



FAKULTÄT FÜR  
MASCHINENBAU

# Forschungsbericht 2017

Institut für Werkstoff- und Fügetechnik

# INSTITUT FÜR WERKSTOFF- UND FÜGETECHNIK

Universitätsplatz 2, 39106 Magdeburg  
Tel. +49 (0)391 67 58741 oder -54541, Fax +49 (0)391 67 12037 oder -14569  
iwf@ovgu.de  
<http://www.iwf.ovgu.de/>

## 1. Leitung

Prof. Dr.-Ing. habil. Thorsten Halle (Geschäftsführender Institutsleiter)  
Prof. Dr.-Ing. Sven Jüttner  
Prof. Dr. rer. nat. Michael Scheffler  
apl. Prof. Dr.-Ing. habil. Gerhard Mook  
Dr.-Ing. Jörg Pieschel

## 2. HochschullehrerInnen

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)  
apl. Prof. Dr.-Ing. habil. Gerhard Mook  
Jun.-Prof. Dr.-Ing. Manja Krüger  
Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Thomas Kannengießer  
Prof. Dr.-Ing. habil. Thomas Böllinghaus (Honorarprofessor)  
Dr.-Ing. Manuela Zinke

## 3. Forschungsprofil



Logo IWF

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.

Neben der Bearbeitung von grundlagen- und anwendungsorientierten Forschungsprojekten bringen wir unsere Erfahrungen auch als Dienstleister in Forschungskooperationen 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 Heißrissneigung 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 (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. Rannabauer)**

- lokale chemische und kristallographische Mikrostrukturcharakterisierung
- Stereologie und Topometrie
- lokale Texturuntersuchung mit Rückstreuelektronenbeugung
- komplexe Schadensfallanalyse technischer Bauteile
- Mikrofraktographie
- Oberflächeneigenschaften mittels Rastersondenmikroskopie

#### **Werkstofftechnik - Spezielle Metallische Werkstoffe (Jun.-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
- 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. Methoden und Ausrüstung**

Die Labore und Einrichtungen des IWF finden Sie unter:

<http://www.iwf.ovgu.de/Kompetenzen.html>

## **6. Kooperationen**

- Audi AG, Ingolstadt
- BAM Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung
- Fritz Stepper GmbH & Co.KG , Pforzheim
- Karlsruher Institut für Technologie
- Nimak Schweißtechnik, Wissen
- Porsche Leipzig GmbH, Leipzig
- Solvis GmbH & Co. KG, Braunschweig
- Universität Bayreuth
- Viessmann AG
- Volkswagen AG, Wolfsburg

- Vorrichtungsbau Giggel GmbH, Bösdorf

## 7. Forschungsprojekte

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. Sven Jüttner

**Projektbearbeitung:** Mitzschke, MSc Niels

**Förderer:** BMWi/AIF; 01.12.2016 - 30.11.2018

### **Entwicklung einer Nebenschlusselektrode als Werkzeug zum flexiblen Widerstandsschweißen (Förderkennzeichen: ZF 4122803 FH6)**

Die Entwicklungen in der Transport- und Automobilindustrie haben in den letzten Jahren aufgrund der Leichtbauanforderungen zunehmend an Dynamik gewonnen. Angesichts dessen ergeben sich neue Anforderungen an die Fertigungsprozesse sowie der dazu erforderlichen Anlagentechnik. Obgleich es in den letzten Jahren eine stetige Neu- und Weiterentwicklung im Bereich der Fügetechnologien gab, ist das im Bereich der Blechverarbeitung und des Karosseriebaus am häufigsten angewendete Fügeverfahren weiterhin das Widerstandspunktschweißen. Um die Vorteile der Widerstandsschweißtechnik weiter zu nutzen und die zukünftigen Herausforderungen und Aufgaben weiterhin durch die Widerstandsschweißtechnik zu lösen, bedarf es Innovationen in der Anlagentechnik, wie sie in dem geplanten Projekt erfolgen soll.

Die als Nebenschlusselektrode bezeichnete Entwicklung beschreibt eine Verfahrenserweiterung zum Widerstandspunktschweißen, bei der die Punktschweißelektrode durch eine zusätzliche Elektrode ergänzt wird. Der Aufbau einer Konzeptanlage mit der elektrischen und geometrischen Auslegung der Nebenschlusselektrode sowie die Erforschung geeigneter Prozessabläufe für ausgewählte Anwendungen sind Gegenstand dieses Forschungsvorhabens.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. Sven Jüttner

**Projektbearbeitung:** Kuhlmann, Matthias

**Förderer:** BMWi/AIF; 01.05.2015 - 30.10.2017

### **Entwicklung einer neuen Technologie und neuartiger Werkzeuge zur Herstellung von Prototypenbauteilen aus höchstfesten Stählen durch Formhärten (ProForm) (Förderkennzeichen: KF 3173603)**

Die Anwendung formgehärteter Bauteile nimmt im Automobilbau stetig zu und erreicht in modernen Karosserien gegenwärtig einen Gewichtsanteil von bis zu 20 %. Die für dieses wachsende Marktsegment erforderlichen Fertigungstechnologien (Warmumformung mit anschließendem Härten im Werkzeug) sind auf Grund ihrer Komplexität (kostenintensive Werkzeuge, lange Ofenstraßen und aufwendige geschwindigkeitsregulierte Kühlsysteme) nur für Serienfertigungen wirtschaftlich. Für kleine Stückzahlen, im Prototypenteilebau und zur angestrebten Entkopplung zwischen Prototypenteile- und Serienteilelieferanten in Produktentstehungsprozessen sind die Vorteile borlegierter Stähle und des Formhärtens bisher nicht wirtschaftlich effizient nutzbar.

Projektziel ist die Entwicklung einer neuen Technologie und neuartiger Werkzeuge zum Formhärten borlegierter Stähle für Prototypenteile (Stückzahlen 5 100). Dabei sollen mit segmentierten Werkzeugen, partiellen Temperierungen zur lokalen Beeinflussung der Bauteileigenschaften, optimierter Wärmeableitung bei passiver Kühlung und ZfP-Methoden zur Qualitätsbewertung Teile in Serienqualität schnell und wirtschaftlich gefertigt werden.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. Sven Jüttner

**Projektbearbeitung:** Körner, Dipl.-Ing. Markus

**Förderer:** BMWi/AIF; 01.01.2016 - 31.05.2018

### **Entwicklung eines Reibgesetzes zur Erfassung des Drehzahleinflusses bei der Reibschweiß-Prozesssimulation (AiF/IGF-Nr.: 18.966 B)**

Reibschweißen ist ein Fügeverfahren, welches aufgrund seiner Prozessstabilität und Genauigkeit unter anderem im Automobil-, Turbinen- und Schiffsbau Anwendung findet. Zur Sicherstellung einer gleichbleibenden Qualität der Fügeteile sind Prozessparameter zu wählen, welche in Abhängigkeit von den zu fügenden Werkstoffen und deren Geometrie aus tabellarischen Parameterfenstern entnommen werden können. Dies erlaubt jedoch keinen Bezug zwischen Einstell- und Reaktionsgrößen des Prozesses, weshalb keine Prozessparameterwahl in Abhängigkeit gewünschter qualitativer Fügeverbindungsmerkmale erfolgen kann. Eine Möglichkeit, diesen Bezug herzustellen und somit die Prozessstandardisierung sowie Fertigungsqualität zu erhöhen und zu vereinheitlichen sind

**Prozessparameterkarten**, welche den Bezug zwischen der Drehzahl, Reibkraft, Reibmoment und Verkürzungsrate einfach herstellen und somit im Rahmen der Fertigung als Arbeitsanweisung zur Verfügung gestellt werden können.

Aufgrund der notwendigen detaillierten Erfassung des Parameterraumes ist eine experimentelle Ermittlung der Prozessparameterkarten nur bedingt wirtschaftlich. Zur wirtschaftlichen Erfassung des gesamten Parameterraumes können **Prozesssimulationswerkzeuge** eingesetzt werden, insofern diese prädiktiv den Prozess abbilden können. Im Rahmen des Projektes steht ein vollständig gekoppelter thermodynamisch-mechanischer Modellierungsansatz, welcher in einem eigenständigen FE-Code umgesetzt ist, zur Verfügung. Ein generelles Problem bei der Abbildung von reibungsbasierten, rotatorischen Fügeverfahren ist, dass die bekannten Reibmodelle den Drehzahleinfluss nicht berücksichtigen, wodurch die Simulation bei einer Drehzahlvariation zu Abweichungen der Verkürzungsrate führt. Ein vielversprechender Ansatz ist die Modifikation des Reibmodells dahingehend, dass dieses um den Parameter der drehzahlabhängigen Schlupfgeschwindigkeit erweitert wird. Das Ziel des Projektes ist es daher, Prozessparameterkarten wirtschaftlich durch die Nutzung eines prädiktiven Prozesssimulationswerkzeuges mit modifiziertem Reibgesetz, welches die drehzahlabhängige Schlupfgeschwindigkeit berücksichtigt, zur Verfügung zu stellen.

Geplante Ergebnisse:

1. Entwicklung eines maschinenunabhängigen und portablen Momentenmessadapters zur Erfassung des Momentenverlaufs beim Rotationsreißschweißprozess.
  2. Gewinnung thermophysikalischer Materialkennwerte zum Aufbau eines Materialmodells für die Reibschweißprozesssimulation.
  3. Kalibrierung der Prozesssimulation anhand von Experimentaldaten und Modifikation des Reibgesetzes zur Berücksichtigung der drehzahlabhängigen Schlupfgeschwindigkeit.
  4. Simulative DoE für einen festgelegten Prozessparameterraum und Ableitung der Zusammenhänge zwischen Drehzahl, Reibkraft, Reibmoment und Verkürzungsrate.
  5. Wirtschaftliche Ableitung werkstoff- und geometrieabhängiger Prozessparameterkarten anhand von prädiktiver Simulationsdaten.
- 

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. Sven Jüttner

**Projektbearbeitung:** Kuhlmann, Matthias

**Förderer:** BMWi/AIF; 01.01.2017 - 31.12.2019

**Erforschung von elektrolytischen Beschichtungssystemen für Verbindungselemente aus höchstfesten Werkstoffen ("ELOBEV") - Teilprojekt: Analyse der Rissentstehung und Ableitung einer Prüfmethode**

Das geplante Vorhaben, gefördert durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), verfolgt das Ziel die Anwendungsgrenzen von Hilfsfügeelementen zum Verbinden hochfester Werkstoffe im Mischbau auszuweiten. In der Praxis treten bei verformten und unter hohen Zugspannungen stehende Verbindungselemente aus höchstfesten Stahlwerkstoffen die Phänomene der wasserstoffunterstützten Kaltrissbildung (HACC **H**ydrogen **A**ssisted **C**old **C**racking) und bei entsprechender Temperatur, der Flüssigmetallversprödung (LMAC **L**iquid **M**etal **A**ssisted **C**racking) auf. Analysen der Bruchflächen von Halbhohlstanznieten zeigen in diesen Fällen einen interkristallinen Rissverlauf, wobei die Bruchflächen teilweise mit Bestandteilen der Beschichtung, insbesondere mit Zinn belegt waren, siehe Abbildung 1. Diese Indizien deuten auf wasserstoffunterstützte bzw. flüssigmetallinduzierte Rissbildung als Bruchursache hin. Im Fokus der Betrachtung steht daher das Halbhohlstanznieten, als wichtigstes Fügeverfahren für Karosseriemischbaustrukturen. Dazu werden unterschiedliche Beschichtungssysteme und -prozesse hinsichtlich einer unzulässigen Wasserstoffaufnahme sowie ihrer Anfälligkeit auf LMAC, durch Ersatzproben, geprüft und bewertet. Im Rahmen des Teilprojektes sollen mittels kathodischer Wasserstoffbeladung Proben mit Wasserstoff angereichert werden. Diese werden im Anschluss einer mechanischen Prüfung unter konstanter Last unterzogen. Die Messung des diffusiblen Wasserstoffs und dessen Diffusionsgeschwindigkeit erfolgt mittels thermischer Desorptionsanalyse (TDA), unter Nutzung eines Quadrupol-Massenspektrometers. Dadurch erfolgt gleichzeitig eine Bewertung der verschiedenen Überzugskonzepte auf ihre Barrierewirkung gegenüber einer Wasserstoffaufnahme. Ziel ist es die kritische Belastung der Proben in Abhängigkeit des Wasserstoffkonzentrationsprofils im Bauteil zu bestimmen. Die Verteilung des Wasserstoffs in den Proben wird mittels Diffusionsgleichungen berechnet und eingestellt. Die Einstellung des Konzentrationsprofils erfolgt durch gezielte Variation der elektrolytischen Beladungsparameter sowie Modulation der Desorptionsdauer. Zusätzlich soll mit Hilfe der Diffusionsgesetze ein Abgleich zwischen den ermittelten Werten, Diffusionskoeffizient, mittlere Wasserstoffkonzentration und der Randkonzentration während der Beladungsversuche,

durchgeführt werden.

Der Rissmechanismus der flüssigmetallinduzierten Versprödung wird durch verschiedene mechanische und thermische Belastungssituationen untersucht, angelehnt an die industrielle Praxis der Nietherstellung und der automobilen Fertigungsprozesskette. Im Vordergrund werden die Einflüsse der wirkenden Zugspannungen, der Temperatur Zeit Regime sowie der Aufheizraten auf die Proben geprüft. Die Betrachtung der Bruchflächen wird den Kenntnisstand, bezüglich Eindringtiefe des flüssigen Metalls und der damit einhergehenden Querschnittverjüngung der Proben, in Abhängigkeit zu jeweiligen Belastungssituation, erweitern.

Als Ergebnis sollen neue wirtschaftliche Beschichtungsprozesse für höchstfeste Hilfsfügeelemente als Schüttgut etabliert werden. Den Anwendern aus der Automobilindustrie stehen dann großseriengerechte Fügeelemente zum Verbinden komplexer Materialkombinationen zur Verfügung, die die Umsetzung innovativer Karosseriekonzepte, mit z. B. der Kombination höchstfester Stähle mit Aluminium, eine Verringerung des Fahrzeuggewichts ermöglichen. Die gewonnenen Erkenntnisse des Vorhabens können zudem auf andere Hilfsfügeteile und Anwendungsbereiche übertragen werden.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. Sven Jüttner

**Projektbearbeitung:** Sherepenko, MSc Oleksii

**Förderer:** BMWi/AIF; 01.07.2015 - 30.06.2017

**Ganzheitliche Lebensdauererhöhung von Widerstandspunktschweißelektroden durch Einsatz verschleißabhängiger Fräsintervalle und dispersionsgehärteter Kupferwerkstoffe (AiF/IGF-Nr.: 18.456 B)**

Zur Erhöhung der Lebensdauer von Punktschweißelektroden wurde das Elektrodenkappenfräsen entwickelt, mit dem die Auflegierungsschicht abgespannt und die ursprüngliche Elektrodengeometrie wieder hergestellt wird. Die Festlegung der Nacharbeitszyklen erfolgt dabei über Erfahrungswerte, so dass überwiegend zu frühzeitig zu viel Material abgetragen wird. Diese starren Fräszyklen führen zu einem unnötig hohen Materialverbrauch. Die zweite Fragestellung betrachtet die Prozessfähigkeit von Standard CuCr1Zr-Elektroden im Vergleich zu dispersionsgehärteten Kupferelektroden hinsichtlich des Verschleißverhaltens für unterschiedlich beschichtete hoch- und höchstfeste Stähle (AHSS und UHSS).

