelt, die auf Basis erneuerbarer Energie angetrieben werden, resultiert eine wesentliche Reduzierung von Emissionen, insbesondere von CO<sub>2</sub>, wenn der Shuttlebus einen Dieselbus ersetzt. Insofern erfolgt auf Basis der Potenzialanalyse auch eine Wirkungsanalyse mit Hilfe einer Verkehrssimulation.

Auf Basis aller Analysen einschließlich des Testbetriebs auf der Pilotstrecke erfolgt abschließend eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung unter Berücksichtigung potenzieller Betreibermodellen. Aus diesen Ergebnissen folgt eine strategische Ableitung für Sachsen-Anhalt, wie ein Aufbau automatisierter Shuttlesysteme im Bundesland Sachsen-Anhalt erfolgen könnte und sollte.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. Hartmut Zadek, M.Sc. Tony Glimm  
**Förderer:** EU - EFRE Sachsen-Anhalt - 01.07.2019 - 30.06.2022

### **TalkToMe Intelligente Kommunikation von Road-Side-Units mit Fahrzeugen**

Das Vorhaben TalkToMe adressiert die Einführung eines **Intelligenten Verkehrssystem (IVS)** in Sachsen-Anhalt. Mit IEEE 802.11p und ETSI-G5 wurden in den letzten Jahren neue Standards entwickelt, um über Fahrzeug-zu-Fahrzeug- und Fahrzeug-zu-Infrastruktur-Kommunikation Fahrzeuge miteinander und mit der Infrastruktur zu vernetzen. Der Überbegriff lautet **V2X** (vehicle to everything) oder auch C2X (car to everything).

In TalkToMe werden Funkstationen in städtischen Gebieten installiert, die zwei Hauptaufgaben übernehmen: erstens, das Aussenden von **Informationen von Lichtsignalanlagen (LSAs)** mit dem aktuellen Signal ("Farbe") und der voraussichtlichen Dauer bis zum nächsten Signalwechsel. Dies ermöglicht empfangenden Fahrzeugen, ihre Geschwindigkeit so anzupassen, dass sie optimal an Kreuzungen heranfahren und unnötiges Beschleunigen oder Abbremsen vermeiden. Dies resultiert in einem geringeren Kraftstoffverbrauch und damit einer Reduzierung von Abgasen respektive Luftschadstoff- und Treibhausgasemissionen, unter anderem Stickoxide (NO<sub>x</sub>) und Feinstaub sowie Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>).

Zweitens werden verfügbare Informationen über **Verkehrsbehinderungen** (vor allem Baustellen und Spursperren) sowie Aussagen zum Verkehrsfluss (wie Fahrzeuge je Zeiteinheit) per Funk bereitgestellt. Für die Verkehrsbehinderungen sollen ebenfalls standardisierte V2X-Nachrichten von den entsprechenden Funkstationen versendet werden. Dies ermöglicht es, entsprechende Informationen direkt ins Fahrzeug zu übertragen und kann dazu beitragen, bessere Routen zu finden oder rechtzeitig über mögliche Gefahrenstellen zu informieren. Darüber hinaus können direkt vor Ort per Sensorik erfasste Daten zum Verkehrsfluss in Datenportale wie dem Mobilitätsportal Sachsen-Anhalt eingespeist werden und so einen Mehrwert für unterschiedliche Nutzergruppen wie auch den öffentlichen Verkehr (ÖV) generieren.

Die über das geplante intelligente Verkehrssystem mit Hilfe von V2X bereitgestellten Informationen können letztendlich das manuelle, das automatisierte als auch das für die Zukunft geplante vollautomatisierte (autonome) Fahren unterstützen. Insofern ist das Forschungsvorhaben besonders innovativ veranlagt, da es nicht nur einen Beitrag für die Umsetzung des IVS-Rahmenplans Sachsen-Anhalt, sondern auch für die europäische Strategie Kooperativer Intelligenter Verkehrssysteme (C-IST) liefert.

**Projektleitung:** Dr.-Ing. Tobias Reggelin  
**Projektbearbeitung:** M.Sc. Marcel Müller  
**Kooperationen:** Fraunhofer IFF Magdeburg; ZPVP Zentrum für Produkt-, Verfahrens- und Prozessinnovation GmbH - Experimentelle Fabrik Magdeburg  
**Förderer:** Industrie - 01.03.2020 - 31.07.2020

### **Kopplung von Materialflusssimulationsmodellen auf Basis von Plant Simulation mit einem Digitalen Zwilling von Produktionsanlagen und einer Visualisierungsplattform**

Entwicklung von Materialflusssimulationsmodellen auf Basis von Plant Simulation und die Entwicklung einer Kopplung dieser mit einem Digitalen Zwilling von Produktionsanlagen und einer Visualisierungsplattform mit den Arbeitspaketen:

- Grundlegende Entwicklung einer Kopplung einer Materialflusssimulation mit einem Digitalen Zwilling einer Produktionsanlage und Grundvisualisierung in einem 360-Grad-Visualisierungssystem
- Entwicklung einer erweiterten Materialflusssimulation

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. Sebastian Stober, Dr.-Ing. Tobias Reggelin, M.Sc. Paul Reichardt  
**Projektbearbeitung:** Johann Schmidt, Sebastian Lang  
**Kooperationen:** Thorsis Technologies GmbH; TECTRON WORBIS GmbH  
**Förderer:** Bund - 01.04.2020 - 31.03.2022

### **SENECA - Entwicklung eines selbstlernenden Entscheidungsunterstützungssystem für die echtzeitfähige Auftragsreihenfolge und Maschinenbelegungsplanung**

Das Forschungsprojekt SENECA verfolgt die Entwicklung eines selbstlernenden Entscheidungsunterstützungssystems für die echtzeitfähige Auftragsreihenfolge- und Maschinenbelegungsplanung. Die Forschungsfrage lautet, wie Methoden des maschinellen Lernens (ML) angewendet werden müssen, um in Echtzeit zulässige Lösungen mit ausreichender Güte für Auftragsreihenfolge- und Maschinenbelegungsprobleme zu berechnen. Es sollen verschiedene ML-Methoden hinsichtlich ihrer Anwendbarkeit für die Auftragsreihenfolge- und Maschinenbelegungsplanung untersucht werden. Aufgrund der hohen Dynamik moderner Produktionssysteme und der daraus resultierenden Planungsunsicherheit wird erwartet, dass insbesondere die Produktionsablaufplanung von ML-basierten, echtzeitfähigen und adaptiven Entscheidungsunterstützungssystemen profitiert. ML-Algorithmen werden zurzeit vornehmlich für Regressions- und Klassifikationsprobleme eingesetzt. Ihr unmittelbarer Einsatz zur Berechnung von Optimierungsproblemen ist bisher kaum beforscht und industrielle Anwendungen sind bisher nicht bekannt. Das technische Arbeitsziel ist die Entwicklung eines Soft- und Hardware-Prototypen, welcher Entscheider in der Produktionsplanung und -steuerung unterstützt. Die technischen Herausforderungen betreffen insbesondere Aspekte der produktions- und einsatzspezifischen Gestaltung. Zum einen ist eine hohe Benutzerfreundlichkeit wichtig. Dies impliziert unter anderem, dass der Mensch stets die letzte Entscheidungsinstanz darstellt. Das System soll fähig sein, sich mit menschlicher Expertise kontinuierlich selbst zu verbessern. Zum anderen muss das Assistenzsystem derart gestaltet sein, dass die Echtzeitfähigkeit der Lösungsverfahren ausgeschöpft wird. Vorgeschlagene Auftragsreihenfolgen und Maschinenbelegungen müssen kurzfristig von der Produktionsplanung in die Produktionssteuerung überführt werden können.

---

**Projektleitung:** Dr.-Ing. Tobias Reggelin  
**Projektbearbeitung:** Sebastian Lang, M.Sc. Marcel Müller  
**Kooperationen:** Deutsch Kasachische Universität (DKU) Almaty, Kasachstan; Fraunhofer IFF Magdeburg; MADI - Moscow Automobile and Road Construction State Technical University; Hochschule Landshut; SIGMA Clermont - Graduate School of Engineering; University of Miskolc; Volga State University of Water Transport; Russian Intermodal Logistics Association; Kyrgyz State Technical University after I. Razzakov; Kyrgyz National Agrarian University named after K. I. Skryabin.; KAZLOGISTICS - Transport Union of Kazakhstan; Kazakh Academy of Transport and Communications named after M. Tynyshepaev  
**Förderer:** EU - ERASMUS+ - 01.12.2017 - 15.10.2021

## **Development of a Bologna-based Master Curriculum in Resource Efficient Production Logistics (ProdLog)**

ProdLog addresses the issue of a weak industrial sector in Kazakhstan, Kyrgyzstan and Russian Federation and focuses on enabling universities to gain and provide a profound and holistic knowledge on planning and operating sustainable production processes. For that purpose a bologna-based master curriculum with 18 modules in resource efficient production logistics will be developed and implemented in six universities of the partner countries. The academic staff will be trained with innovative teaching methods in the learning factory "Technology centre for production and logistics systems PULS" and equipped with state of the art logistics laboratories. By means of that, the understanding of logistics shall be widened - away from transport logistics to a systemic and interdisciplinary approach of applicant-oriented education, challenges with economical, political and social problems of our society.

---

**Projektleitung:** M.Sc. Marcel Müller, Dr.-Ing. Tobias Reggelin  
**Kooperationen:** Fraunhofer IFF Magdeburg; Ematik GmbH Magdeburg; EBF Dresden GmbH; ZPVP Zentrum für Produkt-, Verfahrens- und Prozessinnovation GmbH - Experimentelle Fabrik Magdeburg; OvGU - FMB-IMS - Forschungsgruppe "Autonome Fahrzeuge"  
**Förderer:** Bund - 01.01.2018 - 29.02.2020

## **LOCsys - Laundry Order Consolidation System**

Im Rahmen des FuE-Projektes "LOCsys" (Laundry Order Consolidation System) ist die Entwicklung und Testung eines neuartigen, automatischen Systems zur Pufferung, Konsolidierung und Kommissionierung kundenbezogener, kleinteiliger Waschaufträge in industriellen Großwäschereien vorgesehen.

Die Realisierung der Entwicklung erfolgt in einem Kooperationsprojekt in Zusammenarbeit von drei KMU-Partnern (EBF Dresden GmbH, FRAIMTEC Automation & Anlagenmontage GmbH und Ematik GmbH) und zwei Forschungspartnern (Otto-von-Guericke-Universität, Fraunhofer IFF). Das geplante Vorhaben ist auf eine Laufzeit von 2 Jahren ausgelegt. Ein prototypischer Aufbau und Erprobung des Systems ist bei der Puschendorf Textilservice GmbH am Standort Flechtigen oder Schönebeck vorgesehen.

Das avisierte Vorhaben ist ein aus dem ZIM-Netzwerk "NekoS" hervorgegangenes FuE-Projekt und wird von der Netzwerkmanagementeinrichtung, der ZPVP Zentrum für Produkt-, Verfahrens- und Prozessinnovation GmbH - Experimentelle Fabrik Magdeburg, bei der Umsetzung begleitet.

Das Projekt "LOCsys" wird als Verbundprojekt vom BMWi im Rahmen des Zentralen Innovationsprogramms Mittelstand (ZIM) gefördert.

---

**Projektleitung:** Dr.-Ing. Henning Strubelt  
**Projektbearbeitung:** Dr. Hartwig Haase, Franziska Körner  
**Förderer:** Bund - 01.01.2019 - 30.11.2020

## **RegProKlima /, DAS: Trans- und interdisziplinäres Bildungsmodul: Landespolitisches Regierungsprogramm zur regionalen Klimaanpassung**

Im Rahmen dieses Projektes wird ein trans- und interdisziplinäres Bildungsmodul entwickelt und erprobt, welches die Thematik des Klimawandels den Studierenden im Rahmen eines Fallbeispiels vermittelt und diese mit Hilfe interaktiver Methoden sensibilisiert. Im Fokus des Bildungsmoduls steht dabei die Entwicklung eines landespolitischen Regierungsprogramms (Fallbeispiel), das sowohl notwendige Anpassungen an nicht mehr vermeidbare Effekte des Klimawandels berücksichtigt aber auch zukünftige Maßnahmen zur Reduzierung von CO<sub>2</sub>-e festlegt.

Durch intuitive und diskursive Kreativitätsmethoden sollen die Studierenden eingangs die maßgeblichen Schwerpunkte diskutieren und festlegen sowie den neu zu bildenden "Ministerien" einer fiktiven Landesregierung zuordnen. Dabei soll versucht werden, die klassischen Ressorts und parteipolitische Standpunkte

auszublenen und losgelöst davon die Erfordernisse des Klimawandels in den Mittelpunkt zu stellen. Die Entwicklung des Regierungsprogramms zur Klimaanpassung in den neu bestimmten Ressorts und die Vorbereitung der Plenarsitzung soll durch thematische Workshops, unter Einbeziehung von Wissenschaftlern und Fachexperten sowie regionalen Nachhaltigkeitsinitiativen und Reallabors, vorbereitet und unterstützt werden.

Höhepunkt des Moduls soll die Vorstellung und Abstimmung eines landespolitisch orientierten "Regierungsprogramms" auf einer öffentlichen Plenarsitzung durch die Studierenden sein. Ziel des Projektes ist die Entwicklung und Erprobung dieses Moduls sowie anschließend die langfristige Etablierung und Verfügbarkeit für alle interessierten Studierenden zur nachhaltigen Sensibilisierung für die Thematiken der Klimaanpassung, des Klimawandels und der Nachhaltigkeit.

---

**Projektleitung:** Dr.-Ing. Sebastian Trojahn  
**Projektbearbeitung:** Dipl.-Ing. Hagen Borstell  
**Kooperationen:** ZPVP Zentrum für Produkt-, Verfahrens- und Prozessinnovation GmbH - Experimentelle Fabrik Magdeburg; Viaboxx GmbH  
**Förderer:** Bund - 01.01.2018 - 31.03.2020

#### **Track4Goods - Hochaufgelöstes Tracking von Packstücken in Stückgutpeditionsanlagen mit kamerabasierten Umgebungswahrnehmungsmodulen**

Das geplante FuE-Vorhaben "Track4Goods" widmet sich der Herausforderung, die Fehlerhäufigkeit im manuellen Packstückumschlag in Stückgutpeditionsanlagen mit chaotischen Lagerprozessen wesentlich zu reduzieren. Zentrale Zielstellung ist es, ein kamerabasiertes System zu entwickeln, mit welchem die Transportwege der Packstücke vom Wareneingang, über die Zwischenlagerung bis zum Warenausgang und deren Zustände (z.B. Prozessschritt, Erscheinungsbild) hochaufgelöst, robust und in Echtzeit erfasst werden können, um folgend Prozessfehler durch Anwendung von echtzeitfähigen Prozessanalyseverfahren zu vermeiden bzw. zu mindern.

Die Realisierung der Entwicklung erfolgt in einem Kooperationsprojekt in Zusammenarbeit von einem KMU-Partner (Viaboxx GmbH) und einem Forschungspartner (Otto-von-Guericke Universität). Das geplante Vorhaben ist auf eine Laufzeit von 2 Jahren und 3 Monaten ausgelegt. Ein prototypischer Aufbau und Erprobung des Systems ist im Applikationszentrum für intelligente Logistikräume im Galileo-Testfeld Sachsen-Anhalt vorgesehen.

Das avisierte Vorhaben ist ein aus dem ZIM-Netzwerk "NekoS" hervorgegangenes FuE-Projekt und wird von der Netzwerkmanagementeinrichtung, der ZPVP Zentrum für Produkt-, Verfahrens- und Prozessinnovation GmbH - Experimentelle Fabrik Magdeburg, bei der Umsetzung begleitet.

---

**Projektleitung:** Dipl.-Wirtsch.-Inf. Oliver Meier  
**Kooperationen:** Ministerium für Landesentwicklung und Verkehr Sachsen-Anhalt; FH OÖ Research & Development Ltd., Österreich; Association of Chemical and Pharmaceutical Industry of Slovak Republic; Ustecky Region, Tschechische Republik; Ministerium für Wissenschaft und Wirtschaft Sachsen-Anhalt  
**Förderer:** EU - INTERREG - 01.12.2016 - 28.11.2021

#### **ChemMultimodal - Promotion of Multimodal Transport in Chemical Logistics**

Die chemische Industrie ist mit 340.000 Beschäftigten und einem Jahresumsatz von 117 Milliarden Euro ein wichtiger Wirtschaftsfaktor in Mitteleuropa. Auch für die Logistikbranche spielt die chemische Industrie mit 8% des Gesamtfrachtaufkommens eine entscheidende Rolle. Ein großes Ziel der Branche ist die Stärkung multimodaler Transporte und der Verlagerung von LKW-Transporten zur Bahn, vor allem auch unter Sicherheits- und Effizienzaspekten. Eine fortwährende Optimierung der logistischen Prozesse ist eine Grundvoraussetzung für langfristigen Erfolg.

Das Hauptziel des ChemMultimodal Projektes ist die Förderung des multimodalen Transportes chemis-

cher Güter durch den Aufbau und die Koordination der Zusammenarbeit von Chemieunternehmen, spezialisierten Logistikdienstleistern, Terminal-Betreibern und der öffentlichen Administration.

Auf Grundlage einer detaillierten Anforderungsanalyse zur Erhöhung des Anteils multimodaler Transporte von chemischen Gütern, wird eine Toolbox entwickelt um die Chemieunternehmen und Logistikdienstleister auf strategischer und operativer Ebene dabei zu unterstützen ihren Anteil multimodaler Transporte zu erhöhen. Die Toolbox wird in 6 Pilotversuchen mit 30 Chemieunternehmen in den Partnerländern getestet mit dem Ziel eine reale Erhöhung der multimodalen Transporte zu erhalten. Ziel der Pilotversuche ist eine jeweilige Erhöhung multimodaler Transport um 10% und einer Reduzierung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes um 5% bis zum Projektende. Weiterhin werden 6 Trainingsseminare durchgeführt um die Methoden in weiteren 120 Unternehmen zu verbreiten. Die nachhaltige Nutzung der Projektergebnisse soll durch ein gemeinsames Strategiepapier sowie 7 regionale Aktionspläne erreicht werden.

Das Projekt wird gefördert durch das Interreg Central Europe Programm (subsidy contract CE36).

---

**Projektleitung:** M.Sc. Tom Assmann, M.Sc. Julius Brinken  
**Kooperationen:** Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung IFAM; Zentrum für Brennstoffzellen Technik GmbH; AVA Maschinen Service GmbH; EMEC-Prototyping GmbH; Vitesco Technologies GmbH  
**Förderer:** Bund - 01.11.2020 - 31.10.2023

### **Mobile Wasserstoffversorgung der nächsten Generation - TP Logistikkonzept für PowerPaste**

*PowerPaste* ist ein Paste, in welcher Wasserstoff als Feststoff in Magnesiumhydrid gebunden ist. Die vom Fraunhofer IFAM patentierte Technologie, ermöglicht eine andere Wasserstoff-Versorgungskette als bisher. Durch geringere Anforderungen an Druck und Temperatur sind andere Logistikprozesse möglich. Beispielsweise erlaubt die Technologie die Nutzung von standardisierten Behältern und stark vereinzelt Sendungseinheiten und eröffnet Chancen bezüglich der Belieferung dezentraler Bedarfsorte.

Im Teilprojekt *Logistikkonzept für PowerPaste* werden die logistischen Prozesse entlang der gesamten Wertschöpfungskette von *PowerPaste* erarbeitet und gestaltet. Dazu gehören die Gestaltung und Auswahl der Behälter, das Erarbeiten von Distributions- und Recyclingprozessen, sowie der Vergleich verschiedener Wasserstoffversorgungsketten mithilfe von Simulation. Ziel ist es die Marktfähigkeit des Produktes zu stärken und durch integrierte Logistikplanung zu unterstützen.

Das Projekt wird vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) im Rahmen des 7. Energieforschungsprogramm für anwendungsorientierte nichtnukleare FuE gefördert.

---

**Projektleitung:** M.Sc. Tom Assmann, Jun.-Prof. Dr.-Ing. Stephan Schmidt  
**Projektbearbeitung:** M.Sc. Sören Meisner  
**Kooperationen:** United Parcel Service (UPS); TU Bergakademie Freiberg - Prof. Sebastian Zug  
**Förderer:** Bund - 01.03.2020 - 28.02.2021

### **AK\_hoch\_2: Automatisierte, multilayer Kartierung von urbanen Arealen für autonome Kleinfahrzeuge**

Neben den weit diskutierten Entwicklungen etablierter Fahrzeug-OEMs auf Basis von konventionellen PKWs und LKWs stellen Mikromobile einen Schlüssel für die Bewältigung zukünftiger Mobilitäts- und Logistikaufgaben dar. Aktuell stehen insbesondere autonom operierende Liefersysteme im Fokus der Aufmerksamkeit. Dabei skizzieren diese Vorhaben kleinteilige Systeme, die sich, anders als automotiv, autonome Anwendungen, auf Rad- und Fußwegen bewegen. Das Starship Projekt ist hier nur das prägnanteste Beispiel. Grundlage für jedes autonome Verhalten sind spezifische Weltmodelle, die die Umgebung abstrakt abbilden und die Grundlage der Planung auf globaler und lokaler Ebene sind. Die für die Trajektorienberechnung, Situationserkennung oder Nutzerinteraktion notwendigen hochaufgelösten Modelle sollten für die avisierten Robotersysteme allerdings soweit wie möglich als externes Kartenmaterial bereitstehen. Während für den automobilen Bereich bereits einige Kartendienste und OEMs eng kooperieren, um den sehr aufwendigen Herstellungsprozess von exakten Fahrbahnkarten zu erzielen, wird der weitere Straßenraum

der Radverkehrsanlagen und Gehwege nicht abgedeckt. Hier besteht bisher kein Verfahren, wie diese Karten effizient erstellt werden können und wie entsprechend exakte Information als "Commons" in OpenStreetMap automatisiert abgebildet werden.

Kernziel des Vorhabens AK2 ist die Entwicklung eines automatisierten Verfahrens zur Erstellung von Umgebungsdaten, für hochautomatisierte und autonome Roboterfunktionen auf Radverkehrsanlagen und/oder Gehwegen. Das Ziel besteht in:

Der Definition der aufzunehmenden Daten und ihre Aufnahme- und Verarbeitungsanforderungen aus logistischer Perspektive

Die Datenschutzkonforme Datenaufnahme, Datenverarbeitung wie Speicherung

Prüfung der logistischen Anwendbarkeit und Integrationsfähigkeit in Prozesse und Geschäftsmodelle von KEP-Diensten.

---

**Projektleitung:** M.Sc. Tom Assmann

**Projektbearbeitung:** M.Sc. Imen Haj Salah, M.Sc. Vasu Dev Mukku

**Kooperationen:** Otto-von-Guericke Universität, Jun.-Prof. Dr.-Ing. Stephan Schmidt; Otto-von-Guericke Universität, Prof. Dr. Ellen Matthies; Nahverkehrsgesellschaft Sachsen-Anhalt; Landeshauptstadt Magdeburg

**Förderer:** EU - EFRE Sachsen-Anhalt - 01.07.2019 - 30.06.2022

### **AuRa-Autonomes Rad Flexibler Einsatz autonomer Fahrradsysteme für Logistik- und Beförderungsaufgaben - TP Betriebskonzept**

Die Möglichkeit, Wege flexibel aber auch kostengünstig zurücklegen zu können, definiert eines der grundlegenden Bedürfnisse unserer Gesellschaft. Der PKW-orientierte Individualverkehr wird den Anforderungen zwar durch eine hohe Transportkapazität, Komfort und Verfügbarkeit gerecht, verursacht aber neben Staus, und individuell hohen Kosten, übergreifende ökologische Probleme. Entsprechend bietet insbesondere der urbane Raum alternative individuelle (Bike-Sharing, Car-Sharing, Taxis) oder öffentliche Alternativen zur Befriedigung von Mobilitätsbedürfnissen. Jeder der Transportmodi bringt spezifische Vor- und Nachteile mit sich, die von den Nutzerinnen dem Bedarf folgend kombiniert werden. Diese intermodalen Mobilitätsketten sind allerdings lückenhaft, d.h. es existieren Mobilitätsbedürfnisse die nur eingeschränkt erfüllbar sind oder den PKW alternativlos erscheinen lassen. Konkrete Problemstellungen lassen sich an drei Beispielen illustrieren:

**Pendeln zum ÖPNV und ÖPFV:** Der Hauptkritikpunkt, der gegen die Nutzung des öffentlichen Personen-Nah- und Fernverkehrs spricht ist die fehlende durchgängige Verfügbarkeit, so dass bis zu Anschlussstelle längere Wege zu Fuß zurückgelegt werden müssen ("Letzte Meile"). Pendlerinnen, die zunächst den ÖPNV erreichen und am Ende den Weg zu ihrem Ziel überbrücken müssen, belastet diese Lücke auf jeder Fahrt doppelt, insbesondere mit schwerem Gepäck. Bike-Sharing-Systeme (BSS) an Bahnhöfen adressieren das Problem, zur Rückgabe ist wieder ein Weg zu einer Verleihstation notwendig. Aus Betreibersicht generiert die notwendige Redistribution der Fahrräder (zur Ausgangsstation) 30-80% der Betriebskosten des Systems<sup>1/2</sup>.

**Einkaufen:** Ältere und mobilitätseingeschränkte Menschen sind oft nicht in Besitz eines eigenen Führerscheins oder PKWs und nutzen daher für regelmäßige Besorgungen den ÖPNV. Der Rückweg wird durch den Transport der Einkäufe beschwerlich. Gängige "Einkaufs-Trolleys" setzen bei der ÖPNV-Nutzung eine barrierefreie Haltestelle voraus. Wegen der Instabilität und dem geringen Transportvolumen scheidet auch zweirädrige Fahrräder aus, aktuelle dreirädrige Lastenfahrräder mit der für diese Nutzerinnengruppe wichtigen Tretkraftunterstützung sind kostenintensiv und kaum in einen klassischen Fahrradkeller zu verbringen.

**Kinderbeförderung:** Für die Beförderung der Kinder steht in vielen Haushalten nur ein geeignetes Fahrzeug (gemeinsam genutztes Automobil, ein Kinderfahrradsitz/-Anhänger) zur Verfügung. Entsprechend erfordert die Realisierung der Wege einen hohen Koordinationsaufwand und die umständliche Nutzung alternativer Verkehrsmittel. Zudem führt der automobiler "Bringeverkehr" zu einer hohen Verkehrsbelastung und Gefährdung für die Kinder, so dass viele Einrichtungen das Konzept einer "autofreien Schule" verfolgen und so den Druck auf Eltern zur Nutzung alternativer Verkehrsmittel wie etwa Fahrräder erhöhen.

Zukünftigen Verkehrsmodalitäten wie autonome PKW, selbstfahrende Busse oder Robo-Taxis adressieren die genannten Probleme, lösen das Verkehrsproblem aber nicht grundsätzlich. Durch eine erhöhte Anzahl von Leerfahrten und die Substitution von öffentlichem Verkehr besteht die Gefahr, dass das Verkehrsaufkommen im urbanen Raum eher zunimmt. "AuRa" löst diese Herausforderung, in dem die Idee der "Mobilität als Dienstleistung" auf autonome Mikromobile übertragen wird. Im Unterschied zu Forschungsvorhaben mit Segways oder Hoverboards zielt "AuRa" auf ein sicherheitsorientiertes, intuitiv bedienbares und flexibel konfigurierbares

Fahrzeug, das ohne Führerschein benutzt werden kann. Zur Lösung der oben skizzierten Probleme entwirft "AuRa" ein Gesamtsystem für dreirädrige Lastenräder, die autonom bereitgestellt werden. Dieser auf technischer, logistisch/betriebswirtschaftlicher, sozialwissenschaftlicher und rechtlicher Ebene höchst anspruchsvollen Aufgabe begegnet das "AuRa"-Projektteam mit einem breit aufgestellten Team von Expertinnen aus den relevanten Fachdisziplinen.

Das Teilpaket 2, die Entwicklung von Betriebsstrategien und operativer Betriebsführung, hat zum Ziel, die Anwendungs- und Implementierungsfähigkeit von AuRa in organisationaler und wirtschaftlicher Sicht zu erzeugen. Dies teilt sich in zwei grundlegende Entwicklungsstränge, a) das strategische Betriebskonzept welches sich mit grundlegenden Fragen der Systemgestaltung (Einsatzareal, Kunden, Stationsstruktur, Fahrzeugbedarf, Energieversorgung) in Bezug auf die wirtschaftliche Implementierung befasst und b) den Bereich der taktisch/operativen Betriebsführung in dem Strategien für das effiziente Fahrzeugrouting, die Fahrzeugbereitstellung und die Redistribution in Relation zur Systemzuverlässigkeit und Fahrzeuggeschwindigkeit bezogen auf volatile zeitlich-räumlich Nachfrage analysiert werden. Beiden Entwicklungsbereichen ist eine umfangliche Konzeption mit den weiteren Entwicklungspartnern vorangestellt.

Die Kernfrage und wissenschaftliche Neuerung dabei ist, inwieweit sich bestehende Grundsätze der Planung von Bikesharing-Systemen (strategisches Betriebskonzept) und der Redistribution von Fahrzeugen (Betriebsführung) durch den Einsatz von Autonomen Lastenrädern verändern. Der zweite Aspekt gewinnt dabei dadurch deutlich an Komplexität, dass zu der Redistribution jetzt ebenso ein Routing der Fahrzeuge sowie die Fahrzeugbereitstellung in Form des Auftragsmanagements hinzukommen.

## **6. EIGENE KONGRESSE, WISSENSCHAFTLICHE TAGUNGEN UND EXPONATE AUF MESSEN**

- 28. Internationale Kranfachtagung "Kran 4.0: Potenziale der Digitalisierung", 04. und 05. März 2020, Magdeburg
- 13th International Doctoral Student Workshop on Logistics, June 16, 2020, Magdeburg

## 7. VERÖFFENTLICHUNGEN

### BEGUTACHTETE ZEITSCHRIFTENAUFsätze

**Ajmal, Mohsin; Röbler, Thomas; Richter, Christian; Katterfeld, André**

Calibration of cohesive DEM parameters under rapid flow conditions and low consolidation stresses  
Powder technology: an international journal on the science and technology of wet and dry particulate systems -  
Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Bd. 374.2020, S. 22-32;  
[Imp.fact.: 3.413]

**Assmann, Tom; Lang, Sebastian; Müller, Florian; Schenk, Michael**

Impact assessment model for the implementation of cargo bike transshipment points in urban districts  
Sustainability - Basel: MDPI, Volume 12 (2020), issue 10, article 4082, 19 Seiten, 2019;  
[Imp.fact.: 2.592]

**Chumachenko, Yevgeniy; Richter, Christian; Katterfeld, André**

Smart Monitoring in der Praxis - Web 4.0 und IoT-Technologien steigern Sicherheit und Produktivität von  
Förderbandanlagen  
Schüttgut & Prozess: aus der Praxis für die Praxis - Wiesbaden: BSB+P Communication Group, bulkmedia  
division . - 2020, 5, S. 20-27

**Eberspächer, Ralph; Zadek, Hartmut**

Pre-requisites and added value based upon a comprehensive coordination of multi-product customer orders in  
MTO production networks  
Logistics journal / Nicht-referierte Veröffentlichungen: LJ - Stuttgart: WGTl . - 2020, insges. 8 S.;

**Herlyn, Wilmjacob Johannes; Zadek, Hartmut**

Der Digitale Steuerungs-Zwilling - Dynamische Auftrags- und Materialflusssteuerung auf Basis des Konzepts  
eines Digitalen Steuerungs-Zwillings  
Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb: ZWF - Berlin: de Gruyter, Volume 115/special (2020), Seite 70 - 73;

**Krause, Karen; Assmann, Tom; Schmidt, Stephan; Matthies, Ellen**

Autonomous driving cargo bikes - introducing an acceptability-focused approach towards a new mobility offer  
Transportation research interdisciplinary perspectives - Amsterdam: Elsevier Ltd., Volume 6 (2020), article 100135;

**Müller, Marcel; Schmidt, Stephan; Reggelin, Tobias**

Deadlock and collision handling for automated rail-based storage and retrieval units  
IEEE Xplore digital library/ Institute of Electrical and Electronics Engineers - New York, NY: IEEE . - 2019, S.  
1591-1601;  
[Konferenz: 2019 Winter Simulation Conference, WSC, National Harbor, MD, USA, 8-11 December 2019]

**Reggelin, Tobias; Lang, Sebastian; Schauf, Christian**

Mesosopic discrete-rate-based simulation models for production and logistics planning  
Journal of simulation: JOS - Abingdon: Taylor & Francis Group, Vol. 14 (2020), 4, insgesamt 10 Seiten;  
[Imp.fact.: 1.214]

**Richter, Christian; Katterfeld, André**

Anwendung der DEM-MK-Simulation am Beispiel von Becherwerken  
Logistics journal / Proceedings: LJ - Stuttgart: WGTl . - 2020, insges. 7 S.;

**Richter, Christian; Röbler, Thomas; Otto, Hendrik; Katterfeld, André**

Coupled discrete element and multibody simulation, part I - implementation, verification and validation  
Powder technology: an international journal on the science and technology of wet and dry particulate systems -  
Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Bd. 379.2021, S. 494-504, 2020;  
[Imp.fact.: 3.413]

**Rolf, Benjamin; Reggelin, Tobias; Nahhas, Abdulrahman; Lang, Sebastian; Müller, Marcel**

Assigning dispatching rules using a genetic algorithm to solve a hybrid flow shop scheduling problem  
Procedia manufacturing - Amsterdam [u.a.]: Elsevier, Bd. 42.2020, S. 442-449;  
[Konferenz: International conference on Industry 4.0 and Smart Manufacturing (ISM 2019)]  
[Imp.fact.: 1.39]

**Rößler, Thomas**

Die Diskrete Elemente Methode - Vorhersage des abrasiven Verschleißes in der Schüttgutfördertechnik  
Bergbau: Zeitschrift für Rohstoffgewinnung, Energie, Umwelt ; offizielles Organ des RDB e.V., Ring Deutscher Bergingenieure - Essen: RDB Service GmbH, Bd. 71.2020, 7, S. 316-321

**Strubelt, Henning; Mollenhauer, Felix**

Identifying and evaluating synergies of Lean Six Sigma and knowledge management in deliberately interlocking application  
International journal of quality & reliability management - Bingley: Emerald . - 2019, 2020;  
[Ahead-of-print]

**Strubelt, Henning; Trojahn, Sebastian; Lang, Sebastian**

Transparency and training in manufacturing and logistics processes in times of industry 4.0 for Smes  
IEEE Xplore digital library/ Institute of Electrical and Electronics Engineers - New York, NY: IEEE . - 2019, S. 2013-2024;  
[Konferenz: 2019 Winter Simulation Conference, WSC, National Harbor, MD, USA, 8-11 December 2019]

## BEGUTACHTETE BUCHBEITRÄGE

**Beckmann, Sönke; Biletska, Olga; Zadek, Hartmut**

Requirements for pilot routes and infrastructure for the introduction of automated shuttle buses in public areas  
Tagungsband zum 16. Fachkolloquium der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Technische Logistik e.V. (WGTL):  
01. und 02. September 2020 / Herausgeber: Jochen Kreuzfeldt, Technische Universität Hamburg, Institut für  
Technische Logistik ; Wissenschaftliche Gesellschaft für Technische Logistik e.V.: 01. und 02. September 2020/  
Wissenschaftliche Gesellschaft für Technische Logistik - Hamburg: Technische Universität Hamburg, Institut für  
Technische Logistik, 2020; Kreuzfeldt, Jochen . - 2020, S. 299-321

**Concepción Maure, Lissette; Abreu Ledón, René Felix Abel; Coello Machado, Norge Isaias; Glistau, Elke**

Industry 4.0 and lean manufacturing - a conceptual model for its integration into the cement industry  
13th International Doctoral Students Workshop on Logistics, June 16, 2020 Magdeburg: conference proceedings/  
International Doctoral Students Workshop on Logistics - Magdeburg: Otto-von-Guericke-Universität, 2020;  
Schenk, Michael . - 2020, S. 37-43;  
[Workshop: 13th International Doctoral Students Workshop, June 16, 2020 Magdeburg]

**Glistau, Elke**

Kubadeutsch  
Wandeln / Herausgeber Konstantin D. Haensch, Daniela Kuka, Elena Dellasega, Eva Düllo - Berlin: Universität  
der Künste Berlin, 2020 . - 2020, S. 21-27;  
[Texturen; Bd. 7]

**González Cabrera, Ernesto; Cespón Castro, Roberto; Coello Machado, Norge Isaias; Glistau, Elke**

Analysis and improvement of the warehouse of finished products in rum factory  
13th International Doctoral Students Workshop on Logistics, June 16, 2020 Magdeburg: conference proceedings/  
International Doctoral Students Workshop on Logistics - Magdeburg: Otto-von-Guericke-Universität, 2020;  
Schenk, Michael . - 2020, S. 49-54;  
[Workshop: 13th International Doctoral Students Workshop, June 16, 2020 Magdeburg]

**Haase, Hartwig**

Sustainability and sustainable development  
Integrated Design Engineering: Interdisciplinary and Holistic Product Development - Cham: Springer  
International Publishing AG, 2020 . - 2020, S. 163-220;  
[Kapitel 5]

### **Haj Salah, Imen**

Fleet management challenges of the next generation of bike-sharing system with autonomous cargo-bikes  
13th International Doctoral Students Workshop on Logistics, June 16, 2020 Magdeburg: conference proceedings/  
International Doctoral Students Workshop on Logistics - Magdeburg: Otto-von-Guericke-Universität, 2020;  
Schenk, Michael . - 2020, S. 55-60;  
[Workshop: 13th International Doctoral Students Workshop, June 16, 2020 Magdeburg]

### **Herlyn, Wilmjakob Johannes**

Die terminliche Steuerung des Serieneinsatzes von Produkten und technischen Änderungen im Automobilbau aus  
logistischer Sicht  
Sichere und nachhaltige Logistik - 20. Magdeburger Logistiktage: 20. Magdeburger Logistiktage/ Magdeburger  
Logistiktage Sichere und Nachhaltige Logistik - Magdeburg: Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und  
-automatisierung IFF, 2015 . - 2015, S. 63-71;  
[Kongress: 20. Magdeburger Logistiktage "Sichere und nachhaltige Logistik - 20. Magdeburger Logistiktage",  
Magdeburg, 24. - 25. Juni, 2015]

### **Herlyn, Wilmjakob Johannes**

The smart factory and the unique digital order twin  
ResearchGATE: scientific network ; the leading professional network for scientists - Cambridge, Mass.:  
ResearchGATE Corp., 2010 . - 2020, insges. 83 S. ;  
[Konferenz: Stuttgarter Conference of Automotive Production, SCAP 2020]

### **Herlyn, Wilmjakob Johannes; Zadek, Hartmut**

Mastering the supply chain by a concept of a digital control-twin  
Data science and innovation in supply chain management: how data transforms the value chain / Christian M.  
Ringle, Thorsten Blecker, Wolfgang Kersten (Eds.): how data transforms the value chain - epubli, 2020; Ringle,  
Christian M. . - 2020, S. 661-697

### **Lang, Sebastian; Reggelin, Tobias; Behrendt, Fabian; Nahhas, Abdulrahman**

Evolving neural networks to solve a two-stage hybrid flow shop scheduling problem with family setup times  
Hawaii International Conference on System Sciences 2020/ Hawaii International Conference on System Sciences  
- Honolulu, Hawaii: ScholarSpace, 2020 . - 2020, S. 1298-1307, 1 Online-Ressource (1,05 MB);  
[Konferenz: 53rd Hawaii International Conference on System Sciences 2020, Honolulu, Hawaii, 2020.01.06-10]

### **Richter, Christian; Katterfeld, André**

Anwendung der DEM-MK-Simulation am Beispiel von Becherwerken  
Tagungsband zum 16. Fachkolloquium der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Technische Logistik e.V. (WGTL):  
01. und 02. September 2020 / Herausgeber: Jochen Kreuzfeldt, Technische Universität Hamburg, Institut für  
Technische Logistik ; Wissenschaftliche Gesellschaft für Technische Logistik e.V.: 01. und 02. September 2020/  
Wissenschaftliche Gesellschaft für Technische Logistik - Hamburg: Technische Universität Hamburg, Institut für  
Technische Logistik, 2020; Kreuzfeldt, Jochen . - 2020, S. 29-35

### **Rodríguez Romero, Yalili; Cespón Castro, Roberto; Coello Machado, Norge Isaias; Glistau, Elke**

Empirical analysis of learning effects in lead-time  
13th International Doctoral Students Workshop on Logistics, June 16, 2020 Magdeburg: conference proceedings/  
International Doctoral Students Workshop on Logistics - Magdeburg: Otto-von-Guericke-Universität, 2020;  
Schenk, Michael . - 2020, S. 83-89;  
[Workshop: 13th International Doctoral Students Workshop, June 16, 2020 Magdeburg]

### **Röbler, Thomas; Katterfeld, André; Dratt, Mathias; Otto, Hendrik; Köther, Heiko; Kerler, Moritz; Barnard, Matthew**

Einsatz der Diskrete Elemente Methode zur Beschreibung des abrasiven Verschleißes in der Schüttgutförderertechnik  
9. Kolloquium Fördertechnik im Bergbau: 5. und 6. Februar 2020 : Tagungsband / Institut für Bergbau,  
Technische Universität Clausthal ; Herausgeber: Univ.-Prof. Dr.-Ing. Oliver Langefeld: 5. und 6. Februar 2020 :  
Tagungsband/ Kolloquium Fördertechnik im Bergbau - Clausthal-Zellerfeld: Papierflieger Verlag GmbH, 2020 . -  
2020, S. 193-207;  
[Tagung: 9. Kolloquium Fördertechnik im Bergbau: 5. und 6. Februar 2020 : Tagungsband / Institut für  
Bergbau, Technische Universität Clausthal ; Herausgeber: Univ.-Prof. Dr.-Ing. Oliver Langefeld, 5. und 6.  
Februar 2020, Clausthal]

**Thomas, Franziska; Zadek, Hartmut**

Evaluating logistics processes - a comparison between intralogistics and urban transport systems  
13th International Doctoral Students Workshop on Logistics, June 16, 2020 Magdeburg: conference proceedings/  
International Doctoral Students Workshop on Logistics - Magdeburg: Otto-von-Guericke-Universität, 2020;  
Schenk, Michael . - 2020, S. 103-108;  
[Workshop: 13th International Doctoral Students Workshop, June 16, 2020 Magdeburg]

**Trojahn, Sebastian; Glistau, Elke; Coello Machado, Norge Isaias; Mai, Lisa**

Make-or-buy and current trends  
13th International Doctoral Students Workshop on Logistics, June 16, 2020 Magdeburg: conference proceedings/  
International Doctoral Students Workshop on Logistics - Magdeburg: Otto-von-Guericke-Universität, 2020;  
Schenk, Michael . - 2020, S. 109-114;  
[Workshop: 13th International Doctoral Students Workshop, June 16, 2020 Magdeburg]

**Wonner, Lisa; Otto, Hendrik**

Messsystem zur Bestimmung von Tragrollenfehlausrichtungen an gemuldeten Gurtförderanlagen  
Nachhaltige Logistik: Logistikwerkstatt Graz 2020, 24. 11. 2020/ Logistikwerkstatt Graz - [Graz]: Verlag der  
Technischen Universität Graz, 2020 . - 2020, S. 65-84;  
[Konferenz: Logistikwerkstatt Graz 2020]

## WISSENSCHAFTLICHE MONOGRAFIEN

**Assmann, Tom; Müller, Florian; Bobeth, Sebastian; Baum, Leonard**

Planning of Cargo Bike Hubs - a guide for municipalities and industry for the planning of transshipment hubs for  
new urban logistics concepts  
Magdeburg: Otto-von-Guericke-Universität, Institut für Logistik und Materialflusstechnik, 2020, 1 Online-  
Ressource (25 Seiten, 4,47 MB);

**Haase, Hartwig**

Genug, für alle, für immer - Nachhaltigkeit ist einfach komplex  
Wiesbaden: Springer, 2020, XIV, 189 Seiten, Illustrationen (teilweise farbig), Diagramme (teilweise farbig), 24  
cm - (Sachbuch);  
[Literaturverzeichnis: Seite 175-189]

**Strubelt, Henning; Trojahn, Sebastian**

Sachbericht zum Forschungsvorhaben IBÖ-05: WoodChain - Ganzheitlicher Ansatz für eine transparente,  
nachverfolgbare Holz Supply Chain - Laufzeit des Vorhabens: 01.10.2018 bis 31.07.2019  
Magdeburg: Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Institut für Logistik und Materialflusstechnik (ILM), 2019,  
1 Online-Ressource (20 Seiten, 1,11 MB), Illustrationen, Diagramm;  
[Unterschiede zwischen dem gedruckten Dokument und der elektronischen Ressource können nicht ausgeschlossen  
werden; Förderkennzeichen BMBF 031B0690]

## HERAUSGEBERSCHAFTEN

**Katterfeld, André; Richter, Klaus; Krause, Friedrich; Pfeiffer, Dagmar**

28. Internationale Kranfachtagung 2020 "Kran 4.0: Potenziale der Digitalisierung", am 04. und 05. März 2020  
in Magdeburg  
Magdeburg: LOGiSCH GmbH, 2020, 206 Seiten, Illustrationen, Pläne, Diagramme, 30 cm;  
Kongress: Internationale Kranfachtagung 28 (Magdeburg : 2020.03.04-05)

**Schenk, Michael; Glistau, Elke**

13th International Doctoral Students Workshop on Logistics, June 16, 2020 Magdeburg  
Magdeburg: Otto-von-Guericke-Universität, 2020, 130 Seiten, Illustrationen, Diagramme;  
Kongress: International Doctoral Students Workshop on Logistics 13 (Magdeburg : 2020.06.16)

## DISSERTATIONEN

### **Eberspächer, Ralph; Zadek, Hartmut [AkademischeR BetreuerIn]**

Kostenoptimierung bei der Einplanung von Kundenaufträgen in Produktionsnetzwerken - Modell zur operativen Produktionsplanung am Beispiel von Auftragsfertigern im Maschinen- und Anlagenbau  
Magdeburg: Zadek Management & Strategy, 2020, 1. Auflage, XVII, 221 Seiten, 70 Illustrationen, 21 cm x 14.8 cm, 330 g - (Zadek-Publikationen zur Logistik; 5);  
[Literaturverzeichnis: Seite 209-221]

### **Richter, Christian; Katterfeld, André [AkademischeR BetreuerIn]**

Gekoppelte Diskrete Elemente und Mehrkörpersimulation am Beispiel von Becherförderern  
Magdeburg, 2020, X, 157 Seiten, Illustrationen, Diagramme;  
[Literaturverzeichnis: Seite 149-157]

# INSTITUT FÜR MASCHINENKONSTRUKTION

Universitätsplatz 2, 39106 Magdeburg  
Tel. 49 (0)391 67 58439, Fax 49 (0)391 67 42595  
Internet: [www.imk.ovgu.de](http://www.imk.ovgu.de)

## 1. LEITUNG

Prof. Dr.-Ing. Karl-Heinrich Grote (Geschäftsführender Institutsleiter bis September 2020)  
Prof. Dr.-Ing. Christiane Beyer (Geschäftsführende Institutsleiterin ab Oktober 2020)  
apl. Prof. Dr.-Ing. habil. Dirk Bartel (Vertreter wissenschaftlicher Mitarbeiter)  
André Parfil (Vertreter nichtwissenschaftlicher Mitarbeiter)  
Gastprofessorin Dr. phil. Andrea Wolffram (beratendes Mitglied)  
Hon.-Prof. Dr. med. Dr. rer. nat. Oliver Ullrich (beratendes Mitglied)

## 2. HOCHSCHULLEHRER/INNEN

Prof. Dr.-Ing. Karl-Heinrich Grote  
Prof. Dr.-Ing. Christiane Beyer  
apl. Prof. Dr.-Ing. habil. Dirk Bartel  
Gastprofessorin Dr. phil. Andrea Wolffram  
Hon.-Prof. Dr. med. Dr. rer. nat. Oliver Ullrich

## 3. FORSCHUNGSPROFIL

- Erarbeiten von Grundlagen zur weiteren Aufklärung der Mechanismen von Reibung und Verschleiß in Reibkontakten mit und ohne Schmierung
- Untersuchungen zum Reibungs- und Verschleißverhalten von Maschinenelementen und Bereitstellung von Berechnungsverfahren sowie von Auslegungs- und Gestaltungsrichtlinien für tribotechnisch beanspruchte Maschinenelemente
- Optimierung tribotechnischer Systeme hinsichtlich Werkstoffpaarung, Schmierstoff und Reibflächengestaltung
- Weiterentwicklung der Konstruktionsmethodik hinsichtlich Ideenfindung, Konzeptentwicklung und Produktgestaltung insbesondere angewandt auf die Entwicklung von Produkten in den Bereichen der Medizin und Biomedizintechnik, Automobil- und Transportindustrie, Luft- und Raumfahrt sowie Sicherheitstechnik
- Effektive Einbindung von Werkzeugen und Technologien in eine innovative Produktentwicklung: 3D Druck, 3D-Digitalisierung, fortschrittliche CAD/CAE/CAM-Anwendungen, PDM-Systeme
- Entwicklung von Methoden und Werkzeugen topologieoptimierter und additiv hergestellter Strukturen in Metall und faserverstärkten Verbundwerkstoffen
- Ressourceneffizienz und Nachhaltigkeit in der Produktentwicklung
- Virtual Reality and Augmented Reality in die Produktentstehung
- Digitaler Zwilling als Werkzeug in der Produktentstehung, Prozessentwicklung und -automatisierung
- Integrierte Produktentwicklung und Product Lifecycle Management
- Bewertung und Optimierung von Unternehmensprozessen und Methoden für dynamisches Prozessmanagement mit Hilfe der BAPM-Methode und dem proNavigator
- Erstellung von Reifegradmodellen zur Bewertung von Datenqualitätsmanagementprozessen für ISO 8000-63 und ISO 8000-64

- Produktmodellierung mit 3D-CAD/CAM-Systemen unter Nutzung der Parametrik und der Feature-Technologie für Geometrie und Fertigungsverfahren
- Entwicklung eines flexibel einsetzbaren, automatisch ablaufenden Optimierungssystems für beliebig komplexe Produkte auf der Basis Evolutionärer Algorithmen

#### 4. SERVICEANGEBOT

Serviceangebot Lehrstuhl Maschinenelemente und Tribologie

- Auslegung, Nachrechnung und konstruktive Gestaltung von Maschinen, Maschinenelementen und tribotechnischen Systemen
- Schadensanalyse an tribotechnischen Systemen
- Experimentelle und theoretische Untersuchungen an Originalbaugruppen und an Modellprüfkörpern hinsichtlich Reibung und Verschleiß
- Werkstoffauswahl und -optimierung für tribotechnische Systeme
- Optimierung von Schmierstoff-Werkstoff-Kombinationen
- Ermittlung von Schmierstoffkennwerten und Auswahl von Schmierstoffen
- Literaturrecherche zu tribologischen Fragestellungen

Serviceangebot Lehrstuhl Maschinenbauinformatik

- Realisieren der Integrierten Produktentwicklung
- Dynamische Prozessorientierung, -simulation und -navigation in der Produktentwicklung
- 3D-Modellierung und Parametrisierung komplexer Bauteile und Baugruppen
- Auswahl und Einführung von PDM-Systemen und CAx-Systemen
- Migration von PDM- und CAx-Systemen

Serviceangebot Lehrstuhl Konstruktionstechnik

- Unterstützung bei der Lösung von Aufgaben im Bereich der Produktentwicklung, z.B. durch Erstellung von Produktmodellen mittels CAD oder 3D Digitalisierung, Fertigung von Prototypen unter Einsatz generativer Verfahren / 3D Druck
- Entwicklung von Konzepten zur Erarbeitung von Sonderkonstruktionen für die Industrie sowie Produkten in den Bereichen der Medizin und Biomedizintechnik, Automobil- und Transportindustrie, Luft- und Raumfahrt
- Beratung zu Technologien der additiven und hybriden Fertigung
- Konstruktive Auslegung und Topologieoptimierung (Leichtbauweise) von additiv und hybrid gefertigten Produkten
- Konzeptentwicklung zur Einbindung von Virtual and Augmented Reality in die Produktentstehung
- Konzeptentwicklung des Werkzeugs Digitaler Zwilling in der Produktentstehung, Prozessentwicklung und -automatisierung

Die Lehrstühle Maschinenbauinformatik und Konstruktionstechnik vereinen sich zukünftig zum Lehrstuhl Produktentwicklung und Konstruktion.

## 5. FORSCHUNGSPROJEKTE

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. habil. Dirk Bartel  
**Projektbearbeitung:** M.Sc. Ricardo Fernandez  
**Förderer:** BMWi/AIF - 01.02.2017 - 30.04.2020

### **Lagerverluste bei fettgeschmierten Wälzlagern durch die im Schmierfett entstehende Walkarbeit im Kontext der Schmierfettreologie und deren Auswirkungen auf die Schmierfettverteilung**

Ziel des Vorhabens ist die Erarbeitung der Wechselwirkungen zwischen Schmierfetteigenschaften, Schmierfettmenge, Wälzlagerbauart, Fettverteilung und des Betriebspunktes auf die Lagerverluste durch Walkarbeit und damit auf die Lebensdauer bestimmende Temperaturentwicklung im Lager. Basierend auf umfangreichen experimentellen Ergebnissen sollen 3D-CFD-Simulationen der tatsächlich erforderlichen Fettmenge zur Schmierung der Wälzlager, der sich einstellenden Lagertemperatur und des Lagertemperaturfeldes durchgeführt werden, die die Grundlage für die weitere Entwicklung einer industrietauglichen Berechnungsvorschrift darstellen sollen. Weiterhin wird eine einfache Prüfvorschrift zur Ermittlung der Walkarbeit im Schmierfett in Abhängigkeit von Fettmenge, Drehzahl und Lagerbauart auf einem weit verbreiteten Rotationstribometer mit Hilfe eines bereits standardisierten Prüfkopfes erarbeitet.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. habil. Dirk Bartel  
**Projektbearbeitung:** Dipl.-Ing. Thomas Neupert  
**Kooperationen:** TU Clausthal, Institut für Tribologie und Energiewandlungsmaschinen; Leibniz Universität Hannover, Institut für Maschinenkonstruktion und Tribologie  
**Förderer:** BMWi/AIF - 01.04.2017 - 31.03.2020

### **Tribologische Fluidmodelle für Antriebsstrangkomponenten II**

Das Forschungsziel leitet sich unmittelbar aus den Erkenntnissen des Vorgängervorhabens ab. Dort wurden Fluideigenschaften mittels Hochdruckviskosimetrie und Tribometerversuchen bestimmt und erfolgreich in Simulationsmodelle implementiert, die wiederum eine in weiten Teilen gute Übereinstimmung zu den Versuchen lieferten. Die Übereinstimmung bei geringem Schlupf hingegen war nicht zufriedenstellend. In Absprache mit dem projektbegleitenden Ausschuss soll der Schwerpunkt daher weniger auf der Untersuchung einer Vielzahl an Fluiden liegen, sondern vielmehr die Effekte tiefgründiger untersucht werden, die bisher nicht abschließend aufgeklärt werden konnten. So soll der Schwerpunkt bei der rheometrischen Vermessung der Fluide auf der Entwicklung einer Methodik für die gezielte Aufbringung von Druckstößen mit hohem zeitlichen Gradienten sowie der entsprechenden Auswertung der Messergebnisse liegen, um die Zeitabhängigkeit der druckabhängigen Viskosität gezielt zu untersuchen.

Versuchsseitig sollen bei den Traktionsmessungen andere Kontaktgeometrien zum Einsatz kommen sowie mittels Thermografie eine Temperaturverteilung im Zwei-Scheiben-Kontakt ermittelt werden, die wiederum mit den Ergebnissen der Simulationsrechnungen abzugleichen sind. Darüber hinaus sollen mittels laserinduzierter Fluoreszenz (LIF) in einem Versuchsaufbau die Viskositätsänderungen im Schmierstoff erfasst werden.

Im Bereich der Simulation sollen die Schwerpunkte auf der Entwicklung eines Modells zur Berücksichtigung der Druckabhängigkeit der Viskosität und der Test dieses Modells mit einer 3D-TEHD-Simulationssoftware (Reynolds sche Differenzialgleichung) sowie mit einer CFD-Software (Navier-Stokes-Gleichungen) liegen, um die numerische Umsetzbarkeit zu untersuchen. Somit ist sichergestellt, dass der Anwender die Modelle in firmeneigene Programme, die in der Regel auf der Reynolds schen Differenzialgleichung basieren sowie in kommerzielle CFD-Software integrieren kann. Gleiches gilt für die Berücksichtigung des elastischen Verhaltens des Fluids.

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. habil. Dirk Bartel  
**Projektbearbeitung:** M.Sc. Patrick Sapich  
**Kooperationen:** Leibniz Universität Hannover, Institut für Maschinenkonstruktion und Tribologie; Institut für Oberflächen- und Schichtanalytik (IFOS) der TU Kaiserslautern  
**Förderer:** BMWi/AIF - 01.01.2018 - 30.06.2021

### **Tribologische Eignung von unterschiedlichen Kombinationen von Konservierungsmitteln und Betriebsölen in Wälzlagern**

Bei Windkraft-, Automobil- und Industriegetrieben werden in Lagerungen Öle mit unterschiedlicher Additivierung ohne Kenntnis von Wechselwirkungen mit den Konservierungsölen eingesetzt. Bei Untersuchungen zum Thema WEC zeigte sich ein deutlicher Einfluss von Schmieröl- und Konservierungsmitteladditiven auf den Schadenentstehungsmechanismus. Daher sollen die Gefahren und Risiken aus Wechselwirkungen zwischen Additiven aus der Konservierung und dem Schmieröl in diesem Vorhaben ermittelt werden. Hierfür werden Schädigungsmechanismen hinsichtlich einzelner Kombinationen von Getriebeöl- und Konservierungsmittel-Additiven identifiziert. Weiterhin sollen diese Mechanismen ausreichend beschrieben und Empfehlungen für die Schadensprävention gegeben werden. Anhand der erhaltenen Erkenntnisse soll außerdem eine Prüfmethodik erarbeitet werden, mit der eine Vorhersage über das Zusammenspiel von Schmierstoff und Konservierungsmittel im Wälzkontakt möglich ist. Diese Prüfmethodik könnte als Basis für eine zukünftige Normung dienen.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. habil. Dirk Bartel  
**Projektbearbeitung:** M.Sc. Serhii Tetora  
**Förderer:** BMWi/AIF - 01.01.2018 - 30.06.2021

### **Stillstehende fettgeschmierte Wälzlager unter dynamischer Belastung (False Brinelling III)**

Ziele des Forschungsvorhabens sind zum einen, die Mechanismen und Schadensursachen beim False-Brinelling-Schaden weiter aufzuklären, und zwar hinsichtlich des Einflusses der Grundölviskosität, der Schmierfettkonsistenz, der Lagertemperatur, der Schmierfettverteilung, eines PD-Additivs und einer Brünierung, und zum anderen den Einfluss von False-Brinelling-Vorschädigungen auf die Lagerlebensdauer bei rotierendem Betrieb zu ermitteln. Aufgrund von Erfahrungen aus den Vorgängervorhaben (False Brinelling I / II) sind zur Erreichung dieser Ziele False-Brinelling- und FE8-Lebensdaueruntersuchungen, Schmierstoff- und Oberflächenanalysen sowie transiente 3D-FE-Simulationen zur weiteren Klärung der im Kontakt ablaufenden Prozesse notwendig.

Nachdem im Vorgängervorhaben (False Brinelling II) der Einfluss verschiedener Additive (kein PD-Additiv) und Festschmierstoffe auf das False-Brinelling-Verhalten untersucht wurde, soll nun gezielt geprüft werden, welchen Einfluss die Grundölviskosität und die Schmierfettkonsistenz sowie die daraus resultierenden rheologischen Eigenschaften (Fließgrenze, Speicher- und Verlustmodul, Scherviskosität) bei chemisch gleichen Schmierstoffen auf die Schadensentwicklung unter False-Brinelling-Bedingungen haben. Diese Informationen sind insbesondere für eine effiziente und gezielte Entwicklung von Schmierfetten zur Reduzierung von False-Brinelling-Schäden zwingend erforderlich.

