



OTTO VON GUERICKE
UNIVERSITÄT
MAGDEBURG

MB

FAKULTÄT FÜR
MASCHINENBAU

Forschungsbericht 2022

Institut für Werkstoff- und Fügetechnik

INSTITUT FÜR WERKSTOFF- UND FÜGETECHNIK

INSTITUT FÜR WERKSTOFF- UND FÜGETECHNIK

Universitätsplatz 2, 39106 Magdeburg

Tel. 49 (0)391 67-54541/-58613, Fax 49 (0)391 67-44569/-42037

iwf_office@ovgu.de; iwf@ovgu.de

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

1. LEITUNG

Prof. Dr.-Ing. habil. Manja Krüger (Geschäftsführende Institutsleiterin)

Prof. Dr.-Ing. habil. Thorsten Halle

Prof. Dr.-Ing. Sven Jüttner

Prof. Dr. rer. nat. Michael Scheffler

2. HOCHSCHULLEHRER/INNEN

Prof. Dr.-Ing. habil. Thorsten Halle (Lehrstuhl Metallische Werkstoffe)

Prof. Dr.-Ing. Sven Jüttner (Lehrstuhl Fügetechnik)

Prof. Dr.-Ing. habil. Manja Krüger (Lehrstuhl Hochtemperaturwerkstoffe)

Prof. Dr. rer. nat. Michael Scheffler (Lehrstuhl Nichtmetallische Werkstoffe)

Prof. Dr.-Ing. habil. Thomas Kannengießer

apl. Prof. Dr.-Ing. habil. Gerhard Mook

Jun.-Prof. Dr.-Ing. Michael Rhode

Prof. Dr.-Ing. habil. Thomas Böllinghaus (Honorarprofessor)

3. FORSCHUNGSPROFIL

Traditionell besteht an der Otto-von-Guericke-Universität in Magdeburg und in ihrem Umfeld eine enge Verknüpfung zwischen der Werkstoffforschung und den verschiedensten technischen Anwendungsbereichen von Werkstoffen. Das Institut für Werkstoff- und Fügetechnik (IWF) als Einrichtung der Fakultät für Maschinenbau bildet 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
- Pulvermetallurgische Verfahren zur Herstellung metallischer und intermetallischer Struktur- und Funktionswerkstoffe
- 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 in unseren umfangreich ausgestatteten Laboren bringen wir unsere Erfahrungen auch als Dienstleister in Forschungs Kooperationen mit Industrie und Akademia ein.

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
thermisches 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
thermomechanische Gefügesimulation mittels Gleeble 3500
Analyse der Heißrissneigung von Werkstoffen beim Schweißen mittels PVR- und Gleeble-Test
Bestimmung der Gas- und Elementgehalte (H, N, O, S, C) in Stählen und Nichteisenmetallen

Werkstofftechnik - Nichtmetallische Werkstoffe (Prof. Scheffler)

anorganisch-nichtmetallische zelluläre Werkstoffe für Energietechnik, Umweltkatalyse und Feuerfestanwendungen
Tauch- und Sprühbeschichtung auf metallischen und keramischen Substraten
Oxidationsschutz- und Funktionsschichten und Schichtsysteme mit Selbstheilungsfunktion
thermodynamische Modellierung von Hochtemperaturreaktionen
computertomographische Werkstoffcharakterisierung
neuartige Verbundwerkstoffe aus molekularen Vorstufen
Erzeugung und Charakterisierung magnetischer Funktionsschichten
röntgenographische Werkstoffcharakterisierung: Phasenanalyse, Strukturaufklärung, Spannungs- und Texturanalyse

Werkstofftechnik - Metallische Werkstoffe (Prof. Halle)

Gefüge-/Eigenschaftsbeziehungen metallischer Werkstoffe
numerische Simulation von Fertigungsprozessen z. B. Wärmebehandlungen, Zerspanung
Verarbeitung metallischer Werkstoffe insb. Karosseriewerkstoffe
Wärmebehandlung metallischer Werkstoffe, Prozesskettenanalyse
Werkstoffmodellierung, Modellbildung
Mikrostruktur- und Schadensanalyse
mechanisches Verhalten von metallischen Werkstoffen

Werkstofftechnik - Korrosion (PD Dr.-Ing. Heyn. / Prof. Halle)

Korrosionsverhalten von nichtrostenden Stählen und Legierungen, Implantatwerkstoffen, Leichtmetallwerkstoffen, verzinkten Stählen u. a. Überzugsmetallen
Anwendung und Weiterentwicklung elektrochemischer Prüf- und Untersuchungsmethoden (Polarisationsmethoden, elektrochemisches Rauschen, minimalinvasive Methoden mit Gel-Elektrolyten)
Kurzzeit-Korrosionsprüfungen zum Parameter-Screening für die Entwicklung und Optimierung von Korrosionsschutzmaßnahmen (Vorbehandlungen, Beschichtungen und Überzüge, Inhibitoren etc.)
Aufklärung komplexer Zusammenhänge bei der Korrosion durch statistische Versuchsplanung, Datenerhebung durch Versuche und Recherche sowie empirische Modellierung
Aufklärung, Nachstellen und Beratung zu Korrosion-Schadensfällen

Werkstofftechnik - Mikrostrukturcharakterisierung (Dr. Betke / M. Wilke)

Stereologie und Topometrie
lokale Texturuntersuchung mit Rückstreuungselektronenbeugung
komplexe Schadensfallanalyse technischer Bauteile
Mikrofraktographie

Oberflächeneigenschaften mittels Rastersondenmikroskopie
qualitative und quantitative Phasenanalyse mittels Röntgendiffraktometrie (XRD)
Strukturaufklärung unbekannter Phasen durch Röntgenbeugung
röntgenographische Eigenspannungs- und Texturanalyse
Non-ambient XRD-Untersuchungen dynamischer Prozesse, Phasenumwandlungen, u. a. bis 1400 °C in inerte und reaktiver Atmosphäre
Konfokal-Raman-Mikroskopie

Werkstofftechnik - Hochtemperaturwerkstoffe (Prof. Krüger)

pulvermetallurgische Synthese und mechanisches Legieren von Pulvern, Analyse von Pulvereigenschaften und Sintern
Gefüge-Eigenschafts-Beziehungen von isotropen und anisotropen Hochtemperaturwerkstoffen
Phasenumwandlungen, Phasengleichgewichte und Strukturaufklärung neuartiger Phasen
Legierungsentwicklung für biokompatible Werkstoffe auf Refraktärmetallbasis
mechanische Werkstoffprüfung unter statischer und zyklischer Beanspruchung, auch bei erhöhter Temperatur und unter Schutzgasatmosphäre
Kriechverhalten von metallischen Hochtemperaturwerkstoffen/ Modellbildung
Oxidationsverhalten von metallischen und intermetallischen Werkstoffen, z. T. mit Beschichtung

Werkstofftechnik - Zerstörungsfreie Werkstoffprüfung (Prof. Mook)

Wirbelstrom-Wanddickenbestimmung von Aluminium
Anomalien in Zylinderlaufflächenbeschichtungen
Randschichtprüfung von Aluminiumwerkstoffen
Anomalien in Triebwerksscheiben aus Titan- und Nickellegierungen
adaptive Werkstoffsysteme
Structural Health Monitoring von CFK mittels Lambwellen
Wirbelstromprüfung von CFK
Wirbelstromprüfsysteme und -verfahren

5. METHODIK

Die Labore und Einrichtungen des IWF finden Sie unter:
<http://www.iwf.ovgu.de/Kompetenzen.html>

6. KOOPERATIONEN

- 8. Gesellschaft für Schweißtechnik International mbH, Niederlassung SLV Duisburg (SLV)
- Audi AG, Ingolstadt
- BAM Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung
- Bilfinger Piping Technologies GmbH, Essen
- Brown University, Materials Science and Engineering, USA
- Castolin GmbH, Krefeld
- citim Oerlikon
- Clemson University, USA, Prof. Raj Bordia
- Dr. Kochanek Entwicklungsgesellschaft, Neustadt a.d. Weinstraße
- Elektro-Thermit GmbH & Co KG, Halle/Saale
- EUROFLAMM GmbH Weißenborn, Weißenborn
- FDBR e.V. Fachverband Anlagenbau, Düsseldorf
- fem - Forschungsinstitut Edelmetalle & Metallchemie, Schwäbisch Gmünd
- FKUR Kunststoff GmbH, Willich
- Forschungsbereich Experimentelle Orthopädie der Orthopädischen Universitätsklinik in Magdeburg
- Forschungsgemeinschaft Werkzeuge und Werkstoffe e.V. (FGW) Remscheid

- Forschungszentrum Jülich GmbH, Jülich, GER
- Fraunhofer-Institut für Lasertechnik, Aachen
- Fritz Stepper GmbH & Co.KG , Pforzheim
- Ganzlin Beschichtungspulver GmbH
- Gesellschaft für Schweißtechnik International mbH, Niederlassung SLV Duisburg (SLV)
- GTV mbH, Luckenbach
- H + E Produktentwicklung GmbH
- Helmholtz-Zentrum Geesthacht (HZG)
- Höfer Metall Technik GmbH & Co. KG, Hettstedt
- iLF - Institut für Lacke und Farben Magdeburg
- Innovent e.V., Industrieforschungseinrichtung, Jena
- Institut für Fertigungstechnik und Qualitätssicherung (IFQ) der Universität Magdeburg; Lehrstuhl für Zerspan- und Abtragtechnik
- Institut für Korrosions- und Schadensanalyse, Magdeburg
- Institut für Lacke und Farben Magdeburg gGmbH
- Institut für Werkzeugforschung, und Werkstoffe (IFW)
- IWB Werkstofftechnologie GmbH
- Karlsruher Institut für Technologie, Institut für Angewandte Materialien
- Krüger, Manja, Prof. Dr.; RWTH Aachen
- LIN - Leibniz Institut für Neurobiologie Magdeburg
- Max-Planck-Institut für Eisenforschung GmbH (Düsseldorf)
- Max-Planck-Institut für Sonnensystemforschung
- Methodisch-Diagnostisches Zentrum Werkstoffprüfung e.V.
- Nadler Hartmetalle GmbH Odelzhausen
- NANOVAL GmbH & Co. KG, Berlin
- National Technical University of Ukraine „Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute“
- Nimak Schweißtechnik, Wissen
- Porsche Leipzig GmbH, Leipzig
- Prof. Dr. Dirk Enke, Universität Leipzig
- Prof. Dr. Michael Hoffmann Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Angewandte Materialien – Keramik im Maschinenbau
- rapid product manufacturing GmbH, Helmstedt
- Siemens AG, Berlin
- SM Calvörde Sondermaschinenbau GmbH & Co. KG
- Solvis GmbH & Co. KG, Braunschweig
- STEAG GmbH, Essen
- STM Schweißtechnik Magdeburg GmbH
- TPW Prüfzentrum GmbH
- TU Bergakademie Freiberg, Prof. Dr. Christos Aneziris
- TÜV SÜD Industrie Service GmbH, Mannheim
- Universität Bayreuth
- Universität Bayreuth, Dr. Günter Motz
- Universität Leipzig, Fakultät für Chemie und Mineralogie, Dr. Dirk Enke
- Universität Leipzig, Fakultät für Mathematik und Informatik, LPZ E-BUSINESS
- Vallourec DEUTSCHLAND GmbH, Düsseldorf
- VDM Metals GmbH, Altena
- Viessmann AG
- Volkswagen AG, Wolfsburg
- Vorrichtungsbau Giggel GmbH, Bösdorf

- Westfalen Gas AG, Münster

7. FORSCHUNGSPROJEKTE

Projektleitung: Prof. Dr. Michael Scheffler, Dr. Ulf Betke
Förderer: Haushalt - 01.01.2020 - 31.12.2022

Zellulare Keramiken aus Materialien mit adamantanoide Kristallstruktur

Adamantanartige Verbindungen beinhalten Materialien, deren Kristallstruktur sich vom Adamantgrundkörper, bzw. der Struktur von Diamant ableiten lässt. Beispiele sind Keramiken wie SiC, AlN aber auch ZnO, die alle in der Wurtz-Struktur, dem Diamantgitter für binäre Verbindungen, kristallisieren. Der Grundaufbau beinhaltet eine tetraedrische Umgebung, sowohl für Kationen, als auch Anionen. Aufgrund des einfachen Aufbaus weisen die adamantanartigen Verbindungen eine gute Phononenleitfähigkeit und daraus hervorgehend eine gute Wärmeleitfähigkeit auf. Aufgrund der großen kovalenten Bindungsanteile sind für das Sintern dieser Verbindungen üblicherweise hohe Temperaturen und/oder Sinterhilfsstoffe notwendig. Zellulare Keramiken wurden ausgehend von diesen Materialien - mit Ausnahme von SiC - bisher kaum hergestellt.

Ziel des Vorhabens ist die Herstellung und Charakterisierung von zellularen Keramiken - in erster Linie aus den adamantanartigen Verbindungen AlN und ZnO. Dies beinhaltet die Entwicklung geeigneter Dispersionen für die Anwendung des Schwarzwälder-Verfahrens sowie die Auswahl geeigneter Sinteradditive und Sinterbedingungen. Die erhaltenen Schäume sollen dann in Hinblick auf ihre Mikrostruktur und Eigenschaften (Wärmeleitfähigkeit, mechanische Eigenschaften) charakterisiert werden.

Aufgrund der komplexen Zusammensetzung des keramischen Rohmaterials (Grundwerkstoff + Sinterhilfen) tritt häufig die Bildung diverser Sekundärphasen, beispielsweise Y-Al-O-Verbindungen im System AlN-Y₂O₃, auf. Diese Sekundärphasen beeinflussen die Eigenschaften des Grundmaterials maßgeblich. Die Phasenentwicklung im System AlN-Y₂O₃ ist gut untersucht, während für das System ZnO-Sb₂O₃-Bi₂O₃ häufig Phasen unbekannter Struktur auftreten. Daher bildet die Untersuchung der Phasenzusammensetzung im keramischen Stegmaterial der hergestellten Schäume mittels der Methode der Pulverdiffraktometrie einen Schwerpunkt aus. Dies beinhaltet auch die strukturelle Charakterisierung unbekannter Phasen - sofern rein darstellbar - anhand erhaltener Daten aus der Pulverröntgenbeugung.

Projektleitung: Prof. Dr. Michael Scheffler, Dr. Ulf Betke
Förderer: Haushalt - 01.01.2020 - 31.12.2022

Sinterverhalten keramischer Replika-Schäume

Zellulare Keramiken haben in der metallverarbeitenden Industrie eine große Bedeutung als Filtermedium für Metallschmelzen in Gießereiprozessen. Stand der Technik für die Herstellung dieser keramischen Schäume ist das Schwarzwälder- oder auch Replika-Verfahren. Grundlage ist die Aufbringung einer keramischen Dispersion auf ein Polymerschäumtemplat, gefolgt vom Ausbrennen des Templats und dem Sintern des Grünkörpers. Die resultierenden keramischen Schäume sind charakterisiert durch Hohlräume im Stegmaterial, die aus dem Ausbrand der Templatstruktur herrühren sowie Längsrisse in den Stegen resultierend aus der unvollständigen Beschichtung des Templats. Diese Hohlräume und Risse bieten einerseits das Potential zur Funktionalisierung der zellularen Keramik, beispielsweise durch Beladung mit aktiven Spezies, limitieren andererseits aber auch die mechanische Stabilität der Struktur.

Für die Entstehung der Risse im Stegmaterial existieren vereinzelte, qualitative Beschreibungen in der Literatur, die Faktoren wie die Benetzung des Polymertemplats sowie die thermische Ausdehnung und Gasentwicklung während des Templatausbrandes berücksichtigen. Eine systematische Untersuchung der Effekte, die auch die Schwindung des Stegmaterials beinhaltet, fehlt jedoch.

Das Ziel des Vorhabens ist die Untersuchung der Hohlstegstruktur - einerseits in vereinfachten Modellsystemen, andererseits in zellularen Strukturen - als Funktion der Sintertemperatur. Als Modellsystem finden Polymerstäbchen mit unterschiedlichem Querschnittsprofil Verwendung, welche sich über die Tauchbeschichtung sehr definiert mit keramischer Dispersion beschichten lassen. Modellwerkstoffe sind gängige Ingenieurskeramiken wie Alumina oder Zirconia. Die Untersuchung der Proben - Modellstege wie auch zellulare Keramiken - erfolgt in erster Linie über die Mikro-Computertomographie. Diese Methode erlaubt die präzise Analyse von Materialstärke und Hohlräumen in den untersuchten Strukturen. Abschließendes Ziel des Vorhabens ist ein Modell, mit dessen

Hilft sich das Hohlstegvolumen einerseits, und die Häufigkeit und Dimension der Längsrisse im Stegmaterial andererseits, als Funktion der Sinter-temperatur für ein keramisches Material bekannter Schwindung vorhersagen lässt. Dies erlaubt die Prozessoptimierung für die Herstellung von Replika-Schäumen - sowohl im Hinblick auf eine Festigkeitsverbesserung (Vermeidung von Rissen), als auch im Hinblick auf eine Hohlstegfunktionalisierung (Kontrolle der Hohlstegzugänglichkeit).

