



OTTO VON GUERICKE  
UNIVERSITÄT  
MAGDEBURG

MB

FAKULTÄT FÜR  
MASCHINENBAU

# Forschungsbericht 2018

Institut für Fertigungstechnik und Qualitätssicherung

# 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

kommissarischer Institutsleiter:  
Prof. Dr. rer. nat. Michael Scheffler

## 2. HochschullehrerInnen

apl. Prof. Dr.-Ing. habil. Dr.-Ing. E. h. Rüdiger Bähr

## 3. Forschungsprofil

Das Institut für Fertigungstechnik und Qualitätssicherung setzt sich aus den Bereichen Zerspantechnik/Fertigungseinrichtungen, kommissarischer Bereichsleiter Oberingenieur Dr. Florian Welzel, Bereich Fertigungsmesstechnik und Qualitätsmanagement sowie dem Bereich für Ur- und Umformtechnik, Bereichsleiter apl. Prof. Dr.-Ing. habil. Rüdiger Bähr zusammen.

Forschungsschwerpunkte sind u. a.:

- Entwicklung, Herstellung und Test spanender Werkzeuge,
- Einsatz der Hochgeschwindigkeitsbearbeitung in der spanenden Bearbeitung,
- Verzahnungsbearbeitung und -messtechnik,
- umweltschonender Einsatz von Kühlschmierstoffen in der Zerspantechnik (Minimalschmiertechnik),
- Fertigungsverfahren für tribologisch belastete Oberflächen,
- Einsatz der neuen Werkstoffe Mineralguss und Hohlkugelkomposit im Werkzeugmaschinen- und Vorrichtungsbau,
- 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

#### **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 Bereich Zerspan- und Abtragtechnik:

- Durchführung von Zerspanungsversuchen (Ermittlung von Kräften, Verschleiß, Schwingungen usw.), speziell beim Bohren, Fräsen und Drehen,
- Unterstützung bei der Einführung neu- und weiterentwickelter Zerspanungswerkzeuge,
- Entwicklung und Bau von Zerspanungswerkzeugen,
- Technologische Beratung für das Zerspanen und Erodieren.

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**

- Eisenwerk Brühl GmbH
- Nematik Wernigerode GmbH

## 6. Forschungsprojekte

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. habil. Bernhard Karpuschewski  
**Projektbearbeitung:** Dipl.-Wirtsch.-Ing. Konstantin Risse  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.01.2015 - 30.06.2018

### Ressourceneffiziente Kolbenring/Zylinderpaarung II

Die Möglichkeit der Optimierung tribotechnischer Systeme während der Fertigung steht im Mittelpunkt dieser Forschungstätigkeiten. Um den Einlauf des Systems Kolbenring/ Zylinderlauffläche zu optimieren, werden in Zusammenarbeit mit dem Institut für Maschinenkonstruktion/ Lehrstuhl für Tribologie der OvGU Bearbeitungsparameter beim Honen analysiert und deren Auswirkungen auf das tribologische Verhalten während des Motorenbetriebs in Prüfstandsläufen untersucht. Als Versuchsaggregat dient ein 4 Zylinder Dieselmotor aus Grauguss.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. habil. Bernhard Karpuschewski  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.11.2016 - 28.02.2019

### Inverse Spannungstechnik - eine neue Strategie beim Fräskopf-Fräsen

Die angestrebten Forschungsarbeiten im Bereich von Fräswerkzeugen zielen auf eine Reduzierung von Vibrationen und Erhöhung der Prozessstabilität, verbunden mit der Erhaltung oder Steigerung der Produktivität, ab. Eine große Bedeutung zum Erreichen eines stabilen Fräsprozesses kommt vor allem dem Spanungsverhältnis (Spannungsbreite zu Spannungstiefe) zu. Bei einem zu großen Spanungsverhältnis entstehen Schwingungen durch kurzzeitige Unterschreitung der Mindestspanungsdicke. Durch eine Anpassung der Schnittwerte (Verringerung der Schnitttiefe und Steigerung des Zahnvorschubes) hin zum geringeren Spanungsverhältnis wird der Prozess stabilisiert. Die Zielstellung des Projektes besteht darin, Untersuchungen zum Nachweis der Wirkung eines grundlegend veränderten Spanungsverhältnisses auf das Zerspan-, Kraft- und Schwingungsverhalten sowie Temperaturverhalten beim Fräsen durchzuführen. Über die Variation des Spanungsverhältnisses bei sonst konstanten Versuchsbedingungen, soll der Nachweis erbracht werden, wie sich die Spanbildung, das Kräftelevel und die Prozessdynamik verändern.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. habil. Bernhard Karpuschewski  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.01.2018 - 31.12.2019

### 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:** Prof. Dr.-Ing. Hans-Christian Möhring  
**Kooperationen:** INVENT GmbH; TEON GmbH; ISATEC GmbH; FOOKE GmbH  
**Förderer:** Bund - 01.11.2015 - 31.03.2019