Im Rahmen der Vorgängervorhaben wurden die False-Brinelling-Prüfungen standardmäßig bei -20 °C und +20 °C mit einer Versuchsdauer von 0,5-106 Lastwechsel bzw. deutlich geringer durchgeführt. Jedoch werden Anlagen und Fahrzeuge häufig bei Temperaturen unter -20 °C oder über +20 °C eingesetzt bzw. transportiert. Bisher sind keine systematischen Untersuchungen zum Einfluss der Betriebstemperatur in einem Bereich von -40 °C bis +40 °C bzw. der Stillstandszeit bekannt. Da es für die Hersteller und Nutzer von Maschinen, Anlagen und Fahrzeugen sehr wichtig ist zu wissen, in welchen Temperaturbereichen bzw. ab welchen Stillstandszeiten unter dynamischer Beanspruchung verstärkt False-Brinelling-Schäden auftreten, sollen solche Informationen durch weitere Versuchsserien erarbeitet werden. In den beiden Vorgängervorhaben wurde herausgearbeitet, dass False-Brinelling-Vorschädigungen die Lagerlebensdauer rotierender ölgeschmierter Wälzlager stark reduzieren können. Um die Auswirkungen von False-Brinelling-Schäden auf die Ermüdung fettgeschmierter Lager im rotierenden Betrieb zu untersuchen, sollen in diesem Forschungsvorhaben Lebensdaueruntersuchungen mit durch False-Brinelling vorgeschädigten, fettgeschmierten Wälzlagern durchgeführt werden, da diese Schmierungsart bzgl. False-Brinelling kritischer und praxisrelevanter ist.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. habil. Dirk Bartel  
**Projektbearbeitung:** M.Sc. Patrick Wieckhorst  
**Kooperationen:** TU Chemnitz, Professur Mikrofertigungstechnik und Professur Maschinenelemente und Produktentwicklung; Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU, Chemnitz  
**Förderer:** BMWi/AIF - 01.11.2018 - 31.10.2021

### **Beeinflussung der tribologischen Eigenschaften hydrodynamischer Gleitlager durch Mikrostrukturen und deren Fertigungsverfahren**

Ein wesentliches Ziel bei der Entwicklung von Maschinen und Anlagen besteht darin, die Systemeffizienz und die Lebensdauer zu erhöhen. Insbesondere bei häufig an- und auslaufenden Systemen, wie beispielsweise bei Gleitlagern in Verbrennungsmotoren, bei Dosierschneckenantrieben oder Fräsmaschinen, treten regelmäßig Mischreibungszustände auf. Der damit verbundene erhöhte Verschleiß führt im System zu höheren Verlusten verbunden mit einer reduzierten Lebensdauer bzw. zu einer geringeren Belastbarkeit.

Ziel des Vorhabens ist es, durch eine gezielte Einbringung von Mikrostrukturen die tribologischen Eigenschaften hydrodynamischer Gleitlager positiv zu beeinflussen. Der Technologieentwicklung werden Simulationen mit einem validierten CFD-Modell vorangestellt. Die Zielstellung soll durch die folgenden Handlungsfelder erreicht werden:

1. Aufbau eines validierten Simulationsmodells ->**Gestaltungsleitfaden**
2. Anpassung bzw. Optimierung der Fertigungsparameter (Rollieren und Ultraschalldrehen) zur Applikation der simulierten Strukturen ->**Fertigungsleitfaden**
3. Versuche im hydrodynamischen- und mischreibungsbeanspruchten Betrieb (Start-Stopp, Partikel)  
->**Prüfleitfaden**

Im **Gestaltungsleitfaden** sind Informationen zur Form, Verteilung und Tiefe der Mikrostruktur in Abhängigkeit der gewählten Betriebsparameter enthalten. Der **Fertigungsleitfaden** ermöglicht eine schnelle Integration der Verfahren in bestehende Prozessketten. Durch die im **Prüfleitfaden** beschriebenen Abläufe kann bei Bedarf eine Strukturvalidierung erfolgen.

---

**Projektleitung:** M.Sc. Patrick Wieckhorst, Prof. Dr.-Ing. habil. Dirk Bartel  
**Kooperationen:** Institut für Fluidsystemtechnik der TU Darmstadt  
**Förderer:** BMWi/AIF - 01.07.2020 - 31.12.2022

### **Rotordynamischer Einfluss fördermediengeschmierter Gleitlager in Pumpen**

Die Verfügbarkeit von Turbomaschinen wie Kreiselpumpen wird oft durch ihr schwingungsdynamisches Verhalten begrenzt. Infolge einer dynamischen Anregung durch Betriebskräfte oder Unwuchten kommt es zu einer Antwort des Gesamtsystems welche maßgeblich durch die induzierten Kräfte in engen Ringspalten, wie sie in Gleitlagern vorliegen beeinflusst wird. In fördermediengeschmierten Gleitlagern von Kreiselpumpen werden diese induzierten Kräfte nicht nur durch den hydrodynamischen Effekt, sondern auch durch eine axiale Durchströmung wesentlich beeinflusst. Zudem kann es infolge von größeren Lagerspielen und deutlich geringeren Viskositäten der vorliegenden Schmiermedien zu turbulenten Strömungszuständen kommen. Diese im Spalt vorliegende laminare oder turbulente Strömung definiert sowohl die Steifigkeit der Lagerung als auch das Abklingverhalten einer auftretenden Schwingung. Erfolgt die Auslegung aufgrund unzureichender Kenntnis der jeweiligen Effekte kann es im schlimmsten Fall zur Resonanz und im Folgenden zum Totalausfall der Maschine und zu wartungsbedingten und kostspieligen Ausfallzeiten der gesamten industriellen Anlage kommen.

Ziel des Projekts ist die Erarbeitung einer umfangreichen Datenbasis rotordynamischer Koeffizienten und Identifizierung instabiler Betriebszustände sowie die experimentelle Validierung verbesserter numerischer Berechnungsmodelle für dynamische Betriebszustände auf Grundlage einer erweiterten Reynoldsschen Differentialgleichung, sowie des integro-differentiellen Ansatzes für fördermediengeschmierte Gleitlager in Pumpen. Nach Projektende liegen für die KMU experimentelle sowie numerische Datenbasen, validierte effiziente Berechnungswerkzeuge sowie ein analytisches Auslegungstool für die Industrie zum unmittelbaren Einsatz vor. Der konkrete Nutzen für die KMU ist somit eine präzisere, verlässlichere und effizientere Auslegung mediengeschmierter Gleitlager im Vergleich zu aktuellen Auslegungsmethoden.

**Projektleitung:** M.Sc. Stephan Emmrich, Prof. Dr.-Ing. habil. Dirk Bartel  
**Kooperationen:** Forschungsstelle für Zahnräder und Getriebebau (FZG) der TU München  
**Förderer:** Industrie - 01.09.2020 - 31.08.2022

### **Definition und Charakterisierung von FVA-Referenzölen**

Durch die Forschungsvereinigung Antriebstechnik e.V. (FVA) stehen seit längerer Zeit eine Reihe von sogenannten FVA-Referenzölen zur Verfügung, deren Zweck es ist, Forschungsergebnisse, bei denen der Schmierstoff einen wesentlichen Einfluss haben kann, untereinander vergleichbar zu machen. Die Alterung und geringe Verfügbarkeit einiger dieser Öle bietet die Gelegenheit, die bestehenden Referenzöle zu hinterfragen und ein neues sowie zukunftsfähiges Referenzölsystem zu erarbeiten. Hierfür wurde im Vorgängervorhaben "Referenzöle 2019 (FVA 852 I) eine neue Vorgehensweise in Bezug auf ein modernes Referenzölsystem erarbeitet, welche in diesem Vorhaben umgesetzt werden soll. Einige, die in den FVA-Forschungsvorhaben vielseitig eingesetzten Referenzöle, werden beibehalten. Jedoch müssen die Anforderungen an die Güte angepasst sowie qualitätsbegleitende Maßnahmen eingeführt werden. Andere, ungenutzte Öle, werden nicht fortgeführt. Darüber hinaus wird auch die Einführung neuer Öle betrachtet. Parallel zu den Referenzöle sollen sogenannte Standardöle, welche der aktuellen Leistungsfähigkeit marktüblicher Industrieöle entsprechen, eingeführt werden. Mit diesen Maßnahmen sollen die zukünftigen Anforderungen an ein modernes Referenzölsystem erfüllt werden.

---

**Projektleitung:** M.Sc. Ricardo Lühe, Prof. Dr.-Ing. habil. Dirk Bartel  
**Kooperationen:** Lehrstuhl für Verfahrenstechnische Maschinen des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT)  
**Förderer:** BMWi/AIF - 01.10.2020 - 31.03.2023

### **Einfluss von Kinematik und Last auf die Fettalterung in Wälzlagern**

Ein Großteil der Wälzlager ist fettgeschmiert und in vielen Fällen bestimmt die Fettgebrauchsdauer das Wartungsintervall bzw. die Lagergebrauchsdauer. Die durch die Kinematik, Last und Temperatur bedingte Fettalterung in einem Wälzlager ist ein komplexer Vorgang. Aktuell kann die Fettgebrauchsdauer nur über einfache, empirische Katalogverfahren bestimmt werden, die für ein und denselben Lagertyp sehr unterschiedliche Ergebnisse liefern können.

Daher sollen in diesem Vorhaben Erkenntnisse gewonnen und Ansätze erarbeitet werden, die zukünftig eine bessere Vorhersage der Fettgebrauchsdauer ermöglichen. Konkret soll der Einfluss der Kinematik und der Last auf die Fettgebrauchsdauer untersucht und quantifiziert werden. Dabei stehen unterschiedliche Lagertypen im Fokus, die als praxisrelevante Vertreter fettgeschmierter Wälzlager gelten. Außerdem werden verschiedene Quantifizierungsmethoden zur Analyse der Fettalterung auf ihre Tauglichkeit geprüft. Basierend auf den Forschungsergebnissen sollen die Grundlagen für eine Erweiterung bestehender Berechnungsansätze oder die Formulierung neuer Ansätze zur gezielteren Berechnung der Fettgebrauchsdauer erarbeitet werden.

Durch die neuen Ergebnisse und Methoden werden KMU in die Lage versetzt, die Fettalterung in Ihren Anwendungen besser bewerten zu können. So können kostenintensive Versuche im Produktentwicklungsprozess reduziert werden bzw. profitieren die Nutzer der Maschinen und Anlagen, von verlängerten Einsatz- und geringeren Stillstandzeiten. Durch eine bessere Vorhersage der Fettgebrauchsdauer können Produkte hinsichtlich der Leistungsdichte optimiert werden, ohne verfrühte Ausfälle zu riskieren. Dies steigert die Produktqualität und die Wettbewerbsfähigkeit der KMU.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. habil. Dirk Bartel  
**Projektbearbeitung:** Dipl.-Ing. Mario Spiewack  
**Kooperationen:** GMO Gleitlager und Metallverarbeitung GmbH, Osterwieck  
**Förderer:** BMWi/AIF - 01.11.2018 - 31.12.2020

### **Simulationsgestützte Auslegung und Konstruktion von optimierten Wind- und Wasserturbinen nach dem innovativen Lamellenprinzip**

Das Forschungsvorhaben verfolgt das Ziel, nach kurzer Zeit mittels mobiler und vom Konzept her innovativer Strömungsmaschinen, Elektroenergie aus der dynamischen Energie von Flüssen oder auch des Windes zu erzeugen. Hierbei sollen sowohl Konzepte für eine Anwendung im Strömungsmedium Wasser wie auch Wind entstehen.

Im Vorhaben sollen mobile Lamellenturbinen konzipiert, berechnet, konstruiert und gebaut werden, mit denen die hydraulische Strömungsenergie des fließenden Wassers eines Flusses, eines Stromes oder auch des Auslaufs einer Kläranlage in Elektroenergie umgewandelt werden soll. Die mobilen

Wasserturbinen sollen mit einem Elektrogenerator gekoppelt und direkt im Fluss installiert werden. Damit wird ein wesentlicher Beitrag für die Wasserenergienutzung im Konzept der zukünftigen Elektroenergiebereitstellung aus erneuerbaren Energiequellen geleistet.

Auch die Bereitstellung von elektrischer Energie aus Windkraft ist auf dieses Anlagenkonzept anwendbar. So sollen auch hierfür Varianten entwickelt und konstruiert werden. Diese können mit der numerischen Strömungssimulation (CFD) auch ohne einen aufwändigen und kostenintensiven Prototypenbau analysiert werden. Hierfür soll das Strömungsverhalten simuliert und das daraus resultierende Leistungskennfeld ermittelt werden. Die grundlegenden Entwicklungsarbeiten werden auf Basis von hydrodynamischen Simulationen, mathematischen Optimierungen und praktischen Kennfeldmessungen vorgenommen. Hierbei wird das Betriebsverhalten der Turbine bei unterschiedlichen Anströmungsrichtungen des Fluides untersucht sowie das Umsetzungspotential einer Clusteranordnung mehrerer Turbinen analysiert. Alle Simulationsergebnisse münden in einem Prototyp dessen Funktionsfähigkeit unter Realbedingungen getestet wird.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. Karl-Heinrich Grote  
**Projektbearbeitung:** M.Sc. Robert Kretschmann  
**Kooperationen:** DEKRA Automobil GmbH, NL Leipzig (verkehrstechnische Zulassung)  
**Förderer:** EU - EFRE Sachsen-Anhalt - 01.01.2019 - 31.12.2021

### **Kompetenzzentrum eMobility - Forschungsbereich Gesamtfahrzeug - Teilprojekt: Genetische Entwicklung von HV-Speichern und Sub-Modulen**

Das Vorhaben Kompetenzzentrum eMobility greift die strukturbedingten Herausforderungen auf und entwickelt im Rahmen eines neu zu gründenden Kompetenzzentrums Lösungen in wichtigen Teilbereichen, welche die Kooperation zwischen KMU und universitärer Forschung und Lehre deutlich stärken. Das Wissen kann direkt in die betroffene Zulieferindustrie überführt werden und dort dazu beitragen, den Strukturwandel erfolgreich zu managen und neue wirtschaftliche Chancen zu nutzen. Neben der primären Zielsetzung des Aufbaus und Transfers von Kern-Know-How steht vor allem die langfristige Verankerung gewonnener Erkenntnisse in beschäftigungswirksamen wirtschaftlichen Strukturen im Vordergrund.

Das IAF verantwortet innerhalb des Vorhabens das Teilprojekt Gesamtfahrzeug. Im Focus der Forschung steht der Einsatz neuartiger Antriebssysteme unter Realbedingungen. Als strategischer Forschungsansatz, getragen durch eine der Nachhaltigkeit verpflichteten Entwicklungsanspruch, steht die Langlebigkeit und damit Instandsetzungsfähigkeit elektromobiler Gesamtsysteme, hierbei speziell der Elektrospeichersysteme. Hierbei konzentrieren sich die Arbeiten auf die Entwicklung und Erprobung einer wartungsfreundlichen Energiespeichertechnologie in Modulbauweise, neue, einfache Systemarchitekturen für Fahrzeugsteuerungen und die systemische Gestaltung von Spezialanwendungen rund um die Batteriekonfektionierung.

Im Teilprojekt "Genetic development of High Voltage energy storage and sub-moduls" getragen vom Institut für Maschinenkonstruktion/Lehrstuhl für Konstruktionstechnik wird das folgende Thema bearbeitet.

Die Weiterentwicklung und Testung merkmalsvererbender und physikalisch/bauartspezifischer Konstruktionsvorgaben für Energiespeicher und die Entwicklung einer Methode zur selektiven Verwendung von

Konstruktionsmerkmalen für Submodule auf Basis technischer sowie gestaltgebender Restriktionen sind Aufgabe des Teilprojektes. Das resultierende Digital Mock-Up (DMU) zur Charakterisierung virtueller Batteriemodule in der frühen Fahrzeuggrobgestaltung lässt Rückschlüsse auf Antriebstopologie, Aufbaustruktur, Karosserie, etc. zu.

Anhand eines physischen Demonstrators mit Schnittstellen zu angrenzenden HV-, Kommunikations- und Klimatisierungskomponenten wird das DMU validiert, um im Anschluss Ergebnisse und Erkenntnisse zur modularen Aufbauweise zurückspeisen zu können. Damit wird ein genaueres Abbilden der Realität möglich, die Zellauswahl sowie der Zellanordnungsprozess innerhalb des Batteriemoduls unterstützt und ein effizienteres Vorgehen in der Fahrzeuggrobgestaltung möglich. Zusätzlich können auf Basis des Demonstrators Handlungsempfehlungen für automatisierte Batterieproduktionsprozesse abgeleitet werden.

Für den Demonstrations- und Transfercharakter des Gesamtvorhabens werden in Zusammenarbeit mit der sachsen-anhaltinischen Industrie Anwendungsszenarien in Technologieträger operationalisiert und konsequent weiterentwickelt und optimiert.

Die Arbeiten erfolgen innerhalb der institutsübergreifenden Forschergruppe für Elektromobilität Editha. Leitung Kompetenzzentrum eMobility Forschungsbereich Gesamtfahrzeug: Dipl.-Ing. Gerd Wagenhaus

## 6. VERÖFFENTLICHUNGEN

### BEGUTACHTETE ZEITSCHRIFTENAUFsätze

**Bobach, Lars; Beilicke, Ronny; Bartel, Dirk**

Transient thermal elasto-hydrodynamic simulation of a spiral bevel gear pair with an octoidal tooth profile under mixed friction conditions

Tribology international - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Volume 143 (2019), article 106020, 2020;

[Imp.fact.: 3.517]

**Keller, Michael; Wimmer, Thomas; Bobach, Lars; Bartel, Dirk**

TEHL simulation model for the tooth flank contact of a single tooth gearbox under mixed friction conditions

Tribology international - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Volume 151 (2020), article 106409, 17 Seiten;

**Ng, Chuan Huat; Yahaya, Shamy Nazrein Md; Lai, Chee Fung; Chung, Yao Lai; Ehsan, Ariff Asyraf; Baehr, Rüdiger; Grote, Karl-Heinrich**

Investigation on cooling channel in hot press forming through numerical simulation

CFD Letters - Skudai, Johor Bahru: ISSR, Bd. 12.2020, 5, insges. 12 S.;

**Yahaya, Shamy Nazrein Md; Azmi, I. I.; Ng, Chuan Huat; Lai, Chee Fung; Hashim, Mohd Yussni; Adam, A.; Baehr, R.; Grote, Karl Heinrich**

An overview on forming process and heat treatments for heat treatable aluminium alloy

Journal of advanced research in fluid mechanics and thermal sciences - Kajang Selangor: Akademia Baru

Publishing, Bd. 70.2020, 1, S. 112-124;

[Imp.fact.: 0.146]

### BEGUTACHTETE BUCHBEITRäge

**Deters, Ludger; Bartel, Dirk**

Gleitlagerungen

Dubbel Taschenbuch für den Maschinenbau 2: Anwendungen - Berlin: Springer Berlin, 2020; Bender, Beate . - 2020, S. 331-358;

**Emmrich, Stephan; Bartel, Dirk; Plogmeyer, Marcel**

Designing of a thin-film sensor for temperature measurement in mixed lubrication

Tribology - industrial and automotive lubrication: 22nd International Colloquium Tribology, 28-30 January 2020

/ editor: Arshia Fatemi, Technische Akademie Esslingen e.V.: 22nd International Colloquium Tribology, 28-30

January 2020/ International Colloquium Tribology - Ostfildern: TAE, 2020 . - 2020, S. 37-38;

[Kolloquium: 22nd International Colloquium Tribology, Esslingen, 28-30 January 2020]

**Grote, Karl-Heinrich; Engelmann, Frank; Guthmann, T.; Beitz, Wolfgang**

Maschinenelemente

HÜTTE - Das Ingenieurwissen - Berlin: Springer, 2020 . - 2020, S. 1-44;

**Grote, Karl-Heinrich; Engelmann, Frank; Herbst, Sabrina; Beitz, Wolfgang**

Grundlagen der Produktentwicklung

HÜTTE - Das Ingenieurwissen - Berlin: Springer, 2020 . - 2020, S. 1-16;

**Lühe, Ricardo; Bartel, Dirk**

Schmierfettmodell zur CFD-Simulation fettgeschmierter Wälzlager

Reibung, Schmierung und Verschleiß: Forschung und praktische Anwendungen : 61. Tribologie-Fachtagung 28.

bis 30. September 2020 online / GfT Gesellschaft für Tribologie e.V.: Forschung und praktische Anwendungen :

61. Tribologie-Fachtagung 28. bis 30. September 2020 online - Aachen: \$nGfT Gesellschaft für Tribologie e.V.,

2020, 2020, S. 01/1-01/7;

[Tagung: 61. Tribologie-Fachtagung 2020 - Reibung, Schmierung und Verschleiß: Forschung und praktische

Anwendungen : 61. Tribologie-Fachtagung 28. bis 30. September 2020 online / GfT Gesellschaft für Tribologie

e.V., 28. - 30. September 2020, online]

**Stelzer, Christian; Hoffmann, Vincent; Bartel, Dirk**

Application of optimization methods in the design process for a highly loaded plain journal bearing  
Tribology - industrial and automotive lubrication: 22nd International Colloquium Tribology, 28-30 January 2020  
/ editor: Arshia Fatemi, Technische Akademie Esslingen e.V.: 22nd International Colloquium Tribology, 28-30  
January 2020/ International Colloquium Tribology - Ostfildern: TAE, 2020 . - 2020, S. 93-94;  
[Kolloquium: 22nd International Colloquium Tribology, Esslingen, 28-30 January 2020]

**Trautsch, Stephan; Mrech, Heike; Grote, Karl-Heinrich**

Implementierung einer direkten und hochflexiblen Netz-Kontur-Kopplung zur Formoptimierung  
strömungsdynamischer Profile  
Nachhaltige Produktentwicklung: KT 2020 : 18. Gemeinsames Kolloquium Konstruktionstechnik : am 1. und 2.  
Oktober 2020 in Duisburg : Tagungsband - Duisburg-Essen: Universitätsbibliothek, 2020 . - 2020, S. 125-138;

**Wieckhorst, Patrick; Bartel, Dirk**

3D CFD modelling of textured hydrodynamic journal bearings  
Bearing world: International Bearing Conference, 19-23 October, 2020 : the expert forum for bearings,  
focusing on rolling bearings! / FVA: International Bearing Conference, 19-23 October, 2020 : the expert  
forum for bearings, focusing on rolling bearings! - Frankfurt: FVA, Forschungsvereinigung Antriebstechnik e.V.,  
2020 . - 2020, S. 115-117;  
[Konferenz: Bearing World - International Bearing Conference 2020, virtual, 19-23 October 2020]

## LEHRBÜCHER

**Schabacker, Michael; Vajna, Sándor**

Solid Edge 2020 für Fortgeschrittene - kurz und bündig  
Wiesbaden: Springer Vieweg, 2020, 2., erweiterte und bearbeitete Auflage, 1 Online-Ressource (X, 138 Seiten),  
Illustrationen - (Springer eBook Collection);

## HERAUSGEBERSCHAFTEN

**Corves, Burkhard; Gericke, Kilian; Grote, Karl-Heinrich; Lohrengel, Armin; Müller, Norbert; Nagarajah, Arun; Rieg, Frank; Scharr, Gerhard; Stelzer, Ralph**

Nachhaltige Produktentwicklung - KT 2020 : 18. Gemeinsames Kolloquium Konstruktionstechnik : am 1. und  
2. Oktober 2020 in Duisburg : Tagungsband  
Duisburg-Essen: Universitätsbibliothek, 2020, 1 Online-Ressource (357 Seiten);  
Kongress: Gemeinsames Kolloquium Konstruktionstechnik 18 (Duisburg : 2020.10.01-02) [Literaturangaben]

## DISSERTATIONEN

**Hashemi, Sohil; Bartel, Dirk [AkademischeR BetreuerIn]**

Entwicklung und Validierung einer Tribo-Simulation für den Gleitschuh in Axialkolbenmaschinen  
Düren: Shaker Verlag, 2020, viii, 162 Seiten, 39 Illustrationen, Diagramme, 21 cm, 264 g - (Fortschritte in der  
Maschinenkonstruktion; 2020,1);  
[Literaturverzeichnis: Seite 145-162]

**Zimmer, Martin; Bartel, Dirk [AkademischeR BetreuerIn]**

Grübchenlebensdauerberechnung von geschmierten Wälzkontakten unter Berücksichtigung rauer Oberflächen  
Düren: Shaker Verlag, 2020, VIII, 173 Seiten, 56 Illustrationen, Diagramme, 21 cm, 276 g - (Fortschritte in der  
Maschinenkonstruktion; 2020,2);  
[Literaturverzeichnis: Seite 159-172]

# INSTITUT FÜR MECHANIK

Universitätsplatz 2, 39106 Magdeburg  
Tel. 49 (0)391 67 52607, Fax 49 (0)391 67 42863  
Email ifme@ovgu.de

## 1. LEITUNG

Prof.Dr.-Ing.habil.Dr.h.c.mult. Holm Altenbach (Geschäftsführender Institutsleiter)  
Dr.-Ing. Christian Daniel  
Priv.-Doz.Dr.-Ing.habil. Rainer Glüge  
Prof.Dr.-Ing. Daniel Juhre  
Prof.Dr.-Ing. Hans Peter Monner  
apl.Prof.Dr.-Ing.habil. Konstantin Naumenko  
Jun.-Prof.Dr.-Ing. Elmar Woschke

## 2. HOCHSCHULLEHRER/INNEN

Prof.Dr.-Ing.habil.Dr.h.c.mult. Holm Altenbach  
Prof.Dr.-Ing.habil.Dr.h.c. Ulrich Gabbert  
Priv.-Doz.Dr.-Ing.habil. Rainer Glüge  
Prof.Dr.-Ing. Daniel Juhre  
Prof.Dr.-Ing. Hans Peter Monner  
apl.Prof.Dr.-Ing.habil. Konstantin Naumenko  
Prof.Dr.-Ing.habil.Dr.h.c. Jens Strackeljan  
Jun.-Prof.Dr.-Ing. Elmar Woschke

## 3. FORSCHUNGSPROFIL

- Die Forschungsarbeiten am Institut für Mechanik befassen sich mit theoretischen, numerischen und experimentellen Themen der Festkörpermechanik sowie der Fluid-Struktur-Interaktionen und behandeln insbesondere Fragen der Modellierung, der Berechnung und der Simulation von Komponenten, Baugruppen und Systemen, z.B. hinsichtlich des Spannungs-Verformungsverhaltens, der Festigkeit, der Dynamik, der Stabilität, der Akustik und der Zuverlässigkeit.
- Die industriellen Anwendungen konzentrieren sich auf die Bereiche Automotive, Fahrzeug- und Maschinenbau, Luft- und Raumfahrt, Medizintechnik, Apparate- und Anlagenbau, Bauwesen und weitere Industriezweige.
- Neben verschiedenen anderen Forschungsprojekten partizipiert das IFME u.a. an folgenden strukturierten Programmen:
  1. Forschungs- und Transferschwerpunkt Automotive des Landes Sachsen-Anhalt,
  2. DFG-Graduiertenkolleg Mikro-Makro-Wechselwirkungen in strukturierten Medien und Partikelsystemen (ausgelaufen zum 1.4.2019, 2020 wurden die auslaufenden Promovenden aus anderen Mitteln finanziert),
  3. Integrierte Bauteilüberwachung in Faserverbunden (DFG),
  4. Internationale OvGU-Graduiertenschule Medical Engineering and Engineering Materials "MEMoRIAL" (ESF) und

5. Medizintechnischer Forschungscampus "STIMULATE" (Solution Centre for Image Guided Local Therapies).

#### **Lehrstuhl Adaptronik (Leiter Prof. Hans Peter Monner)**

- Beeinflussung der elastomechanischen Struktureigenschaften durch systemoptimale Integration von Sensoren und Aktuatoren vorzugsweise auf der Basis von multifunktionalen Werkstoffen zur aktiven Formkontrolle, aktiven Schwingungsreduktion und aktiven Schallbeeinflussung,
- Systemanalyse und Identifikation: Experimentelle Analyse des Strukturverhaltens für die Modellbildung, Reglerentwicklung und Validierung adaptiver Struktursysteme,
- Modellierung und Simulation komplexer adaptiver Struktursysteme: Analytische und numerische Beschreibung adaptiver Struktursysteme zur Auslegung, Analyse, Optimierung und Simulation,
- Reglerentwicklung und Implementierung: Entwicklung, Anpassung und Implementierung adaptiver und robuster Regelungsalgorithmen für adaptive Struktursysteme,
- Sensor- und Aktuatorintegration: Integration von angepassten, handhabbaren und zuverlässigen Aktuator- und Sensorsystemen,
- Demonstration und experimentelle Validierung: Integration aller Komponenten zu einem adaptiven Gesamtsystem und experimentelle Validierung der Leistungsfähigkeit,
- Einsatz und Weiterentwicklung von Methoden der experimentellen Mechanik zur Schwingungsmessung und Vibroakustik

#### **Lehrstuhl Numerische Mechanik (Leiter Prof. Daniel Juhre)**

- Finite-Elemente-Methode mit den Schwerpunkten: Mehrfeldprobleme (mechanisch, thermisch, elektrisch, chemisch), Struktur-Akustik-Interaktion, Wellenausbreitung, Nichtlineare Probleme (Kontakt, große Verformungen),
- Modellierung der Lambwellenausbreitung in Kompositwerkstoffen im Zusammenhang mit dem Structural Health Monitoring (SHM),
- Finite Gebietsmethoden (finite, spektrale und polygonale Zellenmethode) zur Simulation zellulärer und poröser Materialien für die Simulation akustischer und thermischer Wellen, die Festigkeit von Druckgussbauteilen u.ä.,
- Mikro-Makro-Modelle, numerische Homogenisierung und Optimierung von faser- und partikelverstärkten Polymeren, Gradientenwerkstoffen und Smart Materials,
- Numerische Methoden für die virtuelle Produktentwicklung: ganzheitliche Modellierung und Optimierung, Kombination der Finite-Elemente-Methode (FEM) und der Regelungstechnik (MatLab/Simulink), hardware-in-the-loop Realisierungen,
- Entwicklung und Erprobung von adaptiven (smarten, intelligenten) Systemen zur Schwingungs- und Schallreduktion,
- Untersuchung und konzeptionelle Beschreibung der Lebensdauer von Gummiwerkstoffen unter mehrachsigen Belastungszuständen

#### **Lehrstuhl Technische Dynamik (Leiter Prof. Jens Strackeljan)**

- Strukturdynamik mit den Schwerpunkten: Finite-Elemente-Analysen, Modell-Updating, Strukturmodifikation, aktive Schwingungsentstörung adaptiver Systeme, Identifikation und Modellbildung mechanischer Systeme, Analyse mechanischer Systeme unter Berücksichtigung stochastischer Parameterstreuungen,
- Maschinen- und Mehrkörpersystem-Dynamik mit den Schwerpunkten: Rotordynamik (Laborzentrifugen), Entwicklung von Optimierungsverfahren, Schwingungserregung, Einsatz und Auslegung von Unwuchtvibratoren, Selbstsynchronisation von Unwuchtvibratoren, selbsttätiges Auswuchten, Simulation linearer und nichtlinearer Schwingungen, Entwicklung von hochfrequenten Dentalinstrumenten (Bohrer, Ultraschallschwinger), experimentelle Untersuchungen an Schwingungssystemen, Crashuntersuchungen an Rotoren, Kopplung von Strukturdynamik und Hydrodynamik in MKS-Systemen,
- Schwingungsüberwachung mit den Schwerpunkten: Schwingungsdiagnostik an rotierenden Maschinen speziell für extrem langsam bzw. schnell drehende Rotoren, Simulation von Maschinenschäden, Erstellung von Software zur Maschinenüberwachung,
- Methoden des Softcomputing in der Mechanik: Nutzung des Softcomputing (Fuzzy-Logik, Neuronale Netze)

für Fragestellungen der Mechanik (Mehrzieloptimierung, Prognosetechniken), Entwicklung neuer Algorithmen und Methoden zur Klassifikation von Schwingungssignalen

#### **Lehrstuhl Technische Mechanik (Leiter Prof. Holm Altenbach)**

- Grundlagen für Theorien linienförmiger und flächenhafter Tragwerke (Stäbe, Balken, Platten und Schalen),
- Kriech- und Schädigungsmechanik,
- Werkstoffmodelle für Hochtemperaturkriechen und Identifikation der Werkstoffparameter aus dem Experiment,
- Werkstoff- und Bauteilsimulationen bei erhöhten Temperaturen,
- Mikropolare Kontinua,
- Schäume, Gradientenwerkstoffe, Sandwiche, Lamine,
- Nanomechanik,
- Modellierung und Simulation von Photovoltaikstrukturen
- Grundlagen der Kontinuumsmechanik
- Homogenisierungsverfahren
- Modellierung und Analyse von Interphasenschädigung in Kompositen
- Peridynamik

#### **Juniorprofessur Fluid-Struktur Kopplung in Mehrkörpersystemen (Jun.-Prof. Elmar Woschke)**

- Auslegung und Analyse mechanischer Systeme unter Wirkung dynamischer Lasten,
- Untersuchung und Abbildung nichtlinearer Effekte im Kontext rotordynamischer und allgemeiner Mehrkörpersimulationen,
- Implementierung elastischer Komponenten in MKS-Anwendungen, Reduktionsmethoden,
- Detaillierte Abbildung (Steifigkeits- und Dämpfungseigenschaften) von Lagerungselementen (Gleitlager, Schwimmbuchsenlager, Wälzlager etc.) unter dynamischer Belastung,
- Ganzheitliche rückwirkungsbehaftete Modellierung der Kopplung zwischen Lagerung und mechanischer Struktur,
- Abbildung nichtlinearer Schwingungsphänomene (Whirl, Whip) unter transienten Bedingungen,
- Lösung von Mehrfeldproblemen (Kopplung von MKS, Hydrodynamik und Thermodynamik),
- Optimierung mechanischer Systeme zur Minimierung komplexer Zielgrößen

## **4. SERVICEANGEBOT**

### Serviceangebot Lehrstuhl Adaptronik

- Entwicklung und Realisierung adaptiver mechanischer Strukturen und vibroakustischer Struktursysteme
- Konstruktion, Auslegung und Aufbau adaptiver Systeme zur aktiven Formkontrolle, Schwingungsreduktion und Schallbeeinflussung
- Auslegung und Herstellung aktiver Faserverbundwerkstoffe
- Experimentelle Untersuchung zur Strukturmechanik und Vibroakustik

### Serviceangebot Lehrstuhl Numerische Mechanik

- Entwicklung von Berechnungsmethoden und Softwarelösungen
- Bauteilberechnungen (Festigkeit, Dynamik, Stabilität, Akustik, Wärmeleitung, Elektromechanik, gekoppelte Feldprobleme u.ä.) mittels FEM- und MKS-Software
- Berechnung und Entwurf von Faserverbundstrukturen
- Entwurf und Simulation von geregelten Systemen
- Aktive Schwingungs- und Geräuschreduktion an Maschinen und Strukturen
- Kombinierte numerische und experimentelle Untersuchungen zur Festigkeit und Dynamik von Maschinen, Bauteilen und Strukturen
- Industrieranwendungen: Berechnungen (Statik, Festigkeit, Dynamik, Akustik, Wärmeleitung usw.) unter

Nutzung kommerzieller FEM-Software (wie FEAP, ANSYS, ABAQUS, NASTRAN) sowie weiterer Software-tools (wie SIMPACK, Matlab/Simulink, dSPACE, Pro-Engineer und Catia) auf den Gebieten Automotive, Fahrzeugtechnik, Luft- und Raumfahrt, Maschinen- und Anlagenbau, Werkzeugmaschinenbau, Robotik, Medizintechnik, Biomechanik u.a.

- Element- und Materialmodellentwicklung für Finite-Elemente-Programme (ABAQUS, ANSYS, MSC.MARC, FEAP)

Serviceangebot Lehrstuhl Technische Dynamik und Juniorprofessur Fluid-Struktur Kopplung in Mehrkörpersystemen

- Experimentelle und theoretische Untersuchungen zur Rotordynamik
- Messtechnische Untersuchungen von Schwingungssystemen
- Schwingungsmessungen zur Beurteilung des Zustandes von Maschinenelementen
- Entwicklung und Implementierung von leistungsfähigen Maschinenüberwachungssystemen
- Maschinen- und strukturdynamische Schwingungsuntersuchungen
- Aktive Unterdrückung von Schwingungen mechanischer Strukturen
- Konstruktive Auslegung dynamischer Systeme (Ultraschallschwinger, Windkraftanlagen etc.)
- Mehrkörpersimulation inkl. elastischer Elemente (FE)
- Rotordynamiksimulation unter Berücksichtigung der Lagereigenschaften (Gleitlager, Wälzlager etc.)
- Optimierung dynamischer Systeme mit dem Ziel der Schwingungsreduktion/Geräuschemission

Serviceangebot Lehrstuhl Technische Mechanik

- Modellierung von Werkstoffen unter Kriech- sowie Schädigungsbedingungen
- Identifikation von Werkstoffparametern aus experimentellen Daten
- Simulation von Bauteilen
- Strukturmechanische Modelle und Berechnungskonzepte für dünnwandige Strukturen: Schichtplatten, Schalen, Photovoltaik-Systeme, Schichtsysteme, Laminat
- Mechanische Bewertung von Kompositwerkstoffen: Steifigkeit, Festigkeit und Dynamik
- Modellierung von Nanostrukturen mit Oberflächen- und Grenzflächeneffekten
- Modellierung der Erstarrung von Kunststoffen für die Optimierung der mechanischen Eigenschaften
- Homogenisierungen im Sinne von Mikro- und Makroanalysen
- Bestimmung der Eigenspannungen an realen Bauteilen nach neuer 3D-Borlochmethode

Serviceangebot Institut für Mechanik und MATEM

- Herausgabe der open-access Zeitschrift "Technische Mechanik"

## 5. METHODIK

- 6-Komponenten-Messrad
- 3D Laser Scanning Vibrometer
- Servohydraulische Prüfmaschine MTS 810 Material Testing System
- GOM Aramis System
- Reflexionsarmer Schallmessraum
- FDM-Drucker Ultimaker 2

## 6. KOOPERATIONEN

- awab Umformtechnik und Präzisionsmechanik, Oschersleben
- Borg Warner
- Continental Reifen GmbH, Hannover

- ContiTech AG, Hannover
- Deutsches Forschungszentrum für Luft- u. Raumfahrt
- Deutsches Institut für Kautschuktechnologie e.V.
- Dipartimento di Meccanica, Politecnico di Milano, Italien
- Dr.-Ing. Johanna Eisenträger (OvGU, IFME, derzeit University of New South Wales, Australien)
- Fraunhofer-Center für Silizium-Photovoltaik CSP Halle
- Fraunhofer-Institut für Mikrostruktur von Werkstoffen und Systemen
- GIGGEL GmbH, Bösdorf
- Goodyear SA, Colmar-Berg, Luxembourg
- IFA - Technologies GmbH
- Kohl Automotive, UFE, Eisenach
- Krebs & Aulich GmbH, Wernigerode
- Profiroll Technologies GmbH, Bad Dübén
- Schraubenwerk Zerst GmbH
- Siemens Energetic
- SYMACON Magdeburg
- tesa SE, Hamburg
- Volkswagen AG, Wolfsburg
- WF Maschinenbau und Blechformtechnik GmbH, Sendenhorst
- WF Umformtechnik GmbH, Quedlinburg

## 7. FORSCHUNGSPROJEKTE

<b>Projektleitung:</b>	Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. h.c. Holm Altenbach
<b>Projektbearbeitung:</b>	MSc. Simon Schilli
<b>Kooperationen:</b>	Prof. Thomas Seifert (Hochschule Offenburg); Prof. Ulrich Krupp (IEHK, RWTH Aachen)
<b>Förderer:</b>	Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.09.2018 - 31.08.2021

### **Experimentelle und numerische Untersuchungen zur Verfestigung in Ein- und Polykristallen bei zyklischer Belastung (Bauschinger Effekt)**

Die Lebensdauer von zyklisch belasteten metallischen Komponenten ist meist durch die Ermüdung der eingesetzten Werkstoffe begrenzt. Teilweise Irreversibilität der zyklischen Verformung führt zu Dehnungslokalisierung, Rissbildung und -ausbreitung und schließlich zum Bruch. Insbesondere ergeben ungünstige Orientierungen der Körner und Korngrenzen zusätzliche Spannungskonzentrationen, so dass selbst bei makroskopisch elastischen Deformationen lokale Plastizität in den Körnern auftritt. Diese lässt sich durch herkömmliche makroskopische Werkstoffmodelle nicht berücksichtigen. Von besonderer Bedeutung ist der Bauschinger-Effekt, über den sich die richtungsabhängige Verfestigung des Werkstoffs beschreiben lässt. Um ein grundlegendes Verständnis zum Bauschinger-Effekt gewinnen zu können, werden beim Projektpartner am Institut für Eisenhüttenkunde (IEHK) der RWTH Aachen mikromechanische und makromechanische Versuche und mikrostrukturelle Untersuchungen (Rasterelektronenmikroskopie mit EBSD/FIB und Transmissionselektronenmikroskopie) durchgeführt. Auf deren Grundlage werden Einkristall- und Vielkristallplastizitätsmodelle entwickelt, die eine explizite Einbeziehung des Bauschinger-Effekts in Finite-Elemente Berechnungen ermöglichen. Ziel ist die Identifikation von Zusammenhängen zwischen Ein- und Polykristallverfestigung. Dafür werden mikrostrukturbasierte Finite-Elemente-Modelle hinsichtlich des Zusammenhangs der kinematischen Verfestigung von Verformungsinkompatibilitäten durch unterschiedliche Kornorientierungen, dem Verhältnis von Korn- zu Modellgröße sowie der kinematischen Verfestigung im einzelnen Korn untersucht. Auf Grundlage der aus den mikrostrukturbasierten Berechnungen erzielten Ergebnisse werden die Werkstoffkennwerte geeigneter makroskopischer Plastizitätsmodelle ermittelt und in Zusammenhang zu den auf die Gleitsysteme bezogenen Kennwerten gestellt. Durch den Vergleich der lokalen Rückspannungstensoren mit dem makroskopischen Rückspannungstensor können Aussagen zum Beitrag der Inhomogenität zum Bauschinger-Effekt getroffen werden. Verifikationsexperimente an zwei technisch bedeutsamen Konstruktionswerkstoffen (Duplexstahl 1.4462 und Nickelbasissuperlegierung Alloy 718) werden die Möglichkeiten und Grenzen der Modelle aufzeigen.

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. h.c. Holm Altenbach  
**Projektbearbeitung:** M.Eng. Thomas Gläßer  
**Kooperationen:** Dr.-Ing. Matthias Zscheyge (Fraunhofer-Institut für Mikrostruktur von Werkstoffen und Systemen IMWS, Halle/Saale); Fraunhofer-Institut für Mikrostruktur von Werkstoffen und Systemen; ThermHex Waben GmbH, Halle/Saale; Fraunhofer-Pilotanlagenzentrum für Polymersynthese und -verarbeitung PAZ  
**Förderer:** EU - ESF Sachsen-Anhalt - 01.03.2017 - 30.06.2021

### **Development of a manufacturing process for mass production of thermoplastic, continuous fiber reinforced sandwich parts with a structured core**

The sandwich construction with cover layers made of continuous fiber reinforced plastics and structured honeycomb core is the most efficient lightweight construction technology to realize components with minimal weight and maximum mechanical performance. Lengthy production times are still the limiting factor of this lightweight construction technology for cost sensitive markets with large production scales. To close this gap a novel multistage thermoforming process was developed for the processing of flat thermoplastic fiber reinforced sandwich panels into complex shaped sandwich parts in fully automatic manner.

The multistage thermoforming process consists of three main steps, heating of a flat sandwich panel via infrared radiation, robot-guided transfer of the panel into the cavity and thermoforming. The thermoforming step is also divided into three sub-process steps. These are the forming of the sandwich under preserving the characteristics of the core, stabilizing of the formed areas via vacuum gripping to the mold and closing of the sandwich by pressing the edge areas into a compact laminate. The shape of the formed sandwich shell and the transition geometry to the compact laminate can vary to the request of the required part design. To increase the freedom of form, it was also possible to demonstrate in a pilot process that the developed multistage thermoforming process can be combined with thermoplastic injection molding. Both processes together allow to produce complex and ready for use sandwich parts within cycle times of a minute with maximum system utilization.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. h.c. Holm Altenbach  
**Projektbearbeitung:** MSc. Varun Kumar Minupula  
**Kooperationen:** Dr.-Ing. Matthias Zscheyge (Fraunhofer-Institut für Mikrostruktur von Werkstoffen und Systemen IMWS, Halle/Saale); Fraunhofer-Institut für Mikrostruktur von Werkstoffen und Systemen; ThermHex Waben GmbH, Halle/Saale; Fraunhofer-Pilotanlagenzentrum für Polymersynthese und -verarbeitung PAZ  
**Förderer:** EU - EFRE Sachsen-Anhalt - 01.06.2020 - 31.05.2023

### **Process simulation of thermoforming of thermoplastic sandwich materials made of Honeycomb and Cross-Ply**

The demand for light-weight composites is increasing phenomenally especially in aviation, automotive and ship building sectors. As everyone addressed carbon footprints and global warming made by high fuel and energy consumptions and shifting towards specific tailor-made functionally performing materials. This need for light-weight materials is satisfied by honeycomb sandwich laminates as they have proven their advantages over conventional materials with specific weight to strength ratios. With advantage of thermoplastics in high volume production and processability, the sandwich laminates meet the industrial usage. In addition to that the flat semi-finished sandwich laminates are further processable to complex structures to meet different part geometries, with a novel thermoforming procedure by which the sandwich laminate is heated to a thermoforming temperature such that matrix material of face sheet lies above melting temperature and core material lies below melting temperature, then pressed to form into desired geometry. Currently, these materials are investigated for reproducibility in large mass scale owing to the current automation and digitalizing platforms with controlled heating and forming.

Using FEM tools, the manufacturing processes can be optimized by changing the process parameters and material configuration. For this a finite element model is developed considering material, geometry and boundary non-linearities, focused on complex honeycomb geometry and fiber-oriented UD-tapes at meso-scale

level. Such developed model is tested for different material combinations, geometries and forming conditions. By this approach the probability of manufacturability of a component through specific technique can be investigated, which saves the material and time in the process of developing a new component. The difficulties in developing such complex model are many like core-face sheet interaction, honeycomb cell walls deformation behavior in melt zones and pre-deformed cell walls during lamination. All these cases will be investigated in this current project.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. h.c. Holm Altenbach  
**Projektbearbeitung:** Dr.-Ing. Marcus Aßmus  
**Kooperationen:** Prof. Victor A. Eremeyev; PD Dr.-Ing.habil. Rainer Glüge; Dr. Zia Javanbakht  
**Förderer:** Haushalt - 01.11.2020 - 31.10.2023

### **Inelastizität und Anisotropie im direkten Ansatz für die Theorien der ebenen dünnwandigen Strukturen**

Flächentragwerkstheorien für schlanke Strukturen gelten in Theorie und Technik als allgemein akzeptiert. In den Ingenieurwissenschaften hat sich das Fünf-Freiheitsgrad-Modell als besonders nützlich erwiesen. Damit werden Scheiben-, Biegungs- sowie Transversalschub-Effekte gleichermaßen beschrieben. Üblicherweise werden dabei alle Betrachtungen auf eine zweidimensionale Referenzfläche bezogen. Pavel Andreevich Zhilin schlug gegenüber klassischen Herleitungsstrategien für Flächentragwerkstheorien (Dimensionsreduktion durch analytische Dickenintegration zu vollständig zweidimensionalen Gleichungen) einen sogenannten direkten Ansatz vor, bei dem analog der Vorgehensweise in der klassischen Kontinuumsmechanik, alle Gleichungen von vornherein für ein zweidimensionales Kontinuum formuliert werden.

Nachdem das isotrope elastische Materialmodell bereits hinreichend untersucht wurde, sollen die theoretischen Grundlagen der Flächentragwerkstheorie mit Kinematik analog Mindlin (1951) ausgebaut werden. Dies betrifft

1. inelastisches Materialverhalten und
2. richtungsabhängige Materialeigenschaften.

Für die Erweiterung um Inelastizität soll anhand der klassischen Feststoffgesetze für Viskosität und Plastizität vorgegangen werden. Hier haben sich rheologische Modelle zur physikalischen Beschreibung und mathematischen Formulierung etabliert. Die größte Herausforderung besteht in der Beschreibung des Verhaltens in Normalenrichtung. Für das viskoelastische Verhalten gibt es bereits Resultate aus vorangegangenen Arbeiten des Autors. Bei Existenz einer direkten Formulierung für elastoplastisches Verhalten soll geprüft werden, inwiefern ein viskoplastisches Material darstellbar ist.

Für die Berücksichtigung der Anisotropie werden zunächst die klassischen acht Symmetriegruppen herangezogen, wobei bei orthogonaler Projektion auf Flächen Koinzidenzen gefunden werden können. Die allgemeine Projektion der Symmetrien eröffnet jedoch eine weitaus größere Vielfalt, als dass diese über klassische Herleitungen abbildbar sind. Statt sich auf spezielle Symmetrien zu beschränken, sollen die Steifigkeitstensoren auf spezielle Weise zerlegt und damit die Betrachtung beliebig anisotropen Verhaltens ermöglicht werden.

Zusätzliche Erweiterungsmöglichkeiten ergeben sich in Bezug auf Effekte, die aus Eigenspannungen, Temperaturschwankungen und Feuchtigkeitseinflüssen resultieren.

Es findet eine Beschränkung auf geometrische Linearität statt. Bislang gibt es keinerlei physikalische Argumentation und mathematische Behandlung für derartige Erweiterungen direkt formulierter Theorien. Die Formulierungen werden komplett in Tensorschreibweise ausgearbeitet. Dies ermöglicht den direkten Vergleich der Gleichungsstrukturen mit der dreidimensionalen Kontinuumsmechanik.

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. h.c. Holm Altenbach  
**Projektbearbeitung:** MSc. Katharina Knappe  
**Kooperationen:** Prof. Manja Krüger; Dr.-Ing. Yevgen Kostenko (Siemens Energetic); Prof. Thomas Seifert (Hochschule Offenburg); Prof. Konstantin Naumenko (OvGU, IFME); Prof. Elisabetta Gariboldi (Politecnico Milano); Dr.-Ing. Johanna Eisenträger (OvGU, IFME, derzeit University of New South Wales, Australien)  
**Förderer:** Haushalt - 01.10.2019 - 31.07.2021

### **Modell zur Beschreibung des mechanischen Verhaltens von Stählen unter hohen Temperaturen mit zyklischer Belastung**

Hochtemperaturbauteile, wie sie z.B. in Kraftwerken zu finden sind, müssen sowohl thermischen als auch mechanischen Beanspruchungen standhalten, wobei sich die Kombination dieser Prozesse negativ auf die Lebensdauer der Komponenten auswirken kann. Durch das Hoch- und Runterfahren der Anlagen treten außerdem zyklische Beanspruchungen auf, deren Simulation zu numerisch komplexen Zeitintegrationen mit kleinen Schrittweiten führt. Aus diesem Grund wurde das Materialverhalten bisher mit monotoner Belastung oder nur für wenige Zyklen simuliert, obwohl diese massgeblich für Ermüdungserscheinungen sein können. Der Mehr-Zeitskalen-Ansatz wird zur Modellierung von Plastizität, Schädigung und Ermüdung eingesetzt, mit der Grundidee, durch Entkopplung der Gleichungen separate Gleichungssysteme für die verschiedenen Zeitskalen zu schaffen und diese getrennt voneinander zu lösen. Dabei wird zwischen einer Zeitskala für die quasi-statische ("langsame") und einer für die hochfrequente ("schnelle", zyklische) Belastung unterschieden. Die Anwendung dessen in Kombination mit einem kalibrierten Materialmodell reduziert die Rechenzeit erheblich und bietet somit nicht nur die Möglichkeit, eine hohe Anzahl an Zyklen zu betrachten, sondern resultiert auch in einer genaueren Bestimmung und Optimierung der Lebensdauer.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. h.c. Holm Altenbach  
**Projektbearbeitung:** apl. Prof. Dr. habil. Vladimir Vovk  
**Förderer:** BMWi/AIF - 01.03.2019 - 30.09.2021

### **Entwicklung und Erprobung FEM-basierter Berechnungsmethoden zum Abbildung neuartigen Umformprozess Drücktreiben. Virtuelle Entwicklung der Verfahrensvarianten und Qualitätsuntersuchungen**

Die gegenwärtig verfügbaren Fertigungsverfahren für Armaturengehäuse und Dosiere basieren sich auf Verfahrenskombination Tiefziehen + Schweißen. Die massiven Flansche und Anschlüsse werden an gezogenen Böden/Trichter angeschweißt und mechanisch nachgearbeitet. Für konventionelle Fertigung vom Boden und Trichter sind teuren bauteilabhängigen Ziehwerkzeuge und kräftige Pressen erforderlich. Das Inkrementelles Blechumformen ermöglicht die flexible Herstellung komplexer Bauteile mit geringen Kosten. Mit der Entwicklung neues Umformverfahrens Drücktreiben soll die Fertigung von 3D-geformten Bauteile mit variablem Blechdicke aus einer Flachronde ohne bauteilbezogenen Werkzeuge möglich sein. Es sollen die Prozesse aus Massiv-Umformverfahren bei Blechwerkstoffen effektiv anwenden werden, so dass die vorteilhaften Eigenschaften der Massivumformung wie Faserverlauf und Kaltverfestigung genutzt werden können. Dadurch werden die bisher zusammengeschweißten Bauteilgruppen als ein komplexen Monolith-Bauteil mit wesentlich reduzierten Materialverbrauch, Gewicht und Kosten hergestellt. Neu entwickelten Produkte, Werkzeuge und Fertigungstechnologie wird erprobt, validiert und vermarktet.

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. h.c. Holm Altenbach  
**Projektbearbeitung:** M.Eng. Paul Kubaschinski  
**Kooperationen:** Prof. Manuela Waltz, Technische Hochschule Ingolstadt  
**Förderer:** BMWi/AIF - 01.12.2019 - 30.11.2022

### **Untersuchungen zum Einfluss des Fertigungsprozesses auf die betriebsfeste Auslegung von Elektroblechen für Traktionsmaschinen für die Elektromobilität**

Im Rahmen neuer Lösungsansätze zur Gestaltung der Mobilität der Zukunft haben sich insbesondere Elektrofahrzeuge hervorgetan, da diese einen wesentlichen Beitrag zum Umweltschutz und zur Emissionsvermeidung leisten können. Für den Aufbau der Traktionsmaschinen kommen Elektrobleche zum Einsatz, die zur Führung des magnetischen Flusses im Rotor bzw. Stator dienen. Die magnetischen und mechanischen Eigenschaften der Elektrobleche sind hierbei entscheidend für die Effizienz und das Leistungsgewicht der elektrischen Maschine und unterliegen hohen Anforderungen. Zudem führen geringe Blechdicken von etwa 0,25 mm und hohe Drehzahlen im dynamischen Betrieb zu hohen mechanischen Belastungen im Rotor.

Die zur Steuerung des magnetischen Flusses notwendigen Durchbrüche und Magnetschlitzte werden im Allgemeinen durch Stanzen eingebracht. Sowohl die Ausprägung der Stanzkante als auch die im Fertigungsprozess aufgebrauchten Spannungen beeinflussen die mechanischen Eigenschaften deutlich. Aufgrund der Grobkörnigkeit des Materials und der unbekanntenen Ausprägung der Stanzkante kann es zu einer starken Streuung der mechanischen Eigenschaften und damit der Bauteillebensdauer kommen.

Für die betriebsfeste Auslegung von Elektroblech ist es daher unerlässlich, die zyklischen Festigkeitseigenschaften von Elektroblech und deren Beeinflussung durch den Fertigungsprozess zu kennen. Durch die enge Zusammenarbeit von experimentell abgesicherten Werkstoffuntersuchungen und numerischer Simulation soll eine effiziente und sicherere Vorhersagemöglichkeit der Lebensdauer gestanzter Elektrobleche erarbeitet werden.

Das gemeinsame Promotionsvorhaben der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg und der Technische Hochschule Ingolstadt fokussiert sich dabei auf den Bereich der Lebensdauerberechnung und Simulation von Elektroblech. Wesentliche Meilensteine stellen die Lebensdauerberechnung unter Annahme eines isotropen Materialverhaltens sowie unter Berücksichtigung örtlich variierenden Materialverhaltens in Abhängigkeit der Stanzkante dar. Abschließend soll die Mikrostruktur des Werkstoffs im Berechnungskonzept berücksichtigt und die Methoden experimentell validiert werden.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. h.c. Holm Altenbach  
**Projektbearbeitung:** MSc. Paul-Maximilian Runge  
**Kooperationen:** Prof. Dr. Rene Androsch (MLU Halle-Wittenberg, Zentrum für Ingenieurwissenschaften); Prof. Dr. Mario Beiner, Fraunhofer IMWS, Halle; PD Dr.-Ing.habil. R. Glüge (IFME, OvGU Magdeburg)  
**Förderer:** EU - EFRE Sachsen-Anhalt - 01.06.2020 - 30.09.2022

### **Neue Wege zur additiven Fertigung mechanisch hochwertiger und geometrietreuer Bauteile aus teilkristallinen Polymeren**

Bei der additiven Fertigung von Bauteilen aus teilkristallinen Polymeren gilt es eine homogene Struktur ohne innere Grenzflächen zu realisieren, um Verzugseffekte zu vermeiden und mechanische Eigenschaften zu optimieren. Ein Ansatzpunkt ist dabei eine auf das Polymer abgestimmte Steuerung des 3D-Druck-Prozesses. Ziel des Forschungsvorhabens ist es, Wege aufzuzeigen, wie dies durch Kombination von Materialverständnis, verbesserter Prozesskontrolle und geeigneten Bauteil- und Prozess-Simulationen zu erreichen ist. Es wird erforscht, ob und wie es durch Abstimmung der Prozessparameter auf die Kristallisationskinetik des verwendeten Polymers gelingt, homogenere Bauteile mit besseren Eigenschaften herzustellen. Die Kristallisationskinetik verfügbarer Filamente wird im Detail quantifiziert, die Situation während des 3D-Drucks mittels Inline-Sensorik erfasst und der Einfluss von prozessbedingten Inhomogenitäten auf die Bauteileigenschaften wird durch Vergleich von Simulation und Experiment quantifiziert.

Dies ist ein Verbundprojekt mit der MLU Halle und dem Fraunhoferinstitut für Mikrostrukturen von Werkstoffen und Systemen. In diesem Teilprojekt wird eine Simulations-Toolchain für die Vorhersage der

inhomogenen mechanischen Eigenschaften und den Verzug von im 3D-Druck hergestellten Bauteilen für die am häufigsten verwendeten Polymerfilamenten erarbeitet, welche an den Ergebnisse der experimentellen Befunde der Projektpartner kalibriert und verifiziert wird. Mit einem verlässlichen Simulationstool kann anschließend eine numerische Optimierung der simulativ abgebildeten Eigenschaften erfolgen.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. h.c. Holm Altenbach  
**Projektbearbeitung:** Dr. Lidia Nazarenko  
**Kooperationen:** Prof. F. dell'Isola (Sapienza University, Rome); Prof. S.A. Lurie (Institute of Mechanics, Russian Academy of Sciences); PD Dr.-Ing.habil. R. Glüge (IFME, OvGU Magdeburg)  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.04.2020 - 31.03.2023

### **Erweiterung der Sätze der linearen Elastizität für die Gradientenelastizität**

Die klassische Elastizitätstheorie ist fester Bestandteil des beruflichen Alltags von Berechnungsingenieuren und deren Ausbildung. Sie wurde zwischen dem Beginn des 19. Jh. und der Mitte des 20. Jh. auf ein festes theoretisches Fundament gestellt. Ihre Entwicklung kann als abgeschlossen angesehen werden. Allerdings ist ihr Anwendungsbereich begrenzt: Sie ist größeninsensitiv, beinhaltet bei Diskontinuitäten in den Randbedingungen Singularitäten in den Spannungen und den Verschiebungen, und kann keine Grenz- und Oberflächenenergien berücksichtigen. Damit ist sie auf typische Ingenieursanwendungen beschränkt. Zur Beschreibung von Mikro-Bauteilen oder von Phänomenen im  $\mu\text{m}$ - und  $\text{nm}$ - Bereich ist sie nur bedingt geeignet.