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. habil. Thorsten Halle
Projektbearbeitung: Dr.-Ing. Sebastian Dieck, M.Sc. Karsten Harnisch
Kooperationen: Nadler Hartmetalle GmbH Odelzhausen
Förderer: BMWi/AIF - 01.12.2021 - 30.11.2023

HardKeramik: Entwicklung einer hartphasenverstärkten Eisen-Basis-Legierung (1300HV30) mit Hartphasenanteil von über 50 % und martensitischer Matrix und Entwicklung der Herstellungsverfahren für ein agrartechnologisches Werkzeug

Ziel des Projekts ist die Entwicklung eines alternativen hartphasenverstärkten, pulvermetallurgisch hergestellten Werkzeugs durch die Entwicklung einer Eisen-Basis-Legierung mit Hartphasenanteil von über 50%, welcher sich aus einer schmelzflüssigen Phase bildet und in ein martensitisches Gefüge eingebettet ist. Dies wird realisiert durch die Entwicklung von mindestens drei Legierungstypen und durch thermodynamische Berechnungen die Bildung des Hartstoffpartikelanteils in der Schmelze simuliert. Es werden schmelzmetallurgische 25 g Proben (Schmelze) hergestellt, um das Potenzial für eine weitere technische Anwendung zu untersuchen. Das Pulver aus den neuartigen Legierungen wird auf einheitliche Partikelgröße fraktioniert und zu Grünling-Probekörpern gepresst. Die Proben werden einem Bearbeitungsprozess (z.B. Zerspanen) unterzogen und in einem neu entwickelten Sinter- und Wärmebehandlungsverfahren nachbearbeitet. Gegenüber dem Stand der Technik werden die Härte der Legierung gesteigert, und gleichzeitig die Kosten gesenkt. Der angestrebte Markt für diese Entwicklung adressiert Werkzeuge und Produkte im agrartechnologischen Bereich mit ca. 1.000 potenziellen Abnehmerunternehmen.

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. habil. Thorsten Halle
Projektbearbeitung: M.Sc. Norman Kauss
Förderer: BMWi/AIF - 01.08.2021 - 01.01.2024

LaserKeramik - Entwicklung von neuartigen, pulvermetallurgisch hergestellten Verschleißschutzschichten auf Eisenbasis mit Härtewerten von 450 HV bis 900 HV und einer Hitzebeständigkeit bis 1200°C

Herkömmliche Verschleißschutzschichten werden üblicherweise auf der Basis von gehärteten, hochlegierten Stählen, mit den Legierungselementen Kohlenstoff, Wolfram und/oder Chrom hergestellt. Aufgrund der Basiselemente sind diese Schichten sehr teuer und lediglich bis circa 500 °C hitzebeständig. In diesem Projekt wird eine neuartige Legierung für eine Verschleißschutzschicht sowie der entsprechende Auftragsprozess entwickelt. Da die entwickelte Legierung eine Eisenbasis aufweist sind die Komponenten und damit auch das Produkt 30 % - 50 % günstiger als herkömmliche Materialien, bei einem Preis von 12,5 - 17,5 EUR/kg. Darüber hinaus wird eine deutlich höhere Hitzebeständigkeit bis zu 1200 °C angestrebt. Gleichzeitig bleibt die Härte, die zwischen 450 HV und 900 HV einstellbar ist, mit herkömmlichen Verschleißschutzschichten vergleichbar. Sämtlichen Dienstleistern im Bereich des Verschleißschutzes, worunter deutschlandweit über 450 Unternehmen zählen, bietet dieses Produkt die Möglichkeit ihr Portfolio zu erweitern. Diese Dienstleistungen nehmen unter anderem Unternehmen in der Abfallwirtschaft und in der Landwirtschaft wahr.

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. habil. Thorsten Halle
Projektbearbeitung: M.Sc. Karsten Harnisch, Dr. Markus Wilke
Kooperationen: H + E Produktentwicklung GmbH; Ganzlin Beschichtungspulver GmbH
Förderer: BMWi/AIF - 01.08.2020 - 31.07.2022

PC4PM - Powder Coatings for Printed Materials

Im Rahmen des FuE-Kooperationsprojekts "PC4PM - Powder Coatings for Printed Materials" soll erstmalig die Pulverlackbeschichtung als Verfahren zur Oberflächenbeschichtung an generativ gefertigten Materialien erprobt und etabliert werden. Die geplante Entwicklungsarbeit umfasst die Beschichtung von generativ gefertigten Kunststoffen und Metallen mit abrasionsbeständigen Pulverlacken. Dies reduziert die fertigungsbedingte Oberflächenrauheit von generativ gefertigten Bauteilen und steigert deren Verschleißbeständigkeit signifikant, was in zahlreichen Anwendungen zu einer Verbesserung der Bauteileigenschaften beiträgt. Somit ist neben der Beeinflussung von Optik und Haptik auch eine Erhöhung der Abrieb- und Verschleißfestigkeit möglich. Zudem verfolgt das Vorhaben die Entwicklung niedrigschmelzender Pulverlacke mit niedrigen Vernetzungstemperaturen. Die Absenkung der Vernetzungstemperatur hätte eine Reduzierung der notwendigen Prozessenergie und somit eine signifikante Kosten- und Energieeinsparung im Beschichtungsprozess zur Folge. Außerdem würde sich der Anwendungsbereich für die Pulverlackbeschichtung von Kunststoffen deutlich erweitern, da durch die hohen Vernetzungstemperaturen von Pulverlacken Kunststoffe derzeit für eine derartige Beschichtung nicht in Frage kommen

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. habil. Thorsten Halle
Projektbearbeitung: M.Sc. Sebastian Hütter
Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.01.2020 - 31.12.2023

Thermomechanisches Ringwalzen mit prädiktiver Eigenschaftsregelung

Bedingt durch die Vielzahl der interagierenden materialphysikalischen Effekte ist es nicht bisher üblich, alle gewünschten Eigenschaften in einem Bearbeitungsschritt herzustellen. Es ist daher immer ein mehrstufiger Prozess aus Vorbehandlung, Walzen und anschließender Wärmebehandlung der Funktionsflächen notwendig. Aus energetischer Sicht wäre es wünschenswert, möglichst viele Eigenschaften bereits bei der Fertigung so Endzustandsnah wie möglich einzustellen, um so im Idealfall auf die Wärmebehandlung verzichten zu können. Maschinenseitig stehen dabei nur wenige Stellgrößen zur Verfügung, die jedoch eine interagierende und nichtlineare Auswirkung haben. Eine konventionelle Regelung ist daher nur schwer bis unmöglich umzusetzen. Eine prädiktive Prozessregelung kann hier bereits im Regelkreis die gewünschten Endeneigenschaften auf Basis eines halbanalytischen Modells vorhersagen und damit konkrete Regelvorgaben liefern.

Ziel des Forschungsvorhabens ist es, eine solche Regelung für die Integration in einen Realprozess zu entwerfen sowie die nötigen Modelle zu parametrieren. Dabei sollen mehrere Komponenten ineinander greifen: eine prädiktive Modellierung des Prozesses erlaubt es, optimale Steuervorgaben zu geben, während ein In-Process-Sensor auf Basis des Wirbelstromverfahrens Realdaten als Korrektur liefert.

Projektleitung: Prof. Dr. Michael Scheffler, Prof. Dr.-Ing. habil. Thorsten Halle
Förderer: EU - ESF Sachsen-Anhalt - 01.09.2016 - 30.04.2022

MEMoRIAL-Module II: Materials Science

The availability of novel MATERIALS is a key issue for technical innovations, e. g. in energy conversion, mobility or medical engineering. While the effort of R & D in developing new materials was immens over the last years, there is a lack in a detailed understanding of the 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 porosity 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:	M.Sc. Maria Herbster
Kooperationen:	Forschungsbereich Experimentelle Orthopädie der Orthopädischen Universitätsklinik in Magdeburg; Funktionskeramiken mit erhöhter spezifischer Oberfläche (MEMoRIAL-M2.5), Kathleen Dammler; MEMoRIAL-M2.4 In-situ SEM methods to improve implant materials, Karsten Harnisch;; MEMoRIAL-M2.2 Characterisation and simulation-based development of Engineering Materials, Rostyslav Nizinkovskyi; OVGU/FMB-Institut für Maschinenkonstruktion (IMK), Lehrstuhl für Maschinenelemente und Tribologie; MEMoRIAL-M2.10 Preparation and testing of thermoelectric materials, Christian Künzel; Technische Universität (TU) Dresden, Institut für Fertigungstechnik, Professur für laserbasierte Methoden der großflächigen Oberflächenstrukturierung, Prof. Andrés Lasagni; Hochschule Magdeburg-Stendal, Institut für Maschinenbau; ABINEP M3-project 3: Investigation of biofilms during septical prosthesis relaxation, Ann-Kathrin Meinshausen; OVGU/FMB-Institut für Fertigungstechnik und Qualitätssicherung (IFQ)
Förderer:	EU - ESF Sachsen-Anhalt - 01.09.2017 - 30.04.2022

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

The incidence of **total hip replacements** in OECD countries is >300/100.000 inhabitants. Due to the demographic challenge, more than 400.000 total knee and hip arthroplasties are implanted each year (incidence 400/100.000 inhabitants) with numbers being expected to increase. About 5% of these patients are in need of revision surgery due to prosthesis loosening within 10 years.

One main factor contributing to **aseptic hip prosthesis loosening** is corrosion at the head-neck junction. Wear and corrosion at this modular junction have been recognized to induce early failure of hip replacements. There have been a number of reports on the occurrence of taper **corrosion** and/or **fretting** with some of them conjecturing a link to the occurrence of adverse local tissue reaction specifically with respect to total hip replacement. Factors like manufacturing tolerances, surgical technique, non-axial alignment, material combination, high frictional torque, and high bending moment were identified to affect the failure process.

The objective of this PhD project is to elucidate the effects and contributions mentioned above, aiming for technical improvements to reduce the risk factors. Therefore, this study will mainly focus on the evaluation of the **tribological properties and contributing factors**.

Damage analysis of explants and simulation of worst case scenarios using test implants will be performed. To improve the current standard, different material combinations will be investigated to understand relevant (e.g. crevice and bimetallic) corrosion processes. The investigation of **biological reactions** between tissue and wear particles generated by damaged implants makes up another important part of this sub-project.

This interaction will be analysed in cooperation with the laboratory for **experimental orthopedics**. Several analytical methods (e.g. SEM, cell culture, hip simulator testing) will be applied to examine and clarify the **interplay of implant wear and human tissue**.

The incidence of **total hip replacements** in OECD countries is >300/100.000 inhabitants. Due to the demographic challenge, more than 400.000 total knee and hip arthroplasties are implanted each year (incidence 400/100.000 inhabitants) with numbers being expected to increase. About 5% of these patients are in need of revision surgery due to prosthesis loosening within 10 years.

One main factor contributing to **aseptic hip prosthesis loosening** is corrosion at the head-neck junction. Wear and corrosion at this modular junction have been recognized to induce early failure of hip replacements.

There have been a number of reports on the occurrence of taper **corrosion** and/or **fretting** with some of them conjecturing a link to the occurrence of adverse local tissue reaction specifically with respect to total hip replacement. Factors like manufacturing tolerances, surgical technique, non-axial alignment, material combination, high frictional torque, and high bending moment were identified to affect the failure process.

The objective of this PhD project is to elucidate the effects and contributions mentioned above, aiming for technical improvements to reduce the risk factors. Therefore, this study will mainly focus on the evaluation of the **tribological properties and contributing factors**.

Damage analysis of explants and simulation of worst case scenarios using test implants will be performed.

To improve the current standard, different material combinations will be investigated to understand relevant (e.g. crevice and bimetallic) corrosion processes. The investigation of **biological reactions** between tissue and wear particles generated by damaged implants makes up another important part of this sub-project.

This interaction will be analysed in cooperation with the laboratory for **experimental orthopedics**.

Several analytical methods (e.g. SEM, cell culture, hip simulator testing) will be applied to examine and clarify the **interplay of implant wear and human tissue**.

Projektleitung: Dr. Georg Hasemann, Prof. Dr.-Ing. habil. Manja Krüger
Kooperationen: Tohoku University
Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.10.2019 - 30.09.2022

Ermittlung von Phasengleichgewichten von V-Si-B-Cr-Legierungen bei hohen Temperaturen

In Kooperation mit Prof. K. Yoshimi von der Tohoku University in Sendai, Japan, werden vanadiumbasierte Hochtemperaturwerkstoffe hergestellt und untersucht. Die Auswahl der Werkstoffe erfolgt auf Basis thermodynamischer Phasengleichgewichte. Die Herstellung erfolgt über ein schmelzmetallurgisches Verfahren mit anschließender Wärmebehandlung. Im Rahmen von gegenseitigen Besuchen werden Ergebnisse diskutiert und die Legierungsentwicklung weiter optimiert.

Projektleitung: Dr. Georg Hasemann, Prof. Dr.-Ing. habil. Manja Krüger
Kooperationen: Tohoku University Sendai (Japan)
Förderer: Sonstige - 01.10.2019 - 31.12.2023

Mitwirkung im International Joint Graduate Program in Materials Science (GP-MS) der Tohoku University, Japan

Das Internationale Graduiertenprogramm der Tohoku Universität in Sendai, Japan, wurde unter Beteiligung zahlreicher Fachkollegen und Fachkolleginnen aus Asien, Europa und den USA im Jahr 2018 eröffnet. Von Seiten der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg sind Frau Prof. Manja Krüger und Herr Dr. Georg Hasemann an dem Programm beteiligt (s. Foto). Wir entwickeln und analysieren gemeinsam mit den japanischen Kollegen Prof. Kyosuke Yoshimi, Ass. Prof. Shuntaro Ida und der Doktorandin Linye Zhu neue Werkstoffe und nutzen dafür die einzigartige Ausstattung in den Laboren der Tohoku Universität in Sendai und der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg.

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. habil. Manja Krüger, Dr. Georg Hasemann
Projektbearbeitung: M.Sc. Dennis Zang
Förderer: Bund - 01.06.2022 - 31.08.2025

Refraktärmetallbasierte Legierungen mit integrierten Beschichtungen für Anwendungen in der Luft- und Raumfahrttechnik

Der Wirkungsgrad von Gas- und Flugzeugturbinen ließe sich bereits durch eine leicht höhere Gaseintrittstemperatur beträchtlich steigern, was eine deutliche Verbesserung von Umweltbilanz und Ressourcenverwendung zur Folge hätte. Die aktuell zum Einsatz kommenden Nickel-Basis-Superlegierungen sind in diesem Zusammenhang wegen ihrer vergleichsweise niedrigen Schmelztemperatur sehr stark limitiert, weshalb mit dieser Werkstoffklasse kaum noch Verbesserungen erzielt werden können. Als aussichtsreichste Kandidaten für den Ersatz von Nickel-Basis-Superlegierungen gelten die schon seit geraumer Zeit diskutierten refraktärmetallbasierten Mo-Si-B-Legierungen, deren Eigenschaftsspektrum sowohl bei Raumtemperatur als auch bei höheren Temperaturen am Ausgewogensten ist. Zudem konnte in früheren Untersuchungen gezeigt werden, dass ein Zulegieren von Vanadium innerhalb dieser Hochtemperaturlegierungen zu einer nicht unerheblichen Verringerung der Dichte führt, was sie für einen möglichen Einsatz in der Luft- und Raumfahrttechnik prädestinieren würde.

Die größte Herausforderung dieser Legierungen ist nach wie vor die Oxidationsbeständigkeit, die es in dieser Hinsicht zu verbessern gilt. Insbesondere der Bereich zwischen 600 °C und 800 °C ist als äußerst kritisch anzusehen, da es hier zu dem sog. "Pesting", einem katastrophalen Oxidationsversagen, kommt. Ab einer Temperatur von 1000 °C beginnt sich jedoch nach einer gewissen Zeit eine schützende Borosilikatschicht auf der Oberfläche auszubilden, die das Material vor weiterer Oxidation schützt.

Das Hauptaugenmerk dieses Projekts liegt auf der Entwicklung und Optimierung von Mo-40V-9Si-8B-Werkstoffen, welche zusätzlich mit einer Beschichtung [MoSi₂/RHEA Mo-Ta-Ti- (Cr, Al)] versehen werden, um auf diese Weise den Anforderungen der Luft- und Raumfahrtindustrie hinsichtlich mechanischer Eigenschaften und Oxidationsbeständigkeit gerecht zu werden. Hierzu muss zunächst eine geeignete Legierungsstrategie sowohl für das Substrat als auch für den Schichtwerkstoff entwickelt werden. Anschließend soll eine entsprechende pulvermetallurgische Herstellungsrouten über das mechanische Legieren etabliert werden. Dabei soll der Basiswerkstoff über einen entsprechenden Sintervorgang hergestellt werden, während die Oxidationsschutzschicht mittels Hochleistungskathodenzerstäubung bzw. über das Packzementieren appliziert werden soll. Im letzten Schritt sollen dann sowohl am unbeschichteten als auch am beschichteten Material diverse Untersuchungen (Mikrostrukturanalyse, mechanische Eigenschaften, Oxidationsbeständigkeit, ...) durchgeführt werden, um das entwickelte Materialsystem auf seine Anwendbarkeit als Strukturwerkstoff zu überprüfen.