### **Intelligente Leichtbaustrukturen für hybride Werkzeugmaschinen - HYBRIDi**

Das Ziel von HYBRIDi ist die Erforschung einer exemplarischen intelligenten Leichtbaukomponente als integraler Bestandteil einer beispielhaften Werkzeugmaschine. Aufgrund seiner zentralen Funktion wurde zunächst ein vertikaler z-Schlitten als Demonstrator-Komponente ausgewählt. Als Material werden Faserverbund- und Kompositwerkstoffe in Verbindung mit metallischen Strukturen innerhalb eines Hybridsystems verwendet. Dazu soll eine detaillierte Untersuchung und Entwicklung von Materialchnittstellen erfolgen. Effiziente Verfahren zur Herstellung der Komponente stellen einen weiteren Entwicklungsschwerpunkt dar. Gleichzeitig wird der Einbau von einfach zu realisierenden und zu integrierenden Sensornetzen in Verbundstrukturen erforscht. Dadurch soll eine Überwachung des Struktur- und Prozessverhaltens möglich sein. Die Auslegung und Optimierung der intelligenten Strukturkomponente wird von einer durchgängigen Maschinen- und Prozesssimulation für das Fräsen begleitet und unterstützt.

---

**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 - 31.12.2019

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

In den Warmwalzstraßen von Draht-, Rohr- und Profilmalzwerken 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 vorzeitigem 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:** apl. Prof. Dr. Rüdiger Bähr  
**Projektbearbeitung:** M.Sc. Jan Pietras, M.Sc. Christian Gawert  
**Kooperationen:** Technische Universität Chemnitz; Daimler AG; ENA Elektrotechnologien und Anlagen GmbH, Staßfurt OT Atzendorf; DTS Diamond Tooling System GmbH; Winter Vakuumtechnik GbR Steinheim; Heinrich Betz GmbH & Co. KG  
**Förderer:** BMWi/AIF - 01.04.2015 - 30.09.2018

### **Entwicklung eines großserientauglichen, ultraschallunterstützten Vakuum-Gießverfahrens für neuartige Aluminium-Matrixkomposite**

Die Entwicklung eines neuartigen Gießverfahrens soll die Substitution konventioneller Konstruktionsmaterialien durch Leichtbaukompositen für die Automobilindustrie ermöglichen. Ziel des neuen Verfahrens ist eine wirtschaftliche und prozesssichere Herstellung von partikelverstärkten Aluminium-Matrixkompositen (AMC) für einen kontinuierlichen Produktionsprozess. Dabei stellt die Entwicklung der Anlagen- und Steuerungstechnik

zur Herstellung partikelverstärkter AMC-Bauteile den Forschungsschwerpunkt dar. Als prozessrelevante Entwicklungsschritte sind die Einbringung, Einbettung und die homogene Dispersion der SiC-Verstärkungspartikel in die Aluminiumschmelze zu nennen.

Um die Aufschwimmwirkung der porösen und daher mit Luftbläschen behafteten Partikel zu unterbinden, soll der Zusammenfluss der Partikel mit der Aluminiumschmelze unter Feinvakuum erfolgen. Hiermit lassen sich die Materialeigenschaften und die homogene Partikeldispersion verbessern, sowie die erforderliche Behandlungszeit signifikant verkürzen. Die Herstellung von AMC-Legierungen mit einem Verstärkungsanteil von 20 Vol.-% ist bereits heute technisch möglich. Jedoch soll das hier zu entwickelnde Verfahren die Herstellung von derartigen Kompositbauteilen mit einem Verstärkungsanteil von 35 Vol.-% für einen wirtschaftlichen Serienprozess ermöglichen. Die Auslegung als eine kontinuierliche Schmelzebehandlung mittels Ultraschall bietet an dieser Stelle bereits einen großen Kostenvorteil und die höchste Prozesssicherheit für solche Aluminium-Matrixkomposite nach heutigem Stand des Wissens. Die Kernelemente des neuen Verfahrens sind somit die kontinuierliche Schmelzebehandlung unter Feinvakuum von  $10^{-2}$  bis  $10^{-3}$  mbar und der zielgerichtete Einsatz von multiplen Ultraschallsonotroden. Als erste Anwendung soll das neue Verfahren zur Herstellung von AMC-Bremsscheiben als Leichtbaualternative für Hybrid- und Elektrofahrzeuge im Pilotmaßstab erprobt werden.