Folgende Ergebnisse und Erkenntnisse sind erreicht worden:

1. Lebensdauererhöhung durch bedarfsgerechte Fräseinleitung
    - Punktdurchmesser ist als Kriterium für bedarfsgerechte Fräseinleitung nicht geeignet
    - ineinandergreifende Verschleißmodelle wurden entwickelt, welche den Fräszeitpunkt ermitteln/vorhersagen können
  2. Erarbeitung einer Methodik zur Elektrodenwerkstoff-Auswahl
    - Methodik zur anwendungsgerechten Auswahl von Elektrodenwerkstoffen und Prozessparametern hinsichtlich Verschleiß und Frässtrategie
    - Empfehlungen zur Auswahl von Elektrodenwerkstoffen und Prozessparametern hinsichtlich Verschleiß und Frässtrategie
    - Auswahl der Elektrodenwerkstoffe für Materialdickenkombinationen
  3. Verschleißmodellbeschreibung und Simulation
    - Verschleißmodellbeschreibung metallurgisch:
      - Schichtdicke immer kleiner 150 µm
      - Rissbildung bei Zn-Gehalten >50 %
      - Makrorisse (bis 3 mm) beim Schweißen der zinkbeschichteten Tiefziehstähle und AISi-beschichteten pressgehärteten Stählen
        - stärkere Rissbildung aus DX53D+Z100 0,65 mm
        - Kathode anfälliger
    - Verschleißmodellbeschreibung mechanisch
      - grundwerkstoffabhängiges Verschleißverhalten (Tiefziehstähle: radiales Fließen der Elektrode mit Pilzbildung)
      - kontinuierliche Zunahme der Elektrodenkontaktfläche mit steigender Punktzahl -> Verringerung der Stromdichte
- > Abnahme der Wärmeeintrags, Verringerung der Flächenpressung -> Zunahme des Wärmeeintrags
- pressgehärtete Stähle: axiales Fließen in entfestigten Bereichen -> Plateaubildung
  - keine Zunahme der Elektrodenkontaktfläche mit steigender Punktzahl
  - keine Änderung des Punktdurchmessers
- 

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. Sven Jüttner

**Projektbearbeitung:** Stamann, MSc Olena

**Förderer:** Land (Sachsen-Anhalt); 01.01.2016 - 31.12.2018

**Teilprojekt COMO III: AS1 - Füge-technik beim Radnabenmotor (Fördernr.: ZS/2016/04/78118)**

Das Ziel des Teilprojektes ist die Entwicklung und die Erprobung unterschiedlicher serienreifer Klebekonzepte zum Fügen der Kupferdrahtwicklung für eine neuartige Luftspaltwicklung des Radnabenmotors in unterschiedlichen Generationen. Dabei wird der zum Projektstartpunkt bereits etablierte Prozess der Aufbringung der Kupferdrahtwicklung auf die Eisenrückschlussoberfläche analysiert und daraus der Optimierungsbedarf sowohl für die Fügepartner als auch für jeden Schritt des Klebeprozesses abgeleitet. Zu den Teilprojektzielen gehören:

- o die Optimierung, Neuentwicklung sowie Erprobung der Klebesysteme für unterschiedliche Fertigungskonzepte der Luftspaltwicklung
- o Untersuchung unterschiedlicher Isolierstoffe für die durchschlagfeste Gestaltung der Klebeverbindung
- o Optimierung der Kupferleiter
- o Auswahl und Umsetzung der Bandagierlösungen zum Verfestigen und Isolieren der aufgeklebten Kupferwicklungen
- o Erarbeitung von Prüfmetho- den zur Klebstoff- erprobung.
  - o Erstellung und Erprobung von vier Klebkonzepten zum Fixieren der Kupferlackdrähte unter dem Einsatz von Reaktionsklebstoffen auf dem lackierten Stator bzw. auf einer einseitig klebenden Isolierfolie und mittels einer doppelseitig klebenden Transfer- oder Elektroisolierklebfolie
  - o Auswahl handelsüblicher und Modellierung neuer an das Anforderungsprofil angepasster Klebstoffprodukte
  - o Auswahl der Isolierlacke und Durchführung der Lackierversuche zum Isolieren des Stators mithilfe eines Spritzverfahrens
  - o Erarbeitung der Tests und Prüfverfahren in Anlehnung an die Regelwerke sowie an die Betriebsanforderungen der Luftspaltwicklung des Radnabenmotors
  - o Entwicklung der Bandagierverfahren der Luftspaltwicklung.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. Sven Jüttner

**Projektbearbeitung:** Zhuk, MSc Veronika

**Förderer:** Deutscher Akademischer Austauschdienst e.V. (DAAD); 01.10.2016 - 30.09.2019

**Umwandlungsverhalten von kohlenstoffhaltigen Stählen beim Kurzzeitschweißen**

Das Kondensatorentladungsschweißen (KE-Schweißen) ist in der Serien- und Massenfertigung wegen seiner kurzen Stromanstiegszeit und im Vergleich zu dem konventionellen Punkt- oder Buckelschweißen der niedrigen, schnellen Wärmeinbringung sowie der guten Reproduzierbarkeit und der Möglichkeit der Automatisierung und Parameterüberwachung ein sehr wichtiges Fügeverfahren. Das KE-Schweißen ermöglicht unterschiedliche Werkstoffe, Materialdicken, Werkstoffe mit hoher thermischer Leitfähigkeit, wärmeempfindliche oder auch beschichtete Bauteile zu verschweißen. In Bezug auf einen innovativen Leichtbau wurden von Stahlproduzenten in der Zeit eine Reihe von höher-, hoch- und höchstfesten Feinblechwerkstoffen entwickelt, die auch zunehmend in der blechverarbeitenden Industrie verwendet werden, zum Beispiel werden höherkohlenstoffhaltigen Stähle für Teile, die hohe Verschleißfestigkeit aufweisen sollen, verwendet. Beim Schweißen jedoch härten diese Werkstoffe in Abhängigkeit vom Kohlenstoff und den Legierungselementen teilweise enorm auf und neigen sehr stark zur Versprödung. Um dies zu verhindern oder Gebrauchsfähigkeit wieder herzustellen, müssen aufwendige Wärmebehandlungen vor und nach dem Schweißen durchgeführt werden. KE-Schweißen bietet durch den schnellen Stromanstieg den Vorteil kurzer Stromzeiten bis zu 10ms. Im Endeffekt können die höherkohlenstoffhaltigen Stähle prozesssicher miteinander verschweißen, d.h. die zusätzliche Wärmebehandlung erfolgt direkt durch die Stromimpulse.

Das Ziel dieses Forschungsvorhabens ist es, grundlegende werkstoffkundliche und verfahrenstechnische Arbeits- und Randbedingungen zum KE-Schweißen von höherkohlenstoffhaltigen Werkstoffen zu erarbeiten. Es sollen neue Erkenntnisse über die Schweißbarkeit von nicht unbedenklich schmelzschweißgeeigneten Vergütungsstählen (Kohlenstoffgehalt > 0,2 %) gewonnen werden. Hier ist die Frage zu beantworten, inwieweit sich die extrem hohen Aufheizgeschwindigkeiten und die hohe Energiedichte positiv auf die Schweißung auswirken. Im Rahmen dieser Arbeit wurden neue Erkenntnisse zum KE-Schweißen höherkohlenstoffhaltiger Stähle erarbeitet. Es hat sich gezeigt, dass unter Voraussetzung geeigneter Parameterwahl rissfreie Verbindungen erzeugt werden können. Auf diese Weise kann man



auch ein geeignetes Gefüge in der Schmelz- und Wärmeeinflusszone erzielt werden, um ein sicheres Verhalten der Schweißverbindung zu gewährleisten. Gleichzeitig wird der Einfluss der Schweißparameter, der Impulscharakteristik und der Werkstoffe während des KE-Schweißen auf die Schweißverbindung untersucht.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. Sven Jüttner

**Projektbearbeitung:** Sherepenko, MSc Oleksii

**Förderer:** BMWi/AIF; 01.12.2016 - 30.11.2018

**Untersuchungen zum Einfluss des Oberflächen- und Werkstoffzustandes auf die Widerstandspunktschweißbarkeit partiell formgehärteter Bauteile (AiF/IGF-Nr.: 18.939 B)**

Im Automobilbau werden im Rahmen des stofflichen Leichtbaus zunehmend formgehärtete Stähle hauptsächlich für crashrelevante Bauteile eingesetzt. Aufgrund funktionaler und fügetechnischer Vorteile finden dabei auch partiell formgehärtete Bauteile Anwendung.

Beim Wärmebehandeln der formgehärteten Bauteile bilden sich in der Serienproduktion Bereiche mit unterschiedlichen Diffusionsschichtdicken und Schicht-zusammensetzungen aus. Dieser Effekt ist in stärkerem Maße bei partiell gehärteten Bauteilen zu beobachten, insbesondere bei denen, deren Festigkeit durch unterschiedliche Temperaturen während der Wärmebehandlung im Ofen eingestellt wird. Hierbei ist von erheblich schwankenden Schichtdicken auszugehen, die wiederum unterschiedliche Übergangswiderstände verursachen. Dies kann zur Verringerung der Schweißbereiche und zur Senkung der Standmenge von Elektrodenkappen führen.

Im Rahmen des Forschungsvorhabens erfolgt eine Klärung der werkstofflichen Vorgänge beim Widerstandspunktschweißen des formgehärteten Stahles 22MnB5 mit unterschiedlichen Oberflächen- und Gefügeständen beim Herstellen ausgewählter 2- und 3-Blechverbindungen. Es sollen Aussagen zu den erreichbaren mechanischen Verbindungseigenschaften (Härte, Kräfte, Bruchdehnungen) und dem Versagensverhalten bei statischer und schlagartiger Belastung getroffen werden. Außerdem erfolgt die Ermittlung der elektrischen Widerstände in Abhängigkeit unterschiedlicher Überzugskonzepte, Auflagedicken und Gefügestrukturen und deren Einfluss auf das Schweißergebnis sowie Ableitung von Grenzwerten für die Zustände der Beschichtungen. Die ermittelten Widerstände werden weiter als Eingangsdaten für die Prozesssimulation unterschiedlicher Schichteigenschaften für die Parameter-vorhersage genutzt.

Bisherige Erkenntnisse:

**Schichtwachstum:**

- geringfügiges Schichtwachstum mit zunehmender Ofentemperatur
- Veränderung der Phasenzusammensetzung in der Schicht mit steigender Ofentemperatur
- keine Wachstum der Diffusionszone in das Blech bis 800°C

**Schweißbereiche nach SEP1220-2:**

- Ofenhaltezeit 6 Minuten und Ofentemperaturen 880, 900 und 930°C
  - keine Korrelation zwischen Übergangswiderstand und Schweißbereich
- 

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. Sven Jüttner

**Projektbearbeitung:** Zvorykina, MSc Anastasiia

**Förderer:** Land (Sachsen-Anhalt); 01.01.2017 - 30.06.2019

**Untersuchungen zur Herstellung von Stahl-Aluminium-Mischverbindungen mittels Widerstandspunktschweißtechnologie**

Heutzutage steht die Entwicklung der Leichtbaukonzepte in Mischbauweisen im Automobilbau im Vordergrund und bei der Entwicklung von modernen Kraftfahrzeugen. Die Kombinationen von unterschiedlichsten Materialpaarungen ermöglichen vielfältige Karosseriestrukturen, wobei der Materialmix Aluminium und hochfester Stahl unter dem Gesichtspunkt des Leichtbaus von besonderem Interesse ist. Allerdings stehen für das Fügen von dieser Werkstoffkombination aufgrund ihrer sehr unterschiedlichen chemischen und physikalischen Eigenschaften jedoch nur eingeschränkt Fügeverfahren zur Verfügung. Aufgrund der zunehmenden Zahl von Anwendungen zwischen höchstfesten Stahlgüten und Aluminiumwerkstoffen wurden neue fügetechnische Lösungen realisiert, die jedoch alle

ihrs spezifischen Grenzen haben. So ist der erforderliche Randabstand meist groß, so dass sich keine gewichtsoptimierten kurzen Flansche realisieren lassen. Auch ist die mögliche fügbare Blechdicke des höchstfesten Stahls begrenzt.

Im Rahmen des Promotionsvorhabens sollen neue Lösungen auf Basis des Widerstandsschweißens für die Herstellung von Stahl-Aluminium-Mischverbindungen, insbesondere in Kurzflanschverbindungen entwickeln werden. Zu Berücksichtigen sind dabei die Randbedingungen einer Großserienproduktion sowie die erforderlichen Verbindungseigenschaften. Mit den Ergebnissen des Promotionsvorhabens kann ein bedeutender Fortschritt in der Weiterentwicklung und praktischen Anwendung der Fügeverfahren für artfremden Materialien nicht nur in Kraftfahrzeugbau sondern auch in Luft und Raumfahrtbau und in anderen Industriebereiche erzielt werden.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. Sven Jüttner

**Förderer:** BMWi/AIF; 01.05.2015 - 30.08.2017

**Verfahrensentwicklung zur Herstellung von hybriden FVK/Stahl-Strukturen mittels eines neuartigen Blechverbindungselementes (AiF/IGF-Nr.: 18.409 BG)**

In diesem Forschungsvorhaben soll eine Technologie zur kraftflussgerechten und schädigungsarmen Verbindung von Stahl- und FVK Werkstoffen entwickelt werden. Das Verfahren nutzt dabei ein neuartiges Blechverbindungselement, welches im ersten Schritt den FVK durchdringt und diesen dann stoffschlüssig an das darunterliegende Blechbauteil anbindet. Die Blechverbindungselemente für diese Technik sind geometrisch speziell an die faserverstärkten Kunststoffe angepasst. Sie bestehen aus einer Kopfplatte, unter die das Kunststoffteil geklemmt wird und drei daran befindliche Stege, die mit dem Stahlblech stoffschlüssig verbunden werden. Die Blechstege sind derart ausgeführt, dass sie durch induktive Erwärmung oder Schwingungsanregung den FVK unter minimaler Faserschädigung durchdringen und bei Kontakt mit dem Stahlblech durch Widerstandsschweißens angebunden werden können.

Durch die zunehmende Umsetzung von Leichtbaumaßnahmen im Mobilitätssektor kann mit einem wachsenden Markt für hybride Bauteile aus Metall und (faserverstärktem) Kunststoff gerechnet werden. Durch die Flexibilität des im Forschungsvorhaben geplanten Verfahrens in Verbindung mit geringen Investitionskosten in Maschinen- und Anlagentechnik ergeben sich besondere Vorteile für KMU.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. Sven Jüttner

**Projektbearbeitung:** Schlosser, Dipl.-Ing. Benjamin

**Förderer:** BMWi/AIF; 01.01.2017 - 31.12.2018

**Zerstörungsfreie Qualitätsbewertung von MSG-Schweißverbindungen von Stahlfeinblech durch Nutzung geometrischer und thermographischer Kenngrößen, (MSGGeoTherm) (AiF/IGF-Nr.: 18.550B)**

Bei der Fertigung von Strukturen mittels MSG-Schweißens aus Stahlfeinblech stellt der zerstörungsfreie Nachweis von Nahtunregelmäßigkeiten eine technologische und wirtschaftliche Herausforderung dar. Insbesondere in der automatisierten Großserienfertigung ist die zerstörende Prüfung der Standard zum Nachweis häufig auftretender innerer Nahtunregelmäßigkeiten wie Einbrandfehlern und Poren. Mit dem Projekt soll eine fertigungsbegleitende zerstörungsfreie Prüfmethode erforscht werden, die unmittelbar nach dem Schweißvorgang innere Nahtunregelmäßigkeiten erkennt und die mit geringem Aufwand an die jeweilige Fertigungssituation und -aufgabe angepasst werden kann.

Der Ansatz des Forschungsvorhabens besteht in der Nutzung von Sensoren zur Aufnahme der Schweißnahtoberfläche und des Temperaturfeldes. Durch die kombinierte Auswertung beider Sensorsignale sollen die Nachteile der Nutzung der jeweils einzelnen Systeme kompensiert werden.

Das Ziel des Projektes MSGGeoTherm ist, einen Zusammenhang zwischen der Nahtgeometrie und dem Temperaturfeld anhand der Sensorsignale zu charakterisieren, sodass eine zuverlässige zerstörungsfreie Abschätzung innerer Nahtunregelmäßigkeiten wie der Einbrandtiefe möglich wird.

Beim Aufbau der Versuchsanordnung mit Schweißbrenner, Lichtschnittsensor und Thermoprofilscanner zeigte sich ein starker Einfluss der räumlichen Anordnung auf die Beschaffenheit der aufgezeichneten Daten. Besonders deutlich wird dies am Beispiel des Thermoprofilscanners mit einem Messbereich zwischen ca. 850°C und 1350°C. Die Abbildung zeigt drei Temperaturfelder, die in einem Abstand von 20mm zum Lichtbogen aufgezeichnet wurden. Angestrebt werden Daten wie in der mittleren Abbildung. Hier liegen die gemessenen Maximaltemperaturen bei ca. 1250°C, sodass der

Messbereich sehr effektiv ausgenutzt wird. In der linken Abbildung wurde der Messbereich überschritten, sodass hier die Maximaltemperatur nicht ausgewertet werden kann. Die Abbildungen links und mittig unterscheiden sich durch den Grundwerkstoff. Bei der Abbildung rechts kam ein konventioneller Kurzlichtbogen-Prozess zum Einsatz, dessen Schweißnaht aufgrund des geringen Drahtvorschubs schneller abkühlt.

Als Ergebnis der ersten Versuchsreihe kann festgehalten werden, dass der Messaufbau jeweils individuell auf die Werkstoff-Schweißprozess-Kombination angepasst werden muss, um brauchbare Daten generieren zu können.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Michael Scheffler

**Projektbearbeitung:** Smokovich, Irina

**Kooperationen:** Krüger, Manja, Prof. Dr.; RWTH Aachen

**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG); 01.07.2016 - 30.06.2018

#### **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 bekannten Schutzschichtsystemen konnte dieses Problem bislang nicht gelöst werden.

Ziel des Projekts ist die Entwicklung eines neuartigen, auf präkeramischen Polymeren und Füllstoffen basierenden aktiven Schutzsystems. Dazu wird ein Werkstoffkonzept entwickelt, bei dem Sauerstoff aus der Arbeitsatmosphäre von einer Schutzschicht aufgenommen und reaktiv in eine Komponente einer Diffusionsschutzschicht umgewandelt wird, die ihrerseits die Sauerstoffdiffusion in Richtung der zu schützenden Metalloberfläche erheblich verringert.

Die Untersuchungen beinhalten neben der Entwicklung des Beschichtungs- und Werkstoffsystems und der Erarbeitung des Verständnisses seines Wirkprinzips auch anwendungsnahe Untersuchungen zur Schutzwirkung in oxidierender (Arbeits-)Atmosphäre. Das Projekt wird in Kooperation mit Frau Prof. Dr. Manja Krüger, RWTH Aachen, durchgeführt.

Erste Untersuchungen zu Reaktionspfaden und zur Schutzwirkung verliefen vielversprechend und wurden in 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 bekannten Schutzschichtsystemen konnte dieses Problem bislang nicht gelöst werden.

Ziel des Projekts ist die Entwicklung eines neuartigen, auf präkeramischen Polymeren und Füllstoffen basierenden aktiven Schutzsystems. Dazu wird ein Werkstoffkonzept entwickelt, bei dem Sauerstoff aus der Arbeitsatmosphäre von einer Schutzschicht aufgenommen und reaktiv in eine Komponente einer Diffusionsschutzschicht umgewandelt wird, die ihrerseits die Sauerstoffdiffusion in Richtung der zu schützenden Metalloberfläche erheblich verringert.