Projektleitung: Dr. Georg Hasemann
Kooperationen: Prof. Dr.-Ing. habil. Manja Krüger, OVGU; Dr.-Ing. habil. Bronislava Gorr, Universität Siegen; Forschungszentrum Jülich GmbH
Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.04.2019 - 31.03.2022

Entwicklung und Charakterisierung von eutektischen V-Si-B-Legierungen mit verbesserten spezifischen mechanischen Eigenschaften für Hochtemperaturanwendungen

Nickelbasis-Superlegierungen sind aktuell die Materialklasse der Wahl für Hochtemperaturanwendungen im Turbinenbau. Vanadium-Silizid-Werkstoffe stellen eine potentielle Alternative dar, insbesondere aufgrund ihrer hervorragenden spezifischen mechanischen Eigenschaften. So bestehen beispielsweise V-Si-B-Legierungen aus dem Vanadium-reichen Bereich des Dreistoffsystems aus einem duktilen Vanadium-Mischkristall (V-Mk) und den beiden intermetallischen Phasen V₃Si und V₅SiB₂. Dieses bislang nur wenig erforschte Legierungssystem birgt jedoch in Hinblick auf die Mikrostruktur einige erstaunliche Gemeinsamkeiten zum gut untersuchten Nachbarsystem Mo-Si-B. So konnten in ersten Vorversuchen an V-Si-B-Legierungen deutlich bessere spezifische Druckfestigkeiten im Temperaturbereich von 600 °C bis 900 °C gegenüber Ni-Basislegierungen erzielt werden. Jedoch ist der Mechanismus der Phasenentstehung sowie die Korrelation der Mikrostruktur-Eigenschaftsbeziehungen noch vollkommen unerforscht. Das primäre Ziel dieses Vorhabens ist die Entwicklung neuartiger V-Si-B-Legierungen für Hochtemperaturanwendungen. Hierbei wird die Entwicklung ternär-eutektischer Legierungen angestrebt. In einer Reihe von V-reichen binären und ternären Versuchslegierungen wird die Phasenbildung und -stabilität von der Schmelze bis zum homogenisierten Gefüge erforscht.

Projektleitung: Dr. Georg Hasemann
Kooperationen: Prof. Dr.-Ing. habil. Manja Krüger, OVGU
Förderer: Haushalt - 01.10.2022 - 30.09.2025

Entwicklung eutektischer Refraktärmetalllegierungen für Anwendungen unter extremen Bedingungen

Der Schwerpunkt des Projektes ist es, ein umfassendes Verständnis von refraktärmetallbasierten RM-Si-B-Systemen zu gewinnen. Dies beinhaltet die Phasenentstehung und -umwandlung während der Erstarrung, sowie die Phasenstabilität und Umwandlungen im Gleichgewichtszustand. Dabei wird gezielt nach ternären Eutektika in den metallreichen Teil der RM-Si-B-Systeme geforscht. Hierzu werden die chemischen Zusammensetzungen der beteiligten Phasen mittels thermodynamischer Berechnungen identifiziert und experimentell validiert (z.B. mittels WDX- oder Mikrosondenmessungen). Als vorteilhaft werden ternäre Eutektika hinsichtlich ihrer für den Legierungsbereich niedrigsten Schmelzpunktes sowie die mit der Mikrostruktur im Zusammenhang stehenden besonderen mechanischen Eigenschaften erachtet. Des Weiteren lässt sich über die (prozessabhängigen) Abkühlbedingungen die eutektische Mikrostruktur gut kontrollieren und damit gezielt Einfluss auf die mechanischen Eigenschaften solcher Legierungen nehmen. Das kann beispielweise über gerichtete Erstarrung solcher RM-basierter eutektischer Systeme erreicht werden. Ziel ist es, RM-Si-B-Legierung zu entwickeln, welche gegenüber Ni-Basis verbesserte spezifische Festigkeitseigenschaften bei Temperaturen zwischen 600 °C und 1500 °C (mögliche Einsatzfenster eutektischer RM-Si-B-Systeme) aufweist. Dabei stehen besonders Mo- und V-basierte Legierungssysteme im Fokus der wissenschaftlichen Arbeit.

Ähnlich wie bei Mo-Si-B-Werkstoffen ist eine technische Anwendung von beispielsweise Vanadium-Silizid-Legierungen mit etwa 30 bis 70% V(MK)-Phase und komplementären Silizidphasen am aussichtsreichsten und wahrscheinlichsten. Ein genaues Verständnis der Mikrostruktur-Eigenschaftsbeziehungen in Kombination mit der Thermodynamik RM-reicher RM-Si-B-Systeme ist daher essenziell und es wird ein möglichst ganzheitlicher Materialentwicklungsansatz verfolgt. Dieser umfasst die Legierungsauswahl und Werkstoffsynthese (Lichtbogenofen, gerichtete Erstarrung, Wärmebehandlungen), die Charakterisierung der Mikrostrukturentwicklung und mechanischer Eigenschaften (temperaturabhängige Druck- und Kriechversuche) sowie die Entwicklung wirksamer Oxidationsschutzmechanismen (über präkeramische Polymere und Packzementieren) für die RM-Si-V-Legierungssysteme.

Projektleitung: Dr.-Ing. Andreas Heyn
Kooperationen: BAM Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung; iLF - Institut für Lacke und Farben Magdeburg; Methodisch-Diagnostisches Zentrum Werkstoffprüfung e.V.
Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.03.2017 - 31.07.2023

Gel-Elektrolyte auf Agar-Basis für die Korrosionsdiagnostik

Gele auf Agar-Basis können schon bei geringem Polymeranteil große Mengen an wässrigen Elektrolyten aufnehmen und immobilisieren, ohne dabei an Stabilität zu verlieren. Dabei tritt ein geringer Synerase-Effekt auf, der zur Bildung dünner Elektrolytfilme bei Kontakt mit Festkörpern führt. Diese Effekte machen Agar-Gele zu einem interessanten und alternativen Elektrolyten für die Korrosionsdiagnostik mit elektrochemischen Methoden. Im Projektverlauf wurden korrosions-relevanten Gel-Eigenschaften aufgeklärt, wie z.B. der verminderte Stofftransport im Gel, die Feuchtfilmdicke und rheologische Eigenschaften. Anwendungen findet der neue Gel-Elektrolyt bereits zur Bestimmung von Deckschichtwiderständen von verzinkten Stählen, die sich an unterschiedlichen Atmosphären bilden und die Korrosionsgeschwindigkeit bestimmen und als so genanntes "KorroPad" zur schnellen Überprüfung der Korrosionsbeständigkeit nichtrostender Stähle. Im letzten Abschnitt des DFG-finanzierten Vorhabens wird aktuell u.a. die Eignung spezifisch hergestellter Gel-Elektrolyte als Alternative zu flüssigen Prüfelektrolyten in der Implantatforschung untersucht, um die realen Bedingungen (Knochen/Gewebe) besser nachzustellen. Darüber hinaus werden weitere sensorische Konzepte vorangetrieben, z.B. zur elektrochemischen Wasserstoff-Detektion in Metallen und der integralen Ultrakurzzeit-Prüfung von Oberflächen mittels Bi-Polar-Elektrochemie.

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. Christiane Beyer, Prof. Dr.-Ing. Sven Jüttner, Prof. Dr.-Ing. Frank Beyrau, Prof. Dr.-Ing. Hermann Rottengruber
Projektbearbeitung: Henrik Graichen, Swantje Konradt, Dr.-Ing. Sebastian Schneider, Marian Schröder, Robert Kretschmann
Förderer: Land (Sachsen-Anhalt) - 01.06.2022 - 31.12.2022

Kompetenzzentrum eMobility

Im Rahmen des öffentlich geförderten Projektes "Kompetenzzentrum eMobility" liegt der Schwerpunkt einerseits im Aufbau eines Prüfzentrums in Form des "Center for Method Development" (CMD) in Barleben. Andererseits sollen energieeffiziente Prozesse beim Aufbau eines Forschungsfahrzeuges methodisch entwickelt und angewendet werden.

Für das Prüfzentrum CMD werden die Arbeitspakete der Auslegung, Konzeption, Planung und Betreuung der Prüfstände von den Teilprojekten übernommen. Zu den weiteren Aufgaben gehört unter anderem die Einarbeitung und Vorbereitung der Inbetriebnahme der Prüfstände. Dafür ist es notwendig einen Versuchsträger auszuwählen und die Beschaffungsprozesse vorzubereiten.

In Vorbereitung auf das Vorhaben "Nachhaltige Elektromobilität" sollen die Forscher*innen in den drei Schwerpunkten "Entwicklungs- und Simulationswerkzeuge", "Fertigungs- und Prüftechniken" sowie "Validierungs- und Prüfmethode" die Konzepte weiter schärfen.

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. Sven Jüttner
Projektbearbeitung: M.Sc. Marcel Köhler
Kooperationen: Forschungsvereinigung Stahlanwendung e. V. (FOSTA); Sondermaschinenbau Calvörde
Förderer: BMWi/AIF - 01.12.2021 - 31.05.2024

Aluminium-Schaum durch MIG-Schweißen additiv in Form gebracht (Aladdin) AiF/IGF 22 055 BR

Ziel des Forschungsvorhabens ist die Herstellung von additiv generierten, dreidimensionalen Aluminiumschaumstrukturen mittels eines additiven MIG-Schweißprozesses (engl.: Wire Arc Additive Manufacturing, WAAM). Im Gegensatz zur konventionellen Herstellung von Aluminiumschäumen in Form vorrangig zweidimensionaler Sandwichplatten erlaubt die additive Verarbeitung ein wesentlich breiteres Spektrum an Geometrien. Potentielle Anwendungen sind hierbei:

- Additives Schweißen auf Massiv- oder Schaumteilen
- Verbindungsschweißen von Aluminiumschaumbauteilen
- Verbindungsschweißen von massiven Aluminium- mit Aluminiumschaumteilen

Um Anwendungen des Leichtbauwerkstoffs Al-Schaum zu erweitern, sollen sowohl das additive Herstellen als auch das Verbindungsschweißen von Aluminiumschaum im Rahmen des Projekts untersucht werden.

In Versuchen wurde bereits bestätigt, dass mit Titandihydrid (TiH_2) versetzte Schweißdrähte geeignet sind, um poröse, mehrschichtige Aluminiumschaumstrukturen mit einem MIG-Schweißprozess zu generieren. Aufbauend auf diese Ergebnisse sollen verschiedene, mit entsprechenden Treibmitteln versetzte Schweißdrahttypen bezüglich ihrer technologischen Eignung überprüft werden. Ziel ist es hierbei ideale Prozessparameter zu finden, mit denen ein hochporöses, homogenes Aluminiumschweißgut erzeugt werden kann, das ähnliche Eigenschaften wie Aluminiumschaum besitzt. Besonders mechanische und physikalisch-technologische Eigenschaften wie z.B. Dichtigkeit gegenüber Flüssigkeitseindringen sollen untersucht werden. Es werden Schäume basierend auf den Legierungen AlSiMg sowie AlSi12 mit Porengrößen <1 mm angestrebt, da diese eine höhere thermische Stabilität versprechen als großporige Schäume.

Industriepartner können im Rahmen eines Projektausschusses involviert werden. Interessenten sind jederzeit herzlich zur Mitarbeit eingeladen.

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. Sven Jüttner
Projektbearbeitung: Dipl.-Ing. Benjamin Schlosser
Kooperationen: Projektausschuss
Förderer: BMWi/AIF - 01.01.2021 - 30.06.2023

Entwicklung einer Technologie zum generativen MSG-Schweißen von Geometrien auf Aluminium-Druckgussbauteile "MSGGenerAI" AiF/IGF 21 541 BR

Ziel des Forschungsantrags ist die Entwicklung einer Technologie zum generativen MSG-Schweißen (Additive Manufacturing) von Konturen auf Aluminium-Druckgussbauteilen. Der Prozess ist dabei so zu gestalten, dass die erforderlichen Bauteileigenschaften erreicht werden und der Prozess eine wirtschaftliche Alternative zu bestehenden Prozessvarianten für die skizzierten Beispielanwendungen darstellt. Die geplanten Werkstoffe, die dafür verwendeten Methoden und Anlagen entsprechen den typischen Ausstattungen in dem adressierten Industriebereich. Als Gusswerkstoffe werden aus dem System AISi die naturharte Legierung AISi9Mn sowie die aushärtbare AISi10MnMg-Legierung genutzt. Die Untersuchungen liefern den Zusammenhang zwischen dem Schweißzusatzwerkstoff und den erzielbaren Werkstoffanforderungen in Anlehnung an die des Druckguss-Substrats. Werkstoffabhängig muss ggf. eine nachfolgende Wärmebehandlung erfolgen, wie sie für das DG-Bauteil üblich ist. Um eine unzulässige thermische Degradierung der Gusseigenschaften zu vermeiden, werden die zulässigen Grenzen für Prozesstemperatur und -dauer im Gussteil sowie im aufgeschweißten Bereich ermittelt. Ein wichtiges Teilziel ist die Realisierung einer Technologie für die Gussteilkonditionierung zu Beginn des Auftragprozesses zur Vorbereitung und gleichzeitigen Vermeidung von Poren und Bindefehlern bei den ersten geschweißten Lagen. Diese Konditionierung soll durch Blindschweißungen mit dem WIG-Lichtbogen erfolgen, um das Bauteil im Bereich der Auftragschweißungen vorzuwärmen, die Oxid-schicht aufzubrechen und den Guss entgasen zu lassen. Auf dieser vorbehandelten Bauteilzone werden dem generativen MSG-Schweißprozess ein ungehinderter Start ermöglicht und Unregelmäßigkeiten wie Poren oder Bindefehler vermieden. Abschließend wird die Anwendbarkeit der neu entwickelten Technologie an einem bauteilähnlichen Probekörper verifiziert. Hierbei sollen Fehlerquellen identifiziert und die Praxistauglichkeit bewertet werden.

Teilziele:

- WIG-Gussteilkonditionierung zur Vorbereitung des Auftragprozesses und Vermeidung von Poren und Bindefehlern
- Temperaturmanagement des Schweißprozesses zur Vermeidung unzulässiger Wärmebeeinflussung des Druckgusses
- Schweißgut erfüllt Werkstoffanforderungen des Druckguss-Substrats auch nach Wärmebehandlung aushärtbarer Legierungen

Projektleitung: M.Sc. Benjamin Schade, Prof. Dr.-Ing. Sven Jüttner
Kooperationen: Sondermaschinenbau Calvörde
Förderer: BMWi/AIF - 01.12.2020 - 28.02.2023

Doppelpunkt-Widerstandsschweißen mit integrierter Prozessanalyse für den Schienenfahrzeug- und Busbau (DoWiPro) KK5069301FH0

Ziel ist die Neuentwicklung einer Verfahrenserweiterung zum Widerstandspunktschweißen für Anwendungen großer Blechstrukturen z.B. im Schienenfahrzeugbau. Mit der Technologie des einseitigen Doppelpunktschweißens mit einer Kupfergegenlage werden dabei zwei Schweißpunkte gleichzeitig in einem Arbeitsgang erzeugt. Die Unterlage besteht aus zwei miteinander elektrisch verbundenen, im Abstand zueinander veränderlichen Elektroden. Zur Erreichung des Ziels werden vier Schwerpunkte bearbeitet: Erhöhung der Wirtschaftlichkeit, Erstellung eines neuartigen Anlagekonzeptes, Gewährleistung der Prozesssicherheit durch ein Inline-Prozessanalyse und Erzeugung eines Prozessmodells. Es wird eine Doppelpunkt-Widerstandsschweißanlage zum Schweißen von großen Blechstrukturen aufgebaut incl. der dazugehörigen elektromechanischen Auslegungen. Zur Prozessentwicklung erfolgt die Erprobung der gebauten Anlage und die Erforschung der Prozessdatenanalyse. Das Prozessmodell wird mittels FEM-Simulation abgeglichen und soll den Anlagenbau unterstützen.

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. Sven Jüttner
Projektbearbeitung: Vincent Schreiber
Förderer: BMWi/AIF - 01.11.2020 - 30.04.2023

Validierung von Methoden zur Vermeidung von Liquid Metal Embrittlement (LME) an realitätsnahen Prinzipsbauteilen (AiF-IGF 21 483 BG)

Beim Widerstandspunktschweißen von verzinkten Stählen berichten zahlreiche Quellen von Risserscheinungen, die auf Liquid Metal Embrittlement (LME) zurückzuführen sind. Da als Folge von LME bedingten Rissen eine negative Beeinflussung der Schweißpunkt-Tragfähigkeit derzeit nicht in jedem Fall ausgeschlossen werden kann, liegen qualitativ hochwertige, rissfreie Punktschweißverbindungen im Interesse der gesamten metallverarbeitenden Industrie.

Die Zielsetzung des Forschungsvorhabens liegt in der Erforschung von LME an umgeformten, realitätsnahen Bauteilen. Dafür werden umfassende Widerstandspunktschweiß (WPS)-Versuche zunächst an Flachproben und dann an umgeformten Bauteilen durchgeführt und unter verschiedenen Bedingungen auf LME untersucht. Am IWF Magdeburg werden die eingesetzten Werkstoffe charakterisiert und die kritischen Bedingungen in Heißzug-Versuchen nachgestellt und isoliert untersucht. Die numerische Simulation (Fraunhofer IPK) wird als Brücke eingesetzt um "unsichtbare" kritische Bedingungen zu ermitteln und zwischen Gleeble- und WPS-Versuchen zu transferieren. Dabei sollen die vorherrschenden Mechanismen zur Bildung von LME an realitätsnahen Bauteilen verstanden und LME reproduzierbar hergestellt werden. Im nächsten Schritt werden Vermeidungsstrategien entwickelt und schlussendlich der Einfluss von verbleibenden LME Rissen auf die Verbindungsfestigkeit quantifiziert.