---

**Projektleitung:** apl. Prof. Dr. habil. Vladimir Vovk  
**Förderer:** BMWi/AIF - 01.09.2016 - 31.03.2019

**Entwicklung einer neuartigen Verfahrenskombination für die Serienfertigung kegeliger hochfester Schrauben mit Sondergewinde, insbesondere durch gezielte Anwendung des Halbwarmumformens im Walzprozess bei Verzicht einer nachfolgenden Wärmebehandlung**

Halbwarmumformen beim Stauchschmieden und Gewindewalzen für Schrauben. Wesentlich verbesserten Energiebilanz und Fertigqualität bei geringer Zunderbildung und geringerem Werkzeugverschleiß. Durch die Halbwarmumformung werden die aufwändigen Prozessschritte wie Wärmebehandlung sowie Zunderentfernung entfallen.

---

**Projektleitung:** apl. Prof. Dr. habil. Vladimir Vovk  
**Förderer:** BMWi/AIF - 01.12.2015 - 31.03.2018

**Entwicklung eines modularen Reversible Pumped Thermosyphon (Zweiphasen-Wärmeübertragungselementes) und einer Technologie zu dessen Fertigung**

Entwicklung eines modularen Zweiphasen-Wärmeübertragungselementes mit aktivem Fluid-Transport durch eine im Gehäuse integrierte Mikropumpe mit minimalem Energiebedarf und eine Technologie zur Fertigung des Elementes. Damit können wesentlich größere Höhendifferenzen, eine beliebige Positionierung von Wärmequelle und Wärmesenke, die erforderlichen Fördermengen und Drücke und eine steuerbarer Wärmeübertragung realisiert werden.

**Projektleitung:** Dr.-Ing. Stefan Scharf  
**Projektbearbeitung:** Chris Michaelis  
**Kooperationen:** Metallgießerei Hans Seifert GmbH, Wernigerode; 3DQR GmbH, Magdeburg  
**Förderer:** BMWi/AIF - 01.05.2018 - 30.04.2020

### **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 vollnetzten 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:** Eric Riedel  
**Kooperationen:** LGL - Leichtmetallgießerei Bad Langensalza GmbH; ENA Elektrotechnologien und Anlagen GmbH, Staßfurt OT Atzendorf  
**Förderer:** BMWi/AIF - 01.06.2016 - 31.08.2018

### **Entwicklung eines mobilen Ultraschall-Impulsgebers zur gezielten Gefügebeeinflussung hochbelasteter Aluminium-Gussbauteile ("EmUSIG")**

Die ständig steigenden Qualitäts- und Leistungsanforderungen an Aluminium-Gussteile bei zunehmender Komplexität und Diversität erfordern insbesondere im Automobilbau eine energie-, zeit- und ressourcen-effiziente Gefügebehandlung. Gegenwärtig wird zur Erreichung eines feinkörnigen und homogenen Gussgefüges sowie vordefinierter lokaler Bauteileigenschaften vorrangig eine Erstarrungsbeeinflussung der Schmelze durch gezielte Temperierung in aktiv gekühlten Kokillen angewandt. Wesentliche Nachteile dabei sind u.a. fehlende Temperierungsmöglichkeiten in allen speisernahen und innenliegenden Bauteilbereichen sowie hohe Kokillen- und Energiekosten.

Projektziel ist die Entwicklung eines mobilen Ultraschall-Impulsgebers zur gezielten Gefügebeeinflussung in erstarrenden Aluminium-Gussbauteilen. Dabei werden exakt dosierte, legierungs- und bauteilabgestimmte Ultraschallimpulse mit Sonotroden durch das Speisersystem direkt in die erstarrende Schmelze induziert und eine gezielte Gefügehomoenisierung sowie aktive Clusterbildung der Mikrostrukturen ermöglicht. Im Ergebnis soll die aktive Kokillentemperierung entfallen, die Werkzeugkosten um ca. 50 % und die Bauteilkosten um ca. 30 % sinken.

**Projektleitung:** Dr.-Ing. Stefan Scharf  
**Projektbearbeitung:** M.Sc. Martin Liepe  
**Kooperationen:** promeos GmbH, Nürnberg; LGL - Leichtmetallgießerei Bad Langensalza GmbH, Bad Langensalza; Fraunhofer IFF, Magdeburg  
**Förderer:** BMWi/AIF - 01.06.2017 - 31.05.2020

### **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. Volodymyr Taran  
**Förderer:** BMWi/AIF - 01.03.2016 - 30.06.2018

### **Entwicklung einer neuartigen Technologie und einer neuen Anlage zum zentrifugalen Präzisionsgießen ("ZeGiForm")**

Das Herstellen von Formen und Teilen in geringer Stückzahl mit komplizierten Geometrien und hohen Genauigkeiten ist in vielen Branchen sehr kostenintensiv. Beim vorrangig eingesetzten Vakuum-Differenzdruckverfahren ergeben sich u. a. durch die komplizierte Speiserpositionierung und oft unzureichende Speisung, ein nur teilweises Entweichen von Restgasen, die umfangreiche Vakuumtechnik und begrenzter Bauteilgröße vor allem bei Funktions- und Designmodellen und bei Wanddicken kleiner 1 mm erhebliche Nachteile bei den Fertigungszeiten und -kosten, Maßgenauigkeiten der Formen.