Die Untersuchungen beinhalten neben der Entwicklung des Beschichtungs- und Werkstoffsystems und der Erarbeitung des Verständnisses seines Wirkprinzips auch anwendungsnahe Untersuchungen zur Schutzwirkung in oxidierender (Arbeits-)Atmosphäre. Das Projekt wird in Kooperation mit Frau Prof. Dr. Manja Krüger, RWTH Aachen, durchgeführt. Erste Untersuchungen zu Reaktionspfaden und zur Schutzwirkung verliefen vielversprechend und wurden in [1] publiziert.

#### Referenzen

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 bekannten Schutzschichtsystemen konnte dieses Problem bislang nicht gelöst werden.

Ziel des Projekts ist die Entwicklung eines neuartigen, auf präkeramischen Polymeren und Füllstoffen basierenden aktiven Schutzsystems. Dazu wird ein Werkstoffkonzept entwickelt, bei dem Sauerstoff aus der Arbeitsatmosphäre von einer Schutzschicht aufgenommen und reaktiv in eine Komponente einer Diffusionsschutzschicht umgewandelt wird, die ihrerseits die Sauerstoffdiffusion in Richtung der zu schützenden Metalloberfläche erheblich verringert.

Die Untersuchungen beinhalten neben der Entwicklung des Beschichtungs- und Werkstoffsystems und der Erarbeitung des Verständnisses seines Wirkprinzips auch anwendungsnahe Untersuchungen zur Schutzwirkung in oxidierender (Arbeits-)Atmosphäre. Das Projekt wird in Kooperation mit Frau Prof. Dr. Manja Krüger, RWTH Aachen, durchgeführt.

Erste Untersuchungen zu Reaktionspfaden und zur Schutzwirkung verliefen vielversprechend und wurden in [1] publiziert.

#### Referenzen

[1] I. Smokovich, Georg Hasemann, Manja Krüger, Michael Scheffler, Polymer derived oxidation barrier coatings for Mo-Si-B Alloys; Journal of the European Ceramic Society **37** (2017) 4559-4565.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Michael Scheffler  
**Projektbearbeitung:** Dammler, Kathleen  
**Kooperationen:** Prof. Dr. Dirk Enke, Universität Leipzig  
**Förderer:** EU - ESF Sachsen-Anhalt; 01.02.2017 - 31.01.2021

#### **Funktionskeramiken mit erhöhter spezifischer Oberfläche**

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 vormalig 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 Sinter Temperatur und -dauer beeinflusst wird. Abbildung 1. zeigt beispielhaft die Mikrostruktur eines aus hoch porösem Aluminiumoxid hergestellten Keramikschaums.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Michael Scheffler  
**Projektbearbeitung:** Mantzel, Dipl.-Ing. Niko; Smokovich, Dr. Irina; Hoffmann, Prof. Dr. Michael  
**Kooperationen:** Prof. Dr. Michael Hoffmann Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Angewandte Materialien Keramik im Maschinenbau  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG); 01.01.2015 - 31.12.2017

#### **Hoch dichte polymerabgeleitete Keramiken mit Kohlenstoffnanoröhren-Verstärkung**

Hochleistungskeramiken werden aufgrund ihres besonderen Eigenschaftsspektrums (hohe Temperaturbeständigkeit, Verschleißfestigkeit und Härte) in einer Vielzahl industrieller Anwendungen eingesetzt. Mit einer inhärent niedrigen Risszähigkeit besteht jedoch ein Malus *in puncto* Zuverlässigkeit für den technischen Einsatz.

Durch die Zugabe von Verstärkungsphasen kann die Risszähigkeit erhöht werden. Kohlenstoffnanoröhren (CNTs) besitzen diese Eigenschaft, jedoch ist eine homogene Verteilung kommerziell erhältlicher CNTs in keramischen Matrices zeit- und energieaufwendig.

In einem neuartigen Ansatz werden CNTs in Gegenwart eines Übergangsmetallkatalysators während der Umwandlung eines präkeramischen Polymers in eine polymerabgeleitete Keramik gebildet. Die während der Umwandlung freiwerdenden und mit dem Katalysator in Kontakt kommenden Kohlenwasserstoffe werden genutzt, um CNTs *in situ* zu bilden. Somit lassen sich CNT-haltige Keramiken unter Umgehung der oben genannten Probleme sogar in kohlenwasserstofffreier Atmosphäre erzeugen.

Die CNT-haltigen Keramiken werden in einem zweiten Prozessschritt gemahlen und durch einen feldunterstützten Sinterprozess verdichtet. Die Temperaturen liegen typisch bei 1600 °C, um kompakte, nahezu porenfreie Keramiken zu erhalten. Dies führt wiederum zu einem als carbothermische Reduktion bezeichneten Prozess, wodurch die CNTs teilweise in SiC umgewandelt werden. Um eine Reduzierung der Sinter Temperatur unterhalb der Starttemperatur der carbothermischen Reduktion zu erreichen, wurden weitere Zusätze und nanopartikuläre Füllstoffe in das präkeramische Polymer eingebracht. Es konnte gezeigt werden, dass die Sinter Temperatur zur Herstellung einer kompakten Keramik um mehr als 150 °C gesenkt und damit die carbothermische Reduktion weitgehend unterdrückt werden kann. Daraus resultieren Kompaktkörper mit deutlich höherer theoretischer Dichte im Vergleich zu ihren porösen Pendanten, die aufgrund ihrer niedrigeren Porosität auch deutlich höhere Festigkeiten aufweisen.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Michael Scheffler

**Projektbearbeitung:** Schelm, Katja

**Kooperationen:** Dr. Michael Schwidder, Inst. für Chemie, Otto-von-Guericke Universität Magdeburg

**Förderer:** Haushalt; 01.07.2015 - 30.06.2019

**Keramische Schäume mit gezielt eingestellter Oberflächenenergie**

Die Arbeiten befassen sich mit der gezielten Einstellung von Oberflächeneigenschaften keramischer Schäume. Durch die Variation von hydrophil bis hydrophob ergeben sich neue Anwendungsmöglichkeiten für zelluläre Keramiken, beispielsweise in der chemischen Verfahrenstechnik im Bereich des Stoffaustauschs. Im Rahmen des Projekts werden Keramikschaume mit unterschiedlicher Oberflächenenergie und -benetzbarkeit als Reaktoreinbauten entwickelt und in mehrphasigen, miteinander nicht mischbaren Systemen mit Fokus auf die Stoffaustauscheffizienz beteiligter Phasen untersucht.

Die gezielte Einstellung der Oberflächeneigenschaften der offenporigen keramischen Schäume erfolgt durch die Beschichtung mit Polysiloxanen, deren oberflächenchemische und -physikalische Eigenschaften durch Wärmebehandlung (Temperatur, Zeit, Atmosphäre) eingestellt werden kann. Damit lässt sich die Benetzung mit fluiden Medien unterschiedlicher Polaritäten beeinflussen. Als Maß für die Benetzung dient die Änderung des Kontaktwinkels zwischen Schaumoberfläche und fluidem Medium, wozu Vergleichsuntersuchungen auf planaren, konkaven bzw. konvexen Vergleichsproben durchgeführt und auf die Eigenschaften der gekrümmten Oberflächen der Schaumstege zurückgeführt werden.

Die anwendungsnahe Testung der Schäume erfolgt mittels flüssig-flüssig Reaktivextraktion als statische Mischer und dessen Einfluss auf die Phasendispergierung. Durch die Schaumstrukturen soll in Abhängigkeit der Oberflächeneigenschaften der zellulären Materialien die Phasendispergierung intensiviert werden. Die Abbildung zeigt den schematischen Aufbau der flüssig-flüssig Extraktionsanlage mit den keramischen Schäumen als Mischereinsatz.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Michael Scheffler

**Förderer:** Bund; 01.06.2013 - 31.05.2018

**NEOTHERM: Neuartige Kompositwerkstoffe für die Energiespeicherung und Wärmepumpenanwendungen**

Die BMBF-Nachwuchsforschergruppe NEOTHERM befasst sich mit der Herstellung neuartiger Funktionswerkstoffe auf Basis keramischer Schäume mit Aktivschichten aus mikroporösen Verbindungen (Zeolithe, metall-organische Gerüstverbindungen) für die sorptive Energiespeicherung oder für Wärmepumpenanwendungen. Gegenwärtige Schwerpunkte der Arbeiten liegen auf der Entwicklung/Weiterentwicklung von zellulären metallischen und keramischen Trägerwerkstoffen mit großer und vor allem zugänglicher Oberfläche und auf deren Belegung mit metallorganischen Gerüstverbindungen (MOFs) als Aktivkomponente. Dabei werden Direktkristallisationsverfahren und klassische Beschichtungsverfahren untersucht.

Hauptfragestellungen der Trägerentwicklung sind der Erhöhung der thermischen und der elektrischen Leitfähigkeit des Stegmaterials, die Optimierung der Porengeometrie für den Stofftransport sowie die Funktionalisierung der Trägeroberfläche für die bestmögliche Anbindung der Aktivschicht. Für den letztgenannten Punkt haben sich Trialkoxysilane bewährt, und so konnten gut haftenden Aktivschichten der MOFs MIL-101(Cr), UiO-66(Zr) und HKUST-1 auf Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>- und SiC-Schäumen aufgebracht werden.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr. Michael Scheffler

**Projektbearbeitung:** Chen, MSc Xiao

**Förderer:** Fördergeber - Sonstige; 01.10.2014 - 30.09.2018

**Oxidkeramische Schäume mit erhöhter mechanischer Festigkeit**

Keramische Schäume werden in zahlreichen technischen Anwendungen eingesetzt, z. B. als Metallschmelzefilter, als Wärmeisolations- oder als Knochenersatzwerkstoff. Die prozessbedingt entstandene Hohlstruktur ihrer Stege führt zu einer vergleichsweise niedrigen mechanischen Festigkeit.

Um die Festigkeiten oxidkeramischer Schäume zu erhöhen, wurden neuartige Mehrfachbeschichtungs- und Infiltrationsstrategien mit partikulären und molekularen Vorstufen und deren Konsolidierung im keramischen Schaum entwickelt. Es konnte gezeigt werden, dass sich sowohl die Infiltration und Beschichtung von Aluminiumoxid als auch die Infiltration und thermische Umwandlung von zirkoniumhaltigen Verbindungen positiv auf die mechanische Festigkeit keramischer Schäume auswirkt, ohne die Porosität maßgeblich zu beeinflussen. In Keramische Schäume werden in zahlreichen technischen Anwendungen eingesetzt, z. B. als Metallschmelzefilter, als Wärmeisolations- oder als Knochenersatzwerkstoff. Die prozessbedingt entstandene Hohlstruktur ihrer Stege führt zu einer vergleichsweise niedrigen mechanischen Festigkeit.

Um die Festigkeiten oxidkeramischer Schäume zu erhöhen, wurden neuartige Mehrfachbeschichtungs- und Infiltrationsstrategien mit partikulären und molekularen Vorstufen und deren Konsolidierung im keramischen Schaum entwickelt. Es konnte gezeigt werden, dass sich sowohl die Infiltration und Beschichtung von Aluminiumoxid als auch die Infiltration und thermische Umwandlung von zirkoniumhaltigen Verbindungen positiv auf die mechanische Festigkeit keramischer Schäume auswirkt, ohne die Porosität maßgeblich zu beeinflussen. In [1] wurde gezeigt, dass sich die Festigkeiten von ZTA-Schäumen durch Infiltration auf 2.66 MPa bei einer Porosität  $P$  von 86 % und durch Mehrfachbeschichtung auf über 11 MPa ( $P = 59 %$ ) steigern lassen.

#### Referenzen

Keramische Schäume werden in zahlreichen technischen Anwendungen eingesetzt, z. B. als Metallschmelzefilter, als Wärmeisolations- oder als Knochenersatzwerkstoff. Die prozessbedingt entstandene Hohlstruktur ihrer Stege führt zu einer vergleichsweise niedrigen mechanischen Festigkeit.

Um die Festigkeiten oxidkeramischer Schäume zu erhöhen, wurden neuartige Mehrfachbeschichtungs- und Infiltrationsstrategien mit partikulären und molekularen Vorstufen und deren Konsolidierung im keramischen Schaum entwickelt. Es konnte gezeigt werden, dass sich sowohl die Infiltration und Beschichtung von Aluminiumoxid als auch die Infiltration und thermische Umwandlung von zirkoniumhaltigen Verbindungen positiv auf die mechanische Festigkeit keramischer Schäume auswirkt, ohne die Porosität maßgeblich zu beeinflussen. In [1] wurde gezeigt, dass sich die Festigkeiten von ZTA-Schäumen durch Infiltration auf 2.66 MPa bei einer Porosität  $P$  von 86 % und durch Mehrfachbeschichtung auf über 11 MPa ( $P = 59 %$ ) steigern lassen.

#### Referenzen

[1] X. Chen, U. Betke, S. Rannabauer, P. Peters, G. Söffker, M. Scheffler, Improving the strength of ZTA foams with different strategies - immersion infiltration and recoating; *Materials* **10** (2017) 735.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. habil. Thorsten Halle

**Förderer:** Land (Sachsen-Anhalt); 01.01.2016 - 31.12.2017

#### **Ableitung kristallplastischer Werkstoffparameter mittels molekulardynamischer Simulationen in eutektisch erstarrten Werkstoffen**

Zur Beschreibung der Plastizität von Metallen wird eine materialabhängige kritische Scherfließspannung (CRSS, critical resolved shear stress) verwendet, welche je nach betrachtetem Gleitsystem unterschiedlich und durch Verfestigungseffekte nicht konstant ist. In kristallplastischen Simulationen werden deswegen Vereinfachungen vorgenommen, eine umfassende Ermittlung der CRSS für jedes Gleitsystem ist experimentell nicht möglich. In dieser Promotionsarbeit sollen molekulardynamische Simulationen genutzt werden, um die relevanten Parameter der CRSS und der Verfestigungseffekte für eutektisch erstarrte Mikrostrukturen direkt abzuleiten.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. habil. Thorsten Halle

**Projektbearbeitung:** Ecke, Dipl.-Ing. Martin; Wilke, Dipl.-Ing. Markus

**Kooperationen:** Ganzlin Beschichtungspulver GmbH; H + E Produktentwicklung GmbH; Institut für Lacke und Farben Magdeburg gGmbH; IWB Werkstofftechnologie GmbH

**Förderer:** BMWi/AIF; 01.01.2017 - 30.06.2019

#### **AEro-Lack: Abrasions- und erosionsbeständige Pulverlackschichten für industrielle Anwendungen**

Im Rahmen des FuE-Kooperationsprojekts AEro-Lack ist die Entwicklung und Erprobung von innovativen Pulverlacksystemen mit Hartstoffpartikeln vorgesehen, welche zur Beschichtung von Bauteilen für industrielle Anwendungen zum Einsatz kommen, deren Lebensdauer gegenwärtig durch abrasive und erosive Beanspruchung stark eingeschränkt ist. Mit diesen Lackschichten soll die Lebensdauer von verschiedenen industriellen Anwendungen im Vergleich zum Stand der Technik erheblich verbessert werden. Zudem ist die Entwicklung geeigneter Prüfmethode insb. hinsichtlich der Abrasions- und Erosionsbeständigkeit, die Entwicklung neuartiger Oberflächenvorbehandlung sowie eine umfassende Charakterisierung der Lackschichten avisiert. Das FuE-Projekt stellt ein Kooperationsprojekt der H+E Produkt-entwicklung GmbH (KMU), der IWB Werkstofftechnologie GmbH (KMU), der Ganzlin Beschichtungspulver GmbH (KMU), der Institut für Lacke und Farben Magdeburg gGmbH (Forschungseinrichtung) und der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg (Forschungseinrichtung) dar. Das geplante Vorhaben ist für eine Laufzeit von 2,5 Jahren ausgelegt.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. habil. Thorsten Halle  
**Projektbearbeitung:** Rosemann, Dr.-Ing. Paul; Kauss, MSc Norman  
**Kooperationen:** BAM Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung; Forschungsgemeinschaft Werkzeuge und Werkstoffe e.V. (FGW) Remscheid; Institut für Werkzeugforschung, und Werkstoffe (IFW)  
**Förderer:** BMWi/AIF; 01.01.2017 - 31.12.2018

**Anpassung der Wärmebehandlung martensitisch-nichtrostender Messerstähle zur Entwicklung spülmaschinenbeständiger Schneidwaren**

Beim Reinigen von Messerklingen im Geschirrspüler tritt immer wieder Lochkorrosion auf, weshalb Schneidwarenhersteller die Handreinigung empfehlen. Die fehlende Spülmaschinenbeständigkeit resultiert aus der gleichzeitigen Forderung nach Korrosions- und Verschleißbeständigkeit. Messerstähle werden deshalb mit Chrom und Kohlenstoff legiert und im gehärteten, niedrig angelassenen Zustand verwendet. Messerstähle besitzen eine hohe Neigung zur Bildung von Chromkarbiden, was schon beim Härten zu Chromverarmung und beschränkter Korrosionsbeständigkeit führt. Dieser Zusammenhang konnte vor kurzem mit der elektrochemisch potentiodynamischen Reaktivierung (EPR) nachgewiesen werden. Ziel des Projekts ist die Entwicklung spülmaschinenbeständiger Messerklingen, durch Identifizierung und Beseitigung von Schwachstellen beim Härten von Messerstählen. Im Rahmen der Untersuchungen werden notwendige Wärmebehandlungsparameter für eine Beseitigung der Chromverarmung an drei Messerstählen identifiziert. Anschließend werden ausgewählten Wärmebehandlungen an Messerrohlingen vorgenommen, um ihre positive Wirkung auf die praktischen Spülmaschinenbeständigkeit und die Lebensmittelverträglichkeit zu verifizieren. Über Wärmebehandlungssimulationen an konkreten Produkten mit spezifischer Geometrie soll überprüft werden, wie die experimentell bestimmten Parameter bei der Wärmebehandlung im Produktionsprozess realisiert werden können. Die Forschungsergebnisse, welche aus verbesserten Wärmebehandlungsparametern und deren Einfluss auf die Korrosionsneigung von Messerstählen bestehen, werden der Industrie in Form von Handlungsempfehlungen zur Verfügung gestellt und durch eine Wirtschaftlichkeitsanalyse abgerundet. Mit den angestrebten Forschungsergebnissen sollen Schneidwarenhersteller in der Lage versetzt werden spülmaschinebeständige Messerklingen herzustellen und somit bestehender Geschäftsfelder der mittelständig strukturierten Schneidwarenindustrie zu sichern und zu erweitern.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. habil. Thorsten Halle  
**Projektbearbeitung:** Dieck, MSc Sebastian; Rosemann, Dipl.-Ing. Paul  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG); 01.01.2015 - 30.06.2017