Eine natürliche Erweiterung der klassischen Elastizität ist die Gradientenelastizität, bei der höhere Ableitungen des Verschiebungsfeldes auftauchen. Es wurde in zahlreichen Arbeiten gezeigt, dass die Beschränkungen der klassischen Elastizitätstheorie mit der Gradientenerweiterung überwunden werden können, ohne dass die übliche Trennung zwischen Struktur- und Materialeigenschaften verwischt wird, wie es bei alternativen nichtlokalen Theorien der Fall ist. Leider ist es bisher nicht gelungen, für die Gradientenelastizität ein ähnlich solides Fundament zu entwickeln, wie es für die klassische Elastizitätstheorie existiert.

Dies ist keine rein akademisches Problem. Die zunehmende Miniaturisierung von Bauteilen sowie die gezielte Entwicklung mikro-strukturierter Materialien erfordert es, über die klassische Elastizitätstheorie hinauszugehen. Des weiteren sind wir durch die Hebung der Singularitäten der klassischen Elastizität dazu in der Lage, eine Reihe von Kriterien (z.B. Bruch- und Fließkriterien), welche üblicherweise in den Cauchy-Spannungen formuliert sind, auch in der Nähe von Randdiskontinuitäten anzuwenden. Hierdurch vergrößert sich die Anwendbarkeit der Elastizitätstheorie deutlich.

Im diesem Projekt sollen die theoretischen Grundlagen der klassischen Elastizitätstheorie für die Gradientenelastizität ausgebaut werden. Hierfür wurde eine verallgemeinernde Axiomatik herausgearbeitet, welche zu ca. 2/3 bereits auf die Gradiententheorie übertragen wurde. Wir bemühen uns um eine Vervollständigung der Übertragung, was den Kern der Arbeit des deutschen Projektpartners bildet. Der russische Projektpartner ist mit der Anwendung befasst. Beispielsweise finden Eindeutigkeitsätze für Randwertprobleme mit reinen Verschiebungs- oder reinen Spannungsrandbedingungen in der Homogenisierung Anwendung. Mit ihnen kann beispielsweise die Eshelby-Grundlösung eines elliptischen Einschlusses in einer unendlichen Matrix ausgebaut werden. Eine weitere Anwendung sind transversal isotrope faserverstärkte Komposite, für welche sowohl ein Skalenübergang als auch die spezifischen Eigenschaften der Steifigkeitstensoren untersucht werden sollen. Schließlich soll das de Saint-Venantsche Prinzip für die Gradientenelastizität in Balkenversuche untersucht werden.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. h.c. Holm Altenbach  
**Projektbearbeitung:** MSc. Joachim Nordmann  
**Kooperationen:** Prof. Konstantin Naumenko (OvGU, IFME); Prof. Manja Krüger  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 15.05.2017 - 15.05.2020

### **Versagensmodellierung von Beschichtungen unter thermo-mechanischer Belastung**

Das Ziel des Projektes ist es das Versagen einer Eisenaluminid-Beschichtung zu beschreiben, welche auf einer Aluminiumlegierung aufgebracht ist und zwischen 250°C und 400°C getestet wird. Zur Validierung des entwickelten Modells und Identifikation der benötigten Materialparameter werden Vier-Punkt-Biegeversuche genutzt, welche im genannten Temperaturbereich und bei unterschiedlichen Belastungen durchgeführt werden. Darüber hinaus bilden diese Versuche auch die Basis zur Ableitung des Modells. Grundlage der Versagensmodellierung bildet die Theorie der Kohäsivzone, welche unabhängig voneinander von Barenblatt (1959) und Dugdale (1962) entwickelt wurde. Die entwickelten Modelle werden in das Simulationsprogramm ABAQUS mittels der UEL und UMAT Schnitt-stelle implementiert. Weiterhin wird in dem Projekt die Effizienz verschiedener Lösungs-strategien für das resultierende, partielle DGL System untersucht. Wobei die quasi-statische Rechnung in Kombination mit einer viskosen Regularisierung die effiziente Strategie dar-stellt. Abbildung 1 zeigt den Vergleich zwischen dem Experiment und der Simulation (Kreise), wobei für eine bessere Übereinstimmung eine Korrektur des Kriechmultiplikators nötig ist (Dreiecke).

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. h.c. Holm Altenbach  
**Projektbearbeitung:** MSc. Nikolaus Bechler  
**Kooperationen:** Prof. T. Seifert (Hochschule Offenburg); Fraunhofer Institut für Werkstofftechnik  
Freiburg; Volkswagen AG, Wolfsburg  
**Förderer:** BMWi/AIF - 01.02.2019 - 31.01.2022

### **Simulation des thermomechanischen Ermüdungsrisswachstums in hochbeanspruchten Komponenten von effizienten Verbrennungsmotoren**

Eine etablierte Simulationsmethode zur Berücksichtigung des Risswachstums bzw. des Rissstopps ausgehend von einem bereits vorhandenen technischen Anriss unter thermomechanischer Belastung gibt es heute nicht. Das Ziel des Dissertationsvorhabens ist es einen weiteren wichtigen Schritt in der simulationsbasierten Auslegung von thermomechanisch hoch belasteten Komponenten voranzukommen und eine Simulationsmethode zu entwickeln, die eine verlässliche Aussage zur weiteren Entwicklung des technischen Anrisses zulässt und somit eine Bewertung der gesamten Lebensdauer ermöglicht.

Die Ausarbeitung erfolgt am Beispiel eines Zylinderkopfs bestehend aus einer Aluminiumgusslegierung. Das thermomechanische Ermüdungsrisswachstum hängt von zahlreichen unterschiedlichen Einflussfaktoren ab. Die Berücksichtigung des Risswachstums erfordert einerseits ein klares Verständnis der Einflussnahme und der Wechselwirkung der Einflussfaktoren und andererseits eine robuste und hinsichtlich Rechenzeit industriell anwendbare Einbindung der Methode in die gängige Praxis der Bauteilsimulation. Aus diesem Grund soll die Simulationsmethodik von Grund auf eigenständig zuerst mit der klassischen FEM und anschließend mit der XFEM entwickelt werden. Die Validierung erfolgt stufenweise in Versuchen mit unterschiedlichen Geometriekomplexitäten.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. h.c. Holm Altenbach  
**Projektbearbeitung:** MSc. Christina Pritscher  
**Kooperationen:** Prof. Dr.-Ing. Walter Fischer, Hochschule für angewandte Wissenschaften Landshut  
**Förderer:** Sonstige - 01.07.2019 - 31.12.2023

### **Kleine Biogasanlage aus textilen Materialien - Verfahrensentwicklung, Errichtung und Erprobung einer Technikums- sowie einer Demonstrationsanlage**

Derzeit sind Biogasanlagen, die mit reiner Gülle betrieben werden, für kleine Landwirte nicht rentabel. Dies soll das Projekt kleine Biogasanlage aus textilen Materialien ändern. Um die Investitionskosten zu senken, sollen die Wände des Fermenters nicht wie üblich aus Beton, sondern aus Kunststofffolien bestehen. Damit die Anlage nachhaltig ist, soll deren Lebensdauer mindestens 20 Jahre betragen.

Während der Fermentation ist die Kunststoffolie dem Substrat, in dem Fall der Gülle, und dem Biogas ausgesetzt. Dabei kann es sein, dass Stoffe aus dem Substrat oder dem Biogas in die Folie diffundieren und den Kunststoff schädigen. Deshalb muss die Auswirkung der Medien auf die Festigkeit des Kunststoffes in der Technikumsanlage untersucht werden. Dazu werden Proben, der in Frage kommenden Kunststoffe, im Technikumsfermenter der Gülle und dem Biogas ausgesetzt und nacheinander in bestimmten Zeitabständen entnommen. Durch Zugproben wird die Festigkeit dieser, dem Substrat ausgesetzten Proben, mit der Festigkeit des Ausgangsmaterials verglichen. Mithilfe der Kontinuumsmechanik soll die Auswirkung der Schädigung der Probestücke berechnet werden. Dadurch soll es möglich sein, die wahrscheinliche Lebensdauer vorauszusagen.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. h.c. Holm Altenbach  
**Projektbearbeitung:** MSc. Stefan Eckmann  
**Kooperationen:** Fraunhofer Institut für Werkstoffmechanik Freiburg; Prof. Thomas Seifert (Hochschule Offenburg)  
**Förderer:** Sonstige - 01.06.2018 - 31.12.2020

### **Einfluss thermisch induzierter Spannungsgradienten auf die Ermüdungslebensdauer**

Ziel des Forschungsvorhabens ist die Klärung der Wirkung stationärer Temperaturgradienten - und damit zusammenhängend stationärer thermisch induzierter Spannungsgradienten - auf die Schädigungsentwicklung gekühlter Hochtemperaturbauteile. Dieses für Turbomaschinen typische Beanspruchungsmerkmal ist insbesondere hinsichtlich seines Beitrages und seiner Berücksichtigung bei der Schädigungsbewertung noch nicht gesichert verstanden. Entsprechende Verformungs- und Schädigungsmodelle sind zu erstellen und zu validieren. Auch eine mögliche Analogie zur Bewertung geometrischer Kerben soll untersucht werden. Weiterhin ist vorgesehen, zur Verkürzung erforderlicher Berechnungszeiten bei Bauteilmodellen ein validiertes Extrapolationsverfahren bereitzustellen

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. h.c. Holm Altenbach  
**Projektbearbeitung:** M.Eng. Patrick Michels  
**Kooperationen:** Dr. Reinold Hagen Stiftung; Prof. Dr.-Ing. Olaf Bruch (Hochschule Bonn-Rhein-Sieg)  
**Förderer:** Sonstige - 01.10.2018 - 31.12.2020

### **Charakterisierung des thermisch-mechanischen Materialverhaltens teilkristalliner Polymere für die Schwindungsanalyse blasgeformter Kunststoffhohlkörper**

Im Rahmen des Promotionsvorhabens gilt es, ein geeignetes Materialmodell für die Schwindungsanalyse blasgeformter Kunststoffhohlkörper zu identifizieren und eine Strategie zur Kalibrierung des Modells auszuarbeiten. Die Schwierigkeit besteht dabei vor allem in der Beschreibung des komplexen zeit-, temperatur- und prozessabhängigen Materialverhaltens der eingesetzten Polymerwerkstoffe. Innerhalb der Projektlaufzeit soll es zunächst gelingen, die Materialschwindung anhand einfacher blasgeformter Prinzipbauteile für ein breites Prozessfenster experimentell zu charakterisieren. Anhand dieser experimentellen Datenbasis gilt es dann,

geeignete Materialgesetze für die Schwindungs- und Verzugsanalyse zu kalibrieren. Übergeordnetes Ziel ist eine deutliche Steigerung der Vorhersagegenauigkeit der bisher eingesetzten Simulationsansätze.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. h.c. Holm Altenbach  
**Projektbearbeitung:** Dipl.-Ing. Dipl.-Ing. Philipp, von Hartrott  
**Kooperationen:** Fraunhofer Institut für Werkstofftechnik Freiburg; Prof. T. Seifert (Hochschule Offenburg)  
**Förderer:** Sonstige - 01.06.2018 - 31.12.2020

### **Werkstoffbasierte Lebensdauerbewertung von Radialverdichterrädern aus EN AW-2618A unter Berücksichtigung der Werkstoffalterung**

Die Mikrostruktur der ausscheidungsgehärteten Aluminiumlegierung EN AW-2618A ist von herausragender Bedeutung für ihre Festigkeit, da nur ein Werkstoffzustand mit gezielt eingestellter Mikrostruktur eine für Radialverdichterräder ausreichende Festigkeit erreicht. Diese optimierte Mikrostruktur ändert sich jedoch während des Betriebs, denn die Bauteile werden bei Temperaturen eingesetzt, die nahe der Aushärtetemperatur liegen oder sogar darüber hinausgehen. Mit der Überalterung der Mikrostruktur ist eine Degradation der Eigenschaften zu beobachten. Die vorliegende Arbeit beschreibt die Degradation der Festigkeit des Werkstoffs in drei anwendungsrelevanten Bereichen: der zyklischen Plastizität bei erhöhter Temperatur, der LCF-Ermüdungslebensdauer und dem Kriechen. Basierend auf experimentellen Ergebnissen werden Modelle für die Anwendung in einem Finite-Elemente-Kontext angepasst und diskutiert.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. h.c. Holm Altenbach  
**Projektbearbeitung:** MSc. Carl Fischer  
**Kooperationen:** Prof. T. Seifert (Hochschule Offenburg); Fraunhofer Institut für Werkstofftechnik Freiburg  
**Förderer:** Sonstige - 01.06.2018 - 31.12.2020

### **Rechnerische Bewertung der Bauteillebensdauer von Aluminiumgusskomponenten unter kombinierter thermomechanischer und hochfrequenter Belastung**

Kolben und Zylinderköpfe aus Aluminiumgusswerkstoffen in Verbrennungskraftmaschinen unterliegen im Einsatz starken Temperaturwechseln, welche zu einer thermomechanischen Ermüdung (TMF: thermomechanical fatigue) führen. Durch den Verbrennungsprozess ergeben sich zusätzliche hochfrequente Belastungen (HCF: high-cycle fatigue), welche den Thermozyklen überlagert werden und in einer kombinierten TMF/HCF-Belastung resultieren. Für Aluminiumgusslegierungen ist bekannt, dass eine TMF/HCF-Belastung zu einer signifikanten Lebensdauerreduktion im Vergleich zu einer reinen TMF-Belastung führt. Im Rahmen des Projekts wurden detaillierte Werkstoffuntersuchungen zum Ermüdungsverhalten und der Schädigungsentwicklung zweier Aluminiumgusswerkstoffe durchgeführt. Anhand der Versuchsdaten und der beobachteten Schädigungsentwicklung wurde ein Kurzrischwachstumsmodell entwickelt und an die spezifischen Schädigungsmechanismen der beiden Werkstoffe angepasst. Das Kurzrisssmodell kann die Lebensdauern einer Vielzahl von Probenuntersuchungen sehr gut beschreiben.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. h.c. Holm Altenbach  
**Projektbearbeitung:** MSc. Stefan Bergmann, MSc. Moharam Haghi Choobar  
**Kooperationen:** Prof. Thorsten Halle (OvGU, IWF); Prof. Franziska Scheffler (OvGU, Institut für Chemie); Prof. Michael Scheffler (OvGU, IWF); Dr.-Ing. Marcus Aßmus, IFME, OvGU; Dr.-Ing. Matthias Zschehyge (Fraunhofer-Institut für Mikrostruktur von Werkstoffen und Systemen IMWS, Halle/Saale); Prof. Daniel Juhre (OvGU, IFME); Prof. Manja Krüger (OvGU, IWF)  
**Förderer:** EU - ESF Sachsen-Anhalt - 01.07.2016 - 31.12.2021

### Medical Engineering and Engineering Materials

Die ESF-geförderte internationale OvGU-Graduiertenschule (OvGU-ESF-GS) MEMoRIAL dient der Ausbildung internationaler Promovierender in zwei besonders forschungsstarken ingenieurwissenschaftlichen Profillinien der Otto-von-Guericke-Universität (OvGU): dem Transfer-Forschungsschwerpunkt Medizintechnik (MT) der OvGU und der Materialwissenschaften. MEMoRIAL unterstützt mit seinem medizintechnischen Anteil das translationale und anwendungsorientierte Potential des Zentrums für Neurowissenschaften (CBBS) und mit seinem materialwissenschaftlichen Bereich die Transferschwerpunkte *Erneuerbare Energien* und *Automotive* sowie das Zentrum für Dynamische Systeme (CDS). Die Graduiertenschule umfasst 2 Module mit 22 Stipendiaten. Die Module, die Zuordnung der Anzahl der Stipendien und die durch sie unterstützten OvGU-Forschungsstrukturen und außeruniversitären Partner sind:

1. Medizintechnik (12 Stipendien)
2. Materialwissenschaften: Prozessierung, Mikrostruktur, Simulation (10 Stipendien)

Zwei Stipendiaten sind am Lehrstuhl Technische Mechanik tätig.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. h.c. Holm Altenbach  
**Projektbearbeitung:** Dr.-Ing. Johanna Eisenträger  
**Kooperationen:** Prof. Konstantin Naumenko (OvGU, IFME); Prof. Elisabetta Gariboldi (Politecnico Milano); Dr.-Ing. Yevgen Kostenko (Siemens Energetic)  
**Förderer:** Haushalt - 01.10.2014 - 01.10.2021

### Modellierung des Materialverhaltens eines martensitischen Stahls unter hohen Temperaturen

Das Ziel des Projekts besteht in der Entwicklung eines Materialmodells für die martensitische Stahllegierung X20CrMoV12-1 unter hohen Temperaturen. Zu diesem Zweck werden Warmzugversuche unter konstanter Dehnrates durchgeführt, wobei Temperatur und Dehnrates systematisch variiert werden. Diese Versuche liefern die Datenbasis zur Kalibrierung und Erweiterung eines bereits bestehenden mechanischen Modells, das den Werkstoff als Mischung zweier Phasen beschreibt und den Einfluss mikrostruktureller Vorgänge, wie zum Beispiel Kornvergrößerung, auf das makroskopische Materialverhalten berücksichtigt. Nach erfolgreicher Kalibrierung soll das Modell auf Ermüdungsvorgänge ausgedehnt werden.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. h.c. Holm Altenbach  
**Projektbearbeitung:** MSc. Stefan Bergmann  
**Kooperationen:** Fraunhofer-Pilotanlagenzentrum für Polymersynthese und -verarbeitung PAZ, AG Thermoplastbasierte Faserverbund-Bauteile, Schkopau, GER; Fraunhofer-Institut für Mikrostruktur von Werkstoffen und Systemen IMWS, Halle/Saale, GER; Prof. Franziska Scheffler (OvGU, Institut für Chemie); Prof. Manja Krüger; Prof. Michael Scheffler (OvGU, IWF); Prof. Thorsten Halle (OvGU, IWF); Dr.-Ing. Matthias Zschehyge (Fraunhofer-Institut für Mikrostruktur von Werkstoffen und Systemen IMWS, Halle/Saale)  
**Förderer:** EU - ESF Sachsen-Anhalt - 01.03.2017 - 31.12.2021

### MEMoRIAL-M2.7 — Mechanical simulations of fiber-reinforced plastics based on parameters of the

## injection molding process

Fiber-reinforced plastics are increasingly used as primary structural elements. Within this context, a combination of process and structural mechanics simulations, meaning material properties data, manufacturing quality, and structural mechanics analysis to be interlinked, would be beneficial with respect to not least meeting the applicable safety requirements. Fiber length or local fiber distribution and orientation are just some of these material properties to be considered in the course of this sub-project. Additionally, deterministic analysis procedures as usually used are supposed to be substituted by stochastic approaches. Potential consequences for the safety of components should further be discussed.

Temperature, pressure, as well as the heating and cooling rates constitute relevant process parameters. Dependencies between material properties and process parameters will be experimentally examined within a first step. Secondly, correlations between the mechanical composite properties and material data will be analysed, finally allowing for the development of new modelling approaches combining the process and structural analysis simulations.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. h.c. Holm Altenbach  
**Projektbearbeitung:** MSc. MSc. Haghi, Moharam Choobar  
**Kooperationen:** Dr.-Ing. Marcus Aßmus, IFME, OvGU; Prof. Konstantin Naumenko (OvGU, IFME); Prof. Thorsten Halle (OvGU, IWF); Prof. Franziska Scheffler (OvGU, Institut für Chemie); Prof. Michael Scheffler (OvGU, IWF); Prof. Manja Krüger  
**Förderer:** EU - ESF Sachsen-Anhalt - 01.06.2017 - 31.01.2022

## MEMoRIAL-M2.8 — Analysis of curved photovoltaic panels with a novel shell theory and a global-local approach

New designs of photovoltaic modules include curved light-weight structures composed from a carrying glass or polymer layer, silicon solar cells embedded in a soft polymeric encapsulant, and a back sheet usually made from polymer or glass. To assure a reliable operation, efficient procedures for strength and deformation analysis are required.

The aim of this PhD project is to develop a novel layer-wise shell theory to analyse the global mechanical behaviour of curved photovoltaic panels. The procedure used to formulate governing balance equations should be based on the already existing approach applied to initially uncurved photovoltaic modules. The theory should be utilised within a finite element code by means of a self-implemented, user-element subroutine. To study the strength of brittle silicon cells inside the laminate, a global-local procedure should be developed. Therefore, a three-dimensional unit cell with boundary conditions derived from the global deformation field is to be analysed.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. h.c. Holm Altenbach  
**Projektbearbeitung:** Dr.-Ing. Marcus Aßmus  
**Förderer:** Haushalt - 01.11.2017 - 31.10.2020

## Modellierung und Simulation von Photovoltaikanlagen

Photovoltaik-Module sind Mehrschichtplatten, für die klassische Ansätze nicht verwendet werden können. Im Rahmen des Projektes sollen neue Analyseansätze begründet werden. Dabei werden Mehrskalensätze verwendet. Die Modellierung beschränkt sich zunächst auf elastisches Materialverhalten.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. h.c. Holm Altenbach  
**Projektbearbeitung:** MSc. Josef Tomas  
**Kooperationen:** Prof. Markus Merkle (Hochschule Aalen)  
**Förderer:** Industrie - 01.12.2017 - 31.12.2021

### **Charakterisierung des thermomechanischen Verhaltens additiv gefertigter Komponenten**

Pulverbettbasiertes Laserstahlschmelzen hat sich bei der additiven Herstellung von metallischen Bauteilen etabliert. Das Bauteil entsteht schichtweise in dem jede Pulverschicht aufgeschmolzen und mit darunterliegenden Schicht verbunden wird. Aufgrund der hohen Designflexibilität wird die additive Fertigung in Luft- und Raumfahrt, Automobilindustrie und vielen anderen Industriebereichen eingesetzt. In Anbetracht dessen sind die Kenntnisse der Materialeigenschaften, Ausrichtung des Materials und der daraus resultierenden Herausforderungen in der Fertigung von großer Bedeutung. Lokale Energieeinträge durch den Laser, hohe Abkühlraten der Schmelze und die Belichtungsstrategie führen zu der Richtungsabhängigkeit des Materials und Eigenspannungen in den Bauteilen. Die resultierenden Verzerrungen haben einen Einfluss auf die Fertigungsgenauigkeiten. Für diese sind spezielle Aussagen zum mechanischen und thermischen Verhalten während und nach dem Prozess notwendig. Dabei spielen Material und Materialeigenschaften, Temperatur während des Prozesses, Bauhöhe, Härte und andere Parameter eine Rolle.

Die Charakterisierung des thermomechanischen Verhaltens additiv gefertigter Komponenten steht im Mittelpunkt des Promotionsvorhabens. Ausgehend von einer kontinuumsmechanischen Modellbildung sollen Variantenrechnungen den Einfluss der verschiedenen Parameter aufzeigen. Zusätzlich soll eine Möglichkeit der Vorhersage der Eigenschaften ausgehend aus bekannten Parameter untersucht werden.

---

**Projektleitung:** Dr.-Ing. Fabian Duvigneau, Jun.-Prof. Dr.-Ing. Elmar Woschke, Prof. Dr.-Ing. Daniel Juhre  
**Projektbearbeitung:** Braj Bhushan Prasad  
**Kooperationen:** Enercon GmbH; Jun.-Prof. Dr.-Ing. Elmar Woschke (OvGU/IFME)  
**Förderer:** BMWi/AIF - 01.12.2019 - 30.11.2022

### **DampedWEA - Innovative Konzepte zur Schwingungs- und Geräuschreduktion getriebeloser Windenergieanlagen**

Das Ziel des Verbundvorhabens DampedWEA ist die Erhöhung der Akzeptanz von Windenergieanlagen (WEA). Dadurch sollen neue Gebiete für WEA, insbesondere in der Nähe bewohnter Gebiete, erschlossen werden. Dazu ist eine Verminderung des abgestrahlten Schallpegels erforderlich. In diesem Verbundvorhaben liegt der Fokus auf den tonalen Emissionen, die durch die erfolgreiche Optimierung hinsichtlich aeroakustischer Emissionen immer stärker in den Vordergrund treten und nun ein Problem darstellen. Um diese ausreichend zu reduzieren, kommen innovative Konzepte zur Schwingungs- und Lärmreduktion zum Einsatz. Die wesentliche Quelle der tonalen Störgeräusche ist der Generator, da sich die Vibrationen aus dem Generator über die Lager und den Antriebsstrang oder über die Generatortragstruktur in die gesamte Windenergieanlage ausbreiten und schließlich als Schall abgestrahlt werden. Tonale Geräusche sind für die Akzeptanz der Bevölkerung besonders kritisch, da diese als wesentlich lästiger wahrgenommen werden als ein breitbandiges Rauschen.

In diesem Projekt sollen Transmissionspfade untersucht werden, an denen die Erforschung des Lärminderungspotentials erfolgversprechend ist. Darüber hinaus werden viele verschiedene Konzepte erprobt, die teilweise weit über den aktuellen Stand der Technik hinausgehen. Das Projekt wird im Konsortium bestehend aus WRD/Enercon mit den Forschungspartnern DLR, Fraunhofer IFAM, der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg und der Leibniz Universität Hannover durchgeführt.

**Projektleitung:** Dr.-Ing. Fabian Duvigneau, Prof. Dr.-Ing. Daniel Juhre  
**Projektbearbeitung:** M.Sc. Márton Petö  
**Kooperationen:** Dr.-Ing. Sascha Duczek  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.08.2019 - 31.07.2022

### **Kopplung fiktiver Gebietsmethoden mit der Randelementemethode für die Analyse akustischer Metamaterialien**

Im Fokus des vorliegenden Projektantrages stehen innovative akustische Metamaterialien. Dabei handelt es sich beispielsweise um akustisch wirksame Schaummaterialien, in denen durch zusätzlich eingebrachte Festkörper mit hoher Steifigkeit lokale Resonanzeffekte erzeugt werden sollen. Auf diesem Weg soll erreicht werden, dass die Dämm- bzw. Dämpfungswirkung dieser Materialien insbesondere im tieffrequenten Bereich signifikant verbessert wird. Allerdings fehlen bisher allgemeine Richtlinien, wie ein akustisches Metamaterial zu gestalten ist, um eine bestmögliche und insbesondere eine breitbandige Wirkung zu erzielen. Das Ziel des beantragten Projektes ist es, ein zuverlässiges und effizientes numerisches Werkzeug zu entwickeln, um in weiterführenden Forschungsarbeiten eine umfassende Analyse der Mechanismen, Einflussfaktoren und Designparameter sowie gezielte Topologieoptimierungen akustischer Metamaterialien durchzuführen zu können. Für die vibroakustischen Analysen soll eine Kopplung der Finiten Zellen Methode (FCM) und der Randelementemethode (BEM) entwickelt werden. Die FCM soll für die strukturdynamischen Berechnungen eingesetzt werden, um die heterogene Struktur der Metamaterialien adäquat und effizient abzubilden. Für die Bewertung verschiedener akustischer Metamaterialien wird der resultierende Schalldruck im umgebenden Luftvolumen sowie die abgestrahlte Schallleistung herangezogen. Die Berechnung der Schallabstrahlung erfolgt mit Hilfe der BEM, da diese insbesondere für die Bewertung im Fernfeld im Vergleich zu volumendiskretisierenden Methoden eine effiziente Möglichkeit zur Berechnung des akustischen Feldes darstellt. Im Rahmen des Projektes sollen auch die Vorteile höherwertiger Ansatzfunktionen ausgenutzt werden. Nach erfolgreicher Implementierung werden kommerzielle FE-basierte Berechnungsprogramme, analytische Vergleichslösungen und experimentelle Untersuchungen genutzt, um die entwickelten Methoden ausführlich zu verifizieren und zu validieren.

---

**Projektleitung:** Dr.-Ing. Fabian Duvigneau, Prof. Dr.-Ing. Daniel Juhre, Jun.-Prof. Dr.-Ing. Elmar Woschke  
**Projektbearbeitung:** M.Sc. Paul Marter  
**Kooperationen:** Jun.-Prof. Dr.-Ing. Elmar Woschke (OvGU/IFME)  
**Förderer:** EU - EFRE Sachsen-Anhalt - 01.07.2019 - 30.06.2022

### **Innovative Simulationsverfahren für die akustische Auslegung von Automobilen**

Dieses Projekt ist eine Kooperation der Juniorprofessur Fluid-Struktur Kopplung in Mehrkörpersystemen und des Lehrstuhls für Numerische Mechanik mit jeweils einem wissenschaftlichen Mitarbeiter pro Partner. Das Kernziel des Projektes ist die Entwicklung einer praxistauglichen Simulationsmethodik zur Berechnung von Schallemissionen von Motoren und deren psychoakustische Bewertung. Dies ermöglicht es, Auswirkungen von Strukturmodifikationen (Steifigkeit, Massenverteilung) sowie tribologischen Systemparametern (Lagerspiele, Viskosität, Desachsierung und Füllungsgrad) unmittelbar auf die Anregungsmechanismen und die inneren Körperschallwege zurückzuführen und präventiv im Sinne einer akustischen Optimierung durch konstruktive und tribologische Maßnahmen zu bekämpfen. Dieser reine Virtual Engineering Ansatz soll gänzlich ohne reale Prototypen auskommen und somit bereits früh im Motorentwicklungsprozess eine akustische Bewertung ermöglichen. Somit können in Abstimmung mit den Entwicklergruppen angrenzender Themenbereiche konstruktive Maßnahmen zur Verbesserung der akustischen Qualität realisiert werden, ohne andere wichtige Auslegungskriterien, wie Leistung, Schadstoffemission oder Gesamtmasse, negativ zu beeinflussen.

Im Gegensatz hierzu sind passive Maßnahmen zur Bekämpfung von Schallemissionen durch beispielsweise Dämmungen in der Regel kostenintensiv, da sie neben zusätzlichem Material auch zusätzliche Montageschritte erfordern und sich somit auf den Produktionsprozess auswirken. Gleichzeitig steht dies dem Gedanken des Leichtbaus sowie der Verbrauchsreduktion und Umweltfreundlichkeit entgegen und führt zu einem zusätzlichen Bauraumbedarf, der üblicherweise eine sehr knappe Ressource bei der Entwicklung moderner Motoren und Automobile darstellt. Das grundsätzliche Problem dieser heutzutage immer häufiger eingesetzten Dämmmaßnahmen ist deren symptomatischer Ansatz, welcher zwar die Wirkung bekämpft, die Ursachen der akustischen Störung aber außer Acht lässt.

Die ganzheitliche Methodik, die in diesem Projekt im Fokus steht, ermöglicht hingegen direkt die Analyse und

Bekämpfung der Ursache der störenden Schallemissionen. Zusätzlich lässt die psychoakustische Bewertung der Schallemission eine Kategorisierung in störende und weniger störende Schallemissionen zu. Dadurch kann das Design gezielt so verändert werden, dass das entstehende Geräusch vom Menschen als angenehmer empfunden wird, schließlich kann ein leises Geräusch trotzdem störender empfunden werden als ein lautes.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. Daniel Juhre  
**Kooperationen:** Prof. Michele Chiumenti, CIMNE, UPC Barcelona, Spanien  
**Förderer:** Sonstige - 02.11.2020 - 31.10.2023

### **Entwicklung von FE-Technologien im Bereich der gemischten Formulierung anhand von industriellen Anwendungen**

Ziel der Dissertation ist die Entwicklung, beziehungsweise Weiterentwicklung, von Finite-Elemente-Technologien im Bereich der gemischten Formulierung. Der Fokus liegt hierbei auf der Verschiebung-Druck-Dehnung-Formulierung (u/p/e), da sie gleichzeitig ermöglicht, inkompressibles Materialverhalten zu meistern sowie eine gesteigerte Genauigkeit in der Berechnung der Spannungen und Dehnungen zu ermöglichen.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. Daniel Juhre  
**Kooperationen:** Volkswagen AG, Wolfsburg  
**Förderer:** Industrie - 27.04.2018 - 30.04.2021

### **Untersuchungen zur Industrialisierung der Virtualisierung des Meisterbocks und Weiterentwicklung der Simulationskonzepte**

Der Meisterbock dient, primär für Fahrzeugneuanläufe, als Mess- und Analysemittel von Exterieurbauteilen. Dazu gehören u.a. die Blech-Anbauteile wie Kotflügel, Türen, Front- und Heckklappen sowie Seitenteile. Um diese Bauteile und deren Interaktion im Einbauzustand zu bewerten bzw. zu qualifizieren, wird jedes Teil am Meisterbock montiert und wiederholgenau mithilfe des standardisierten Referenz-Punkt-Systems (RPS) ausgerichtet. Das Ziel dieses Projektes besteht darin, diesen Qualifizierungsprozess durch den Einsatz von numerischer Simulation mittels Finite-Elemente-Methode (FEM) zu optimieren, um den Aufwand der physischen Aufbauten zu reduzieren und damit die Effizienz zu steigern.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. Daniel Juhre  
**Projektbearbeitung:** MSc. Florian Piekny  
**Kooperationen:** Deutsches Institut für Kautschuktechnologie e.V.  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.01.2020 - 31.12.2022

### **Evaluation of Phase Morphology and its Impact on the Viscoelastic Response of Elastomer Blends**

Filler reinforced elastomer blends play a key role in the design and optimization of high performance rubber goods like tires or conveyor belts. In most cases, a phase separated, anisotropic blend morphology develops during the last processing steps (extrusion, calendaring, injection moulding), which lowers its free energy by coagulation and relaxation processes, before the morphology is frozen by cross-linking. The development of the detailed phase morphology and its influence on the high-frequency viscoelastic response, affecting e.g. friction, fracture and wear properties, is not well understood at present but of high technological and scientific interest. Accordingly, one main objective is the physically motivated modelling and numerical simulation of the thermo-chemically driven phase separation of filled elastomer blends with realistic, microscopic input parameters obtained from independent physical measurements. Beside the chemical compatibility of the polymers and the fillers, also the effect of mechanical stress on the phase dynamics shall be investigated. In combination with elaborated experimental methods, the phase field modelling for Cahn-Hilliard and Cahn-Larché type diffusion shall be applied. The local phase field equations, considering at the end three phases, must be implemented into

the isogeometric analysis, allowing for the study of complex interaction of multi-phase materials with different material characteristics. The experimental focus lies on the evaluation of thermodynamic polymer-polymer- and polymer-filler interaction parameters that govern the phase morphology and filler distribution. For the simulation of phase boundary dynamics, the collective chain mobility shall be estimated as an input parameter of the Cahn-Hilliard type dynamic equation.

A second objective is the modelling and numerical simulation of the high-frequency linear viscoelastic response of unfilled and filled elastomer blends, which shall be based on the distinct phase morphology including domain and interphase size, filler distribution and cross-linking heterogeneities. The non-linear response will be analysed in a future project.

The results of phase field simulations shall be compared to experimental investigations of phase mixture processes and numerically evaluated viscoelastic moduli shall be correlated with experimentally constructed viscoelastic master curves.

The sum of the both objectives leads to a complete numerical procedure with which it is possible to simulate the complete cycle of producing and using a new polymer blend for later engineering applications by optimizing the involved process and distinctive material parameters.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. Daniel Juhre  
**Projektbearbeitung:** MSc. Resam Makvandi  
**Kooperationen:** acandis GmbH u. Co. KG, Pforzheim; UKE Hamburg; TU Hamburg-Harburg  
**Förderer:** Bund - 01.09.2018 - 31.08.2021

### **Individualisierte Flow Diverter Behandlung (Belucci) - Entwicklung eines Design-Tools zur computergestützten Auslegung von Individuellen Flow Divertern (IFD)**

Ziel des Projekts BELUCCI ist die Etablierung und Validierung eines neuartigen Ansatzes zur Behandlung intrakranieller Aneurysmen mit Flow Divertern, der auf Basis von patientenspezifischen anatomischen Auswahlparametern eine individuelle und simulationsbasierte Planung, Implantatauswahl/-fertigung und Beratung umfasst. Im Rahmen des Projektes soll ein standardisierter Individualisierungsprozess entwickelt werden, um jedem Patienten das optimale Implantat für das individuelle Aneurysma zur Verfügung stellen zu können und damit die Wirksamkeit und Sicherheit der Prozedur substantiell zu verbessern. Der Ansatz wird im Rahmen des Projektes anhand patientenspezifischer Aneurysmamodelle klinisch evaluiert. Im Teilvorhaben am IFME wird ein computergestütztes Design-Tool zur numerischen Untersuchung und Auslegung von individualisierten Flow Divertern entwickelt.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. Daniel Juhre  
**Projektbearbeitung:** MSc. Ehsan Farahani  
**Förderer:** Land (Sachsen-Anhalt) - 01.11.2018 - 31.10.2021

### **Numerical analysis of crack propagation based on phase field method in welded steel structures**

Welding is considered as one of the most indispensable processes in many industrial sections for joining. In many structures, welds are known as a critical sections led to mechanical failures. There are a variety of physical defects such as undercut, insufficient fusion, excessive deformation, porosity, and cracks that can affect weld quality. Of those defects, cracks are considered to be the worst since even a small crack can grow and lead to failure. All welding standards show zero tolerance for cracks whereas the other defects are tolerated within certain limits. There are three requirements for cracks to form and grow: a stress-raising defect, tensile stress, and material with low fracture toughness. Microscopic defect locations are available in practically all welds including geometric features and weld chemistry that can raise the local stress enough to induce a crack. That leaves the engineer to work with the stress environment and toughness: if either of the two can be effectively controlled then cracks can be prevented from initiating and growing. Toughness is a measure of resistance to crack growth; resistance can be provided by blunting of the crack tip in ductile materials. However, if applied strain rate is very high (as would be the case when a spot weld cools at the end of the pulse) and the stress field is multi-axial, even ductile materials exhibit poor toughness and produce rapid crack growth. Hard materials, such as martensite formed during cooling of steels, are brittle and have poor toughness. Having a

deep understanding of the residual stresses in welding, micro structure and mechanical behavior of HAZ, multi axial fatigue strength, crack progress behavior and the effect of improvement techniques on welded structures will result in manufacturing more reliable and minimizing weight and increasing structural strength.

The following objectives of this project are:

- Modeling welding process by considering the phase transformation changes occurred in base and weld metal during the heating and cooling process.
- Effect of weld material strength and number of weld passes on the fatigue strength.
- Influence of heat treatment process like stress releasing, annealing hardening on fatigue behavior.
- Development of damage mechanics rules based on numerical analysis for predicting the ductile failure, fatigue life crack initiation.
- Numerical modelling of fatigue crack initiation and propagation based on phase field theory.
- Achieving experimental data by carrying out on universal servo hydraulic machine to investigate the influence of multi axial stresses on fatigue strength and fatigue life.
- The effect of residual stresses caused by welding on the fatigue life.
- Investigating HFMI process on residual stresses and fatigue strength by means of numerical and experimental work.

---

**Projektleitung:** Dr.-Ing. Fabian Duvigneau, Prof. Dr.-Ing. Daniel Juhre  
**Förderer:** EU - EFRE Sachsen-Anhalt - 01.01.2019 - 31.12.2021

#### **Kompetenzzentrum eMobility - Forschungsbereich Antriebsstrang: Teilprojekt AR4: "Leichtbau und Akustik von Elektromotoren"**

Das Vorhaben Kompetenzzentrum eMobility greift die strukturbedingten Herausforderungen auf und entwickelt im Rahmen eines neu zu gründenden Kompetenzzentrums Lösungen in wichtigen Teilbereichen, welche die Kooperation zwischen KMU und universitärer Forschung und Lehre deutlich stärken. Das Wissen kann direkt in die betroffene Zulieferindustrie überführt werden und dort dazu beitragen, den Strukturwandel erfolgreich zu managen und neue wirtschaftliche Chancen zu nutzen. Neben der primären Zielsetzung des Aufbaus und Transfers von Kern-Know-How steht vor allem die langfristige Verankerung gewonnener Erkenntnisse in beschäftigungswirksamen wirtschaftlichen Strukturen im Vordergrund.

Ausgehend von einem mehrfach patentierten, weltweit einzigartigen Leichtbaumotorkonzept der OVGU konzentrieren sich die Arbeiten im Forschungsbereich ANTRIEBSSTRANG auf die Weiterentwicklung und prototypische Darstellung der neuen Motortechnologie, deren Integration in den Antriebsstrang sowie deren Betrieb entsprechend gegebener Sicherheits- und Komfortanforderungen (Fahrodynamik). Gleichzeitig bieten sich im Bereich der Grundlagenforschung weitere Innovationsschritte zur Steigerung der Leistungsfähigkeit der Motortechnologie, die in diesem Förderzeitraum erschlossen und in Prototypen umgesetzt werden sollen.

#### **Inhalt des Teilprojekts AR4:**

Der abgestrahlte Lärm ist ein zentrales Problem aller elektrischen Maschinen. Dies liegt vor allem daran, dass die typische Schallemission eines Elektromotors sehr tonal und sehr hochfrequent ist und somit einerseits im Bereich der Hörfläche liegt, in dem der Mensch am besten hört, und andererseits als besonders lästig empfunden wird. Aus diesem Grund sollen im Rahmen dieses Teilprojektes Methoden und Lösungen erarbeitet werden, um das akustische Verhalten von elektrischen Maschinen signifikant zu verbessern. Das Ziel besteht nicht nur darin, den Schalldruckpegel zu reduzieren sondern zusätzlich auch ein möglichst unauffälliges beziehungsweise angenehmes Geräusch zu erzielen, weshalb das menschliche Wahrnehmungsvermögen in die Betrachtungen mit einbezogen wird. Für die Entwicklungen werden sowohl modernste kommerzielle Simulationsmethoden sowie eigene Softwareerweiterungen eingesetzt als auch umfangreiche experimentelle Untersuchungen und Hörversuche genutzt. Die experimentellen Untersuchungen umfassen Schwingungsanalysen mittels Laservibrometrie im stehenden und rotierenden System (Derotormessungen), Messungen des Schalldrucks mit Fernfeldmikrofonen sowie Messungen mit Mikrofonarrays (akustische Kamera) in einer schallarmen Kammer. Das Ziel der experimentellen Untersuchungen besteht darin, einerseits die Simulationsmodelle zu validieren und andererseits den Mehrwert der erarbeiteten Lösungen nachzuweisen. Neben der Akustik steht der Leichtbau im Fokus. Die zu erarbeitenden Konzepte sollen sowohl akustisch unauffällig sein als auch eine minimale Masse besitzen.

Dabei werden unter anderem alternative Materialien (Al-Schaumstrukturen, Metamaterialien, GFK, CFK), innovative Dämpfungsstrategien, neuartige Konstruktionsdesigns (z.B. additive Fertigung), sowie die Einbeziehung von Anbauteilen (z.B. Getriebe) im Sinne zusätzlicher Anregungsquellen untersucht. Um sicherzustellen, dass die strukturelle Integrität trotz der ergriffenen Leichtbaumaßnahmen gewährleistet ist, werden Spannungsanalysen

und Festigkeitsberechnungen durchgeführt. Diese beinhalten sowohl statische als auch dynamische Lastfälle. Die dynamischen Spannungsanalysen sind zwingend erforderlich, um den wirkenden Trägheitskräften infolge der zeitlich stark veränderlichen Vorgänge sowie den impulshaften Anregungen während typischer Betriebsszenarien Rechnung zu tragen.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. habil. Konstantin Naumenko  
**Kooperationen:** Department for Dynamics and Strength of Machines, State Polytechnical University Kharkiv, Ukraine  
**Förderer:** Deutscher Akademischer Austauschdienst e.V. (DAAD) - 01.09.2020 - 31.08.2021

### **Leonhard-Euler-Programm, mechanische Systeme mit komplexen Werkstoffeigenschaften**

Die seit 1966 bestehende Zusammenarbeit in Forschung und Ausbildung soll mit diesem Projekt weitergeführt werden. Fachgebiet dieses Projekts ist die Dynamik und Festigkeit von Maschinen mit dem Schwerpunkt Einsatz und Weiterentwicklung computergestützter Strategien zur Lösung praxisorientierter Problemstellungen unter Einbeziehung von komplexen Werkstoffeigenschaften.

Das Programm ist an Studenten gerichtet, die im letzten Jahr der Masterausbildung sind und bereits in ihrer Abschlussarbeit ein wissenschaftliches Thema zum o.g. Fachgebiet bearbeiten sowie einen Betreuer am Partnerlehrstuhl haben. Bei der Auswahl von Kandidaten stehen das individuelle Projekt sowie die Motivation und persönliche Eignung im Mittelpunkt. Die Kandidaten sollen über Grundkenntnisse der deutschen Sprache verfügen, so dass die Präsentation eigener Forschungsergebnisse möglich ist. Während der Sur-place-Förderung wird u.a. ergänzender Sprachunterricht durch das Institut für Fremdsprachen der Partnerhochschule angeboten.

Während des Studienaufenthalts in Magdeburg werden Nachwuchswissenschaftler an aktuelle Fachliteratur herangeführt und lernen alternative Lösungsansätze (Mikromechanik, Mehrskalenmodellierung von Werkstoffen) kennen. Ferner werden die Kandidaten ihre Forschungsergebnisse auf deutsch im Oberseminar des Instituts für Mechanik präsentieren.

Gleichzeitig soll den Studierenden ein Einblick in das deutsche Universitätsleben gegeben werden. Da im Institut für Mechanik zahlreiche Master-Arbeiten betreut werden, haben die Kandidaten des Partnerlehrstuhls die Möglichkeit, die Besonderheiten des deutschen Masterstudiums direkt von den Studierenden zu erfahren. Beispielsweise sind Wahlpflicht- und Wahlfächer sowie eine Projektarbeit in einer Studentengruppe nicht im Ausbildungsprogramm des Partnerlehrstuhls vorhanden.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. habil. Konstantin Naumenko  
**Projektbearbeitung:** M.Sc. Behnaz Bagheri  
**Kooperationen:** Fraunhofer-Institut für Mikrostruktur von Werkstoffen und Systemen IMWS Halle; Fraunhofer-Center für Silizium-Photovoltaik CSP Halle  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.11.2017 - 31.10.2020

### **Modeling delamination of self-adhesive polymeric films**

Based on peel tests and digitized images of deformed films traction-separation diagrams for self-adhesive polymeric films will be generated. To this end a non-linear theory of rods will be applied and a special variational procedure will be developed to solve an inverse problem: for a given image of the film find a distributed load which causes the deformed configuration. Since the force interaction between the films is usually non-local, a peridynamic theory should be elaborated and applied to simulate delamination failure.

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. habil. Konstantin Naumenko  
**Projektbearbeitung:** M.Sc. Olha Kauss  
**Kooperationen:** Forschungszentrum Jülich, Prof. Dr.-Ing. Manja Krüger  
**Förderer:** Land (Sachsen-Anhalt) - 01.07.2019 - 30.06.2020

### **Verformungsverhalten und Lebensdauerberechnungen von Turbinenschaufeln aus Ni- und Mo-Basislegierungen**

Als Beitrag zur Energiewende sollen energieeffiziente Gasturbinen zukünftig Bauteile erhalten, die deutlich höheren Temperaturen und komplexen mechanischen Beanspruchungen ausgesetzt werden können und somit eine signifikante Steigerung des Wirkungsgrads dieser Aggregate ermöglichen. Die Betriebstemperaturen der aktuell verwendeten Ni-Basis Legierungen liegen bereits oberhalb von 1000 °C. Neue Generationen der Gasturbinenriebwerke mit Gaseintrittstemperaturen von ca. 1300 °C in die Turbine müssen demnach aus Werkstoffen mit einem höheren thermischen Ermüdungswiderstand hergestellt werden. Die vielversprechendsten Kandidaten dafür sind Mo-Si-B-Legierungen, die allerdings wegen fehlender komplexer Belastungsstudien ihrer Hochtemperatur- und Lebensdauereigenschaften noch nicht einsatzbereit sind. Die verschiedenen Verhältnisse der Komponenten sowie verschiedene Gefügen der Mo-Si-B-Legierungen ermöglichen nötige Hochtemperaturbeständigkeit und mechanische Eigenschaften.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. habil. Konstantin Naumenko  
**Kooperationen:** Department for Dynamics and Strength of Machines, State Polytechnical University Kharkiv, Ukraine  
**Förderer:** Deutscher Akademischer Austauschdienst e.V. (DAAD) - 01.09.2019 - 31.08.2020

### **Leonhard-Euler-Programm, mechanische Systeme mit komplexen Werkstoffeigenschaften**

Die seit 1966 bestehende Zusammenarbeit in Forschung und Ausbildung soll mit diesem Projekt weitergeführt werden. Fachgebiet dieses Projekts ist die Dynamik und Festigkeit von Maschinen mit dem Schwerpunkt Einsatz und Weiterentwicklung computergestützter Strategien zur Lösung praxisorientierter Problemstellungen unter Einbeziehung von komplexen Werkstoffeigenschaften.

Das Programm ist an Studenten gerichtet, die im letzten Jahr der Masterausbildung sind und bereits in ihrer Abschlussarbeit ein wissenschaftliches Thema zum o.g. Fachgebiet bearbeiten sowie einen Betreuer am Partnerlehrstuhl haben. Bei der Auswahl von Kandidaten stehen das individuelle Projekt sowie die Motivation und persönliche Eignung im Mittelpunkt. Die Kandidaten sollen über Grundkenntnisse der deutschen Sprache verfügen, so dass die Präsentation eigener Forschungsergebnisse möglich ist. Während der Sur-place-Förderung wird u.a. ergänzender Sprachunterricht durch das Institut für Fremdsprachen der Partnerhochschule angeboten.

Während des Studienaufenthalts in Magdeburg werden Nachwuchswissenschaftler an aktuelle Fachliteratur herangeführt und lernen alternative Lösungsansätze (Mikromechanik, Mehrskalmodellierung von Werkstoffen) kennen. Ferner werden die Kandidaten ihre Forschungsergebnisse auf deutsch im Oberseminar des Instituts für Mechanik präsentieren.

Gleichzeitig soll den Studierenden ein Einblick in das deutsche Universitätsleben gegeben werden. Da im Institut für Mechanik zahlreiche Master-Arbeiten betreut werden, haben die Kandidaten des Partnerlehrstuhls die Möglichkeit, die Besonderheiten des deutschen Masterstudiums direkt von den Studierenden zu erfahren. Beispielsweise sind Wahlpflicht- und Wahlfächer sowie eine Projektarbeit in einer Studentengruppe nicht im Ausbildungsprogramm des Partnerlehrstuhls vorhanden.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. habil. Konstantin Naumenko  
**Projektbearbeitung:** Dr.-Ing. Matthias Würkner  
**Kooperationen:** Fraunhofer-Center für Silizium-Photovoltaik CSP Halle; Folienwerk Wolfen GmbH; Fraunhofer-Institut für Mikrostruktur von Werkstoffen und Systemen IMWS Halle  
**Förderer:** EU - EFRE Sachsen-Anhalt - 01.10.2019 - 31.12.2021

### **Entwicklung neuartiger Verbundfolien für Glaslamine mit speziellen optischen, thermischen und mechanischen Eigenschaften, und Erforschung dafür geeigneter, selektiver Prüfmethode für anspruchsvolle Umgebungsbedingungen OTM-3**

Im Rahmen des Projekts OTM-3 sind Methoden für die Festigkeitsuntersuchungen und Lebensdauerbewertung von neuartigen Folien für Glaslamine zu erarbeiten. Während sich das Verformungsverhalten von Glaslaminatstrukturen prinzipiell durch die Anwendung von konventionellen Methoden relativ genau simulieren lässt, erfordert die Festigkeitsbewertung die Entwicklung fortgeschrittener Ansätze. Daher wird das neuartige, nichtlokale Verfahren der Peridynamik erarbeitet und in Bezug auf die genannten Anwendungsfälle eingesetzt. Hierzu sind umfangreiche theoretische und numerische Untersuchungen unter Einbeziehung der im Projekt gewonnenen experimentellen Daten notwendig. Durch dieses Zusammenspiel wird es erstmalig möglich sein, auch komplexe Schädigungsvorgänge, wie z.B. Rissinitiierung, Rissinteraktion, Rissmuster, Delamination simulieren zu können.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. habil. Jens Strackeljan  
**Projektbearbeitung:** Dr. Karsten Steinmetz, Martina Hagen  
**Kooperationen:** Region Östergötland, Schweden; Umbria Region, Italien; European Association of Development Agencies, Belgien; Universities and Higher Education Foundation of Castilla y León, Spanien; Regional Development Agency Centru, Rumänien; Foundation FUNDECYT Scientific and Technological Park of Extremadura, Spanien; Lodzkie Region, Polen; North France Innovation & Development, Frankreich  
**Förderer:** EU - INTERREG - 01.04.2016 - 31.03.2021

### **Beyond EDP, Improve the RIS3 effectiveness through the management of the entrepreneurial discovery process (EDP)**

#### **Verbesserter Einsatz von EU-Struktur- und Investitionsmitteln**

Das von der Europäischen Union im Programm "Interreg Europe" geförderte Projekt "Beyond EDP" untersucht Inhalt und Umsetzung der Regionalen Innovationsstrategien der Projektpartner, um potentielle Mängel zu identifizieren, zu beheben und letztendlich den verbesserten Einsatz von EU-Struktur- und Investitionsmitteln (ESIF) zu fördern.

Das Potential von EU-Struktur- und Investitionsmitteln soll durch die Regionalen Innovationsstrategien gesteigert werden, die als ex-ante-Konditionalität für die Vergabe der Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) dienen. Die Regionalen Innovationsstrategien basieren auf dem europäischen Konzept der "Intelligenten Spezialisierung" (Smart Specialisation, RIS3). Dabei werden die regionalen Stärken identifiziert, um diese zu fördern und auszubauen. Wichtiger Bestandteil in der Priorisierung ist ein Stakeholder-Prozess, um allen Beteiligten eine Teilhabemöglichkeit einzuräumen. Kern dieses Stakeholder-Prozesses ist der "Entrepreneurial Discovery Process" (EDP); dieser dient dem Aufspüren von neu aufkommenden Ideen und Technologien sowie denjenigen innovativen (kleinen und mittleren) Unternehmen (KMU), Wissenschaftlern und weiteren Personen, die sich damit beschäftigen. Das Projekt "Beyond EDP" soll einen Beitrag zur Verbesserung des "Entrepreneurial Discovery Process" in den jeweiligen Regionen der Projektpartner leisten. Dabei liegt der Fokus auf der Professionalisierung des "Entrepreneurial Discovery Process" und der dafür zuständigen Verwaltungen. Denn alle beteiligten Regionen zeichnen sich dadurch aus, dass der Wissenstransfer - insbesondere zwischen Wirtschaft und Wissenschaft - zu stärken ist, um letztendlich ein innovationsfreundliches System zu schaffen. Dafür ist ein - auf die jeweiligen Bedürfnisse jeder Region zugeschnittener - Policy-Mix erforderlich, der es ermöglicht, dass EU-Struktur- und Investitionsmittel eingesetzt werden, um nachhaltiges Wachstum und Arbeitsplätze zu schaffen.

Das Projekt wird gefördert durch das Interreg Europe Programm (Subsidy Contract Nr. PGI00048).

---

**Projektleitung:** Jun.-Prof. Dr.-Ing. Elmar Woschke  
**Projektbearbeitung:** M.Sc. Simon Pfeil  
**Förderer:** Sonstige - 01.10.2019 - 30.06.2022

### **Anwendung der Scaled Boundary Finite Elemente Methode zur Beschreibung der nichtlinearen Wechselwirkung in hydrodynamisch gelagerten Rotorsystemen**

Das Ziel dieses Projekts ist die Entwicklung einer effizienten Methodik zur Abbildung der nichtlinearen Eigenschaften hydrodynamischer Gleitlager in transienten Rotordynamiksimulationen. Dazu ist eine effiziente Lösung der Reynoldsgleichung notwendig, für die die semi-analytischen Scaled Boundary Finite Element Method (SBFEM) genutzt wird. Auf diese Weise sollen die Berechnungszeiten gegenüber herkömmlichen, numerischen Methoden reduziert werden, ohne dass dafür eine Vereinfachung der Randbedingungen, wie in analytischen Approximationen, nötig ist.

Das Betriebsverhalten schnelldrehender gleitgelagerter Rotorsysteme wird maßgeblich durch die nichtlinearen Lagereigenschaften beeinflusst. Ein typisches Beispiel hierfür ist das Auftreten selbsterregter, subharmonischer Schwingungen. Diese können die Lebensdauer der Komponenten beeinträchtigen und zu einer erhöhten Verlustleistung sowie kritischen Geräuschemissionen führen und müssen daher bei der Auslegung berücksichtigt werden. Dazu ist eine präzise Analyse des dynamischen Verhaltens erforderlich, welche allerdings oftmals erst in einem späten Stadium des Produktentwicklungsprozess anhand von Prüfstandversuchen erfolgt. Werden dabei Mängel offengelegt, deren Beseitigung Änderungen am Produkt erfordert, verlängert sich die Entwicklungszeit und es entstehen zusätzliche Kosten. Um dies zu vermeiden, werden vermehrt dynamische Simulationen in den Produktentwicklungsprozess integriert, welche bereits vor der Fertigung eines Prototyps eine Untersuchung des Betriebsverhaltens erlauben. Entscheidend ist dabei die realitätsnahe Abbildung der nichtlinearen Zusammenhänge zwischen den dynamischen und hydrodynamischen Teilsystemen im Simulationsmodell. Dazu werden die Bewegungsgleichungen in ein Zeitschrittverfahren eingebettet und mit der Reynoldsgleichung gekoppelt, welche den hydrodynamischen Druckaufbau im Gleitlager beschreibt. Die Lösung der Reynoldsgleichung erfolgt dabei in der Regel numerisch oder auf Kennfeldern basierend, da geschlossene analytische Lösungen nur für stark vereinfachte Fälle bekannt sind. Für die numerische Lösung ist eine zweidimensionale Diskretisierung des Schmierpalts erforderlich, welche in Verbindung mit der hohen Anzahl an Zeitschritten einen erheblichen Rechenaufwand mit sich bringt. Der Kennfeldansatz ist wiederum nur mit beschränkter Modellierungstiefe möglich bzw. sinnvoll, da jeder berücksichtigte physikalische Effekt den Interpolationsaufwand erhöht. Um eine effiziente Alternative zu den herkömmlichen Methoden zu schaffen, wird in diesem Projekt eine semi-analytische Lösung entwickelt. Die dadurch erzielte Reduzierung der Rechenzeiten soll in industriellen und wissenschaftlichen Anwendungen zur Zeit- und Kostenersparnis beitragen. Die entwickelte Methodik basiert auf der SBFEM und bedarf im Gegensatz zu den numerischen Lösungsverfahren lediglich einer eindimensionalen Diskretisierung. Dabei wird die ursprünglich partielle Differentialgleichung in ein gewöhnliches Differentialgleichungssystem überführt, welches mit einem Exponentialansatz lösbar ist. Um die Effizienz weiter zu verbessern, wird die SBFEM-Lösung mit verschiedenen Strategien zur Reduzierung der benötigten Anzahl an Freiheitsgraden kombiniert.

---

**Projektleitung:** Jun.-Prof. Dr.-Ing. Elmar Woschke  
**Projektbearbeitung:** Dr.-Ing. Christian Daniel  
**Kooperationen:** Dr.-Ing. Fabian Duvigneau, (OvGU, IFME); TRIMET Automotive Holding GmbH  
**Förderer:** Industrie - 01.11.2019 - 31.01.2020

### **Variantenvergleich von Bauteil-Komponenten hinsichtlich des Schwingungsverhaltens**

Im Rahmen der Gesamtauslegung von Maschinenkomponenten kommt dem Dämpfungsverhalten der Struktur aufgrund der signifikanten Auswirkungen auf die Schallemissionen eine große Bedeutung zu. Im Rahmen des Projekts soll die Dämpfungswirkung für zwei unterschiedliche Aluminiumlegierungen an einem Gehäuse untersucht werden.