Ziel des Forschungsvorhabens ist die Entwicklung einer neuen Technologie und einer neuen Anlage zum zentrifugalen Gießen von Prototypen mit kleinen Abmessungen, komplexen Geometrien.

Die vollständige Formgebung wird dabei in der neuen dreh- und schwenkbaren Anlage durch eine stufenlose Oberlagerung von Zentrifugal- und Schwerkraft ohne Vakuumtechnik erreicht.

---

**Projektleitung:** Dr.-Ing. Florian Welzel  
**Förderer:** BMWi/AIF - 01.06.2017 - 30.11.2019

### **Verschleißeinfluss des Verzahnungsfalles beim Wälzfräsen**

Das Zahnrad hat wegen des steigenden Bedarfs erneut an Bedeutung zugenommen. Wälzfräsen ist aufgrund seiner Produktivität und Flexibilität das dominierende Verfahren zur Herstellung außenverzahnter Stirnräder. Auf Grund der anwendungsoptimierten Auslegung dieser Zahnräder und der unterschiedlichen Auslegung von Wälzfräsern, die gemeinsam den Verzahnungsfall bilden, kommt es dazu, dass es viele unterschiedliche Verzahnungsfälle gibt.

Bei hochproduktiven Schnittparametern hat der Verzahnungsfall, einen großen Einfluss auf das Werkzeugverschleißverhalten und damit auf den wirtschaftlichen Schnittwertebereich. Im AiF-Vorhaben Verschleißeinfluss des Werkzeugprofils beim Wälzfräsen (IGF-Nr.: 17577) wurde bereits der Einfluss des Werkzeugprofils untersucht. Der Einfluss der Werkstückgeometrie ist nach wie vor noch nicht systematisch erfasst. Konventionelle Belastungskenngrößen und industrielles Erfahrungswissen reichen nicht aus, um alle auftretenden Effekte zu erklären. Das Ziel des Vorhabens ist es deshalb, diesen Einfluss systematisch zu untersuchen. Zusammen mit vorliegenden Ergebnissen zum Werkzeugprofileinfluss soll ein mathematisches Modell zur Risikoeinschätzung von Verzahnungsfällen aufgestellt werden. Dazu werden für unterschiedliche Verzahnungsfälle theoretische Analysen (FEM- und Durchdringungssimulationen) durchgeführt. Die Ergebnisse werden durch experimentelle Untersuchungen verifiziert.

Unternehmen, insbesondere KMU profitieren von den aus der Schnittgeschwindigkeitssteigerung, resultierenden Kostensenkungen und Produktivitätssteigerungen bzw. durch eine gesteigerte Prozesssicherheit.

Das IFQ, als Forschungsstelle wird durch den sachverständigen Arbeitskreis Verzahnentechnik des VDW, und durch eine sachverständige projektbegleitende Arbeitsgruppe aus Experten der Industrie, beraten und durch Bereitstellung von Industriesachleistungen unterstützt. Durch Nutzung des VDW- Netzwerkes und darüber hinaus des FVA-Netzwerkes werden ca. 200 Unternehmen direkt erreicht.

---

**Projektleitung:** Dr.-Ing. Florian Welzel  
**Förderer:** BMWi/AIF - 01.11.2016 - 30.04.2019

### **Optimierung der Werkzeuge beim Wälzfräsen mit Hartmetall**

Der Bedarf an Zahnrädern steigt in der EU, Deutschland und weltweit kontinuierlich an. Ein großer Teil dieser Zahnräder sind außenverzahnte Stirnräder, die durch Wälzfräsen, dem universellsten und sehr produktiven Verfahren zur Herstellung dieser Zahnräder, gefertigt werden können. Als Schneidstoffe kommen dabei überwiegend Hochleistungsschnellarbeitsstahl und Hartmetall (HM) zum Einsatz. Obwohl der Schneidstoff HM in Verbindung mit der Trockenbearbeitung das größte Potential aller infrage kommenden Schneidstoffe hat, ist seine Anwendung eher rückläufig. Das liegt daran, dass HM-Wälzfräser hochpreisig sind und nach wie vor in vielen Anwendungsfällen die erforderliche Prozesssicherheit nicht gegeben ist. Es treten häufig Schneidkantenausbrüche auf, die den Werkzeugeinsatz abrupt beenden. Darüber hinaus kommt es verzahnungsabhängig auch zu Schäden auf den Zahnflanken der gefrästen Werkstücke, welche nicht tolerierbar sind. Untersuchungen am IFQ der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg haben im Rahmen des Vorhabens "Hochleistungswälzfräsen mit Hartmetallwerkzeugen", aufbauend auf länger zurückliegende Untersuchungen des Werkzeugmaschinenlabors (WZL) der RWTH Aachen, neue Potenziale für eine optimale Werkzeugauslegung aufgezeigt. Diese bestehen in der Anwendung geringerer Korngrößen des Hartmetallsubstrats, im Einsatz von Substraten der Gruppe P (derzeit sind HM-Schneidstoffe der Gruppe K Industriestandard), der Testung der Wirkung von Schutzfasen zur Entlastung der Kopfschneiden der Wälzfräserzähne und in der Untersuchung des Einflusses der Spannutensteigung des Wälzfräasers auf das Verschleißverhalten. Durch gezielte Variation dieser Einflussgrößen soll die Auslegung der HM-Wälzfräser im Sinne der Erreichung höherer Standmengen bei progressiven Schnittwerten verbessert werden. In Klein- und mittelständigen Unternehmen (KMU) ist das Zerspanungsniveau sehr unterschiedlich. Es kann bei Anwendung der zu erwartenden Ergebnisse eine Produktionssteigerung bis zu 50% erreicht werden.

