



FAKULTÄT FÜR
MASCHINENBAU

Forschungsbericht 2015

Institut für Werkstoff- und Fügetechnik

INSTITUT FÜR WERKSTOFF- UND FÜGETECHNIK

Universitätsplatz 2, 39106 Magdeburg
Tel. +49 (0)391 67 58741 oder -58613, Fax +49 (0)391 67 12037
iwf@ovgu.de
www.ovgu.de/iwf

1. Leitung

Prof. Dr.-Ing. Sven Jüttner (Geschäftsführender Institutsleiter)
Prof. Dr. rer. nat. Michael Scheffler
Prof. Dr.-Ing. habil. Thorsten Halle
apl. Prof. Dr.-Ing. habil. Gerhard Mook
Jun.-Prof. Dr.-Ing. Manja Krüger
Dipl.-Ing. Gabriele Dietze
Dr.-Ing. Jörg Pieschel

2. Hochschullehrer

Prof. Dr.-Ing. Sven Jüttner (Lehrstuhl Fügetechnik)
Prof. Dr. rer. nat. Michael Scheffler (Lehrstuhl Nichtmetallische Werkstoffe)
Prof. Dr.-Ing. habil. Thorsten Halle (Lehrstuhl Metallische Werkstoffe)
apl. Prof. Dr.-Ing. habil. Gerhard Mook
Jun.-Prof. Dr.-Ing. Manja Krüger
Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Thomas Kannengießer
Prof. Dr.-Ing. habil. Thomas Böllinghaus (Honorarprofessor)
Dr.-Ing. Manuela Zinke

3. Forschungsprofil

Werkstoffe und Maschinenbau haben an der Otto-von-Guericke-Universität in Magdeburg und in seiner Umgebung eine lange Tradition, die vom Institut für Werkstoff- und Fügetechnik (IWF) mit getragen wird. Als Einrichtung der Fakultät für Maschinenbau bilden wir mit unseren Arbeitsgruppen den Kernbereich des Forschungs- und Ausbildungsschwerpunktes Werkstoffe und Fügetechnik an unserer Universität.

Dabei liegt der Fokus auf folgenden Forschungs- und Entwicklungsschwerpunkten:

- Herstellung neuartiger metallischer Werkstoffe und Entwicklung neuartiger Verfahren zur Herstellung anorganisch-nichtmetallischer Multifunktionswerkstoffe
- Mikrostruktur, mechanische Eigenschaften und Wärmebehandlung metallischer Werkstoffe
- Schweißtechnologien und Schweißbeignung insbesondere metallischer Werkstoffe
- Korrosion und Korrosionsschutz metallischer Werkstoffe
- Charakterisierung und zerstörungsfreie Prüfung von Werkstoffen.

Neben der Bearbeitung von grundlagen- und anwendungsorientierten Forschungsprojekten bringen wir unsere Erfahrungen auch als Dienstleister in Forschungs Kooperationen mit Industrie und Akademia ein. Die Umsetzung erfolgt dabei in Lehrstühlen, Arbeitsgruppen und speziell ausgestatteten Laboren.

4. Serviceangebot Fügetechnik (Prof. Jüttner)

- Lichtbogenschweißen von hochfesten, hochlegierten Stählen, Ni-Basiswerkstoffen und Leichtmetalllegierungen
- Analyse der Heißrissneigung von Werkstoffen beim Schweißen mittels PVR- und Gleeble-Test
- Prüfung auf verzögerte Kaltrisse an höchstfesten Stahlwerkstoffen
- Prozesskette zum Formhärten mit definierter Ofenatmosphäre und Temperaturverlauf, Schweißtechnische Verarbeitung formgehärteter Stähle
- Bestimmung der Gasgehalte (H, N, O) an Stählen und Aluminiumwerkstoffen
- Widerstandsschweißen von hochfesten und hochlegierten Stahlblechen und Aluminiumlegierungen
- Laserstrahlschneiden und -schweißen
- Pulver-Flammspritzschichten und Charakterisierung von Spritzschichten
- Schadensfalluntersuchungen und Beratung für Schweißtechnologien und -Anwendungen

Werkstofftechnik - Nichtmetallische Werkstoffe (Prof. Scheffler)

- Anorganisch-nichtmetallische zelluläre Werkstoffe für Energietechnik, Umweltkatalyse und Feuerfestanwendungen
- Tauch- und Sprühbeschichtung metallischer und keramischer Substrate
- thermodynamische Modellierung von Hochtemperaturreaktionen
- computertomographische Werkstoffcharakterisierung
- neuartige Verbundwerkstoffe aus molekularen Vorstufen
- Erzeugung und Charakterisierung magnetischer Funktionsschichten

Werkstofftechnik - Metallische Werkstoffe (Prof. Halle)