**DFG-Großgeräteförderung: Biaxiale Prüfmaschine**

Die Ermittlung von Fließort- und Folgefließortkurven ist die Grundlage für die Beschreibung des mechanischen Verhaltens von metallischen Karosseriewerkstoffen und Ausgangsbasis für die numerische Simulation von typischen Blechumformverfahren wie Tiefziehen oder Streckziehen. Auf Grund des mehrachsigen Charakters dieser Umformverfahren und der durch das Herstellungsverfahren der Karosseriewerkstoffe außerordentlich stark ausgeprägten Anisotropie ist es notwendig, die mechanischen Eigenschaften dieser Werkstoffklasse unter biaxialen Belastungen zu ermitteln. Von zentralem wissenschaftlichem Interesse sind dabei biaxiale Belastungen und deren Einfluss auf die Entwicklung der Mikrostruktur und damit die makroskopischen mechanischen Eigenschaften. Dabei auftretende Mikrostruktureffekte, wie z.B. die verzögerte Versetzungszellenbildung bei mehrachsiger oder dynamischer (Vor-)Belastung und/oder gleichzeitigen Lastpfadänderungen, haben einen signifikanten Einfluss auf die mechanischen Kennwerte und die Folgefließortkurven, der nicht hinreichend untersucht ist. Nahezu alle technologischen Umformprozesse weisen mehraxiale Verformungen auf, die durch herkömmliche Prüfmethode nur unzureichend charakterisiert und beschrieben werden können. Derartige Fragestellungen können mit Hilfe der im Rahmen der Förderung beschafften biaxialen Prüfmaschine untersucht werden.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. habil. Thorsten Halle  
**Projektbearbeitung:** Wilke, Dipl.-Ing. Markus; Ecke, Dipl.-Ing. Martin  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG); 01.08.2016 - 31.01.2019

**DFG-Großgeräteförderung: Rasterelektronenmikroskop für 3-dimensionale Untersuchungen**

Für die Forschung auf dem Gebiet neuer Materialien ist eine leistungsfähige Elektronenmikroskopie zur Klärung mikrostruktureller Eigenschaften und Mechanismen erforderlich. Zur erfolgreichen Bearbeitung von Forschungsvorhaben sind Geräte und Methoden zur Klärung von Wechselwirkungen auf nanoskaliger Ebene notwendig. Dabei werden die mikroskopischen und makroskopischen Eigenschaften von Materialien charakterisiert, beispielsweise metallphysikalische Erkenntnisse abgeleitet und somit technische Legierungen für den Einsatz unter verschiedensten

Bedingungen entwickelt. Elektronenmikroskopische Untersuchungen unter Nutzung analytischer Methoden, wie Röntgenspektroskopie und Elektronenbeugung sind fester Bestandteil nahezu aller laufenden Projekte und Vorhaben. Für eine wettbewerbsfähige Forschung auf dem Gebiet der Werkstoffwissenschaften ist eine umfassende Charakterisierung von Werkstoffen mit modernsten Methoden, wie die Abbildung und Analyse in drei Dimensionen mittels Kombination von REM und FIB mit EDX/EBSD essentiell. So können mit dem beantragten Gerät neben tomographischen Abbildungen zur Charakterisierung der Mikrostruktur (Gefüge, Inhomogenitäten, etc.), auch Aussagen zur chemischen Zusammensetzung, kristallographischen Orientierung, den Phasenanteilen und Spannungszuständen im Volumen einer Probe erhalten werden. Zusätzlich ergibt sich die Möglichkeit, durch eine Zielpräparation mittels FIB Probenbereiche von Interesse zu extrahieren und separat zu untersuchen. So können Lamellen für STEM Untersuchungen präpariert und/oder die laterale Auflösung von EDX und WDX Analysen verbessert werden. Dies ist insbesondere zur Abbildung und Analyse von ultrafeinkörnigen Materialbereichen, Diffusionsprozessen oder Ausscheidungsvorgängen von Interesse. Für die Ableitung mechanischer und thermischer Eigenschaften bestehen Möglichkeiten für in-situ Zug-Druck- und Heizversuche, als wichtiger Bestandteil laufender und geplanter Forschungsthemen. So können Rissinitiierungs- und Rissfortschrittsprozesse, ebenso wie Änderungen der Orientierungsverhältnisse und Spannungsgradienten unter Last ermittelt werden. Das Heizen der Proben ermöglicht es, Phasenumwandlungen, Diffusionsprozesse an Grenzflächen sowie Ausscheidungsvorgänge zu untersuchen.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. habil. Thorsten Halle

**Projektbearbeitung:** Harnisch, MSc Karsten

**Kooperationen:** Institut für Fertigungstechnik und Qualitätssicherung (IFQ) der Universität Magdeburg; Lehrstuhl für Zerspan- und Abtragtechnik

**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG); 01.09.2017 - 01.09.2019

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

Bei medizinischen Gelenkpaarungen bzw. Endoprothesen, welche aus hochfesten und schwer zerspanbaren Werkstoffen, wie Kobalt-Chrom-Molybdän, Titan oder Keramik bestehen, ist ein wirtschaftlicher Fertigungsprozess notwendig, welcher ein fehlerfreies Produkt garantiert. Bei medizinischen Implantaten bestehen z.T. spezifische Anforderungen an die verwendeten Legierungen (z.B. körperverträgliche und medizinisch zugelassene Werkstoffe oder Beständigkeit gegenüber Wärmeentwicklung und Druck- bzw. Zugbelastungen) und Forderungen nach einer störungsfreien, mehrachsigen Lastübertragung bei mehreren Millionen Lastzyklen und mehrachsigen Bewegungsbeaufschlagungen. Um den Forderungen nach steigenden Lastzyklen, höherer Steifigkeit, größeren Kraftübertragungsmomenten, geringerem Gewicht, komplexeren Geometrien und verbessertem Verschleißverhalten zu entsprechen, sollen effiziente Fertigungsverfahren auf Basis werkstofftechnischer Grundlagenuntersuchungen entwickelt werden. Der Werkstoff Co-Cr-Mo ist spanend schwer zu bearbeiten. Bauteile aus hochfesten Legierungen müssen nach dem Drehen und Fräsen kosten- und zeitintensiv durch Schleifen und Polieren endbearbeitet werden. Dennoch lassen sich oft die geforderten Oberflächenstrukturen und Randzoneneigenschaften, wie Zug- und Druckeigenstressungen, Rauheitswerte und die Vermeidung einer Gratbildung nicht ausreichend erreichen. Selbst bei standardisierten Oberflächen werden Verschleißerscheinungen der Gleitpartner sichtbar. Die Folge von ungenügenden Oberflächenqualitäten sind eingeschränkte Funktionseigenschaften, ggf. Gelenkbruch und dementsprechend vollständiger Funktionsausfall ganzer Körperbereiche.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. habil. Thorsten Halle

**Projektbearbeitung:** Ecke, Dipl.-Ing. Martin

**Förderer:** Fördergeber - Sonstige; 01.01.2014 - 31.12.2018

#### **Erforschung metallphysikalischer Mechanismen bei der Zwillingsbildung während schlagdynamischer Belastung kubisch-raumzentrierter Eisenlegierungen**

Die Bildung von Verformungszwillingen stellt einen wichtigen Mechanismus der plastischen Verformung von Metallen dar. Besonders bei hohen Verformungsgeschwindigkeiten wie bspw. bei Explosion, Beschuss oder anderen Impactszenarien sowie bei Temperaturen unterhalb der Raumtemperatur leistet dieser Mechanismus einen maßgeblichen Beitrag zur plastischen Verformung. Die Entstehung von Verformungszwillingen im Gefüge lässt sich mit einem Umklappen von Atomen und damit einhergehend einer lokalen Änderung der kristallographischen Orientierung beschreiben. Im Vergleich zum klassischen Versetzungsmechanismus ermöglicht die Zwillingsbildung einen höheren Betrag an Energie im Material zu absorbieren, wodurch die makroskopische Verformung eines Bauteils geringgehalten



wird. Das Ziel der Arbeit ist Charakterisierung der bei der Zwillingsbildung beteiligten Mechanismen. Neben äußeren Randbedingungen wie Temperatur und Lastfall werden insbesondere mikro- und nanoskalige Einflussgrößen wie bspw. Mikrostruktur, innere Grenzflächen und Versetzungsinteraktionen betrachtet. Dabei erfolgt die Ableitung theoretischer Modelle unter Verwendung molekuldynamischer Simulationen. Die Beschreibung der Nukleation von Zwillingen wird dabei durch mikrostrukturelle Validierung, basierend auf experimentell ermittelten Daten aus Versuchen mittels Elektronenbeugung, unterstützt.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. habil. Thorsten Halle  
**Förderer:** EU - ESF Sachsen-Anhalt; 01.09.2016 - 31.01.2021

#### **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 materials' 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.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. habil. Thorsten Halle  
**Projektbearbeitung:** Crackau, MSc Maria  
**Kooperationen:** Forschungszentrum Jülich GmbH, Jülich, GER  
**Förderer:** EU - ESF Sachsen-Anhalt; 01.09.2017 - 31.08.2021

#### **MEMoRIAL-M2.3 | Evaluation of force contributions to the damage evolution and failure analysis of metallic arthroplasty components**

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. habil. Thorsten Halle  
**Projektbearbeitung:** Harnisch, MSc Karsten  
**Kooperationen:** Forschungszentrum Jülich GmbH, Jülich, GER  
**Förderer:** EU - ESF Sachsen-Anhalt; 01.02.2017 - 31.01.2021

#### **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 **Focussed 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. Omid Kazemi

**Förderer:** Land (Sachsen-Anhalt); 01.07.2015 - 30.06.2017

**Phasenfeldsimulationen des tiegellosten Zonenschmelzens zur Vorhersage der Mikrostruktur gerichtet erstarrter eutektischer Legierungen**

Eutektische Mikrostrukturen beruhen auf einem Phasengleichgewicht, das darauf basiert, dass sich die Freiheitsgrade eines solchen Systems auf nur zwei reduzieren lassen (Temperatur und Konzentration der beteiligten Komponenten). Im sogenannten eutektischen Punkt sind alle Phasen des Systems im Gleichgewicht (Schmelze und alle festen Komponenten der Legierung) und die eutektische Mikrostruktur entsteht als Entmischungsreaktion aus der Schmelze. Daher haben eutektische Legierungen, wie reine Metalle, einen eindeutigen Schmelzpunkt und kein Schmelzintervall wie die meisten technologisch relevanten metallischen Legierungssysteme. Für die Erstarrung von Eutektika ist kennzeichnend, dass dies bei der für das jeweilige Legierungssystem charakteristischen niedrigsten möglichen Temperatur erfolgt und in der Schmelze vor Erreichen der eutektischen Temperatur keinerlei feste Phasen vorliegen. Durch diese niedrigen Erstarrungstemperaturen ist die Diffusionsfähigkeit der beteiligten Atome der Legierungskomponenten im Gegensatz zu Legierungen, in denen voreutektisch gebildete feste Phasen in der Schmelze gebildet werden, deutlich geringer. Damit sind die Diffusionswege der Metallionen deutlich eingeschränkt und es entsteht ein feines und gleichmäßiges Gefüge, das eine in der Regel eine charakteristische lamellare Struktur mit sehr kleinen Kristalliten aufweist. Diese Art von Mikrostrukturen ist auf Grund besonderer mechanischer, thermischer und thermophysikalischer Eigenschaften für eine praktische Anwendung in vielen Legierungssystemen von großem Interesse.

Es wird der Einfluss der Prozessparameter beim tiegellosten Zonenschmelzen auf die dabei entstehende Mikrostruktur mit Hilfe von phasenfeldbasierten Simulationsmethoden untersucht. Auf Grund der großen Anzahl von Einflussparametern bietet sich hier eine simulationsgestützte Analyse der Mikrostrukturausbildung an. In der numerischen Simulation lassen sich alle Randbedingungen wie Geschwindigkeiten, Temperaturen und auch Legierungszusammensetzungen, ohne den sonst notwendigen sehr großen experimentellen Aufwand variieren und wenn die Simulationsmethodik validiert ist, systematisch bewerten. Als Ergebnis sollen für verschiedene technologisch interessante, binäre und ternäre Legierungssysteme, konkrete Prozessparameter abgeleitet werden, um eine gewünschte Morphologie (z.B. Lamellenabstand und kristallographische Orientierung, Textur, Lamellendicke) der Mikrostruktur von gerichtet erstarrten eutektischen Legierungen einzustellen.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. habil. Thorsten Halle

**Projektbearbeitung:** Wilke, Dipl.-Ing. Markus

**Förderer:** Industrie; 01.03.2016 - 28.02.2018

**Prozesssimulation des induktiven Härtens von un- und niedriglegierten Stahlbauteilen**

Durch die vollständige geometrieunabhängige Entwicklung eines Simulationssetups können neue Bauteilgeometrien sehr einfach berücksichtigt werden. Durch eine Reihe von Simulationen mit verschiedenen Induktorgeometrien lassen sich weniger gut geeignete Induktoren bereits auf Grundlage der Simulationen ausschließen. Damit reduziert sich die experimentelle Iterationsanzahl bei der Entwicklung bzw. der Anpassung neuer Bauteil- und/oder Induktorgeometrien. In einem nachgelagerten Schritt ist es auch möglich den Bereich der Prozessparameter zu identifizieren die bei möglichst effizienten Prozessparametern noch zu einer geeigneten Austenitisierung (Erwärmung) und damit der notwendigen Härte im Bauteil nach dem Abschrecken führen. Zusätzliche sollen Vorhersagen zur Reduzierung des Schleifaufmaßes und Aussagen zum Restaustenitgehalt im Randbereich gehärteter Bauteile ermöglicht werden.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. habil. Thorsten Halle

**Projektbearbeitung:** Ecke, Dipl.-Ing. Martin; Wilke, Dipl.-Ing. Markus

**Förderer:** EU - EFRE Sachsen-Anhalt; 01.09.2016 - 31.03.2018

**X-ELMA: Röntgenfluoreszenz-Elementanalyse für Mikroskopische Anwendungen**

Lichtmikroskope sind ein wichtiger Bestandteil von Forschung und Technik, insbesondere in Bereichen wie Qualitätssicherung, Schadensanalyse, Kriminaltechnik oder Geologie. Hier ist neben der Struktur eines Materials häufig dessen chemische Zusammensetzung von Interesse. Dazu werden zusätzliche Geräte wie Elektronenmikroskope oder Röntgenfluoreszenzspektroskope benötigt. Durch die Verwendung einer Miniaturröntgenquelle ist es möglich, Röntgenfluoreszenzanalysen direkt am Lichtmikroskop durchzuführen. Dabei wird ein Spektroskop direkt in den Objektivrevolver eines herkömmlichen Lichtmikroskops integriert. Die Verwendung von Optiken ermöglicht zudem orts aufgelöste Analysen. Der geringe Energiebedarf der Spektroskopieeinheit ermöglicht zusätzlich einen portablen, batteriebetriebenen Einsatz. Eine Messung dauert dabei ca. 90 Sekunden und ermöglicht es alle technisch relevanten

Materialien zu untersuchen (Ordnungszahl >5 qualitativ und >11 quantitativ). Das Produkt befindet sich in der Entwicklungsphase, wobei die Machbarkeit und Funktionsweise bereits experimentell nachgewiesen wurde.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. habil. Thomas Kannengießer

**Förderer:** Industrie; 01.01.2014 - 31.12.2017

**Schweißtechnische Verarbeitung bainitischer und martensitischer Stähle für den Kraftwerks- und petrochemischen Reaktorbau**

Ziel ist, mit geeigneten Prüfmethode die Randbedingungen zu erfassen, die unter Fertigungsbedingungen zu rissicheren Schweißverbindungen führen. Hieraus werden Empfehlungen zur schweißtechnischen Verarbeitung und den Wärmebehandlungsmaßnahmen abgeleitet und Draht-/Pulver-Kombination für verschiedene warmfester Werkstoffe qualifiziert werden. Die Ergebnisse dieses Forschungsvorhaben sollen in ein Promotionsvorhaben einfließen.