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. Sven Jüttner
Projektbearbeitung: M.Sc. Moritz Ullrich
Förderer: BMWi/AIF - 01.01.2020 - 31.03.2023

Methodik zur Bewertung eines Widerstandspunktschweißprozesses auf Grundlage der Elektrodenbewegung (AiF/IGF Nr. 20.841 BR)

Das Widerstandspunktschweißen (WPS) ist eines der dominierenden Schweißverfahren in der automobilen Massenproduktion. Wird exemplarisch ein modernes Fahrzeug betrachtet, so sind durchschnittlich 2000 - 5000 Schweißpunkte vorhanden, bei denen Bleche aus unterschiedlichen Güten, Beschichtungen und Dicken gefügt werden. Hieraus ergeben sich stets neue Herausforderungen an das Widerstandspunktschweißen, wie beispielsweise dem Fügen von asymmetrischen Mehrblechverbindungen aus unterschiedlichen Fahrzeugkomponenten. Im Vergleich zu Zweiblechverbindungen kann es bei Mehrblechverbindungen zu einer vertikalen Verschiebung der Schweißlinse kommen, die mit einer ungenügenden Anbindung des dünnen Ausbleches einhergeht. Um dieser Problematik entgegenzuwirken, kann der Prozess des Widerstandspunktschweißens direkt durch die gewählten Schweißparameter, d. h. Schweißstrom, Schweißzeit und Elektrodenkraft beeinflusst werden. Aus diesem Grunde ist es von großer Bedeutung diese Parameter gezielt auf die jeweiligen Werkstoffe und deren Beschichtungen abzustimmen, um somit eine Steigerung der Prozessstabilität zu erzielen. Im Allgemeinen erfolgt die Prozessparametrisierung mithilfe von Schweißbereichsdiagrammen, dessen Parameterfindung primär auf der Erfahrung des Anwenders basiert und mit einem hohen Versuchsumfang einhergeht. Aufgrund der steigenden Ansprüche an Wirtschaftlichkeit und Qualität wird eine effiziente Methode zur Bewertung und Optimierung der vorgenommenen Parameteranpassungen in Sinne der Industrie 4.0 benötigt.

Das Ziel des Projektes liegt in der Vernetzung der aufgezeichneten Prozessdaten mit der erzielten Schweißqualität. Zu diesem Zweck werden aus den aufgezeichneten Prozessgrößen signifikante Kennwerte abgeleitet, die eine systematische Optimierung und Beurteilung der Schweißparameter ermöglichen und somit den Versuchsumfang signifikant verringern. Insbesondere die Prozessgröße der "Elektrodenbewegung" wird verwendet, um den Widerstandsprozess zu interpretieren und zu bewerten. Infolgedessen soll eine effektive Prozessoptimierung entwickelt werden, die erhebliche Einsparungen in der Einrichtung von Prozessen sowie der serienbegleitenden Prüfung ermöglicht. Voraussetzung dazu ist das Verständnis zur Auswertung und Nutzung dieser bisher nicht betrachteten Prozessgröße der Elektrodenbewegung. Im Forschungsprojekt soll die Erprobung von Sensorsystemen, die Bereitstellung einer effektiven Methode zur Analyse von Prozessverläufen sowie die Bewertung von vorgenommenen Parameteranpassungen unabhängig von der genutzten Anlagentechnik ermöglicht werden. Abschließend soll ein Auswertewerkzeug bereitgestellt werden, mit der die Analyse und

Bewertung der Prozessdaten erfolgen kann.

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. Sven Jüttner
Projektbearbeitung: Dipl.-Ing. Markus Körner
Förderer: BMWi/AIF - 01.10.2019 - 30.06.2022

Simulativ gestützte Charakterisierung eines momentenreduzierten Rotationsreibschweißprozesses, AiF-IGF 20.809B

Das Reibschweißen findet aufgrund seiner prozessbedingten Vorteile wie einer hohen Prozessstabilität sowie der zuverlässigen Verbindungsqualität in vielen Industriebereichen Einsatz. Dabei besteht der Fügeprozess hinsichtlich der Prozessparametrierung seit 50 Jahren annähernd unverändert. D

Reibschweißen ist ein robustes industriell häufig angewandtes Verfahren zum Fügen rotationssymmetrischer Bauteile, z.B. Antriebswellen.

Das Reibmoment als Reaktionsgröße erreicht im Prozeesablauf sowohl beim Anreiben als auch in der Bremsphase lokale Maxima. Diese machen es nötig, dass Bauteile mittels ausreichend hoher Kräfte durch die Spannmittel vorgespannt werden. Die damit verbundene massive konstruktive und somit kostenintensive Ausführung der Spannmittel, einhergehend mit dem Verschleiß im Falle von Bauteilschlupf, reduziert die Verfahrenswirtschaftlichkeit. Darüber hinaus verringern sich die übertragbaren Vorspannkräfte auf das Bauteil mit steigender Drehzahl in Folge wirkender Zentrifugalkräfte und somit der Verfahrensanwendungsbereich. Weiterhin ist zum jetzigen Zeitpunkt die Reibschweißtechnologie für dünnwandige Rohrbauteile nicht einsetzbar, da die notwendigen Vorspannkräfte aufgrund der geringen Steifigkeit zu einem Beulen dieser führen.

Ziel des Forschungsprojektes ist es daher, die notwendigen Vorspannkräfte durch Momentenreduktion unter Beibehalt der verbindungsbildenden Qualitätskriterien zu reduzieren, wodurch sich der Technologieanwendungsbereich auf dünnwandige Rohrbauteile erweitert. Als innovativen Ansatz verfolgt das Vorhaben dabei die prädiktive, simulative Prozessvorentwicklung. Die bestehenden Prozessparametrierungsvorschriften werden als Ergebnis des Projektes derart erweitert, dass eine direkte Umsetzung für Maschinenhersteller als auch Anwender ermöglicht wird. Es ergibt sich somit neben der Wirtschaftlichkeitssteigerung in Folge niedrigeren Spannmittelverschleißes auch die Erweiterung des Anwendungsbereiches auf das Reibschweißen dünnwandiger Rohrbauteile, woraus sich im globalen Vergleich ein Wissens- und Technologievorsprung ableitet.

Projektleitung: M.Sc. Florian Urban, Dr.-Ing. Manuela Zinke, M.Sc. Benjamin Wittig, M.Sc. Matthias Kuhlmann, M.Sc. Norman Kauss
Förderer: BMWi/AIF - 01.07.2019 - 31.10.2022

Erweiterung des Konstitutionsschaubildes für hoch Mn-haltige Stähle in Mischschweiß-Verbindung durch Gefährdungsbereiche

Im Forschungsantrag geht es um vorwettbewerbliche, anwendungsorientierte Grundlagenuntersuchungen zur Verbesserung der schweißtechnischen Verarbeitung von hoch Mn-haltigen Stählen in Mischverbindung. In Deutschland stehen derzeit mehrere hoch Mn-haltige Legierungskonzepte als Stähle bzw. Schweißzusatzwerkstoffe entweder kommerziell zur Verfügung bzw. kurz vor der Markteinführung. Die Herausforderung für die thermische Füge-technik liegt in der Integration der FeMn-Stähle in bereits bestehende Konstruktionen aus bewährten hochfesten ferritischen bzw. martensitischen Karosseriestählen. In Abhängigkeit von Fügepartner, Schweißprozess, Zusatzwerkstoff und Aufmischung kann es zu unerwünschten Erscheinungen, wie Martensitbildung, hohe Härte bzw. hohe Härtegradienten als auch schweißbedingter Rissbildung, im Mischschweißgut kommen. Um diese Gefährdungen im Voraus abschätzen und möglichst vermeiden zu können, besteht das Ziel des Vorhabens darin, das im FOSTA-Projekt P1108 entwickelte Konstitutionsschaubild für MSG-Mischschweißverbindungen hoch Mn-haltiger Stähle durch Bereiche zu erweitern, in denen mit für das Schweißgut kritischen Gefügen und Erscheinungen zu rechnen ist. Mit der Angabe dieser Gefährdungsbereiche soll den Anwendern ein hinreichendes Mittel zur Bewertung der Schweißeignung der betreffenden Legierungen und zur Herstellung eines möglichst gefährdungsfreien Schweißgutes bereitgestellt werden (ähnlich dem Schaeffler-Diagramm). Dies erleichtert u. a. die Auswahl und Entwicklung angepasster Zusatzwerkstoffe und Schweißtechnologien für die Verarbeitung der FeMn-Stähle in Mischschweißverbindung. Nutznießer der Ergebnisse sind kmU aus

dem Bereich der Zuliefererindustrie der Fahrzeugbranche, die im Rahmen der Prototypenfertigung, aber auch im Serienprozess immer häufiger mit neu entwickelten hochfesten Stählen konfrontiert werden, sowie der Schweißzusatzwerkstoffentwicklung und -herstellung.

Projektleitung: Prof. Dr. Berend van Wachem, Prof. Dr.-Ing. habil. Manja Krüger
Projektbearbeitung: Janett Schmelzer
Förderer: Haushalt - 01.09.2022 - 31.05.2023

Determining the comminution behavior of plastic particles in milling processes

The recycling of plastics is an important issue in terms of environmental sustainability, recyclability and of waste management. The development of proper technologies for plastic recycling is generally recognized as a priority. To achieve this aim, the technologies that have been developed and applied in mineral processing can be adapted to recycling systems. In particular, the improvement of comminution technologies is one of the main actions to improve the quality of recycled plastics. The aim of this work is to study the comminution processes in milling for different types of plastic materials.

Projektleitung: Dr. Ievgen Solodkyi, Prof. Dr.-Ing. habil. Manja Krüger
Förderer: Alexander von Humboldt-Stiftung - 01.09.2022 - 29.02.2024

Metallische Hochtemperaturwerkstoffe aus Kern-Schale-Pulvern

Dieses Vorhaben wird im Rahmen der *Philipp Schwartz-Initiative* der *Alexander von Humboldt-Stiftung* gefördert.

Für ein ausbalanciertes Eigenschaftsprofil von metallischen Werkstoffen im Nieder- und Hochtemperaturbereich ist die Optimierung des Gefüges essentiell. Die Erzeugung einer Matrix-Verstärkungsphasen-Struktur steht in diesem Projekt im Fokus. Zur Erreichung dieses Ziels soll die Methode des mechanischen Hochenergiemahlens bzw. mechanischen Legierens genutzt werden. Diese Methode wird z. B. für oxiddispersionsverfestigte Legierungen angewandt. Für die Synthese von Hochleistungs-Hochtemperaturwerkstoffen soll zunächst eine partikuläre Hartphase (Borid, Silizid oder Oxid) mit einer duktilen metallischen Phase umschlossen werden, um Core-Shell-Partikel herzustellen, die in einem anschließenden Sinterprozess kompaktiert werden.

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. habil. Manja Krüger, Prof. Dr. Michael Scheffler, Dr. Iurii Bogomol, Dr. Plinio Furtat
Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.04.2020 - 30.04.2022

Aktive Oxidationsschutzschichten für Mo-Si-B-Hochtemperaturwerkstoffe

Hochtemperaturfeste Mo-Si-B-Werkstoffe werden als geeignete Substituenten für Nickelbasiswerkstoffe intensiv untersucht. Ein bekanntes 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 die Entwicklung neuen Schutzsystems auf Basis füllstoffhaltiger präkeramischer Polymere mit hoher Oxidationsbeständigkeit.

Im Rahmen des Teilprojektes werden Oxidationsschutzschichtsysteme auf Basis präkeramischer Polymere vom Polysilazantyp mit sauerstoffaufnehmenden Füllstoffpartikeln (Si, B, Silicide) entwickelt und in anwendungsnahen Oxidationstests bezüglich ihrer Schutzwirkung getestet. Vielversprechende Zusammensetzungen enthalten neben einem Perhydropolysilazan 25 Vol. % Silicium und 15 Vol.-% Bor; beide Füllstoffe bilden unter Sauerstoffaufnahme ein niedrigviskoses Glas, das in der Lage ist, Mikrorisse im Schichtsystem und auf der zu schützenden Werkstoffoberfläche zu schließen. Modifizierungen der Schutzschichten werden

gegenwärtig mit dem Füllstoff Bornitrid durchgeführt. Oxidationsuntersuchungen der bei 1000 °C in Stickstoff pyrolysierten, beschichteten Refraktärmetall-Legierungen zeigen einen sehr gut ausgeprägten Oxidationsschutz bei 800 °C, der über den Untersuchungszeitraum von 100 Stunden nach anfänglicher Massezunahme keine weiteren Masseänderungen aufwies und somit auf eine hohe Schutzwirkung hindeutet.

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. habil. Manja Krüger
Projektbearbeitung: Janett Schmelzer
Kooperationen: Experimentelle Orthopädie, OVGU, Prof. Jessica Bertrand
Förderer: Haushalt - 08.03.2022 - 07.08.2022

Innovative Fertigung neuartiger Multikomponentenwerkstoffe für biomedizinische Anwendungen

Künstliche Prothesen können viele Jahre lang erfolgreich in den menschlichen Körper implantiert werden und die Mobilität, Vitalität und Lebensqualität von Patienten verbessern. Eine Vielzahl verschiedener keramischer und metallischer Implantatwerkstoffe, wie z.B. Aluminiumoxid-gehärtetes Zirkoniumdioxid und die Legierungen Ti-Al-V und Co-Cr-Mo sind bereits im klinischen Einsatz. Es besteht jedoch ein ständiger Bedarf und wissenschaftliches Interesse an der Verbesserung der Eigenschaften und der Langlebigkeit von Implantaten in Bezug auf die Verschleißfestigkeit, die Korrosion und insbesondere die Bio- und Gewebeverträglichkeit, um z. B. Entzündungsreaktionen zu verhindern. Die **innovative Werkstoffklasse** der **Bio-Refraktärmetall-Werkstoffe** (Bio-MEAs) und **Bio-Hochentropielegierungen** (Bio-HEAs) stellen einen einzigartigen Designansatz für die Entwicklung neuer biomedizinischer Werkstoffe dar. Neben attraktiven mechanischen Eigenschaften und hervorragender Verschleiß- bzw. Korrosionsbeständigkeit bietet diese Werkstoffklasse Potential für eine verbesserte Biokompatibilität im Vergleich zu bisher genutzten Materialien.

Neben der Entwicklung neuartiger Legierungskonzepte steht auch die Fertigung der biokompatiblen Materialien im Fokus. In den letzten Jahren ist die Nachfrage bezüglich der **additiven Fertigung** - dem sogenannten 3D-Druck - im Bereich der Industrie aber vor allem auch im Bereich der medizinischen Implantate stark angestiegen. Durch den schichtweisen Aufbau sind hochkomplexe Geometrien in anatomischen Formen sowie filigrane Leichtbaustrukturen realisierbar, welche mit konventionellen Methoden kaum gefertigt werden können. Ein weiterer Vorteil der additiven Fertigung besteht darin, dass benötigte patientenindividuelle Implantate in sehr kurzer Zeit zur Verfügung stehen können. Daraus ergeben sich ganz spezifische Vorteile für die additive Fertigung von Implantaten die ökonomische wie auch patientenwohlbezogene Vorteile mit sich bringen, da Wartezeiten und damit stationäre Liegezeiten sowie daraus resultierende Komplikationen massiv reduziert werden können. Im Zuge des durch den **Innovationsfonds der Otto-von-Guericke-Universität** (OVGU) Magdeburg geförderten Vorhabens soll die interdisziplinäre Zusammenarbeit des Lehrstuhls für Hochtemperaturwerkstoffe der Fakultät für Maschinenbau der OVGU und dem Forschungsbereich Experimentelle Orthopädie der Orthopädischen Universitätsklinik Magdeburg vertieft werden. Es sollen neue Erkenntnisse zur Entwicklung biokompatibler HEAs/MEAs, innovative Fertigungsstrategien sowie wichtige mechanische Eigenschaften der neuen Werkstoffe untersucht werden.

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. habil. Manja Krüger
Projektbearbeitung: Janett Schmelzer, M.Sc. Rostyslav Nizinkovskyi
Kooperationen: DECHEMA Forschungsinstitut Frankfurt
Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.07.2022 - 31.12.2024

Oxiddispersionsverfestigte, oxidationsresistente Vanadium-Legierungen

Das komplexe Oxidationsverhalten von Vanadium ist der Grund dafür, dass Vanadiumbasis-Legierungen trotz ihrer hohen Festigkeiten bei gleichzeitig geringer Dichte bisher praktisch nicht für einen Einsatz bei hohen Temperaturen in Erwägung gezogen werden können. Hinzu kommt, dass Vanadat sehr leicht zwischen verschiedenen Oxidationsstufen wechselt und dadurch die Hochtemperaturkorrosion von Ni-, Co- oder Fe-Basiswerkstoffen extrem beschleunigt, besonders, wenn es in geschmolzener Form vorliegt. Damit schließt sich auch ein Einsatz von aktuellen Vanadiumlegierungen im Umfeld dieser Werkstoffe aus.

Um Vanadiumlegierungen bei hohen Temperaturen einsetzbar zu machen, soll daher ein völlig neuartiger und innovativer Ansatz zum Oxidationsschutz bei gleichzeitiger Oxidpartikelverstärkung verfolgt werden: Die Entwicklung von Mg- und Ca-haltigen Oxidpartikeln zur Herstellung von oxidationsbeständigen ODS-Vanadium-Silizium

Legierungen. Die in ausreichender Konzentration eingebrachten ODS-Partikel sollen die Flüssigphasenbildung bei hohen Temperaturen verhindern. Gleichzeitig wird durch die ODS-Partikel ein festigkeitssteigernder Effekt erwartet, der im potentiellen Anwendungsgebiet solcher Legierungen von Raumtemperatur bis 1050 °C quantifiziert werden soll.

In dem Vorhaben soll geklärt werden, (1) bis zu welchem Volumenanteil von MgO-, CaO- oder Magnesiumorthosilikat-Partikeln sich homogene Gefüge in Vanadiumwerkstoffen einstellen lassen, (2) wie hoch die notwendige MgO-, CaO- oder Magnesiumorthosilikat-Konzentration ist, um die Flüssigphasenbildung zu verhindern bzw. um einen selbstschützenden Mechanismus zu provozieren, (3) wie groß der festigkeitssteigernde Effekt durch die Zugabe von Oxiddispersoiden ist und wie sich die ODS-Partikel auf das Kriechverhalten von Vanadiumlegierungen auswirken.