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

Werkstofftechnik - Korrosion (Prof. Halle)

- Korrosionsverhalten und Korrosionsschutz von nichtrostenden Stählen, Ni-Basis-Legierungen, Al-Legierungen, Mg-Legierungen, verzinkten Stählen u. a. Überzugmetallen
- Anwendung und Weiterentwicklung elektrochemischer Prüf- und Untersuchungsmethoden (elektrochemisches Rauschen, Polarisationsmethoden, kombinierte Methoden)
- Kurzzeit-Korrosionsprüfungen zum Parameter-Screening für die Entwicklung und Optimierung von Korrosionsschutzmethoden (Vorbearbeitungen, Beschichtungen und Überzüge, Inhibitoren etc.)
- Instrumentierung von Versuchsanlagen für ein Corrosion Monitoring
- Aufklärung und Beratung zu Schadensfällen durch Korrosion

Werkstofftechnik - Mikrostrukturcharakterisierung (Dr. Rannabauer)

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

Werkstofftechnik - Spezielle Metallische Werkstoffe (Jun.-Prof. Krüger)

- pulvermetallurgische Herstellung und Charakterisierung von Hochtemperaturwerkstoffen
- Gefüge-Eigenschafts-Beziehungen gerichtet erstarrter, silizid- und boridverstärkter Hochtemperaturwerkstoffe
- Gefüge-Eigenschafts-Beziehungen von Werkstoffen für den Einsatz im Automobilbau unter statischer und zyklischer Beanspruchung bei erhöhter Temperatur
- Oxidationsverhalten von intermetallischen Werkstoffen auf Molybdän, Chrom- Wolfram- und Vanadiumbasis
- Kriechverhalten von metallischen Hochtemperaturwerkstoffen mit intermetallischen Phasen

Werkstofftechnik - Zerstörungsfreie Werkstoffprüfung (Prof. Mook)

- Randschichtprüfung von Aluminiumwerkstoffen
- Anomalien in Triebwerksscheiben aus Titan- und Nickellegierungen
- adaptive Werkstoffsysteme
- Structural Health Monitoring von CFK mittels Lambwellen
- Wirbelstromprüfung auf interkristalline Korrosion austenitischer Stähle
- Wirbelstromprüfung von CFK
- Eigenschaftsbestimmung von ADI-Guss
- Wirbelstromprüfsysteme und -verfahren

5. Kooperationen

- Corodur Verschleiss-Schutz GmbH, Thale
- Fritz Stepper GmbH & Co.KG , Pforzheim
- Karlsruher Institut für Technologie
- Porsche Leipzig GmbH, Leipzig
- Solvis GmbH & Co. KG, Braunschweig
- Universität Bayreuth
- Viessmann AG
- Volkswagen AG, Wolfsburg
- Vorrichtungsbau Giggel GmbH, Bösdorf

6. Forschungsprojekte

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. Sven Jüttner

Projektbearbeiter: M.Sc. Niels Holtschke

Förderer: BMWi/AIF; 02.05.2014 - 30.04.2016

Entwicklung einer Kurzimpuls-Widerstandsschweißeinrichtung zum Fügen von Leichtbauelementen

Das Widerstandsschweißen stellt ein sehr kosten- und energieeffizientes Schweißverfahren für den Dünnschichtbereich dar, wie seine weite Verbreitung u.a. in der Automobil- und Fahrzeugproduktion belegt. Mit den Herausforderungen durch den Leichtbau in diesem Bereich werden zunehmend neue höchstfeste Stahlgüten, Leichtmetalle und faserverstärkte Kunststoffe eingesetzt, die zu einer Vielzahl von Neuentwicklungen in der Fügetechnik geführt haben.

In dem Projekt soll daher eine neuartige Schweißstromquelle entwickelt werden, mit der die zukünftigen Leichtbaustrukturen gefügt werden können. Hierzu werden umfangreiche Modellsimulationen entwickelt und geeignete Prozessparameterverläufe abgeleitet, um daraus eine angepasste Anlagentechnik zu realisieren. Dabei soll insbesondere ein neuartiger Leistungsumrichter und Energieübertrager entwickelt werden.

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. Sven Jüttner

Förderer: BMWi/AIF; 01.05.2015 - 30.04.2017

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

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

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

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. Sven Jüttner

Projektbearbeiter: M.Sc. Oleksii Sherepenko

Förderer: BMWi/AIF; 01.07.2015 - 30.06.2017

Ganzheitliche Lebensdauererhöhung von Widerstandspunktschweißelektroden durch Einsatz verschleißabhängiger Fräsintervalle und dispersionsgehärteter Kupferwerkstoffe

Zur Erhöhung der Lebensdauer von Punktschweißelektroden wurde das Elektrodenkappenfräsen entwickelt, mit dem die Auflegierungsschicht abgespannt und die ursprüngliche Elektrodengeometrie wieder hergestellt wird. Die Festlegung der Nacharbeitszyklen erfolgt dabei über Erfahrungswerte, so dass überwiegend zu frühzeitig zu viel Material abgetragen wird. Diese starren Fräszyklen führen zu einem unnötig hohen Materialverbrauch.