Die Bewertung erfolgt auf Basis einer experimentellen Schwingungsanalyse unter Nutzung eines Laser-Scanning-Doppler-Vibrometers im gesamten akustisch wahrnehmbaren Frequenzbereich. Die Daten werden in Schal- als auch Terzbändern bereitgestellt, um die Vor- und Nachteile der jeweiligen Variante zu identifizieren.

**Projektleitung:** Jun.-Prof. Dr.-Ing. Elmar Woschke  
**Projektbearbeitung:** Braj Bhushan Prasad  
**Kooperationen:** Dr.-Ing. Fabian Duvigneau, (OvGU, IFME); Enercon GmbH  
**Förderer:** BMWi/AIF - 01.12.2019 - 30.11.2022

### **DampedWEA - Innovative Konzepte zur Schwingungs- und Geräuschreduktion getriebeloser Windenergieanlagen**

Das Ziel des Verbundvorhabens DampedWEA ist die Erhöhung der Akzeptanz von Windenergieanlagen (WEA). Dadurch sollen neue Gebiete für WEA, insbesondere in der Nähe bewohnter Gebiete, erschlossen werden. Dazu ist eine Verminderung des abgestrahlten Schallpegels erforderlich. In diesem Verbundvorhaben liegt der Fokus auf monofrequenten Emissionen, die durch die erfolgreiche Optimierung hinsichtlich aeroakustischer Emissionen immer stärker in den Vordergrund treten und ein Problem darstellen können. Um diese ausreichend zu reduzieren, kommen innovative Konzepte zur Schwingungs- und Geräuschreduktion zum Einsatz. Eine wesentliche Quelle von störenden Geräusche kann der Generator sein, da sich die Vibrationen aus dem Generator über die Lager und den Antriebsstrang oder über die Generatortragstruktur in die gesamte Windenergieanlage ausbreiten und schließlich als Schall abgestrahlt werden. Geräusche mit eingegrenztem Frequenzbereich sind für die Akzeptanz der Bevölkerung besonders kritisch, da diese als wesentlich störender wahrgenommen werden als ein breitbandiges Rauschen.

In diesem Projekt sollen Transmissionspfade untersucht werden, an denen die Erforschung des Geräuschminderungspotentials erfolgversprechend ist. Darüber hinaus werden viele verschiedene Konzepte erprobt, die teilweise weit über den aktuellen Stand der Technik hinausgehen. Das Projekt wird im Konsortium bestehend aus WRD/Enercon mit den Forschungspartnern DLR, Fraunhofer IFAM, der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg und der Leibniz Universität Hannover durchgeführt.

---

**Projektleitung:** Jun.-Prof. Dr.-Ing. Elmar Woschke  
**Projektbearbeitung:** Dr.-Ing. Steffen Nitzschke  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.01.2020 - 31.05.2021

### **Einfluss der Axiallagerdynamik auf das Rotorverhalten: Transiente Analyse unter Berücksichtigung der Kavitation sowie der Kopplung von axialen und radialen Schmierfilmen**

Das Schwingungsverhalten von Rotorsystemen wird neben den elastischen und Trägheitseigenschaften des Rotors sowie der äußeren Lasten vor allem durch die Lagerung bestimmt. Aufgrund der vorteilhaften mechanischen und thermischen Charakteristika sowie der geringen Kosten kommen häufig Gleitlager-Konstruktionen zum Einsatz. Zum einen betrifft dies die Radialgleitlager, welche dominant die Biegeschwingungen beeinflussen, gleichzeitig kommen zur axialen Sicherung bzw. zur Aufnahme axialer Lasten Axialgleitlager zum Einsatz. Beide Lagertypen liefern bedingt durch ihre jeweiligen Steifigkeits- und Dämpfungsparameter einen wesentlichen Beitrag zum Systemverhalten, welcher drastische Auswirkungen auf die resultierenden Schwingungen und die Stabilität hat. Kontinuierliche Weiterentwicklungen und steigende Anforderungen bedingen eine sukzessiv erhöhte Abbildungsgüte des transienten Systemverhaltens, weshalb eine detaillierte Modellierung der Systemeigenschaften des Rotorsystems, der Lagerung und deren Wechselwirkungen notwendig sind.

Für transiente Untersuchungen ist eine Verwendung etablierter quasistationärer Lösungen auf dem Gebiet der gekoppelten Rotor-Lager-Simulation nicht adäquat möglich. Während für quasistationäre Betrachtungen der Lagersituation die Lösung eines nichtlinearen Gleichungssystems genügt, müssen für transiente Fragestellungen Zeitintegrationen unter Beachtung der Rotordynamik durchgeführt werden. Eine entsprechend detaillierte Abbildung der Lagerung macht die Auswertung der Reynoldsschen Differentialgleichung in jedem Schritt der Zeitintegration unter Berücksichtigung des zeitvarianten Kavitationszustands notwendig.

Im Vorgängervorhaben wurde für Radiallager ein modifizierter Kavitationsalgorithmus nach Elrod erarbeitet, der nun auf die Axiallagerung zu übertragen ist. In diesem Kontext treten neben dem einfachen Axiallager verschiedene weitere Bauformen auf, die sich in Kombilager (Radial-Axialbund-Gleitlager), Schwimmscheibenlager und Kippsegmentlager einteilen lassen. Dabei müssen hydraulische Kopplungen zwischen axialen und radialen Schmierfilmen sowie mechanische Kopplungen zu den Komponenten des Rotor-Lager-Systems unter dem Einfluss der Kavitation berücksichtigt werden. Mit dem erweiterten Simulationsmodell sollen

relevante Schwingungsphänomene (Subharmonische Schwingungen, Gegenlaufanregungen durch äußere Lasten, Kippsegmentschwingungen) bzgl. Frequenz und Amplitude valide prädiziert werden.

---

**Projektleitung:** Jun.-Prof. Dr.-Ing. Elmar Woschke  
**Projektbearbeitung:** M.Sc. Eric Heppner  
**Kooperationen:** Prof. Sven Jüttner, Lehrstuhl Fügetechnik  
**Förderer:** BMWi/AIF - 01.12.2019 - 30.11.2021

### **Auslegung von Reibschweißverbindungen mittels FEM**

Das Reibschweißen ist ein etabliertes Fügeverfahren, welches in vielen Bereichen des Maschinenbaus zur Herstellung von Hybridstrukturen aus Aluminium und Stahl genutzt wird. Entscheidend für die Gebrauchstauglichkeit von Hybridverbindungen ist vor allem die werkstoffadäquate Ausbildung der Verbindung. Aufgrund der Abhängigkeit der Schweißverbindung von der Ausprägung, Art und Kontinuität der intermetallischen Diffusionsschicht, des Gefüges und der stoffschlüssigen Anbindung, ist die Entwicklung einer reibgeschweißten Hybridstrukturen mit optimalen Eigenschaften häufig zeit- und kostenintensiv. Gerade für kmU ist es daher nahezu unmöglich solche Hybridstrukturen wirtschaftlich zu entwickeln. Erklärtes Ziel des Projektes ist der Aufbau und die Erprobung einer Simulation für die Auslegung reibgeschweißten Hybridverbindungen aus Aluminium und Stahl. Zu diesem Zweck werden entsprechende Reibschweißversuche durchgeführt, wobei die Prozessparameter systematisch variiert werden. Diese Versuche liefern die Datenbasis für die experimentelle Analyse der makros-, meso- und mikroskopischen Einflüsse auf die Tragfähigkeit der Struktur. Gleichzeitig dienen die Versuche als Validierungsgrundlage für die Simulation des Schweißprozesses selbst. Mit Hilfe der Prozesssimulation können die Auswirkungen der Prozessparameter auf die Prozessgrößen und somit auf die Werkstoff- und den Struktureigenschaften abgeleitet werden. Ausgehend davon werden entsprechende phänomenologische Modelle entwickelt, um die maßgeblichen Einflüsse abzubilden. Anschließend werden diese Ergebnisse als Ausgangsbedingung bei der Simulation der Tragfähigkeit (virtueller Zugversuch) der Hybridverbindung verwendet.

Insbesondere für kmU wird mithilfe der Simulation die wirtschaftliche Möglichkeit geschaffen, die Verbindung prädiktiv in Abhängigkeit des gewählten Prozesses zu bewerten. Komplexe Reibschweißaufgaben lassen sich damit bereits im Vorfeld der Versuchsdurchführung analysieren und entsprechend optimieren.

---

**Projektleitung:** Jun.-Prof. Dr.-Ing. Elmar Woschke  
**Projektbearbeitung:** M.Sc. Simon Pfeil  
**Kooperationen:** Dr.-Ing. Fabian Duvigneau, (OvGU, IFME)  
**Förderer:** EU - EFRE Sachsen-Anhalt - 01.07.2019 - 30.06.2022

### **Innovative Simulationsverfahren für die akustische Auslegung von Automobilen**

Dieses Projekt ist eine Kooperation der Juniorprofessur Fluid-Struktur Kopplung in Mehrkörpersystemen und des Lehrstuhls für Numerische Mechanik mit jeweils einem wissenschaftlichen Mitarbeiter pro Partner. Das Kernziel des Projektes ist die Entwicklung einer praxistauglichen Simulationsmethodik zur Berechnung von Schallemissionen von Motoren und deren psychoakustische Bewertung. Dies ermöglicht es, Auswirkungen von Strukturmodifikationen (Steifigkeit, Massenverteilung) sowie tribologischen Systemparametern (Lagerspiele, Viskosität, Desachsierung und Füllungsgrad) unmittelbar auf die Anregungsmechanismen und die inneren Körperschallwege zurückzuführen und präventiv im Sinne einer akustischen Optimierung durch konstruktive und tribologische Maßnahmen zu bekämpfen. Dieser reine Virtual Engineering Ansatz soll gänzlich ohne reale Prototypen auskommen und somit bereits früh im Motorentwicklungsprozess eine akustische Bewertung ermöglichen. Somit können in Abstimmung mit den Entwicklergruppen angrenzender Themenbereiche konstruktive Maßnahmen zur Verbesserung der akustischen Qualität realisiert werden, ohne andere wichtige Auslegungskriterien, wie Leistung, Schadstoffemission oder Gesamtmasse, negativ zu beeinflussen.

Im Gegensatz hierzu sind passive Maßnahmen zur Bekämpfung von Schallemissionen durch beispielsweise Dämmungen in der Regel kostenintensiv, da sie neben zusätzlichem Material auch zusätzliche Montageschritte erfordern und sich somit auf den Produktionsprozess auswirken. Gleichzeitig steht dies dem Gedanken des Leichtbaus sowie der Verbrauchsreduktion und Umweltfreundlichkeit entgegen und führt zu einem

zusätzlichen Bauraumbedarf, der üblicherweise eine sehr knappe Ressource bei der Entwicklung moderner Motoren und Automobile darstellt. Das grundsätzliche Problem dieser heutzutage immer häufiger eingesetzten Dämmmaßnahmen ist deren symptomatischer Ansatz, welcher zwar die Wirkung bekämpft, die Ursachen der akustischen Störung aber außer Acht lässt.

Die ganzheitliche Methodik, die in diesem Projekt im Fokus steht, ermöglicht hingegen direkt die Analyse und Bekämpfung der Ursache der störenden Schallemissionen. Zusätzlich lässt die psychoakustische Bewertung der Schallemission eine Kategorisierung in störende und weniger störende Schallemissionen zu. Dadurch kann das Design gezielt so verändert werden, dass das entstehende Geräusch vom Menschen als angenehmer empfunden wird, schließlich kann ein leises Geräusch trotzdem störender empfunden werden als ein lautes.

---

**Projektleitung:** Jun.-Prof. Dr.-Ing. Elmar Woschke  
**Projektbearbeitung:** M.Sc. Christian Ziese, M.Sc. Cornelius Irmscher  
**Kooperationen:** ABB Turbo Systems AG; MAN Diesel & Turbo SE; Kompressorenbau Bannewitz GmbH; MTU Friedrichshafen GmbH; IHI Charging Systems International; Prof. Dr.-Ing. habil. Jens Strackeljan, (OvGU, IFME)  
**Förderer:** BMWi/AIF - 01.10.2019 - 31.03.2022

### **Dynamik von Abgasturbolader-Rotoren mit gekoppelter Radial- und Axiallagerung**

Ziel des Forschungsvorhabens ist die Verbesserung der bestehenden Berechnungsmethodik für schnell drehende Abgasturbolader (ATL) mit hydrodynamischen Lagern. Nachdem im Vorgängervorhaben die Radiallagerung in Form von Schwimmbuchsenlagern (blau dargestellt) im Fokus stand, adressiert das aktuelle Projekt die Modellierung der Axiallager (rot dargestellt; einfache sowie Schwimmscheibenlager). Dabei sollen die Einflüsse der Axiallager infolge ihrer nichtlinearen Kippsteifigkeit sowie der Kopplung der Axiallager zu den Radiallagern auf die Rotordynamik untersucht werden. Das schließt auch praxisrelevante Gegenlaufenregungen ein, z.B. durch Motorschwingungen.

Durch die Bewegung der Welle kommt es zur dynamischen Schiefstellung der Spurscheibe sowie ggf. der Schwimmscheibe. Die dabei auftretenden kleinen Spalte führen zu hohen Scherspannungen und damit zu einem signifikanten Wärmeeintrag in das System. Gleichzeitig existieren Wechselwirkungen zwischen den Temperaturen und den hydrodynamischen Eigenschaften (thermische Dehnungen, Viskosität), weshalb die transiente Temperaturentwicklung der Lagerpartner und des Öls modelliert werden muss. Zusätzlich sind Radial- und Axiallager über die Ölversorgungsleitungen miteinander verbunden, deren Einfluss thermo- und hydrodynamisch zu erfassen ist.

Die einzelnen Aspekte werden in einem ganzheitlichen Simulationsmodell, welches Rotor-, Hydro- und Thermodynamik umfasst, abgebildet und die zugrundeliegenden Differentialgleichungen numerisch im Rahmen einer Zeitintegration gelöst, wobei die Ergebnisse des Vorgängervorhabens konsequent weiterentwickelt werden.

Letztendlich soll die verlässliche Simulation subharmonischer Schwingungen in Frequenz und Amplitude ermöglicht werden, da diese sowohl sicherheitsrelevante Fragestellungen (Anstreifvorgänge) bedingen, als auch drastische Auswirkungen auf die Verlustleistung und die Lebensdauer der Lager haben

---

**Projektleitung:** Jun.-Prof. Dr.-Ing. Elmar Woschke  
**Projektbearbeitung:** Andreas Zörnig  
**Kooperationen:** aixACCT mechatronics GmbH; IKAM GmbH, Magdeburg  
**Förderer:** BMWi/AIF - 01.01.2019 - 31.12.2020

### **Messtechnische Erfassung der Wälzkörper im Kugelgelenk bzgl. Roll- und Gleitverhalten**

Unabhängig von der Antriebsart konventionell, hybrid oder elektrisch sind Gelenkwellen in Kraftfahrzeugen ein wesentlicher Bestandteil zur Übertragung der Antriebsleistung auf die Räder. Zur Prüfung von Gelenkwellen wird gegenwärtig vorrangig auf Verschleißdauerlauf- sowie Funktionstests zurückgegriffen, welche integral den Zustand des Systems analysieren. Die Mechanismen im Gelenkinneren, speziell die Übergänge von Rollen zu

Gliten der Wälzkörper, welche maßgeblich für den potentiellen Verschleiß des Systems verantwortlich sind, werden nicht oder nur indirekt erfasst.

Im Rahmen des Projekts soll eine multimodale Messmethode und ein darauf aufbauendes Messsystem entwickelt werden, welches das Bewegungsverhalten der einzelnen Wälzkörper in der Gelenkwelle detailliert erfasst und eine spezifische Aussage zur Schadensneigung erlaubt. Mit Hinblick auf eine notwendige Robustheit zur validen Analyse unter realen Randbedingungen werden deshalb teilreduzante Messmethoden verbunden und in einem seriennahen Prototypensystem umgesetzt.

---

**Projektleitung:** Jun.-Prof. Dr.-Ing. Elmar Woschke  
**Projektbearbeitung:** MSc Eric Heppner  
**Kooperationen:** Prof. Sven Jüttner, Lehrstuhl Fügetechnik  
**Förderer:** Sonstige - 01.10.2018 - 31.03.2020

### **Reibgeschweißte Hybridverbindungen aus Aluminium und Stahl: Simulation, Validierung, Optimierung**

Das erklärte Ziel des Projektes ist die kontinuierliche Umsetzung der im Projekt: *Reibgeschweißte Hybridverbindungen aus Aluminium und Stahl: experimentelle Untersuchung und phänomenologische Modellierung* erstellten Modelle. Dafür wird eigens eine Simulationsplattform entwickelt, in der die Berechnungen für die Prozess-, Werkstoff- und Struktursimulation (virtueller Zugversuch) inkrementell zusammenlaufen. Im Anschluss wird die Modellierungsmethode durch eine Validierung der simulierten Tragfähigkeit mit entsprechenden experimentellen Daten kritisch bewertet. Nach erfolgreicher Validierung soll eine Verbesserung der Tragfähigkeit der Hybridverbindung durch gezielte Prozessoptimierung erfolgen.

---

**Projektleitung:** Jun.-Prof. Dr.-Ing. Elmar Woschke  
**Projektbearbeitung:** M.Sc. Thomas Drapatow  
**Kooperationen:** Kompressorenbau Bannewitz GmbH; ABB Turbo Systems AG; MAN Diesel & Turbo SE  
**Förderer:** BMWi/AIF - 01.09.2017 - 29.02.2020

### **Quetschdämpfer - Elemente einer optimierten äußeren Lagerabstützung**

Ziel des Forschungsvorhabens ist eine Erhöhung der Simulationsgüte bzgl. des Einflusses von Quetschdämpfern (QÖD) auf das rotordynamische Systemverhalten unter Berücksichtigung transienter Lastzustände. Das betrifft vor allem die bei Motor- bzw. Fußpunktanregungen auftretenden, gegenüber der Rotordrehzahl niederfrequenten, Schwingungen bzgl. derer auf Basis von Simulationen Entwurfskriterien für eine wirksame Verbesserung des Ansprech- und Dämpfungsverhaltens erarbeitet werden sollen.

Von speziellem Interesse ist dabei die verlässliche Abbildung der nichtlinearen Dämpfungscharakteristik der QÖD, welche sich auf die Schwingungsamplituden des Rotorsystems auswirkt. Dazu sind signifikante Einflüsse wie konstruktive Randbedingungen (Dichtung), Trägheitseffekte des Öls als Resultat der Baugröße sowie das Kavitationsverhalten (Blasenbildung) zu berücksichtigen. Letzteres soll die Abbildung der transienten Entwicklung der Blasenkonzentration ermöglichen, welche sich auf die Viskosität und damit die Dämpfungseigenschaften auswirkt. Dabei wird aufgrund der nichtlinearen Wechselwirkungen mit der Rotordynamik ein ganzheitlicher Ansatz verfolgt, der eine direkte Auswertung der Reynolds-Differentialgleichung im Rahmen einer Zeitintegration des Rotorsystems vorsieht. Nach Validierung der Simulationsergebnisse bzgl. der Rotordynamik steht ein abgeglichenes Softwaretool zur Verfügung, das die komplexen Zusammenhänge von Turbomaschinen mit QÖD abbildet.

Als Resultat kann deren effektive Betriebssicherheit erhöht bzw. die Gefahr von Betriebsstörungen und Schäden verringert werden. Die damit einhergehende gesteigerte Auslegungssicherheit ist speziell für KMUs von Interesse, welche die abzuleitenden Entwurfskriterien nutzen können, um neben einer Effizienzerhöhung auch Systemoptimierungen durchzuführen. Somit wird ein Beitrag zur Stärkung der KMU in ihrer Position als kompetenter Ansprechpartner für die zumeist größeren Maschinenhersteller geleistet und Innovationspotential freigesetzt.

**Projektleitung:** Jun.-Prof. Dr.-Ing. Elmar Woschke  
**Projektbearbeitung:** MSc Mathias Leopold  
**Kooperationen:** Prof. Georg Rose, Lehrstuhl für Medizinische Telematik und Medizintechnik, FEIT;  
 Dornheim Medical Images GmbH  
**Förderer:** Bund - 01.10.2017 - 30.09.2020

**Verbundprojekt: Modulares CT-Gerät zur Diagnostik bei Kindern (KIDS-CT) - Teilvorhaben: Erforschung eines CT-Systems mit individuellen Komponenten speziell für Kinder**

Das zentrale Ziel dieses Projekts ist die Entwicklung einer CT-Plattform, welche über offene Schnittstellen bei Hard- und Software verfügt und gleichzeitig modular aufgebaut ist. Diese Modularität bezieht sich sowohl auf die interne CT-Struktur (z.B. austauschbare Elektronikmodule für die Verarbeitung von High-Speed-Signalen) sowie auf die Peripherie (Anschluss von zusätzlichen Modalitäten wie bspw. optischer 3D Bildgebung). Dieses hohe Maß an Flexibilität wird eine schnelle Anpassung an verschiedene Anforderungen und Anwendungsszenarien ermöglichen. Eine zentrale Rolle spielt dabei die offene Interface-Struktur, welche es den späteren Anwendern erlaubt, eigene Erweiterungen - sowohl Hardware als auch Software - zu entwickeln und zu nutzen. Dies ist insbesondere für Forschungsinstitutionen sowie Firmen, welche eigene Weiterentwicklungen anstreben, von großer Bedeutung. Durch die geplante offene Struktur sowie durch die Kernkomponente Multimodalität können gänzlich neue Ansätze - z.B. zur Artefakt- und Dosisreduktion - verfolgt und umgesetzt werden. Im Bereich der Dosisreduktion sowie der Verkürzung der Scan-Zeiten werden innovative Methoden implementiert, welche zum Teil bereits im Magdeburger Forschungscampus STIMULATE entwickelt wurden. Abgeleitet aus den erweiterten Möglichkeiten und der offenen Struktur der CT-Plattform sind auch Fragestellungen hinsichtlich der Dynamik des Systems zu untersuchen, die eine detaillierte Analyse des Schwingungsverhaltens bedingen.

Als exemplarische klinische Anwendung steht die Pädiatrie im OI-CT-Projekt im Fokus. Hier bietet die CT bei Polytraumata und pulmonaren sowie angeborenen Erkrankungen, als auch bei Erkrankungen des knöchernen Systems einen nicht ersetzbaren diagnostischen Mehrwert. Daher sollten für dieses Anwendungsfeld Innovationen zur Reduktion der Strahlendosis vorangetrieben werden. Bereits vorhandene Methoden müssen hierbei auf die physischen Gegebenheiten von Kindern angepasst werden. Die hierfür angedachten Konzepte sehen unter anderem signifikant höhere Beschleunigungen des rotierenden CT-Elements vor, weshalb die resultierenden Anregungen bestimmt und konstruktive Anpassungen der Struktur vorgenommen werden müssen, um den diagnostischen Mehrwert nicht durch überlagerte Schwingungen und eine ungenaue Positionierung zu verringern.

---

**Projektleitung:** Jun.-Prof. Dr.-Ing. Elmar Woschke  
**Projektbearbeitung:** M.Sc. Robert Tandler  
**Kooperationen:** BMW Group AG München; Prof. Ulrich Gabbert  
**Förderer:** Industrie - 01.12.2017 - 30.11.2020

**Physikalisches Verschleißmodell für Kettentriebe in PKW-Motoren**

Neben den gängigen Auslegungskriterien für Kettentriebe ist der Verschleiß ein signifikanter Parameter, der bereits in der Konzeptionsphase berücksichtigt werden muss, um eine akzeptable Lebensdauer zu gewährleisten bzw. die notwendigen Wartungsintervalle zu definieren. Im Rahmen der Promotion soll deshalb ein physikalisches Verschleißmodell für Kettentriebe in PKW-Motoren entwickelt werden, das die speziellen Anforderungen berücksichtigt.

Dabei sind zunächst die wesentlichen Einflussgrößen auf den Kettenverschleiß zu identifizieren und in das Modell einzubinden, wobei gängige Verschleißmodelle (z.B. nach Archard und Fleischer) einen Einfluss von Oberflächenhärte, Gleitweg, Normalkraft und Reibwert im Kontaktbereich berücksichtigen. Weiterführende Messungen unter Nutzung der Radionuklidtechnologie (RNT) zeigen einen weiteren Einfluss von Oberflächenrauheiten im Kontaktbereich auf den Kettenverschleiß, was eine Modifikation der gängigen Verschleißmodelle für den Motorbetrieb erfordert.

Zur Validierung des abzuleitenden Modells wird der Zustand der Kettenglieder durch definierte Oberflächenmessungen sowohl im Ausgangszustand als auch an gelaufenen Steuerketten verschiedener Kilometerstände untersucht, wodurch sich ein zeitlicher Parameterverlauf für das Verschleißmodell ergibt:

- REM-Messung zur Aufzeichnung der Oberflächenstruktur.
- Messung mit einem Konfokal-Laser zur 3D-Vermessung der Oberfläche hinsichtlich Oberflächentopographie.

- Weißlicht-Interferometer zur Messung der Oberflächenrauheit mit Auflösung im Nanobereich.
- Messungen der Oberflächenhärte via mechanischem Vickers-Verfahren und UCI-Verfahren.

Die gemessenen Oberflächentopographien werden auf das Modell übertragen und für das numerische Verfahren adaptiert.

Zur Bestimmung der notwendigen Lasten (Kettenkräfte) des Motors werden mit Versuchen abgeglichenen MKS-Simulationen verwendet, aus denen sich die Kontaktnormalkräfte im Kettenglied berechnen lassen. Mit den entsprechenden Verschleißparametern aus den RNT-Messungen und den betriebspunktabhängigen inneren Reibwerten der Kette (Messung der Kettenreibung an einem reduzierten Kettenprüfstand inkl. des Einflusses gealterten Motoröls) kann das modifizierte Verschleißmodell kalibriert werden.

Abschließend sollen damit zyklusabhängig Kettentriebe optimiert werden, was gerade aufgrund des variablen Belastungsspektrums einen deutlichen Mehrwert zum bisherigen Stand der Forschung darstellt.

---

**Projektleitung:** Jun.-Prof. Dr.-Ing. Elmar Woschke  
**Projektbearbeitung:** M.Sc. Kurthan Kersch  
**Kooperationen:** Robert Bosch GmbH, Stuttgart  
**Förderer:** Industrie - 01.01.2018 - 31.12.2020

### **Entwicklung von Methoden zur Ableitung von 3D-Vibrationstestprofilen**

Die Vibrationsprüfung im Automobilbereich ist für die Fahrzeugzulassung von entscheidender Bedeutung. Hierfür wird zunächst eine Vibrationsmessung der einzelnen im Fahrzeug eingebauten Komponenten durchgeführt. Die gemessenen Belastungen werden auf einem Schwingungstisch reproduziert und auf die erforderliche Lebensdauer extrapoliert. Um eine Zeitraffung zu erhalten, werden die Belastungen dabei dementsprechend skaliert.

Stand der Technik ist die Erprobung auf uniaxial anregenden Schwingungstischen, nach der sich im Fahrzeugbereich alle relevanten Industriestandards richten. Gegenstand der aktuellen Forschung ist der Prototyp eines neuen Schwingungstischs, der alle drei Achsen simultan anregen kann. Motivation hierfür ist das Erreichen einer realistischeren Testbedingung zur Nachbildung der gleichen Schädigungsart. Des Weiteren trägt die präzisere Prognose der Zuverlässigkeit zur effizienteren Auslegung zukünftiger Strukturen bei. Im Rahmen der Untersuchungen soll eine Methodik zur Auslegung von 3D-Vibrationstests entwickelt werden. Zum einen beinhaltet dies die Definition von relevanten Messgrößen und Messpositionen am Bauteil. Zum anderen werden bestehende Methoden zur Bewertung des Schädigungspotentials unterschiedlicher Anregungsprofile überprüft und erweitert.

---

**Projektleitung:** Jun.-Prof. Dr.-Ing. Elmar Woschke  
**Kooperationen:** Dr.-Ing. Fabian Duvigneau, (OvGU, IFME)  
**Förderer:** EU - EFRE Sachsen-Anhalt - 01.01.2019 - 31.12.2021

### **Kompetenzzentrum eMobility - Forschungsbereich Antriebsstrang: Teilprojekt AR3: "Ganzheitliche dynamische Analyse von E-Maschinen"**

Das Vorhaben Kompetenzzentrum eMobility greift die strukturbedingten Herausforderungen auf und entwickelt im Rahmen eines neu zu gründenden Kompetenzzentrums Lösungen in wichtigen Teilbereichen, welche die Kooperation zwischen KMU und universitärer Forschung und Lehre deutlich stärken. Das Wissen kann direkt in die betroffene Zulieferindustrie überführt werden und dort dazu beitragen, den Strukturwandel erfolgreich zu managen und neue wirtschaftliche Chancen zu nutzen. Neben der primären Zielsetzung des Aufbaus und Transfers von Kern-Know-How steht vor allem die langfristige Verankerung gewonnener Erkenntnisse in beschäftigungswirksamen wirtschaftlichen Strukturen im Vordergrund.

Ausgehend von einem mehrfach patentierten, weltweit einzigartigen Leichtbaumotorkonzept der OVGU konzentrieren sich die Arbeiten im Forschungsbereich ANTRIEBSSTRANG auf die Weiterentwicklung und prototypische Darstellung der neuen Motortechnologie, deren Integration in den Antriebsstrang sowie deren Betrieb entsprechend gegebener Sicherheits- und Komfortanforderungen (Fahrndynamik). Gleichzeitig bieten sich im Bereich der Grundlagenforschung weitere Innovationsschritte zur Steigerung der Leistungsfähigkeit der Motortechnologie, die in diesem Förderzeitraum erschlossen und in Prototypen umgesetzt werden sollen.

**Beschreibung des Teilprojekts:**

Für elektrische Maschinen ist ein möglichst störungsfreies und konstantes Magnetfeld von großer Bedeutung. Kleinste Änderungen des Luftspaltes führen im Vergleich zur ausgelegten Idealgeometrie zu Veränderungen des Magnetfeldes und somit sowohl zur Änderung des resultierenden Drehmomentes als auch zur Änderung der resultierenden Schwingungserregung, die wiederum zu akustischen Auffälligkeiten des Aggregates führen kann. Lokale und globale asymmetrische Spaltänderungen infolge von last- und betriebsabhängigen Deformationen von Stator und Rotor sind dabei besonders problematisch. Derartige Deformationen entstehen einerseits durch die elektromagnetisch angeregten Strukturschwingungen und werden andererseits durch die rotordynamischen Belastungen verursacht. Aus den genannten Gründen ist es zwingend erforderlich, den Magnetkreis und die Strukturmechanik gemeinsam zu betrachten. Derzeit bietet kein kommerzielles Softwaretool die Möglichkeit, die Wechselwirkungen zwischen Magnetkreis und Strukturschwingungen rückwirkungsbehaftet zu betrachten. Außerdem besteht auch keine Möglichkeit, die Rückwirkung der Rotordynamik auf den Magnetkreis in einem modernen Mehrkörperprogramm zu berücksichtigen. Beide Fragestellungen sind für die Entwicklung von Elektromotoren hinsichtlich Leistung, Zuverlässigkeit und Ausfallsicherheit sowie der Lärmemission von essentieller Bedeutung. Aus diesem Grund sollen im Rahmen des vorgeschlagenen Projektes Softwarelösungen entwickelt werden, die es ermöglichen, den Magnetkreis sowohl in Kombination mit der Vibroakustik als auch der Rotordynamik ganzheitlich betrachten zu können. Im Rahmen der rotordynamischen Betrachtungen spielen natürlich auch die korrekte Abbildung der Lagerungen und deren Belastungen sowie die auftretenden Nichtlinearitäten eine entscheidende Rolle. Die skizzierten Softwareentwicklungen werden sowohl für wälz- als auch für gleitgelagerte Systeme durchgeführt, um unterschiedliche Konzepte von E-Motoren realitätsnah erfassen und bewerten zu können. Im Rahmen der ganzheitlichen vibroakustischen Betrachtungsweise sollen darüber hinaus unterschiedliche Strategien zur Regelung des Erregerstroms implementiert und hinsichtlich ihrer Wirkung analysiert werden.

---

**Projektleitung:** Prof. i. R. Ulrich Gabbert  
**Projektbearbeitung:** Dr.-Ing. Fabian Duvigneau  
**Kooperationen:** Prof. Kasper, OvGU, IMS; Prof. Jüttner, IWF; Prof. Woschke, IFME; Prof. Beyrau, ISUT  
**Förderer:** EU - Sonstige - 31.01.2019 - 31.12.2021

**KeM - Kompetenzzentrum eMobility, Teilprojekt AR4: Leichtbau und Akustik von Elektromotoren**

Der abgestrahlte Lärm ist ein zentrales Problem aller elektrischen Maschinen. Dies liegt vor allem daran, dass die typische Schallemission eines Elektromotors sehr tonal und sehr hochfrequent ist und somit einerseits im Bereich der Hörfläche liegt, in dem der Mensch am besten hört, und andererseits als besonders lästig empfunden wird. Aus diesem Grund sollen im Rahmen dieses Teilprojektes Methoden und Lösungen erarbeitet werden, um das akustische Verhalten von elektrischen Maschinen signifikant zu verbessern. Das Ziel besteht nicht nur darin, den Schalldruckpegel zu reduzieren sondern zusätzlich auch ein möglichst unauffälliges beziehungsweise angenehmes Geräusch zu erzielen, weshalb das menschliche Wahrnehmungsvermögen in die Betrachtungen mit einbezogen wird. Für die Entwicklungen werden sowohl modernste kommerzielle Simulationsmethoden sowie eigene Softwareerweiterungen eingesetzt als auch umfangreiche experimentelle Untersuchungen und Hörversuche genutzt. Die experimentellen Untersuchungen umfassen Schwingungsanalysen mittels Laservibrometrie im stehenden und rotierenden System (Derotormessungen), Messungen des Schalldrucks mit Fernfeldmikrofonen sowie Messungen mit Mikrofonarrays (akustische Kamera) in einer schallarmen Kammer. Das Ziel der experimentellen Untersuchungen besteht darin, einerseits die Simulationsmodelle zu validieren und andererseits den Mehrwert der erarbeiteten Lösungen nachzuweisen. Neben der Akustik steht der Leichtbau im Fokus. Die zu erarbeitenden Konzepte sollen sowohl akustisch unauffällig sein als auch eine minimale Masse besitzen. Dabei werden unter anderem alternative Materialien (Al-Schaumstrukturen, Metamaterialien, GFK, CFK), innovative Dämpfungsstrategien, neuartige Konstruktionsdesigns (z.B. additive Fertigung), sowie die Einbeziehung von Anbauteilen (z.B. Getriebe) im Sinne zusätzlicher Anregungsquellen untersucht. Um sicherzustellen, dass die strukturelle Integrität trotz der ergriffenen Leichtbaumaßnahmen gewährleistet ist, werden Spannungsanalysen und Festigkeitsberechnungen durchgeführt. Diese beinhalten sowohl statische als auch dynamische Lastfälle. Die dynamischen Spannungsanalysen sind zwingend erforderlich, um den wirkenden Trägheitskräften infolge der zeitlich stark veränderlichen Vorgänge sowie den impulshaften Anregungen während typischer Betriebsszenarien Rechnung zu tragen.

**Projektleitung:** Prof. i. R. Ulrich Gabbert  
**Projektbearbeitung:** MSc. Robert Tandler  
**Kooperationen:** Prof. Woschke. IFME; BMW, ProMotion-Programm  
**Förderer:** Industrie - 30.11.2017 - 31.12.2020

### Ein physikalisch motiviertes Verschleißmodell für Kettentriebe in PKW-Motoren

Kettentriebe werden in Ottomotoren vielfach zum Antrieb von Nockenwellen, Ausgleichswellen oder Pumpen eingesetzt. Sie sind im Motorbetrieb komplexen mechanischen Beanspruchungen ausgesetzt, welche zu Verschleiß zwischen Bolzen und Lasche in einzelnen Kettengliedern und damit insgesamt zu einer Längung der Kette führen. Diese Längung kann ab einer bestimmten Ausprägung nicht mehr vom verwendeten Spannsystem ausgeglichen werden. Als Folge davon treten unliebsame Geräusche wie Heulen oder Rasseln auf, und es kann in Extremfällen auch zu Motorschäden kommen, z.B. beim Überspringen der Kette über einzelne Zähne oder bei Kettenrissen. Aktuell vorliegende Verschleißprobleme machen deutlich, dass im realen Kundenbetrieb Verschleißmechanismen auftreten, die bisher in der Auslegung nicht abgebildet werden.

Es ist daher Ziel des Projektes, ein physikalisch motiviertes Verschleißmodell für Kettentriebe zu erstellen, mit dem eine verbesserte Aussage über die Lebensdauer eines Kettentriebes im realen Kundenbetrieb möglich ist. Das Modell soll grundsätzlich auf den relevanten physikalischen Parametern des tribologischen Systems (z.B. Geometrie, Oberflächenkennwerte, Härte, Eigenspannungen etc.) basieren, zum anderen aber auch den Einfluss wesentlicher Randbedingungen im Motorbetrieb wie Fahrprofil und Ölqualität (z. B. Viskosität, Säure- oder Rußgehalt etc.) abbilden. Mit solch einem Modell sollen Verschleißgeschwindigkeiten für den Kettentrieb in Abhängigkeit vom Betriebszustand des Motors ermittelt werden können.

Im Projekt wird der Kettenverschleiß mit Hilfe eines dynamischen Kontaktproblems zwischen Bolzen und Lasche unter wechselnden Schmierungsrandbedingungen betrachtet, wobei erschwerend hinzu kommt, dass sich die Kontaktpartner Bolzen und Lasche durch den Umlauf der Kette um die Kettenräder unter einer periodisch schwankenden Normalkraft (Trumkraft) permanent in einem bestimmten Winkelbereich gegeneinander verdrehen. Die physikalische Modellbildung führt zu einem komplexen zeitabhängigen nichtlinearen Differentialgleichungssystem, das nur numerisch unter Nutzung der FEM (Finite-Element-Methode) gelöst werden kann. Erforderliche Eingangsparameter für die Berechnungen müssen dabei experimentell ermittelt werden [1]. Die zeitlich veränderlichen Belastungen der Bolzen-Hülse-Verbindung während eines Kettenumlaufs werden mit Hilfe von Mehrkörpersimulationen gewonnen. Besondere Überlegungen und Entwicklungen waren erforderlich, um (a) zu einem physikalisch begründeten Verschleißmodell zu gelangen, (b) das sich daraus ergebende nichtlineare Kontaktproblem zwischen Hülse und Bolzen geeignet zu beschreiben [2]-[6], (c) ein ausreichend genaues, jedoch von der Elementanzahl her reduziertes 3D-FEM-Modell zu entwickeln sowie (d) durch eine geeignete Extrapolation die extremen Rechenzeiten für die Zeitablaufrechnung auf ein akzeptables Maß zu begrenzen ohne die Ergebnisgenauigkeit wesentlich zu verschlechtern. Nur durch diese Entwicklungen war es beispielsweise möglich, den Kettenverschleiß nach einer Motorlaufzeit von 50.000 km zu berechnen. Der numerisch berechnete Kettenverschleiß wird mit Ergebnissen bewertet, die durch Messungen an realen Fahrzeugketten aus Kundenfahrzeugen gewonnen wurden. Die ersten Simulationsergebnisse zeigen, dass es mit der für die Verschleißberechnung entwickelten neuen Methodik möglich ist, realistische Vorhersagen des Kettenverschleißes zu gewinnen [7].

[1]Tandler, R., Bohn. N., Gabbert, U., Woschke, E.: Analytical wear model and its application for the wear simulation in automotive bush chain drive systems, *Wear*, Volumes 446-447, 15 April 2020, 203193, <https://doi.org/10.1016/j.wear.2020.203193>.

[2]Tandler, R., Bohn, N., Gabbert, U., Woschke, E.: Experimental investigation of the internal friction in automotive bush chain drives systems, *Tribology International*, Vol. 140 (2019), Article 105871, <https://doi.org/10.1016/j.triboint.2019.105871>.

[3]Gabbert, U.: Berücksichtigung von Zwangsbedingungen in der FEM mittels Penalty-Funktions-Methode, *Technische Mechanik* 4, 1983, Heft 2, S.40-46.

[4]Buczkowski, R., Kleiber, M., Gabbert, U.: On linear and higher order standard finite elements for 3D-nonlinear contact problems. *Computers and Structures* Vol. 53 (1994), No. 4, pp.817-823.

[5]Gabbert, U., Graeff-Weinberg, K.: Eine pNh-Elementformulierung für die Kontaktanalyse. *ZAMM* 74 (1994), 4, pp. 195-197.

[6]Buczkowski, R., Gabbert, U.: Finite-Elemente-Formulierung des 3D-Kontaktproblems unter Berücksichtigung eines verfestigenden Reibungsgesetzes. *ZAMM* Vol. 76, 1996, Supplement 5, pp. 81-83.

[7]Weinberg, K., Gabbert, U.: An adaptive pNh-technique for global-local finite element analysis. *Engineering*

Computations: Int. J. Comp.-Aided Engng and Software, Vol. 19 No. 5, 2002, pp. 485-500.

---

**Projektleitung:** Dr.-Ing. Johanna Eisenträger  
**Kooperationen:** University of New South Wales, Centre for Infrastructure Engineering and Safety  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.08.2019 - 31.07.2021

### **Modellierung der Kriechverformung von Kurzfaserbeton**

Kurzfaserverstärkter Beton ist ein moderner Werkstoff, der vielfältig einsetzbar ist, wie zum Beispiel für Tunnelverkleidungen oder in maritimen Anlagen. Zur Verbesserung der mechanischen Eigenschaften, wie der Duktilität, und um die Ausbreitung von Rissen zu vermindern, werden dem spröden Beton Kurzfasern beigemischt, was zu einer komplexen Mikrostruktur bestehend aus Beton, größeren Gesteinskörnern und Fasern führt. Beton wie auch Kurzfaserbeton weisen eine ausgeprägte Neigung zum Kriechen auf, das heißt, dass die Verformungen unter konstanter Last mit der Zeit zunehmen. Obwohl das Kriechen von Kurzfaserbeton ein stark nichtlinearer Vorgang ist, verwenden bisher vorgestellte Modelle meist lineare Ansätze der Viskoelastizität und beschränken sich auf einachsige Spannungs- und Verformungszustände. Darüber hinaus existiert momentan kein Simulationsansatz zur Modellierung des Kriechens von Kurzfaserbeton unter adäquater Berücksichtigung der Mikrostruktur. Stand der Technik ist es, die Gestalt und Verteilung der Fasern und Gesteinskörner im Beton stark idealisiert abzubilden. Deshalb wird im Rahmen dieses Projektes ein numerisches Modell unter detailgetreuer Berücksichtigung der komplexen Mikrostruktur des Kurzfaserbetons entwickelt. Die Basis dafür stellen Computertomographie-Aufnahmen von Proben dar, welche praxisnah gefertigten Bauteilen aus Kurzfaserbeton entnommen wurden. Zur Diskretisierung und Simulation basierend auf diesen Aufnahmen wird die Scaled Boundary Finite Element Method verwendet. In der Kombination mit einem robusten Octree-Algorithmus wird eine automatisierte und effiziente Generierung des Netzes ermöglicht, wobei die reale Mikrostruktur des Kurzfaserbetons im numerischen Modell mit hoher Genauigkeit abgebildet werden kann. In Ergänzung zu dem numerischen Modell wird ein konstitutiver Ansatz für das Kriechen von Kurzfaserbeton entwickelt. Dabei werden separate Materialgleichungen für die Betonmatrix, die Gesteinskörner und die Fasern formuliert. Während die Gesteinskörner und Fasern als elastisch angenommen werden können, wird für die inelastischen Verformungen der Betonmatrix ein nichtlineares Modell unter Berücksichtigung mehrachsiger Spannungs- und Verformungszustände neu entwickelt. Das Modell wird anhand von Kriechversuchen mit Betonproben kalibriert und in die numerische Simulationsumgebung implementiert. Zur Validierung des numerischen Modells werden Kriechversuche an Proben aus Kurzfaserbeton durchgeführt und die numerischen Ergebnisse mit den Versuchsdaten verglichen. Damit wird in diesem Projekt erstmals ein Modellierungsansatz für das Kriechen von Kurzfaserbeton vorgestellt, bei dem die komplexe Mikrostruktur des Werkstoffes präzise abgebildet wird und ein nichtlineares konstitutives Modell für mehrachsige Spannungs- und Verformungszustände integriert ist. Der Modellierungsansatz bildet somit die Grundlage für die zukünftige realitätsnahe Abschätzung der Langzeitbelastung von Bauteilen aus Kurzfaserbeton.

---

**Projektleitung:** Dr.-Ing. Rainer Glüge  
**Kooperationen:** Max Planck Institut für Eisenforschung Düsseldorf  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.10.2019 - 01.04.2020

### **Spektralmethoden für kugelförmige repräsentative Volumenelemente**

Direkt gekoppelte Mehrskalensimulationen ermöglichen bei Bauteil- oder Umformsimulationen die Mikrostruktur des Materials und deren Entwicklung präzise vorherzusagen und ermöglichen so die Vorhersagequalität zu verbessern. Leider ist der Rechenaufwand hierfür oftmals zu hoch, da auf der Makroebene an jedem Integrations- oder Kollokationspunkt der Simulation ein repräsentatives Volumenelement (RVE) hinterlegt ist, welches selbst eine numerische Lösungsmethode erfordert.

Dieses kann man sich als kleine virtuelle Materialprobe vorstellen, an der die effektiven Materialeigenschaften ermittelt werden, welche in die Bauteil- oder Umformsimulation eingehen.

Da immer wieder das gleiche Lösungsgebiet simuliert wird, benötigt man für die RVE-Rechnungen nicht die Flexibilität der Finiten Elemente Methode (FEM), womit man an das Lösungsgebiet angepasste,

optimierte Löser entwickeln kann. So ist bei würfelförmigen, periodisch fortsetzbaren RVE die Verwendung eines Spektrallösers von Vorteil.

Alternativ kann Rechenaufwand durch die Verkleinerung des RVE-Simulationsgebietes reduziert werden. Hier gibt es verschiedene Methoden wie zum Beispiel die Verwendung einer statistisch optimierten Mikrostruktur. Ein weiterer Ansatzpunkt für effiziente RVE-Modelle ist die Anpassung der RVE-Form. Bei Verwendung kugelförmiger RVE kann das Simulationsvolumen verkleinert werden, da der Randeinfluss von vornherein kleiner als bei würfelförmiger RVE ist, als weiterer Vorteil wird keine Anisotropie durch die Wahl der RVE-Orientierung induziert.

Für thermomechanische Probleme auf kugelförmigen Gebieten wurde bisher kein angepasster Löser entwickelt. Die bisher entwickelten Spektralmethoden lassen nicht ohne weiteres von den würfelförmigen RVE auf die kugelförmigen RVE übertragen. Daher ist das Projektziel, einen an das kugelförmige Gebiet angepassten Löser für thermomechanische Rand- und Anfangswertprobleme zu entwickeln.

## **8. EIGENE KONGRESSE, WISSENSCHAFTLICHE TAGUNGEN UND EXPONATE AUF MESSEN**

Jun.-Prof. E. Woschke

GAMM Annual Meeting 2020/21 - Kassel: Sectionleitung: S05 Nonlinear oscillations

Prof. H. Altenbach

CISM Course (4.-8.05.2020, Udine/Italy): Co-organizer *Advanced for Theories Deformation, Damage and Failure in Materials* (postponed 3.-7.05.2021)

XLVIII International Summer School-Conference *Advanced Problems in Mechanics* (22.-27.06.2020, online, member of scientific committee)

14th International Conference on *Advanced Computational Engineering and Experimenting* (co-chair, 5.-9.07.2020, postponed 4.-8.07.2021)

## 9. VERÖFFENTLICHUNGEN

### BEGUTACHTETE ZEITSCHRIFTENAUFsätze

#### **Altenbach, Holm**

Scientific language - a comparative analysis of english, german and russian

Technology and language - Sankt-Petersburg: Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Bd. 1.2020, 1, insges. 5 S.;

#### **Altenbach, Holm; Knape, Katharina**

On the main directions in creep mechanics of metallic materials

Hayastani Gitowt'yownneri Azgayin Akademiayi teekagir / Mexanika/ Hayastani Gitowt'yownneri Azgayin Akademia - Erevan: Akad., Bd. 73.2020, 3, S. 24-43;

#### **Altenbach, Holm; Müller, Wolfgang H.**

Editorial

ZAMM: journal of applied mathematics and mechanics - Berlin: Wiley-VCH, Volume 100 (2020), issue 5, article e202002024;

[Imp.fact.: 1.467]

#### **Altenbach, Holm; Nijboer, Bette**

Editorial

ZAMM: journal of applied mathematics and mechanics - Berlin: Wiley-VCH, 100(2020,1), Artikel e201901997, 4 Seiten;

[Imp.fact.: 1.467]

#### **Aßmus, Marcus; Glüge, Rainer; Altenbach, Holm**

On the analytical estimation for isotropic approximation of elastic properties applied to polycrystalline cubic silicon used at solar cells

Technische Mechanik - wissenschaftliche Zeitschrift für Anwendungen der technischen Mechanik: wissenschaftliche Zeitschrift für Anwendungen der technischen Mechanik - Magdeburg: Inst., Bd. 40.2020, 2, S. 120-133;

#### **Eisentträger, Sascha; Atroshchenko, E.; Makvandi, Resam**

On the condition number of high order finite element methods - influence of p-refinement and mesh distortion

Computers and mathematics with applications: an international journal - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science . - 2020;

[Online first]

[Imp.fact.: 2.811]

#### **El Yaagoubi, Mohammed; Meier, Jens; Juhre, Daniel**

Lifetime prediction of carbon black filled elastomers based on the probability distribution of particle using an inelastic and hyperelastic material model

Engineering failure analysis: materials, structures, components, reliability, design - Oxford [u.a.]: Elsevier Science, Volume118 (2020), Artikel 104943;

[Imp.fact.: 2.897]

#### **Gavila Lloret, Maria; Müller, Gregor; Duvigneau, Fabian; Gabbert, Ulrich**

On the numerical modeling of poroelastic layers in spring-mass systems

Applied acoustics - Amsterdam [u.a.]: Elsevier, Volume 157 (2019), article 106996, 2020;

[Imp.fact.: 2.297]

#### **Glüge, Rainer; Altenbach, Holm; Mahmood, Nasir; Beiner, Mario**

On the difference between the tensile stiffness of bulk and slice samples of microstructured materials

Applied composite materials: an international journal for the science and application of composite materials - Dordrecht [u.a.]: Springer Science + Business Media B.V . - 2020, insges. 21 S.;

[Online first]

[Imp.fact.: 2.199]

**Jafari, Mohammad; Hoseyni, Seyed Ahmad Mahmoodzade; Altenbach, Holm; Craciun, Eduard-Marius**

Optimum design of infinite perforated orthotropic and isotropic plates  
Mathematics: open access journal - Basel: MDPI, Volume 8 (2020), issue 4, article 569, 23 Seiten;

**Kersch, K.; Schmidt, A.; Woschke, Elmar**

Multiaxial fatigue damage evaluation - a new method based on modal velocities  
Journal of sound and vibration - London: Academic Press, Bd. 476.2020, S. 115297;  
[Imp.fact.: 3.123]

**Kersch, Kurthan; Woschke, Elmar**

Fixture modifications for effective control of an electrodynamic3D-shaker system  
Sound and vibration: SV ; the noise and vibration control magazine - Bay Village, Ohio [u.a.]: Acoustical Publ.,  
Bd. 54.2020, 2, S. 75-84;

**Kersch, Kurthan; Woschke, Elmar**

Modal velocity based multiaxial fatigue damage evaluation using simplified finite element models  
Journal of applied mechanics - New York, NY: ASME . - 2020;  
[online first]  
[Imp.fact.: 2.772]

**Kersch, Kurthan; Woschke, Elmar**

Multiaxial and uniaxial fatigue failure evaluation using modal velocities  
Experimental techniques: an official publication of the Society for Experimental Mechanics - Cham: Springer  
International Publishing . - 2020, insges. 6 S.;  
[Online first]  
[Imp.fact.: 1.058]

**Li, Zhi; Shan, Jinjun; Gabbert, Ulrich**

A direct inverse model for hysteresis compensation  
IEEE transactions on industrial electronics: a publication of the IEEE Industrial Electronics Society/ Institute of  
Electrical and Electronics Engineers - New York, NY: IEEE . - 2020;  
[Online first]  
[Imp.fact.: 7.515]

**Mahmood, Nasir; Kolesov, Igor; Glüge, Rainer; Altenbach, Holm; Androsch, René; Beiner, Mario**

Influence of structure gradients in injection moldings of isotactic polypropylene on their mechanical properties  
Polymer: the international journal for the science and technology of polymers - Oxford: Elsevier Science, Volume  
200 (2020), article 122556;  
[Imp.fact.: 3.771]

**Marter, Paul; Daniel, Christian; Duvigneau, Fabian; Woschke, Elmar**

Numerical analysis based on a multi-body simulation for a plunging type constant velocity joint  
Applied Sciences: open access journal - Basel: MDPI, Volume 10 (2020), issue 11, article 3715, 18 Seiten;  
[Imp.fact.: 2.217]

**Naumenko, Konstantin; Bagheri, Behnaz**

A direct approach to evaluate interaction forces between self-adhesive polymeric films subjected to T-peeling  
Archive of applied mechanics: (Ingenieur-Archiv) - Berlin: Springer . - 2020, insges. 13 S.;  
[Online first]  
[Imp.fact.: 1.374]

**Naumenko, Konstantin; Gariboldi, Elisabetta; Nizinkovskiy, Rostyslav**

Stress-regime-dependence of inelastic anisotropy in forged age-hardening aluminium alloys at elevated  
temperature - constitutive modeling, identification and validation  
Mechanics of materials: forum for theoretical, experimental and field advances in mechanics of flow, fracture and  
general constitutive behavior of geophysical, geotechnical and technological materials - Amsterdam: Elsevier,  
Volume 141(2020), Article 103262;  
[Imp.fact.: 2.958]

**Nazarenko, Lidiia; Glüge, Rainer; Altenbach, Holm**

Positive definiteness in coupled strain gradient elasticity

Continuum mechanics and thermodynamics - analysis of complex materials and judicious evaluation of the environment: analysis of complex materials and judicious evaluation of the environment - Berlin: Springer . - 2020;

[Online first]

[Imp.fact.: 2.139]

**Nazarenko, Lidiia; Stolarski, Henryk; Altenbach, Holm**

Modeling cylindrical inhomogeneity of finite length with Steigmann-Ogden Interface

Technologies: open access journal - Basel: MDPI, Volume 8(2020), issue 4, article 78, 15 Seiten;

**Nordmann, Joachim; ABmus, Marcus; Glüge, Rainer; Altenbach, Holm**

On the derivation of Hookes law for plane state conditions

Technische Mechanik - wissenschaftliche Zeitschrift für Anwendungen der technischen Mechanik: wissenschaftliche Zeitschrift für Anwendungen der technischen Mechanik - Magdeburg: Inst., Bd. 40.2020, 2, S. 160-174;

**Petö, Márton; Duvigneau, Fabian; Eisenträger, Sascha**

Correction to: Enhanced numerical integration scheme based on image-compression techniques - application to fictitious domain methods

Advanced modeling and simulation in engineering sciences: AMSES - Berlin: Springer Open, Volume 7(2020), issue 1, article 34, 1 Seite;

**Petö, Márton; Duvigneau, Fabian; Eisenträger, Sascha**

Enhanced numerical integration scheme based on image-compression techniques - application to fictitious domain methods

Advanced modeling and simulation in engineering sciences: AMSES - Berlin: Springer Open, Volume 7(2020), issue 1, article 21, 42 Seiten;

**Petö, Márton; Duvigneau, Fabian; Juhre, Daniel; Eisenträger, Sascha**

Enhanced numerical integration scheme based on image compression techniques - application to rational polygonal interpolants

Archive of applied mechanics: (Ingenieur-Archiv) - Berlin: Springer . - 2020, insges. 23 S.;

[Online first]

[Imp.fact.: 1.374]

**Plaksiy, Yuriy; Breslavsky, Dmitriy; Homozkova, Irina; Naumenko, Konstantin**

Closed-form quaternion representations for rigid body rotation - application to error assessment in orientation algorithms of strapdown inertial navigation systems

Continuum mechanics and thermodynamics - analysis of complex materials and judicious evaluation of the environment: analysis of complex materials and judicious evaluation of the environment - Berlin: Springer . - 2020;

[Online first]

[Imp.fact.: 2.139]

**Rizov, Victor; Altenbach, Holm**

Influence of material non-linearity on delamination in multilayered three-point bending beams

Journal of theoretical and applied mechanics / Bulgarian Academy of Sciences, National Committee of Theoretical and Applied Mechanics - Sofia: Publ. House of the Bulg. Acad. of Sciences, Bd. 50.2020, 1, S. 70-82

**Rizov, Victor; Altenbach, Holm**

Longitudinal fracture analysis of an inhomogeneous stepped rod with two concentric cracks in torsion

Technische Mechanik - wissenschaftliche Zeitschrift für Anwendungen der technischen Mechanik: wissenschaftliche Zeitschrift für Anwendungen der technischen Mechanik - Magdeburg: Inst., Bd. 40.2020, 2, S. 149-159;

**Rizov, Victor; Altenbach, Holm**

Longitudinal fracture analysis of inhomogeneous beams with continuously varying sizes of the cross-section along the beam length

Frattura ed integrità strutturale: rivista ufficiale del Gruppo Italiano Frattura - Cassino, Bd. 14.2020, 53, S. 38-50;

**Rößler, Christoph; Schmicker, David; Sherepenko, Oleksii; Halle, Thorsten; Körner, Markus; Jüttner, Sven; Woschke, Elmar**

Identification of the flow properties of a 0.54% carbon steel during continuous cooling

Metals: open access journal - Basel: MDPI, Volume 10 (2020), issue 1, article 104, 11 Seiten;

[Imp.fact.: 2.259]

**Spannan, Lars; Duvigneau, Fabian; Gavila Lloret, Maria; Daniel, Christian; Juhre, Daniel; Woschke, Elmar**

A study on harmonic excitation based experimental characterization of damping materials for acoustic simulations

Technische Mechanik - wissenschaftliche Zeitschrift für Anwendungen der technischen Mechanik: wissenschaftliche Zeitschrift für Anwendungen der technischen Mechanik - Magdeburg: Inst., Bd. 40.2020, 2, S. 134-148;

**Tandler, Robert; Bohn, Niels; Gabbert, Ulrich; Woschke, Elmar**

Analytical wear model and its application for the wear simulation in automotive bush chain drive systems

Wear: an international journal on the science and technology of friction, lubrication and wear - Amsterdam [u.a.]:

Elsevier Science, Volumes 446-447(2020), Artikel 203193;

[Imp.fact.: 2.95]

**Tolcha, Mesay Alemu; Altenbach, Holm; Tibba, Getachew Shunki**

Modeling creep-fatigue interaction damage and H13 tool steel material response for rolling die under hot milling

Engineering fracture mechanics - Kidlington: Elsevier Science, Volume 223 (2020), article 106770;

[Imp.fact.: 2.908]

**Wakjira, Melesse Workneh; Altenbach, Holm; Ramulu, Perumalla Janaki**

Cutting mechanics analysis in turning process to optimise product sustainability

Advances in materials and processing technologies - Abingdon, Oxon: Taylor & Francis . - 2020, insges. 17 S.;

[Online first]

**Weber, Martin; Glüge, Rainer; Altenbach, Holm**

Evolution of the stiffness tetrad in fiber-reinforced materials under large plastic strain - material plasticity

Archive of applied mechanics: (Ingenieur-Archiv) - Berlin: Springer . - 2020;

[Online first]

[Imp.fact.: 1.374]

**Ziese, Christian; Nitzschke, Steffen; Woschke, Elmar**

Run up simulation of a full-floating ring supported Jeffcott-rotor considering two-phase flow cavitation

Archive of applied mechanics: (Ingenieur-Archiv) - Berlin: Springer . - 2020, insges. 14 S.;

[Online first]

**NICHT BEGUTACHTETE ZEITSCHRIFTENAUFsätze**

**Ambos, Eberhard; Gabbert, Ulrich; Halle, Thorsten; Heikel, Christian**

Quo vadis PKW?