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. habil. Manja Krüger, Prof. Dr. Michael Scheffler, Dr. Iurii Bogomol, Dr. Plinio Furtat
Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) // Land Sachsen-Anhalt - 01.04.2020 - 31.03.2023

Kriechverhalten von gerichtet erstarrten Mo-Werkstoffen mit und ohne Beschichtung

Die Arbeiten konzentrieren sich auf die Entwicklung und Charakterisierung neuartiger mehrphasiger Hochtemperaturmaterialien auf Basis einer Mo-Mischkristallphase (Moss), die mit intermetallischen Mo₂ZrB₂- und Mo₂HfB₂-Phasen mit hohen Schmelzpunkten verstärkt ist. Mo-Hf-B und Mo-Zr-B sind eine Klasse von Hochtemperaturwerkstoffen, die verschiedene Anwendungen finden können, z.B. in der Flugzeugindustrie aufgrund hohen Kriechfestigkeit bei den angestrebten Anwendungstemperaturen, die modernen Nickelbasis-Superlegierungen überlegen ist. Kritisch ist jedoch das Werkstoffverhalten im Bereich mittlerer Temperaturen; hier oxidiert das Molybdän, was einen Werkstoffschutz notwendig macht.

Im Rahmen eines Teilprojektes werden dafür selbstheilende Beschichtungssysteme entwickelt, charakterisiert und anwendungsnah getestet. Dieses Beschichtungssysteme bestehen aus einem sauerstofffreien präkeramischen Polymer und sauerstoffbindenden Füllstoffpartikeln wie Si und B. Die Umwandlung in eine geschlossene keramische Schutzschicht erfolgt in inerter Atmosphäre im Temperaturbereich zwischen 800 °C und 1200 °C.

Zyklische Oxidationsversuche belegen eine (noch zu verbessernde) Schutzwirkung der Schicht im Temperaturbereich zwischen 800 °C und 1000 °C; die Wirkung bei höheren Temperaturen wird gegenwärtig untersucht. Erste Ergebnisse röntgenographischer Untersuchungen zeigen, dass sich durch Zugabe von ZrO₂ als weiterem Füllstoff eine Zirkoniummolybdatphase bildet, d. h., die Legierungskomponenten Mo zu stabilen Phasen reagiert und in der Probe verbleibt; das Abdampfen von Mo-Oxiden wird weitgehend verhindert. Die Rolle der Schutzschicht in diesem Prozess ist noch nicht vollständig geklärt und ist Gegenstand weiterführender Untersuchungen.

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. habil. Manja Krüger
Projektbearbeitung: M.Sc. Maximilian Regenberg
Kooperationen: Experimentelle Orthopädie, OVGU, Prof. Jessica Bertrand
Förderer: Haushalt - 01.07.2021 - 30.06.2024

Entwicklung von neuartigen Multi-Komponenten-Werkstoffsystemen für biomedizinische Anwendungen

Unter dem Begriff Multi-Komponenten-Werkstoffe werden Legierungssysteme zusammengefasst, die im Gegensatz zu herkömmlichen Legierungen (z.B. Fe-C, Al-Si, Ti-Al) nicht auf einer Hauptkomponente basieren, sondern aus einer Vielzahl von Legierungselementen in äquiatomaren oder variierenden Gehalten bestehen. Diese Systeme reichen von der Gruppe der High-Entropy Alloys (HEAs) über Medium-Entropy Alloys (MEAs) bis hin zu Compositionally Complex Alloys (CCAs). Die Besonderheit der Mehrkomponenten-Werkstoffe liegt in deren physikalischen und thermodynamischen Phänomenen (Hochentropieeffekt, Cocktail-Effekt, Effekt der langsamen Diffusion, etc.), welche zu herausragenden mechanischen Werkstoffeigenschaften führen. Besonders in der Entwicklung von Hochtemperaturwerkstoffen haben sich Refraktärmetalle wie Mo, Nb, Ta und Ti als essentielle Komponenten herauskristallisiert. Gleichzeitig sind die genannten Metalle biokompatibel. Diese Eigenschaft wird bei der Entwicklung von Mehrkomponenten-Legierungen für biomedizinische Anwendungen

aufgegriffen. Im Zuge des Forschungsvorhabens werden am Lehrstuhl für Hochtemperaturwerkstoffe der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg Werkstoffkonzepte erarbeitet und Legierungen entwickelt, welche im Anschluss in Kooperation mit der Professur für experimentelle Orthopädie, Frau Prof. Dr. rer. nat. Bertrand, auf die Kompatibilität mit verschiedenen biologischen Zelltypen untersucht werden. Ziel des Vorhabens ist es, ein neuartiges Multi-Komponenten-System mit herausragenden mechanischen Eigenschaften bei gleichzeitiger Biokompatibilität für medizintechnische Anwendungen, wie Implantate, zu entwickeln.

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. habil. Manja Krüger
Projektbearbeitung: Janett Schmelzer
Förderer: Haushalt - 01.05.2021 - 30.04.2022

Legierungsdesign für innovative Medizinwerkstoffe

Die Anforderungen, welche an Medizinprodukte und Bauteile der Medizintechnik gestellt werden, sind stark von deren Gebrauch abhängig. Lange Zeit wurden biokompatible Materialien als chemisch und biologisch inert innerhalb des menschlichen Körpers angesehen, was inzwischen revidiert wurde, da immer eine Antwort des Körpers stattfindet.

Nanostrukturierte Biomaterialien, u.a. auf Refraktärmetallbasis, können für die Zukunft der biomedizinischen Industrie von hohem Interesse sein und stehen deshalb zunehmend im Fokus der aktuellen Forschung. Ihre grundlegend gute Verträglichkeit im menschlichen Körper zusammen mit hervorragenden mechanischen Eigenschaften sind dabei ausschlaggebend. Die Verwendung von Titan und Titan-Legierungen in der Chirurgie hat aufgrund deren guter Eigenschaftskombination im Vergleich zu anderen metallischen Implantatwerkstoffen, wie Edelstahl und Kobalt-Chrom-Legierungen, stetig zugenommen. Biokompatible Titan und Titan-Basis-Legierungen zeichnen sich durch eine gute Dauerfestigkeit, Korrosionsbeständigkeit und eine geringe Dichte aus, was ein hohes spezifisches Festigkeits-Gewichts-Verhältnis ergibt, das leichtere und stärkere Strukturen ermöglicht. Eine der beliebtesten Titanlegierungen, die heute in der Medizin verwendet wird, ist Ti-6Al-4V. Allerdings können auch zugelassene Medizinwerkstoffe noch hinsichtlich ihrer Akzeptanz im menschlichen Körper optimiert werden.

In diesem Projekt werden erste Zellpopulationsexperimente auf neuen, innovativen Werkstoffen mit mesenchymalen Stammzellen und Osteoblasten durchgeführt. Sie sind ein perfekter Indikator für Biokompatibilität und Zelleinwuchsverhalten für potenzielle Implantatwerkstoffe bzw. anderweitig einsetzbare Medizinwerkstoffe.

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. habil. Manja Krüger
Projektbearbeitung: Dr. Ievgen Solodkyi
Kooperationen: National Technical University of Ukraine „Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute“
Förderer: Bund - 01.10.2020 - 31.03.2023

OPOS: Optimierte pulvermetallurgische Lösungen für metallische Hochtemperaturwerkstoffe

Das Ziel des Vorhabens **OPOS** liegt im Ausbau der bestehenden Kooperationen zwischen der Arbeitsgruppe von Prof. Krüger der Otto-von-Guericke Universität Magdeburg und der Arbeitsgruppe von Prof. Bogomol der Nationalen Technischen Universität der Ukraine "Igor Sikorsky KPI" (Ukraine). Zusätzlich soll eine neue Kooperation mit der Arbeitsgruppe von Prof. Smyrnov aus derselben ukrainischen Universität initiiert werden. Die geplanten Maßnahmen sollen die Kooperationspartner in die Lage versetzen, auf der Basis gemeinsamer Forschungs- und Innovationstätigkeit ein multilaterales Konsortium zu bilden.

Das Ziel der wissenschaftlich-technischen Zusammenarbeit ist die Herstellung einer neuartigen Mo-Basis-Legierung für den Hochtemperaturbereich von Gasturbinen mit einem optimierten pulvermetallurgischen Herstellungsverfahren. Das angestrebte Eigenschaftsprofil von Mo-Basis-Legierungen wird dadurch erreicht, dass die entwickelte Legierung eine feinkörnige Mikrostruktur mit einer plastisch verformbaren Matrixphase und hochfesten intermetallischen Einschlüssen aufweist.

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. habil. Manja Krüger
Projektbearbeitung: Dr. rer. nat. Rachid Stefan Touzani
Kooperationen: National Technical University of Ukraine „Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute“;
Prof. Dr. rer. nat. Michael Scheffler, OVGU
Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.03.2020 - 28.02.2023

HTMA-DS Mo: Kriechverhalten von gerichtet erstarrten mehrphasigen Mo-Legierungen mit und ohne Beschichtung

Mo-Hf-B und Mo-Zr-B als neuartige Refraktärmetall-Legierungen sind potenzielle Kandidaten für Turbinenanwendungen. Aufgrund der hohen Schmelzpunkte der Konstituenten wird hohe Kriechfestigkeit bis zu Temperaturen um 1.400 °C erwartet; derartig hohe Einsatztemperaturen könnten zu höherer Turbineneffizienz und niedrigerem Primärenergieeinsatz führen. Vorteil der Herstellung über **gerichtete Erstarrung mittels Zonenschmelzens** ist eine niedrige Konzentration an Sauerstoffverunreinigungen (<50 ppm), was für die Vermeidung von Versprödung bei geringeren Temperaturen essenziell ist. Über Zonenschmelzen hergestellte Mo-Hf-B- und Mo-Zr-B-Legierungen weisen anisotrope Gefüge auf.

Ziel der Arbeiten ist es, einen Beitrag zur Qualifizierung dieser Legierungen als Hochtemperaturwerkstoffe zu leisten und das **Hochtemperatur-Kriechverhalten** unter Zugspannung und unter einsatznahen Bedingungen zu untersuchen; Kriechdaten unter Druckspannung, in inerter Atmosphäre liegen in der Literatur bereits vor. Dazu werden die experimentell orientierten Arbeiten in drei Bereiche unterteilt: i) Am Kiewer Polytechnischen Institut, KPI, werden Legierungen über ein dort entwickeltes Zonenschmelzverfahren gerichtet erstarrt hergestellt und dort sowie an der Otto-von-Guericke Universität Magdeburg, OVGU, hinsichtlich Phasenzusammensetzung und Mikrostruktur charakterisiert. ii) An der OVGU werden Kriechversuche sowohl unter Inertgas als auch unter einsatznahen Bedingungen in Laboratmosphäre durchgeführt. Für die Charakterisierung unter einsatznahen Bedingungen ist der Schutz dieser Legierungen vor Oxidation notwendig; Molybdän oxidiert, das Trioxid verdampft und führt zur schnellen Werkstoffdegradation. Deshalb wird iii) eine Beschichtungsstrategie auf Basis eines partikelgefüllten präkeramischen Polymers entwickelt, um die Legierungen auch unter einsatznahen (oxidierenden) Bedingungen im Zug-Kriechversuch untersuchen zu können. Aus den Ergebnissen wird a) ein Modell zum Kriechverhalten dieser neuartigen Werkstoffe und b) ein Modell zur Beschichtung für molybdänhaltige Refraktärmetall-Legierungen entwickelt.

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. habil. Manja Krüger
Projektbearbeitung: M.Sc. Maximilian Regenber
Förderer: Land (Sachsen-Anhalt) - 01.01.2020 - 31.12.2022

Refraktärmetallbasierte Hochentropielegierungen mit beachtenswerten mechanischen Eigenschaften

Die sogenannten High Entropy Alloys (HEAs; dt. Hochentropielegierungen) oder auch Compositionally Complex Alloys (CCAs) stellen eine neue attraktive Werkstoffklasse dar, welche vielversprechende mechanische, physikalische und chemische Eigenschaften aufweisen. Sie bestehen im Gegensatz zu den konventionellen Legierungen auf der Basis eines bestimmten Metalls aus mindestens 5 verschiedenen Elementen in etwa gleichen atomaren Anteilen. Solche Legierungen haben beachtenswerte Eigenschaftenprofile, die sich deutlich von denen der jeweiligen Ausgangskomponenten unterscheiden. Als besonders interessant erscheinen refraktärmetallbasierte HEAs, sie bestehen typischerweise aus Komponenten mit Schmelztemperaturen jenseits von 2000°C. Diese refraktärmetallbasierten HEAs sind neue vielversprechende Werkstoffkandidaten für Hochtemperatur-Strukturwerkstoffe in verschiedenen Bereichen der Energietechnik, z.B. als Gasturbinenschaufel oder Solarreceiver. Darüber hinaus sind aber auch potentielle Anwendungen in der Medizintechnik aufgrund ihrer guten Biokompatibilität denkbar.

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. habil. Manja Krüger
Projektbearbeitung: Dr. rer. nat. Rachid Stefan Touzani
Förderer: Sonstige - 01.10.2019 - 30.09.2022

Dichtefunktionaltheoretische Rechnungen an metallischen und intermetallischen Verbindungen

Viele Fragestellungen im Bereich der metallischen und intermetallischen Verbindungen können mit Hilfe der Dichtefunktionaltheorie (DFT) untersucht werden. Neben der Vorhersage der Kristallstruktur, können auch Lagepräferenzen innerhalb intermetallischer Verbindungen wie Boride und Silizide u.a. mit chemischer Bindungsanalyse untersucht und erklärt werden. Die Untersuchung der elektronischen und phononischen Eigenschaften spielt ebenfalls eine wichtige Rolle bei der Beurteilung der Stabilität einer metallischen und intermetallischen Verbindung. Ein weiteres Forschungsgebiet ist das Erstellen von qualitativen Existenzbereichen von Matrix-, Nebenphasen und Ausscheidungen in Abhängigkeit der Temperatur und/oder des Drucks mit Hilfe von voraussetzungsfreien thermodynamischen Rechnungen. Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die Vorhersage der mechanischen Eigenschaften wie der elastischen Moduln und Härte.

Dichtefunktionaltheorie ist die Methode der Wahl für metallische und intermetallische Verbindungen, auf Grund ihrer hohen Genauigkeit und Geschwindigkeit in Bezug auf ihre Ergebnisse.

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. habil. Manja Krüger
Projektbearbeitung: Janett Schmelzer, Dr. rer. nat. Caren Gatzen
Kooperationen: Prof. Dr. rer. nat. Michael Scheffler, OVGU; Forschungszentrum Jülich GmbH
Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.07.2016 - 30.04.2022

Aktive Oxidationsschutzschichten für Mo-Si-B-Hochtemperaturwerkstoffe

Hochtemperaturfeste Mo-Si-B-Werkstoffe werden als geeignete Substituenten für Nickelbasiswerkstoffe intensiv untersucht. Ein bislang ungelöstes Problem dieser Werkstoffe ist ihr Oxidationsverhalten. Vor allem die Mo-Mischkristallphase oxidiert in Abhängigkeit von der Temperatur katastrophal unter Bildung eines volatilen Mo-Oxids. Mit bisher bekannten Schutzschichtsystemen konnte dieses Problem bislang nicht zufriedenstellend gelöst werden. Ziel des Projekts ist daher die Entwicklung eines neuartigen, aktiven Schutzsystems auf Basis füllstoffhaltiger präkeramischer Polymere mit hoher Sauerstoffaufnahmekapazität in Kombination mit dem Hemmen der Sauerstoffdiffusion in Kooperation mit Prof. M. Scheffler (Lehrstuhl Nichtmetallische Werkstoffe).

Am Lehrstuhl von Prof. Krüger werden dazu geeignete aktive Füllstoffpartikel hergestellt, die anschließend über einen Schlicker mittels eines Tauchbeschichtungsprozesses auf die Substratmaterialien aufgetragen werden. Oxidationsuntersuchungen bei unterschiedlichen Temperaturen mit anschließender Analyse der Schicht bzw. der Schicht-Substrat-Grenzfläche sollen zeigen, inwieweit das Oxidationsverhalten des Substrates durch die neuen Beschichtungssysteme beeinflusst wird.

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. habil. Manja Krüger
Projektbearbeitung: M.Sc. Rostyslav Nizinkovskyi
Kooperationen: Forschungszentrum Jülich GmbH; National Technical University of Ukraine/"Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"; MEMoRIAL-M2.1 | Optimisation of novel vanadium-based high temperature materials, Christopher Müller
Förderer: EU - ESF Sachsen-Anhalt - 01.08.2018 - 30.06.2022

MEMoRIAL-M2.2 | Characterisation and simulation-based development of Engineering Materials

The sub-project is related to **Engineering Materials** to be used in a **wide temperature range** and under **complex mechanical loading**. The project will focus on the microstructure/properties relationship of **single and multi-phase metallic materials**. Theoretical considerations of microstructure evolution or phase stability/transition will be done by Phase-Field Simulation and/or DFT, MD, or other nanoscale-related numerical methods. **Mechanical properties** will be determined from (micro and nano) indentation, bending, compression as well as creep tests.

A simulation-supported approach shall be used to develop further these materials.