---

**Projektleitung:** Dr.-Ing. Florian Welzel  
**Projektbearbeitung:** Dipl.-Ing. Martin Beutner, Dipl.-Ing. Max Köchig  
**Förderer:** BMWi/AIF - 01.10.2018 - 31.03.2021

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

Für Wälzfräser ist ein neuer Schneidstoff verfügbar, welcher aus einer nahezu kohlenstofffreien ausscheidungs-härtbaren 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 Schlagzahnalogieversuch. 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 verschiedene Stichversuche wird die Datenbasis um besondere Anwendungsfälle erweitert.

---

**Projektleitung:** Dr.-Ing. Florian Welzel  
**Förderer:** BMWi/AIF - 01.09.2016 - 30.11.2018

#### **Entwicklung eines neuartigen Werkzeuges für die FräSchleifbearbeitung von ebenen Flächen ohne und mit Nebenformstrukturen FräSchleifwerkzeug**

Ziel des Forschungsvorhabens ist es, die Vorteile der Fräswerkzeuge (hohe Abtragleistung) mit denen der Schleifwerkzeuge (hohe Oberflächengüte) zu verbinden. Dafür ist die Entwicklung, die Fertigung und die Erprobung eines neuartigen Fräswerkzeuges zur FräSchleifbearbeitung im Trocken- und Nassschnitt vorgesehen, das im Bearbeitungsergebnis geringe Oberflächenrauheit bei hoher Ebenheit und Abtragleistung erreicht.

---

**Projektleitung:** Dr.-Ing. Florian Welzel  
**Förderer:** BMWi/AIF - 01.08.2016 - 31.10.2018

#### **Verfahren und Anlage zur Herstellung von Wassereis bis - 120°C sowie Entwicklung einer Strahlanlage zur Verwendung in Kombination mit CO<sub>2</sub>-Pellets zur hochwirksamen Reinigung von Oberflächen**

Produktumstellungen, Revisionen oder die Instandhaltung sind direkt oder indirekt mit einer Reinigung verbunden. Dazu werden Verfahren gesucht, die das Reinigen der Bauteile im eingebauten Zustand ermöglichen, ohne dass zusätzlicher Abfall entsteht bzw. Rückstände in der Anlage verbleiben.

Mit dem CO<sub>2</sub>-Strahlen können Verunreinigungen, die unter Einwirkung der Kälte verspröden, entfernt werden. Allerdings ist die Reinigungswirkung bei stärkeren oder festen Verunreinigungen eingeschränkt. Durch die Kombination des CO<sub>2</sub>-Strahlens mit durch Tieftemperatur harten Wassereispartikeln könnte eine neue technologische Variante der CO<sub>2</sub>-Strahltechnik, das CO<sub>2</sub>-Wasser-Eisstrahlen, zur Anwendung kommen.

Das Reinigen mit CO<sub>2</sub>-Pellets ist ein thermischer Vorgang. Dagegen ist das Reinigen mit Wassereis ein mechanischer Vorgang. Werden die CO<sub>2</sub>-Pellets mit Wassereis einer bestimmten Größe gemischt, werden die thermischen und mechanischen Effekte in einem Vorgang verbunden. Dieses CO<sub>2</sub>-Wassereis-Gemisch besitzt eine deutlich höhere Aggressivität als das bekannte Trockeneis, ohne jedoch abrasiv zu wirken.

---

**Projektleitung:** Dr.-Ing. Florian Welzel  
**Förderer:** BMWi/AIF - 01.05.2016 - 30.09.2018

**Entwicklung eines neuen Entgratwerkzeuges mit integriertem Qualitätserfassungs- und -bewertungssystem für Bohrungen in schwer zerspanbaren Werkstoffen am Beispiel von Duplex-Stahl 1.4542 ( EntGraDux )**

Ziel ist die Erstellung eines Werkzeugkonzepts zum Entgraten von Bohrungen in Duplex-Stahl 1.4542. Des Weiteren soll ein aussagekräftiges Qualitätserfassungs- und -bewertungssystem entwickelt werden, welches eine Beurteilung zur Gratfreiheit ermöglicht.