Gießerei-Rundschau: Fachzeitschrift des Vereins Proguss austria - [Wien]: Proguss austria, Bd. 67.2020, 4, S. 6-18

## BEGUTACHTETE BUCHBEITRÄGE

### **Altenbach, Holm; Chinchaladze, Natalia; Kienzler, Reinhold; Müller, Wolfgang H.**

Preface

Analysis of shells, plates, and beams: a state of the art report - Cham: Springer, 2020; Altenbach, Holm, 2020, Seite vii-xx - (Advanced structured materials; volume 134);

### **Aßmus, Marcus; Altenbach, Holm**

A mathematically consistent vector-matrix representation of generalized Hookes law for shear-rigid plates

Nonlinear Wave Dynamics of Materials and Structures - Cham: Springer International Publishing, 2020; Altenbach, Holm . - 2020, S. 57-67 - ( Advanced structured materials; volume 122);

### **Burlayenko, Vyacheslav N.; Altenbach, Holm; Dimitrova, Svetlana D.**

Interface strength assessments of sandwich panels with a face sheet/core debond

Analysis of shells, plates, and beams: a state of the art report - Cham: Springer, 2020; Altenbach, Holm . - 2020, S. 95-122 - (Advanced structured materials; volume 134);

### **Duvigneau, Fabian; Hähnlein, Frederik; Daniel, Christian; Schrader, Peter; Woschke, Elmar; Juhre, Daniel**

Untersuchung des Einflusses von Randbedingungen auf die Vergleichbarkeit von numerischer und experimenteller Modalanalyse

Fortschritte der Akustik - DAGA 2020: 46. Jahrestagung für Akustik, 16.-19. März 2019 in Hannover - Berlin: Deutsche Gesellschaft für Akustik e.V. (DEGA), 2020 . - 2020, S. 274-277;

[Konferenz: DAGA 2020, Hannover, 16.-19. März 2020]

### **Eisenträger, Johanna; Naumenko, Konstantin; Kostenko, Yevgen; Altenbach, Holm**

Analysis of a power plant rotor made of tempered martensitic steel based on a composite model of inelastic deformation

Advances in mechanics of high-temperature materials - Cham: Springer, 2019 . - 2020, S. 1-34 - (Advanced structured materials; 117);

### **Kauss, Olha; Naumenko, Konstantin; Hasemann, Georg; Krüger, Manja**

Structural analysis of gas turbine blades made of Mo-Si-B under stationary thermo-mechanical loads

Advances in mechanics of high-temperature materials - Cham: Springer, 2019 . - 2020, S. 79-91 - (Advanced structured materials; 117);

### **Naumenko, Konstantin; Altenbach, Holm**

Laminated plates with non-linear visco-elastic interlayer - the governing equations

Analysis of shells, plates, and beams: a state of the art report - Cham: Springer, 2020; Altenbach, Holm . - 2020, S. 297-310 - (Advanced structured materials; volume 134);

### **Nordmann, Joachim; Naumenko, Konstantin; Altenbach, Holm**

Cohesive zone models-theory, numerics and usage in high-temperature applications to describe cracking and delamination

Advances in mechanics of high-temperature materials - Cham: Springer, 2019 . - 2019, S. 131-168, 2020 - (Advanced structured materials; 117);

### **Pogorilov, Sergiy Yu.; Khavin, Valeriy L.; Naumenko, Konstantin; Schastlivets, Kyrill Yu.**

Heat transfer analysis in the strapdown inertial unit of the navigation system

Plasticity, damage and fracture in advanced materials - Cham: Springer, 2020; Altenbach, Holm . - 2020, S. 119-133;

### **Prasad, Braj Bhushan; Duvigneau, Fabian; Juhre, Daniel; Woschke, Elmar**

Design of test specimen for wind turbines to evaluate passive vibration reduction concepts based on granular materials

Fortschritte der Akustik - DAGA 2020: 46. Jahrestagung für Akustik, 16.-19. März 2019 in Hannover - Berlin: Deutsche Gesellschaft für Akustik e.V. (DEGA), 2020 . - 2020, S. 446-449;

[Konferenz: DAGA 2020, Hannover, 16.-19. März 2020]

**Prasad, Braj Bhushan; Duvigneau, Fabian; Woschke, Elmar; Juhre, Daniel**

Wind turbine blade and generator test specimen for evaluating a passive vibration reduction concept based on granular materials

Proceedings of the ISMA 2020, International Conference on Noise and Vibration Engineering/USD 2020, International Conference on Uncertainty in Structural Dynamics: 7 to 9 September 2020\$/ International Conference on Noise and Vibration Engineering - Heverlee (Belgium): KU Leuven, Department of Mechanical Engineering, 2020; Desmet, W. . - 2020, S. 3525-3540

**Schrader, Peter; Heinrichs, Christian; Duvigneau, Fabian; Rottengruber, Hermann**

Strukturberuhigung eines spiralförmigen Akustischen Schwarzen Lochs (ASL)

Fortschritte der Akustik - DAGA 2020: 46. Jahrestagung für Akustik, 16.-19. März 2019 in Hannover - Berlin: Deutsche Gesellschaft für Akustik e.V. (DEGA), 2020 . - 2020, S. 427-430; [Konferenz: DAGA 2020, Hannover, 16.-19. März 2020]

## WISSENSCHAFTLICHE MONOGRAFIEN

**Altenbach, Holm**

Holzmann/Meyer/Schumpich Technische Mechanik Festigkeitslehre - 104 Aufgaben, 133 Beispiele und zahlreiche Klausuraufgaben mit Lösungen

Wiesbaden: Springer Vieweg, 2020, 14., überarbeitete und erweiterte Auflage, 1 Online-Ressource (xii, 434 Seiten) - (Springer eBook Collection);

## HERAUSGEBERSCHAFTEN

**Aizikovich, Sergei M.; Altenbach, Holm; Eremeyev, Victor; Swain, Michael Vincent; Galybin, Alexander**

Modeling, synthesis and fracture of advanced materials for industrial and medical applications

Cham: Springer, 2020, 1 Online-Ressource;

**Altenbach, Holm; Brünig, Michael; Kowalewski, Zbigniew L.**

Plasticity, damage and fracture in advanced materials

Cham: Springer, 2020, 1 Online-Ressource - (Springer eBooks; Chemistry and Materials Science; Springer eBook Collection; Advanced structured materials; 121);

**Altenbach, Holm; Chinchaladze, Natalia; Kienzler, Reinhold; Müller, Wolfgang H.**

Analysis of shells, plates, and beams - a state of the art report

Cham: Springer, 2020, 1 Online-Ressource;

**Altenbach, Holm; Eremeyev, Victor A.; Igumnov, Leonid A.**

Multiscale solid mechanics - strength, durability, and dynamics

Cham: Springer, 2020, 1 Online-Ressource - (Springer eBook Collection; Advanced Structured Materials; volume 141);

**Altenbach, Holm; Eremeyev, Victor A.; Pavlov, Igor S.; Porubov, Alexey V.**

Nonlinear Wave Dynamics of Materials and Structures

Cham: Imprint: Springer, 2020., 1st ed. 2020., 1 Online-Ressource (XXV, 461 p. 150 illus., 87 illus. in color.) - (Springer eBook Collection; Advanced Structured Materials; 122);

**Altenbach, Holm; Öchsner, Andreas**

Encyclopedia of continuum mechanics. Volume 1: A-E

[Heidelberg]: Springer, 2020, xlvii, 877 Seiten, Illustrationen, Diagramme, 26 cm - (Springer reference);

[Literaturangaben]

**Altenbach, Holm; Öchsner, Andreas**

Encyclopedia of continuum mechanics. Volume 2: F-M

[Heidelberg]: Springer, 2020, xlvii Seiten, Seite 880-1769, Illustrationen, Diagramme, 26 cm - (Springer reference);

[Literaturangaben]

**Altenbach, Holm; Öchsner, Andreas**

Encyclopedia of continuum mechanics. Volume 3: N-Z

[Heidelberg]: Springer, 2020, xvii Seiten, Seite 1772-2806, Illustrationen, Diagramme, 26 cm - (Springer reference);

[Literaturangaben]

**NICHT BEGUTACHTETE BUCHBEITRÄGE**

**Irmscher, Cornelius; Ziese, Christian**

Thermally extended rotordynamics of turbochargers FVV no. 1258 final report

FVV Autumn Conference: 21 , 25 September 2020, digital conference - Frankfurt am Main: Forschungsvereinigung Verbrennungskraftmaschinen e.V., 2020 . - 2020, S. 509-556;

[Konferenz: FVV 2020 Autumn Conference, digital conference, 21 - 25 September 2020]

**ANDERE MATERIALIEN**

**Altenbach, Holm; Öchsner, Andreas**

Encyclopedia of Continuum Mechanics

Berlin: Springer, 2020 - (Springer reference)

**DISSERTATIONEN**

**Hoffmann, Thomas; Rose, Georg [AkademischeR BetreuerIn]; Juhre, Daniel [AkademischeR BetreuerIn]**

Verfahren zur Erhöhung der visuellen Wahrnehmung neurovaskulärer Stents unter Röntgendurchleuchtung

Magdeburg, 2020, XIV, 108 Seiten, Illustrationen, Diagramme, 30 cm;

[Literaturverzeichnis: Seite 92-97]

**Kersch, Kurthan; Woschke, Elmar [AkademischeR BetreuerIn]**

3D-vibration testing for automotive components

Magdeburg, 2020, xxii, 134, XII Seiten, Illustrationen, Diagramme, 30 cm;

[Literaturverzeichnis: Seite 128-134]

**Nordmann, Joachim; Altenbach, Holm [AkademischeR BetreuerIn]; Krüger, Manja [AkademischeR BetreuerIn]**

Failure analysis of coatings under thermo-mechanical loading

Magdeburg, 2020, xv, 110 Seiten, A1-A6, B1-B6, Illustrationen, Diagramme, 30 cm;

[Literaturverzeichnis: Seite 101-110]

# INSTITUT FÜR MOBILE SYSTEME

Universitätsplatz 2, 39106 Magdeburg  
Tel.: 49 (0)391 67 58721, Fax: 49 (0)391 67 42832  
e-mail: [ims.ema@ovgu.de](mailto:ims.ema@ovgu.de)  
<http://www.ims.ovgu.de>  
<http://www.ema.ovgu.de>

## 1. LEITUNG

Prof. Dr.-Ing. Hermann Rottengruber (geschäftsführender Leiter)  
Priv. Doz. Dr.-Ing. Stephan Schmidt  
Hon.-Prof. Dr.-Ing. Jens Hadler  
Dr.-Ing. Martin Schünemann  
Dr.-Ing. Tommy Luft  
M. Sc. Johannes Oder  
Dipl.-Ing. (FH) Steffen Schmidt  
Stephan Czachurski

## 2. HOCHSCHULLEHRER/INNEN

Prof. Dr.-Ing. Hermann Rottengruber  
Priv.-Doz. Dr.-Ing. Stephan Schmidt  
Hon.-Prof. Dr.-Ing. Jens Hadler

## 3. FORSCHUNGSPROFIL

### Lehrstuhl Energiewandlungssysteme für mobile Anwendungen

- **Ottomotoren**
  - Gasmotoren
  - Einspritzsysteme
  - Gemischbildung
    - \* Wassereinspritzung
  - Zündsysteme
  - Akustik
- **Dieselmotoren**
  - Hochdruckeinspritzung
  - Spraybildung, Gemischbildung, Brennraumgeometrie
  - Abgasrückführung
  - Partikelfilter/Partikelfilterregeneration
  - NO<sub>x</sub>-Abgasnachbehandlung
  - Akustik
- **Alternative Motorkraftstoffe**

- E-Fuels
- Biodiesel, Bioethanol, Pflanzenöl
- Biomass to Liquid (2. Generation), Gas to Liquid (GtL)
- Gase: **C**ompressed **N**atural **G**as, **L**iquefied **N**atural **G**as, Sondergase
- **Berechnung und Simulation**
  - Gemischbildung/Verbrennung/Thermomanagement
  - Brennstoffzellen- und Batteriesysteme
    - \* Super-Caps
  - Analyse von Wasserstoffmotoren
  - Analyse von Verbrennungsmotoren
  - Simulation variabler Ventilbetriebe
  - Thermodynamische Analyse von Energiewandlungsprozessen
  - Strömungsvorgänge im Brennraum
  - Simulation der Einspritzhydraulik
  - Simulation Abgasrückführung
  - Programme/Software: AVL FIRE, AVL Cruise M, ANSYS CFX, Virtual Lab, GT Power, Converge, Cantera, OPEN Foam
- **Akustik - Forschungsschwerpunkte**
  - Geräuschregelung von Motoren
  - Bewertung der Akustik von E-Motoren
  - Abbildung des Struktur-/ Abstrahlverhaltens
  - Vibroakustisches Benchmarking
  - Betriebsschwingungsanalysen - Akustik Motorprüfstand
  - Analyse und Simulation von Schalltransferpfaden
  - Schallquellenlokalisierung und -analyse mit Mikrofonarrays und Intensitätssonde
  - Schallquellenlokalisierung mit Scanning-Laser-Vibrometer
  - Messungen von Drehungleichförmigkeiten
  - Schwingungsmessung an rotierenden Teilen mit optischem Derotator
  - Aktive Schwingungsdämpfung mit Piezoaktoren
- **Akustische Messtechnik**
  - Akustik Motorprüfstand
  - PSV-400-3D Scanning-Vibrometer - Einpunkt-Vibrometer
  - Rotations-Vibrometer
  - 80-Kanal-Prüfstands-Akustik-Messsystem PAK-Mobil MK II
  - 60-Kanal-Combo-Array für Nahfeldholographie und Beamforming
  - 60-Kanal-Grid-Array für Schallkartierung und Nahfeldholographie
  - Schallintensitätsmesssystem
- **Sondermesstechnik**
  - Strömungsprüfstand (Typ nemometric Tester 24 TV, Jaros)
  - Einspritz-Pumpenprüfstand (Injection Analyzer)
    - \* Einspritzverlaufs-/ -mengenindikator
  - Gas-Einblasventil-Prüfstände
  - Prüfstand für Emulsionserzeugung Kraftstoff/Wasser
  - Hochdruck-Einspritzkammer
  - Abgasmesstechnik
    - \* Partikelgrößen/-anzahl, Partikelkonzentration (SMPS)
  - Optische Messtechnik/FTIR

- Gaschromatograph

### **Lehrstuhl Mechatronik**

- **Systematischer Entwurf und Optimierung mechatronischer Systeme**
  - Komponentenorientierte Modellierung zur Analyse und Synthese komplexer multidisziplinärer nichtlinearer dynamischer Systeme
  - Automatisierte Generierung virtueller Produktmodelle
  - Ordnungsreduktionsverfahren für lineare und nichtlineare FE-Modelle mechanischer und fluidischer Komponenten
  - Hardware-in-the-Loop Prüftechnik für mechatronische Komponenten und Systeme Anwendungen mechatronischer Entwurfs- und Produktentwicklungskonzepte in der Fahrzeug-, Antriebs- und Medizintechnik sowie der Robotik
- **Mechatronische Konzepte der Elektromobilität**
  - 2D- und 3D-Fahrzeugmodelle für online und offline Fahrsimulationen vom Energiemanagement bis zur Fahrdynamik
  - Fahrdynamik- und Reifenschlupfregelung für 4WD-Elektrofahrzeuge
  - Optimales Energiemanagement für Fahrzeuge mit mehreren Energiequellen
- **Entwurf und Realisierung leistungsfähiger Informationsverarbeitungskomponenten für mechatronische Systeme**
  - Implementierungs- und Softwaretechnologien digitaler Regelungen und Steuerungen unter Berücksichtigung von Laufzeit-, Diskretisierungs- und Quantisierungseffekten
  - Implementierung von Signalverarbeitungs-, Steuerungs- und Regelungskomponenten direkt auf Gatterebene mittels FPGAs
  - Dynamisch rekonfigurierbare Systeme insbesondere die Anwendung - Programmable System on Chip (PSOC)
- **FG Autonome Fahrzeuge**
  - Konzeptionierung von hierarchischen ganzheitlichen Lösungskonzepten für teil- und vollautomatische Funktionen
  - Steuerungs- und Regelungsalgorithmen auf Basis der Lösung nichtlinearer Optimierungsprobleme
  - Testverfahren für autonome Fahrfunktionen in Simulation und Versuch
  - Fahrfunktionen für landwirtschaftliche Kleinfahrzeuge
  - Autonome Mobilitätskonzepte und deren Umsetzung

## **4. SERVICEANGEBOT**

Serviceangebot Lehrstuhl Energiewandlungssysteme für mobile Anwendungen

- Untersuchungen an Otto- und Dieselmotoren auf Motorsprüfständen
- Untersuchungen von Otto- und Dieseleinspritzsystemen auf dem Einspritzpumpenprüfstand (Injection Analyzer) sowie Tests an Gas-Einblasventilen
- Abgasuntersuchungen an Pkw-Motoren
- Prüfung der Einsatz von Bio-/alternativen Kraftstoffen, Wasserstoff
- Thermodynamische Analyse von Energieumwandlungsprozessen
- Computersimulation der Gemischbildung, Verbrennung, Thermodynamik
- Computersimulation Brennstoffzellensysteme
- Computersimulation Wasserstoffverbrennung
- Erfassung örtlich/zeitlich aufgelöster Zylinderinnenströmungen (Jaros-Strömungsprüfstand)
- Schallemissionsuntersuchungen an Verbrennungsmotoren
- Zukünftige Antriebssysteme
- Analyse von Verbrennungsmotoren

- Fachgutachten/Patentgutachten

#### Serviceangebot Lehrstuhl Mechatronik

- Hardware-in-the-Loop Prüfung mechatronischer Bauteile und Baugruppen
- Verschiedene Motorprüfstände zur Prüfung elektrischer Maschinen
- 4WD-Versuchsfahrzeug mit E-Antrieb, Fahrdynamikmesssystem, Radnabenmotoren
- Entwicklung und Optimierung mechatronischer Systeme insbesondere piezoelektrischer und elektromechanischer Antriebssysteme
- Modellierung und Simulation komplexer mechatronischer Systeme

#### Serviceangebot Autonomes Fahren

- Planungsstrategien zur Abbildung von Fahrfunktionen für verschiedenste Fahrzeugkonzepte
- Autonomer Versuchsträger BugEE zum Test autonomer Funktionen im Realbetrieb
- Echtzeit-Simulationsumgebung zur Entwicklung und Überprüfung von automatischen Fahrfunktionen
- Ganzheitliche Implementierung und Testung automatisierter und autonomer Fahrfunktionen

## 5. KOOPERATIONEN

- Autoneum Management AG
- AVL Software and Functions GmbH
- BIOCARE Gesellschaft für Biologische Schutzmittel mbH
- BMW AG München
- BP Deutschland
- DANA Incorporated
- Deutsche Gesellschaft für Mineralölwirtschaft und Kohlechemie DGMK
- Ebel-Maschinenbau
- Elring Klinger AG
- EMATIK GmbH, Magdeburg
- F-A-G Fahrzeugwerk Aschersleben GmbH
- Flender GmbH (Siemens)
- Hochschule Anhalt, Köthen
- Honda Europe (Deutschland GmbH)
- HORIBA FuelCon GmbH
- IAV GmbH Ingenieurgesellschaft Auto und Verkehr
- IGS Development GmbH
- KEYOU GmbH
- Kistler Instrumente GmbH
- MAN B&W Diesel SE
- Microvista GmbH
- MTU Reman GmbH Magdeburg
- Müller-BBM GmbH
- PEDALPOWER GmbH
- qtec Kunststofftechnik GmbH
- Spanner RE2 GmbH
- Thorsis Technologies GmbH
- TRIMET Aluminium SE Harzgerode
- Vorrichtungsbau Giggel GmbH
- WTZ Roßlau gGmbH
- Zentrum für Produkt-, Verfahrens- und Prozessinnovation GmbH

## 6. FORSCHUNGSPROJEKTE

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. Roland Kasper  
**Förderer:** EU - EFRE Sachsen-Anhalt - 01.01.2019 - 31.12.2021

### **Kompetenzzentrum eMobility - Forschungsbereich Antriebsstrang: Teilprojekt "Innovative Rotor- und Stator-Architekturen für kosteneffiziente Leichtbau-E-Maschinen"**

Das Vorhaben Kompetenzzentrum eMobility greift die strukturbedingten Herausforderungen auf und entwickelt im Rahmen eines neu zu gründenden Kompetenzzentrums Lösungen in wichtigen Teilbereichen, welche die Kooperation zwischen KMU und universitärer Forschung und Lehre deutlich stärken. Das Wissen kann direkt in die betroffene Zuliefererindustrie überführt werden und dort dazu beitragen, den Strukturwandel erfolgreich zu managen und neue wirtschaftliche Chancen zu nutzen. Neben der primären Zielsetzung des Aufbaus und Transfers von Kern-Know-How steht vor allem die langfristige Verankerung gewonnener Erkenntnisse in beschäftigungswirksamen wirtschaftlichen Strukturen im Vordergrund.

Ausgehend von einem mehrfach patentierten, weltweit einzigartigen Leichtbaukonzept der OVGU konzentrieren sich die Arbeiten im Forschungsbereich ANTRIEBSSTRANG auf die Weiterentwicklung und prototypische Darstellung der neuen Motortechnologie, deren Integration in den Antriebsstrang sowie deren Betrieb entsprechend gegebener Sicherheits- und Komfortanforderungen (Fahrodynamik). Gleichzeitig bieten sich im Bereich der Grundlagenforschung weitere Innovationsschritte zur Steigerung der Leistungsfähigkeit der Motortechnologie, die in diesem Förderzeitraum erschlossen und in Prototypen umgesetzt werden sollen.

- Extrem leichte und kostengünstige Elektromaschinen für E-Fahrzeuge wie PKW, Fahrräder, Scooter, Boote, Drohnen, Flugzeuge,
- Neue Architekturen ermöglichen spezifische gravimetrische Drehmomente  $>50 \text{ Nm/kg}$
- Neue Fertigungsprozesse für Luftspalt-, Nut- und Kombi-Wicklungen sowie maßgeschneiderte Rotoren und Statoren ermöglichen eine vollautomatisierte Fertigung bei extrem günstigen Kosten

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. Roland Kasper  
**Förderer:** EU - EFRE Sachsen-Anhalt - 01.01.2019 - 31.12.2021

### **Kompetenzzentrum eMobility - Forschungsbereich Antriebsstrang: Teilprojekt "Verfahren zur offline und online Modellierung, Parametrierung und Qualitätssicherung von E-Maschinen in Fertigung und Betrieb"**

Das Vorhaben Kompetenzzentrum eMobility greift die strukturbedingten Herausforderungen auf und entwickelt im Rahmen eines neu zu gründenden Kompetenzzentrums Lösungen in wichtigen Teilbereichen, welche die Kooperation zwischen KMU und universitärer Forschung und Lehre deutlich stärken. Das Wissen kann direkt in die betroffene Zuliefererindustrie überführt werden und dort dazu beitragen, den Strukturwandel erfolgreich zu managen und neue wirtschaftliche Chancen zu nutzen. Neben der primären Zielsetzung des Aufbaus und Transfers von Kern-Know-How steht vor allem die langfristige Verankerung gewonnener Erkenntnisse in beschäftigungswirksamen wirtschaftlichen Strukturen im Vordergrund.

Ausgehend von einem mehrfach patentierten, weltweit einzigartigen Leichtbaukonzept der OVGU konzentrieren sich die Arbeiten im Forschungsbereich ANTRIEBSSTRANG auf die Weiterentwicklung und prototypische Darstellung der neuen Motortechnologie, deren Integration in den Antriebsstrang sowie deren Betrieb entsprechend gegebener Sicherheits- und Komfortanforderungen (Fahrodynamik). Gleichzeitig bieten sich im Bereich der Grundlagenforschung weitere Innovationsschritte zur Steigerung der Leistungsfähigkeit der Motortechnologie, die in diesem Förderzeitraum erschlossen und in Prototypen umgesetzt werden sollen.

- Aufbau und Anpassung von on- und offline parametrierbaren Modellen
- Durchgängige Modellierung von Verlustanteilen in analytischer und numerischer Form
- Optimale und adaptive feldbasierte Regelung bei kleiner Induktivität

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. Hermann Rottengruber  
**Projektbearbeitung:** M.Sc. Sebastian Schneider  
**Förderer:** BMWi/AIF - 01.10.2017 - 31.03.2020

### **Objektive Bewertung und Optimierung des vieborakustischen Verhaltens von mechatronischen Komponenten am Fahrzeugantrieb, FuE-Teilprojekt: Simulative und experimentelle Untersuchung der Auswirkungen des NVH-optimierten Einspritzsystems im Systembetrieb am Vollmotor**

Im Rahmen des Projektes soll die Übertragung einer empirischen Ticker-Formel zur Bewertung des Einspritzsystems vom Motorprüfstand auf den Komponentenprüfstand der CHP Messtechnik vollzogen werden. So ist es möglich das Einspritzsystem auf einem Komponenten- oder Injektorprüfstand insofern zu untersuchen, dass die entstehenden Geräusche, welche größtenteils nur aus dem Tickern der Injektoren resultieren, ohne die Einflüsse der Verbrennungsgeräusche am Versuchsmotor analysiert werden können.

Alle praktischen Versuche am Versuchsträger (Kennfeldvermessung, Drehzahl- und Lasthochläufe, Schallquellenlokalisierung) werden auf dem Akustikprüfstand der Universität Magdeburg am Lehrstuhl Energiewandlungssysteme für mobile Anwendungen mithilfe modernster und genauester Messtechnik (hochpräzise Mikrofone, 3D-Beschleunigungs-aufnehmer, Mikrofon-Array, Inkrementalgeber usw.) durchgeführt.

Des Weiteren können die einzelnen Unterschiede der zu untersuchenden Einspritzsystemkomponenten mithilfe des Injection Analyzers gemessen und analysiert werden, sodass sie Aufschluss über die jeweiligen Geräuschunterschiede geben. Die bei den Untersuchungen aufgenommenen akustischen/psychoakustischen Messgrößen dienen als Eingangsgrößen für die entstehenden Bewertungsmodelle, dafür werden Hörversuche in einer doppelwandigen Hörkabine durchgeführt. Diese Modelle sind die Grundlage für die Motorgeräuschsynthesen, bei denen die Einspritzgeräuschanteile des Motorgesamtgeräusches durch jene vom Komponentenprüfstand ersetzt werden.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. Hermann Rottengruber  
**Projektbearbeitung:** M.Sc. Vladyslav Sazonov  
**Förderer:** EU - EFRE Sachsen-Anhalt - 01.09.2018 - 31.05.2020

### **Zündverfahren für Gasmotoren auf der Basis einer partiell brenngasgespülten Vorkammer-zündkerze**

Zukünftig ist von einer deutlichen Verschärfung der Grenzwerte für NO<sub>x</sub>-Emissionen von Gas-Großmotoren auszugehen. Durch eine Abmagerung des Kraftstoff-Luft-Gemisches kann durch eine damit verbundene Absenkung der Verbrennungstemperaturen die Stickoxidemission wirkungsvoll abgesenkt werden. Diese Vorgehensweise bedingt allerdings eine wesentlich verbesserte Zündung, da dadurch die Entflammbarkeit des Gemisches weiter abgesenkt wird. Aktuell verfügbare Zündverfahren werden ohne tieferegehende Modifikationen an den Motorkonstruktionen nicht in der Lage sein, die Entflammbarkeit solcher Gemische sicherzustellen. Erschwerend ist zu berücksichtigen, dass die überstöchiometrische Verbrennung die Entstehung von Kohlenwasserstoffemissionen (THC-Emissionen) begünstigt. Da Kohlenwasserstoffe Vorläufersubstanzen von bodennahem Ozon und zum Teil krebserregend sind, werden diese von der WHO als umwelt- und gesundheitsschädlich eingestuft. Es ist zu erwarten, dass der Gesetzgeber zukünftig auch die THC-Emissionen stark reglementieren wird. Hierdurch werden die Anforderungen an eine sichere und vollständige Entflammung des Gemisches nochmals deutlich erhöht.

Gesamtziel des Vorhabens ist die Verbesserung von Gemischbildung und Verbrennung durch die Neugestaltung des Zündsystems eines Gasmotors sowie Beeinflussung der Verbrennungsvorgänge im Hauptbrennraum des Gasmotors bei gleichzeitiger Reduzierung des Brennstoffanteils bezogen auf das Mischungsverhältnis Brennstoff-Luft. Hierfür soll ein neues Zündverfahren auf der Basis einer partiell brenngasgespülten Vorkammerzündkerze entwickelt werden.

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. Hermann Rottengruber  
**Förderer:** Industrie - 01.10.2020 - 31.03.2021

### **Konditionierung und Mikrowägung von Partikelfiltern**

Dieses Projekt dient der Analyse und Vermessung von Filterblättchen, die mit Partikeln beladen sind. Dazu wird eine gravimetrische Methode angewandt; inklusive Vor- und Nachkonditionierung der Filter nach ISO 8178.

---

**Projektleitung:** Aristidis Dafis, Prof. Dr.-Ing. Hermann Rottengruber, Kevin Klepatz, Robin Tempel-  
hagen  
**Förderer:** Industrie - 09.01.2020 - 21.08.2021

### **Potential Analysis of Hydrogen CI-Engine Within a Closed Working Gas Circuit**

In diesem Projekt wird eine Wasserstoff-Sauerstoff-Verbrennung in einer Inertgas-Atmosphäre analysiert. Die Verbrennung erfolgt in einem Kreislaufverbrennungsmotor. Dabei wird eine Sauerstoff-Inertgas-Mischung in den Brennraum eingebracht und dort mit direkteingeblasenem Wasserstoff zur Selbstzündung gebracht. Das aus dieser Verbrennung resultierende Wasser wird anschließend aus dem Inertgas, was als Trägergas fungiert, abgeschieden. Das Inertgas wird anschließend erneut mit Sauerstoff angereichert und dem Brennraum erneut zugeführt. Ziel dieses Projektes ist eine Potentialanalyse dieses Wasserstoff-Kreislaufmotors hinsichtlich Effizienz und Leistungsvermögen. Diese Potentialanalyse erfolgt simulativ mit 1D und 3D-CFD Berechnungsmodellen. Analysiert werden sollen verschiedene Inertgase sowie Sauerstoffkonzentrationen. Zudem ist die Integration anderer Technologien wie beispielsweise eine Aufladung oder ein 2-Takt-Verfahren in diesem Projekt angedacht.

---

**Projektleitung:** Sebastian Schneider, Prof. Dr.-Ing. Hermann Rottengruber  
**Förderer:** BMWi/AIF - 01.04.2020 - 30.09.2022

### **Entwicklung einer Methodik zur Diagnose und Überwachung des Fahrzeugantriebs durch körperschallbasierte Analysen (SARA)**

Die zunehmende Elektrifizierung in Fahrzeugen, die software-geführte Steuerung und Regelung sowie die steigende Komplexität der Antriebssysteme stellen hohe Anforderungen an die Diagnose und Überwachung im Fahrbetrieb. Durch die Verschärfung der Abgasnorm werden moderne Fahrzeuge mit Ottomotor mit einem Benzinpartikelfilter ausgestattet. Zur Überwachung dieses abgasrelevanten Bauteils fordert der Gesetzgeber und Hersteller eine zuverlässige On-Board-Diagnose. Aktuell existiert jedoch kein Diagnose- und Überwachungsverfahren, das alle Anforderungen erfüllt. Deshalb muss eine Methodik entwickelt werden, die alle relevanten Betriebszustände (Ruß- und Aschebelastung, Schadens- und Präsenzkontrolle) zuverlässig erfasst und bewertet. Das ermöglicht ein integriertes Lebensdauermanagement (Predictive Maintenance) und somit die Erhöhung der wahrgenommenen Produkt- und Servicequalität. Die Methodik wird zunächst am Motorprüfstand entwickelt und anschließend für eine robuste Anwendung im realen Fahrbetrieb validiert und optimiert. Der kosten- und zeitintensive experimentelle Entwicklungsanteil wird durch die Erstellung eines digitalen Zwillings reduziert.

---

**Projektleitung:** Dr.-Ing. Tommy Luft, Prof. Dr.-Ing. Hermann Rottengruber, Dipl.-Ing. Hans  
Schapitz  
**Förderer:** Industrie - 16.11.2020 - 31.01.2021

### **Spezifische experimentelle Modalanalyse mittels Laserscanningvibrometer**

Für einen Simulationsabgleich beziehungsweise für eine Optimierung von zukünftigen Simulationsmodellen sollen drei Getriebegehäuse mittels Laserscanningvibrometers vermessen werden. Die Gehäuse wiegen jeweils über 1000 kg und müssen geeignet aufgebaut und angeregt werden, um die zu messenden Schwinggeschwindigkeiten

korrekt abbilden zu können. Die Oberfläche sollte so vorbereitet werden, dass pro Gehäusesseite bis zu 1000 Messpunkte möglich sind.

---

**Projektleitung:** Dmitrij Wintergoller, Prof. Dr.-Ing. Hermann Rottengruber, Kevin Klepatz, Robin Tempelhagen  
**Förderer:** Bund - 01.01.2020 - 30.04.2021

### **TRAINS-Umsetzungsvorhaben 1.1: Studien zu Dieseleratzlösungen für Bestandszüge**

Im Rahmen dieses Projekts wird ein Konzept zur Umrüstung eines dieselmotorischen Triebzuges auf ein Wasserstoff-Erdgas-Verbrennungsmotors erstellt. Dazu werden Einsatzmöglichkeiten verschiedener innovativer Technologien mit dem Fokus auf Gemischbildung, Zündung sowie Verbrennung von Wasserstoff-Methan-Gemischen untersucht. Ziel ist es ein innovatives Brennverfahren in Abhängigkeit vom H<sub>2</sub>NG-Mischungsverhältnis zu entwickeln, um den spezifischen Kraftstoffverbrauch und die Schadstoffemissionen zu reduzieren. Die Auslegung des Brennverfahrens erfolgt simulativ mit 1D und 3D-CFD Berechnungsmodellen. Darauf aufbauend wird im Folgeprojekt ein Versuchsträger auf dem H<sub>2</sub>NG-Betrieb umgestellt, der zukünftig als Teil eines Reallabors zum Antrieb eines Triebwagens eingesetzt werden soll.

---

**Projektleitung:** Swantje Konradt, Prof. Dr.-Ing. Hermann Rottengruber  
**Förderer:** Land (Sachsen-Anhalt) - 01.07.2018 - 30.06.2021

### **Energetische Optimierung eines Fahrzeug-Brennstoffzellensystems mit Fokus auf den Subsystemen zur Medienversorgung (O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O) und deren Energiemanagement (Kurz: Beitrag zum Energiemanagement eines Fahrzeug-Brennstoffzellen-Systems)**

Im Rahmen des Promotionsvorhabens soll zukünftig ein Beitrag zum Energiemanagement eines Brennstoffzellen-Fahrzeuges geleistet werden, indem Potentiale bei der Auslegung des Polymerelektrolytmembran-Brennstoffzellen-Gesamtsystems erschlossen werden. Der Fokus dieser Betrachtung umfasst die simulative Abbildung eines Brennstoffzellen-Fahrzeuges in der Simulationsumgebung *Matlab / Simulink*.

Das generierte Simulationsmodell beinhaltet die verschiedenen Teilebenen eines Gesamtsystems für die Anwendung im Pkw. Zu den Teilebenen gehört zunächst ein Modell der Zelle, welches die physikalischen und elektrochemischen Wirkzusammenhänge beschreibt. Darauf aufbauend sind die Komponenten des Betriebsmedienmanagements (H<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O) in das Modell integriert. Von besonderem Interesse ist das Luftmanagement, da sich in der Luftversorgungseinheit ein elektrischer Verbraucher in Form eines elektrisch angetriebenen Verdichters befindet. Dieser hat enormen Einfluss auf die Effizienz und die Leistungsfähigkeit des Brennstoffzellen-Systems. Darauf aufbauend ist das Gesamtfahrzeug abgebildet, welches die Komponenten des Antriebsstranges umfasst. Der Fokus liegt dabei in der optimalen Auslegung des Batteriesystems in Hinblick auf die Parameter Batteriekapazität, Rekuperationsfähigkeit sowie der möglichen Nutzung eines Superkondensators.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. Hermann Rottengruber  
**Projektbearbeitung:** Dipl.-Ing. Danny Weßling  
**Förderer:** BMWi/AIF - 01.01.2019 - 30.09.2021

### **Beeinflussung der Wandwärmeverluste des Ottomotors mittels Beschichtung in Kombination mit Miller-Brennverfahren**

Im Rahmen des Projektes wird ein hocheffizientes ottomotorisches Brennverfahren entwickelt, welches eine Kombination aus Miller-Brennverfahren und einer maßgeschneiderten, isolierenden Brennraumbeschichtung darstellt. Neben der maximalen Ausschöpfung des Wirkungsgradpotentials durch die Beschichtung in Kombination mit dem Miller-Brennverfahren stehen auch die thermodynamischen Quereinflüsse im Fokus.

Dazu gilt es eine Methodik in Form verknüpfter Simulationswerkzeuge zu entwickeln, welche von Beginn an die relevanten Einflussgrößen für verschiedene Motorbetriebspunkte berücksichtigen kann. Abschließend sollen die gewonnenen Erkenntnisse an einem Einzylinder-Forschungsmotor validiert und das Potential des neuen Brennverfahrens quantifiziert werden. Im Rahmen dieses Forschungsvorhabens sollen erstmalig die für das otto-motorische Brennverfahren optimalen Charakteristika einer isolierenden Brennraumbeschichtung als Kompromiss zwischen reduzierten Wandwärmeverlusten und negativen Effekten wie z.B. eine erhöhte Klopf- oder Vorentflammungsneigung identifiziert und deren material- bzw. produktionstechnische Umsetzbarkeit untersucht werden.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. Hermann Rottengruber  
**Projektbearbeitung:** Vladyslav Sazonov, Dipl.-Ing. Peter Schrader  
**Förderer:** Industrie - 01.09.2019 - 31.01.2020

### **Einflussfaktoren auf Bauteilverschleiß im Kraftstoffversorgungssystem**

Die Recherche wurde auf Diesel- Einspritzsysteme eingegrenzt und diente insbesondere der Systematisierung von Erkenntnissen der Wirkung von Festpartikeln im Kraftstoffeinspritzsystem. In der Recherche wurden die folgenden Teil- und angrenzenden Themen untersucht: Bedeutung und Möglichkeiten der Härtung der Bauteiloberfläche, Abrasivverschleiß im Vergleich zu Erosiv-verschleiß: Schadensbilder, Morphologie, Partikelgrößen, Abrasivgleitverschleiß durch loses Korn, Erosiv-verschleiß durch Strömung, Kavitation und ihre Bedingung, Bedeutung Partikel für Kavitation, Einflussgrößen Partikel (Härte, Größe, Menge), Einflussgrößen Kraftstoff (Viskosität), Einfluss Werkstoffoberfläche, Filtratsanalysen (reale Partikelzusammensetzungen nach Material, Größe), Filtrationsanalysen (Einfluss der Filterbeschaffenheit auf den Verschleiß), Analogiestudien bei hydroerosivem Verrunden von Einspritzlöchern, hydroerosives Trennen beim Läppen, Prüfsysteme und Prüfprozeduren für Einspritzsysteme. Die Ergebnisse wurden strukturiert in zwei Zwischenpräsentationen und einem Abschlussbericht dargestellt.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. Hermann Rottengruber  
**Projektbearbeitung:** M.Sc. Johannes Oder  
**Förderer:** BMWi/AIF - 01.08.2019 - 31.07.2021

### **Simulation des Kaltstartverhaltens von Abgasnachbehandlungssystemen für Erdgasmotoren**

Ziel dieses Projektes ist die Erarbeitung und Validierung eines 1D-Katalysatormodells, welches fähig ist die Vorgänge in realen Katalysatoren für die CNG-Anwendung darzustellen. Um die Validierung zu ermöglichen, werden unsererseits Kaltstartversuche mit einem Drei-Wege-Katalysator und einem Methan-Oxidations-Katalysator durchgeführt. Der monovalenten CNG-Motor durchfährt die ersten 300s des WLTPs unter verschiedenen Anfangsbedingungen (-7; 0; 8 und 20 Grad Celsius). Nach der Validierung des 1D-Modells soll eine optimale Strategie zum Heizen des Katalysators simulativ für den Fahrzyklus ermittelt und anschließend am Prüfstand am realen Motor überprüft werden.

---

**Projektleitung:** PD Dr. Stephan Schmidt  
**Kooperationen:** Ematik GmbH Magdeburg; BIOCARE Gesellschaft für Biologische Schutzmittel mbH; F-A-G Fahrzeugwerk Aschersleben GmbH; Zentrum für Produkt-, Verfahrens- und Prozessinnovation GmbH  
**Förderer:** Bund - 01.10.2018 - 30.09.2021

### **NekoS-ELStAbP - Steuerungs-/regelungskonzepte für einen elektrisch angetriebenen Leichtstellerschlepper**

Der Einsatz biologischer Pflanzenschutzmittel findet auf Grund verschiedener Vorteile (Umweltverträglichkeit, Resistenzbildung, ) in der konventionellen Landwirtschaft stetig wachsende Verbreitung oder ist im Falle biologischer Landwirtschaft obligatorisch. Für eine effektive und kostengünstige maschinelle Ausbringung fehlt

es allerdings an geeigneten Spezialfahrzeugen. Konventionelle landwirtschaftliche Fahrzeuge für die Ausbringung chemischer Mittel sind auf eine deutlich höhere Nutzlast ausgelegt, was sich im Fahrzeuggewicht und im Anschaffungspreis widerspiegelt.

Im Projekt "ELStAbP" wird deshalb ein kostengünstiger, leichter, in Höhe und Breite variabler und elektrisch angetriebener Leichtstelzenschlepper entwickelt. Dieser ist auf einem PKW-Anhänger transportabel und so flexibel einsetzbar.

Die Realisierung der Entwicklung erfolgt in einem Kooperationsprojekt in Zusammenarbeit von zwei KMU-Partnern (FAG Fahrzeugwerk Aschersleben GmbH, Ematik GmbH) und einem Forschungspartner (Otto-von-Guericke Universität). Das geplante Vorhaben ist auf eine Laufzeit von 2 Jahren ausgelegt.

Das avisierte FuE-Vorhaben ist ein aus dem ZIM-Netzwerk "NekoS" (Netzwerk kooperative Systeme) hervorgegangenes FuE-Projekt und wird von der Netzwerkmanagementeinrichtung, der ZPVP Zentrum für Produkt-, Verfahrens- und Prozessinnovation GmbH / Experimentelle Fabrik Magdeburg, bei der Umsetzung begleitet.

Das Projekt "ELStAbP" wird als Verbundprojekt vom BMWi im Rahmen des Zentralen Innovationsprogramms Mittelstand (ZIM) gefördert.

---

**Projektleitung:** PD Dr. Stephan Schmidt  
**Kooperationen:** Fraunhofer IFF; Otto-von-Guericke Universität, Jun.-Prof. Dr.-Ing. Sebastian Zug; Pedalpower Schönstedt & Busack GbR; Thorsis Technologies GmbH; Zentrum für Produkt-, Verfahrens- und Prozessinnovation GmbH  
**Förderer:** Bund - 16.04.2018 - 15.04.2021

### **RavE-Bike, Ruf- und Leitsystem für autonome vernetzte E-Bikes**

Systeme autonomer, vernetzter Beförderungskapazitäten mit Verkehrsmitteln eröffnen die Möglichkeit, eine Beförderung von A nach B als Mobilitätsdienst bereitzustellen. Man bestellt ein verfügbares Verkehrsmittel zu einem bestimmten Zeitpunkt an den Ausgangspunkt der Fahrt, nimmt die Beförderungsleistung in Anspruch und gibt es am Zielpunkt wieder frei. Die Vorteile liegen neben der kostengünstigen und effizienten Auslastung von gemeinsam genutzten Fahrzeugflotten in der permanenten Verfügbarkeit und dem reduzierten Parkplatzbedarf im urbanen Verkehrsraum. Grundlagen für diese Vision sind die Automatisierung des gesamten Fahrprozesses und eine effiziente Koordination der vernetzten Entitäten. Ausgehend von der Komplexität der dabei wirkenden ingenieurwissenschaftlichen Herausforderung erfolgte die Umsetzung dieser Rufservicekonzepte für automotive Szenarien bislang nur in Projektstudien mit einzelnen Fahrzeugen.

Mit der Übertragung dieser Konzepte auf autonom agierende Fahrräder kann diese Form der Mobilitätsorganisation erstmals vollständig umgesetzt und in allen Aspekten - Sicherheit, Effizienz, Nutzerakzeptanz - in einem interdisziplinären Reallabor greifbar gemacht werden. Analog zum Kfz-Szenario bewegt sich ein mit einem Elektromotor betriebenes, autonomes Fahrrad auf Anforderung selbstständig zum Nutzer, wird dann vom Fahrer mit Antriebsunterstützung zu einem gewünschten Fahrziel bewegt, um danach freigegeben zu werden und die nächste Anforderung zu bedienen. Es ist geplant, dass eine erste Realisierung des Konzepts anhand eines Anwendungsszenarios auf einem Industriegelände (Magdeburger Hanse-Hafen) vorgenommen wird, anhand dessen die wissenschaftlich technischen wie auch gesellschaftlichen Kernfragen eines Rufsystems untersucht werden können. Im Rahmen des Projektes RavE-Bike wird das Rufkonzept auf einen industriellen Rahmen übertragen.

Das Projekt "RavE-Bike" wird als Verbundprojekt vom BMBF gefördert im Rahmen der Fördermaßnahme "KMU-NetC".

---

**Projektleitung:** PD Dr. Stephan Schmidt  
**Projektbearbeitung:** Dr.-Ing. Tobias Reggelin, M.Sc. Marcel Müller  
**Kooperationen:** OvGU - FMB-ILM - Lehrstuhl für Logistische Systeme; Fraunhofer IFF; Ematik GmbH Magdeburg; EBF Dresden GmbH; Zentrum für Produkt-, Verfahrens- und Prozessinnovation GmbH  
**Förderer:** Bund - 01.01.2018 - 29.02.2020

### LOCsys - Laundry Order Consolidation System

Im Rahmen des FuE-Projektes "LOCsys" (Laundry Order Consolidation System) ist die Entwicklung und Testung eines neuartigen, automatischen Systems zur Pufferung, Konsolidierung und Kommissionierung kundenbezogener, kleinteiliger Waschaufträge in industriellen Großwäschereien vorgesehen.

Die Realisierung der Entwicklung erfolgt in einem Kooperationsprojekt in Zusammenarbeit von drei KMU-Partnern (EBF Dresden GmbH, FRAIMTEC Automation & Anlagenmontage GmbH und Ematik GmbH) und zwei Forschungspartnern (Otto-von-Guericke-Universität, Fraunhofer IFF). Das geplante Vorhaben ist auf eine Laufzeit von 2 Jahren ausgelegt. Ein prototypischer Aufbau und Erprobung des Systems ist bei der Puschendorf Textilservice GmbH am Standort Flechtigen oder Schönebeck vorgesehen.

Das avisierte Vorhaben ist ein aus dem ZIM-Netzwerk "NekoS" hervorgegangenes FuE-Projekt und wird von der Netzwerkmanagementeinrichtung, der ZPVP Zentrum für Produkt-, Verfahrens- und Prozessinnovation GmbH - Experimentelle Fabrik Magdeburg, bei der Umsetzung begleitet.

Das Projekt "LOCsys" wird als Verbundprojekt vom BMWi im Rahmen des Zentralen Innovationsprogramms Mittelstand (ZIM) gefördert.

---

**Projektleitung:** PD Dr. Stephan Schmidt  
**Kooperationen:** OvGU - FMB-ILM - Lehrstuhl für Logistische Systeme; OvGU - NAT-IPSY - Institut für Psychologie, Lehrstuhl Umweltpsychologie  
**Förderer:** EU - Sonstige - 01.07.2019 - 30.06.2022

### AuRa-Autonomes Rad Flexibler Einsatz autonomer Fahrradsysteme für Logistik- und Beförderungsaufgaben

Die Möglichkeit, Wege flexibel aber auch kostengünstig zurücklegen zu können, definiert eines der grundlegenden Bedürfnisse unserer Gesellschaft. Der PKW-orientierte Individualverkehr wird den Anforderungen zwar durch eine hohe Transportkapazität, Komfort und Verfügbarkeit gerecht, verursacht aber neben Staus, und individuell hohen Kosten, übergreifende ökologische Probleme. Entsprechend bietet insbesondere der urbane Raum alternative individuelle (Bike-Sharing, Car-Sharing, Taxis) oder öffentliche Alternativen zur Befriedigung von Mobilitätsbedürfnissen. Jeder der Transportmodi bringt spezifische Vor- und Nachteile mit sich, die von den Nutzerinnen dem Bedarf folgend kombiniert werden. Diese intermodalen Mobilitätsketten sind allerdings lückenhaft, d.h. es existieren Mobilitätsbedürfnisse die nur eingeschränkt erfüllbar sind oder den PKW alternativlos erscheinen lassen. Konkrete Problemstellungen lassen sich an drei Beispielen illustrieren:

**Pendeln zum ÖPNV und ÖPFV:** Der Hauptkritikpunkt, der gegen die Nutzung des öffentlichen Personen-Nah- und Fernverkehrs spricht ist die fehlende durchgängige Verfügbarkeit, so dass bis zu Anschlussstelle längere Wege zu Fuß zurückgelegt werden müssen ("Letzte Meile"). Pendlerinnen, die zunächst den ÖPNV erreichen und am Ende den Weg zu ihrem Ziel überbrücken müssen, belastet diese Lücke auf jeder Fahrt doppelt, insbesondere mit schwerem Gepäck. Bike-Sharing-Systeme (BSS) an Bahnhöfen adressieren das Problem, zur Rückgabe ist wieder ein Weg zu einer Verleihstation notwendig. Aus Betreibersicht generiert die notwendige Redistribution der Fahrräder (zur Ausgangsstation) 30-80% der Betriebskosten des Systems<sup>1/2</sup>.

**Einkaufen:** Ältere und mobilitätseingeschränkte Menschen sind oft nicht in Besitz eines eigenen Führerscheins oder PKWs und nutzen daher für regelmäßige Besorgungen den ÖPNV. Der Rückweg wird durch den Transport der Einkäufe beschwerlich. Gängige "Einkaufs-Trolleys" setzen bei der ÖPNV-Nutzung eine barrierefreie Haltestelle voraus. Wegen der Instabilität und dem geringen Transportvolumen scheidet auch zweirädrige Fahrräder aus, aktuelle dreirädrige Lastenfahrräder mit der für diese Nutzerinnengruppe wichtigen Tretkraftunterstützung sind kostenintensiv und kaum in einen klassischen Fahrradkeller zu verbringen.

**Kinderbeförderung:** Für die Beförderung der Kinder steht in vielen Haushalten nur ein geeignetes Fahrzeug (gemeinsam genutztes Automobil, ein Kinderfahrradsitz/-Anhängler) zur Verfügung. Entsprechend erfordert die Realisierung der Wege einen hohen Koordinationsaufwand und die umständliche Nutzung alternativer Verkehrsmittel. Zudem führt der automobiler "Bringeverkehr" zu einer hohen Verkehrsbelastung und Gefährdung

für die Kinder, so dass viele Einrichtungen das Konzept einer "autofreien Schule" verfolgen und so den Druck auf Eltern zur Nutzung alternativer Verkehrsmittel wie etwa Fahrräder erhöhen.

Zukünftigen Verkehrsmodalitäten wie autonome PKW, selbstfahrende Busse oder Robo-Taxis adressieren die genannten Probleme, lösen das Verkehrsproblem aber nicht grundsätzlich. Durch eine erhöhte Anzahl von Leerfahrten und die Substitution von öffentlichen Verkehr besteht die Gefahr, dass das Verkehrsaufkommen im urbanen Raum eher zunimmt. "AuRa" löst diese Herausforderung, in dem die Idee der "Mobilität als Dienstleistung" auf autonome Mikromobile übertragen wird. Im Unterschied zu Forschungsvorhaben mit Segways oder Hoverboards zielt "AuRa" auf ein sicherheitsorientiertes, intuitiv bedienbares und flexibel konfigurierbares Fahrzeug, das ohne Führerschein benutzt werden kann. Zur Lösung der oben skizzierten Probleme entwirft "AuRa" ein Gesamtsystem für dreirädrige Lastenräder, die autonom bereitgestellt werden. Dieser auf technischer, logistisch/betriebswirtschaftlicher, sozialwissenschaftlicher und rechtlicher Ebene höchst anspruchsvollen Aufgabe begegnet das "AuRa"-Projektteam mit einem breit aufgestellten Team von Expertinnen aus den relevanten Fachdisziplinen.

---

**Projektleitung:** PD Dr. Stephan Schmidt  
**Förderer:** EU - EFRE Sachsen-Anhalt - 01.01.2019 - 31.12.2021

**Kompetenzzentrum eMobility - Forschungsbereich Autonomes Fahren Teilprojekt: Modulare mobile Test- und Integrationsplattform für Komponenten und Systeme des Autonomen Fahrens**

Das Vorhaben Kompetenzzentrum eMobility greift die strukturbedingten Herausforderungen auf und entwickelt im Rahmen eines neu zu gründenden Kompetenzzentrums Lösungen in wichtigen Teilbereichen, welche die Kooperation zwischen KMU und universitärer Forschung und Lehre deutlich stärken. Das Wissen kann direkt in die betroffene Zulieferindustrie überführt werden und dort dazu beitragen, den Strukturwandel erfolgreich zu managen und neue wirtschaftliche Chancen zu nutzen. Neben der primären Zielsetzung des Aufbaus und Transfers von Kern-Know-How steht vor allem die langfristige Verankerung gewonnener Erkenntnisse in beschäftigungswirksamen wirtschaftlichen Strukturen im Vordergrund.

Im Forschungsbereich AUTONOMES FAHREN werden die ersten Grundlagen zum Aufbau einer Prüfumgebung für autonome Fahrzeuge geschaffen. Langfristiges Ziel ist der Nachweis der Funktionalität des Gesamtfahrzeuges als Hardware in the Loop. Es erfolgt der Aufbau der erforderlichen Kompetenzen im Bereich Test und Prüfung von Komponenten und Systemen des autonomen Fahrens. Dieses stellt einen wichtigen ersten Schritt zur Etablierung und zum Aufbau von Kompetenzen im Autonomen Fahren selbst dar und ist zunächst eng fokussiert auf das Thema Test und Prüfung, welches methodisch und versuchstechnisch gemeinsam bearbeitet wird.

Für das autonome Fahren müssen unterschiedliche Sensorsignale ausgewertet werden. Wesentlicher Bestandteil der Umfelderkennung ist die Auswertung der Informationen des Fahrzeugradars. Zur Prüfung der Funktionalität des Radars müssen Objekte in einem synthetisch erzeugten rückgestreuten Signal abgebildet werden. Das erfolgt durch eine Radarzielsimulation. Ziel der wissenschaftlichen Arbeiten ist die Modellierung des Abstandsradars unter Beachtung des Beamforming und die Generierung entsprechend rückgestreuter Signale mit synthetisch generierten Umgebungsobjekten.

Die zuverlässige Absicherung des autonomen Fahrens erfordert umfangreiche Prüfabläufe, sowohl für die verwendeten Komponenten, als auch für das Gesamtfahrzeug. Prüfabläufe für das Gesamtfahrzeug unter Generierung beliebiger Szenarien erfordern die Bereitstellung einer entsprechenden Prüfumgebung.

In dem Teilprojekt werden die ersten Grundlagen zum Aufbau einer Prüfumgebung für autonome Fahrzeuge geschaffen. Langfristiges Ziel ist der Nachweis der Funktionalität des Gesamtfahrzeuges als Hardware in the Loop.

Es erfolgt der Aufbau der erforderlichen Kompetenzen im Bereich Test und Prüfung von Komponenten und Systemen des autonomen Fahrens. Dieses stellt einen wichtigen ersten Schritt zur Etablierung und zum Aufbau von Kompetenzen im Autonomen Fahren selbst dar und ist zunächst eng fokussiert auf das Thema Test und Prüfung, welches methodisch und versuchstechnisch gemeinsam bearbeitet wird. Die Verzahnung der bearbeiteten Themen ist in der Abbildung verdeutlicht. Die Teilbereiche werden eng verzahnt bearbeitet und langfristig zu einem Hardware-in-the-Loop (HIL-) Test ausgebaut.

**Projektleitung:** Dr.-Ing. Martin Schünemann  
**Projektbearbeitung:** M.Sc. Hannes Heidfeld  
**Förderer:** EU - EFRE Sachsen-Anhalt - 01.01.2019 - 31.12.2021

### **Kompetenzzentrum eMobility - Forschungsbereich Antriebsstrang: Teilprojekt "Innovative Fahrbetriebs- & Fahrdynamik-Strategien für elektrische Einzelradantriebe"**

Das Vorhaben Kompetenzzentrum eMobility greift die strukturbedingten Herausforderungen auf und entwickelt im Rahmen eines neu zu gründenden Kompetenzzentrums Lösungen in wichtigen Teilbereichen, welche die Kooperation zwischen KMU und universitärer Forschung und Lehre deutlich stärken. Das Wissen kann direkt in die betroffene Zulieferindustrie überführt werden und dort dazu beitragen, den Strukturwandel erfolgreich zu managen und neue wirtschaftliche Chancen zu nutzen. Neben der primären Zielsetzung des Aufbaus und Transfers von Kern-Know-How steht vor allem die langfristige Verankerung gewonnener Erkenntnisse in beschäftigungswirksamen wirtschaftlichen Strukturen im Vordergrund.

Ausgehend von einem mehrfach patentierten, weltweit einzigartigen Leichtbaumotorkonzept der OVGU konzentrieren sich die Arbeiten im Forschungsbereich ANTRIEBSSTRANG auf die Weiterentwicklung und prototypische Darstellung der neuen Motortechnologie, deren Integration in den Antriebsstrang sowie deren Betrieb entsprechend gegebener Sicherheits- und Komfortanforderungen (Fahrdynamik). Gleichzeitig bieten sich im Bereich der Grundlagenforschung weitere Innovationsschritte zur Steigerung der Leistungsfähigkeit der Motortechnologie, die in diesem Förderzeitraum erschlossen und in Prototypen umgesetzt werden sollen.

Dieses Teilprojekt beschäftigt sich mit dem Entwurf innovativer Methoden für den Fahrbetrieb und der Fahrdynamikregelung für Elektrofahrzeuge mit Einzelradantrieben. Mit Hilfe modellgestützter Entwicklungsmethoden werden hierzu zunächst entsprechende Verfahren in einer komplexen Gesamtfahrzeug-Simulation entworfen, ausgelegt und getestet. Auf Basis der entworfenen Konzepte soll die Komponentenstruktur eines modularen Softwaresystems abgeleitet werden. Durch eine prototypische Implementierung in ein Versuchsfahrzeug soll die Funktionsfähigkeit des Softwaresystems in realen Fahrversuchen validiert werden.