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. habil. Manja Krüger
Kooperationen: Forschungszentrum Jülich GmbH; Universität Siegen, Frau Dr.Ing. habil. Bronislava Gorr; OVGU, Dr.-Ing. Georg Hasemann
Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.04.2019 - 31.03.2022

Entwicklung und Charakterisierung von eutektischen V-Si-B-Legierungen mit verbesserten spezifischen mechanischen Eigenschaften für Hochtemperaturanwendungen

Nickelbasis-Superlegierungen sind aktuell die Materialklasse der Wahl für Hochtemperaturanwendungen im Turbinenbau. Vanadium-Silizid-Werkstoffe stellen eine potentielle Alternative dar, insbesondere aufgrund ihrer hervorragenden spezifischen mechanischen Eigenschaften. So bestehen beispielsweise V-Si-B-Legierungen aus dem vanadium-reichen Bereich des Dreistoffsystems aus einem duktilen Vanadium-Mischkristall (V-Mk) und den beiden intermetallischen Phasen V_3Si und V_5SiB_2 . Dieses bislang nur wenig erforschte Legierungssystem birgt jedoch in Hinblick auf die Mikrostruktur einige erstaunliche Gemeinsamkeiten zum gut untersuchten Nachbarsystem Mo-Si-B. So konnten in ersten Vorversuchen an V-Si-B-Legierungen deutlich bessere spezifische Druckfestigkeiten im Temperaturbereich von 600 °C bis 900 °C gegenüber Ni-Basislegierungen erzielt werden. Jedoch ist der Mechanismus der Phasentstehung sowie die Korrelation der Mikrostruktur-Eigenschaftsbeziehungen noch vollkommen unerforscht. Das primäre Ziel dieses Vorhabens ist die Entwicklung neuartiger V-Si-B-Legierungen für Hochtemperaturanwendungen. Hierbei wird die Entwicklung ternär-eutektischer Legierungen angestrebt. In einer Reihe von V-reichen binären und ternären Versuchslegierungen wird die Phasenbildung und -stabilität von der Schmelze bis zum homogenisierten Gefüge erforscht.

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. habil. Manja Krüger
Projektbearbeitung: Dr.-Ing. Julia Becker
Förderer: Haushalt - 01.10.2019 - 30.06.2023

Neue Legierungsstrategien für Mo-basierte Hochtemperaturwerkstoffe

Hinsichtlich der Schonung von Ressourcen und der Verringerung von Umweltbelastungen ist die Steigerung des Wirkungsgrades von Turbinen im Kraftwerks- und Triebwerksbereich ein an Bedeutung zunehmender Forschungsschwerpunkt. Insbesondere ternäre Mo-Si-B Legierungen, deren Gefüge möglichst aus einer kontinuierlichen Mo-Mischkristallmatrix mit homogen verteilten intermetallischen Phasen bestehen, bieten eine ausgewogene Kombination der Hoch- und Raumtemperatureigenschaften. Da die mechanischen Eigenschaften der Mo-basierten Legierungen signifikant durch das Herstellungsverfahren beeinflusst werden, wird an pulvermetallurgischen, schmelzmetallurgischen und additiven Fertigungsverfahren geforscht. Die verhältnismäßig hohe Dichte ($>9 \text{ g/cm}^3$) dieser Legierungsklasse stellt allerdings einen entscheidenden Nachteil bei der potentiellen Anwendung als Turbinenschaufel dar. Ziel soll es sein, die Dichte dieser ternären Legierungen mit Hilfe von geeigneten Legierungsstrategien auf Werte unter 8 g/cm^3 zu reduzieren, um die Konkurrenzfähigkeit dieser Werkstoffe zu erhöhen. Die Herausforderung besteht insbesondere darin, dass die wichtigen mechanischen Eigenschaften, wie die Risszähigkeit bei vergleichsweise tiefen Temperaturen und die Kriechbeständigkeit bei Temperaturen oberhalb von 1000°C nicht wesentlich beeinträchtigt werden.

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. habil. Gerhard Mook
Projektbearbeitung: Dipl.-Ing. Yury Simonin
Kooperationen: FOOKE GmbH, Borken; innotronic GmbH, Gronau; Westfälische Hochschule Bolcholt
Förderer: BMWi/AIF - 01.10.2021 - 30.09.2023

Entwicklung eines hybriden Fräs- und Messwerkzeugs für die Aluminium-Großblechbearbeitung. Teilprojekt: Wirbelstrom-Sensorik und Signalverarbeitung

Das Ziel ist die Entwicklung eines Fräswerkzeugs, das während der Bearbeitung die Wandstärke von Aluminiumblechen ermittelt und auf dieser Basis die Bearbeitungsparameter regelt.

Durch die Integration eines Waddickenmessensors in das rotierende Fräswerkzeug soll synchron das Aluminiumblech gefräst werden sowie "online" die Restwandstärke gemessen werden. Für den Fall, dass die Bearbeitung die Toleranzgrenzen zu verlassen droht, wird ein Signal an die Werkzeugmaschinensteuerung zur Korrektur der Z-Achsposition gegeben. So ist zu jeder Zeit sichergestellt, dass das Bauteil auf Sollmaß gefräst ist. Es sind keine nachgelagerten Messarbeiten nötig, so dass sowohl die Bearbeitungszeit des Aluminiumblechs deutlich reduziert und als auch Ausschuss vermieden werden kann.

Projektleitung: Jun.-Prof. Dr.-Ing. Michael Rhode
Kooperationen: Open Grid Europe; Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches DVGW e.V.; voestalpine Böhler Welding Austria GmbH; Gasunie Transport Services B.V; Gasnetz Hamburg GmbH; FRIEDRICH VORWERK SE & Co. KG; ONTRAS Gastransport GmbH; WESTNETZ GmbH, Dortmund
Förderer: Industrie - 01.11.2022 - 31.10.2025

H2SuD - Einfluss des Schweißens auf die Wasserstoffaufnahme und Degradation im Betrieb befindlicher H2-Ferngasleitungen

Insbesondere beim Schweißen stellt Wasserstoff aufgrund seiner sehr speziellen physikalischen Eigenschaften, dem allgemein negativen Einfluss auf die Festigkeit und der Duktilität der eingesetzten Werkstoffe, eine besondere Herausforderung dar. In den angedachten Arbeitspaketen wird daher die Frage systematisch geklärt, ob und wie stark mit einer Eigenschaftsdegradation geschweißter Rohrstähe in Gasnetzen in Folge einer Wasserstoffaufnahme zu rechnen ist. Anlass des Forschungsantrages ist daher das ungeklärte Verhalten wasserstoffführender Rohrleitungen typischer niedriglegierter Stähle während kurzer Wärmezyklen in Folge von Schweißarbeiten, insbesondere im Reparaturfall. Der aktuelle Stand der Technik für das Schweißen an in Betrieb befindlichen Gasleitungen (explizit jedoch nicht für Wasserstoff) wurde durch jahrzehntelange Untersuchungs- und Forschungsarbeiten entwickelt und im DVGW-Regelwerk festgeschrieben (vgl. DVGW-Arbeitsblätter GW 350, G 466-1 und G 452-1). Die geplanten Forschungsarbeiten dienen der systematischen Erweiterung des Wissensstandes, um den Einfluss des Wasserstoffs auf das Schweißen an in Betrieb befindlichen Gashochdruckleitungen zu berücksichtigen und die Erkenntnisse in das DVGW-Regelwerk zu integrieren.

Projektleitung: Jun.-Prof. Dr.-Ing. Michael Rhode
Förderer: BMWi/AIF - 01.05.2021 - 30.09.2023

Vermeidung von Kaltrissen in UP-Dickblechschweißungen aus hochfesten Stählen

Bisher wird gefüge- und legierungsspez. Diffusionsverhalten und der Einfluss unterschiedlicher Wärmeführung auf die verzögerte Kaltrissbildung in UP-geschweißten Grobblechen nur bedingt berücksichtigt. Aufgrund der hohen Aufschmelzung beim UP-Schweißen verändert sich die lokale chemische Zusammensetzung beim Zusammentreffen unterschiedlicher Legierungskonzepte von Grundwerkstoff und Schweißgut (SG). Dies beeinflusst die Wasserstoffdiffusion und das mechanische Verhalten von WEZ und SG. Zusätzlich ist die Interaktion des Wasserstoffs mit einem risskritischen Gefüge unter erhöhter mehraxialer mechanischer Beanspruchung (durch die behinderte Bauteilschrumpfung bei großen Blechdicken) für hochfeste UP-geschweißte Stähle wie S690 nahezu unbekannt. Für die Industrie und insbesondere KMU ergibt im deshalb die Notwendigkeit der Sicherstellung der schweißtechnischen Verarbeitung der Werkstoffe in den notwendigen Dicken. Bei

dickwandigen und daher sehr steifen Konstruktionen aus hochfesten UP-geschweißten Grobblechen ist mit erhöhter Kaltrissgefahr zu rechnen. Diese vor dem UP-Schweißen auszuschließen, ist wesentliches Projektziel. Dies wird erreicht durch Empfehlungen zur Wärmeleitung beim UP-Schweißen von metallurgisch günstigen Grundwerkstoff-Schweißzusatz-Kombinationen zur Erreichung einer hohen Kaltrissbeständigkeit. Basierend auf gefüge-, chemie- und temperaturabhängigen Diffusionskoeffizienten sowie Wasserstofffreisetzungstemperaturen werden Nachwärmtemperaturen bzw. -haltezeiten zur Wasserstoffreduktion ermittelt, in Hydrogen-Removal-Heat-Treatment (HRHT) Diagrammen zusammengefasst und den Anwendern als Richtlinien zur Verfügung gestellt. Bauteilschweißungen unter äußerer definierter Schrumpfbegrenzung ermöglichen die Verifizierung der HRHT-Prozeduren an unterschiedlichen Grundwerkstoff-Schweißzusatz-Kombinationen unter realen Steifigkeitsverhältnissen und somit die direkte Bauteilübertragbarkeit.

Projektleitung: Jun.-Prof. Dr.-Ing. Michael Rhode
Projektbearbeitung: M.Sc. Tim Richter
Kooperationen: Ruhr-Universität Bochum, Jun.-Prof. Dr. Guillaume Laplanche; BAM Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung
Förderer: Bund - 01.10.2019 - 30.09.2022

SURDIA - Oberflächendegradation innovativer Legierungen

Die neuartige und schnelle Entwicklung von "Compositionally Complex Alloys" (CCA's) bietet Materialien mit hervorragenden strukturellen Eigenschaften, die sie zu Kandidaten für zukünftige Anwendungen bei niedrigen, mittleren und hohen Temperaturen machen. Die Komplexität dieser Legierungen und die atomaren Wechselwirkungen in dieser Legierungsklasse sind kaum verstanden worden, was zu Unsicherheiten in ihrem Verhalten unter verschiedenen Faktoren führt. Das Oxidationsverhalten und die Metallbearbeitungsprozesse haben jedoch einen starken Einfluss auf die Lebensdauer und die Sicherheit von Komponenten in strukturellen und Hochtemperaturanwendungen. Diese Anwendungen gehen meist mit dem Vorhandensein rauer Umgebungsbedingungen einher, die die Werkstoffoberflächen durch Korrosion degradieren. Bisher sind fast keine Studien über die Oberflächendegradation durch füge- oder trenntechnische Verarbeitung oder Korrosion über CCA's bekannt. Das Projekt kombiniert daher durch seinen interdisziplinären Verständnis von Oberflächendegradationsphänomenen, die durch heiße Gase oder thermische (Schweißen) und mechanische (Fräsen) Einflüsse hervorgerufen werden, durch die Kombination mit einer speziellen Oberflächenanalytik zu kombinieren. Unsere Ziele innerhalb von SURDIA sind:

- (A) Identifizierung von Degradationsmechanismen und Verifizierung von Randparametern für die Bildung von korrosionsbeständigen und schützenden Oxidschichten auf CCA's der Systeme Al-Cr-Fe-Co-Ni und Co-Cr-Fe-Mn-Ni unter mehrfacher chemischer Belastung.
 - (B) Entwicklung einer zerstörungsfreien röntgenbasierten Analysemethode (imaging grazing exit X-ray fluorescence - GEXRF) zur in-situ Beobachtung von Oberflächenveränderungen, die durch heiße, reaktive Gase induziert werden.
 - (C) Bestimmung, Charakterisierung und Bewertung der Materialdegradation durch thermische und mechanische Einflüsse während der Komponentenherstellung (spanende Bearbeitung bzw. Schweißen) unter besonderer Berücksichtigung metallurgischer Veränderungen und Eigenspannungen.
-

Projektleitung: Jun.-Prof. Dr.-Ing. Michael Rhode
Kooperationen: BAM Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung
Förderer: BMWi/AIF - 01.07.2019 - 30.06.2022

Entwicklung von Wärmenachbehandlungskonzepten zur Vermeidung von Spannungsrelaxationsrissen an Bauteilen aus hochwarmfesten Stählen

Komponenten aus hochwarmfesten Stählen werden zunehmend in der regenerativen Energieerzeugung (Solarthermie, Dampfspeicher) eingesetzt. Der Anspruch an die schweißtechnische Verarbeitung dieser Stähle steigt stetig. Dabei muss zwingend die notwendige Wärmenachbehandlung der Schweißnaht (PWHT) sicher beherrscht werden. Durch die Wärmeeinwirkung der PWHT tritt wiederholt Bauteilversagen infolge der Spannungsrelax-

ationsrissbildung (SRR) auf. Bislang erfolgt die Beurteilung der SRR-Neigung in Abhängigkeit der PWHT primär über Ersatzgrößen (temperaturbedingte Änderung Härte und Duktilität). Die Wirkung der konstruktiven Schrumpfbehinderung einer Schweißnaht auf die SRR ist bislang völlig unbekannt. Forschungsziel ist daher die Gewinnung und Optimierung der Parameter für die PWHT unter realitätsnahen Bauteilbedingungen (definierte Einspannbedingungen) zur sicheren Vermeidung von SRR. Es werden optimierte Wärmenachbehandlungskonzepte zur Vermeidung von SRR entwickelt. Dazu wird ferner das Ausscheidungsverhalten hochwarmfester Werkstoffe unter realitätsnahen Einspannbedingungen in zusätzlicher Abhängigkeit des Gefügestandes (Schweißgut und Wärmeeinflusszone) berücksichtigt. Somit wird erstmals eine Bauteilübertragbarkeit ermöglicht und eine Transfergröße geschaffen, welche die Bauteilbewertung hinsichtlich SRR-Neigung umfasst. Aus dem erarbeiteten Wissen zur SRR-Vermeidung, werden präventive Maßnahmen zu deren Vermeidung abgeleitet. Darüber hinaus werden die Resultate zur Verkürzung der PWHT-Dauer durch Anpassung der Aufheizraten oder Variation der Haltezeit dienen.

Projektleitung: Dr.-Ing. Paul Rosemann
Kooperationen: Methodisch-Diagnostisches Zentrum Werkstoffprüfung e.V.; Energietechnik Essen GmbH; Forschungsgemeinschaft Werkzeuge und Werkstoffe e.V. (FGW) Remscheid
Förderer: Haushalt - 01.02.2019 - 31.01.2022

Korrosionsbeständigkeit nichtrostender Stähle - Einflussgrößen und Effekte

Die Korrosionsbeständigkeit nichtrostender Stähle ist von zahlreichen Einflussgrößen und Effekten abhängig. Dieses Projekt soll die Forschungserkenntnisse der letzten Jahre zu nichtrostenden Stählen am Institut für Werkstoff- und Füge-technik im Rahmen einer Habilitation zusammenfassen. Dabei werden zunächst die Grundlagen zur Metallurgie, den Gefügekassen und deren Wärmebehandlung beschrieben und anschließend durch zahlreiche neue Forschungsergebnisse erweitert. Durch innovative Prüf- und Untersuchungsmethoden, wie das EPR-Verfahren und die KorroPad-Prüfung, kann eine neuartige Visualisierung der wichtigsten Effekte erfolgen und ein tieferes Verständnis für die zugrundeliegenden Mechanismen erreicht werden. Dazu werden zunächst die Effekte bei Oberflächenbearbeitung und Passivierung aus Sicht der Forschung und aus Sicht der industriellen Anwendung dargestellt. Anschließend wird der Einfluss der Legierungs- und Begleitelemente (Cr, Ni, Mo, N, Mn, Cu, C und N) an selbst hergestellten Referenzlegierungen umfassend dargestellt. Abschließend wird gezeigt, wie mit dem EPR-Verfahren und der KorroPad-Prüfung korrosionsanfällige Gefügestände bei verschiedenen Gefügekassen (Ferrite, Austenit, Duplexstähle und Martensite) nachgewiesen werden können. Damit soll dieses Projekt einen wesentlichen Beitrag zur Erweiterung des Wissens zu nichtrostenden Stählen erreichen.

Projektleitung: Prof. Dr. Michael Scheffler
Projektbearbeitung: Ph. D. Alina Sutygina
Kooperationen: Prof. Dr. Dirk Enke, Universität Leipzig
Förderer: EU - ESF Sachsen-Anhalt - 01.01.2018 - 31.03.2022

Preparation and characterisation of cellular metals (MEMoRIAL-M2.6)

Due to their outstanding properties **metallic cellular structures** are in the focus of research and development. A great number of potential applications has yet been addressed, major interest is in such fields like biomedical devices, support structures with high tortuosity für fluiddynamic applications and support structures for active components in heat transformation applications such as adsorption heat storage and adsorption heat pumps.

However, the **specific surface area** of those structures is commonly too small. Moreover, cellular structures may cause **mechanical instabilities** of materials if critical heights or diameters are exceeded. To bridge this gap, a novel manufacturing strategy has been developed and transferred to aluminum and to copper open cell foams. In order to increase the porosity in these foams a **reticulation process** for foam manufacturing was combined with two **freeze processing** steps. This resulted in the formation of planar pores in the struts of the metallic foams and a significant increase of the total porosity. Despite of the higher porosity, both metallic foams are mechanically stable, and, the proof of principle showed, that the amount of active components - the novel-type aluminum foams were loaded with the zeolite SAPO-34, and the highly-porous copper foam was

loaded with the MOF HKUST-I - is significantly higher compared to those foams processed without additional freezing steps.