---

**Projektleitung:** Dr.-Ing. Florian Welzel  
**Förderer:** BMWi/AIF - 01.02.2016 - 30.06.2018

**Entwicklung und Erprobung eines kombinierten Werkzeugs zur prozesssicheren Präzisionsbearbeitung hochbeanspruchter Innen- und Außenflächen von Gelenkpfannen aus schwer zerspanbaren Kobalt-Chrom-Molybdän-Legierungen ("PräziMed")**

Die Schlichtbearbeitung der Gelenkpfannen aus schwer zerspanbaren Kobalt-Chrom-Molybdän-Legierungen ist der Schwerpunkt des Projektes. Die Gestaltung eines optimalen Bearbeitungsprozesses bezüglich der Oberflächenbeschaffenheit befasst sich hauptsächlich mit den Fragen der gezielten Abstimmung der Werkstoff-Schneidstoff-Paarung, der Wahl einer geeigneten Hartstoffschicht und der geometrischen Gestalt der Schneide.

---

**Projektleitung:** Dr.-Ing. Florian Welzel  
**Förderer:** Land (Sachsen-Anhalt) - 01.05.2016 - 30.04.2019

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

Mit der Erweiterung des ego.-INKUBATORS "Innovativ Existenzgründung in einem Fertigungslabor zur Herstellung von Anschauungs- und Funktionsmodellen" möchte die Fakultät Maschinenbau (FMB) der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg (OvGU) die bestehenden Prozessketten sinnvoll ausbauen, mit dem übergreifenden Ziel die Produktentwicklung - und damit verbundenen Gründungsvorhaben - nicht nur bis zum Prototypenstatus des Produkts zu begleiten, sondern die Serienfertigung bereits in der Produktentwicklungsphase umfänglich vorzubereiten.

Um die bewährte Prozesskette der 1. Förderperiode (Fokus Zerspan- und Abtragtechnik sowie additive Fertigungstechnik) erfolgreich fortzuführen, soll während dieser Förderperiode das Grundkonzept des Rapid Toolings sowie des Rapid Manufacturing eingeführt werden.

---

**Projektleitung:** Dr.-Ing. Florian Welzel  
**Förderer:** Deutscher Akademischer Austauschdienst e.V. (DAAD) - 01.01.2017 - 31.12.2018

**Oberflächengestaltung mittels Schaftfräswerkzeuggeometrien**

Das Projekt verfolgt das Ziel, die Endbearbeitung von Ur- und Um-formwerkzeugen im Bereich der Herstellung von Kunststoff- und Blechprodukten zu effektivieren. Die hier vorzufindenden Freiformflächen werden durch das 3-Achs-Fräsen erzeugt. Dabei stehen Fragen der Programmierung, der Verfahrbewegungen des Werkzeuges (Kugelkopffräser), der Fräswerkzeugschneidengeometrie sowie der Frässtrategien und die Wirkung dieser Einflüsse auf die erzeugte Oberfläche im Zentrum der Betrachtungen. Das Ziel ist es, durch eine spanende Bearbeitung technische Oberflächen mit einem günstigen tribologischen Verhalten zu erzeugen.

Das Projekt verfolgt die folgenden wissenschaftlichen Ziele:

1. Analyse, Definition und Erstellung einer Übersicht zu den Anforderungen an technische Oberflächen im Gesenk- und Formenbau unter dem Aspekt der Beachtung des aktuellen Standes der Technik auf dem Gebiet der Zerspantechnik. Begrenzung der erforderlichen Arbeitsstufenfolge zur Herstellung und Reduzierung der Aufwendungen für die Nachbearbeitung. Festlegung und Begründung von durch eine Fräsbearbeitung fertigungstechnisch realisierbaren Oberflächenbeschaffenheiten. Schaffung der theoretischen und praktischen Voraussetzungen zur Herstellung technischer Oberflächen und zur Bestimmung realistischer Grenzen.
2. Bewertung von Programmierverfahren zur Umsetzung des Präzisionsfräsens von Freiformflächen. Entwicklung von Frässtrategien welche ein kontinuierliches Überdecken der Frässpuren sichert. Ein zentraler Untersuchungsschwerpunkt stellt die Gestalt des Werkzeuges und der Schneide dar. Die Werkzeuggeometrie und besonders die Schneidengeometrie ist entscheidend für die Spanbildung und bestimmt die Kontaktverhältnisse und somit maßgeblich das Bearbeitungsergebnis.
3. Beschreibung des Zusammenhangs zwischen erzielbaren Rauheitsparametern der Formoberfläche, der Bearbeitungsstrategie, den Bearbeitungsparametern und der Werkzeug- sowie Schneidengeometrie (wirksamer Durchmesser des Kugelpkopfrä-sers, Winkel am Schneidkeil, . ).
4. Vergleich der mit ausgewählten Bearbeitungsstrategien und Geometrien experimentell erzielten Ergebnisse mit herkömmlich produzierten Formen im Bereich der Blechumformung und des Spritzgießens.