---

**Projektleitung:** Dr.-Ing. Martin Schünemann  
**Förderer:** Industrie - 01.10.2020 - 31.12.2020

### **Erstellung eines Simulationsmodells zur Untersuchung von Fahrzeug- und Antriebsstrangkonzepthen in der frühen Phase der Entwicklung**

Mit Hilfe der modellgestützten Entwicklung ist bereits in der frühen Phase der Produktentwicklung möglich, verschieden Antriebs- und Fahrzeugkonzepte miteinander zu vergleichen. Mittels Modellbildung und Simulation der Fahrzeugdynamik, aktueller Antriebsstrangkomponenten sowie des Gesamtsystems Fahrzeug wird mit dem in diesem Projekt zu erstellenden Simulationsmodell ein Entwicklungswerkzeug entstehen, dass bspw. bei der Auswahl der Batterietechnologie, der Antriebsleistung oder der Getriebeübersetzung unterstützen soll.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. Sven Jüttner, Janine Daniel  
**Kooperationen:** Elektromotoren und Gerätebau Barleben GmbH  
**Förderer:** EU - EFRE Sachsen-Anhalt - 01.01.2019 - 31.12.2021

### **Kompetenzzentrum eMobility**

Das im Januar 2019 gestartete Vorhaben "Kompetenzzentrum eMobility" greift die strukturbedingten Herausforderungen der Elektromobilität auf und entwickelt im Rahmen eines neu zu gründenden Kompetenzzentrums Lösungen in wichtigen Teilbereichen, welche die Kooperation zwischen KMU und universitärer Forschung und Lehre deutlich stärken. Das Wissen kann direkt in die betroffene Zulieferindustrie überführt werden und dort dazu beitragen, den Strukturwandel erfolgreich zu managen und neue wirtschaftliche Chancen zu nutzen. Neben der primären Zielsetzung des Aufbaus und Transfers von Kern-Know-How steht vor allem die langfristige

Verankerung gewonnener Erkenntnisse in beschäftigungswirksamen wirtschaftlichen Strukturen im Vordergrund.

Im Fokus wissenschaftlicher und struktureller Entwicklungen stehen zwei wesentliche Dimensionen elektromobiler Anwendungen. Zum einen die Umsetzung vollständig neuer Antriebskonzepte und die Erforschung der damit verbunden weitreichenden Auswirkungen auf die Fahrzeuginfrastruktur mit essentiellen Folgen für die Einsatzfähigkeit E-mobiler Anwendungen. Zum anderen werden Erkenntnisse grundlegend neuer Funktionsmechanismen für Maschinenbau-Lösungen als auch informationstechnische Aspekte des Fahrbetriebs gewonnen und Partnern aus der Wirtschaft verfügbar gemacht, welche im engen Zusammenhang mit neuen Fahrzeuginfrastrukturen stehen. Der radikale Umbruch im Fahrzeugbau der Zukunft bedingt eine ziel- und technologieorientierte Verzahnung unterschiedlicher Wissenschaftsdisziplinen in einem Kompetenzzentrum zur sowohl leistungsstarken als auch reaktionsschnellen Entwicklung von Komponenten und systemischen Lösungen mit explizitem Demonstrationscharakter.

Inhaltlich konzentriert sich das Kompetenzzentrum auf die beiden bereits etablierten Bereiche **Elektrische Antriebe/ Antriebsstrang** und **Gesamtfahrzeug** sowie den sehr zukunftssträchtigen neu geschaffenen Bereich **Autonomes Fahren**. Jeder dieser Bereiche verfolgt mehrere Ziele:

- Schaffung wissenschaftlicher Grundlagen und technologischer Alleinstellungsmerkmale
- Transfer in Produkte oder Dienstleistungen gemeinsam mit Partnerfirmen
- Ausbildung und Qualifizierung von qualifiziertem Personal für Wissenschaft und Wirtschaft

Darüber hinaus ergibt sich durch den Technology-push-Ansatz im Bereich der Komponentenentwicklung eine Vielzahl alternativer Einsatzmöglichkeiten mit dem Ziel Wertschöpfung neu zu definieren und in der Region zu verankern. Im Fokus des Vorhabens steht somit die Erlangung und Umsetzung wissenschaftlicher Ergebnisse mit ausgeprägtem Bezug zur Innovationsstrategie des Landes Sachsen-Anhalt, hier schwerpunktmäßig das Themenfeld Mobilität und Logistik. Somit wird eine strukturelle Brückenwirkung zwischen Forschung und wirtschaftlicher Anwendung ermöglicht.

## 7. VERÖFFENTLICHUNGEN

### BEGUTACHTETE ZEITSCHRIFTENAUFsätze

**Braun, Markus; Schneider, Thomas**

Ein generelles Verbot würde dazu führen, dass alle Diesel illegal wären  
Motortechnische Zeitschrift: MTZ ; die technisch-wissenschaftliche Fachzeitschrift für Verbrennungsmotor und Gasturbine - Wiesbaden: Vieweg, Bd. 81.2020, S. 26-29;

**Gerlach, Andreas; Haeseler, Friedrich; Rottengruber, Hermann; Leidhold, Roberto**

Nonlinear power control of an internal combustion engine without throttle actuator  
IEEE transactions on control systems technology: a publication of the IEEE Control Systems Society/ Institute of Electrical and Electronics Engineers - New York, NY: IEEE . - 2020, insges. 8 S.;  
[Online first]  
[Imp.fact.: 5.312]

**Krause, Karen; Assmann, Tom; Schmidt, Stephan; Matthies, Ellen**

Autonomous driving cargo bikes - introducing an acceptability-focused approach towards a new mobility offer  
Transportation research interdisciplinary perspectives - Amsterdam: Elsevier Ltd., Volume 6 (2020), article 100135;

**Müller, Marcel; Schmidt, Stephan; Reggelin, Tobias**

Deadlock and collision handling for automated rail-based storage and retrieval units  
IEEE Xplore digital library/ Institute of Electrical and Electronics Engineers - New York, NY: IEEE . - 2019, S. 1591-1601;  
[Konferenz: 2019 Winter Simulation Conference, WSC, National Harbor, MD, USA, 8-11 December 2019]

**Rottengruber, Hermann**

Thermofenster lassen sich nicht schließen  
Motortechnische Zeitschrift: MTZ - Wiesbaden: Springer Vieweg, Springer-Fachmedien Wiesbaden GmbH, Bd. 81.2020, 10, S. 74

**Unglert, Martin; Bockey, Dieter; Bofinger, Christine; Buchholz, Bert; Fisch, Georg; Luther, Rolf; Müller, Martin; Schaper, Kevin; Schmitt, Jennifer; Schröder, Olaf; Schümann, Ulrike; Tschöke, Helmut; Remmele, Edgar; Wicht, Richard; Winkler, Markus; Krahl, Jürgen**

Action areas and the need for research in biofuels  
Fuel: the science and technology of fuel and energy - New York, NY [u.a.]: Elsevier, Bd. 268.2020;  
[Artikel Nr. 117227]  
[Imp.fact.: 5.128]

### BEGUTACHTETE BUCHBEITRäge

**Duvigneau, Fabian; Hähnlein, Frederik; Daniel, Christian; Schrader, Peter; Woschke, Elmar; Juhre, Daniel**

Untersuchung des Einflusses von Randbedingungen auf die Vergleichbarkeit von numerischer und experimenteller Modalanalyse  
Fortschritte der Akustik - DAGA 2020: 46. Jahrestagung für Akustik, 16.-19. März 2020 in Hannover - Berlin: Deutsche Gesellschaft für Akustik e.V. (DEGA), 2020 . - 2020, S. 274-277;  
[Konferenz: DAGA 2020, Hannover, 16.-19. März 2020]

**Gerlach, Andreas; Benecke, Sebastian; Rottengruber, Hermann; Leidhold, Roberto**

Efficient motion control of a PMSM and design of a mechanic energy storage for a four stroke free piston engine  
2020 IEEE Transportation Electrification Conference and Expo: Chicago, IL, USA, 23-26 June 2020 - [Piscataway, NJ]: IEEE, 2020 . - 2020, S. 235-239;  
[Konferenz: IEEE Transportation Electrification Conference & Expo, ITEC, Chicago, IL, USA, 23-26 June 2020]

**Helmich, Matthias; Lejsek, David; Hettinger, Alexander; Schünemann, Erik; Rottengruber, Hermann**  
Experimental investigations and thermodynamic analysis of water injection on a turbocharged 4-Cylinder gasoline direct injection engine

International AVL Symposium on Propulsion Diagnostics: Baden-Baden, Deutschland, 23. - 24. 06.2020 - [Mainz-Kastel]: [AVL Deutschland GmbH], 2020 . - 2020, insges. 13 S.;  
[Symposium: 14. Internationales AVL Powertrain Diagnostik Symposium, Baden-Baden, 23. - 24.06.2020]

**Rottengruber, Hermann; Sazonov, Vladyslav; Ecke, Martin**

Einflussfaktoren auf Bauteilverschleiß im Kraftstoffversorgungssystem (Literaturrecherche)

Einflussfaktoren auf Bauteilverschleiß im Kraftstoffversorgungssystem (Literaturrecherche) / Rottengruber - Hamburg: DGMK, 2020 . - 2020, insges. 74 S. - (DGMK-research report; 835)

**Sazonov, Vladyslav; Kniep, Daniel; Niemann, Dennis; Rottengruber, Hermann**

Simulative study of gasoline-water emulsion direct injection to increase the efficiency of gasoline engines

Spannungsfeld Fahrzeugantriebe: Gedenkschrift für Prof. Dr.-Ing. Roland Baar - Berlin: Technische Universität Berlin, 2020; Salomon, Alexander . - 2020, S. 370-391;

**Schneider, Sebastian; Doleschal, Florian; Hots, Jan; Oetjen, Arne; Rottengruber, Hermann; Verhey, Jesko L.**

Benchmark-Analyse verschiedener Tonhaltigkeitsmodelle anhand von Luftschallmessungen an aktuellen Fahrzeug-Elektromotoren

Fortschritte der Akustik - DAGA 2020: 46. Jahrestagung für Akustik, 16.-19. März 2019 in Hannover - Berlin: Deutsche Gesellschaft für Akustik e.V. (DEGA), 2020 . - 2020, S. 330-332;  
[Konferenz: DAGA 2020, Hannover, 16.-19. März 2020]

**Schrader, Peter; Heinrichs, Christian; Duvigneau, Fabian; Rottengruber, Hermann**

Strukturberuhigung eines spiralförmigen Akustischen Schwarzen Lochs (ASL)

Fortschritte der Akustik - DAGA 2020: 46. Jahrestagung für Akustik, 16.-19. März 2019 in Hannover - Berlin: Deutsche Gesellschaft für Akustik e.V. (DEGA), 2020 . - 2020, S. 427-430;  
[Konferenz: DAGA 2020, Hannover, 16.-19. März 2020]

## WISSENSCHAFTLICHE MONOGRAFIEN

**Koch, Thomas; Beidl, Christian; Rottengruber, Hermann**

Wissenschaftliche Analyse zum Einsatz temperaturabhängiger Emissionsregelungen von Dieselmotoren - Technische Studie zum Stand des Wissens, Weiterentwicklung des Standes der Technik und zur Bewertung der generellen Notwendigkeit temperaturabhängiger Emissionsregelungsansätze mit besonderem Schwerpunkt auf Abgasrückführsysteme

Berlin, Heidelberg: Imprint: Springer Vieweg, 2020., 1st ed. 2020., 1 Online-Ressource(VI, 65 S. 37 Abb.) - (Springer eBook Collection);

**Rottengruber, Hermann; Sazonov, Vladyslav; Ecke, Martin**

Einflussfaktoren auf Bauteilverschleiß im Kraftstoffversorgungssystem (Literaturrecherche)

Hamburg: DGMK, 2020, 74 Seiten - (DGMK-research report; 835)

**Rottengruber, Hermann; Sazonov, Vladyslav; Ecke, Martin**

Factors influencing component wear in the fuel supply system (literature review)

Hamburg: DGMK, 2020, 1 Online-Ressource (74 Seiten), Illustrationen, Diagramme - (DGMK-research report; 835)

## **NICHT BEGUTACHTETE BUCHBEITRÄGE**

### **Hoppe, Isabelle; Wouters, Christian; Oder, Johannes**

CNG-DI-Motor im =1-Betrieb mit Hochlast-AGR - Abschlußbericht No 1202

Abschluss- und Zwischenberichte der Forschungsstellen Motoren: Frühjahrstagung 2020 : Tagungsband : 2020 - Würzburg - Frankfurt am Main: [Forschungsvereinigung Verbrennungskraftmaschinen e.V.], 2020 . - 2020, insges. 30 S. - (Forschungsvereinigung Verbrennungskraftmaschinen; R593); [FVV-Informationstagung Motoren, Würzburg, Frühjahr 2020]

### **Koelln, Greta; Klicker, Michael; Schmidt, Stephan**

Comparison of the results of the system theoretic process analysis for a vehicle SAE level four and five

2020 IEEE 23rd International Conference on Intelligent Transportation Systems: Sept. 20-23, 2020, Rhodes, Greece - Piscataway, NJ: IEEE, 2020, 2020, paper 0183, 6 Seiten; [Kongress: 2020 IEEE 23rd International Conference on Intelligent Transportation Systems, ITSC, Rhodes, Greece, Sept. 20-23, 2020]

### **Leilabadi, Shervin Hajinia; Katzorke, Nils; Moosmann, Matthias; Schmidt, Stephan**

Systematic test case design for autonomous vehicles

2020 IEEE 23rd International Conference on Intelligent Transportation Systems: Sept. 20-23, 2020, Rhodes, Greece - Piscataway, NJ: IEEE, 2020, 2020, paper 0533, 6 Seiten; [Kongress: 2020 IEEE 23rd International Conference on Intelligent Transportation Systems, ITSC, Rhodes, Greece, Sept. 20-23, 2020]

### **Wagner, Thilo; Rottengruber, Hermann; Mandl, Florian; Bargende, Michael**

Präzises Temperaturmanagement

Abschluss- und Zwischenberichte der Forschungsstellen Motoren: Frühjahrstagung 2020 : Tagungsband : 2020 - Würzburg - Frankfurt am Main: [Forschungsvereinigung Verbrennungskraftmaschinen e.V.], 2020, 2020, Artikel-Nr. 1266, Seiten 49-87 - (Forschungsvereinigung Verbrennungskraftmaschinen; R593); [FVV-Informationstagung Motoren, Würzburg, Frühjahr 2020]

## **ABSTRACTS**

### **Doleschal, Florian; Hots, Jan; Verhey, Jesko L.; Oetjen, Arne; Schneider, Sebastian; Rottengruber, Hermann**

Tonality benchmark analysis for electric vehicle interior noise

Advances in noise and vibration control technology: INTER-NOISE 2020 E-Congress : the 49th International Congress and Exposition on Noise Control Engineering : August 23-26, 2020 / hosted by The Korean Association for Noise and Vibration Engineering ; on behalf of the I-INCE International Institute of Noise Control Engineering: INTER-NOISE 2020 E-Congress : the 49th International Congress and Exposition on Noise Control Engineering : August 23-26, 2020 - Red Hook, NY: Curran Associates, Inc., 2020, 2020, Abstract 422, 1 Seite

## **DISSERTATIONEN**

### **Fischer, Philipp; Rottengruber, Hermann [AkademischeR BetreuerIn]**

Betriebspunktorientierte Analyse und Optimierung der Partikelrohmissionen an einem turboaufgeladenen Ottomotor

Magdeburg, 2020, xiii, 175 Seiten, Illustrationen, Diagramme, 30 cm; [Literaturverzeichnis: Seite 155-169]

### **Golovakha, Dmytro; Kasper, Roland [AkademischeR BetreuerIn]**

Control methods for low-inductance and high-power permanent magnet synchronous motors with high number of poles

Magdeburg, 2020, XVI, 109 Blätter, Illustrationen, Diagramme, 30 cm; [Literaturverzeichnis: Blatt 98-106]

**Perekopskiy, Sergey; Kasper, Roland [AkademischeR BetreuerIn]**

On the analysis and design of in-wheel motor for vehicle application  
Magdeburg, 2020, XVII, 137 Blätter, Illustrationen, Diagramme, 30 cm;  
[Literaturverzeichnis: Blatt 126-137]

**Schmidt, Martin; Kasper, Roland [AkademischeR BetreuerIn]**

Untersuchung charakteristischer Kenngrößen von permanenterregten Synchronmaschinen mit Luftspaltwicklung und messtechnischer Validierung  
Magdeburg, 2020, XX, 141 Seiten, Illustrationen, Diagramme, 30 cm;  
[Literaturverzeichnis: Seite 117-119]

**Wall, Maik; Schmidt, Stephan [AkademischeR BetreuerIn]**

Situations- und fahreradaptives Längs- und Querführungssystem für den urbanen Straßenverkehr  
Magdeburg, 2020, xx, 161 Seiten, Illustrationen, Diagramme, 30 cm;  
[Literaturverzeichnis: Seite 151-161]

**Zeilinga, Stephan; Rottengruber, Hermann [AkademischeR BetreuerIn]; Bähr, Rüdiger [AkademischeR BetreuerIn]**

Auswirkungen von Formabweichungen im Brennraum auf das Betriebsverhalten von Ottomotoren  
Magdeburg, 2020, X, 149 Seiten, Illustrationen, Diagramme, 21 cm;  
[Literaturverzeichnis: Seite 138-144]

# INSTITUT FÜR WERKSTOFF- UND FÜGETECHNIK

Universitätsplatz 2, 39106 Magdeburg  
Tel. 49 (0)391 67-54541/-58613, Fax 49 (0)391 67-44569/-12037  
iwf\_office@ovgu.de, iwf@ovgu.de  
<http://www.iwf.ovgu.de/>

## 1. LEITUNG

Prof. Dr. rer. nat. Michael Scheffler (Geschäftsführender Institutsleiter)  
Prof. Dr.-Ing. habil. Thorsten Halle  
Prof. Dr.-Ing. Sven Jüttner  
Prof. Dr.-Ing. habil. Manja Krüger

## 2. HOCHSCHULLEHRER/INNEN

Prof. Dr.-Ing. Sven Jüttner (Lehrstuhl Fügetechnik)  
Prof. Dr. rer. nat. Michael Scheffler (Lehrstuhl Nichtmetallische Werkstoffe)  
Prof. Dr.-Ing. habil. Thorsten Halle (Lehrstuhl Metallische Werkstoffe)  
Prof. Dr.-Ing. habil. Manja Krüger (Lehrstuhl Hochtemperaturwerkstoffe)  
apl. Prof. Dr.-Ing. habil. Gerhard Mook  
Jun.-Prof. Dr.-Ing. Michael Rhode  
Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Thomas Kannengießer  
Prof. Dr.-Ing. habil. Thomas Böllinghaus (Honorarprofessor)  
Dr.-Ing. Manuela Zinke  
Dr.-Ing. Jörg Pieschel  
Dr.-Ing. Thomas Benziger

## 3. FORSCHUNGSPROFIL

Werkstoffe und Maschinenbau haben an der Otto-von-Guericke-Universität in Magdeburg und in seiner Umgebung eine lange Tradition, die vom Institut für Werkstoff- und Fügetechnik (IWF) mit getragen wird. Als Einrichtung der Fakultät für Maschinenbau bilden wir mit unseren Arbeitsgruppen den Kernbereich des Forschungs- und Ausbildungsschwerpunktes Werkstoffe und Fügetechnik an unserer Universität.

Dabei liegt der Fokus auf folgenden Forschungs- und Entwicklungsschwerpunkten:

- Herstellung neuartiger metallischer Werkstoffe und Entwicklung neuartiger Verfahren zur Herstellung anorganisch-nichtmetallischer Multifunktionswerkstoffe
- Mikrostruktur, mechanische Eigenschaften und Wärmebehandlung metallischer Werkstoffe
- Schweißtechnologien und Schweißbeignung insbesondere metallischer Werkstoffe
- Korrosion und Korrosionsschutz metallischer Werkstoffe
- Charakterisierung und zerstörungsfreie Prüfung von Werkstoffen und Fügeverbindungen
- Refraktärmetallbasierte Hochtemperaturlegierungen und ihre Anwendungen.

Neben der Bearbeitung von grundlagen- und anwendungsorientierten Forschungsprojekten bringen wir unsere Erfahrungen auch als Dienstleister in Forschungs Kooperationen mit Industrie und Akademia ein. Die Umsetzung erfolgt dabei in Lehrstühlen, Arbeitsgruppen und speziell ausgestatteten Laboren.

#### **4. SERVICEANGEBOT**

##### **Fügetechnik (Prof. Jüttner)**

- Schweißen von Verbindungen und generatives Schweißen mittels Lichtbogen und Laserstrahl
- Widerstandsschweißen von hochfesten und hochlegierten Stahlblechen und Aluminiumlegierungen
- Prüfung auf verzögerte Kaltrisse an höchstfesten Stahlwerkstoffen
- mechanisches Fügen und Kleben
- Prozesskette zum Formhärten mit definierter Ofenatmosphäre und Temperaturverlauf, Schweißtechnische Verarbeitung formgehärteter Stähle
- Thermischen Trennen mittels Plasma- und Laserstrahlschneiden
- Pulver-Flammspritzschichten und Charakterisierung von Spritzschichten
- Schadensfalluntersuchungen und Beratung für Schweißtechnologien und -Anwendungen

##### **Schweißtechnologie und -metallurgie (Dr. Zinke)**

- Lichtbogenschweißen von hochfesten und hochlegierten Stählen, Ni-Basiswerkstoffen sowie Leichtmetalllegierungen
- Thermo-mechanische Gefügesimulation mittels Gleeble 3500
- Analyse der Heißrisneigung von Werkstoffen beim Schweißen mittels PVR- und Gleeble-Test
- Bestimmung der Gasgehalte (H, N, O) an Stählen und Nichteisenmetallen

##### **Werkstofftechnik - Nichtmetallische Werkstoffe (Prof. Scheffler)**

- Anorganisch-nichtmetallische zelluläre Werkstoffe für Energietechnik, Umweltkatalyse und Feuerfestanwendungen
- Tauch- und Sprühbeschichtung metallischer und keramischer Substrate
- thermodynamische Modellierung von Hochtemperaturreaktionen
- computertomographische Werkstoffcharakterisierung
- neuartige Verbundwerkstoffe aus molekularen Vorstufen
- Erzeugung und Charakterisierung magnetischer Funktionsschichten

##### **Werkstofftechnik - Metallische Werkstoffe (Prof. Halle)**

- Gefüge-/Eigenschaftsbeziehungen metallischer Werkstoffe
- numerische Simulation von Fertigungsprozessen z.B. Wärmebehandlungen, Zerspanung
- Verarbeitung metallischer Werkstoffe insb. Karosseriewerkstoffe
- Wärmebehandlung metallischer Werkstoffe, Prozesskettenanalyse
- Werkstoffmodellierung, Modellbildung
- Mikrostruktur- und Schadensanalyse
- mechanisches Verhalten von metallischen Werkstoffen

##### **Werkstofftechnik - Korrosion (PD Dr.-Ing. Heyn. / Prof. Halle)**

- Korrosionsverhalten und Korrosionsschutz von nichtrostenden Stählen, Ni-Basis-Legierungen, Al-Legierungen, Mg-Legierungen, verzinkten Stählen u. a. Überzugsmetallen
- Anwendung und Weiterentwicklung elektrochemischer Prüf- und Untersuchungsmethoden (elektrochemisches Rauschen, Polarisationsmethoden, kombinierte Methoden)

- Kurzzeit-Korrosionsprüfungen zum Parameter-Screening für die Entwicklung und Optimierung von Korrosionsschutzmethoden (Vorbehandlungen, Beschichtungen und Überzüge, Inhibitoren etc.)
- Instrumentierung von Versuchsanlagen für ein Corrosion Monitoring
- Aufklärung und Beratung zu Schadensfällen durch Korrosion

#### **Werkstofftechnik - Mikrostrukturcharakterisierung (Dr. Betke)**

- lokale chemische und kristallographische Mikrostrukturcharakterisierung
- Stereologie und Topometrie
- lokale Texturuntersuchung mit Rückstreuелеlektronenbeugung
- komplexe Schadensfallanalyse technischer Bauteile
- Mikrofraktographie
- Oberflächeneigenschaften mittels Rastersondenmikroskopie

#### **Werkstofftechnik - Hochtemperaturwerkstoffe (Prof. Krüger)**

- pulvermetallurgische Herstellung und Charakterisierung von Hochtemperaturwerkstoffen
- Gefüge-Eigenschafts-Beziehungen gerichtet erstarrter, silizid- und boridverstärkter Hochtemperaturwerkstoffe
- Gefüge-Eigenschafts-Beziehungen von Werkstoffen für den Einsatz im Automobilbau unter statischer und zyklischer Beanspruchung bei erhöhter Temperatur
- Oxidationsverhalten von intermetallischen Werkstoffen auf Molybdän, Chrom- Wolfram- und Vanadiumbasis
- Oxidationsschutz refraktärmetallbasierter Hochtemperaturlegierungen
- Kriechverhalten von metallischen Hochtemperaturwerkstoffen mit intermetallischen Phasen

#### **Werkstofftechnik - Zerstörungsfreie Werkstoffprüfung (Prof. Mook)**

- Randschichtprüfung von Aluminiumwerkstoffen
- Anomalien in Triebwerksscheiben aus Titan- und Nickellegierungen
- adaptive Werkstoffsysteme
- Structural Health Monitoring von CFK mittels Lambwellen
- Wirbelstromprüfung auf interkristalline Korrosion austenitischer Stähle
- Wirbelstromprüfung von CFK
- Eigenschaftsbestimmung von ADI-Guss
- Wirbelstromprüfsysteme und -verfahren

## **5. METHODIK**

Die Labore und Einrichtungen des IWF finden Sie unter:  
<http://www.iwf.ovgu.de/Kompetenzen.html>

## **6. KOOPERATIONEN**

- 8. Gesellschaft für Schweißtechnik International mbH, Niederlassung SLV Duisburg (SLV)
- Audi AG, Ingolstadt
- BAM Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung
- Bilfinger Piping Technologies GmbH, Essen
- Brown University, Materials Science and Engineering, USA
- Castolin GmbH, Kriftel
- citim Oerlikon
- Dr. Kochanek Entwicklungsgesellschaft, Neustadt a.d. Weinstraße
- Elektro-Thermit GmbH & Co KG, Halle/Saale

- EUROFLAMM GmbH Weißenborn, Weißenborn
- FDBR e.V. Fachverband Anlagenbau, Düsseldorf
- fem - Forschungsinstitut Edelmetalle & Metallchemie, Schwäbisch Gmünd
- Forschungsbereich Experimentelle Orthopädie der Orthopädischen Universitätsklinik in Magdeburg
- Forschungsgemeinschaft Werkzeuge und Werkstoffe e.V. (FGW) Remscheid
- Forschungszentrum Jülich GmbH, Jülich, GER
- Fraunhofer-Institut für Lasertechnik, Aachen
- Fritz Stepper GmbH & Co.KG , Pforzheim
- Ganzlin Beschichtungspulver GmbH
- Gesellschaft für Schweißtechnik International mbH, Niederlassung SLV Duisburg (SLV)
- GTV mbH, Luckenbach
- H + E Produktentwicklung GmbH
- Helmholtz-Zentrum Geesthacht (HZG)
- Höfer Metall Technik GmbH & Co. KG, Hettstedt
- iLF - Institut für Lacke und Farben Magdeburg
- Innovent e.V., Industrieforschungseinrichtung, Jena
- Institut für Fertigungstechnik und Qualitätssicherung (IFQ) der Universität Magdeburg; Lehrstuhl für Zerspan- und Abtragtechnik
- Institut für Korrosions- und Schadensanalyse, Magdeburg
- Institut für Lacke und Farben Magdeburg gGmbH
- Institut für Werkzeugforschung, und Werkstoffe (IFW)
- IWB Werkstofftechnologie GmbH
- Karlsruher Institut für Technologie, Institut für Angewandte Materialien
- Krüger, Manja, Prof. Dr.; RWTH Aachen
- LIN - Leibniz Institut für Neurobiologie Magdeburg
- Max-Planck-Institut für Eisenforschung GmbH (Düsseldorf)
- Max-Planck-Institut für Sonnensystemforschung
- Methodisch-Diagnostisches Zentrum Werkstoffprüfung e.V.
- NANOVAL GmbH & Co. KG, Berlin
- National Technical University of Ukraine Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute
- Nimak Schweißtechnik, Wissen
- Porsche Leipzig GmbH, Leipzig
- Prof. Dr. Dirk Enke, Universität Leipzig
- Prof. Dr. Michael Hoffmann Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Angewandte Materialien Keramik im Maschinenbau
- Siemens AG, Berlin
- SM Calvörde Sondermaschinenbau GmbH & Co. KG
- Solvis GmbH & Co. KG, Braunschweig
- STEAG GmbH, Essen
- TPW Prüfzentrum GmbH
- TÜV SÜD Industrie Service GmbH, Mannheim
- Universität Bayreuth
- Universität Leipzig, Fakultät für Mathematik und Informatik, LPZ E-BUSINESS
- Vallourec DEUTSCHLAND GmbH, Düsseldorf
- VDM Metals GmbH, Altena
- Viessmann AG
- Volkswagen AG, Wolfsburg
- Vorrichtungsbau Giggel GmbH, Bösdorf
- Westfalen Gas AG, Münster

## 7. FORSCHUNGSPROJEKTE

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. habil. Thorsten Halle  
**Projektbearbeitung:** Dipl.-Ing. Martin Ecke, Dipl.-Ing. Markus Wilke  
**Kooperationen:** H + E Produktentwicklung GmbH; Ganzlin Beschichtungspulver GmbH  
**Förderer:** BMWi/AIF - 01.08.2020 - 31.07.2022

### PC4PM - Powder Coatings for Printed Materials

Im Rahmen des FuE-Kooperationsprojekts "PC4PM - Powder Coatings for Printed Materials" soll erstmalig die Pulverlackbeschichtung als Verfahren zur Oberflächenbeschichtung an generativ gefertigten Materialien erprobt und etabliert werden. Die geplante Entwicklungsarbeit umfasst die Beschichtung von generativ gefertigten Kunststoffen und Metallen mit abrasionsbeständigen Pulverlacken. Dies reduziert die fertigungsbedingte Oberflächenrauheit von generativ gefertigten Bauteilen und steigert deren Verschleißbeständigkeit signifikant, was in zahlreichen Anwendungen zu einer Verbesserung der Bauteileigenschaften beiträgt. Somit ist neben der Beeinflussung von Optik und Haptik auch eine Erhöhung der Abrieb- und Verschleißfestigkeit möglich. Zudem verfolgt das Vorhaben die Entwicklung niedrigschmelzender Pulverlacke mit niedrigen Vernetzungstemperaturen. Die Absenkung der Vernetzungstemperatur hätte eine Reduzierung der notwendigen Prozessenergie und somit eine signifikante Kosten- und Energieeinsparung im Beschichtungsprozess zur Folge. Außerdem würde sich der Anwendungsbereich für die Pulverlackbeschichtung von Kunststoffen deutlich erweitern, da durch die hohen Vernetzungstemperaturen von Pulverlacken Kunststoffe derzeit für eine derartige Beschichtung nicht in Frage kommen

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. habil. Thorsten Halle  
**Projektbearbeitung:** M.Sc. Sebastian Hütter  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.01.2020 - 31.12.2021

### Thermomechanisches Ringwalzen mit prädiktiver Eigenschaftsregelung

Bedingt durch die Vielzahl der interagierenden materialphysikalischen Effekte ist es nicht bisher nicht üblich, alle gewünschten Eigenschaften in einem Bearbeitungsschritt herzustellen. Es ist daher immer ein mehrstufiger Prozess aus Vorbehandlung, Walzen und anschließender Wärmebehandlung der Funktionsflächen notwendig. Aus energetischer Sicht wäre es wünschenswert, möglichst viele Eigenschaften bereits bei der Fertigung so Endzustandsnah wie möglich einzustellen, um so im Idealfall auf die Wärmebehandlung verzichten zu können. Maschinenseitig stehen dabei nur wenige Stellgrößen zur Verfügung, die jedoch eine interagierende und nichtlineare Auswirkung haben. Eine konventionelle Regelung ist daher nur schwer bis unmöglich umzusetzen. Eine prädiktive Prozessregelung kann hier bereits im Regelkreis die gewünschten Endeneigenschaften auf Basis eines halbanalytischen Modells vorhersagen und damit konkrete Regelvorgaben liefern.

Ziel des Forschungsvorhabens ist es, eine solche Regelung für die Integration in einen Realprozess zu entwerfen sowie die nötigen Modelle zu parametrieren. Dabei sollen mehrere Komponenten ineinander greifen: eine prädiktive Modellierung des Prozesses erlaubt es, optimale Steuervorgaben zu geben, während ein In-Process-Sensor auf Basis des Wirbelstromverfahrens Realdaten als Korrektur liefert.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Michael Scheffler, Prof. Dr.-Ing. habil. Thorsten Halle  
**Förderer:** EU - ESF Sachsen-Anhalt - 01.09.2016 - 30.04.2022

### MEMORIAL-Module II: Materials Science

**The availability of novel MATERIALS** is a key issue for technical innovations, e. g. in energy conversion, mobility or medical engineering. While the effort of R & D in developing new materials was immens over the last years, there is a lack in a detailed understanding of the materialst behaviour like in complex mechanical stress situations or when exposed to high temperature or radiation. This holds for compact as well for cellular materials.

In order to bridge this gap an integrated approach will focus on the combination of materials processing, materials design, complex stress situations in materials and mathematical modelling. While several of these categories are already combined to each other, R & D of holistic approaches is still in the beginning, and the challenge is to develop connected models which describe the process-microstructure-properties-relationships of materials of different provenience and porosity. Only such a combined approach will allow feedback between materials design and materials behavior.

PhD students in materials science and technology will have the opportunity within a four-year track to work with modern processing technologies and high-tech characterization methods such as state-of-the-art scanning electron microscopy, biaxial testing equipment and several in situ and combined methods. A four-year track is intended.

---

<b>Projektleitung:</b>	Prof. Dr.-Ing. habil. Thorsten Halle
<b>Projektbearbeitung:</b>	M.Sc. Maria Crackau
<b>Kooperationen:</b>	Forschungsbereich Experimentelle Orthopädie der Orthopädischen Universitätsklinik in Magdeburg; Funktionskeramiken mit erhöhter spezifischer Oberfläche (MEMoRIAL-M2.5), Kathleen Dammler; MEMoRIAL-M2.4 — In-situ SEM methods to improve implant materials, Karsten Harnisch;; MEMoRIAL-M2.2 – Characterisation and simulation-based development of Engineering Materials, Rostyslav Nizinkovsky; OVGU/FMB-Institut für Maschinenkonstruktion (IMK), Lehrstuhl für Maschinenelemente und Tribologie; MEMoRIAL-M2.10 — Preparation and testing of thermoelectric materials, Christian Künzel; Technische Universität (TU) Dresden, Institut für Fertigungstechnik, Professur für laserbasierte Methoden der großflächigen Oberflächenstrukturierung, Prof. Andrés Lasagni; Hochschule Magdeburg-Stendal, Institut für Maschinenbau; ABINEP M3-project 3: Investigation of biofilms during septical prosthesis relaxation, Ann-Kathrin Meinshausen; OVGU/FMB-Institut für Fertigungstechnik und Qualitätssicherung (IFQ)
<b>Förderer:</b>	EU - ESF Sachsen-Anhalt - 01.09.2017 - 31.01.2022

### **MEMoRIAL-M2.3 — Evaluation of force contributions to the damage evolution and failure analysis of metallic arthroplasty components**

The incidence of **total hip replacements** in OECD countries is >300/100.000 inhabitants. Due to the demographic challenge, more than 400.000 total knee and hip arthroplasties are implanted each year (incidence 400/100.000 inhabitants) with numbers being expected to increase. About 5% of these patients are in need of revision surgery due to prosthesis loosening within 10 years.

One main factor contributing to **aseptic hip prosthesis loosening** is corrosion at the head-neck junction. Wear and corrosion at this modular junction have been recognized to induce early failure of hip replacements. There have been a number of reports on the occurrence of taper **corrosion** and/or  **fretting** with some of them conjecturing a link to the occurrence of adverse local tissue reaction specifically with respect to total hip replacement. Factors like manufacturing tolerances, surgical technique, non-axial alignment, material combination, high frictional torque, and high bending moment were identified to affect the failure process.

The objective of this PhD project is to elucidate the effects and contributions mentioned above, aiming for technical improvements to reduce the risk factors. Therefore, this study will mainly focus on the evaluation of the **tribological properties and contributing factors**.

Damage analysis of explants and simulation of worst case scenarios using test implants will be performed. To improve the current standard, different material combinations will be investigated to understand relevant (e.g. crevice and bimetallic) corrosion processes. The investigation of **biological reactions** between tissue and wear particles generated by damaged implants makes up another important part of this sub-project.

This interaction will be analysed in cooperation with the laboratory for **experimental orthopedics**. Several analytical methods (e.g. SEM, cell culture, hip simulator testing) will be applied to examine and clarify the **interplay of implant wear and human tissue**.

The incidence of **total hip replacements** in OECD countries is >300/100.000 inhabitants. Due to the demographic challenge, more than 400.000 total knee and hip arthroplasties are implanted each year (incidence 400/100.000 inhabitants) with numbers being expected to increase. About 5% of these patients are in need of revision surgery due to prosthesis loosening within 10 years.

One main factor contributing to **aseptic hip prosthesis loosening** is corrosion at the head-neck junction. Wear and corrosion at this modular junction have been recognized to induce early failure of hip replacements. There have been a number of reports on the occurrence of taper **corrosion** and/or **fretting** with some of them conjecturing a link to the occurrence of adverse local tissue reaction specifically with respect to total hip replacement. Factors like manufacturing tolerances, surgical technique, non-axial alignment, material combination, high frictional torque, and high bending moment were identified to affect the failure process.

The objective of this PhD project is to elucidate the effects and contributions mentioned above, aiming for technical improvements to reduce the risk factors. Therefore, this study will mainly focus on the evaluation of the **tribological properties and contributing factors**.

Damage analysis of explants and simulation of worst case scenarios using test implants will be performed.

To improve the current standard, different material combinations will be investigated to understand relevant (e.g. crevice and bimetallic) corrosion processes. The investigation of **biological reactions** between tissue and wear particles generated by damaged implants makes up another important part of this sub-project.

This interaction will be analysed in cooperation with the laboratory for **experimental orthopedics**.

Several analytical methods (e.g. SEM, cell culture, hip simulator testing) will be applied to examine and clarify the **interplay of implant wear and human tissue**.

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. habil. Thorsten Halle

**Projektbearbeitung:** M.Sc. Karsten Harnisch

**Kooperationen:** Forschungsbereich Experimentelle Orthopädie der Orthopädischen Universitätsklinik in Magdeburg; MEMoRIAL-M2.1 — Optimisation of novel vanadium-based high temperature materials, Christopher Müller; OVGU/FMB-Institut für Fertigungstechnik und Qualitätssicherung (IFQ), u. a. Dr.-Ing. Florian Welzel; Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) Berlin, Dr.-Ing. Paul Rosemann

**Förderer:** EU - ESF Sachsen-Anhalt - 01.02.2017 - 30.04.2021

#### MEMoRIAL-M2.4 — In-situ SEM methods to improve implant materials

The macroscopic behaviour of materials is based on the **microstructural composition** of the material itself, the design, and the environmental conditions in use. Properties like grain size, constitution of the phases, orientation, hardness, tensile and compressive strength, phase transition points, as well as crack initiation and crack growth can be investigated *in-situ* in a specially equipped **Scanning Electron Microscope (SEM)**. By using the combination of SEM and **Focused Ion Beam (FIB)** each parameter can be considered in three dimensions.

Focus of this thesis will be a combination of methods based on a **SEM/FIB coupling** associated with the possibility of ***in-situ* testing, heating, and analysis** to improve **metallic implant materials**. Apart from the behaviour under **mechanical loading** and **heating or cooling conditions**, the **materials' surface** after cutting and grinding as well as the **corrosion behaviour** will be investigated to improve **biocompatibility**. Materials can be **Co-, Ti-base or comparable alloys**.

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. habil. Thorsten Halle

**Projektbearbeitung:** M.Sc. Sebastian Hütter

**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.01.2017 - 30.06.2020

#### Thermodynamische Berechnungen auf Basis atomistischer Simulationen

Zur Bestimmung der Phasenstabilität in metallischen Legierungen ist eine große Anzahl experimenteller Untersuchungen notwendig. Experimentelle Unsicherheiten führen gerade bei komplexen Systemen dazu, dass möglicherweise nicht alle Features ausreichend genau beschrieben werden können. Prädiktive Modelle basierend auf rein theoretischen Ansätzen verschieben den Aufwand zu großen Rechenzeiten. Ziel des Projektes ist es, ein konsistentes Framework zur Berechnung beliebiger Legierungssysteme auf basis atomistischer Simulationen zu formulieren.

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. Sven Jüttner  
**Förderer:** BMWi/AIF - 01.11.2020 - 30.04.2023

### **Validierung von Methoden zur Vermeidung von Liquid Metal Embrittlement (LME) an realitätsnahen Prinzipbauteilen (AiF-IGF Nr. 21.483 BG)**

Beim Widerstandspunktschweißen von verzinkten Stählen berichten zahlreiche Quellen von Risserscheinungen, die auf Liquid Metal Embrittlement (LME) zurückzuführen sind. Da als Folge von LME bedingten Rissen eine negative Beeinflussung der Schweißpunkt-Tragfähigkeit derzeit nicht in jedem Fall ausgeschlossen werden kann, liegen qualitativ hochwertige, rissfreie Punktschweißverbindungen im Interesse der gesamten metallverarbeitenden Industrie.

Die Zielsetzung des Forschungsvorhabens liegt in der Erforschung von LME an umgeformten, realitätsnahen Bauteilen. Dafür werden umfassende Widerstandspunktschweiß (WPS)-Versuche zunächst an Flachproben und dann an umgeformten Bauteilen durchgeführt und unter verschiedenen Bedingungen auf LME untersucht. Am IWF Magdeburg werden die eingesetzten Werkstoffe charakterisiert und die kritischen Bedingungen in Heißzug-Versuchen nachgestellt und isoliert untersucht. Die numerische Simulation (Fraunhofer IPK) wird als Brücke eingesetzt um "unsichtbare" kritische Bedingungen zu ermitteln und zwischen Gleeble- und WPS-Versuchen zu transferieren. Dabei sollen die vorherrschenden Mechanismen zur Bildung von LME an realitätsnahen Bauteilen verstanden und LME reproduzierbar hergestellt werden. Im nächsten Schritt werden Vermeidungsstrategien entwickelt und schlussendlich der Einfluss von verbleibenden LME Rissen auf die Verbindungsfestigkeit quantifiziert.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. Sven Jüttner  
**Projektbearbeitung:** M.Sc. Maximilian Wohner  
**Förderer:** BMWi/AIF - 01.01.2020 - 31.12.2021

### **Methodik zur Bewertung eines Widerstandspunktschweißprozesses auf Grundlage der Elektrodenbewegung (AiF/IGF Nr. 20.841 BR)**

Das Widerstandspunktschweißen (WPS) ist eines der dominierenden Schweißverfahren in der automobilen Massenproduktion. Wird exemplarisch ein modernes Fahrzeug betrachtet, so sind durchschnittlich 2000 - 5000 Schweißpunkte vorhanden, bei denen Bleche aus unterschiedlichen Güten, Beschichtungen und Dicken gefügt werden. Hieraus ergeben sich stets neue Herausforderungen an das Widerstandspunktschweißen, wie beispielsweise dem Fügen von asymmetrischen Mehrblechverbindungen aus unterschiedlichen Fahrzeugkomponenten. Im Vergleich zu Zweiblechverbindungen kann es bei Mehrblechverbindungen zu einer vertikalen Verschiebung der Schweißlinse kommen, die mit einer ungenügenden Anbindung des dünnen Ausbleches einhergeht. Um dieser Problematik entgegenzuwirken, kann der Prozess des Widerstandspunktschweißens direkt durch die gewählten Schweißparameter, d. h. Schweißstrom, Schweißzeit und Elektrodenkraft beeinflusst werden. Aus diesem Grunde ist es von großer Bedeutung diese Parameter gezielt auf die jeweiligen Werkstoffe und deren Beschichtungen abzustimmen, um somit eine Steigerung der Prozessstabilität zu erzielen. Im Allgemeinen erfolgt die Prozessparametrisierung mithilfe von Schweißbereichsdiagrammen, dessen Parameterfindung primär auf der Erfahrung des Anwenders basiert und mit einem hohen Versuchsumfang einhergeht. Aufgrund der steigenden Ansprüche an Wirtschaftlichkeit und Qualität wird eine effiziente Methode zur Bewertung und Optimierung der vorgenommenen Parameteranpassungen in Sinne der Industrie 4.0 benötigt.

Das Ziel des Projektes liegt in der Vernetzung der aufgezeichneten Prozessdaten mit der erzielten Schweißqualität. Zu diesem Zweck werden aus den aufgezeichneten Prozessgrößen signifikante Kennwerte abgeleitet, die eine systematische Optimierung und Beurteilung der Schweißparameter ermöglichen und somit den Versuchsumfang signifikant verringern. Insbesondere die Prozessgröße der "Elektrodenbewegung" wird verwendet, um den Widerstandsprozess zu interpretieren und zu bewerten. Infolgedessen soll eine effektive Prozessoptimierung entwickelt werden, die erhebliche Einsparungen in der Einrichtung von Prozessen sowie der serienbegleitenden Prüfung ermöglicht. Voraussetzung dazu ist das Verständnis zur Auswertung und Nutzung dieser bisher nicht betrachteten Prozessgröße der Elektrodenbewegung. Im Forschungsprojekt soll die Erprobung von Sensorsystemen, die Bereitstellung einer effektiven Methode zur Analyse von Prozessverläufen

sowie die Bewertung von vorgenommenen Parameteranpassungen unabhängig von der genutzten Anlagentechnik ermöglicht werden. Abschließend soll ein Auswertewerkzeug bereitgestellt werden, mit der die Analyse und Bewertung der Prozessdaten erfolgen kann.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. Sven Jüttner  
**Förderer:** BMWi/AIF - 01.12.2018 - 30.11.2021

### **Modellentwicklung zur Vorauslegung von reibgeschweißten Aluminium-Stahl Hybridverbindungen durch ganzheitliche Abbildung der Verbindungsbildung mittels FEM (AiF-IGF. 20 890)**

Das Reibschweißen ist ein etabliertes Fügeverfahren, welches in vielen Bereichen des Maschinenbaus zur Herstellung von Hybridstrukturen aus Aluminium und Stahl genutzt wird. Entscheidend für die Gebrauchstauglichkeit von Hybridverbindungen ist vor allem die werkstoffadäquate Ausbildung der Verbindung. Aufgrund der Abhängigkeit der Schweißverbindung von der Ausprägung, Art und Kontinuität der intermetallischen Diffusionsschicht, des Gefüges und der stoffschlüssigen Anbindung, ist die Entwicklung einer reibgeschweißten Hybridstrukturen mit optimalen Eigenschaften häufig zeit- und kostenintensiv. Gerade für kmU ist es daher nahezu unmöglich solche Hybridstrukturen wirtschaftlich zu entwickeln. Erklärtes Ziel des Projektes ist der Aufbau und die Erprobung einer Simulation für die Auslegung reibgeschweißten Hybridverbindungen aus Aluminium und Stahl.

Zu diesem Zweck werden entsprechende Reibschweißversuche durchgeführt, wobei die Prozessparameter systematisch variiert werden. Diese Versuche liefern die Datenbasis für die experimentelle Analyse der Einflüsse auf die Tragfähigkeit der Struktur. Gleichzeitig dienen die Versuche als Validierungsgrundlage für die Simulation des Schweißprozesses selbst. Mit Hilfe der Prozesssimulation können die Auswirkungen der Prozessparameter auf die Prozessgrößen und somit auf die Werkstoff- und den Struktureigenschaften abgeleitet werden. Ausgehend davon werden entsprechende phänomenologische Modelle entwickelt, um die maßgeblichen Einflüsse abzubilden. Anschließend werden diese Ergebnisse als Ausgangsbedingung bei der Simulation der Tragfähigkeit (virtueller Zugversuch) der Hybridverbindung verwendet. Insbesondere für kmU wird mithilfe der Simulation die wirtschaftliche Möglichkeit geschaffen, die Verbindung prädiktiv in Abhängigkeit des gewählten Prozesses zu bewerten. Komplexe Reibschweißaufgaben lassen sich damit bereits im Vorfeld der Versuchsdurchführung analysieren und entsprechend optimieren.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. Sven Jüttner  
**Projektbearbeitung:** Dipl.-Ing. Markus Körner  
**Förderer:** BMWi/AIF - 01.10.2019 - 28.02.2022

### **Simulativ gestützte Charakterisierung eines momentenreduzierten Rotationsreibschweißprozesses, AiF-IGF 20.809B**

Das Reibschweißen findet aufgrund seiner prozessbedingten Vorteile wie einer hohen Prozessstabilität sowie der zuverlässigen Verbindungsqualität in vielen Industriebereichen Einsatz. Dabei besteht der Fügeprozess hinsichtlich der Prozessparametrierung seit 50 Jahren annähernd unverändert. D

Reibschweißen ist ein robustes industriell häufig angewandtes Verfahren zum Fügen rotationssymmetrischer Bauteile, z.B. Antriebswellen.

Das Reibmoment als Reaktionsgröße erreicht im Prozesseablauf sowohl beim Anreiben als auch in der Bremsphase lokale Maxima. Diese machen es nötig, dass Bauteile mittels ausreichend hoher Kräfte durch die Spannmittel vorgespannt werden. Die damit verbundene massive konstruktive und somit kostenintensive Ausführung der Spannmittel, einhergehend mit dem Verschleiß im Falle von Bauteilschlupf, reduziert die Verfahrenswirtschaftlichkeit. Darüber hinaus verringern sich die übertragbaren Vorspannkräfte auf das Bauteil mit steigender Drehzahl in Folge wirkender Zentrifugalkräfte und somit der Verfahrensanwendungsbereich. Weiterhin ist zum jetzigen Zeitpunkt die Reibschweißtechnologie für dünnwandige Rohrbauteile nicht einsetzbar, da die notwendigen Vorspannkräfte aufgrund der geringen Steifigkeit zu einem Beulen dieser führen.

Ziel des Forschungsprojektes ist es daher, die notwendigen Vorspannkräfte durch Momentenreduktion unter Beibehalt der verbindungsbildenden Qualitätskriterien zu reduzieren, wodurch sich der Technologieanwen-

dungsbereich auf dünnwandige Rohrbauteile erweitert. Als innovativen Ansatz verfolgt das Vorhaben dabei die prädiktive, simulative Prozessentwicklung. Die bestehenden Prozessparametrierungsvorschriften werden als Ergebnis des Projektes derart erweitert, dass eine direkte Umsetzung für Maschinenhersteller als auch Anwender ermöglicht wird. Es ergibt sich somit neben der Wirtschaftlichkeitssteigerung in Folge niedrigeren Spannmittelverschleißes auch die Erweiterung des Anwendungsbereiches auf das Reibschweißen dünnwandiger Rohrbauteile, woraus sich im globalen Vergleich ein Wissens- und Technologievorsprung ableitet.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. Sven Jüttner  
**Projektbearbeitung:** Dipl.-Ing. Markus Körner  
**Förderer:** BMWi/AIF - 01.06.2018 - 31.05.2020

### **Sensorgestützte Mechanisierung von Wurzelschweißungen für geschweißte Stahlträger**

Es wird eine Technologie erarbeitet, mit der die sichere Fertigung von Wurzelschweißlagen an dickwandigen Stahlstrukturen bei gleichzeitig erheblicher Steigerung der Wirtschaftlichkeit durch die Nutzung moderner Anlagen- und Sensortechnik erreicht wird. Die Anwendung erfolgt durch beidseitig synchronem MSG-Schweißen der Wurzellagen an T-Stößen des schweren Stahlbaus. Hierzu sind verschiedene hochdynamische Sensorsysteme zur Überwachung des Schweißprozesses mit entsprechenden Steuerungen der beiden Schweißanlagen zu einer beidseitig synchronen Schweißanlage zu koppeln.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. Sven Jüttner  
**Projektbearbeitung:** Martin Dieckmann  
**Förderer:** BMWi/AIF - 01.01.2018 - 30.04.2020

### **Entwicklungen und Untersuchungen von Qualitätskriterien beim Kurzzeitwiderstandsschweißen mit hoher Wärmestromdichte (AIF/IGF-Nr.: 19.878 BR)**

Das Widerstandsschweißen stellt ein sehr kosten- und energieeffizientes Schweißverfahren für den Dünoblechbereich dar, wie die weite Verbreitung u. a. in der Automobil- und Fahrzeugproduktion belegt. Bei der Optimierung von Schweißprozessen hinsichtlich reduzierten Wärmeeintrags durch sehr kurze Schweißzeiten mit entsprechend konzentrierter Energieeinbringung besteht die Herausforderung in der abschließenden Bewertung der Schweißverbindungen. Eine fehlende Schmelzlinse und eventuelle Spritzerbildung lassen eine Bewertung nach gängigen Regelwerken nicht zu, obwohl Verbindungen ohne und mit erkennbarer Schmelzlinse vergleichbare Festigkeiten und Bruchbilder zeigen. Im Rahmen des Forschungsprojektes werden gezielt Schweißverbindungen mit zuvor genanntem Eigenschaftsprofil erzeugt und analysiert. Der Fokus liegt hierbei auf Funktionselement-Blech-Verbindungen. Dabei werden für den Anwender erforderlichen Kenntnisse zum Prozessablauf, den werkstofflichen Beeinflussungen und den qualitativen Anforderungen an die Verbindungen erarbeitet. Die Innovation liegt in der wissenschaftlichen Beschreibung sehr kurzer Schweißprozesse und der Ausarbeitung von Qualitätskriterien für Schweißverbindungen ohne Schmelzlinse und eventueller Spritzbildung sowie Aussagen über deren Verbindungscharakteristik, um eine zukünftige Nutzung in der industriellen Praxis abzusichern

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. Sven Jüttner  
**Projektbearbeitung:** MSc Maximilian Wohner  
**Förderer:** BMWi/AIF - 01.01.2018 - 31.05.2020

### **Lokale Werkstoffbeeinflussung beim Formhärten zur Verbesserung der Fügbarkeit von Bauteilen aus 22MnB5 (AiF/IGF Nr. 19.797 BG)**

Um das Einsatzgebiet formgehärteter Bauteile zu erweitern ist eine prozesssichere Verbindungstechnik unerlässlich. Bisher werden ultrahochfeste Bauteile im Karosseriebau mit dem Verfahren des Widerstandspunktschweißens

mit anderen Komponenten verbunden. Insbesondere bei Mehrblechverbindungen treten dabei Herausforderungen auf, wie eine ungleichmäßige Schweißblinsenbildung mit fehlerhafter Anbindung. Ebenfalls können mechanische Fügeverfahren, wie das Stanznieten aufgrund der hohen Härte der formgehärteten Bauteile nur bei eingeschränkten Materialkombinationen oder einer Vorbehandlung des warmumgeformten Materials eingesetzt werden. Dazu wird häufig eine zweite Anlassbehandlung durchgeführt, um die Festigkeit des Werkstoffes nach dem Formhärten zu senken. Dies stellt allerdings einen zusätzlichen Verfahrensschritt dar, welcher die Prozesszeit verlängert sowie die Kosten erhöht.

Im Rahmen des Forschungsprojektes werden gezielt plastische Verformungen beim Formhärten des Vergütungsstahls (*22MnB5*) in der Fügezone eingebracht. Neben der lokalen Verringerung der Materialdicke, sollen so punktuell die Werkstoffeigenschaften beeinflusst werden, infolge einer deformationsinduzierten Ferritbildung. Zu diesem Zweck erfolgen am IFUM-Hannover die Untersuchungen zu dem Formhärten sowie der Konstruktion und Herstellung eines Umformwerkzeuges. Der Fokus der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg liegt auf der Erweiterung der Fügbarkeit von Materialkombinationen mit 22MnB5 durch das Widerstandspunktschweißen sowie dem Halbhohlstanzen. Hierzu sollen die Randbedingungen für die einzubringende Materialausdünnung aus der fügetechnischen Sicht ermittelt werden.

Ziel des Forschungsvorhabens soll es sein, eine Verbesserung der Fügbarkeit sowie der mechanischen Eigenschaften hinsichtlich des Widerstandspunktschweißens und Stanznietens von formgehärteten Mangan-Bor-Stählen zu erreichen. Abschließend soll durch ein Demonstratorwerkzeug die Herstellung von T-Profilen mit lokaler Werkstoffbeeinflussung im Fügebereich ermöglicht werden, um eine zukünftige Nutzung in der industriellen Praxis abzusichern.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. Sven Jüttner  
**Projektbearbeitung:** MSc Anastasiia Zvorykina  
**Förderer:** BMWi/AIF - 01.05.2018 - 31.10.2020

#### **Neuartige Füge-technologie zur Herstellung hybrider Bauteilstrukturen mit kurzem Flansch aus höchstfestem Stahl und Aluminium (AiF/IGF Nr. 20.164 BR)**

Für die Realisierung eines kostenattraktiven Leichtbaus für mobile Anwendungen im Dünoblechbereich wird ein Verfahren für Mischverbindungen aus hoch- und höchstfesten Stählen mit Aluminiumblechen entwickelt, bei dem einfache kostengünstige Fügeelemente und kurze Flansche <10 mm realisiert werden können und das auch unter unterschiedlichen Produktionsrandbedingungen flexibel anwendbar ist. Die Technologie basiert auf der Widerstandsschweißtechnik und stellt eine Alternative zu den für Werkstoffkombinationen üblichen mechanischen Fügeverfahren dar.

Die Fügeelemente werden aus Schweißdraht hergestellt und in einem ersten Prozessschritt auf dem Al-Blech angeschweißt. Sie bilden in der Verbindungsebene den Werkstoffübergang von Stahl auf Aluminium, ohne das intermetallische Phasen die Verbindungseigenschaften verschlechtern. Die Verbindungsbildung zum Stahlblech erfolgt durch einen sehr kurzen Schweißprozess >50 ms und bringt dabei so wenig Wärme ein, das zusätzliches Kleben möglich ist.

Die Verbindungseigenschaften werden an geeigneten Prüfkörpern ermittelt, wobei eine spezielle Mehrpunktprobe die komplexen Beanspruchungen im Produktionsprozess sowie im Betrieb nachbilden soll. Neben den Anwendern aus dem Bereich der Komponenten- und Zuliefererindustrie sollen Hersteller von Schweißanlagen von den Ergebnissen profitieren, welche ebenfalls größtenteils klein und mittelständig geprägt sind.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. Sven Jüttner  
**Projektbearbeitung:** M.Sc. Iwan Schischin  
**Förderer:** Land (Sachsen-Anhalt) - 01.01.2019 - 31.12.2021

#### **Kompetenzzentrum eMobility - Forschungsbereich Gesamtfahrzeug: Teilprojekt : Vergleich fügetechnischer Verfahren zur modularen Fertigung von E-Batterien**

Das Vorhaben Kompetenzzentrum eMobility greift die strukturbedingten Herausforderungen auf und entwickelt im Rahmen eines neu zu gründenden Kompetenzzentrums Lösungen in wichtigen Teilbereichen, welche die

Kooperation zwischen KMU und universitärer Forschung und Lehre deutlich stärken. Das Wissen kann direkt in die betroffene Zulieferindustrie überführt werden und dort dazu beitragen, den Strukturwandel erfolgreich zu managen und neue wirtschaftliche Chancen zu nutzen. Neben der primären Zielsetzung des Aufbaus und Transfers von Kern-Know-How steht vor allem die langfristige Verankerung gewonnener Erkenntnisse in beschäftigungswirksamen wirtschaftlichen Strukturen im Vordergrund.

Das IAF verantwortet innerhalb des Vorhabens das Teilprojekt Gesamtfahrzeug. Im Focus der Forschung steht der Einsatzes neuartiger Antriebssysteme unter Realbedingungen. Als strategischer Forschungsansatz, getragen durch eine der Nachhaltigkeit verpflichteten Entwicklungsanspruch, steht die Langlebigkeit und damit Instandsetzungsfähigkeit elektromobiler Gesamtsysteme, hierbei speziell der Elektrospeichersysteme. Hierbei konzentrieren sich die Arbeiten auf die Entwicklung und Erprobung einer wartungsfreundlichen Energiespeichertechnologie in Modulbauweise, neue, einfache Systemarchitekturen für Fahrzeugsteuerungen und die systemische Gestaltung von Spezialanwendungen rund um die Batteriekonfektionierung.