---

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. habil. Gerhard Mook

**Projektbearbeitung:** Simonin, Dipl.-Ing. Yury

**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 Plasma-schweißen, 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:** Jun.-Prof. Dr. Manja Krüger

**Projektbearbeitung:** Janett Schmelzer, M.Sc.

**Kooperationen:** citim Oerlikon; Dr. Kochanek Entwicklungsgesellschaft, Neustadt a.d. Weinstraße; Fraunhofer-Institut für Lasertechnik, Aachen; Institut für Korrosions- und Schadensanalyse, Magdeburg; NANOVAL GmbH & Co. KG, Berlin; Siemens AG, Berlin

**Förderer:** Bund; 01.02.2017 - 31.01.2020

**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 feiner Gefügestrukturen oder auch chemisch gradiertem 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:** Jun.-Prof. Dr. Manja Krüger  
**Kooperationen:** Prof. Dr. rer. nat. Michael Scheffler, OVGU  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG); 01.07.2016 - 30.06.2018

**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).

Im Teilprojekt von Frau Jun.-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:** Jun.-Prof. Dr. Manja Krüger  
**Projektbearbeitung:** Dipl.-Ing. Georg Hasemann  
**Kooperationen:** Helmholtz-Zentrum Geesthacht (HZG); Karlsruher Institut für Technologie, Institut für Angewandte Materialien  
**Förderer:** Bund; 01.08.2016 - 31.07.2019

**FlexiDS: Aufklärung der Phasen- und Mikrostrukturbildung während der gerichteten Erstarrung neuer metallischer und intermetallischer Materialien durch in-situ Beobachtung des Erstarrungsvorganges mit Photonenbeugung**

Im Projekt FlexiDS soll in Kooperation mit dem Karlsruher Institut für Technologie (KIT) der Prozess der gerichteten Erstarrung in verschiedenen Hochtemperaturmaterialien mit in-situ Röntgenbeugung untersucht werden. In diesem Rahmen soll eine innovative in-situ Probenumgebung für gerichtete Erstarrung an der HEMS-Beamline (High Energy Material Science) des DESY (Deutschen Elektronen Synchrotron, Hamburg) entwickelt und aufgebaut werden. Diese wird den beteiligten Partnern völlig neue Forschungs- und Charakterisierungsmöglichkeiten durch direkte Beobachtung des gerichteten Erstarrungsprozesses bieten. Das Helmholtz-Zentrum-Geesthacht (HZG), das diese Beamline betreut, wird die Konzeption, den Bau und den Betrieb der Probenumgebung unterstützen.

---

**Projektleitung:** Jun.-Prof. Dr. Manja Krüger  
**Projektbearbeitung:** Schmelzer, Janett  
**Förderer:** Haushalt; 01.10.2014 - 31.03.2017

**Hochtemperaturwerkstoffe auf Vanadiumbasis**

Das Anforderungsprofil an Hochtemperaturwerkstoffe für komplexe technische Anwendungen besteht aus guten mechanischen Eigenschaften im gesamten Einsatzbereich und ausreichender Oxidationsbeständigkeit. Im Fall von dynamisch bewegten Bauteilen stellt außerdem die Dichte ein wichtiges Kriterium für die Werkstoffauswahl dar. Hochschmelzende Werkstoffe auf Vanadiumbasis ( $T_s = 1910^\circ\text{C}$ ) haben den Vorteil, dass die Dichte gegenüber Referenzwerkstoffen wie Nickellegierungen um etwa 30% und gegenüber Stählen um etwa 20% reduziert werden kann. In diesem Projekt soll der Grundstein für die Entwicklung hochfester Vanadiumwerkstoffe gelegt werden. Im ersten Ansatz werden Vanadium-Silizium-Mischkristall-Werkstoffe über den Prozess des mechanischen Legierens hergestellt und deren Eigenschaften ermittelt. Die Anwendung von kinetischen Modellen unter Berücksichtigung der realen Prozessgrößen dient dazu, den Prozess des mechanischen Legierens für dieses Werkstoffsystem zu verstehen und zu optimieren. Im nächsten Schritt werden Silizidphasen (z.B.  $V_3Si$  und  $V_5SiB_2$ ) in die Mischkristallwerkstoffe integriert,

um die Hochtemperaturfestigkeit zu optimieren.

---

**Projektleitung:** Jun.-Prof. Dr. Manja Krüger  
**Projektbearbeitung:** Müller, MSc Christopher  
**Kooperationen:** Forschungszentrum Jülich GmbH, Jülich, GER  
**Förderer:** EU - ESF Sachsen-Anhalt; 01.08.2017 - 31.07.2021  
**MEMoRIAL-M2.1 | Optimisation of novel vanadium-based high temperature materials**

---

**Projektleitung:** Jun.-Prof. Dr. Manja Krüger  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG); 01.10.2014 - 31.03.2019  
**Mikro-Makro-Wechselwirkungen in strukturierten Medien und Partikelsystemen GRK 1554**  
Teilprojekt: **Mikrostrukturelle Schädigung von beschichteten AISi-Werkstoffen unter mechanischer und thermischer Belastung**

Bearbeitung: Dipl.-Ing. Philipp G. Thiem

Neue intermetallische Schichtsysteme auf AISi-Substraten werden untersucht. Die beschichteten Werkstoffe werden dabei sowohl statischen als auch zyklischen Belastungen unterworfen, um die Auswirkungen der Legierungszusammensetzung, der Mikrostruktur und der Schichtdicke auf die Rissentstehung und die Rissausbreitung im anwendungsrelevanten Temperaturbereich zu untersuchen. Werkstoffkennwerte, z.B. der Elastizitätsmodul, und weitere Parameter wie die Haftfestigkeit der Schicht sollen dabei in die Modellierung der Schädigungsmechanismen in diesem Werkstoffverbund einbezogen werden.

Teilprojekt: **Rissinitiierung und Rissausbreitung in mehrphasigen Hochtemperaturwerkstoffen**

Bearbeitung: M.Sc. Julia Becker

Mehrphasige Hochtemperaturwerkstoffe werden in Bezug auf die Rissinitiierung in den einzelnen Phasen, den Rissfortschritt und ihre Bruchzähigkeit untersucht. Erste Experimente zur Risseinleitung und Rissausbreitung wurden an pulvermetallurgisch hergestellten Mo-Si-B-Legierungen mit Hilfe der Eindruck-Bruchmechanik-Methode durchgeführt. Die Erkenntnisse daraus sollen auf gerichtet erstarrte mehrphasige Molybdänwerkstoffe übertragen werden.

Mitarbeit in weiteren Teilprojekten:

\* **Experimental Investigations and Numerical Simulations of Lamellar Cu-Ag Composites**

Bearbeitung: M. Sc. Srihari Dodla  
Betreuung: Prof. A. Bertram, Prof. M. Krüger

\* **Crystal Viscoplasticity Based Simulation of Ti-Al Alloy under High-Temperature Conditions**

Bearbeitung: M. Sc. Helal Chowdhury  
Betreuung: Prof. K. Naumenko, Prof. H. Altenbach, Prof. M. Krüger

---

**Projektleitung:** Jun.-Prof. Dr. Manja Krüger  
**Projektbearbeitung:** Volodymyr Bolbut  
**Kooperationen:** Nationale Technische Universität Kiew, Ukraine  
**Förderer:** Land (Sachsen-Anhalt); 01.07.2014 - 30.06.2017  
**Physikalische und mechanische Eigenschaften von gerichtet erstarrten eutektischen Legierungen**

Intermetallische Phasen, Karbide und Oxide eignen sich hervorragend als Verstärkungsphasen für hochschmelzende Verbundwerkstoffsysteme. In diesem Vorhaben sollen in-situ-Verbundwerkstoffe mittels eines speziellen tiegfelfreien Zonenschmelzverfahrens hergestellt werden. Mit dem Ziel, eine faserartige oder lamellare Morphologie der Verstärkungsphasen zu erzielen, werden im ersten Schritt geeignete Legierungssysteme identifiziert. Die

Ausgangswerkstoffe in Pulverform werden dann entsprechend der nominellen Zusammensetzung gemischt und kalt verpresst, um anschließend lokal aufgeschmolzen und gerichtet abgekühlt zu werden. Die physikalischen und mechanischen Eigenschaften werden dann im nächsten Schritt mittels geeigneter Mess- und Analyseverfahren ermittelt. Es erfolgt eine vergleichende Gegenüberstellung mit bekannten Hochtemperaturwerkstoffen.

---

**Projektleitung:** Jun.-Prof. Dr. Manja Krüger  
**Projektbearbeitung:** Popovych, Olha; Sc., M.  
**Kooperationen:** apl. Prof. K. Naumenko, IFME, OVGU  
**Förderer:** Land (Sachsen-Anhalt); 01.07.2016 - 30.06.2019

**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:** Dr.-Ing. Manuela Zinke  
**Projektbearbeitung:** M.Sc. Stefan Burger  
**Förderer:** BMWi/AIF; 01.11.2016 - 31.10.2018

**Beeinflussung von Nahteigenschaften und Prozessverhalten durch Einsatz basischer Schlackesysteme beim MSG-Fülldrahtschweißen von Ni-Basislegierungen**

Das Ziel des Forschungsvorhabens besteht in der Ermittlung des Anwendungspotentials basischer Ni-Basis-Fülldrahtelektroden zum wirtschaftlichen MAG-Auftrag- und Verbindungsschweißen von Ni-Basislegierungen. Im Rahmen vergleichender Betrachtungen mit derzeit gängigen Schweißzusatzwerkstoffen in Form von rutilen bzw. rutil-basischen Fülldrahtelektroden und Massivdrahtelektroden sind Untersuchungen zum Einfluss einer basischen Schlackecharakteristik von Fülldrahtelektroden auf das Schweißverhalten und die Schweißnahtausbildung geplant. Dazu gehören die Bewertung der Verarbeitungseigenschaften, wie der sinnvoll nutzbare Parameterbereich, die erreichbare Abschmelzleistung, der Tropfenübergang und die Schlackeausbildung, sowie die Bestimmung der erreichbaren Schweißnahtgüte beim MAG-Lichtbogenschweißen. Darüber hinaus werden die Auswirkungen der basischen Elemente im Schweißzusatz auf die schweißmetallurgischen Vorgänge im Schweißbad erforscht. Ein Schwerpunkt liegt dabei auf der Untersuchung des Einflusses der basischen Schlackecharakteristik auf die Heißbrissneigung von Ni-Basis-Schweißgütern. Das Ziel des beantragten Forschungsvorhabens besteht in der Ermittlung des Anwendungspotentials basischer Ni-Basis-Fülldrahtelektroden zum wirtschaftlichen MAG-Auftrag- und Verbindungsschweißen von Ni-Basislegierungen.

---

**Projektleitung:** Dr.-Ing. Manuela Zinke  
**Projektbearbeitung:** M.Sc. Juliane Stützer  
**Förderer:** BMWi/AIF; 01.10.2014 - 31.01.2017

**Erhöhung der Beständigkeit gegenüber Porenbildung beim MSG- und UP-Schweißen von Superduplexstahl**

Das Forschungsziel besteht in der Klärung metallurgischer und technologischer Zusammenhänge zur Erhöhung der Sicherheit gegenüber metallurgischer Porenbildung im Schweißgut von dickwandigen Bauteilen aus Superduplexstahl (SDSS) beim Metallschutzgas- und Unter Pulver-Schweißen bei gleichzeitiger Absicherung der geforderten mechanisch-technologischen Gütewerte und Korrosionsbeständigkeit. SDSS-Komponenten, wie z.B. Pumpen, Ventile, Rohre, finden aufgrund ihrer sehr hohen Korrosionsbeständigkeit sowie ihrer hohen Festigkeit in verschiedenen Wirtschaftszweigen, wie der On- und Offshore-Industrie und dem Chemischen Anlagenbau erfolgreich Anwendung. Beim Schweißen dieser Stähle offenbarte sich aktuell jedoch das Problem einer unzulässig starken Porenbildung. Die Forschungsergebnisse sollen in die Produktion von Schweißzusätzen und Schweißhilfsstoffen (Schutzgase, Pulver) und in vorhandene Schweißanweisungen sowie Verarbeitungs- und Konstruktionsvorgaben einfließen.

---

**Projektleitung:** Dr.-Ing. Manuela Zinke  
**Projektbearbeitung:** M.Sc. Stefan Burger

**Kooperationen:** BAM Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung

**Förderer:** BMWi/AIF; 01.01.2015 - 30.06.2017

**Ermittlung geeigneter Wärmeführungen zur Vermeidung wasserstoffunterstützter Kaltrisse beim Schweißen höherfester Feinkornbaustähle mit modifiziertem Sprühlichtbogen**

Das Ziel des Forschungsprojektes besteht in der Reduzierung des Wasserstoffeintrages und der Kaltrissvermeidung in höherfesten Schweißverbindungen durch geeignete Wärmeführungen (vor, während und nach dem Schweißen) beim MAG-Schweißen mit modifizierten Sprühlichtbogen. Hierzu wird der prozessspezifische aufgenommene Wasserstoff in Ein- bzw. Mehrlagenschweißungen quantifiziert.

Die Forschungsstelle OvGU Magdeburg strebt an, Ergebnisse zum Einfluss der Lichtbogenlänge, des Kontaktrahabstandes und des Schweißstromes auf den Wasserstoffeintrag beim Einlagenschweißen zu erarbeiten. In diesem Zusammenhang ergibt sich gleichzeitig ein dringender normativer Handlungsbedarf. So soll deshalb zur Ermittlung des diffusiblen Wasserstoffs in den Schweißungen eine prozessspezifische Adaption der für das Schweißen mit mod. SLB notwendigen standardisierten Prüfprozeduren gemäß DIN EN ISO 3690 erzielt werden. Diese Forschungsstelle wird schließlich das Kaltrissverhalten anhand von Einlagenschweißungen mit dem fremdbeanspruchten Implant-Test nach DIN EN ISO 17642-3 ermitteln. Der Fokus liegt hierbei auf der quantitativen Bestimmung der risskritischen Wasserstoffkonzentration unter Berücksichtigung der zuvor ermittelten prozessspezifischen Einflussgrößen des mod. SLB beim Einlagenschweißen höherfester Feinkornbaustähle. Ergebnis ist hier der funktionale Zusammenhang zwischen Implantspannung und Wasserstoffkonzentration.

---

**Projektleitung:** Dr.-Ing. Manuela Zinke

**Projektbearbeitung:** M.Sc. Benjamin Wittig

**Förderer:** BMWi/AIF; 01.03.2015 - 31.08.2017

**Gefüge- und Eigenschaftsvorhersage für das Schweißen hochmanganhaltiger Stähle in Mischverbindung**

Das Ziel des Vorhabens besteht in der Gefüge- und Eigenschaftsvorhersage für das Schweißen von Mischverbindungen aus austenitischen hochmanganhaltigen und ferritischen bzw. martensitischen Stählen. Bestehende Konstitutionsschaubilder zur Gefügevorsage, wie das Schaeffler- oder WRC 1992-Diagramm, lassen sich dafür nicht einsetzen, da der Einfluss des hohen Mn-Gehaltes der Fe-Mn-Stähle im Nickel-Äquivalent nicht ausreichend berücksichtigt ist. Deshalb sollen im Vorhaben zwei abkühlzeitabhängige Konstitutionsschaubilder entwickelt werden, die die Prozessspezifika des MSG- und Laserstrahlschweißens berücksichtigen. In Verbindung mit den statischen und dynamischen Prüfungen der Schweißverbindungen wird ein hinreichendes Mittel zur quantitativen Vorhersage des Gefüges, insb. des Martensitanteils, im Schweißgut geschaffen und zur Prognose der Auswirkungen dieser Gefügebestandteile auf die Verbindungseigenschaften geschaffen. Dies erleichtert u. a. die Entwicklung angepasster Zusatzwerkstoffe für die Verarbeitung hochmanganhaltiger Stähle in Mischverbindung. 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. Martin Dieckmann, Dipl.-Ing. Stefan Paczulla

**Kooperationen:** Bilfinger Piping Technologies GmbH, Essen; FDBR e.V. Fachverband Anlagenbau, Düsseldorf; Gesellschaft für Schweißtechnik International mbH, Niederlassung SLV Duisburg (SLV); STEAG GmbH, Essen; TPW Prüfzentrum GmbH; TÜV SÜD Industrie Service GmbH, Mannheim; Vallourec DEUTSCHLAND GmbH, Düsseldorf; VDM Metals GmbH; VDM Metals GmbH, Altena; Westfalen Gas AG, Münster; 8. Gesellschaft für Schweißtechnik International mbH, Niederlassung SLV Duisburg (SLV)

**Förderer:** BMWi/AIF; 01.12.2016 - 30.11.2019

**Untersuchung der Auswirkungen zulässiger heißbrühe-dingter Unregelmäßigkeiten unter dem Aspekt der Wechselstabilität / Betriebsfestigkeit von Kraftwerken mit dick-wandigen Nickelbasiskomponenten (HALLO)**

Zur geforderten Flexibilitätssteigerung von thermischen 600°C Kraftwerken eignen sich besonders hochwarmfeste Ni- und Fe-Legierungen, wie alloy 617B, alloy C-263, alloy 800H. Schweißanwendungen dieser Werkstoffe in der praktischen Erprobung zeigen, dass dickwandige Bauteile eine verringerte Toleranz gegenüber auftretenden (Mikro)-Heißbrühen aufweisen. Starke, sich überlagernde thermische und mechanische Betriebswechsellasten bergen die Gefahr eines Wachstums dieser Heißbrühe zu Makrorissen und können dadurch die Lebensdauer von

Anlagenkomponenten reduzieren. Auch ist der zerstörungsfreie Nachweis dieser Mikrodefekte in dickwandigen Schweißungen aktuell nicht zuverlässig möglich. Das Ziel des Vorhabens besteht daher in der Erforschung der Auswirkungen schweißbedingter Heißrisse unter dem Aspekt der thermisch-mechanischen Wechsellastfähigkeit / Betriebsfestigkeit von Kraftwerken mit dickwandigen Komponenten aus o.g. Legierungen auf die Lebensdauer und in der Ermittlung ihrer Nachweisgrenzen bei Anwendung zerstörungsfreier Prüfmethoden.

---

**Projektleitung:** Dr.-Ing. Andreas Heyn  
**Projektbearbeitung:** Heyn, Dr.-Ing. Andreas  
**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 - 28.02.2019

#### **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 Synergie-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 wäre neben einer minimal-invasiven elektrochemischen Kennwertermittlung auch das Nachstellen und die Untersuchung realer korrosiver Bedingungen viel besser möglich als mit herkömmlichen Methoden.