---

**Projektleitung:**

Dr.-Ing. Florian Welzel

**Förderer:**

Deutscher Akademischer Austauschdienst e.V. (DAAD) - 01.01.2017 - 31.12.2018

### **Fertigungstechnische Herstellung und messtechnische Bewertung von Zylinderlaufflächenstrukturierungen**

Zur Erzeugung der endgültigen Struktur und Form der Zylinderlaufbahn sind Honverfahren prädestiniert. Aufgrund der hohen Präzision und Wirtschaftlichkeit dieses Verfahrens bietet es gerade bei Bauteilen mit hochbeanspruchten Funktionsflächen eine Vielzahl von Anwendungsmöglichkeiten.

Das Honen dient der Erzeugung von fertigen Funktionsoberflächen und soll als Finishverfahren zur Qualitätsverbesserung von Maß (Durchmesser), Form (Zylinderform, Geradheit), Lage (Planlauf, Rechtwinkigkeit, Koaxialität), Oberfläche (Rauheit, Topografie) und Randzone (Druckeigenspannungen) beitragen.

Das wissenschaftliche Ziel ist es daher, für ausgewählte Honverfahren die Prozessparameter zu variieren und somit ein vielfältiges Spektrum an möglichen Zylinderlaufflächentopologien zu generieren. Dabei erfolgt die Erfassung der Zerspankraftkomponenten mit dem Ziel der Bestimmung einer Korrelation und somit als mögliche Stellgröße. Die Oberflächen sollen durch die Bestimmung charakteristischer Kennwerte zu Rauheit und Welligkeit sowie Beschaffenheit klassifiziert werden, um qualitative Aussagen über ihre Eignung als Funktionsflächen im betrieblichen Einsatz ableiten zu können.

---

**Projektleitung:**

Dr.-Ing. Florian Welzel

**Förderer:**

Land (Sachsen-Anhalt) - 01.09.2016 - 31.08.2019

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

Bauteile, welche durch einen additiven Fertigungsprozess, wie z. B. mit Selektivem Laserstrahlschmelzen (SLM), hergestellt wurden, verfügen über keine präzisen Funktionsflächen oder definierte Oberflächen und müssen aufwendig nachbearbeitet werden.

Im Projekt sollen innovative Entwicklungen vorangetrieben werden, um die hergestellten SLM-Teile, welche über komplexe Freiformgeometrien verfügen, mit Funktionsflächen zu versehen. Unter Funktionsflächen sind definierte Bauteiloberflächen, Formen und Randschichtzustände zu verstehen.

**Projektleitung:** Dipl.-Ing. Martin Beutner  
**Förderer:** BMWi/AIF - 01.11.2016 - 30.04.2019

### **Optimierung der Werkzeuge beim Hochleistungswälzfräsen mit Hartmetall**

Inhalt dieses Forschungsvorhabens ist die Optimierung von Hartmetallwälzfräsern zum Einsatz bei höchsten Schnittgeschwindigkeiten. Optimierungsansätze sind hierbei: die Kornfeinung des K-Hartmetallsubstrats (Ultrafeinkorn), der Einsatz von Substraten der Gruppe P (derzeit sind HM-Schneidstoffe der Gruppe K Industriestandard), der Testung von Schutzfasen zur Entlastung der Kopfschneiden der Wälzfräserzähne und in die Untersuchung des Einflusses der Spannutensteigung des Wälzfräasers auf das Verschleißverhalten. Durch gezielte Variation dieser Einflussgrößen soll die Auslegung der HM-Wälzfräser im Sinne der Erreichung höherer Standmengen bei progressiven Schnittwerten verbessert werden.