Im Teilprojekt "Vergleich fügetechnischer Verfahren zur modularen Fertigung von E-Batterien" getragen vom IWF und IMK steht folgendes Thema im Fokus:

Derzeitige Batteriesysteme sind gekennzeichnet von monolithischer Bauweise und einer Orientierung auf eine größtenteils stoffliche Verwertung nach begrenzten Lebensdauern. Das zu entwickelnde System soll einen modularen Aufbau besitzen und sich mit geringem Aufwand warten bzw. teilerneuern lassen. So lässt sich im Falle eines Kapazitätsverlustes oder gar dem Ausfall einer Batteriezelle ein gezielter Austausch von Modulen erreichen. Im Rahmen dieses Teilprojektes wird ein konstruktiver, fertigungstechnischer und montageorientierter Abgleich fügetechnischer Verfahren zur Fertigung einer wartungsfreundlichen E-Antriebsbatterie in Modulbauweise für die Serienfertigung durchgeführt. Neben dem Abgleich werden des Weiteren die Entwicklung und Prüfung exemplarischer Aufbauvarianten von Batteriemodulen unter Beachtung langlebiger Einsatzszenarien und Dauerhaltbarkeit werthaltiger E-Komponenten durchgeführt. Das Ziel dieses Teilprojektes ist die Konzeption einer langlebigen und wartungsfreundlichen Fahrtriebatterie in Modulbauweise unter der Beachtung einer zuverlässigen elektrischen Kontaktierung der Batteriezellen sowie einer crashsicheren Gehäusestruktur und eines aktiven Kühlkonzeptes.

Für den Demonstrations- und Transfercharakter des Gesamtvorhabens werden in Zusammenarbeit mit der sachsen-anhaltinischen Industrie Anwendungsszenarien in Technologieträger operationalisiert und konsequent weiterentwickelt und optimiert.

Die Arbeiten erfolgen innerhalb der institutsübergreifenden Forschergruppe für Elektromobilität Editha.

Leitung Kompetenzzentrum eMobility Forschungsbereich Gesamtfahrzeug: Dipl.-Ing. Gerd Wagenhaus

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. Sven Jüttner  
**Projektbearbeitung:** M.Sc. Olena Stamann  
**Förderer:** Land (Sachsen-Anhalt) - 01.01.2019 - 31.12.2021

#### **Kompetenzzentrum eMobility - Forschungsbereich Antriebsstrang: Teilprojekt Stückzahlabhängige Füge-technologien für Kupferleiter bei Leichtbau-Elektromaschinen**

Das Vorhaben Kompetenzzentrum eMobility greift strukturbedingte Herausforderungen der Elektromobilität auf und entwickelt im Rahmen eines neu zu gründenden Kompetenzzentrums Lösungen in wichtigen Teilbereichen, welche die Kooperation zwischen KMU und universitärer Forschung und Lehre deutlich stärken. Das Wissen kann direkt in die betroffene Zulieferindustrie überführt werden und dort dazu beitragen, den Strukturwandel erfolgreich zu managen und neue wirtschaftliche Chancen zu nutzen. Neben der primären Zielsetzung des Aufbaus und Transfers von Kern-Know-How steht vor allem die langfristige Verankerung gewonnener Erkenntnisse in beschäftigungswirksamen wirtschaftlichen Strukturen im Vordergrund.

Das Ziel des Teilprojektes ist die Herstellung und das Kleben von mäanderförmig vorgefertigten Phasen der Kupferleiter für Elektroantriebe mit Luftspaltwicklung, die möglichst flach unter geringen Fertigungstoleranzen auf den Eisenrückschluss appliziert werden. Abhängig von der Fertigungstechnologie der mäanderförmigen Kupferleiter und von bestehenden Betriebsanforderungen an die elektrische Maschine wie mechanische Festigkeit, Durchschlagfestigkeit, Alterungsbeständigkeit, wird ein geeignetes Befestigungsverfahren der Kupfermäander

auf dem Stator des Elektromotors konzipiert. Dabei liegen elektrische Leiter im Vergleich zum konventionellen Motorenbau nicht als einzelne Kupferdrähte, sondern als konfektionierbare Phasen-Leiter mit maßgeschneidertem Querschnitt vor. Von besonderer Bedeutung ist die Gestaltung einer isolierenden, temperaturbeständigen und wärmeleitenden Klebeverbindung mit hoch produktiven Klebstoffsystemen.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. Sven Jüttner  
**Projektbearbeitung:** Dipl.-Ing. Benjamin Schlosser  
**Kooperationen:** Mansfeld Anlagenbau und Umwelttechnik AG  
**Förderer:** EU - EFRE Sachsen-Anhalt - 01.05.2019 - 30.04.2021

### **System zum mechanisierten Metall-Schutzgas-Schweißen mit adaptiver Einbrand-Regelungs- und Überwachungs-Technologie (S-MAUT 4.0)**

Beim Lichtbogenschweißen von Blechstärken = 10 mm mittels MAG- oder UP-Verfahren sind nach dem Stand der Technik umfangreiche technologische Vorkehrungen zu treffen, um gerade bei großen Nahtlängen ein gleichmäßiges Durchschweißen der Wurzellage sicherzustellen. Das Ziel ist hierfür der Einsatz eines MSG-Hochleistungsprozesses in automatisierter Ausführung mit hoher Wirtschaftlichkeit. Dabei kommt es aber häufig zu Schweißfehlern, die durch aufwendige Nacharbeit beseitigt werden müssen. Daher werden derzeit viele Anwendungen noch manuell geschweißt, wobei der Schweißer den Prozess entsprechend regeln kann. Der Einsatz mechanisierter Verfahren zum Schweißen der Wurzellage ist nur durch den Einsatz aufwendiger Schmelzbadicherungen auf der Unterseite der Nähte möglich, die jedoch immer zu Lasten der Fertigungskosten gehen.

Die automatisierte wirtschaftliche Herstellung von schweren Stahlbaukomponenten erfordert eine wirksame Regelung der Schweißleistung zur Absicherung von homogener Einschweißtiefe und Nahtgeometrie. Eine besondere Herausforderung ist das Schweißen der Wurzellage. Das Spaltmaß zwischen den Bauteilhälften kann aufgrund der Toleranzen beim Materialzuschnitt nur begrenzt konstant gehalten werden. Zusätzlich kommt es durch den schweißbedingten Wärmeeintrag zu einem Verzug während des Schweißens. Daher muss die Lichtbogenleistung und damit die Streckenenergie in situ lokal und transient an die herstellungsbedingten geometrischen Toleranzen angepasst werden.

Das wissenschaftliche Ziel besteht in der Entwicklung eines sensorbasierten Regelsystems zur Realisierung eines automatisierten MSG-Hochleistungs-Schweißprozesses. Die Sensoren zur Geometrie- und Temperaturerkennung sind zwar einzeln in der Schweißtechnik im Einsatz, jedoch existieren keine kombinierten Regelsysteme. Die Herausforderung besteht im zeitlichen und örtlichen Abgleich und der Kombination der Sensorsignale zu einer auswertbaren Größe und einem daraus abgeleiteten Regelprozess.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. habil. Manja Krüger, Prof. Dr. Michael Scheffler, Dr. Iurii Bogomol  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.04.2020 - 31.03.2023

### **Kriechverhalten von gerichtet erstarrten Mo-Werkstoffen mit und ohne Beschichtung**

Mo-Hf-B und Mo-Zr-B als neuartige Refraktärmetall-Legierungen sind potenzielle Kandidaten für Turbinenanwendungen. Aufgrund der hohen Schmelzpunkte der Konstituenten wird hohe Kriechfestigkeit bis zu Temperaturen um 1.400 °C erwartet; derartig hohe Einsatztemperaturen könnten zu höherer Turbineneffizienz und niedrigerem Primärenergieeinsatz führen.

Vorteil der Herstellung über gerichtete Erstarrung mittels Zonenschmelzen ist eine niedrige Konzentration an Sauerstoffverunreinigungen (<50 ppm), was für die Vermeidung von Versprödung bei geringeren Temperaturen essenziell ist. Über Zonenschmelzen hergestellte Mo-Hf-B- und Mo-Zr-B-Legierungen sind faser- oder lamellenverstärkt mit homogener Mikrostruktur.

Ziel der Arbeiten ist es, einen Beitrag zur Qualifizierung dieser Legierungen als Hochtemperaturwerkstoffe zu leisten und das Hochtemperatur-Kriechverhalten unter Zugspannung und unter einsatznahen Bedingungen zu untersuchen; Kriechdaten unter Druckspannung, in inerter Atmosphäre liegen in der Literatur bereits vor. Dazu werden die experimentell orientierten Arbeiten in drei Bereiche unterteilt: i) Am Kiewer Polytechnischen Institut, KPI, werden Legierungen über ein dort entwickeltes Zonenschmelzverfahren gerichtet erstarrt hergestellt und dort sowie an der Otto-von-Guericke Universität Magdeburg, OVGU, hinsichtlich Phasenzusammensetzung und

Mikrostruktur charakterisiert. ii) An der OVGU werden Kriechversuche sowohl unter Inertgas als auch unter einsatznahen Bedingungen in Laboratmosphäre durchgeführt. Für die Charakterisierung unter einsatznahen Bedingungen ist der Schutz dieser Legierungen vor Oxidation notwendig; Molybdän oxidiert, das Trioxid verdampft und führt zur schnellen Werkstoffdegradation. Deshalb wird iii) eine Beschichtungsstrategie auf Basis eines partikelgefüllten präkeramischen Polymers entwickelt, um die Legierungen auch unter einsatznahen (oxidierenden) Bedingungen im Zug-Kriechversuch untersuchen zu können. Aus den Ergebnissen wird a) ein Model zum Kriechverhalten dieser neuartigen Werkstoffe und b) ein Modell zur Beschichtung für molybdänhaltige Refraktärmetall-Legierungen entwickelt.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. habil. Manja Krüger, Prof. Dr. Michael Scheffler, Dr. Iurii Bogomol  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) // Land Sachsen-Anhalt - 01.04.2020 - 31.03.2023

### **Kriechverhalten von gerichtet erstarrten Mo-Werkstoffen mit und ohne Beschichtung**

Mo-Hf-B und Mo-Zr-B als neuartige Refraktärmetall-Legierungen sind potenzielle Kandidaten für Turbinenanwendungen. Aufgrund der hohen Schmelzpunkte der Konstituenten wird hohe Kriechfestigkeit bis zu Temperaturen um 1.400 °C erwartet; derartig hohe Einsatztemperaturen könnten zu höherer Turbineneffizienz und niedrigerem Primärenergieeinsatz führen.

Vorteil der Herstellung über gerichtete Erstarrung mittels Zonenschmelzen ist eine niedrige Konzentration an Sauerstoffverunreinigungen (<50 ppm), was für die Vermeidung von Versprödung bei geringeren Temperaturen essenziell ist. Über Zonenschmelzen hergestellte Mo-Hf-B- und Mo-Zr-B-Legierungen sind faser- oder lamellenverstärkt mit homogener Mikrostruktur.

Ziel der Arbeiten ist es, einen Beitrag zur Qualifizierung dieser Legierungen als Hochtemperaturwerkstoffe zu leisten und das Hochtemperatur-Kriechverhalten unter Zugspannung und unter einsatznahen Bedingungen zu untersuchen; Kriechdaten unter Druckspannung, in inerter Atmosphäre liegen in der Literatur bereits vor. Dazu werden die experimentell orientierten Arbeiten in drei Bereiche unterteilt: i) Am Kiewer Polytechnischen Institut, KPI, werden Legierungen über ein dort entwickeltes Zonenschmelzverfahren gerichtet erstarrt hergestellt und dort sowie an der Otto-von-Guericke Universität Magdeburg, OVGU, hinsichtlich Phasenzusammensetzung und Mikrostruktur charakterisiert. ii) An der OVGU werden Kriechversuche sowohl unter Inertgas als auch unter einsatznahen Bedingungen in Laboratmosphäre durchgeführt. Für die Charakterisierung unter einsatznahen Bedingungen ist der Schutz dieser Legierungen vor Oxidation notwendig; Molybdän oxidiert, das Trioxid verdampft und führt zur schnellen Werkstoffdegradation. Deshalb wird iii) eine Beschichtungsstrategie auf Basis eines partikelgefüllten präkeramischen Polymers entwickelt, um die Legierungen auch unter einsatznahen (oxidierenden) Bedingungen im Zug-Kriechversuch untersuchen zu können. Aus den Ergebnissen wird a) ein Model zum Kriechverhalten dieser neuartigen Werkstoffe und b) ein Modell zur Beschichtung für molybdänhaltige Refraktärmetall-Legierungen entwickelt.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. habil. Manja Krüger  
**Kooperationen:** National Technical University of Ukraine Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute  
**Förderer:** Bund - 01.10.2020 - 30.09.2022

### **OPOS: Optimierte pulvermetallurgische Lösungen für metallische Hochtemperaturwerkstoffe**

Das Ziel des Vorhabens **OPOS** liegt im Ausbau der bestehenden Kooperationen zwischen der Arbeitsgruppe von Prof. Krüger der Otto-von-Guericke Universität Magdeburg und der Arbeitsgruppe von Priv.-Doz. Bogomol der Nationalen Technischen Universität der Ukraine "Igor Sikorsky KPI (Ukraine). Zusätzlich soll eine neue Kooperation mit der Arbeitsgruppe von Prof. Smyrnov aus derselben ukrainischen Universität initiiert werden. Die geplanten Maßnahmen sollen die Kooperationspartner in die Lage versetzen, auf der Basis gemeinsamer Forschungs- und Innovationstätigkeit ein multilaterales Konsortium zu bilden.

Das Ziel der wissenschaftlich-technischen Zusammenarbeit ist die Herstellung einer neuartigen Mo-Basis-Legierung für den Hochtemperaturbereich von Gasturbinen mit einem optimierten pulvermetallurgischen Herstellungsverfahren. Das angestrebte Eigenschaftsprofil von Mo-Basis-Legierungen wird dadurch erreicht,

dass die entwickelte Legierung eine feinkörnige Mikrostruktur mit einer plastisch verformbaren Matrixphase und hochfesten intermetallischen Einschlüssen aufweist.

---

**Projektleitung:** Dr. Georg Hasemann, Prof. Dr.-Ing. habil. Manja Krüger  
**Kooperationen:** University of Wisconsin-Madison, Prof. John Perepezko  
**Förderer:** Sonstige - 01.01.2020 - 30.06.2021

### **Oxidationsschutz für Vanadium und Vanadiumlegierungen durch Pulverpack-Beschichtung**

Vanadiumlegierungen haben aufgrund ihrer exzellenten mechanischen Eigenschaften das Potential, als zukünftige Strukturwerkstoffe eingesetzt zu werden. Bei erhöhten Temperaturen oxidieren Vanadiumwerkstoffe allerdings stark, wodurch deren Einsatzbereich aktuell auf typische Umgebungstemperaturen beschränkt ist.

In dem DFG-finanzierten Kooperationsprojekt "Oxidationsschutzschichten für Vanadiumwerkstoffe" (Projektnummer 39807701, Laufzeit bis 02/2019) wurden passende Oxidationsschutzschichten entwickelt. Diese wurden im Labor von Prof. J. Perepezko (University of Wisconsin-Madison, USA) mittels des speziellen Pulverpack-Verfahrens appliziert. Am IWF werden diese Schicht-Substrat-Verbunde eingehend mit verschiedenen mikroskopischen Methoden untersucht und deren Schutzwirkung überprüft.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. habil. Manja Krüger  
**Projektbearbeitung:** Janett Schmelzer  
**Kooperationen:** Fraunhofer-Institut für Lasertechnik, Aachen  
**Förderer:** Haushalt - 01.07.2020 - 30.06.2021

### **Additiv gefertigte partikelverstärkte Vanadiumlegierungen**

Mehrphasige Vanadiumlegierungen stehen wegen ihrer hervorragenden mechanischen Eigenschaften im Fokus der aktuellen Forschung an neuen Hochtemperaturwerkstoffen. Durch die Kombination der duktilen Vanadium-Mischkristallphase mit hochfesten intermetallischen oder intermediären Phasen wird ein Werkstoff mit optimierten Eigenschaften entwickelt.

Im Projekt Lextra (<https://forschung-sachsen-anhalt.de/project/lextra-laserbasierte-additive-fertigung-20506>) wurden erstmals verschiedene Vanadiumwerkstoffe mittels des additiven Fertigungsverfahrens DED (Direct Energy Deposition) zu kompakten Probekörpern verarbeitet.

Mittels DED wurden am ILT Aachen Oxidpartikel in mehrphasige Vanadiumwerkstoffe eingebracht, um die mechanischen Eigenschaften zu optimieren. Die Forschungsaufgabe besteht darin, an der OVGU die neuen Werkstoffe bezüglich der homogenen Verteilung der Partikel im Gefüge zu untersuchen und deren Wirkungsweise zu beschreiben. Die festigkeitssteigernde Wirkung der eingebrachten Partikel wird im Vergleich zu einem partikelfreien Referenzwerkstoff quantitativ ausgewertet.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Michael Scheffler, Dr.-Ing. Iryna Smokovych, Prof. Dr.-Ing. habil. Manja Krüger  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.07.2016 - 30.11.2020

### **Polymerabgeleitete keramische Schutzschichten**

Ziel dieses Projektes ist die Entwicklung eines Beschichtungssystems zum Aufbau komplexer Funktionen für den effektiven Bauteilschutz von Mo-Si-B-Legierungen; dieses System besteht aus einem sauerstofffreien präkeramischen Polymer vom Polysilazantyp, das sich an Luft verarbeiten und mit keramischen und/oder metallischen Partikeln füllen lässt. Die Füllstoffe haben drei Funktionen: die Erhöhung der Schichtdicke im Vergleich zum ungefüllten Beschichtungssystem; die Reduzierung der durch den Übergang vom Polymer

zur Keramik bedingten Schwindung des Schichtwerkstoffs und die Bildung neuer Phasen durch Reaktion zwischen präkeramischem Polymer, Füllstoff und Komponente(n) und der Serviceatmosphäre, die eine mögliche Volumenänderung durch abrasive/oxidative Prozesse an der (beschichteten) Bauteiloberfläche kompensieren sollen (Volumenausdehnung der Füllstoffe bei Aufnahme von Sauerstoff). Phasenanalyse, -zusammensetzung und -zustand werden mittels Röntgendiffraktometrie erfasst (XRD; bei Vorliegen nennenswerter Anteile kristalliner Phasen werden Rietveld-Analysen durchgeführt).

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. habil. Manja Krüger, Prof. Dr. Michael Scheffler  
**Projektbearbeitung:** Dr.-Ing. Iryna Smokovych  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.12.2018 - 01.12.2020

### **Aktive Oxidationsschutzschichten für Mo-Si-B-Hochtemperaturwerkstoffe**

Ziel dieses Projektes ist die Entwicklung eines Beschichtungssystems zum Aufbau komplexer Funktionen für den effektiven Bauteilschutz von Mo-Si-B-Legierungen; dieses System besteht aus einem sauerstofffreien präkeramischem Polymer vom Polysilazantyp, das sich an Luft verarbeiten und mit keramischen und/oder metallischen Partikeln füllen lässt. Die Füllstoffe haben drei Funktionen: die Erhöhung der Schichtdicke im Vergleich zum ungefüllten Beschichtungssystem; die Reduzierung der durch den Übergang vom Polymer zur Keramik bedingten Schwindung des Schichtwerkstoffs und die Bildung neuer Phasen durch Reaktion zwischen präkeramischem Polymer, Füllstoff und Komponente(n) und der Serviceatmosphäre, die eine mögliche Volumenänderung durch abrasive/oxidative Prozesse an der (beschichteten) Bauteiloberfläche kompensieren sollen (Volumenausdehnung der Füllstoffe bei Aufnahme von Sauerstoff). Phasenanalyse, -zusammensetzung und -zustand werden mittels Röntgendiffraktometrie erfasst (XRD; bei Vorliegen nennenswerter Anteile kristalliner Phasen werden Rietveld-Analysen durchgeführt).

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. habil. Manja Krüger  
**Projektbearbeitung:** Dr. rer. nat. Rachid Stefan Touzani  
**Kooperationen:** National Technical University of Ukraine Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute; Prof. Dr. rer. nat. Michael Scheffler, OVGU  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.03.2020 - 28.02.2023

### **HTMA-DS Mo: Kriechverhalten von gerichtet erstarrten mehrphasigen Mo-Legierungen mit und ohne Beschichtung**

Mo-Hf-B und Mo-Zr-B als neuartige Refraktärmetall-Legierungen sind potenzielle Kandidaten für Turbinenanwendungen. Aufgrund der hohen Schmelzpunkte der Konstituenten wird hohe Kriechfestigkeit bis zu Temperaturen um 1.400 °C erwartet; derartig hohe Einsatztemperaturen könnten zu höherer Turbineneffizienz und niedrigerem Primärenergieeinsatz führen. Vorteil der Herstellung über gerichtete Erstarrung mittels Zonenschmelzen ist eine niedrige Konzentration an Sauerstoffverunreinigungen (<50 ppm), was für die Vermeidung von Versprödung bei geringeren Temperaturen essenziell ist. Über Zonenschmelzen hergestellte Mo-Hf-B- und Mo-Zr-B-Legierungen weisen anisotrope Gefüge auf.

Ziel der Arbeiten ist es, einen Beitrag zur Qualifizierung dieser Legierungen als Hochtemperaturwerkstoffe zu leisten und das Hochtemperatur-Kriechverhalten unter Zugspannung und unter einsatznahen Bedingungen zu untersuchen; Kriechdaten unter Druckspannung, in inerte Atmosphäre liegen in der Literatur bereits vor. Dazu werden die experimentell orientierten Arbeiten in drei Bereiche unterteilt: i) Am Kiewer Polytechnischen Institut, KPI, werden Legierungen über ein dort entwickeltes Zonenschmelzverfahren gerichtet erstarrt hergestellt und dort sowie an der Otto-von-Guericke Universität Magdeburg, OVGU, hinsichtlich Phasenzusammensetzung und Mikrostruktur charakterisiert. ii) An der OVGU werden Kriechversuche sowohl unter Inertgas als auch unter einsatznahen Bedingungen in Laboratmosphäre durchgeführt. Für die Charakterisierung unter einsatznahen Bedingungen ist der Schutz dieser Legierungen vor Oxidation notwendig; Molybdän oxidiert, das Trioxid verdampft und führt zur schnellen Werkstoffdegradation. Deshalb wird iii) eine Beschichtungsstrategie auf Basis eines partikelgefüllten präkeramischem Polymers entwickelt, um die Legierungen auch unter einsatznahen (oxidierenden) Bedingungen im Zug-Kriechversuch untersuchen zu können. Aus den Ergebnissen wird a) ein Modell zum Kriechverhalten dieser neuartigen Werkstoffe und b) ein Modell zur Beschichtung für molybdänhaltige

Refraktärmetall-Legierungen entwickelt.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. habil. Manja Krüger  
**Projektbearbeitung:** M.Sc. Maximilian Regenberg  
**Förderer:** Land (Sachsen-Anhalt) - 01.01.2020 - 31.12.2022

### **Refraktärmetallbasierte Hochentropielegierungen mit beachtenswerten mechanischen Eigenschaften**

Die sogenannten High Entropy Alloys (HEAs; dt. Hochentropielegierungen) oder auch Compositionally Complex Alloys (CCAs) stellen eine neue attraktive Werkstoffklasse dar, welche vielversprechende mechanische, physikalische und chemische Eigenschaften aufweisen. Sie bestehen im Gegensatz zu den konventionellen Legierungen auf der Basis eines bestimmten Metalls aus mindestens 5 verschiedenen Elementen in etwa gleichen atomaren Anteilen. Solche Legierungen haben beachtenswerte Eigenschaftenprofile, die sich deutlich von denen der jeweiligen Ausgangskomponenten unterscheiden. Als besonders interessant erscheinen refraktärmetallbasierte HEAs, sie bestehen typischerweise aus Komponenten mit Schmelztemperaturen jenseits von 2000°C. Diese refraktärmetallbasierten HEAs sind neue vielversprechende Werkstoffkandidaten für Hochtemperatur-Strukturwerkstoffe in verschiedenen Bereichen der Energietechnik, z.B. als Gasturbinenschaufel oder Solarreceiver. Darüber hinaus sind aber auch potentielle Anwendungen in der Medizintechnik aufgrund ihrer guten Biokompatibilität denkbar.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. habil. Manja Krüger  
**Projektbearbeitung:** Dr. rer. nat. Rachid Stefan Touzani  
**Förderer:** Sonstige - 01.10.2019 - 31.03.2022

### **Dichtefunktionaltheoretische Rechnungen an metallischen und intermetallischen Verbindungen**

Viele Fragestellungen im Bereich der metallischen und intermetallischen Verbindungen können mit Hilfe der Dichtefunktionaltheorie (DFT) untersucht werden. Neben der Vorhersage der Kristallstruktur, können auch Lagepräferenzen innerhalb intermetallischer Verbindungen wie Boride und Silizide u.a. mit chemischer Bindungsanalyse untersucht und erklärt werden. Die Untersuchung der elektronischen und phononischen Eigenschaften spielt ebenfalls eine wichtige Rolle bei der Beurteilung der Stabilität einer metallischen und intermetallischen Verbindung. Ein weiteres Forschungsgebiet ist das Erstellen von qualitativen Existenzbereichen von Matrix-, Nebenphasen und Ausscheidungen in Abhängigkeit der Temperatur und/oder des Drucks mit Hilfe von voraussetzungsfreien thermodynamischen Rechnungen. Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die Vorhersage der mechanischen Eigenschaften wie der elastischen Moduln und Härte. Dichtefunktionaltheorie ist die Methode der Wahl für metallische und intermetallische Verbindungen, auf Grund ihrer hohen Genauigkeit und Geschwindigkeit in Bezug auf ihre Ergebnisse.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. habil. Manja Krüger  
**Projektbearbeitung:** M.Sc. Olha Kauss  
**Kooperationen:** apl. Prof. K. Naumenko, IFME, OVGU  
**Förderer:** Land (Sachsen-Anhalt) - 01.07.2016 - 30.06.2020

### **Verformungsverhalten und Lebensdauerberechnungen von Turbinenschaufeln aus Nickel- und Molybdänlegierungen**

Im Rahmen des Promotionsvorhabens soll die Herleitung eines Materialermüdungsmodells zur Lebensdauerprognose in Kooperation mit dem Institut für Mechanik (apl. Prof. Naumenko) erfolgen. Grundlegend dafür ist es, die mechanischen Eigenschaften von aktuellen Nickelbasiswerkstoffen und neuen Molybdänbasiswerkstoffen im potentiellen Anwendungstemperaturbereich der Turbine zu ermitteln. Das Modell soll auf ausgewählte Schaufelgeometrien angewandt werden.

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. habil. Manja Krüger  
**Projektbearbeitung:** Janett Schmelzer  
**Kooperationen:** NANOVAL GmbH & Co. KG, Berlin; Institut für Korrosions- und Schadensanalyse, Magdeburg; Fraunhofer-Institut für Lasertechnik, Aachen; Dr. Kochanek Entwicklungsgesellschaft, Neustadt a.d. Weinstraße; Siemens AG, Berlin; citim Oerlikon  
**Förderer:** Bund - 01.02.2017 - 30.06.2020

### **LextrA - Laserbasierte additive Fertigung von Bauteilen für extreme Anforderungen aus innovativen intermetallischen Werkstoffen**

Innovative Werkstoffe können einen signifikanten Beitrag zur Steigerung der Ressourcen- und Energieeffizienz in industriellen Prozessen leisten. Ihrem Einsatz sind allerdings häufig Grenzen durch die Fertigungstechnik gesetzt. Dies gilt insbesondere für hochschmelzende und/oder spröde Werkstoffe, beispielsweise intermetallische Werkstoffe, aus denen mit konventionellen Verfahren wie Gießen und Schmieden Bauteile entweder gar nicht oder nur mit großem Aufwand gefertigt werden können.

Additive Fertigungsverfahren wie das Pulverbett-basierte Selective Laser Melting (SLM) und das Pulverdüse-basierte Laser Metal Deposition (LMD) bieten hier einzigartige neue Möglichkeiten einer endkonturnahen Fertigung mit gezielter Einstellung feinkörniger Mikrostrukturen oder auch chemisch gradiertes Werkstoffe. Ziel des Vorhabens ist die Qualifizierung von intermetallischen Werkstoffen auf Basis von Eisen-Aluminium-, Molybdän-Silizium- und Vanadium-Silizium-Legierungen für extreme Anforderungen (Temperatur, Verschleiß, Korrosion) mittels additiver Fertigungsverfahren voranzutreiben. In einer iterativen Vorgehensweise werden die Verfahrensparameter zur Herstellung defektfreier Volumenkörper mit den gewünschten Eigenschaften angepasst. Das Teilprojekt an der OVGU beschäftigt sich mit der Legierungsauswahl, der Analyse der vorlegierten Pulver und der Charakterisierung der additiv gefertigten Probekörper hinsichtlich der Gefüge-Eigenschafts-Zusammenhänge.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. habil. Manja Krüger  
**Projektbearbeitung:** Janett Schmelzer, Dr. rer. nat. Caren Gatzert  
**Kooperationen:** Prof. Dr. rer. nat. Michael Scheffler, OVGU; Forschungszentrum Jülich GmbH  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.07.2016 - 31.05.2021

### **Aktive Oxidationsschutzschichten für Mo-Si-B-Hochtemperaturwerkstoffe**

Hochtemperaturfeste Mo-Si-B-Werkstoffe werden als geeignete Substituenten für Nickelbasiswerkstoffe intensiv untersucht. Ein bislang ungelöstes Problem dieser Werkstoffe ist ihr Oxidationsverhalten. Vor allem die Mo-Mischkristallphase oxidiert in Abhängigkeit von der Temperatur katastrophal unter Bildung eines volatilen Mo-Oxids. Mit bisher bekannten Schutzschichtsystemen konnte dieses Problem bislang nicht zufriedenstellend gelöst werden. Ziel des Projekts ist daher die Entwicklung eines neuartigen, aktiven Schutzsystems auf Basis füllstoffhaltiger präkeramischer Polymere mit hoher Sauerstoffaufnahmekapazität in Kombination mit dem Hemmen der Sauerstoffdiffusion in Kooperation mit Prof. M. Scheffler (Lehrstuhl Nichtmetallische Werkstoffe).

Am Lehrstuhl von Prof. Krüger werden dazu geeignete aktive Füllstoffpartikel hergestellt, die anschließend über einen Schlicker mittels eines Tauchbeschichtungsprozesses auf die Substratmaterialien aufgetragen werden. Oxidationsuntersuchungen bei unterschiedlichen Temperaturen mit anschließender Analyse der Schicht bzw. der Schicht-Substrat-Grenzfläche sollen zeigen, inwieweit das Oxidationsverhalten des Substrates durch die neuen Beschichtungssysteme beeinflusst wird.

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. habil. Manja Krüger  
**Projektbearbeitung:** M.Sc. Christopher Müller  
**Kooperationen:** Forschungszentrum Jülich GmbH; MEMoRIAL-M2.4 — In-situ SEM methods to improve implant materials, Karsten Harnisch; MEMoRIAL-M2.2 — Characterisation and simulation-based development of Engineering Materials, Rostyslav Nizinkovskyi  
**Förderer:** EU - ESF Sachsen-Anhalt - 01.08.2017 - 31.07.2021

#### **MEMoRIAL-M2.1 — Optimisation of novel vanadium-based high temperature materials**

The main objective of this PhD project is the **optimisation** of novel vanadium-based high temperature materials. In terms of the **mechanical properties** the aim is to balance **high temperature strength** and **creep resistance** while satisfying **ductility at ambient temperatures**. Based on fundamentals from the field of physical metallurgy and materials science, **alloying concepts** should be developed. The project will include ingot and **powder metallurgical processing, microstructural analyses, and mechanical testing** at different temperatures.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. habil. Manja Krüger  
**Projektbearbeitung:** M.Sc. Rostyslav Nizinkovskyi  
**Kooperationen:** Forschungszentrum Jülich GmbH; National Technical University of Ukraine/"Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"; MEMoRIAL-M2.1 — Optimisation of novel vanadium-based high temperature materials, Christopher Müller  
**Förderer:** EU - ESF Sachsen-Anhalt - 01.08.2018 - 30.04.2022

#### **MEMoRIAL-M2.2 — Characterisation and simulation-based development of Engineering Materials**

The sub-project is related to **Engineering Materials** to be used in a **wide temperature range** and under **complex mechanical loading**. The project will focus on the microstructure/properties relationship of **single and multi-phase metallic materials**. Theoretical considerations of microstructure evolution or phase stability/transition will be done by Phase-Field Simulation and/or DFT, MD, or other nanoscale-related numerical methods. **Mechanical properties** will be determined from (micro and nano) indentation, bending, compression as well as creep tests.

A simulation-supported approach shall be used to develop further these materials.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. habil. Manja Krüger  
**Projektbearbeitung:** M.Sc. Olha Kauss, Dr.-Ing. Volodymyr Bolbut  
**Kooperationen:** National Technical University of Ukraine Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute  
**Förderer:** Haushalt - 01.01.2017 - 31.12.2020

#### **Neue Hochtemperaturwerkstoffe und deren Eigenschaften - eine Kooperation mit der Nationalen Technischen Universität der Ukraine in Kiew**

Im Rahmen der Kooperation mit der Arbeitsgruppe "High Temperature Materials and Powder Metallurgy" der Nationalen Technischen Universität der Ukraine "KPI in Kiew werden komplex aufgebaute, hochschmelzende Werkstoffe entwickelt. Diese werden entweder über pulvermetallurgische Prozesse oder über einen tiegelfreien Zonenschmelzprozess hergestellt. Die neuen Werkstoffe werden an der OVGU hinsichtlich ihrer mikrostrukturellen Besonderheiten untersucht und bei hohen Temperaturen geprüft.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. habil. Manja Krüger  
**Kooperationen:** Forschungszentrum Jülich GmbH; Universität Siegen, Frau Dr.Ing. habil. Bronislava Gorr; OVGU, Dr.-Ing. Georg Hasemann  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.04.2019 - 31.03.2022

### **Entwicklung und Charakterisierung von eutektischen V-Si-B-Legierungen mit verbesserten spezifischen mechanischen Eigenschaften für Hochtemperaturanwendungen**

Nickelbasis-Superlegierungen sind aktuell die Materialklasse der Wahl für Hochtemperaturanwendungen im Turbinenbau. Vanadium-Silizid-Werkstoffe stellen eine potentielle Alternative dar, insbesondere aufgrund ihrer hervorragenden spezifischen mechanischen Eigenschaften. So bestehen beispielsweise V-Si-B-Legierungen aus dem vanadium-reichen Bereich des Dreistoffsystems aus einem duktilen Vanadium-Mischkristall (V-Mk) und den beiden intermetallischen Phasen  $V_3Si$  und  $V_5SiB_2$ . Dieses bislang nur wenig erforschte Legierungssystem birgt jedoch in Hinblick auf die Mikrostruktur einige erstaunliche Gemeinsamkeiten zum gut untersuchten Nachbarsystem Mo-Si-B. So konnten in ersten Vorversuchen an V-Si-B-Legierungen deutlich bessere spezifische Druckfestigkeiten im Temperaturbereich von 600 °C bis 900 °C gegenüber Ni-Basislegierungen erzielt werden. Jedoch ist der Mechanismus der Phasentstehung sowie die Korrelation der Mikrostruktur-Eigenschaftsbeziehungen noch vollkommen unerforscht. Das primäre Ziel dieses Vorhabens ist die Entwicklung neuartiger V-Si-B-Legierungen für Hochtemperaturanwendungen. Hierbei wird die Entwicklung ternär-eutektischer Legierungen angestrebt. In einer Reihe von V-reichen binären und ternären Versuchslegierungen wird die Phasenbildung und -stabilität von der Schmelze bis zum homogenisierten Gefüge erforscht.

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. habil. Manja Krüger  
**Projektbearbeitung:** Dr.-Ing. Julia Becker  
**Förderer:** Haushalt - 01.10.2019 - 30.09.2022

### **Neue Legierungsstrategien für Mo-basierte Hochtemperaturwerkstoffe**

Hinsichtlich der Schonung von Ressourcen und der Verringerung von Umweltbelastungen ist die Steigerung des Wirkungsgrades von Turbinen im Kraftwerks- und Triebwerksbereich ein an Bedeutung zunehmender Forschungsschwerpunkt. Insbesondere ternäre Mo-Si-B Legierungen, deren Gefüge möglichst aus einer kontinuierlichen Mo-Mischkristallmatrix mit homogen verteilten intermetallischen Phasen bestehen, bieten eine ausgewogene Kombination der Hoch- und Raumtemperatureigenschaften. Jedoch stellt die verhältnismäßig hohe Dichte ( $>9 \text{ g/cm}^3$ ) dieser Legierungsklasse einen entscheidenden Nachteil bei der potentiellen Anwendung als Turbinenschaufel dar.

Ziel soll es sein, die Dichte dieser ternären Legierungen mit Hilfe von geeigneten Legierungsstrategien auf Werte unter  $8 \text{ g/cm}^3$  zu reduzieren, um die Konkurrenzfähigkeit dieser Werkstoffe zu erhöhen. Die Herausforderung besteht insbesondere darin, dass die wichtigen mechanischen Eigenschaften, wie die Risszähigkeit bei vergleichsweise tiefen Temperaturen und die Kriechbeständigkeit bei Temperaturen oberhalb von 1000°C nicht wesentlich beeinträchtigt werden.

**Projektleitung:** Dr. Georg Hasemann, Prof. Dr.-Ing. habil. Manja Krüger  
**Kooperationen:** Tohoku University  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.10.2019 - 31.03.2022

### **Ermittlung von Phasengleichgewichten von V-Si-B-Cr-Legierungen bei hohen Temperaturen**

In Kooperation mit Prof. K. Yoshimi von der Tohoku University in Sendai, Japan, werden vanadiumbasierte Hochtemperaturwerkstoffe hergestellt und untersucht. Die Auswahl der Werkstoffe erfolgt auf Basis thermodynamischer Phasengleichgewichte. Die Herstellung erfolgt über ein schmelzmetallurgisches Verfahren mit anschließender Wärmebehandlung. Im Rahmen von gegenseitigen Besuchen werden Ergebnisse diskutiert und die Legierungsentwicklung weiter optimiert.

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. habil. Gerhard Mook  
**Projektbearbeitung:** Dipl.-Ing. Yury Simonin  
**Förderer:** EU - EFRE Sachsen-Anhalt - 01.10.2017 - 30.09.2020

### **Alternative Sensoren für die Naht- und Kantenverfolgung für automatische Schweißprozesse im Schienenfahrzeugbau**

Bei der Fertigung von Wagenkästen für den Schienenfahrzeugbau, vom Hochgeschwindigkeitszug im Fernverkehr bis zu S- und U-Bahnen im Nahverkehr, hat es in den letzten Jahren erhebliche Veränderungen in den Konstruktionen, in den eingesetzten Werkstoffen und daraus resultierend auch bei den zum Zusammenbau eingesetzten Fügeverfahren gegeben. Das Ziel dabei besteht darin, das Gewicht der Wagenkästen zu verringern und gleichzeitig die Qualität zu erhöhen.

Zunehmend werden deshalb innovative, hochqualitative, energieeffiziente und schnelle Schweißverfahren eingesetzt. Hierzu gehören zunehmend das Laserstrahl- und das Plasmaschweißen, wodurch sich die Anforderungen an die Schweißanlagen in Bezug auf die Genauigkeit der Prozessführung und an die integrierte Mess- und Steuerungstechnik gravierend erhöhen. Erst der Einsatz dieser Schweißverfahren ermöglicht auch Verbindungen der Blechstrukturen im Stumpfstoß ohne Überlappung, die mit dem Laserstrahlschweißen ohne Zusatzwerkstoff verschweißt werden können.

Um diese Schweißprozesse auch unter diesen Voraussetzungen automatisiert einsetzen zu können, ist eine exakte Verfolgung der Schweißnaht mit einer Genauigkeit von wenigen Zehntelmillimetern notwendig. Da die Bleche aber beim Stumpfstoß versatzfrei und ohne einen erkennbaren Höhenversatz zu verschweißen sind, können die bisher eingesetzten Lichtschnittsensoren einen Nahtverlauf nicht erkennen.

Das Ziel besteht in der Entwicklung alternativer Sensoren zur Nahtverfolgung.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Michael Scheffler, Dr. Ulf Betke  
**Förderer:** Haushalt - 01.01.2019 - 31.12.2021

### **Sinterverhalten keramischer Replika-Schäume**

Zellulare Keramiken haben in der metallverarbeitenden Industrie eine große Bedeutung als Filtermedium für Metallschmelzen in Gießereiprozessen. Stand der Technik für die Herstellung dieser keramischen Schäume ist das Schwartzwalder- oder auch Replika-Verfahren. Grundlage ist die Aufbringung einer keramischen Dispersion auf ein Polymerschäumtemplat, gefolgt vom Ausbrennen des Templats und dem Sintern des Grünkörpers. Die resultierenden keramischen Schäume sind charakterisiert durch Hohlräume im Stegmaterial, die aus dem Ausbrand der Templatstruktur herrühren sowie Längsrisse in den Stegen resultierend aus der unvollständigen Beschichtung des Templats. Diese Hohlräume und Risse bieten einerseits das Potential zur Funktionalisierung der zellularen Keramik, beispielsweise durch Beladung mit aktiven Spezies, limitieren andererseits aber auch die mechanische Stabilität der Struktur.

Für die Entstehung der Risse im Stegmaterial existieren vereinzelte, qualitative Beschreibungen in der Literatur, die Faktoren wie die Benetzung des Polymertemplats sowie die thermische Ausdehnung und Gasentwicklung während des Templatausbrandes berücksichtigen. Eine systematische Untersuchung der Effekte, die auch die Schwindung des Stegmaterials beinhaltet, fehlt jedoch.

Das Ziel des Vorhabens ist die Untersuchung der Hohlstegstruktur - einerseits in vereinfachten Modellsystemen, andererseits in zellularen Strukturen - als Funktion der Sintertemperatur. Als Modellsystem finden Polymerstäbchen mit unterschiedlichem Querschnittsprofil Verwendung, welche sich über die Tauchbeschichtung sehr definiert mit keramischer Dispersion beschichten lassen. Modellwerkstoffe sind gängige Ingenieurskeramiken wie Alumina oder Zirconia. Die Untersuchung der Proben - Modellstege wie auch zellulare Keramiken - erfolgt in erster Linie über die Mikro-Computertomographie. Diese Methode erlaubt die präzise Analyse von Materialstärke und Hohlräumen in den untersuchten Strukturen. Abschließendes Ziel des Vorhabens ist ein Modell, mit dessen Hilfe sich das Hohlstegvolumen einerseits, und die Häufigkeit und Dimension der Längsrisse im Stegmaterial andererseits, als Funktion der Sintertemperatur für ein keramisches Material bekannter Schwindung vorhersagen lässt. Dies erlaubt die Prozessoptimierung für die Herstellung von Replika-Schäumen - sowohl im Hinblick auf eine Festigkeitsverbesserung (Vermeidung von Rissen), als auch im Hinblick auf eine Hohlstegfunktionalisierung (Kontrolle der Hohlstegzugänglichkeit).

**Projektleitung:** Prof. Dr. Michael Scheffler, Dr. Ulf Betke  
**Förderer:** Haushalt - 01.01.2019 - 31.12.2021

### Zellulare Keramiken aus Materialien mit adamantanoider Kristallstruktur

Adamantanartige Verbindungen beinhalten Materialien, deren Kristallstruktur sich vom Adamantgrundkörper, bzw. der Struktur von Diamant ableiten lässt. Beispiele sind Keramiken wie SiC, AlN aber auch ZnO, die alle in der Wurtz-Struktur, dem Diamantgitter für binäre Verbindungen, kristallisieren. Der Grundaufbau beinhaltet eine tetraedrische Umgebung, sowohl für Kationen, als auch Anionen. Aufgrund des einfachen Aufbaus weisen die adamantanartigen Verbindungen eine gute Phononenleitfähigkeit und daraus hervorgehend eine gute Wärmeleitfähigkeit auf. Aufgrund der großen kovalenten Bindungsanteile sind für das Sintern dieser Verbindungen üblicherweise hohe Temperaturen und/oder Sinterhilfsstoffe notwendig. Zellulare Keramiken wurden ausgehend von diesen Materialien - mit Ausnahme von SiC - bisher kaum hergestellt.

Ziel des Vorhabens ist die Herstellung und Charakterisierung von zellularen Keramiken - in erster Linie aus den adamantanartigen Verbindungen AlN und ZnO. Dies beinhaltet die Entwicklung geeigneter Dispersionen für die Anwendung des Schwarzwälder-Verfahrens sowie die Auswahl geeigneter Sinteradditive und Sinterbedingungen. Die erhaltenen Schäume sollen dann in Hinblick auf ihre Mikrostruktur und Eigenschaften (Wärmeleitfähigkeit, mechanische Eigenschaften) charakterisiert werden.

Aufgrund der komplexen Zusammensetzung des keramischen Rohmaterials (Grundwerkstoff + Sinterhilfen) tritt häufig die Bildung diverser Sekundärphasen, beispielsweise Y-Al-O-Verbindungen im System AlN-Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, auf. Diese Sekundärphasen beeinflussen die Eigenschaften des Grundmaterials maßgeblich. Die Phasenentwicklung im System AlN-Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ist gut untersucht, während für das System ZnO-Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub> häufig Phasen unbekannter Struktur auftreten. Daher bildet die Untersuchung der Phasenzusammensetzung im keramischen Stegmaterial der hergestellten Schäume mittels der Methode der Pulverdiffraktometrie einen Schwerpunkt aus. Dies beinhaltet auch die strukturelle Charakterisierung unbekannter Phasen - sofern rein darstellbar - anhand erhaltener Daten aus der Pulverröntgenbeugung.

**Projektleitung:** Prof. Dr. Michael Scheffler  
**Projektbearbeitung:** M.Phys. Alina Sutygina  
**Kooperationen:** MEMoRIAL-M2.5 — Preparation and characterisation of ceramic foams, Kathleen Dammler  
**Förderer:** EU - ESF Sachsen-Anhalt - 01.01.2018 - 31.12.2021

### Preparation and characterisation of cellular metals (MEMoRIAL-M2.6)

Due to their outstanding properties **metallic cellular structures** have increasingly come into focus of research and development. A great number of potential applications has yet been addressed, not least including the utilisation for the purpose of **structural support** as well as applications in the fields of **light-weight construction** or **biomedicine**.

However, the **specific surface area** of those structures is commonly too small. Moreover, cellular structures may cause **mechanical instabilities** of materials if critical heights or diameters are exceeded. To bridge this gap, novel manufacturing strategies have to be developed and transferred to common materials.

**The objective of this sub-project** is to develop a novel processing route in order to produce **mechanically stable, high-surface area cellular metals**. The development of "**process-microstructure-properties**" **relations** is essential for the understanding of the material's behaviour.

**Solid state microstructure and mechanical characterisation, non-destructive and application-related testing**, as well as collaborations with our partners of the **materials simulation** group make up integral parts of this sub-project.

**Projektleitung:** Dr.-Ing. Volodymyr Taran, Prof. Dr. Michael Scheffler  
**Förderer:** BMWi/AIF - 01.01.2018 - 30.04.2021

**Entwicklung einer neuen Brennkammer für emissionsarme Hochtemperatur-Pelletverbrennungsanlagen aus einem neuen keramischen SiC-basierten Verbundwerkstoff sowie einer neuen Technologie zur Fertigung dieses Verbundwerkstoffes**

Der Einsatz nachwachsender Rohstoffe zur Erzeugung von Energie und Wärme gewinnt auch durch die zwingend notwendige Reduzierung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes zunehmend an Bedeutung. Insbesondere der Bereich der Energie-gewinnung aus Biomasse u.a. durch die Pelletverbrennung verzeichnet große Wachstumsraten. Die gegenwärtige breite Anwendung der Biomasse zur Energieerzeugung durch Niedrigtemperaturverbrennung beinhaltet wesentliche Nachteile wie die Entstehung von CO, Dioxine und toxische Bestandteilen. Fehlende Möglichkeiten einer gesteuerten Verbrennung bei hohen Temperaturen verhindern bisher energieeffiziente Anlagen.

Projektziel ist die Entwicklung einer neuen Brennkammer für emissionsarme Hochtemperatur-Pelletverbrennungsanlagen aus einem neuen keramischen SiC-basierten Verbundwerkstoff sowie einer neuen Technologie zur Fertigung dieses Verbundwerkstoffes. Bei einer dynamisch gesteuerten Hochtemperaturverbrennung oberhalb von 1.350 °C in neu entwickelten Brennkammern ist damit eine schadstoffarme Verbrennung mit hohem Wirkungsgrad möglich. Der Materialpreis für SiC-basierte Erzeugnisse soll um 50 % sinken, die Wärmeleitfähigkeit der Brennkammern um mind. 300 % erhöht werden.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Michael Scheffler  
**Projektbearbeitung:** M.Sc. Karsten Harnisch, M.Sc. Kathleen Dammler  
**Kooperationen:** Prof. Dr. Dirk Enke, Universität Leipzig; MEMoRIAL-M2.3 — Evaluation of force contributions to the damage evolution and failure analysis of metallic arthroplasty components, Maria Crackau; Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (FAU)/Institute of Glass and Ceramics/Department of Materials Science and Engineering, Dr.-Ing. Tobias Fey  
**Förderer:** EU - ESF Sachsen-Anhalt - 01.02.2017 - 30.04.2021

**Funktionskeramiken mit erhöhter spezifischer Oberfläche (MEMoRIAL-M2.5)**

Offenzellige keramische Schäume können durch verschiedene Prozesse hergestellt werden; Schäume für industrielle Anwendungen werden überwiegend nach dem Replika-Verfahren erzeugt. Dabei wird ein offenporiges Schaumtemplat mit keramischem Schlicker beschichtet, in einem Pyrolyseschritt ausgebrannt und anschließend einem Sinterprozess zur mechanischen Konsolidierung der porösen Keramik unterzogen.

Prozessbedingt bleibt an den Stellen, die vormals das Polymertemplat einnahm, eine Struktur aus hohlen Stegen zurück. Einerseits führt dies als Kombination aus Spannungsüberhöhung an spitzen Kanten und Rissen und der resultierenden "Hohlstruktur" zu deutlich reduzierten mechanischen Festigkeiten; andererseits kann die zusätzliche innere Oberfläche genutzt werden, um Aktivkomponenten zu beherbergen.

Im Rahmen dieses Projekts soll in einem ersten Schritt die große innere Oberfläche der Hohlstege zugänglich gemacht werden, indem die Stege mit Zugangsporen ausgestattet werden. In einem zweiten Schritt soll die dann zugängliche innere Oberfläche der Schaumstege mit Aktivkomponenten beladen werden.

Erste Ergebnisse von Untersuchungen der Mikrostruktur von aus hoch porösen Ausgangsstoffen hergestellten Schäumen zeigen, dass die Stegporosität maßgeblich von solchen Prozessparametern wie Sintertemperatur und -dauer beeinflusst wird. Abbildung 1. zeigt beispielhaft die Mikrostruktur eines aus hoch porösem Aluminiumoxid hergestellten Keramikschaums.

**Projektleitung:** Jun.-Prof. Dr.-Ing. Michael Rhode  
**Projektbearbeitung:** Prof. Dr. Christiane Stephan-Scherb  
**Kooperationen:** Ruhr-Universität Bochum, Jun.-Prof. Dr. Guillaume Laplanche  
**Förderer:** Bund - 01.10.2019 - 30.09.2022

### **SURDIA - Oberflächendegradation innovativer Legierungen**

Die neuartige und schnelle Entwicklung von "Compositionally Complex Alloys" (CCA's) bietet Materialien mit hervorragenden strukturellen Eigenschaften, die sie zu Kandidaten für zukünftige Anwendungen bei niedrigen, mittleren und hohen Temperaturen machen. Die Komplexität dieser Legierungen und die atomaren Wechselwirkungen in dieser Legierungsklasse sind kaum verstanden worden, was zu Unsicherheiten in ihrem Verhalten unter verschiedenen Faktoren führt. Das Oxidationsverhalten und die Metallbearbeitungsprozesse haben jedoch einen starken Einfluss auf die Lebensdauer und die Sicherheit von Komponenten in strukturellen und Hochtemperatur-anwendungen. Diese Anwendungen gehen meist mit dem Vorhandensein rauer Umgebungsbedingungen einher, die die Werkstoffoberflächen durch Korrosion degradieren. Bisher sind fast keine Studien über die Oberflächendegradation durch füge- oder trenntechnische Verarbeitung oder Korrosion über CCA's bekannt. Das Projekt kombiniert daher durch seinen interdisziplinären Verständnis von Oberflächendegradationsphänomenen, die durch heiße Gase oder thermische (Schweißen) und mechanische (Fräsen) Einflüsse hervorgerufen werden, durch die Kombination mit einer speziellen Oberflächenanalytik zu kombinieren. Unsere Ziele innerhalb von SURDIA sind:

- (A) Identifizierung von Degradationsmechanismen und Verifizierung von Randparametern für die Bildung von korrosionsbeständigen und schützenden Oxidschichten auf CCA's der Systeme Al-Cr-Fe-Co-Ni und Co-Cr-Fe-Mn-Ni unter mehrfacher chemischer Belastung.
- (B) Entwicklung einer zerstörungsfreien röntgenbasierten Analysemethode (imaging grazing exit X-ray fluorescence - GEXRF) zur in-situ Beobachtung von Oberflächenveränderungen, die durch heiße, reaktive Gase induziert werden.
- (C) Bestimmung, Charakterisierung und Bewertung der Materialdegradation durch thermische und mechanische Einflüsse während der Komponentenherstellung (spanende Bearbeitung bzw. Schweißen) unter besonderer Berücksichtigung metallurgischer Veränderungen und Eigenspannungen.

---

**Projektleitung:** Jun.-Prof. Dr.-Ing. Michael Rhode  
**Kooperationen:** BAM Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung  
**Förderer:** BMWi/AIF - 01.07.2019 - 31.12.2021

### **Entwicklung von Wärmenachbehandlungskonzepten zur Vermeidung von Spannungsrelaxationsrissen an Bauteilen aus hochwarmfesten Stählen**

Komponenten aus hochwarmfesten Stählen werden zunehmend in der regenerativen Energieerzeugung (Solarthermie, Dampfspeicher) eingesetzt. Der Anspruch an die schweißtechnische Verarbeitung dieser Stähle steigt stetig. Dabei muss zwingend die notwendige Wärmenachbehandlung der Schweißnaht (PWHT) sicher beherrscht werden. Durch die Wärmeeinwirkung der PWHT tritt wiederholt Bauteilversagen infolge der Spannungsrelaxationsrissbildung (SRR) auf. Bislang erfolgt die Beurteilung der SRR-Neigung in Abhängigkeit der PWHT primär über Ersatzgrößen (temperaturbedingte Änderung Härte und Duktilität). Die Wirkung der konstruktiven Schrumpfbehinderung einer Schweißnaht auf die SRR ist bislang völlig unbekannt. Forschungsziel ist daher die Gewinnung und Optimierung der Parameter für die PWHT unter realitätsnahen Bauteilbedingungen (definierte Einspannbedingungen) zur sicheren Vermeidung von SRR. Es werden optimierte Wärmenachbehandlungskonzepte zur Vermeidung von SRR entwickelt. Dazu wird ferner das Ausscheidungsverhalten hochwarmfester Werkstoffe unter realitätsnahen Einspannbedingungen in zusätzlicher Abhängigkeit des Gefügezustandes (Schweißgut und Wärmeeinflusszone) berücksichtigt. Somit wird erstmals eine Bauteilübertragbarkeit ermöglicht und eine Transfergröße geschaffen, welche die Bauteilbewertung hinsichtlich SRR-Neigung umfasst. Aus dem erarbeiteten Wissen zur SRR-Vermeidung, werden präventive Maßnahmen zu deren Vermeidung abgeleitet. Darüber hinaus werden die Resultate zur Verkürzung der PWHT-Dauer durch Anpassung der Aufheizraten oder Variation der Haltezeit dienen.

**Projektleitung:** Dr. Georg Hasemann  
**Kooperationen:** Prof. Dr.-Ing. habil. Manja Krüger, OVGU; Dr.-Ing. habil. Bronislava Gorr, Universität Siegen; Forschungszentrum Jülich GmbH  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.04.2019 - 31.03.2022

### **Entwicklung und Charakterisierung von eutektischen V-Si-B-Legierungen mit verbesserten spezifischen mechanischen Eigenschaften für Hochtemperaturanwendungen**

Nickelbasis-Superlegierungen sind aktuell die Materialklasse der Wahl für Hochtemperaturanwendungen im Turbinenbau. Vanadium-Silizid-Werkstoffe stellen eine potentielle Alternative dar, insbesondere aufgrund ihrer hervorragenden spezifischen mechanischen Eigenschaften. So bestehen beispielsweise V-Si-B-Legierungen aus dem Vanadium-reichen Bereich des Dreistoffsystems aus einem duktilen Vanadium-Mischkristall (V-Mk) und den beiden intermetallischen Phasen  $V_3Si$  und  $V_5SiB_2$ . Dieses bislang nur wenig erforschte Legierungssystem birgt jedoch in Hinblick auf die Mikrostruktur einige erstaunliche Gemeinsamkeiten zum gut untersuchten Nachbarsystem Mo-Si-B. So konnten in ersten Vorversuchen an V-Si-B-Legierungen deutlich bessere spezifische Druckfestigkeiten im Temperaturbereich von 600 °C bis 900 °C gegenüber Ni-Basislegierungen erzielt werden. Jedoch ist der Mechanismus der Phasentstehung sowie die Korrelation der Mikrostruktur-Eigenschaftsbeziehungen noch vollkommen unerforscht. Das primäre Ziel dieses Vorhabens ist die Entwicklung neuartiger V-Si-B-Legierungen für Hochtemperaturanwendungen. Hierbei wird die Entwicklung ternär-eutektischer Legierungen angestrebt. In einer Reihe von V-reichen binären und ternären Versuchslegierungen wird die Phasenbildung und -stabilität von der Schmelze bis zum homogenisierten Gefüge erforscht.

---

**Projektleitung:** Dr. Georg Hasemann  
**Kooperationen:** Prof. Dr.-Ing. habil. Manja Krüger, OVGU  
**Förderer:** Haushalt - 01.10.2019 - 31.10.2022

### **Entwicklung eutektischer Refraktärmetalllegierungen für Anwendungen unter extremen Bedingungen**

Der Schwerpunkt des Projektes ist es, ein umfassendes Verständnis von refraktärmetallbasierten RM-Si-B-Systemen zu gewinnen. Dies beinhaltet die Phasentstehung und -umwandlung während der Erstarrung, sowie die Phasenstabilität und Umwandlungen im Gleichgewichtszustand. Dabei wird gezielt nach ternären Eutektika in den metallreichen Teil der RM-Si-B-Systeme geforscht. Hierzu werden die chemischen Zusammensetzungen der beteiligten Phasen mittels thermodynamischer Berechnungen identifiziert und experimentell validiert (z.B. mittels WDX- oder Mikrosondenmessungen). Als vorteilhaft werden ternäre Eutektika hinsichtlich ihrer für den Legierungsbereich niedrigsten Schmelzpunktes sowie die mit der Mikrostruktur im Zusammenhang stehenden besonderen mechanischen Eigenschaften erachtet. Des Weiteren lässt sich über die (prozessabhängigen) Abkühlbedingungen die eutektische Mikrostruktur gut kontrollieren und damit gezielt Einfluss auf die mechanischen Eigenschaften solcher Legierungen nehmen. Das kann beispielweise über gerichtete Erstarrung solcher RM-basierter eutektischer Systeme erreicht werden. Ziel ist es, RM-Si-B-Legierung zu entwickeln, welche gegenüber Ni-Basis verbesserte spezifische Festigkeitseigenschaften bei Temperaturen zwischen 600 °C und 1500 °C (mögliche Einsatzfenster eutektischer RM-Si-B-Systeme) aufweist. Dabei stehen besonders Mo- und V-basierte Legierungssystem im Fokus der wissenschaftlichen Arbeit.