Projektleitung: Dr.-Ing. Claudia Voigt, Dr.-Ing. Olaf Schwedler
Kooperationen: Technische Universität Bergakademie Freiberg
Förderer: Bund - 01.01.2022 - 31.12.2026

Purification of copper - Beiträge zur Kupferschmelzefiltration und Recycling von Kupferschrotten (PurCo)

Die Anforderungen an die Reinheit des Kupfers steigen stetig. Die herausragenden Eigenschaften des Kupfers sind von den Gehalten an gelösten Gasen (Sauerstoff und Wasserstoff), metallischen Verunreinigungen und nicht-metallischen Einschlüssen abhängig. Um diese Verunreinigungen im Kupfer auf ein Minimum zu reduzieren, wird in den Gießereien ein kombinierter Oxidations-Reduktions-Prozess eingesetzt. Ein im Bereich Aluminium- und Stahlguss standardmäßig eingesetzter Reinigungsprozess ist die Filtration der Metallschmelze, zum Beispiel mittels Schaumkeramikfiltern. Die Filtration ist im Bereich des Kupfergusses momentan nicht Stand der Technik. Das will die BMBF-Nachwuchsgruppe PurCo ändern.

Projektleitung: Dr.-Ing. Manuela Zinke, Prof. Dr.-Ing. Rhode Michael
Projektbearbeitung: M.Sc. Miedlig Henrik
Kooperationen: BAM Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung
Förderer: BMWi/AIF - 01.09.2022 - 31.08.2024

Vereinfachte Prüfmethode zur Bewertung der Gefahr wasserstoffunterstützter Kaltrisse (HACC) beim Lichtbogenschweißen hochfester Stähle

Eine Prüfung der wasserstoffunterstützten Kaltrissbildung (HACC) bei der Einführung neuer Schweißverfahrensvarianten oder Werkstoffe ist aktuell nur mit sehr aufwendigen Untersuchungen möglich. Die Bestimmung der H-Gehalte sowie der HACC erfolgt dabei in getrennten Versuchsaufbauten, welche unterschiedliche Bedingungen an die Schweißaufgabe stellen. Eine standardisierte Methode, die sowohl eine H-Bestimmung als auch die Prüfung der Eigenschaftsdegradation vereint, existiert derzeit nicht. Auch das Normenwerk deckt eine Prüfung der HACC-Beständigkeit für hochfeste Stähle nicht ab und bestehende Konzepte (Vorwärmung) sind nicht zielführend. Das Ziel des Forschungsvorhabens besteht in der Erarbeitung und Erprobung einer neuartigen Prüfmethode, die die Prüfung von H-Gehalt und HACC-Empfindlichkeit vereint und zudem auch beim Verarbeiter (KMU) anwendbar ist. Hierzu erfolgen vergleichende Untersuchungen an einem HACC sensiblen sowie unempfindlichen Stahl mit dem MSG- und dem UP-Schweißprozess. Resultat des Forschungsvorhabens ist eine innovative Prüfmethode, die eine vereinfachte, universell und insbesondere für KMU geeignete werkstoff- und verfahrensoffene HACC-Prüfung ermöglicht.

Projektleitung: Dr.-Ing. Manuela Zinke
Projektbearbeitung: Christian Judex
Förderer: BMWi/AIF - 01.09.2020 - 28.02.2023

Steigerung der Korrosionsbeständigkeit von Schweißplattierungen durch Einsatz von MSG-Zweidrahtprozessen mit nicht artgleichen Drahtelektroden

Das Forschungsprojekt verfolgt das Ziel, bislang genutzte Ni-Basis-Legierungssysteme zum Schweißplattieren von Komponenten in Müllverbrennungsanlagen, Biomasseanlagen, Kohle- und Gaskesseln, Wirbelschichtkesseln und Chemieanlagen über die Nutzung der Button-Melt-Technik weiterzuentwickeln und über den Einsatz von MSG-Zweidrahtprozessen praktisch umzusetzen. um die Hochtemperaturkorrosionsbeständigkeit von Schweißplattierungen bei gleichzeitigem Erfüllen der Anforderungen an die innere und äußere Nahtqualität zu

verbessern. Diese Vorgehensweise wird gewählt, da Legierungsentwicklungen im Bereich von Ni-Basiswerkstoffen sehr aufwendig und kostenintensiv sind und die Schweißzusätze zumeist aus derselben Schmelze wie die Grundwerkstoffe gefertigt werden. In der Regel werden etwa 10 Jahre benötigt, um eine Hochtemperaturlegierung zu entwickeln und zu qualifizieren. Das Projekt schafft somit Basiswissen für die Entwicklung neuer Produkte, Verfahren und Dienstleistungen. Zudem bildet die Nutzung von Heißdraht-unterstützten MSG-Prozessvarianten einen vielversprechenden Ansatz nicht nur Abschmelzleistung und Schweißgeschwindigkeit beim Plattieren oder additiven Schweißen mit Ni-Basis-Schweißzusatzwerkstoffen zu maximieren. Ferner können über den Zusatzdraht die Schweißguteigenschaften gezielt metallurgisch beeinflusst werden.

8. EIGENE KONGRESSE, WISSENSCHAFTLICHE TAGUNGEN UND EXPONATE AUF MESSEN

Forschungsseminar des MDZWP, 24.03.2022

31. Schweißtechnische Fachtagung, 12.05.2022 in Barleben

CellMAT 2022, International Conference on Cellular Materials, 12. - 14.10.2022 in Dresden

Materials Research Society, Fall Meeting 2022, Symposium „Intermetallics“, 27.11. - 02.12.22 in Boston, USA

9. VERÖFFENTLICHUNGEN

BEGUTACHTETE ZEITSCHRIFTENAUFsätze

Ahmed, Mostafa; Riedel, Eric; Kovalko, M.; Volochko, A.; Bähr, Rüdiger; Nofal, A.

Correction to: Ultrafine ductile and austempered ductile irons by solidification in ultrasonic field
International journal of metalcasting - Schaumburg, Ill.: AFS, Bd. 16 (2022), 3, insges. 1478 S.;
[Imp.fact.: 2.263]

Becker, Julia; Breuer, Danio; Bogomol, Jurii; Krüger, Manja

Enhanced fracture toughness and high-temperature strength of directionally solidified Mo-XC alloys
Crystals - Basel: MDPI, Bd. 12 (2022), 11, insges. 8 S.;
[Imp.fact.: 2.67]

Becker, Julia; Schmigalla, Sven; Schultze, Sabine; Rittinghaus, Silja-Katharina; Weisheit, Andreas; Schmelzer, Janett; Krüger, Manja

High temperature oxidation performance of an additively manufactured Mo₉Si₈B alloy
Oxidation of metals - Dordrecht [u.a.]: Springer Science + Business Media B.V., Bd. 97 (2022), S. 167-181;
[Imp.fact.: 1.938]

Betke, Ulf; Mendoza, Danielle Chazaro; Scheffler, Michael

Reticulated open-cellular aluminum nitride ceramic foams - effect of sintering aids on microstructural, thermal, and mechanical properties
International journal of applied ceramic technology - Westerville, Ohio: Wiley-Blackwell . - 2022, insges. 9 S.;
[Imp.fact.: 2.328]

Betke, Ulf; Schrake, Daniel; Scheffler, Michael

Reticulated ceramic foams from alumina-chromia solid solutions - a feasibility study
International journal of applied ceramic technology - Westerville, Ohio: Wiley-Blackwell, Bd. 19 (2022), 1, S. 188-199; <http://dx.doi.org/10.1111/ijac.13808> 10.25673/94501
[Imp.fact.: 1.762]

Drexler, Andreas; Konert, Florian; Sobol, Oded; Rhode, Michael; Domitner, Josef; Sommitsch, Christof; Böllinghaus, Thomas

Enhanced gaseous hydrogen solubility in ferritic and martensitic steels at low temperatures
International journal of hydrogen energy - New York, NY [u.a.]: Elsevier . - 2022, insges. 15 S.;
[Imp.fact.: 7.139]

Döring, Joachim; Basten, Stephan; Ecke, Martin; Herbster, Maria; Kirsch, Benjamin; Halle, Thorsten; Lohmann, Christoph H.; Bertrand, Jessica; Aurich, Jan C.

Surface integrity modification of CoCrMo alloy by deep rolling in combination with sub-zero cooling as potential implant application
Journal of biomedical materials research / B - Hoboken, NJ: Wiley, 1996 . - 2022, insges. 12 S.;
[Imp.fact.: 3.405]

Engel, Stefan; Bönnighausen, Judith; Stegemann, Frank; Touzani, Rachid S.; Janka, Oliver

SrAl₅Pt₃ and Sr₂Al₆Pt₉ - two new strontium aluminum platinumides
Zeitschrift für Naturforschung / B - Berlin: De Gruyter . - 2022;
[Imp.fact.: 1.047]

Galetz, M. C.; Ulrich, A. S.; Hasemann, Georg; Krüger, Manja

Refractory metal-based high entropy silicide-borides - the future of materials beyond MoSiB?
Intermetallics - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Bd. 148 (2022), insges. 1 S.;
[Imp.fact.: 3.758]

Harnisch, Karsten; Wilke, Markus; Schulz, Jana; Sureck, Ludwig

3D-Druck - Funktionalisierte Pulverlackbeschichtungen
Journal für Oberflächentechnik - Wiesbaden: Vieweg, Bd. 62 (2022), 11\$46-49;

Herbster, Maria; Harnisch, Karsten; Kriegel, Paulina; Heyn, Andreas; Krüger, Manja; Lohmann, Christoph H.; Bertrand, Jessica; Halle, Thorsten

Microstructural modification of TiAl6V4 alloy to avoid detrimental effects due to selective in vivo crevice corrosion

Materials - Basel: MDPI, 2008, Bd. 15 (2022), 16, insges. 26 S.;
[Imp.fact.: 3.748]

Herbster, Maria; Rosemann, Paul; Michael, Oliver; Harnisch, Karsten; Ecke, Martin; Heyn, Andreas; Lohmann, Christoph H.; Bertrand, Jessica; Halle, Thorsten

Microstructure-dependent crevice corrosion damage of implant materials CoCr28Mo6, TiAl6V4 and REX 734 under severe inflammatory conditions

Journal of biomedical materials research / B - Hoboken, NJ: Wiley, 1996, Bd. 110 (2022), 7, S. 1687-1704;
[Imp.fact.: 3.405]

Heyn, Andreas

Korrosionsdiagnostik mit Gel-Elektrolyten. Teil 3: Agar-Gele

Galvanotechnik: älteste Fachzeitschrift für die Praxis der Oberflächentechnik - Bad Saulgau: Leuze, Bd. 113 (2022), 1, S. 33-36

Heyn, Andreas

Korrosionsdiagnostik mit Gel-Elektrolyten. Teil 4 - Corrosion diagnostics with gel electrolytes. Part 4: Electrochemical measurements/continuation of issue 1/22

Galvanotechnik: älteste Fachzeitschrift für die Praxis der Oberflächentechnik - Bad Saulgau: Leuze, Bd. 113 (2022), 2, S. 165-170

Karpuschewski, Bernhard; Kotsun, Yuri; Maiboroda, Viktor; Borysenko, Dmytro; Herbster, Maria; Sölter, Jens

Magnetic-abrasive machining in manufacturing of medical implants

Procedia CIRP/ CIRP - The International Academy for Production Engineering - Amsterdam [u.a.]: Elsevier, Bd. 108 (2022), S. 577-582;

Kromm, Arne; Thomas, Maximilian; Kannengießer, Thomas; Gibmeier, Jens; Vollert, Florian

Assessment of the solidification cracking susceptibility of welding consumables in the vareststraint test by means of an extended evaluation methodology

Advanced engineering materials - Weinheim: Wiley-VCH Verl., Bd. 24 (2022), 6, insges. 9 S.;
[Imp.fact.: 3.862]

Laquai, René; Schaupp, Thomas; Griesche, Axel; Müller, Bernd R.; Kupsch, Andreas; Hannemann, Andreas; Kannengießer, Thomas; Bruno, Giovanni

Quantitative analysis of hydrogen-assisted microcracking in duplex stainless steel through X-ray refraction 3D imaging

Advanced engineering materials - Weinheim: Wiley-VCH Verl., Bd. 24 (2022), 6, insges. 10 S.;
[Imp.fact.: 3.862]

Li, Quan; Tsai, Chen-Chih; Scheffler, Michael; Joshi, Shiv; Bordia, Rajendra K.

Macrostructural design of highly porous SiOC ceramic foams by preceramic polymer viscosity tailoring

Ceramics international - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Bd. 48 (2022), 1, S. 224-231;
[Imp.fact.: 4.527]

Nizinkovskyi, Rostyslav; Halle, Thorsten; Krüger, Manja

Influence of elasticity on the morphology of fcc-Cu precipitates in Fe-Cu alloys - a phase-field study

Journal of nuclear materials - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Bd. 566 (2022);
[Imp.fact.: 2.936]

Petrusha, Vadym; Hasemann, Georg; Touzani, Rachid Stefan; Bolbut, Volodymyr; Bogomol, Iurii; Krüger, Manja

Microstructure formation of cast and directionally solidified Mo-Ti-B alloys

Metals - Basel: MDPI, Bd. 12 (2022), 6, insges. 13 S.;
[Imp.fact.: 2.351]

Quackatz, Lukas; Griesche, Axel; Kannengießer, Thomas

Spatially resolved EDS, XRF and LIBS measurements of the chemical composition of duplex stainless steel welds - a comparison of methods
Spectrochimica acta / B - Amsterdam [u.a.]: Elsevier, Bd. 193 (2022);
[Imp.fact.: 3.752]

Rhode, Michael; Nietzke, Jonathan; Richter, Tim; Mente, Tobias; Mayr, Peter; Nitsche, Alexander

Hydrogen effect on mechanical properties and cracking of creep-resistant 9% Cr P92 steel and P91 weld metal
Welding in the world - Berlin: Springer . - 2022, insges. 12 S.;
[Imp.fact.: 1.984]

Richter, Tim; Arroyo, Diego Delgado; Boerner, Andreas; Schroepfer, Dirk; Rhode, Michael; Lindner, Thomas; Loebel, Martin; Preuß, Bianca; Lampke, Thomas

Ultrasonic assisted milling of a CoCrFeNi medium entropy alloy
Procedia CIRP/ CIRP - The International Academy for Production Engineering - Amsterdam [u.a.]: Elsevier, Bd. 108 (2022), S. 879-884;

Richter, Tim; Giese, Marcel; Rhode, Michael; Schroepfer, Dirk; Michael, Thomas; Fritsch, Tobias

Influence of Surface Preparation on Cracking Phenomena in TIG-Welded High and Medium Entropy Alloys
Journal of manufacturing and materials processing - Basel: MDPI, Bd. 6 (2022), 1, insges. 13 S.;

Richter, Tim; Schroepfer, Dirk; Rhode, Michael

Residual stresses in a high- and a medium-entropy alloy due to TIG and friction stir welding
Journal of manufacturing and materials processing - Basel: MDPI, Bd. 6 (2022), 6, insges. 11 S.;

Rohde, Michael; Nietzke, Jonathan; Mente, Tobias; Richter, Tim; Kannengiesser, Thomas

Characterization of hydrogen diffusion in offshore steel S420G2+M multi-layer submerged arc welded joint
Journal of materials engineering and performance - New York, NY: Springer . - 2022, insges. 13 S.;

[Imp.fact.: 1.819]

Scharf-Wildenhain, Ronny; Haelsig, André; Hensel, Jonas; Wandtke, Karsten; Schroepfer, Dirk; Kromm, Arne; Kannengießer, Thomas

Influence of heat control on properties and residual stresses of additive-welded high-strength steel components
Metals - Basel: MDPI, Bd. 12 (2022), 6, insges. 10 S.;

[Imp.fact.: 2.351]

Sprengel, Maximilian; Mohr, Gunther; Altenburg, Simon J.; Evans, Alexander; Serrano-Munoz, Itziar; Kromm, Arne; Pirling, Thilo; Bruno, Giovanni; Kannengießer, Thomas

Triaxial residual stress in laser powder bed fused 316L - effects of interlayer time and scanning velocity
Advanced engineering materials - Weinheim: Wiley-VCH Verl., Bd. 24 (2022), 6, insges. 13 S.;

[Imp.fact.: 3.862]

Stangl, Christoph; Kollmannsberger, Eva; Zimogliadova, Tatiana A.; Krüger, Manja; Saage, Holger

Influence of a fine-grained surface structure on the tensile behaviour of a beta stabilised intermetallic γ -TiAl-based alloy
Intermetallics - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Bd. 146 (2022), insges. 11 S.;

[Imp.fact.: 3.758]

Sutygina, Alina; Betke, Ulf; Scheffler, Michael

Effect of the cell count on geometrical, mechanical, and thermal properties of hierarchical-porous reticulated copper foams from a combination of sponge replication and freeze-drying techniques
Advanced engineering materials - Weinheim: Wiley-VCH Verl., 1999, Bd. 24 (2022), 10, insges. 7 S.;

[Imp.fact.: 4.122]

Sutygina, Alina; Betke, Ulf; Scheffler, Michael

Manufacturing of open-cell aluminium foams - comparing the sponge replication technique and its combination with the freezing method
Materials - Basel: MDPI, Bd. 15 (2022), 6, insges. 14 S.;

[Imp.fact.: 3.623]

Teslia, Sergii; Solodkyi, Ievgen; Yurkova, Oleksandra; Bezdorozhev, Oleksii; Bogomol, Iurii; Loboda, Petro

Phase compatibility in (WC-W₂C)/AlFeCoNiCrTi composite produced by spark plasma sintering
Journal of alloys and compounds - Lausanne: Elsevier, Bd. 921 (2022), insges. 9 S.;
[Imp.fact.: 6.371]

Voges, Jannik; Smokovych, Iryna; Duvigneau, Fabian; Scheffler, Michael; Juhre, Daniel

Modeling the oxidation of a polymer-derived ceramic with chemo-mechanical coupling and large deformations
Acta mechanica - Wien: Springer . - 2022, insges. 23 S.;
[Imp.fact.: 2.698]

Winkler, Marian; Gawert, Christian; Bähr, Rüdiger; Jüttner, Sven; Trommer, Frank

Investigation of the friction weldability of an AlSi10MnMg-alloy reinforced with 30 Vol.-% silicon carbide particles with the adequate monolithic material
Journal of advanced joining processes - Amsterdam: Elsevier, Bd. 5 (2022), insges. 12 S.;

Yang, W. G.; Hasemann, Georg; Yazlak, M.; Gorr, B.; Schwaiger, Ruth; Krüger, Manja

Ternary V_{ss}-V₃Si-V₅SiB₂ eutectic formation in the V-Si-B system
Journal of alloys and compounds - Lausanne: Elsevier, Bd. 902 (2022);
[Imp.fact.: 5.316]

Yang, W. G.; Touzani, Rachid Stefan; Hasemann, Georg; Yazlak, M.; Ziegner, M.; Gorr, B.; Schwaiger, R.; Krüger, Manja

V₈SiB₄ - a new ternary phase in the V-Si-B system
Intermetallics - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Bd. 151 (2022), insges. 12 S.;
[Imp.fact.: 4.075]

Yazlak, Mustafa; Christ, H.-J.; Yang, W.; Krüger, Manja; Hasemann, Georg; Gorr, B.