---

**Projektleitung:** Dr.-Ing. Andreas Heyn  
**Projektbearbeitung:** Heyn, Dr.-Ing. Andreas; Halle, Prof. Dr.-Ing. habil. Thorsten  
**Kooperationen:** BAM Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung; fem - Forschungsinstitut Edelmetalle & Metallchemie, Schwäbisch Gmünd; Max-Planck-Institut für Eisenforschung GmbH (Düsseldorf)  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG); 01.12.2015 - 28.02.2017

#### **Untersuchung des Einflusses von Mg auf das Korrosionsverhalten hartstoffbeschichteter Stahlsubstrate**

Das Vorhaben setzt vorangegangene Arbeiten zur Wirksamkeit von Magnesium in TiMgN-Hartstoffschichten auf Stahl fort und adressiert die bereits prognostizierten Mechanismen des Korrosionsschutzes durch den Einbau von Magnesium. Hierzu werden von den Forschungspartnern (OvGU, fem, BAM, MPIE) elektrochemische und strukturanalytische Untersuchungen an unterschiedlichen Schichtvarianten durchgeführt, Defektanalysen mit konfokaler Mikroskopie vorgenommen sowie orts aufgelöste elektrochemische Messungen mit gekoppelter Elementanalyse des wässrigen Elektrolyten realisiert. Ein weiterer Schwerpunkt ist die Schaffung eines Kurzzeit-Prüfverfahrens für Hartstoffschichten auf Stahl, das sowohl Informationen zum Schutzmechanismus liefert, als auch der späteren Qualitätskontrolle dient. Hierzu werden gel-artige Elektrolyte mit Indikatoren für Eisen-Ionen verwendet. Die im Laufe des Vorhabens gewonnenen Erkenntnisse werden auf neue Schichtvariationen übertragen, z.B. Abscheidungen mit Misch-Targets oder unter glancing angle Bedingungen (GLAD-Schichten).

---

**Projektleitung:** Dipl.-Ing. Martin Ecke  
**Kooperationen:** Ganzlin Beschichtungspulver GmbH; H + E Produktentwicklung GmbH; Institut für Lacke und Farben Magdeburg gGmbH; IWB Werkstofftechnologie GmbH  
**Förderer:** BMWi/AIF; 01.01.2017 - 30.06.2019

#### **AEro-Lack: Abrasions- und erosionsbeständige Pulverlackschichten für industrielle Anwendungen**

Im Rahmen des FuE-Kooperationsprojekts AEro-Lack ist die Entwicklung und Erprobung von innovativen Pulverlacksystemen mit Hartstoffpartikeln vorgesehen, welche zur Beschichtung von Bauteilen für industrielle Anwendungen zum Einsatz kommen, deren Lebensdauer gegenwärtig durch abrasive und erosive Beanspruchung stark eingeschränkt ist. Mit diesen Lackschichten soll die Lebensdauer von verschiedenen industriellen Anwendungen im Vergleich zum Stand der Technik erheblich verbessert werden. Zudem ist die Entwicklung geeigneter Prüfmethoden insb. hinsichtlich der Abrasions- und Erosionsbeständigkeit, die Entwicklung neuartiger Oberflächenvorbehandlung



sowie eine umfassende Charakterisierung der Lackschichten avisiert. Das FuE-Projekt stellt ein Kooperationsprojekt der H+E Produkt-entwicklung GmbH (KMU), der IWB Werkstofftechnologie GmbH (KMU), der Ganzlin Beschichtungspulver GmbH (KMU), der Institut für Lacke und Farben Magdeburg gGmbH (Forschungseinrichtung) und der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg (Forschungseinrichtung) dar. Das geplante Vorhaben ist für eine Laufzeit von 2,5 Jahren ausgelegt.

---

**Projektleitung:** Dipl.-Ing. Martin Ecke  
**Projektbearbeitung:** Ecke, Dipl.-Ing. Martin; Harnisch, MSc Karsten  
**Förderer:** EU - EFRE Sachsen-Anhalt; 01.09.2016 - 31.03.2018

**X-ELMA: Röntgenfluoreszenz-Elementanalyse für Mikroskopische Anwendungen**

Lichtmikroskope sind ein wichtiger Bestandteil von Forschung und Technik, insbesondere in Bereichen wie Qualitätssicherung, Schadensanalyse, Kriminaltechnik oder Geologie. Hier ist neben der Struktur eines Materials häufig dessen chemische Zusammensetzung von Interesse. Dazu werden zusätzliche Geräte wie Elektronenmikroskope oder Röntgenfluoreszenzspektroskope benötigt. Durch die Verwendung einer Miniaturröntgenquelle ist es möglich, Röntgenfluoreszenzanalysen direkt am Lichtmikroskop durchzuführen. Dabei wird ein Spektroskop direkt in den Objektivrevolver eines herkömmlichen Lichtmikroskops integriert. Die Verwendung von Optiken ermöglicht zudem orts aufgelöste Analysen. Der geringe Energiebedarf der Spektroskopieeinheit ermöglicht zusätzlich einen portablen, batteriebetriebenen Einsatz. Eine Messung dauert dabei ca. 90 Sekunden und ermöglicht es alle technisch relevanten Materialien zu untersuchen (Ordnungszahl >5 qualitativ und >11 quantitativ). Das Produkt befindet sich in der Entwicklungsphase, wobei die Machbarkeit und Funktionsweise bereits experimentell nachgewiesen wurde.

---

**Projektleitung:** Dipl.-Ing. Martin Ecke  
**Projektbearbeitung:** Ecke, Dipl.-Ing. Martin; Wilke, Dipl.-Ing. Markus  
**Förderer:** EU - EFRE Sachsen-Anhalt; 01.09.2016 - 31.03.2018

**X-ELMA: Röntgenfluoreszenz-Elementanalyse für Mikroskopische Anwendungen**

Lichtmikroskope sind ein wichtiger Bestandteil von Forschung und Technik, insbesondere in Bereichen wie Qualitätssicherung, Schadensanalyse, Kriminaltechnik oder Geologie. Hier ist neben der Struktur eines Materials häufig dessen chemische Zusammensetzung von Interesse. Dazu werden zusätzliche Geräte wie Elektronenmikroskope oder Röntgenfluoreszenzspektroskope benötigt. Durch die Verwendung einer Miniaturröntgenquelle ist es möglich, Röntgenfluoreszenzanalysen direkt am Lichtmikroskop durchzuführen. Dabei wird ein Spektroskop direkt in den Objektivrevolver eines herkömmlichen Lichtmikroskops integriert. Die Verwendung von Optiken ermöglicht zudem orts aufgelöste Analysen. Der geringe Energiebedarf der Spektroskopieeinheit ermöglicht zusätzlich einen portablen, batteriebetriebenen Einsatz. Eine Messung dauert dabei ca. 90 Sekunden und ermöglicht es alle technisch relevanten Materialien zu untersuchen (Ordnungszahl >5 qualitativ und >11 quantitativ). Das Produkt befindet sich in der Entwicklungsphase, wobei die Machbarkeit und Funktionsweise bereits experimentell nachgewiesen wurde.

---

**Projektleitung:** MSc Sebastian Dieck  
**Projektbearbeitung:** Halle, Prof. Dr.-Ing. habil. Thorsten  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG); 01.04.2016 - 31.03.2019

**Q&P-Wärmebehandlung martensitischer, korrosionsbeständiger Stähle**

Durch das Wärmebehandlungskonzept des "Quenching and Partitioning" ist es möglich die Verformbarkeit hochfester, martensitischer Stähle zu erhöhen. Die Bedingung hierfür ist ein gewisser Anteil metastabiler Austenits im Gefüge, der bei plastischer Verformung martensitisch umwandelt (TRIP-Effekt). Um diese Rahmenbedingung zu schaffen folgt dem Prozessschritt des Härtens eine Partitionier-Behandlung, welche durch lokale C-Diffusion vorhandenen Restaustenit stabilisiert und eine Rückumwandlung von Martensit in Austenit auslöst.

Am Institut für Werkstoff- und Fügetechnik der OvGU wurde der Q&P-Prozess am Werkstoff 1.4034 erprobt. Dabei wurde insbesondere die Variation der Partitionierzeit fokussiert.

---

**Projektleitung:** MSc Matthias Kuhlmann  
**Projektbearbeitung:** Kuhlmann, Matthias  
**Förderer:** BMWi/AIF; 01.05.2015 - 30.04.2017

## **Entwicklung einer neuen Technologie und neuartiger Werkzeuge zur Herstellung von Prototypenbauteilen aus höchstfesten Stählen durch Formhärten (ProForm)**

Die Anwendung formgehärteter Bauteile nimmt im Automobilbau stetig zu und erreicht in modernen Karosserien gegenwärtig einen Gewichtsanteil von bis zu 20 %. Die für dieses wachsende Marktsegment erforderlichen Fertigungstechnologien (Warmumformung mit anschließendem Härten im Werkzeug) sind auf Grund ihrer Komplexität (kostenintensive Werkzeuge, lange Ofenstraßen und aufwendige geschwindigkeitsregulierte Kühlsysteme) nur für Serienfertigungen wirtschaftlich. Für kleine Stückzahlen, im Prototypenteilebau und zur angestrebten Entkopplung zwischen Prototypenteile- und Serienteilelieferanten in Produktentstehungsprozessen sind die Vorteile borlegierter Stähle und des Formhärtens bisher nicht wirtschaftlich effizient nutzbar.

Projektziel ist die Entwicklung einer neuen Technologie und neuartiger Werkzeuge zum Formhärten borlegierter Stähle für Prototypenteile (Stückzahlen 5 100). Dabei sollen mit segmentierten Werkzeugen, partiellen Temperierungen zur lokalen Beeinflussung der Bauteileigenschaften, optimierter Wärmeableitung bei passiver Kühlung und ZFP-Methoden zur Qualitätsbewertung Teile in Serienqualität schnell und wirtschaftlich gefertigt werden.

## **8. Eigene Kongresse, wissenschaftliche Tagungen und Exponate auf Messen**

- 27. Schweißtechnische Fachtagung am 11.05.2017 in Barleben
- Forschungsseminar des MDZWP am 23.03.2017
- Sommerkurs des IWF am 08. und 09.09.2017

## **9. Veröffentlichungen**

### ***Begutachtete Zeitschriftenaufsätze***

#### **Babutzka, Martin; Heyn, Andreas**

Dynamic tafel factor adaption for the evaluation of instantaneous corrosion rates on zinc by using gel-type electrolytes  
In: IOP conference series / Materials science and engineering - London [u.a.]: Institute of Physics, Vol. 181.2017, Art. 012021, insgesamt 12 S.

#### **Betke, Ulf; Dalicho, Sebastian; Rannabauer, Stefan; Lieb, Alexandra; Scheffler, Franziska; Scheffler, Michael**

Impact of slurry composition on properties of cellular alumina - a computed tomographic study  
In: Advanced engineering materials - Weinheim: Wiley-VCH Verl, 2017; <http://dx.doi.org/10.1002/adem.201700138>  
[Imp.fact.: 1,817]

#### **Bolbut, Volodymyr; Bogomol, I.; Bauer, C.; Krüger, Manja**

Gerichtet erstarrte Mo-Zr-B-Legierungen  
In: Materialwissenschaft und Werkstofftechnik - Weinheim: Wiley-VCH, Bd. 48.2017, S. 1113-1124

#### **Chen, Xiaodong; Betke, Ulf; Rannabauer, Stefan; Peters, Paul; Söffker, Gerrit; Scheffler, Michael**

Improving the strength of ZTA foams with different strategies - immersion infiltration and recoating  
In: Materials - Basel: MDPI, Bd. 10.2017, 7, S. 735  
[Imp.fact.: 2,654]

#### **Chowdhury, Helal; Altenbach, Holm; Krüger, Manja; Naumenko, Konstantin**

Reviewing the class of Al-rich Ti-Al alloys - modeling high temperature plastic anisotropy and asymmetry  
In: Mechanics of advanced materials and modern processes - Berlin: Springer, Bd. 3.2017, insges. 20 S.

#### **Chowdhury, Helal; Naumenko, Konstantin; Altenbach, Holm; Krüger, Manja**

Rate dependent tension-compression-asymmetry of Ti-61.8at%Al alloy with long period superstructures at 1050 °C  
In: Materials science and engineering / A - Amsterdam: Elsevier, Bd. 700.2017, S. 503-511  
[Imp.fact.: 3,094]

#### **Dieck, Sebastian; Rosemann, Paul; Kromm, Arne; Halle, Thorsten**

Reversed austenite for enhancing ductility of martensitic stainless steel

In: IOP conference series / Materials science and engineering - London [u.a.]: Institute of Physics, Vol. 181.2017, Art. 012034, insgesamt 9 S.

**Federova, Anna; Michelsen, L.; Scheffler, Michael**

Polymer-derived ceramic tapes with small and negative thermal expansion coefficients

In: Journal of the European Ceramic Society - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Bd. 38.2018, 2, S. 719-725, 2017  
[Imp.fact.: 3,454]

**Fedorova, Anna; Betke, Ulf; Scheffler, Michael**

Polymer derived ceramics with  $\beta$ -eucryptite fillers - filler-matrix interactions

In: Advanced engineering materials - Weinheim: Wiley-VCH Verl, 2017; <http://dx.doi.org/10.1002/adem.201700079>  
[Imp.fact.: 1,817]

**Fedorova, Anna; Hourlier, Djamilia; Scheffler, Michael**

Polymer derived ceramics with  $\beta$ -eucryptite fillers - a novel processing route to negative and near zero expansion materials

In: Ceramics international - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Bd. 43.2017, 5, S. 4483-4488  
[Imp.fact.: 2,758]

**Fey, Tobias; Betke, Ulf; Rannabauer, Stefan; Scheffler, Michael**

Reticulated replica ceramic foams - processing, functionalization, and characterization

In: Advanced engineering materials - Weinheim: Wiley-VCH Verl, insges. 15 S., 2017  
[Imp.fact.: 2,319]

**Heyn, Andreas; Rosemann, Paul; Babutzka, M.; Bender, S.**

Electrochemical noise of unalloyed steel in mixtures of water-based binders and pigments

In: Materials and corrosion: Organ der Arbeitsgemeinschaft Korrosion, des Auskunftsdienstes Werkstoffberatung der DECHEMA und der Europäischen Föderation Korrosion - Weinheim [u.a.]: Wiley-VCH, Bd. 68.2017, 12, S. 1295-1301

**Holtschke, Niels; Jüttner, Sven**

Joining lightweight components by short-time resistance spot welding

In: Welding in the world: the international journal of materials joining - Berlin: Springer, Bd. 61.2017, 2, S. 413-421  
[Imp.fact.: 0,948]

**Kazemi, O.; Hasemann, G.; Krüger, Manja; Halle, Thorsten**

Prediction of phase distribution pattern in phase field simulations on Mo 5SiB 2-primary areas in near eutectic Mo-Si-B alloy

In: IOP conference series / Materials science and engineering - London [u.a.]: Institute of Physics, Vol. 181.2017, Art. 012033, insgesamt 7 S.

[Kongress: 19th Chemnitz Seminar on Materials Engineering,16./17. March 2017, Chemnitz, Germany]

**Krüger, Manja; Köppe-Grabow, Birte**

Process-oriented microstructure evolution of V SS-V 3Si-V 5SiB 2 materials

In: Practical metallography: preparation, imaging and analysis of microstructures - München: Hanser, Bd. 54.2017, 5, S. 293-307

[Online unter:

[Imp.fact.: 0,245]

**Rannabauer, Stefan; Söffker, Gerrit-Maximilian; Scheunemann, Marcel; Betke, Ulf; Scheffler, Michael**

Increased mechanical stability and thermal conductivity of alumina reticulated porous ceramics (RPC) by nanoparticle infiltration processing

In: Advanced engineering materials - Weinheim: Wiley-VCH Verl, Vol. 19.2017, 10, Art. 1700211, insgesamt 9 S.

[Special Issue: Cellular Materials]

[Imp.fact.: 2,319]

**Rosemann, Paul; Müller, Christopher; Baumann, Ole; Modersohn, Wilhelm; Halle, Thorsten**

Influence of the post-weld surface treatment on the corrosion resistance of the duplex stainless steel 1.4062  
In: IOP conference series / Materials science and engineering - London [u.a.]: Institute of Physics, Vol. 181.2017, Art. 012019, insgesamt 10 S.