Ähnlich wie bei Mo-Si-B-Werkstoffen ist eine technische Anwendung von beispielsweise Vanadium-Silizid-Legierungen mit etwa 30 bis 70% V(MK)-Phase und komplementären Silizidphasen am aussichtsreichsten und wahrscheinlichsten. Ein genaues Verständnis der Mikrostruktur-Eigenschaftsbeziehungen in Kombination mit der Thermodynamik RM-reicher RM-Si-B-Systeme ist daher essenziell und es wird ein möglichst ganzheitlicher Materialentwicklungsansatz verfolgt. Dieser umfasst die Legierungsauswahl und Werkstoffsynthese (Lichtbogenofen, gerichtete Erstarrung, Wärmebehandlungen), die Charakterisierung der Mikrostrukturentwicklung und mechanischer Eigenschaften (temperaturabhängige Druck- und Kriechversuche) sowie die Entwicklung wirksamer Oxidationsschutzmechanismen (über präkeramische Polymere und Packzementieren) für die RM-Si-V-Legierungssysteme.

**Projektleitung:** Dr.-Ing. Andreas Heyn  
**Kooperationen:** BAM Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung; iLF - Institut für Lacke und Farben Magdeburg; Methodisch-Diagnostisches Zentrum Werkstoffprüfung e.V.  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.03.2017 - 31.05.2021

### Gel-Elektrolyte auf Agar-Basis für die Korrosionsdiagnostik

Gele auf Agar-Basis können schon bei geringem Polymeranteil große Mengen an wässrigen Elektrolyten aufnehmen und immobilisieren, ohne dabei an Stabilität zu verlieren. Dabei tritt ein geringer Synerase-Effekt auf, der zur Bildung dünner Elektrolytfilme bei Kontakt mit Festkörpern führt. Diese Effekte machen Agar-Gele zu einem interessanten und alternativen Elektrolyten für die Korrosionsdiagnostik mit elektrochemischen Methoden. In dem Vorhaben sollen unterschiedliche Gel-Elektrolyt-Variationen untersucht werden, mit denen sich neue sensorische Konzepte zur Untersuchung und Prüfung der Korrosionsschutzwirkung von Metallen, metallischen Überzügen und schützenden Deckschichten realisieren lassen. Dabei ist vor allem der sich bildende Elektrolytfilm von Interesse, dessen Korrosivität sich einstellen und elektrochemisch manipulieren lassen soll, indem z.B. durch anodische Polarisation der zu untersuchenden Elektrode hydratisierte Anionen durch das Gelnetzwerk in den Elektrolytfilm transportiert werden. Damit ist neben einer minimal-invasiven elektrochemischen Kennwertermittlung auch das Nachstellen und die Untersuchung realer korrosiver Bedingungen viel besser möglich als mit herkömmlichen Methoden. Aktuell werden Gel- und Bulk-Elektrolyte an unterschiedlichen Systemen mit theoretischer als auch praktischer Relevanz verglichen. Darüber hinaus stellt momentan die Sensorentwicklung einen Schwerpunkt im Vorhaben dar.

**Projektleitung:** Dr.-Ing. Paul Rosemann  
**Projektbearbeitung:** M.Sc. Norman Kauss  
**Kooperationen:** BAM Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung; Energietechnik Essen GmbH; Methodisch-Diagnostisches Zentrum Werkstoffprüfung e.V.  
**Förderer:** Sonstige - 01.02.2017 - 30.06.2020

### Anwendungspotentiale und Grenzen druckaufgestickter nichtrostender Stähle

Druckaufgestickte nichtrostende Stähle (mit 0,8 Gew.-% Stickstoff) drängen zunehmend in den Markt der nichtrostenden Stähle, da die besseren mechanischen und Korrosionseigenschaften viele Unternehmen zum Einsatz bei innovativen Produkten in verschiedenen technischen Bereichen (z.B. Offshore-Energietechnik, Antriebstechnik, Befestigungsmittel, chemische Anlagen, Lebensmittelindustrie, Medizintechnik) motivieren. Aufgrund der starken Preisschwankungen von Nickel sind die Werkstoffkosten gegenüber den nickelbasierten Austeniten stabiler und damit für zukünftige Anwendungen besser kalkulierbar, weshalb diese Stähle als Werkstoffalternativen angesehen werden. Stickstoff verbessert die mechanischen Eigenschaften signifikant, wenn dieser durch die Wärmebehandlung als Einlagerungsmischkristall im Austenit vorliegt. Dadurch sind gleichzeitig Streckgrenze und Zugfestigkeit, aber auch Bruchdehnung und Kerbschlagarbeit erhöht. Ebenfalls wirkt Stickstoff positiv auf die Lochkorrosionsbeständigkeit in chloridionenhaltigen Medien, die beim Einsatz gefordert wird. Andererseits kann Stickstoff bei unsachgemäßer Herstellung, Wärmebehandlung und Verarbeitung zur Ausscheidung von Chromnitriden führen. Letzteres bewirkt eine, mit dem Ausscheidungsanteil zunehmende, Verschlechterung der mechanischen Eigenschaften und der Korrosionsbeständigkeit. Diese Problematik schränkt die Anwendung dieser Stahlgruppe und damit die Nutzung seines erheblichen Potentials derzeit ein, da die Anwendungsgrenzen besonders hinsichtlich der Korrosionsbeständigkeit nicht ausreichend bekannt sind. An der Schnittstelle zwischen Metallurgie, Wärmebehandlung, mechanischen Eigenschaften und Korrosionsbeständigkeit wird dieses grundlagenbasierte Technologieentwicklungsprojekt durchgeführt, um die Anwendungspotentiale und Grenzen unter Berücksichtigung der Gefüge-Eigenschaftsbeziehungen ganzheitlich zu untersuchen. Die Kinetik der Chromnitrid-Bildung wird dabei systematisch untersucht, um einen elektrochemischen Nachweis auf Basis des EPR-Verfahrens zur Qualitätssicherung zu entwickeln. Damit sollen die Möglichkeiten zur effizienten Prüfung dieser Stahlgruppe aufgezeigt und die technische Sicherheit der daraus hergestellten Produkte langfristig gewährleistet werden.

Im Projekt werden hierzu definierte Wärmebehandlungszustände umfassend hinsichtlich ihrer mechanischen und Korrosionseigenschaften untersucht, um abschließend Anwendungspotentiale und Grenzen dieser Werkstoffgruppe aufzuzeigen.

**Projektleitung:** Dr.-Ing. Paul Rosemann  
**Kooperationen:** Methodisch-Diagnostisches Zentrum Werkstoffprüfung e.V.; Energietechnik Essen GmbH; Forschungsgemeinschaft Werkzeuge und Werkstoffe e.V. (FGW) Remscheid  
**Förderer:** Haushalt - 01.02.2019 - 31.01.2022

### **Korrosionsbeständigkeit nichtrostender Stähle - Einflussgrößen und Effekte**

Die Korrosionsbeständigkeit nichtrostender Stähle ist von zahlreichen Einflussgrößen und Effekten abhängig. Dieses Projekt soll die Forschungserkenntnisse der letzten Jahre zu nichtrostenden Stählen am Institut für Werkstoff- und Fügetechnik im Rahmen einer Habilitation zusammenfassen. Dabei werden zunächst die Grundlagen zur Metallurgie, den Gefügeklassen und deren Wärmebehandlung beschrieben und anschließend durch zahlreiche neue Forschungsergebnisse erweitert. Durch innovative Prüf- und Untersuchungsmethoden, wie das EPR-Verfahren und die KorroPad-Prüfung, kann eine neuartige Visualisierung der wichtigsten Effekte erfolgen und ein tieferes Verständnis für die zugrundeliegenden Mechanismen erreicht werden. Dazu werden zunächst die Effekte bei Oberflächenbearbeitung und Passivierung aus Sicht der Forschung und aus Sicht der industriellen Anwendung dargestellt. Anschließend wird der Einfluss der Legierungs- und Begleitelemente (Cr, Ni, Mo, N, Mn, Cu, C und N) an selbst hergestellten Referenzlegierungen umfassend dargestellt. Abschließend wird gezeigt, wie mit dem EPR-Verfahren und der KorroPad-Prüfung korrosionsanfällige Gefügestände bei verschiedenen Gefügeklassen (Ferrite, Austenit, Duplexstähle und Martensite) nachgewiesen werden können. Damit soll dieses Projekt einen wesentlichen Beitrag zur Erweiterung des Wissens zu nichtrostenden Stählen erreichen.

**Projektleitung:** Dipl.-Phys. Andreas Krombholz, Dr.-Ing. Olaf Schwedler  
**Projektbearbeitung:** Sandy Klengel  
**Kooperationen:** Fraunhofer IMWS, Halle  
**Förderer:** EU - EFRE Sachsen-Anhalt - 15.12.2019 - 31.12.2021

### **Technologie- und Materialentwicklung zur additiven Fertigung komplexer, hochwärmeleitfähiger Cu-Bauteile**

In dem Entwicklungsprojekt wird eine risikobehaftete Technologie- und Materialforschung für die additive Fertigung komplexer, hochwärmeleitfähiger Cu-Bauteile durchgeführt. Durch die Projektpartner werden folgende wissenschaftliche und technische Ziele angestrebt:

#### *Wissenschaftliche Ziele*

- Erforschung der Struktur-Eigenschafts-Beziehungen von Kupfer-/Kupferlegierungspulver zum gedruckten Bauteil nach Maß mittels additiver Fertigung,
- Prüfung der Kompatibilität unterschiedlicher Polymersysteme (PLA, PA) mit Kupfersystemen,
- Verifikation des realen Verhaltens von Halbzeugen mit Wärmeflussimulation (FEM) an komplexen innenstrukturierten (Wabe, Dreieck etc.) Geometrien.

#### *Technische Ziele*

Pulverentwicklung und Charakterisierung für hochwärmeleitfähige Systeme mit einem Kupferanteil von größer 95%,

- Entwicklung Inline-SLM für eindimensionale Materialcharakterisierung zum High Throughput -Screening,
- Entwicklung Cu-Polymer-Compound (extra AP),
- Entwicklung Cu-Polymer-Filament aus Compound (extra AP),
- Prüfung Druckbarkeit Cu-Filament mittels FDM (extra AP),
- Aufbau und Prüfung von Demonstratorbauteilen mit hochkomplexer Struktur (Fingerkühlkörper).

Am Ende des Projekts soll eine komplexe geometrische Struktur (z.B. Hochleistungskühlkörper aus Kupfer, konventionell vernickelt und sandgestrahlt), gefertigt in einem additiven Herstellverfahren als exemplarischer Prototyp vorliegen. Mit dieser geometrischen Struktur ist es möglich die Machbarkeit der Ablösung von

konventionellen Technologien wie Sintern, Schmieden und Fließpressen zu bewerten.

---

**Projektleitung:** Dr.-Ing. Manuela Zinke  
**Projektbearbeitung:** Christian Judex  
**Förderer:** BMWi/AIF - 01.09.2020 - 28.02.2023

### **Steigerung der Korrosionsbeständigkeit von Schweißplattierungen durch Einsatz von MSG-Zweidrahtprozessen mit nicht artgleichen Drahtelektroden**

Das Forschungsprojekt verfolgt das Ziel, bislang genutzte Ni-Basis-Legierungssysteme zum Schweißplattieren von Komponenten in Müllverbrennungsanlagen, Biomasseanlagen, Kohle- und Gaskesseln, Wirbelschichtkesseln und Chemieanlagen über die Nutzung der Button-Melt-Technik weiterzuentwickeln und über den Einsatz von MSG-Zweidrahtprozessen praktisch umzusetzen, um die Hochtemperaturkorrosionsbeständigkeit von Schweißplattierungen bei gleichzeitigem Erfüllen der Anforderungen an die innere und äußere Nahtqualität zu verbessern. Diese Vorgehensweise wird gewählt, da Legierungsentwicklungen im Bereich von Ni-Basiswerkstoffen sehr aufwendig und kostenintensiv sind und die Schweißzusätze zumeist aus derselben Schmelze wie die Grundwerkstoffe gefertigt werden. In der Regel werden etwa 10 Jahre benötigt, um eine Hochtemperaturlegierung zu entwickeln und zu qualifizieren. Das Projekt schafft somit Basiswissen für die Entwicklung neuer Produkte, Verfahren und Dienstleistungen. Zudem bildet die Nutzung von Heißdraht-unterstützten MSG-Prozessvarianten einen vielversprechenden Ansatz nicht nur Abschmelzleistung und Schweißgeschwindigkeit beim Plattieren oder additiven Schweißen mit Ni-Basis-Schweißzusatzwerkstoffen zu maximieren. Ferner können über den Zusatzdraht die Schweißguteigenschaften gezielt metallurgisch beeinflusst werden.

---

**Projektleitung:** M.Sc. Matthias Kuhlmann, Dr.-Ing. Manuela Zinke, M.Sc. Benjamin Wittig  
**Förderer:** BMWi/AIF - 01.07.2019 - 31.12.2021

### **Erweiterung des Konstitutionsschaubildes für hoch Mn-haltige Stähle in Mischschweiß-verbinding durch Gefährdungsbereiche**

Im Forschungsantrag geht es um vorwettbewerbliche, anwendungsorientierte Grundlagenuntersuchungen zur Verbesserung der schweißtechnischen Verarbeitung von hoch Mn-haltigen Stählen in Mischverbindung. In Deutschland stehen derzeit mehrere hoch Mn-haltige Legierungskonzepte als Stähle bzw. Schweißzusatzwerkstoffe entweder kommerziell zur Verfügung bzw. kurz vor der Markteinführung. Die Herausforderung für die thermische Fügetechnik liegt in der Integration der FeMn-Stähle in bereits bestehende Konstruktionen aus bewährten hochfesten ferritischen bzw. martensitischen Karosseriestählen. In Abhängigkeit von Fügepartner, Schweißprozess, Zusatzwerkstoff und Aufmischung kann es zu unerwünschten Erscheinungen, wie Martensitbildung, hohe Härte bzw. hohe Härtegradienten als auch schweißbedingter Rissbildung, im Mischschweißgut kommen. Um diese Gefährdungen im Voraus abschätzen und möglichst vermeiden zu können, besteht das Ziel des Vorhabens darin, das im FOSTA-Projekt P1108 entwickelte Konstitutionsschaubild für MSG-Mischschweißverbindungen hoch Mn-haltiger Stähle durch Bereiche zu erweitern, in denen mit für das Schweißgut kritischen Gefügen und Erscheinungen zu rechnen ist. Mit der Angabe dieser Gefährdungsbereiche soll den Anwendern ein hinreichendes Mittel zur Bewertung der Schweißbeignung der betreffenden Legierungen und zur Herstellung eines möglichst gefährdungsaarmen Schweißgutes bereitgestellt werden (ähnlich dem Schaeffler-Diagramm). Dies erleichtert u. a. die Auswahl und Entwicklung angepasster Zusatzwerkstoffe und Schweißtechnologien für die Verarbeitung der FeMn-Stähle in Mischschweißverbindung. Nutznießer der Ergebnisse sind kmU aus dem Bereich der Zuliefererindustrie der Fahrzeugbranche, die im Rahmen der Prototypenfertigung, aber auch im Serienprozess immer häufiger mit neu entwickelten hochfesten Stählen konfrontiert werden, sowie der Schweißzusatzwerkstoffentwicklung und -herstellung.

**Projektleitung:** Dr.-Ing. Manuela Zinke  
**Projektbearbeitung:** M.Sc. Juliane Stützer  
**Förderer:** BMWi/AIF - 01.02.2018 - 31.07.2020

### **Entwicklung einer wirtschaftlicheren Prozessführung für das UP-Schweißen ferritisch-austenitischer Legierungen unter Berücksichtigung der metallurgischen Besonderheiten**

Die Zielsetzung des Forschungsvorhabens besteht in der Ermittlung einer Prozessführung für ein wirtschaftlicheres UP-Schweißen von drei industriell relevanten Vertretern ferritisch-austenitischer Legierungen mit zusätzlicher Drahtzufuhr bei Gewährleistung der im Normenwerk geforderten werkstoffspezifischen Kennwerte. Die aktuell verfügbaren Lean- und Standardduplexstähle gelten bei Beachtung der Verarbeitungshinweise allgemein als gut schweißgeeignet. Mit zunehmenden Legierungsanteilen (Superduplexstahl) und einem hohen Wärmeeinbringen (UP-Schweißen) nimmt die Gefahr der Bildung von unerwünschten intermetallischen Phasen, 475 $\text{\AA}$ -Versprödung und Sekundäraustenit in den Schweißnähten signifikant zu. Dies führt zu Nicht-Erreichen von geforderten Kennwerte für mechanisch-technologische Eigenschaften und Korrosionsbeständigkeit. Zum Erzielen dem Regelwerk konformer Gütwerte, sollen daher die metallurgischen Potentiale einer zusätzlichen Drahtzufuhr beim UP-Schweißen von ferritisch-austenitischen Stählen untersucht und genutzt werden. Die angestrebte Generierung der gefoderten Kennwerte direkt aus dem UP-Schweißprozess mit zusätzlicher Drahtzufuhr heraus, kann darüber hinaus die Einsparung von zeit- und kostenaufwendigen Wärmenachbehandlungen bei der Herstellung dickwandiger Rohre ermöglichen, was ebenso enorme Zeit- und Kostenersparnisse bringt, da der Glühprozess der geschwindigkeitsbestimmende Schritt der Fertigungskette ist. Die wirtschaftliche Bedeutung der Projektergebnisse für KMU begründet sich vor allem auf Zeit- und Kostenersparnissen bei geringem notwendigen Invest. Die Erhöhung der Abschmelzleistung führt zu schnelleren Schweißgeschwindigkeiten und/oder zu einer Verringerung der Lagenanzahl. Daraus resultieren wiederum die Reduktion der Fertigungszeiten und somit der Maschinenbelegungszeiten.

**Projektleitung:** Dr.-Ing. Manuela Zinke  
**Projektbearbeitung:** M.Sc. Stefan Burger  
**Förderer:** BMWi/AIF - 01.03.2019 - 31.08.2021

### **Beeinflussung von Mikrostruktur und Eigenschaften beim additiven Lichtbogenschweißen von Nickelbasis-Superlegierungen**

Ziel des Forschungsvorhabens ist das Bestimmen werkstoffspezifischer Eigenschaften additiv gefertigter fertigungsnaher Strukturen mit dem MSG-Schweißen (CMT) aus vier industriell weit verbreiteten Ni-Basis-Schweißzusätzen (S Ni 7718, S Ni 6617, S Ni 6625, S Haynes 282). Das Projekt schafft Basiswissen für die Entwicklung neuer Produkte, Verfahren und Dienstleistungen. Neben der Klärung der Auswirkungen verschiedener Prozessspezifika auf Nahtunregelmäßigkeiten, Gefüge, mechanische Eigenschaften bei Raum- und erhöhter Temperatur sowie korrosiver Kennwerte soll das Potential weiterentwickelter Legierungskonzepte von handelsüblichen Schweißzusätzen für das WAAM untersucht werden. Ebenso wird der Einfluss vorhandener PWHT-Prozeduren auf Nahteigenschaften und ein mögliches Strain-Age Cracking erforscht. Das Additive Manufacturing erfolgt derzeit bevorzugt mit pulverbettbasierten Strahlschweißverfahren bzw. dem Laser Metal Deposition (LMD) mit Pulver. Die Nutzung des drahtbasierten MSG-Schweißverfahrens bietet grundsätzlich die Möglichkeit, großvolumige Bauteile mit hohen Aufbauratensind zu fertigen.

**Projektleitung:** Dr.-Ing. Manuela Zinke  
**Projektbearbeitung:** M.Sc. Benjamin Wittig, M.Sc. Juliane Stützer  
**Förderer:** BMWi/AIF - 01.01.2019 - 31.12.2020

### **Erzielung werkstoffspezifischer Eigenschaften beim generativen Schutzgasschweißen fertigungsnaher Strukturen aus Duplexstahl**

Die Zielsetzung des Forschungsvorhabens besteht im Erreichen eines werkstoffspezifischen Eigenschaftsprofils beim generativen Schutzgasschweißen fertigungsnaher Strukturen aus Standard- und Superduplexstahl. Zur

Gewährleistung der im Normenwerk geforderten werkstoffspezifischen Kennwerte ist sowohl eine Technologieanpassung als auch eine Weiterentwicklung der Legierungskonzepte handelsüblicher Schweißzusätze erforderlich. Hierfür erfolgt die systematische Untersuchung der Einflüsse von Schweißdrahtanalyse und Prozessparametern auf die metallurgischen, mechanisch-technologischen und korrosiven Kennwerte des Schweißgutes, um somit die Anwendbarkeit dieser Technologie auch für Duplexstähle sicher zu stellen.

Ein Bedarf für additiv gefertigte Bauteile aus Duplexstahl existiert u. a. für Sonderanfertigungen im Apparate- und Anlagenbau aber auch für korrosionsbelastete Komponenten in Industrieanlagen. Gerade für Duplexstähle stellt die Möglichkeit des Aufschiweißens von Stützen an Behälter oder von Flanschen an Rohrleitungen einen Vorteil für KMU dar, da sie somit von Zulieferfirmen und folglich auch von deren Lieferfristen sowie -qualitäten unabhängig wären.

---

**Projektleitung:** M.Sc. Sebastian Hütter  
**Förderer:** Sonstige - 01.07.2020 - 31.12.2021

### **Thermodynamische Berechnungen auf Basis atomistischer Simulationen**

Zur Bestimmung der Phasenstabilität in metallischen Legierungen ist eine große Anzahl experimenteller Untersuchungen notwendig. Experimentelle Unsicherheiten führen gerade bei komplexen Systemen dazu, dass möglicherweise nicht alle Features ausreichend genau beschrieben werden können. Prädiktive Modelle basierend auf rein theoretischen Ansätzen verschieben den Aufwand zu großen Rechenzeiten. Ziel des Projektes ist es, ein konsistentes Framework zur Berechnung beliebiger Legierungssysteme auf basis atomistischer Simulationen zu formulieren. Dabei werden Ensemble-Betrachtungen vergleichbar der statistischen Physik mit anderen Methoden der Festkörperphysik und Thermodynamik kombiniert.

## **8. EIGENE KONGRESSE, WISSENSCHAFTLICHE TAGUNGEN UND EXPONATE AUF MESSEN**

- 29. Schweißtechnische Fachtagung am 16.05.2015 in Barleben
- 13. Sitzung des DGM-Fachausschusses Zelluläre Werkstoffe, 30.09./01.10.2019, Leipzig
- Forschungsseminar des MDZWP, 12.03.2019
- Intermetallics 2019, 30.09.-04.10.2019, Bad Staffelstein

## 9. VERÖFFENTLICHUNGEN

### BEGUTACHTETE ZEITSCHRIFTENAUFsätze

**Becker, Julia; Fichtner, D.; Schmigalla, S.; Schultze, S.; Heinze, C.; Küsters, Y.; Hasemann, Georg; Schmelzer, Janett; Krüger, Manja**

Oxidation response of additively manufactured eutectic Mo-Si-B alloys

IOP conference series / Materials science and engineering/ Institute of Physics - London [u.a.]: Institute of Physics, Vol. 882 (2020), Paper 012002, insgesamt 9 Seiten;

[Symposium: Symposium on Materials and Joining Technology, Magdeburg, Germany, 7-8 September 2020]

**Becker, Julia; Giese, Marcel; Krüger, Manja**

The effects of Zr and La<sub>2</sub>O<sub>3</sub> additions on the microstructural and mechanical properties of a Mo-6Si-5B alloy

IOP conference series / Materials science and engineering/ Institute of Physics - London [u.a.]: Institute of Physics, Vol. 882 (2020), Paper 012001, insgesamt 7 Seiten;

[Symposium: Symposium on Materials and Joining Technology, Magdeburg, Germany, 7-8 September 2020]

**Behrens, Bernd-Arno; Jüttner, Sven; Brunotte, Kai; Özkaya, Fahrettin; Wohner, Maximilian; Stockburger, Eugen**

Extension of the conventional press hardening process by local material influence to improve joining ability

Procedia manufacturing - Amsterdam [u.a.]: Elsevier, Bd. 47.2020, S. 1345-1352;

[Imp.fact.: 1.39]

**Betke, Ulf; Schelm, Katja; Rodak, Andreas; Scheffler, Michael**

Cellular Nickel-Yttria/Zirconia (NiYSZ) cermet foams - manufacturing, microstructure and properties

Materials - Basel: MDPI, Volume 13 (2020), issue 11, article 2437, 14 Seiten;

[Imp.fact.: 2.972]

**Burger, Stefan; Zinke, Manuela; Jüttner, Sven**

Nahteigenschaften und Prozessverhalten beim MSGSchweißen mit hoch nickelhaltigen Fülldrahtelektroden

Schweissen und Schneiden: Fachzeitschrift für Schweißen und verwandte Verfahren - Düsseldorf: DVS-Media GmbH, Bd. 72.2020, 4, S. 204-208

**Chen, Xiadong; Sun, R.; Betke, Ulf; Scheffler, Michael**

Novel Al/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> composite foams by direct oxidation conversion

IOP conference series / Materials science and engineering/ Institute of Physics - London [u.a.]: Institute of Physics, Vol. 882 (2020), Paper 012003, insgesamt 11 Seiten;

[Symposium: Symposium on Materials and Joining Technology, Magdeburg, Germany, 7-8 September 2020]

**Crackau, Maria; Harnisch, Karsten; Baiert, Toni; Rosemann, Paul; Lohmann, Christoph H.; Bertrand, Jessica; Halle, Thorsten**

Microstructure and surface investigations of TiAl<sub>6</sub>V<sub>4</sub> and CoCr<sub>28</sub>Mo<sub>6</sub> orthopaedic femoral stems

IOP conference series / Materials science and engineering/ Institute of Physics - London [u.a.]: Institute of Physics, 2009, Vol. 882.2020, Paper 012004, insgesamt 16 Seiten;

[Symposium: Symposium on Materials and Joining Technology, Magdeburg, Germany, 7-8 September 2020]

**Crackau, Maria; Märten, Nicole; Harnisch, Karsten; Berth, Alexander; Döring, Joachim; Lohmann, Christoph H.; Halle, Thorsten; Bertrand, Jessica**

In vivo corrosion and damages in modular shoulder prostheses

Journal of biomedical materials research / B: an official journal of the Society for Biomaterials, the Japanese Society for Biomaterials; the Australian Society for Biomaterials [u.a.]- Hoboken, NJ: Wiley, 1996, Bd. 108.2020, 5, S. 1764-1778;

[Imp.fact.: 2.831]

**Dammler, Kathleen; Schelm, Katja; Kniep, D.; Hasemann, Georg; Scheffler, Michael**

Pre-ceramic polymer-derived ceramic foams with lamellar strut porosity

IOP conference series / Materials science and engineering/ Institute of Physics - London [u.a.]: Institute of Physics, Vol. 882 (2020), Paper 012005, insgesamt 12 Seiten;

[Symposium: Symposium on Materials and Joining Technology, Magdeburg, Germany, 7-8 September 2020]

**Dieck, S.; Ecke, Martin; Halle, Thorsten; Rosemann, Paul**

Improvement of the martensitic stainless steel X46Cr13 by Q&P heat treatment

IOP conference series / Materials science and engineering/ Institute of Physics - London [u.a.]: Institute of Physics, Vol. 882 (2020), Paper 012006, insgesamt 9 Seiten;

[Symposium: Symposium on Materials and Joining Technology, Magdeburg, Germany, 7-8 September 2020]

**Ecke, Martin; Michael, Oliver; Halle, Thorsten**

On the effect of aluminum and chromium on the deformation twinning of body-centered cubic iron

IOP conference series / Materials science and engineering/ Institute of Physics - London [u.a.]: Institute of Physics, Vol. 882 (2020), Paper 012007, insgesamt 9 Seiten;

[Symposium: Symposium on Materials and Joining Technology, Magdeburg, Germany, 7-8 September 2020]

**Ecke, Martin; Wilke, Markus; Bender, Susanne; Schulz, J.; Süß, T.; Hoffmann, K.; Engel, G.; Halle, Thorsten**

Neuartiger Pulverlack beständig gegen Abrasion und Erosion

Journal für Oberflächentechnik: JOT - Wiesbaden: Vieweg, Bd. 60.2020, 4, S. 44-45;

**Eichhorn, Franziska; Kellermann, Simone; Betke, Ulf; Fey, Tobias**

Phase Evolution, Filler-Matrix Interactions, and Piezoelectric Properties in Lead Zirconate Titanate (PZT)-Filled Polymer-Derived Ceramics (PDCs)

Materials - Basel: MDPI, Volume 13 (2020), issue 7, article 1520, 14 Seiten;

[Imp.fact.: 2.972]

**Frohwein, Chris; Jüttner, Sven; Halle, Thorsten; Otto, M.; Ecke, M.**

Investigations on metallurgical and mechanical properties of resistant spot welded dissimilar joints between a high manganese steel and a low alloyed steel grade

IOP conference series / Materials science and engineering/ Institute of Physics - London [u.a.]: Institute of Physics, Vol. 882 (2020), Paper 012008, insgesamt 18 Seiten;

[Symposium: Symposium on Materials and Joining Technology, Magdeburg, Germany, 7-8 September 2020]

**Gombola, C.; Hasemann, Georg; Kauffmann, A.; Sprenger, I.; Laube, S.; Schmitt, A.; Gang, F.; Bolbut, Volodymyr; Oehring, M.; Blankenburg, M.; Schell, N.; Staron, P.; Pyczak, F.; Krüger, Manja; Heilmaier, M.**

A zone melting device for the in situ observation of directional solidification using high-energy synchrotron x rays

Review of scientific instruments: a monthly journal devoted to scientific instruments, apparatus, and techniques - [S.I.]: American Institute of Physics, Volume 91 (2020), issue 9, article 093901, 10 Seiten;

[Imp.fact.: 1.587]

**Hasemann, Georg**

Experimental study of the liquidus surface in the V-rich portion of the V-Si-B system

Journal of alloys and compounds: JAL ; an interdisciplinary journal of materials science and solid-state chemistry and physics - Lausanne: Elsevier, Volume 824 (2020), Artikel 153843;

[Imp.fact.: 4.175]

**Hasemann, Georg; Harris, Chad; Krüger, Manja; Perepezko, John H.**

Coating reactions on vanadium and V-Si-B Alloys during powder pack-cementation

Materials - Basel: MDPI, Volume 13 (2020), issue 18, article 4099, 7 Seiten;

[Imp.fact.: 2.972]

**Herbster, Maria; Berth, Alexander; Märten, Nicole; Robra, Marcel; Welzel, Florian; Dallmann, Frank; Lohmann, Christoph H.; Halle, Thorsten; Bertrand, Jessica; Döring, Joachim**

Intraoperative assembly of anatomical shoulder prosthesis frequently results in malalignment of the modular taper junction

Journal of orthopaedic research: a journal of musculoskeletal investigations ; official publication of the Orthopaedic Research Society - Hoboken, NJ [u.a.]: Wiley . - 2020, insges. 12 S.;

[Imp.fact.: 2.728]

**Herbster, Maria; Döring, Joachim; Nohava, Jiri; Lohmann, Christoph H.; Halle, Thorsten; Bertrand, Jessica**

Retrieval study of commercially available knee implant coatings TiN, TiNbN and ZrN on TiAl6V4 and CoCr28Mo6

Journal of the mechanical behavior of biomedical materials - Amsterdam [u.a.]: Elsevier, Vol. 112.2020, Art.-Nr. 104034;

[Imp.fact.: 3.372]

**Heyn, Andreas**

Comparison of liquid and gel electrolytes for the investigation of pitting corrosion on stainless steels

IOP conference series / Materials science and engineering/ Institute of Physics - London [u.a.]: Institute of Physics, Vol. 882 (2020), Paper 012009, insgesamt 14 Seiten;

[Symposium: Symposium on Materials and Joining Technology, Magdeburg, Germany, 7-8 September 2020]

**Heyn, Andreas; Rosemann, Paul**

Quantitative evaluation of global and local chromium contents with the EPR test on ferritic and martensitic stainless steels

IOP conference series / Materials science and engineering/ Institute of Physics - London [u.a.]: Institute of Physics, Vol. 882 (2020), Paper 012009, insgesamt 13 Seiten;

[Symposium: Symposium on Materials and Joining Technology, Magdeburg, Germany, 7-8 September 2020]

**Kharchenko, N. A.; Dehula, A. I.; Hignjak, V. G.; Hvrn, . P.; Smokovych, Iryna**

Calculation of physicochemical conditions of the formation of protective coatings based on carbides and nitrides of chromium

urnal nano- ta elektronnoï fizyky - Sumy: Sumskyj Deravnyj Univ., Volume 12 (2020), issue 3, article 03038, 4 Seiten;

[Imp.fact.: 0.213]

**Kromm, A.; Lausch, T.; Schroepfer, D.; Rhode, Michael; Kannengießer, Thomas**

Influence of welding stresses on relief cracking during heat treatment of a creep-resistant 13CrMoV steel Part II: mechanisms of stress relief cracking during post weld heat treatment

Welding in the world: the international journal of materials joining - Berlin: Springer, Bd. 64.2020, 5, S. 819-829;

[Imp.fact.: 1.278]

**Kromm, A.; Lausch, T.; Schroepfer, D.; Rhode, Michael; Kannengießer, Thomas**

Influence of welding stresses on relief cracking during heat treatment of a creep-resistant 13CrMoV steel. Part I: effect of heat control on welding stresses and stress relief cracking

Welding in the world: the international journal of materials joining - Berlin: Springer, Bd. 64.2020, 5, S. 807-817;

[Imp.fact.: 1.589]

**Krüger, Manja; Schmelzer, Janett; Fichtner, D.; Heinze, C.; Küsters, Y.; Rittinghaus, S. K.; Weisheit, A.; Heinz, R.; Gerking, L.; Gruber, K; Schmigalla, S.; Schulze, S.**

Recent advances in additive manufacturing of Mo-Si-B alloys - a status report on the cooperative project LextrA

IOP conference series / Materials science and engineering/ Institute of Physics - London [u.a.]: Institute of Physics, Vol. 882 (2020), Paper 012011, insgesamt 9 Seiten;

[Symposium: Symposium on Materials and Joining Technology, Magdeburg, Germany, 7-8 September 2020]

**Künzel, Christian; Dammler, Kathleen; Betke, Ulf; Urbaschok, Jens; Scheffler, Franziska**

High-performance doctor bladed thermoelectric microlayers

Materials and design - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Volume 196 (2020), article 109087;

[Imp.fact.: 6.289]

**Mou, Junji; Li, Shibo; Yao, Boxiang; Ma, Pengfei; Yu, Wenbo; Zhou, Yang; Smokovych, Iryna; Scheffler, Michael**

Cyclic oxidation behavior of MoAlB in the temperature range 450-850 °C

Journal of alloys and compounds: JAL ; an interdisciplinary journal of materials science and solid-state chemistry and physics - Lausanne: Elsevier, Volume 831 (2020), Artikel 154802;

[Online first]

[Imp.fact.: 4.175]

**Müller, Christopher; Hasemann, Georg; Regenberg, Maximilian; Betke, Ulf; Krüger, Manja**

Microstructure and compression properties of VSSV3B2 eutectic alloys in the V-Si-B system

Materials - Basel: MDPI, Volume 13 (2020), issue 9, article 2100, 12 Seiten;

[Imp.fact.: 2.972]

**Müller, Christopher; Touzani, Rachid S.; Betke, Ulf; Krüger, Manja**

Influence of Nb, Ti and Mo on microstructure and mechanical properties of vanadium solid solutions

IOP conference series / Materials science and engineering/ Institute of Physics - London [u.a.]: Institute of Physics, Vol. 882 (2020), 012012, insgesamt 10 Seiten;

[Symposium: Symposium on Materials and Joining Technology, Magdeburg, Germany, 7-8 September 2020]

**Najuch, M.; Jüttner, Sven; Schmicker, D.**

Simulative and experimental investigations on single-sided resistance spot brazing of sheet metal tube connections as an alternative to single-sided resistance spot welding

IOP conference series / Materials science and engineering/ Institute of Physics - London [u.a.]: Institute of Physics, Vol. 882 (2020), 012013, insgesamt 8 Seiten;

[Symposium: Symposium on Materials and Joining Technology, Magdeburg, Germany, 7-8 September 2020]

**Najuch, M.; Jüttner, Sven; Schmicker, D.**

Simulative and experimental investigations on the influence of force during single-sided resistance brazing on sheet metal tube connections as an alternative to single-sided resistance spot welding

Journal of advanced joining processes - Amsterdam: Elsevier, Volume 2 (2020), article 100031;

**Naumenko, Konstantin; Gariboldi, Elisabetta; Nizinkovskiy, Rostyslav**

Stress-regime-dependence of inelastic anisotropy in forged age-hardening aluminium alloys at elevated temperature - constitutive modeling, identification and validation

Mechanics of materials: forum for theoretical, experimental and field advances in mechanics of flow, fracture and general constitutive behavior of geophysical, geotechnical and technological materials - Amsterdam: Elsevier, Volume 141(2020), Article 103262;

[Imp.fact.: 2.958]

**Nonemacher, Juliane Franciele; Arinichevab, Yulia; Yan, Gang; Finsterbusch, Martin; Krüger, Manja; Malzbender, Jürgen**

Fracture toughness of single grains and polycrystalline Li7La3Zr2O12 electrolyte material based on a pillar splitting method

Journal of the European Ceramic Society/ European Ceramic Society - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Bd. 40.2020, 8, S. 3057-3064;

[Imp.fact.: 4.029]

**Regenberg, Maximilian; Hasemann, Georg; Müller, Christopher; Krüger, Manja**

Microstructure-property relations of eutectic V-Si and V-B alloys

IOP conference series / Materials science and engineering/ Institute of Physics - London [u.a.]: Institute of Physics, Vol. 882 (2020), Paper 012014, insgesamt 12 Seiten;

[Symposium: Symposium on Materials and Joining Technology, Magdeburg, Germany, 7-8 September 2020]

**Regenberg, Maximilian; Hasemann, Georg; Wilke, Markus; Halle, Thorsten; Krüger, Manja**

Microstructure evolution and mechanical properties of refractory Mo-Nb-V-W-Ti high-entropy alloys

Metals: open access journal - Basel: MDPI, Vol. 10 (2020), 10, Article 1530, insgesamt 13 Seiten;

[Imp.fact.: 2.117]

**Rhode, Michael; Wetzel, A.; Ozcan, O.; Nietzke, J.; Richter, T.; Schröpfer, D.**

Hydrogen diffusion and local Volta potential in high- and medium-entropy alloys

IOP conference series / Materials science and engineering/ Institute of Physics - London [u.a.]: Institute of Physics, Vol. 882 (2020), Paper 012015, insgesamt 16 Seiten;

[Symposium: Symposium on Materials and Joining Technology, Magdeburg, Germany, 7-8 September 2020]

**Richter, T.; Schröpfer, D.; Rhode, Michael; Börner, A.**

Influence of modern machining processes on the surface integrity of high-entropy alloys  
IOP conference series / Materials science and engineering/ Institute of Physics - London [u.a.]: Institute of Physics, Vol. 882 (2020), Paper 012016, insgesamt 12 Seiten;  
[Symposium: Symposium on Materials and Joining Technology, Magdeburg, Germany, 7-8 September 2020]

**Ritter, Stefan; Bosch, Rik-Wouter; Huet, François; Ngo, Kieu; Cottis, Robert A.; Bakalli, Mirdash; Curioni, Michele; Herbst, Matthias; Heyn, Andreas; Macak, Jan; Novotny, Radek; Öijerholm, Johan; Saario, Timo; Sanchez-Amaya, José M.; Takenouti, Hisasi; Zajec, Bojan; Zhang, Wenzhong**

Results of an international round-robin exercise on electrochemical impedance spectroscopy  
Corrosion engineering, science and technology: CEST ; the international journal of corrosion processes and corrosion control - London: Taylor & Francis . - 2020;  
[Online first]  
[Imp.fact.: 1.706]

**Rittinghaus, Silja-Katharina; Schmelzer, Janett; Rackel, Marcus Willi; Hemes, Susanne; Vogelpoth, Andreas; Hecht, Ulrike; Weisheit, Andreas**

Direct energy deposition of TiAl for hybrid manufacturing and repair of turbine blades  
Materials - Basel: MDPI, Vol. 13 (2020), 19, Article 4392, insgesamt 14 Seiten;  
[Imp.fact.: 3.057]

**Rosemann, Paul; Kauss, Norman; Heyn, Andreas**

KorroPad testing - applications from industry and research  
IOP conference series / Materials science and engineering/ Institute of Physics - London [u.a.]: Institute of Physics, Vol. 882 (2020), Paper 012017, insgesamt 12 Seiten;  
[Symposium: Symposium on Materials and Joining Technology, Magdeburg, Germany, 7-8 September 2020]

**Rosemann, Paul; Müller, Christopher; Halle, Thorsten**

Sensitization behaviour of the nitrogen alloyed austenitic stainless steel X8CrMnMoN18-19-2  
IOP conference series / Materials science and engineering/ Institute of Physics - London [u.a.]: Institute of Physics, Vol. 882 (2020), Paper 012018, insgesamt 8 Seiten;  
[Symposium: Symposium on Materials and Joining Technology, Magdeburg, Germany, 7-8 September 2020]

**Röbler, Christoph; Schmicker, David; Sherepenko, Oleksii; Halle, Thorsten; Körner, Markus; Jüttner, Sven; Woschke, Elmar**

Identification of the flow properties of a 0.54% carbon steel during continuous cooling  
Metals: open access journal - Basel: MDPI, Volume 10 (2020), issue 1, article 104, 11 Seiten;  
[Imp.fact.: 2.259]

**Schaupp, Thomas; Ernst, Wolfgang; Spindler, Helmut; Kannengießer, Thomas**

Hydrogen-assisted cracking of GMA welded 960 MPa grade high-strength steels  
International journal of hydrogen energy: official journal of the International Association for Hydrogen Energy - New York, NY [u.a.]: Elsevier . - 2020;  
[Online first]  
[Imp.fact.: 4.084]

**Schaupp, Thomas; Rhode, Michael; Yahyaoui, Hamza; Kannengiesser, Thomas**

Hydrogen-assisted cracking in GMA welding of high-strength structural steels using the modified spray arc process  
Welding in the world: the international journal of materials joining - Berlin: Springer . - 2020;  
[Online first]  
[Imp.fact.: 1.589]

**Schlosser, Benjamin; Fischer, Daniel; Jüttner, Sven**

Zerstörungsfreie Qualitätsprüfung von MSGgeschweißten Kehlnähten mithilfe von Geometrie- und Temperatursensoren  
Schweissen und Schneiden: Fachzeitschrift für Schweißen und verwandte Verfahren - Düsseldorf: DVS-Media GmbH, Bd. 72.2020, 4, S. 216-222

**Schmelzer, Janett; Rittinghaus, Silja-Katharina; Gruber, Karl; Veit, Peter; Weisheit, Andreas; Krüger, Manja**

Printability and microstructural evolution of a near-eutectic three-phase V-based alloy  
Additive manufacturing - Amsterdam [u.a.]: Elsevier, Vol. 34 (2020), Artikelnummer 101208;

**Sherepenko, Oleksii; Kazemi, Omid; Rosemann, Paul; Wilke, Markus; Halle, Thorsten; Jüttner, Sven**

Transient softening at the fusion boundary of resistance spot welds - a phase field simulation and experimental investigations for AlSi-coated 22MnB5

Metals: open access journal - Basel: MDPI, Bd. 10.2020, 1, insges. 13 S.;  
[Imp.fact.: 2.259]

**Sherepenko, Oleksii; Schreiber, Vincent; Schischin, Iwan; Wohner, Maximilian; Wernlein, Philipp; Mitzschke, Niels; Jüttner, Sven**

Influence of surface layers on resistance spot joinability of partially hardened steel 22MnB5 with aluminum-silicon and zinc coatings

Welding in the world: the international journal of materials joining - Berlin: Springer . - 2020;  
[Online first]  
[Imp.fact.: 1.278]

**Smokovych, Iryna; Eley, H.; Bosiaha, M.; Scheffler, Michael**

Ceramic oxidation protection coatings for refractory alloys from filler-loaded preceramic polymers - the role of particle size and volume fraction of particulate fillers

IOP conference series / Materials science and engineering/ Institute of Physics - London [u.a.]: Institute of Physics, Vol. 882 (2020), Paper 012021, insgesamt 9 Seiten;

[Symposium: Symposium on Materials and Joining Technology, Magdeburg, Germany, 7-8 September 2020]

**Smokovych, Iryna; Gatzten, Caren; Krüger, Manja; Schwidder, Michael; Scheffler, Michael**

Polymer derived ceramics from Si, B, SiB<sub>6</sub>, and Mo<sub>5</sub>SiB<sub>2</sub> filler-loaded perhydropolysilazane precursors as protective and functional coatings for refractory metal alloys

Materials - Basel: MDPI, Vol. 13 (2020), 21, Article 4878, insgesamt 11 Seiten;  
[Imp.fact.: 3.057]

**Sutygina, Alina; Betke, Ulf; Hasemann, Georg; Scheffler, Michael**

Manufacturing of open-cell metal foams by the sponge replication technique

IOP conference series / Materials science and engineering/ Institute of Physics - London [u.a.]: Institute of Physics, Vol. 882 (2020), Paper 012022, insgesamt 11 Seiten;

[Symposium: Symposium on Materials and Joining Technology, Magdeburg, Germany, 7-8 September 2020]

**Sutygina, Alina; Betke, Ulf; Scheffler, Michael**

Opencell aluminum foams by the sponge replication technique - a starting powder particle study

Advanced engineering materials - Weinheim: Wiley-VCH Verl. . - 2020;  
[Online first]  
[Imp.fact.: 2.906]

**Tarpali, U. A.; Kannengiesser, Thomas; Griesche, A.**

Tungsten inert gas bead-on-plate weld chemical composition analysis by laser-induced breakdown spectroscopy

IOP conference series / Materials science and engineering/ Institute of Physics - London [u.a.]: Institute of Physics, Vol. 882 (2020), Paper 012023, insgesamt 8 Seiten;

[Symposium: Symposium on Materials and Joining Technology, Magdeburg, Germany, 7-8 September 2020]

**Touzani, Rachid Stefan; Krüger, Manja**

First principles density functional theory prediction of the crystal structure and the elastic properties of Mo 2ZrB<sub>2</sub> and Mo 2HfB<sub>2</sub>

Crystals: open access journal - Basel: MDPI, Volume 10 (2020), issue 10, article 865, 14 Seiten;

**Touzani, Rachid; Krüger, Manja**

First principles density functional theory calculations on the elastic properties of Mo-Si based solid solutions

IOP conference series / Materials science and engineering/ Institute of Physics - London [u.a.]: Institute of Physics, Vol. 882 (2020), Paper 012024, insgesamt 10 Seiten;

[Symposium: Symposium on Materials and Joining Technology, Magdeburg, Germany, 7-8 September 2020]

**Upatov, M. I.; Abdullaeva, E. R.; Bolbut, Volodymyr; Bogomol, Y. I.**

Structure and properties of the directionally crystallized B<sub>4</sub>CNbB<sub>2</sub>SiC Alloy

Journal of superhard materials: SHM - New York, NY: Allerton Press, Bd. 42.2020, 1, S. 18-24;

[Imp.fact.: 0.651]

**Wacker, Max; Betke, Ulf; Borucki, Katrin; Hülsmann, Jörn; Awad, George; Varghese, Sam; Scherner, Maximilian Philipp; Hansen, Michael; Wippermann, Jens; Veluswamy, Priya**

An in vitro hemodynamic loop model to investigate the hemocompatibility and host cell activation of vascular medical devices

JoVE. Video journal - [S.l.], 2020, 162, article e61570, 21 Seiten;

[Imp.fact.: 1.163]

**Wilke, Alisa; Dieck, S.; Härtel, M.; Lampke, T.; Halle, Thorsten**

Microstructural characterization of quenched and partitioned commercial medium carbon steel

IOP conference series / Materials science and engineering/ Institute of Physics - London [u.a.]: Institute of Physics, Vol. 882 (2020), Paper 012025, insgesamt 7 Seiten;

[Symposium: Symposium on Materials and Joining Technology, Magdeburg, Germany, 7-8 September 2020]

**Wilke, Markus; Hanns, L.; Harnisch, Karsten; Knapp, W.; Ecke, Martin; Halle, Thorsten**

Pyroelectric X-ray generator for XRF in combination with optical microscopy

IOP conference series / Materials science and engineering/ Institute of Physics - London [u.a.]: Institute of Physics, Vol. 882 (2020), Paper 012026, insgesamt 8 Seiten;

[Symposium: Symposium on Materials and Joining Technology, Magdeburg, Germany, 7-8 September 2020]

**Wohner, Maximilian; Mitzschke, Niels; Jüttner, Sven**

Resistance spot welding with variable electrode force-development and benefit of a force profile to extend the weldability of 22MnB5+AS150

Welding in the world: the international journal of materials joining - Berlin: Springer . - 2020, insges. 13 S.;

[Online first]

[Imp.fact.: 1.589]

**Zeng, Fanlin; Malzbender, Jürgen; Baumann, Stefan; Krüger, Manja; Winnubst, Louis; Guillon, Olivier; Meulenber, Wilhelm A.**

Phase and microstructural characterizations for Ce<sub>0.8</sub>Gd<sub>0.2</sub>O<sub>2</sub>-FeCo<sub>2</sub>O<sub>4</sub> dual phase oxygen transport membranes

Journal of the European Ceramic Society/ European Ceramic Society - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Bd. 40.2020, 15, S. 5646-5652;

[Imp.fact.: 4.495]

**Zeng, Fanlin; Malzbender, Jürgen; Baumann, Stefan; Schulze-Küppers, Falk; Krüger, Manja; Nijmeijer, Arian; Guillon, Olivier; Meulenber, Wilhelm Albert**

Micromechanical characterization of Ce<sub>0.8</sub>Gd<sub>0.2</sub>O<sub>2</sub>FeCo<sub>2</sub>O<sub>4</sub> dual phase oxygen transport membranes

Advanced engineering materials - Weinheim: Wiley-VCH Verl., (2020), Artikel-Nr. 1901558;

[Online first]

[Imp.fact.: 2.906]

**Zvorykina, Anastasiia; Sherepenko, Oleksii; Neubauer, Michael; Jüttner, Sven**

Dissimilar metal joining of aluminum to steel by hybrid process of adhesive bonding and projection welding using a novel insert element

Journal of materials processing technology - Amsterdam [u.a.]: Elsevier, Volume 282 (2020), article 116680;

[Imp.fact.: 4.178]

## BEGUTACHTETE BUCHBEITRÄGE

### **Burger, Stefan; Zinke, Manuela; Jüttner, Sven**

MSG-Fülldrahtschweißen - Beeinflussen von Nahteigenschaften und Prozessverhalten durch Einsatz basischer Schlackesysteme bei Ni-Basislegierungen

Große Schweißtechnische Tagung; DVS-Studentenkongress, DVS CAMPUS: Kurzfassungen der Vorträge : ausführliche Manuskripte auf USB-Card - Düsseldorf: DVS Media GmbH, 2020 . - 2020, S. 247-255 - (DVS-Berichte; Band 365)

### **Dieck, Sebastian; Ecke, Martin; Rosemann, Paul; Fritsch, Sebastian; Wagner, Martin Franz-Xaver; Halle, Thorsten**

Strength differential effect in martensitic stainless steel under quenching and partitioning heat treatment condition

Plasticity, damage and fracture in advanced materials - Cham: Springer, 2020; Altenbach, Holm . - 2020, S. 35-42 - ( Advanced structured materials; 121);

### **Ecke, Martin; Michael, Oliver; Wilke, Markus; Hütter, Sebastian; Krüger, Manja; Halle, Thorsten**

Deformation twinning in bcc iron - experimental investigation of twin formation assisted by molecular dynamics simulation

Plasticity, damage and fracture in advanced materials - Cham: Springer, 2020; Altenbach, Holm . - 2020, S. 43-51 - ( Advanced structured materials; 121);

### **Ehlers, T.; Lachmayer, R.; Vajna, Sándor; Halle, Thorsten**

Producibility

Integrated Design Engineering: Interdisciplinary and Holistic Product Development - Cham: Springer International Publishing AG, 2020 . - 2020, S. 287-323; [Kapitel 9]

### **Hey, Andreas**

Korrosionsdiagnostik mit Gel-Elektrolyten

Jahrbuch Oberflächentechnik - Bad Saulgau: Leuze, 1954, Bd. 76.2020, S. 333-356

### **Kauss, Olha; Naumenko, Konstantin; Hasemann, Georg; Krüger, Manja**

Structural analysis of gas turbine blades made of Mo-Si-B under stationary thermo-mechanical loads

Advances in mechanics of high-temperature materials - Cham: Springer, 2019 . - 2020, S. 79-91 - (Advanced structured materials; 117);

### **Mook, Gerhard; Simonin, Yury**

Wirbelstromprüfung beschichteter Zylinderlaufflächen mit Sensorarrays

ZfP heute - Wissenschaftliche Beiträge zur Zerstörungsfreien Prüfung / Deutsche Gesellschaft für Zerstörungsfreie Prüfung e.V. ; Dr.-Ing, Anton Erhard, Vorsitzender der DGZfP e.V. - Berlin: Ruksaldruck GmbH + Co KG, 2020; Erhard, Anton . - 2020, S. 95-101

### **Najuch, Marcel; Jüttner, Sven; Schmicker, David; Krüger, Andreas; Haverland, Christoph**

Simulation und Implementierung eines thermisch minimalinvasiven Fertigungsprozesses für die Applikation von Wuchtgewichten

Sensitive Fertigungstechnik: Hochleistungs-Präzisionstechnologien in einer digitalen und vernetzten Produktion : Tagungsband der 5. Fachtagung, 14.11.2019 / Harald Goldau (Hrsg.), Ronny Stolze (Hrsg.): Hochleistungs-Präzisionstechnologien in einer digitalen und vernetzten Produktion : Tagungsband der 5. Fachtagung, 14.11.2019/ Sensitive Fertigungstechnik: Hochleistungs-Präzisionstechnologien in einer digitalen und vernetzten Produktion : Tagungsband der 5. Fachtagung, 14.11.2019 / Harald Goldau (Hrsg.), Ronny Stolze (Hrsg.) - Düren: Shaker Verlag, 2020; Goldau, Harald . - 2020, S. 93-101

### **Rottengruber, Hermann; Sazonov, Vladyslav; Ecke, Martin**

Einflussfaktoren auf Bauteilverschleiß im Kraftstoffversorgungssystem (Literaturrecherche)

Einflussfaktoren auf Bauteilverschleiß im Kraftstoffversorgungssystem (Literaturrecherche) / Rottengruber - Hamburg: DGMK, 2020 . - 2020, insges. 74 S. - (DGMK-research report; 835)

**Schreiber, Vincent; Mitzschke, Niels; Dieckmann, Martin; Jüttner, Sven**

IGF-Nr.: 19.878 BR: Entwicklungen und Untersuchungen von Qualitätskriterien beim Kurzzeitwiderstandsschweißen mit hoher Wärmestromdichte

Große Schweißtechnische Tagung; DVS-Studentenkongress, DVS CAMPUS: Kurzfassungen der Vorträge : ausführliche Manuskripte auf USB-Card - Düsseldorf: DVS Media GmbH, 2020 . - 2020, S. 215-220 - (DVS-Berichte; Band 365)

**Wohner, Maximilian; Ullrich, Moritz; Jüttner, Sven**

Online-Prozessüberwachung - ein Ansatz zum Parametrieren von komplexen Mehrblechverbindungen beim Widerstandspunktschweißen

Große Schweißtechnische Tagung; DVS-Studentenkongress, DVS CAMPUS: Kurzfassungen der Vorträge : ausführliche Manuskripte auf USB-Card - Düsseldorf: DVS Media GmbH, 2020 . - 2020, S. 271-278 - (DVS-Berichte; Band 365)

## WISSENSCHAFTLICHE MONOGRAFIEN

**Jüttner, Sven**

Entwicklungen und Untersuchungen von Qualitätskriterien beim Kurzzeitwiderstandsschweißen mit hoher Wärmestromdichte - Berichtszeitraum: 01.12.2017 bis 29.02.2020 : Schlussbericht zu IGF-Vorhaben Nr. 19878 BR

Magdeburg: Universitätsbibliothek, 2020, 1 Online-Ressource (70 Seiten, 3,76 MB), Illustrationen; [Literaturverzeichnis: Seite 69-70]

**Jüttner, Sven; Schlosser, Benjamin**

Zerstörungsfreie Qualitätsbewertung von MSGSchweißverbindungen von Stahlfeinblech durch Nutzung geometrischer und thermographischer Kenngrößen - Berichtszeitraum: 01.01.2017-31.05.2019 : Schlussbericht zu IGF-Vorhaben Nr. 18.550 BR

Magdeburg: Universitätsbibliothek, 2020, 1 Online-Ressource (76 Seiten, 4,32 MB), Illustrationen; [Literaturverzeichnis: Seite 73-76]

## ABSTRACTS

**Harnisch, Karsten; Klee, C.; Bairl, T.; Halle, Thorsten; Rosemann, Paul**

Microstructural modification, characterization and corrosion resistance of a biomedical low carbon CoCrMo-alloy  
Materials Science Engineering 2020 Digital Conference, MSE 2020: September 22-25, 2020 / DGM: September 22-25, 2020, 2020 . - 2020;

[Materials Science and Engineering, MSE, Virtual Congress, Sep. 22-25, 2020]

**Reissig, E.; Sutygina, Alina; Dammler, Kathleen; Schelm, Katja; Betke, Ulf; Scheffler, Michael**

Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/Cu- und Cu-Retikulatschäume mit lamellar aufgebauten Stegen

Zellulare Werkstoffe: 14. Sitzung des DGM-Fachazússchusses am 09.07.2020 - DGM, 2020 . - 2020;

[14. Sitzung des DGM-Fachausschusses Zellulare Werkstoffe am 09.07.2020]

**Sutygina, Alina; Scheffler, Michael**

Manufacturing of reticulated copper foams - a method overview and techniques for creating additional strut porosity by a combined sponge replication and freezing technique

Zellulare Werkstoffe: 14. Sitzung des DGM-Fachazússchusses am 09.07.2020 - DGM, 2020 . - 2020;

[14. Sitzung des DGM-Fachausschusses Zellulare Werkstoffe am 09.07.2020]

## DISSERTATIONEN

### **Frohwein, Chris; Jüttner, Sven [AkademischeR BetreuerIn]**

Einfluss des Aufmischungsgrades auf die Verbindungseigenschaften beim Widerstandspunktschweißen von FeMn-Stählen

Düren: Shaker Verlag, 2020, V, 156 Seiten, Illustrationen, Diagramme, 21 cm, 251 g - (Schriftenreihe Fügetechnik Magdeburg; 2020,2);

[Literaturverzeichnis: Seite 129-146]

### **Lehmann, Nico; Jüttner, Sven [AkademischeR BetreuerIn]**

Qualifizierung der Luftultraschalltechnologie als zerstörungsfreies Prüfverfahren für Fügeverbindungen im Karosseriebau

Magdeburg, 2020, XI, 148 Blätter, Illustrationen, Diagramme, 30 cm;

[Literaturverzeichnis: Blatt 133-147]

### **Nordmann, Joachim; Altenbach, Holm [AkademischeR BetreuerIn]; Krüger, Manja [AkademischeR BetreuerIn]**

Failure analysis of coatings under thermo-mechanical loading

Magdeburg, 2020, xv, 110 Seiten, A1-A6, B1-B6, Illustrationen, Diagramme, 30 cm;

[Literaturverzeichnis: Seite 101-110]

### **Sherepenko, Oleksii; Jüttner, Sven [AkademischeR BetreuerIn]**

Widerstandspunktschweißen partiell gehärteter Bauteile aus Al-Si-beschichtetem Vergütungsstahl

Magdeburg, 2020, XIX, 95 Seiten, Seite XX-XXXVII, Illustrationen, Diagramme, 30 cm;

[Literaturverzeichnis: Seite XX-XXVII]

### **Tuchtfeld, Markus; Jüttner, Sven [AkademischeR BetreuerIn]**

Verschleißverhalten der Elektrodenkappen beim Widerstandspunktschweißen von Aluminiumblechen

Düren: Shaker Verlag, 2020, III, 142 Seiten, Illustrationen, Diagramme, 21 cm, 228 g - (Schriftenreihe Fügetechnik Magdeburg; 2020,1);

[Literaturverzeichnis: Seite 127-135]

Arbeitsfassung 2020  
ohne redaktionelle Freigabe