Thermodynamic modelling of the V-Ti-B system
Calphad - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Bd. 79 (2022);
[Imp.fact.: 2.004]

NICHT BEGUTACHTETE ZEITSCHRIFTENAUFsätze

Ahmed, Saad; Full, Markus; Rottengruber, Hermann

A modular methodology for complete vehicle thermal management simulations
SAE technical papers/ Society of Automotive Engineers - Warrendale, Pa.: Soc. . - 2022, insges. 27 S.;

BEGUTACHTETE BUCHBEITRäge

Altenbach, Holm; Beitelschmidt, Michael; Kästner, Markus; Naumenko, Konstantin; Wallmersperger, Thomas

Preface
Material modeling and structural mechanics - Cham: Springer International Publishing; Altenbach, Holm . - 2022, S. vii-xi - (Advanced Structured Materials; 161)

Hepner, Eric; Woschke, Elmar; Schreiber, Vincent; Jüttner, Sven

Modellentwicklung zur Vorauslegung von reibgeschweißten Aluminium-Stahl Hybridverbindungen durch ganzheitliche Abbildung der Verbindungsbildung mittels FEM
Kongress: DVS Congress 2022, Koblenz, 19. -21. September 2022, DVS Congress 2022 - Düsseldorf: DVS Media GmbH . - 2022, S. 216-222 - (DVS Berichte; Band 382)

Judex, Christian; Zinke, Manuela; Jüttner, Sven

Schweißplattieren mit dem MSG-Heißdraht-Schweißprozess
31. Schweißtechnische Fachtagung - Tagungsband zur gleichnamigen Fachtagung am 12. Mai 2022 in Barleben - Magdeburg: Verlag Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg; Zinke, Manuela *1966-* . - 2022, S. 67-74;

Krauss, Norman; Urban, Florian; Meyerdierks, Martin; Zinke, Manuela

Anpassung des PVR-Tests zur Charakterisierung der Heißbrissneigung von hoch manganhaltigen Mischverbindungen mit definierten Aufmischungsgraden

42. Assistentenseminar Füge-technik - Düsseldorf: DVS Media GmbH . - 2022 - (DVS Berichte; 385)

Köhler, Marcel

Additive Herstellung von hochporösen Aluminiumschaumstrukturen mittels Wire and Arc Additive Manufacturing (WAAM)

DVS #ADDITIVFERTIGUNG: METALL IN BESTFORM - Düsseldorf: DVS Media GmbH . - 2022, S. 143-149 - (Berichte Band; 383)

Körner, Markus; Schmicker, David; Urban, Florian; Jüttner, Sven; Woschke, Elmar

Simulativ gestützte Charakterisierung eines momentenreduzierten Rotationsreißschweißprozesses

Kongress: DVS Congress 2022, Koblenz, 19. -21. September 2022, DVS Congress 2022 - Düsseldorf: DVS Media GmbH . - 2022 - (DVS Berichte; Band 382)

Rhode, Michael; Czeskleba, Denis; Kannengießer, Thomas

Kurzbericht zum Projekt Entwicklung von Wärmenachbehandlungskonzepten zur Vermeidung von Spannungsrelaxationsrissen an Bauteilen aus hochwarmfesten Stählen (DVS-Nr. 01.2261 / IGF-Nr. 20171 N)

Kongress: DVS Congress 2022, Koblenz, 19. -21. September 2022, DVS Congress 2022 - Düsseldorf: DVS Media GmbH . - 2022, S. 76-82 - (DVS Berichte; Band 382)

Rhode, Michael; Nietzke, Jonathan; Czeskleba, Denis; Kannengießer, Thomas

Untersuchung von Spannungsrelaxationsrissmechanismen mittels Simulation einachsiger Spannungszustände in der Grobkornzone von UP-geschweißtem CrMoV-Stahl

Kongress: DVS Congress 2022, Koblenz, 19. -21. September 2022, DVS Congress 2022 - Düsseldorf: DVS Media GmbH . - 2022, S. 69-75 - (DVS Berichte; Band 382)

Richter, Tim; Rhode, Michael; Schröpfer, Dirk

Innovative Multielement-Legierungen - aktuelle Ergebnisse zur Schweißbarkeit und Anwendungseigenschaften

Kongress: DVS Congress 2022, Koblenz, 19. -21. September 2022, DVS Congress 2022 - Düsseldorf: DVS Media GmbH . - 2022, S. 62-68 - (DVS Berichte; Band 382)

Schlosser, Benjamin; Bethge, E.; Jüttner, Sven

Beeinflussung von Mikrostruktur und Eigenschaften beim additiven Lichtbogenschweißen von Nickelbasis-Superlegierungen

DVS #ADDITIVFERTIGUNG: METALL IN BESTFORM - Düsseldorf: DVS Media GmbH . - 2022, S. 112-119 - (Berichte Band; 383)

Schlosser, Benjamin; Bethge, Eric; Jüttner, Sven

Vermeidung des Humping-Effekts beim Lagenaufbau dünner Wände der Aluminium-Legierung AlSi10Mg im WAAM-Prozess

DVS #ADDITIVFERTIGUNG: METALL IN BESTFORM - Düsseldorf: DVS Media GmbH . - 2022, S. 300-383 - (Berichte Band; 383)

Schlosser, Benjamin; Jüttner, Sven

Generatives MSG-Schweißen zur geometrischen Modifikation von Aluminium-Druckgussbauteilen MSGenerAI

31. Schweißtechnische Fachtagung - Tagungsband zur gleichnamigen Fachtagung am 12. Mai 2022 in Barleben/ Schweißtechnische Fachtagung - Magdeburg: Verlag Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg; Zinke, Manuela *1966-* . - 2022, S. 93;

Schreiber, Vincent; Meyerdierks, Martin; Jüttner, Sven; Böhne, Christoph; Meschut, Gerson; Seitz, Georg; Rethmeier, Michael

Validierung von Methoden zur Vermeidung von Liquid Metal Embrittlement an realitätsnahen Prinzipbauteilen (IGF 21483 BG/ P 1488)

31. Schweißtechnische Fachtagung - Tagungsband zur gleichnamigen Fachtagung am 12. Mai 2022 in Barleben/ Schweißtechnische Fachtagung - Magdeburg: Verlag Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg; Zinke, Manuela *1966-* . - 2022, S. 91;

Schröder, Nina; Rhode, Michael; Kannengießer, Thomas

Experimentelle Bestimmung und thermodynamische Modellierung des Ausscheidungsverhaltens in der WEZ eines S690QL bei unterschiedlichen Mikrolegierungsrouten
Kongress: DVS Congress 2022, Koblenz, 19. -21. September 2022, DVS Congress 2022 - Düsseldorf: DVS Media GmbH . - 2022, S. 131-137 - (DVS Berichte; Band 382)

Ullrich, Moritz; Schreiber, Vincent; Jüttner, Sven

Untersuchung zur Nutzung eines Einlegeelementes beim Widerstandspunktschweißen von pressgehärteten Blechen
Kongress: DVS Congress 2022, Koblenz, 19. -21. September 2022, DVS Congress 2022 - Düsseldorf: DVS Media GmbH . - 2022, S. 28-34 - (DVS Berichte; Band 382)

Ullrich, Moritz; Wohner, Maximilian; Nimitz, Pascal; Jüttner, Sven

Prozessüberwachung des Widerstandspunktschweißens auf Basis des Elektrodenweges
43. Assistentenseminar Füge-technik - Düsseldorf: DVS Media GmbH . - 2022 - (DVS Berichte; 386)

Urban, Florian; Kauss, Norman; Hütter, Sebastian; Zinke, Manuela; Jüttner, Sven

Erweitern des Konstitutionsschaubildes für hoch Mn-haltige Stähle in Mischschweißverbindung durch Gefährdungsbereiche
Kongress: DVS Congress 2022, Koblenz, 19. -21. September 2022, DVS Congress 2022 - Düsseldorf: DVS Media GmbH . - 2022 - (DVS Berichte; Band 382)

Zinke, Manuela; Burger, Stefan; Jüttner, Sven

Properties of additively manufactured deposits of alloy 718 using CMT process depending on wire batch and shielding gas
Engineering principles - IntechOpen; Cooke, Kavian . - 2022;

Zinke, Manuela; Jüttner, Sven; Burger, Stefan

Eigenschaften additiv MSG-geschweißter Komponenten aus der Ni-Basislegierung Alloy 625
Kongress: DVS Congress 2022, Koblenz, 19. -21. September 2022, DVS Congress 2022 - Düsseldorf: DVS Media GmbH . - 2022, S. 468-475 - (DVS Berichte; Band 382)

Zinke, Manuela; Wittig, Benjamin; Stützer, Juliane; Burger, Stefan; Jüttner, Sven

Erzielung werkstoffspezifischer Eigenschaften beim generativen Schutzgasschweißen fertigungskonturnaher Strukturen aus Duplexstahl
DVS #ADDITIVFERTIGUNG: METALL IN BESTFORM - Düsseldorf: DVS Media GmbH . - 2022, S. 120-128 - (Berichte Band; 383)

HERAUSGEBERSCHAFTEN

Zinke, Manuela; Schasse, René; Berndt, Dietmar

31. Schweißtechnische Fachtagung - Tagungsband zur gleichnamigen Fachtagung am 12. Mai 2022 in Barleben Magdeburg: Verlag Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, 2022, 1. Auflage, Mai 2022, 1 Online-Ressource (97 Seiten, 13,33 MB), Illustrationen;
Kongress: Schweißtechnische Fachtagung 31 (Barleben : 2022.05.12)

NICHT BEGUTACHTETE BUCHBEITRÄGE

Kleemann, Ronny; Schwedler, Olaf; Busch, Hendrik

Contribution to the calibration of extrusion dies for wire-based rotary extrusion of geometrically complex copper profiles
Konferenz: MEFORM 2022, Freiberg, 17.-18.03.2022, MEFORM 2022 - Alles auf Draht - Freiberg: Technische Universität, Bergakademie . - 2022, S. 5-11

Schreiber, Vincent; Zvorykina, Anastasia; Jüttner, Sven

Dissimilar joints of ultra-high strength steel 22MnB5 and aluminum AW 6016 prepared by projection welding with insert elements

Konferenz: 6th International Conference on Steels in Cars and Trucks, SCT 2022, Milan, Italy, 19-23.06.2022, Steels in cars and trucks - Aachen: TEMA Technologie Marketing AG . - 2022, insges. 10 S.

Ullrich, Moritz; Nimitz, Pascal; Wohner, Maximilian; Jüttner, Sven

Online process monitoring - an approach for process control during resistance spot welding based on electrode displacement

Konferenz: 6th International Conference on Steels in Cars and Trucks, SCT 2022, Milan, Italy, 19-23.06.2022, Steels in cars and trucks - Aachen: TEMA Technologie Marketing AG . - 2022, insges. 8 S.

Urban, Florian; Kauss, Norman; Hütter, Sebastian; Zinke, Manuela; Jüttner, Sven

Indication of weld defects in constitution diagram for dissimilar metal welding of high Mn steels

Konferenz: 6th International Conference on Steels in Cars and Trucks, SCT 2022, Milan, Italy, 19-23.06.2022, Steels in cars and trucks - Aachen: TEMA Technologie Marketing AG . - 2022, insges. 10 S.

ABSTRACTS

Döring, Joachim; Buchholz, Adrian; Herbster, Maria; Gehring, Jennifer; Betke, Ulf; Bertrand, Jessica; Lohmann, Christoph H.; Łapaj, Łukasz

Analyse von Art und Schwere der Schäden an ZTA-Keramik-Hüftimplantaten

12. Kongress der Deutschen Gesellschaft für Biomechanik (DGfB) - Köln: Deutsche Gesellschaft für Biomechanik, 2022; Potthast, Wolfgang *1967-* . - 2022, S. 202;

DISSERTATIONEN

Berkefeld, Joerg; Bartel, Dirk [AkademischeR BetreuerIn]; Scheffler, Michael [AkademischeR BetreuerIn]

Einfluss der Topographie und Werkstoffcharakteristik des metallischen Reibgegenparts auf die Tribologie von geregelten, trockenlaufenden Kupplungssystemen in Fahrzeuganwendungen

Düren: Shaker Verlag, 2022, XVI, 150, A1-A5 Seiten, Illustrationen, Diagramme, 21 cm x 14.8 cm, 266 g - (Fortschritte in der Maschinenkonstruktion; Band 1/2022)

Dieck, Sebastian; Halle, Thorsten [AkademischeR BetreuerIn]

"Quenching & Partitioning" - Wärmebehandlung an martensitisch nichtrostenden Stählen

Magdeburg: Universitätsbibliothek, 2022, 1 Online-Ressource (XIII, 164 Seiten, 546,36 MB), Illustrationen;

Künzel, Christian; Scheffler, Franziska [AkademischeR BetreuerIn]; Scheffler, Michael [AkademischeR BetreuerIn]; Sauerhering, Jörg [AkademischeR BetreuerIn]

Entwicklung eines dispersionsbasierten Druckverfahrens zur Herstellung von thermoelektrischen Mikroschichten

Magdeburg: Universitätsbibliothek, 2022, 1 Online-Ressource (XII, 146, Seite IX-LXXVII, 98,21 MB), Illustrationen;

Najuch, Marcel; Jüttner, Sven [AkademischeR BetreuerIn]

Numerisch gestützte Entwicklung eines einseitigen Widerstandslötprozesses an Blech-Rohrverbindungen

Magdeburg: Universitätsbibliothek, 2022, 1 Online-Ressource (XVI, 142 Seiten, 8,1 MB), Illustrationen, Diagramme;

Rahman, Rana Atta ur; Juhre, Daniel [AkademischeR BetreuerIn]; Halle, Thorsten [AkademischeR BetreuerIn]

Identification of thermal and mechanical parameters for Fe-15Mn-10Cr-8Ni-4Si (wt. %) ferrous based shape memory alloy

Magdeburg: Universitätsbibliothek, 2022, 1 Online-Ressource (xii, 117 Blätter, 4,25 MB), Illustrationen;

Schmelzer, Janett; Krüger, Manja [AkademischeR BetreuerIn]

Microstructure and properties of powder metallurgical manufactured V-rich V-Si-B alloys for high-temperature application

Magdeburg: Universitätsbibliothek, 2022, 1 Online-Ressource (XVII, 124 Blätter, 8,23 MB), Illustrationen, Diagramme;

Schulze, Steffen; Halle, Thorsten [AkademischeR BetreuerIn]

Inline-Festwalzen zur Erhöhung der Zahnfußtragfähigkeit

Düren: Shaker Verlag, 2022, XV, 145 Seiten, Illustrationen, Diagramme, 21 cm x 14.8 cm, 252 g - (Berichte aus dem Institut für Fertigungstechnik und Qualitätssicherung Magdeburg; Band 50)

Sutygina, Alina; Scheffler, Michael [AkademischeR BetreuerIn]; Scheffler, Franziska [AkademischeR BetreuerIn]

Manufacturing and characterization of open-cell metal foams with high strut porosity

Magdeburg: Universitätsbibliothek, 2022, 1 Online-Ressource (XIV, 134 Blätter, 10,97 MB), Illustrationen;

Thomas, Maximilian; Kannengießer, Thomas [AkademischeR BetreuerIn]

Verbesserung der Übertragbarkeit von Erstarrungsrisssprüfungen nach dem MVT-Verfahren durch Digitalisierung der Probenauswertung

Berlin: Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM), 2022, xii,145 Seiten, Illustrationen, Diagramme, 24 cm - (BAM Dissertationsreihe; Band 171), 1613-4249

Wilke, Markus; Halle, Thorsten [AkademischeR BetreuerIn]; Weiß, Helmut [AkademischeR BetreuerIn]

Pyroelektrische Röntgenquellen zur Materialanalyse

Magdeburg: Universitätsbibliothek, 2022, 1 Online-Ressource (XII, 118 Blätter, 22,27 MB), Illustrationen;