## 7 Veröffentlichungen

### *Begutachtete Zeitschriftenaufsätze*

**Döbbberthin, Christin; Taschenberger, Sten; Welzel, Florian; Woschke, Elmar**

Modelling of turn-milled surfaces

The international journal of advanced manufacturing technology - London : Springer, insges. 9 S., 2018 ;

[First Online]

[Imp.fact.: 2.601]

**Döbbberthin, Christin; Welzel, Florian; Bartel, Dirk**

Das Potential des Drehfräsens - Wertschöpfung durch Drehfräsen in Bezug auf die Ausbildung von Oberflächentopografien

wt Werkstattstechnik online - Düsseldorf: Springer-VDI-Verl, 1/2, S. 26-30, 2018;

**Karpuschewski, Bernhard; Kundrák, János; Varga, Gyula; Deszpoth, István; Borysenko, Dmytro**

Determination of specific cutting force components and exponents when applying high feed rates

Procedia CIRP - Amsterdam [u.a.]: Elsevier, Bd. 77.2018, S. 30-33;

**Risse, Konstantin; Schorgel, Matthias; Bartel, Dirk; Karpuschewski, Bernhard; Welzel, Florian**

Resorce-efficient piston ring/cylinder liner paring

Industrial lubrication & tribology - Bradford: MCB Univ. Press, 2018;

[Online first]

**Scharf, Stefan; Dischinger, Norbert; Ates, Baris; Schlegel, Ulrich; Stein, Norbert; Stein, Hagen**

New plant-technologies for reducing carbon emissions and costs in heat treatment processes of aluminium castings

Procedia CIRP - Amsterdam [u.a.]: Elsevier, Bd. 69.2018, S. 283-287;

**Wilke, Markus; Harnisch, Karsten; Knapp, Wolfram; Ecke, Martin; Halle, Thorsten**

Optimization of pyroelectric electron sources for the generation of x-rays for x-ray fluorescence applications

Journal of vacuum science & technology / B: JVST : the official journal of the American Vacuum Society - New York, NY: Inst, Vol. 36.2018, 2, Art. 02C101;

### *Nicht begutachtete Zeitschriftenaufsätze*

**Betke, Ulf; Scheffler, Michael**

Funktionalisierungsstrategien für keramische Replika-Schäume

Dialog: Materialwissenschaft und Werkstofftechnik : Analyse, Beratung, Produktlösungen, Arbeitskreise, Fachausschüsse, Fortbildungen, Tagungen - [Lampertheim]: IWV, S. 46-52, 2018;

### *Begutachtete Buchbeitraege*

**Karpuschewski, Bernhard; Kundrák, János; Felh, Csaba; Varga, Gyula; Sztankovics, István; Makkai, Tamás; Borysenko, Dmytro**

Preliminary investigations for the effect of cutting tool edge geometry in high-feed face milling

Vehicle and Automotive Engineering 2: proceedings of the 2nd VAE2018, Miskolc, Hungary - Cham: Springer International Publishing, S. 241-254;

[Konferenz: 2nd VAE 2018, Miskolc, Hungary, 23-25 May 2018]

### **Abstracts**

#### **Harnisch, Karsten; Wilke, Markus; Knapp, Wolfram; Ecke, Martin; Hanns, Lucas; Halle, Thorsten**

Self-focusing of electrons emitted by rectangular pyroelectric crystals - a study on geometrical conditions for optimized X-ray intensities

2018 31st International Vacuum Nanoelectronics Conference (IVNC): technical digest : Kyoto, Japan, 9-13 July

2018 - [Piscataway, NJ]: IEEE, insges. 2 S.;

[Konferenz: 31st International Vacuum Nanoelectronics Conference (IVNC) Kyoto, Japan, 9-13 July 2018]

#### **Liepe, Martin**

Entwicklung neuer Walzenwerkstoffe und Werkstoffkombinationen sowie einer prozesssicheren Technologie zur Fertigung von Verbundguss-Walzringen im Schleudergießverfahren ("VEGUWA")

Giesserei - Düsseldorf: Giesserei-Verlag GmbH, S. 103, 2018

#### **Wilke, Markus; Harnisch, Karsten; Knapp, Wolfgang; Ecke, Martin; Senft, Thorsten; Halle, Thorsten**

Investigations on electrical properties and correlations to electron and X-ray energies of pyroelectric LiTaO<sub>3</sub> and LiNbO<sub>3</sub>

2018 31st International Vacuum Nanoelectronics Conference (IVNC): technical digest : Kyoto, Japan, 9-13 July

2018 - [Piscataway, NJ]: IEEE, insges. 2 S.;

[Konferenz: 31st International Vacuum Nanoelectronics Conference (IVNC) Kyoto, Japan, 9-13 July]

### **Dissertationen**

#### **Knorr, Stephan Ralph; Bähr, Rüdiger [GutachterIn]**

Einfluss einer strukturierten Kokillenoberfläche auf das Fließ- und Formfüllungsvermögen beim Aluminiumgießen

Magdeburg, 2018, X, 116, LXXII Blätter, Illustrationen;

[Literaturverzeichnis: Blatt XI-XX]

#### **Kreter, Sascha; Karpuschewski, Bernhard [GutachterIn]**

Modellbildung und Simulation von Honprozessen für thermisch beschichtete Zylinderlaufbahnen

Magdeburg, 2018, XV, 129 Seiten, Illustrationen, Diagramme, 30 cm;

[Literaturverzeichnis: Seite 123-129]