**Rosemann, Paul; Müller, Christopher; Kauss, Norman; Halle, Thorsten**

Einfluss der Wärmebehandlung auf die Korrosionsbeständigkeit von Schneidwaren  
In: HTM - journal of heat treatment and materials: Zeitschrift für Werkstoffe, Wärmebehandlung, Fertigung - München: Hanser, Bd. 72.2016, 2, S. 87-98, 2017

**Rusch, Jürgen; Geßler, Robert; Füssel, Uwe; Jüttner, Sven**

Widerstandspunktschweißen von Aluminium mit mehrimpulsigem Kondensatorentladungsschweißen  
In: Schweißen und Schneiden: Fachzeitschrift für Schweißen und verwandte Verfahren - Düsseldorf: DVS-Media GmbH, Bd. 69.2017, 9, S. 618-625

**Schelm, Katja; Schwidder, Michael; Samuel, Janis; Scheffler, Franziska; Scheffler, Michael**

Tailored surface properties of ceramic foams for liquid multiphase reactions  
In: Advanced engineering materials - Weinheim: Wiley-VCH Verl, 2017; <http://dx.doi.org/10.1002/adem.201700418>  
[Imp.fact.: 2,319]

**Smokovych, Iryna; Hasemann, Georg; Krüger, Manja; Scheffler, Michael**

Polymer derived oxidation barrier coatings for Mo-Si-B alloys  
In: Journal of the European Ceramic Society - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Bd. 37.2017, 15, S. 4559-4565  
[Imp.fact.: 3,411]

**Stützer, Juliane; Zinke, Manuela; Jüttner, Sven**

Studies on the pore formation in super duplex stainless steel welds  
In: Welding in the world: the international journal of materials joining - Berlin: Springer, Bd. 61.2017, 2, S. 351-359  
[Imp.fact.: 0,948]

**Thiem, Philipp G.; Chorny, A.; Smirnov, L. V.; Krüger, Manja**

Comparison of microstructure and adhesion strength of plasma, flame and high velocity oxy-fuel sprayed coatings from an iron aluminide powder  
In: Surface and coatings technology - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Bd. 324.2017, S. 498-508  
[Imp.fact.: 2,589]

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

Pyroelektrische Röntgenquellen zum Einsatz in der Materialanalyse - Optimierung der material- und vakuumtechnischen Eigenschaften  
In: Vakuum in Forschung und Praxis: Zeitschrift für Vakuumtechnologie, Oberflächen und Dünne Schichten - Weinheim: Wiley-VCH, Bd. 29.2017, 5, S. 36-41

**Wittig, Benjamin; Zinke, Manuela; Jüttner, Sven; Keil, Daniel**

Experimental simulation of dissimilar weld metal of high manganese steels by arc melting technique  
In: Welding in the world: the international journal of materials joining - Berlin: Springer, Bd. 61.2017, 2, S. 249-256  
[Imp.fact.: 0,948]

***Nicht begutachtete Zeitschriftenaufsätze***

**Schwedler, Olaf; Schlosser, Benjamin; Jüttner, Sven**

Compensation for part tolerances during welding of Al-Si-coated 22MnB5 sheet metal using modified GMA welding processes  
In: Welding and cutting: technical journal for welding and allied processes - Düsseldorf: DVS-Verl, Bd. 16.2017, 2, S. 112-117

### **Begutachtete Buchbeiträge**

#### **Babutzka, M.; Burkert, A.; Heyn, Andreas**

Korrosionsuntersuchungen mit gelartigen Elektrolyten zur Beschreibung der Korrosionsschutzwirkung von Zinküberzügen

In: 16. Sommerkurs Werkstoffe und Fügen: Magdeburg, 08. und 09. September 2017 - Magdeburg: Universitätsbibliothek, S. 119-128

#### **Babutzka, Martin; Burkert, Andreas; Heyn, Andreas**

Korrosionsuntersuchungen mit gelartigen Elektrolyten zur Beschreibung der Korrosionsschutzwirkung von Zinküberzügen

In: Korrosionsschutz in der maritimen Technik: Tagungsband zur 16. Tagung, 25. und 26. Januar 2017 in Hamburg - Hamburg: Schiffbautechnische Gesellschaft e.V., S. 35-44

[Kongress: 16. Tagung Korrosionsschutz in der maritimen Technik, Hamburg, 25. - 26. Januar, 2017]

#### **Babutzka, Martin; Heyn, Andreas**

Dynamic tafel factor adaption for the evaluation of instantaneous corrosion rates on zinc by using gel-type electrolytes

In: Tagungsband zum 19. Werkstofftechnischen Kolloquium in Chemnitz: 16. und 17. März 2017 - Chemnitz: Eigenverlag Chemnitz, S. 189-199 - (Schriftenreihe Werkstoffe und werkstofftechnische Anwendungen; 61)

[Kongress: 19. Werkstofftechnischen Kolloquium, Chemnitz, 16. und 17. März 2017]

#### **Becker, Julia; Krüger, Manja**

Der Einfluss der Legierungselemente Ti, V und Zr auf die mechanischen Eigenschaften des Mo-Mischkristalls

In: 16. Sommerkurs Werkstoffe und Fügen: Magdeburg, 08. und 09. September 2017 - Magdeburg: Universitätsbibliothek, S. 169-178

#### **Betke, Ulf; Lieb, Alexander; Rannabauer, Stefan; Scheffler, Franziska; Scheffler, Michael**

Ein nachhaltiger Baustein im Fundament unseres Energiehaus(halt)es - Wärmespeicherung und Wärmetransformation

In: 16. Sommerkurs Werkstoffe und Fügen: Magdeburg, 08. und 09. September 2017 - Magdeburg: Universitätsbibliothek, S. 31-38

#### **Betke, Ulf; Lieb, Alexandra; Rannabauer, Stefan; Scheffler, Franziska; Scheffler, Michael**

Hochleistungskeramiken für nachhaltige Wärmespeicherung und Kälteerzeugung

In: Hochleistungskeramik 2017 - Lampertheim: ALPHA Informationsgesellschaft mbH, S. 22-27

#### **Bolbut, Volodymyr; Bogomol, I.; Krüger, Manja**

Gerichtet erstarrte Mo-Zr-B- und Mo-Hf-B-Legierungen

In: 16. Sommerkurs Werkstoffe und Fügen: Magdeburg, 08. und 09. September 2017 - Magdeburg: Universitätsbibliothek, S. 179-184

#### **Burger, Stefan; Zinke, Manuela; Jüttner, Sven**

Hochleistungsschweißen von hochfesten Feinkornbaustählen mittels modifizierten Sprühlichtbogen

In: Schweißtechnische Fachtagung: Vorträge der gleichnamigen Fachtagung in Magdeburg am 11. Mai 2017 - Magdeburg: Verlag Otto von-Guericke-Universität Magdeburg, 2017, insgesamt 10 Seiten  
[Konferenz: 27. Schweißtechnische Fachtagung 2017 in Magdeburg]

#### **Dieck, Sebastian; Ecke, M.; Rosemann, Paul; Halle, Thorsten**

Verbesserung der Eigenschaften vom martensitischen, nichtrostenden Stahl X46Cr13 durch Q&P-Wärmebehandlung

In: 16. Sommerkurs Werkstoffe und Fügen: Magdeburg, 08. und 09. September 2017 - Magdeburg: Universitätsbibliothek, S. 95-104

#### **Dieck, Sebastian; Rosemann, Paul; Kromm, Arne; Halle, Thorsten**

Reversed austenite for enhancing ductility of martensitic stainless steel

In: Tagungsband zum 19. Werkstofftechnischen Kolloquium in Chemnitz: 16. und 17. März 2017 - Chemnitz: Eigenverlag

Chemnitz, S. 308-315 - (Schriftenreihe Werkstoffe und werkstofftechnische Anwendungen; 61)  
[Kongress: 19. Werkstofftechnischen Kolloquium, Chemnitz, 16. und 17. März 2017]

**Dieckmann, Martin; Zinke, Manuela; Paczulle, Stefan; Jüttner, Sven**

Der Programmierte-Verformungs-Riss-Test als Instrument zur Erzeugung von Probenkörpern mit definiertem Heißrissauftreten

In: 16. Sommerkurs Werkstoffe und Fügen: Magdeburg, 08. und 09. September 2017 - Magdeburg: Universitätsbibliothek, S. 55-62

**Frohwein, Chris; Goede, M.; Jüttner, Sven**

Widerstandspunktschweißen von hoch manganhaltigen Legierungen - Einfluss des Aufmischungsgrades auf die Schweißpunktintegrität von Austenit-Ferrit-Verbindungen

In: Tagungsband 2. Niedersächsisches Symposium Materialtechnik: 23. bis 24. Februar 2017 - Herzogenrath: Shaker, S. 219-233 - (Fortschrittsberichte der Materialforschung und Werkstofftechnik; Band 4)

[Tagung: 2. Niedersächsisches Symposium Materialtechnik, Clausthal, 23. bis 24. Februar 2017]

**Frohwein, Chris; Graul, M.; Otto, M.; Jüttner, Sven**

Correlation between the fusion rate and the integrity of resistance spot welded dissimilar austenitic-ferritic joints

In: SCT 2017: 5th International Conference on Steels in Cars and Trucks: Future trends in steel development, processing technologies and applications: Bringing the automotive, supplier and steel industries together: proceedings: June 18 - 22, 2017 Noordwijkerhout/Amsterdam, The Netherlands - Düsseldorf: Verlag Stahleisen GmbH, insges. 8 S.

[Konferenz: 5th International Conference on Steels in Cars and Trucks, SCT 2017, Noordwijkerhout/Amsterdam, The Netherlands, June 18 - 22, 2017]

**Frohwein, Chris; Rammelsberg, Tobias; Jüttner, Sven**

Influence of fusion rates on the integrity of spot welded austenite-ferrite joints

In: Fügen im Karosseriebau 2017: Bad Nauheim, 4.-6. April 2017 - Hannover: Vincentz Network, insges. 30 S.

[Tagung: Joining in Car Body Engineering 2017, Bad Nauheim, 4.-6. April 2017]

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

Intensitätsoptimierung von pyroelektrischen Röntgenquellen zum Einsatz in der Materialanalyse

In: 16. Sommerkurs Werkstoffe und Fügen: Magdeburg, 08. und 09. September 2017 - Magdeburg: Universitätsbibliothek, S. 105-112

**Hellriegel, M.; Wilke, Markus; Hasemann, G.; Halle, Thorsten**

Entwicklung von High-Entropy-Legierung auf Refraktärmetallbasis

In: 16. Sommerkurs Werkstoffe und Fügen: Magdeburg, 08. und 09. September 2017 - Magdeburg: Universitätsbibliothek, S. 113-118

**Heyn, Andreas**

Bewertung der Korrosivität von Atmosphären anhand von Wetterdaten

In: 16. Sommerkurs Werkstoffe und Fügen: Magdeburg, 08. und 09. September 2017 - Magdeburg: Universitätsbibliothek, S. 129-138

**Heyn, Andreas; Rosemann, Paul; Babutzka, M.; Bender, S.**

Elektrochemisches Rauschen von unlegiertem Stahl in wasserbasierten Bindemittel-Pigment-Gemischen

In: 16. Sommerkurs Werkstoffe und Fügen: Magdeburg, 08. und 09. September 2017 - Magdeburg: Universitätsbibliothek, S. 139-148

**Hütter, Sebastian; Kazemi, Omid; Halle, Thorsten**

Simulation methods in computational materials science

In: 16. Sommerkurs Werkstoffe und Fügen: Magdeburg, 08. und 09. September 2017 - Magdeburg: Universitätsbibliothek, S. 17-30

**Kannengießler, Thomas; Dixneit, Jonny; Kromm, Arne; Boin, Mirko; Gubmeier, Jenz**

Influence of heat control on residual stresses in low transformation temperature (LTT) large scale welds

In: Residual stresses 2016: ICRS-10: 10th International Conference on Residual Stresses (ICRS10), Sydney, Australia, 3-7 July, 2016 - Millersville, PA, USA: Materials Research Forum LLC, S. 223-228, 2017  
[Kongress: 10th International Conference on Residual Stresses (ICRS10), Sydney, Australia, 3-7 July, 2016]

**Kannengießer, Thomas; Kromm, Arne; Launert, Benjamin; Dixneit, Jonny; Rhode, Sabine; Pasternak, Hartmut**

Combining sectioning method and x ray diffraction for evaluation of residual stresses in welded high strength steel components

In: Residual stresses 2016: ICRS-10: 10th International Conference on Residual Stresses (ICRS10), Sydney, Australia, 3-7 July, 2016 - Millersville, PA, USA: Materials Research Forum LLC, S. 163-168, 2017  
[Kongress: 10th International Conference on Residual Stresses (ICRS10), Sydney, Australia, 3-7 July, 2016]

**Kannengießer, Thomas; Launert, Benjamin; Rhode, Michael; Kromm, Arne; Pasternak, Hartmut**

Residual stress influence on the flexural buckling of welded I-girders

In: Residual stresses 2016: ICRS-10: 10th International Conference on Residual Stresses (ICRS10), Sydney, Australia, 3-7 July, 2016 - Millersville, PA, USA: Materials Research Forum LLC, S. 109-114, 2017  
[Kongress: 10th International Conference on Residual Stresses (ICRS10), Sydney, Australia, 3-7 July, 2016]

**Kannengießer, Thomas; Schröpfer, Dirk; Kromm, Arne; Flohr, Kerstin**

Influence of weld repair by gouging on the residual stresses in high strength steels

In: Residual stresses 2016: ICRS-10: 10th International Conference on Residual Stresses (ICRS10), Sydney, Australia, 3-7 July, 2016 - Millersville, PA, USA: Materials Research Forum LLC, S. 169-174, 2017  
[Kongress: 10th International Conference on Residual Stresses (ICRS10), Sydney, Australia, 3-7 July, 2016]

**Kauss, N.; Halle, Thorsten; Rosemann, Paul**

Alterungsverhalten vom kupferaushärtenden martensitisch nichtrostenden Stahl 1.4542

In: 16. Sommerkurs Werkstoffe und Fügen: Magdeburg, 08. und 09. September 2017 - Magdeburg: Universitätsbibliothek, S. 87-94

**Köberlin, David; Mathiszik, Christian; Sherepenko, Oleksii; Zschetzsche, Jörg; Jüttner, Sven; Füssel, Uwe**

Lebensdauererhöhung von Widerstandspunktschweißelektroden durch Einsatz verschleißabhängiger Fräsintervalle und dispersionsgehärteter Kupferwerkstoffe

In: DVS Congress 2017 - Düsseldorf: DVS Media GmbH, S. 350-355 - (DVS Berichte; Band 337)  
[Kongress: DVS Congress, Düsseldorf, 26.-29. September 2017]

**Körner, Markus; Paczulla, Stefan; Jüttner, Sven; Schmicker, David**

Anwendungsfälle der Prozesssimulation anhand des Reibschweißverfahrens

In: 36. Assistentenseminar Fügetechnik - Düsseldorf: DVS Media GmbH, S. 67-76, 2017 - (DVS-Berichte; Band 320)  
[Tagung: 36. Assistentenseminar Fügetechnik, Aachen, 5. bis 7. Oktober 2015]

**Körner, Markus; Schmicker, David; Paczulla, Stefan; Rößler, Christoph; Heppner, Eric; Jüttner, Sven; Woschke, Elmar**

Anwendungsfälle der Reibschweißprozesssimulation

In: Digital Engineering technischer Systeme: der Weg zur Smart Factory 20. IFF-Wissenschaftstage 21.-22. Juni 2017 - Magdeburg, S. 149-157  
[Tagung: 20. IFF-Wissenschaftstage, Magdeburg, 21.-22. Juni 2017]

**Körner, Markus; Schmicker, David; Rößler, Christoph; Heppner, Eric; Jüttner, Sven; Woschke, Elmar; Trommer, Frank**

Validierung eines kalibrierten Simulationsmodells des Rotationsreibschweißprozesses mit Hilfe eines experimentellen Prozessabgleichs

In: 13. Magdeburger Maschinenbau-Tage 2017: autonom - vernetzt - nachhaltig, 27. und 28. September 2017: Tagungsband - Magdeburg: Universitätsbibliothek, S. 380-391  
[Konferenz: MMT2017]

**Kuhlmann, Matthias; Mitzschke, Niels; Maximilian, Wohner; Jüttner, Sven**

Einfluss von Prozessbedingungen beim Formhärten auf die Verbindungseigenschaften gefügter Bauteile

In: 12. Erlanger Workshop Warmblechumformung: Tagungsband zum 12. Erlanger Workshop Warmblechumformung,

Erlangen, den 23. November 2017 - Bamberg: Meisenbach, S. 129-148  
[Workshop: 12. Erlanger Workshop Warmblechumformung, Erlangen, 23. November 2017]

**Kuhlmann, Matthias; Schwedler, Olaf; Jüttner, Sven**

Methode zur Analyse und Bestimmung des Wasserstoffverhaltens im höchstfesten Stahl 22MnB5  
In: 36. Assistentenseminar Fügetechnik - Düsseldorf: DVS Media GmbH, S. 144, 2017 - (DVS-Berichte; Band 320)  
[Tagung: 36. Assistentenseminar Fügetechnik, Aachen, 5. bis 7. Oktober 2015]

**Lehmann, Nico; Jüttner, Sven**

Contribution to the qualification of air-coupled ultrasound as non-destructive, automated test method for spot welds in the car body shop  
In: 15th APCNDT 2017: 15th Asia Pacific Conference for Non-Destructive Testing, November 13-17, 2017, Singapore; [conference & proceedings] - Singapore, insges. 8 S.  
[Konferenz: 15th Asia Pacific Conference for Non-Destructive Testing, Singapore, November 13-17, 2017; Session: Ultra Testing 12]

**Lehmann, Nico; Tegtmeier, André; Jüttner, Sven**

Automatisierte Luftultraschallprüfung im Automobilbau  
In: DGZfP-Jahrestagung 2017: Berichtsband: Koblenz, 22. - 24. Mai 2017 - Berlin: DGZfP, 2017, insgesamt 7 Seiten - (Berichtsband; Deutsche Gesellschaft für Zerstörungsfreie Prüfung e.V.; 162-USB)  
[Konferenz: DGZfP-Jahrestagung Zerstörungsfreie Materialprüfung, Koblenz, 22.-24.05.2017]

**Lehmann, Nico; Tegtmeier, André; Jüttner, Sven**

Automatisierte Luftultraschallprüfung von Widerstandspunktschweißverbindungen im Karosseriebau  
In: DGZfP-Jahrestagung 2017: Berichtsband: Koblenz, 22. - 24. Mai 2017 - Berlin: DGZfP, 2017, insgesamt 11 Seiten - (Berichtsband; Deutsche Gesellschaft für Zerstörungsfreie Prüfung e.V.; 162-USB)  
[Konferenz: DGZfP-Jahrestagung Zerstörungsfreie Materialprüfung, Koblenz, 22.-24.05.2017]

**Lüdecke, Christoph; Keil, Daniel; Jüttner, Sven**

Investigations on the formation of the joint between aluminium and zinc-coated steel  
In: Fügen im Karosseriebau 2017: Bad Nauheim, 4.-6. April 2017 - Hannover: Vincentz Network, insges. 23 S.  
[Tagung: Joining in Car Body Engineering 2017, Bad Nauheim, 4.-6. April 2017]

**Mitzschke, Niels; Jüttner, Sven**

Advances in the spot welding process of 22MnB5 for automotive components  
In: SCT 2017: 5th International Conference on Steels in Cars and Trucks: Future trends in steel development, processing technologies and applications: Bringing the automotive, supplier and steel industries together: proceedings: June 18 - 22, 2017 Noordwijkerhout/Amsterdam, The Netherlands - Düsseldorf: Verlag Stahleisen GmbH, 2017, Art. Nr. 163, insgesamt 8 S.  
[Konferenz: 5th International Conference on Steels in Cars and Trucks, SCT 2017, Noordwijkerhout/Amsterdam, The Netherlands, June 18 - 22, 2017]

**Mitzschke, Niels; Jüttner, Sven**

Ersetzt Kleben das Schweißen?  
In: 16. Sommerkurs Werkstoffe und Fügen: Magdeburg, 08. und 09. September 2017 - Magdeburg: Universitätsbibliothek, S. 53-54

**Mook, Gerhard; Pohl, Jürgen; Yury, Simonin**

Lamb wave generation, propagation, and interactions in CFRP plates  
In: Lamb-Wave Based Structural Health Monitoring in Polymer Composites - Cham: Springer International Publishing, S. 443-461, 2017

**Mook, Gerhard; Simonin, Jouri**

EddyCation für Android  
In: DGZfP-Jahrestagung 2017: Berichtsband: Koblenz, 22. - 24. Mai 2017 - Berlin: DGZfP, 2017, insgesamt 6 Seiten



- (Berichtsband; Deutsche Gesellschaft für Zerstörungsfreie Prüfung e.V.; 162-USB)  
[Konferenz: DGZfP-Jahrestagung Zerstörungsfreie Materialprüfung, Koblenz, 22.-24.05.2017]

**Mook, Gerhard; Simonin, Jouri**

Lambwellen in CFK-Platten - Ausbreitung und Wechselwirkung

In: 16. Sommerkurs Werkstoffe und Fügen: Magdeburg, 08. und 09. September 2017 - Magdeburg: Universitätsbibliothek, S. 193-200

**Mook, Gerhard; Simonin, Jouri**

Wirbelstromprüfung mit dem Smartphone

In: 16. Sommerkurs Werkstoffe und Fügen: Magdeburg, 08. und 09. September 2017 - Magdeburg: Universitätsbibliothek, S. 201-206

**Müller, Christopher; Halle, Thorsten; Rosemann, Paul**

Sensibilisierungsverhalten vom stickstofflegierten, austenitischen, nichtrostenden Stahl 1.4456

In: 16. Sommerkurs Werkstoffe und Fügen: Magdeburg, 08. und 09. September 2017 - Magdeburg: Universitätsbibliothek, S. 79-86

**Nagel, Kay; Holtschke, Niels; Jüttner, Sven**

Short-term resistance spot welding in connection with high-dynamic actuators - plant concept and potential uses when joining lightweight applications

In: Fügen im Karosseriebau 2017: Bad Nauheim, 4.-6. April 2017 - Hannover: Vincentz Network, S. 109-118  
[Tagung: Joining in Car Body Engineering 2017, Bad Nauheim, 4.-6. April 2017]

**Popovych, Olha; Naumenko, Konstantin; Krüger, Manja**

Kriechen von Mo-Si-B-Legierungen und Simulation der Kriechverformung von Turbinenschaufeln

In: 16. Sommerkurs Werkstoffe und Fügen: Magdeburg, 08. und 09. September 2017 - Magdeburg: Universitätsbibliothek, S. 185-192

**Rosemann, Paul; Kauss, N.; Müller, Christopher; Halle, Thorsten**

Einfluss der Abkühlgeschwindigkeit auf die Neigung zur Chromverarmung martensitischer nichtrostender Stähle

In: 16. Sommerkurs Werkstoffe und Fügen: Magdeburg, 08. und 09. September 2017 - Magdeburg: Universitätsbibliothek, S. 71-78

**Rosemann, Paul; Müller, Christopher; Baumann, Ole; Modersohn, Wilhelm; Halle, Thorsten**

Influence of the post-weld surface treatment on the corrosion resistance of the duplex stainless steel 1.4062

In: Tagungsband zum 19. Werkstofftechnischen Kolloquium in Chemnitz: 16. und 17. März 2017 - Chemnitz: Eigenverlag Chemnitz, S. 172-180 - (Schriftenreihe Werkstoffe und werkstofftechnische Anwendungen; 61)  
[Kongress: 19. Werkstofftechnischen Kolloquium, Chemnitz, 16. und 17. März 2017]

**Rosemann, Paul; Müller, Christopher; Halle, Thorsten**

Einfluss der Schweißnaht-Nachbehandlung auf die Korrosionsbeständigkeit vom Duplexstahl 1.4062

In: 16. Sommerkurs Werkstoffe und Fügen: Magdeburg, 08. und 09. September 2017 - Magdeburg: Universitätsbibliothek, S. 63-70

**Schelm, Katja; Dammler, Kathleen; Chen, X.; Betke, Ulf; Rannabauer, Stefan; Scheffler, Michael**

Keramische Schäume - Herstellung und Funktionalisierung

In: 16. Sommerkurs Werkstoffe und Fügen: Magdeburg, 08. und 09. September 2017 - Magdeburg: Universitätsbibliothek, S. 207-216

**Schmelzer, Janett; Baumann, Torben; Dieck, Sebastian; Krüger, Manja**

Bildung von Siliziden in mechanisch legierten V-Si Mischkristallpulvern

In: 16. Sommerkurs Werkstoffe und Fügen: Magdeburg, 08. und 09. September 2017 - Magdeburg: Universitätsbibliothek, S. 161-168

**Schmigalla, S.; Schultze, Sabine; Mook, Gerhard; Czerney, U.**

Qualifizierung des Niederdruck-Kaltgasspritzens für spot repair-Anwendungen im Motorenbau  
In: 16. Sommerkurs Werkstoffe und Fügen: Magdeburg, 08. und 09. September 2017 - Magdeburg:  
Universitätsbibliothek, S. 149-160

**Sherepenko, Oleksii; Mitzschke, Niels; Jüttner, Sven**

Microstructural imperfections in the HAZ of resistance spot welded ultra high strength steel 22MnB5 and their impact on joint fracture

In: SCT 2017: 5th International Conference on Steels in Cars and Trucks: Future trends in steel development, processing technologies and applications: Bringing the automotive, supplier and steel industries together: proceedings: June 18 - 22, 2017 Noordwijkerhout/Amsterdam, The Netherlands - Düsseldorf: Verlag Stahleisen GmbH  
[Konferenz: 5th International Conference on Steels in Cars and Trucks, SCT 2017, Noordwijkerhout/Amsterdam, The Netherlands, June 18 - 22, 2017]

**Stamann, Olena; Jüttner, Sven; Hinzelmann, Ralf; Kasper, Roland**

Fertigungskonzepte zum Verkleben einer neuartigen Luftspaltwicklung eines Radnabenmotors

In: 13. Magdeburger Maschinenbau-Tage 2017: autonom - vernetzt - nachhaltig, 27. und 28. September 2017:  
Tagungsband - Magdeburg: Universitätsbibliothek, S. 11-20  
[Konferenz: MMT2017]

**Stützer, Juliane; Zinke, Manuela; Jüttner, Sven**

Auswirkungen metallurgischer sowie technologischer Einflussgrößen auf die Porenbildung beim MSG-Schweißen von Superduplexstählen

In: 36. Assistentenseminar Fügetechnik - Düsseldorf: DVS Media GmbH, S. 13, 2017 - (DVS-Berichte; Band 320)  
[Tagung: 36. Assistentenseminar Fügetechnik, Aachen, 5. bis 7. Oktober 2015]

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

Investigations of pyroelectric crystals for vacuum electron sources and X-ray applications

In: 2017 30th International Vacuum Nanoelectronics Conference (IVNC): technical digest: Herzogsaal Regensburg, Germany, 10-14 July 2017 - [Piscataway, NJ]: IEEE, S. 166-167  
[Konferenz: 30th International Vacuum Nanoelectronics Conference (IVNC), Regensburg, Germany, 10-14 July 2017]

**Wittig, Benjamin; Zinke, Manuela; Jüttner, Sven; Keil, Daniel**

Einfluss der Aufmischung auf das Mischschweißgut hochmanganhaltiger Stähle

In: DVS Congress 2017 - Düsseldorf: DVS Media GmbH, S. 229-234 - (DVS Berichte; Band 337)  
[Kongress: DVS Congress, Düsseldorf, 26.-29. September 2017]

**Wittig, Benjamin; Zinke, Manuela; Jüttner, Sven; Keil, Daniel**

Procedure for developing a constitution diagram for dissimilar metal welds of high manganese steels

In: SCT 2017: 5th International Conference on Steels in Cars and Trucks: Future trends in steel development, processing technologies and applications: Bringing the automotive, supplier and steel industries together: proceedings: June 18 - 22, 2017 Noordwijkerhout/Amsterdam, The Netherlands - Düsseldorf: Verlag Stahleisen GmbH, S. 58  
[Konferenz: 5th International Conference on Steels in Cars and Trucks, SCT 2017, Noordwijkerhout/Amsterdam, The Netherlands, June 18 - 22, 2017]

**Zhuk, Veronika; Jüttner, Sven; Zschetzsche, Jörg**

Umwandlungsverhalten von kohlenstoffhaltigen Stählen beim Kurzzeitschweißen

In: 13. Magdeburger Maschinenbau-Tage 2017: autonom - vernetzt - nachhaltig, 27. und 28. September 2017:  
Tagungsband - Magdeburg: Universitätsbibliothek, S. 392-399  
[Konferenz: MMT2017]

**Zinke, Manuela; Dieckmann, Martin; Fink, C.; Jüttner, Sven**

Eignung verschiedener Prüfverfahren zur Bestimmung der Heißbrissneigung hochlegierter Werkstoffe

In: 16. Sommerkurs Werkstoffe und Fügen: Magdeburg, 08. und 09. September 2017 - Magdeburg:  
Universitätsbibliothek, S. 7-16

**Zvorykina, Anastasiia; Mitzschke, Niels; Jüttner, Sven**

Herstellung von Hybridverbindungen aus Stahl und Aluminium mittels neuartiger Fügetechnologie  
In: 13. Magdeburger Maschinenbau-Tage 2017: autonom - vernetzt - nachhaltig, 27. und 28. September 2017:  
Tagungsband - Magdeburg: Universitätsbibliothek, S. 400-408  
[Konferenz: MMT2017]

**Herausgeberschaften**

**Kasper, Roland ; Gabbert, Ulrich ; Grote, Karl-Heinrich ; Leidhold, Roberto ; Lindemann, Andreas ; Schmidt, Bertram**

13. Magdeburger Maschinenbau-Tage 2017 - autonom - vernetzt - nachhaltig, 27. und 28. September 2017:  
Tagungsband. - Magdeburg Universitätsbibliothek, 2017, 1 Online-Ressource (PDF-Datei: 526 Seiten, 75,85 MB); <http://dx.doi.org/10.24352/UB.OVGU-2017-085>, ISBN 978-3-944722-54-2;  
Kongress: Magdeburger Maschinenbau-Tage 13 (Magdeburg: 2017.09.27-28  
[Konferenz: MMT2017]

**Mook, Gerhard**

16. Sommerkurs Werkstoffe und Fügen - Magdeburg, 08. und 09. September 2017. - Magdeburg Universitätsbibliothek,  
2017, korrigierte Auflage, 1 Online-Ressource (PDF-Datei: 216 Seiten = 18,68 MB); <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:gbv:ma9:1-10435>, ISBN 978-3-944722-58-0;  
Kongress: Sommerkurs Werkstoffe und Fügen 16 (Magdeburg: 2017.09.08-09

**Abstracts**

**Bolbut, Volodymyr; Krüger, Manja**

Microstructure and creep properties of near-eutectic Mo-Zr-B and Mo-Hf-B alloys  
In: Intermetallics 2017: International Conference, 02-06 October 2017, Educational Center Kloster Banz, Germany;  
Programme and abstracts - Bad Staffelstein: Educational Center Kloster Banz, S. 119-120  
[Konferenz: Intermetallics 2017]

**Hasemann, Georg; Wilke, Markus; Halle, Thorsten; Krüger, Manja**

Alloy design and microstructure of refractory Mo-V-Nb-W-Ti-x HEAs  
In: Intermetallics 2017: International Conference, 02-06 October 2017, Educational Center Kloster Banz, Germany;  
Programme and abstracts - Bad Staffelstein: Educational Center Kloster Banz, S. 97-98  
[Konferenz: Intermetallics 2017]

**Popovych, Olha; Bogomol, Iurii; Naumenko, Konstantin; Krüger, Manja**

Creep properties of the Mo<sub>3</sub>Si and Mo<sub>5</sub>SiB<sub>2</sub> phases in the Mo-Si-B alloy system  
In: Intermetallics 2017: International Conference, 02-06 October 2017, Educational Center Kloster Banz, Germany;  
Programme and abstracts - Bad Staffelstein: Educational Center Kloster Banz, S. 115-116  
[Konferenz: Intermetallics 2017]

**Schmelzer, Janett; Günther, Christoph Daniel; Krüger, Manja**

Formation of silicides in mechanically alloyed V-Si solid solution powders  
In: Intermetallics 2017: International Conference, 02-06 October 2017, Educational Center Kloster Banz, Germany;  
Programme and abstracts - Bad Staffelstein: Educational Center Kloster Banz, S. 117-118  
[Konferenz: Intermetallics 2017]

**Dissertationen**

**Hasemann, Georg; Krüger, Manja [AkademischeR BetreuerIn]**

Microstructure and properties of near-eutectic Mo-Si-B alloys for high temperature applications. - Aachen Shaker Verlag, 2017, XIV, 90 Seiten, 27 Illustrationen, Diagramme, 21 cm, 158 g - (Berichte aus der Werkstofftechnik), ISBN 978-3-8440-5408-8;  
[Literaturverzeichnis: Seite 77-88]

**Haugwitz, Carsten; Grote, Karl-Heinrich [AkademischeR BetreuerIn]; Böllinghaus, Thomas [AkademischeR BetreuerIn]**  
Konstruktionsmethodik zur Strukturoptimierung generativ zu fertiger Kunststoff-Bauteile. - Magdeburg, 2017, VIII, 120, 10 Seiten, Illustrationen, 30 cm  
[Seitenzählung fehlerhaft; Literaturverzeichnis: Seite 118-120]

**Rosemann, Paul; Halle, Thorsten [AkademischeR BetreuerIn]**  
Einfluss der Wärmebehandlung auf die Korrosionsbeständigkeit martensitischer nichtrostender Stähle. - Aachen Shaker Verlag, 2017, V, 162 Seiten, Illustrationen, Diagramme, 21 cm, 254 g - (Berichte aus der Werkstofftechnik), ISBN 978-3-8440-5404-0;  
[Literaturverzeichnis: Seite 141-153]

**Schasse, René; Kannengießer, Thomas [AkademischeR BetreuerIn]**  
Gefüge und Eigenspannungen beim Reparatur-Schweißen von höherfesten Feinkornbaustählen. - Herzogenrath Shaker 2017, 1. Auflage, VIII, 312 Seiten, 292 Illustrationen, 21 cm x 14.8 cm, 480 g - (Schriftenreihe Fügetechnik Magdeburg; 2017,1), ISBN 978-3-8440-5544-3;  
[Literaturverzeichnis: Seite 281-290]

**Schmigalla, Sven**  
Besonderheiten im Lochkorrosionsverhalten hochmolybdänhaltiger NiCrMo-Legierungen. - Aachen Shaker Verlag 2017, [1. Auflage], IV, 126 Seiten, Illustrationen, 21 cm - (Berichte aus der Werkstofftechnik), ISBN 978-3-8440-5562-7

**Schröpfer, Dirk; Kannengießer, Thomas [AkademischeR BetreuerIn]**  
Adaptierte Wärmeführung zur Optimierung schweißbedingter Beanspruchungen und Eigenschaften höherfester Verbindungen. - Aachen Shaker Verlag 2017, xxv, 239 Seiten, 64 Illustrationen, Diagramme, 21 cm, 395 g - (Berichte aus der Werkstofftechnik), ISBN 978-3-8440-5406-4;  
[Literaturverzeichnis: Seite 199-213]

**Szczepanski, Daniel; Jüttner, Sven [AkademischeR BetreuerIn]**  
Ursachenforschung und Möglichkeiten zur Reduzierung des Grataufwurfs beim Laserabtragschneiden für Anwendungen im Fahrzeugbau. - Wiesbaden Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH 2017, 1. Auflage 2017, XIX, 110 Seiten in 1 Teil, 91 Illustrationen, 21 cm x 14.8 cm - (AutoUni Schriftenreihe; 106), ISBN 978-3-658-19564-9

**Zhang, Lei; Kannengießer, Thomas [GutachterIn]**  
Microstructure-property relationship in microalloyed high-strength steel welds. - Berlin Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM), 2017, xiii, 169 Seiten, Illustrationen, Diagramme, 24 cm - (BAM-Dissertationsreihe; Band 155), ISBN 978-3-9818270-4-0