Die zweite Fragestellung betrachtet die Prozessfähigkeit von Standard CuCr1Zr-Elektroden im Vergleich zu dispersionsgehärteten Kupferelektroden hinsichtlich des Verschleißverhaltens für unterschiedlich beschichtete hoch- und höchstfeste Stähle (AHSS und UHSS).

In diesem Forschungsvorhabens sollen folgende Ergebnisse erzielt werden:

1. Vorgaben zu bedarfsgerechten Frässtrategien für CuCr1Zr-Elektroden und für dispersionsgehärtete Elektroden
 2. Aussagen zum Fräsverhalten und Vorgaben zum Fräsen unterschiedlicher Elektrodenwerkstoffe
 3. Prozessfenster und Standmengenkurven für charakteristische anspruchsvollen Fügeaufgaben für Standard-Elektroden und für die dispersionsgehärteten Elektroden
 4. Experimentelle Ermittlung der wesentlichen temperaturabhängigen Kennwerte der dispersions-gehärteten Kupferwerkstoffe und Simulation der Schweißbereichsdiagramme mittels SORPAS® auf Basis dieser Kennwerte
 5. Leitfaden & Methodik zur anwendungsgerechten Auswahl angepasster Elektrodenwerkstoffe hinsichtlich Verschleiß und Frässtrategie.
-

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. Sven Jüttner

Projektbearbeiter: Dipl.-Wirtsch.-Ing. Carolin Fink

Förderer: BMWi/AIF; 01.10.2013 - 30.09.2015

INDRALAS: Innovative drahtförmige Zusatzwerkstoffe laserbasierte Anwendungen- Teilprojekt Schweißbeignung und Schweißmöglichkeit

Aufgrund prozessspezifischer Vorteile sind durch das Laserstrahlschweißen viele anspruchsvolle Aufgaben im Bereich des Fügens und Beschichtens realisierbar. Die Entwicklungstrends in den letzten Jahren sind aktiv auf die Nutzung der Potenziale des Lasers und die Steigerung der Prozesseffizienz beim Laserstrahlschweißen gerichtet. Die bislang eingesetzten Schweißzusätze liegen draht- oder pulverförmig vor, wobei jede Art des Zusatzwerkstoffes durch

spezifische Vor- und Nachteile charakterisiert ist. Besonders großer Entwicklungsbedarf liegt beim Einsatz von drahtförmigen Schweißzusätzen, die die bisherigen Vorteile 100%-igen Ausnutzung des Zusatzmaterials und eine hohe Variationsvielfalt der Legierungszusammensetzung des Pulvers kombinieren könnten. Eine neue Perspektive eröffnet sich durch pulvermetallurgisch hergestellte Drähte, deren Durchmesser deutlich geringer als 1mm sind. Hierdurch eröffnet sich eine problemlose und flexible Zusammenstellung der Legierungselemente, die bisher schmelzmetallurgisch nicht zu verarbeiten sind. Solche Schweißzusätze können optimal an die Anforderungen der bearbeitenden Werkstoffe und späteren Gebrauchseigenschaften des Produkts angepasst werden. Das grundlegende Ziel des geplanten Forschungsprojektes ist die Entwicklung von neuartigen, pulvermetallurgisch hergestellten Sinterdrähten im Durchmesserbereich gleich bzw. kleiner als 0,8 mm sowie deren Erprobung zum Laserstrahlschweißen. Dabei ist durch den Industriepartner die Entwicklung der Fertigungstechnologie einschließlich Pulverauswahl- und -beschaffung zu realisieren. Im Rahmen des Teilprojektes "Schweißtechnologien" sollen die Schweißbeignung und Schweißmöglichkeit von Sinterdrähten erprobt, optimiert und beurteilt sowie ein schweißgeeigneter Anforderungsprofil an den Schweißzusatz erstellt werden. Im Ergebnis soll ein allgemeingültiges Werkstoff- und Fertigungskonzept für die untersuchten Sinterdrähte formuliert werden.

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. Sven Jüttner

Projektbearbeiter: Olaf Schwedler

Förderer: BMWi/AIF; 01.07.2013 - 30.06.2015

Metallschutzgasschweißen von pressgehärteten höchstfesten Stählen mit unterschiedlichen Beschichtungskonzepten

Die Entwicklungstendenzen bezüglich des Leichtbaus im Automobilbau haben neben der Verwendung von Leichtmetallen auch den Einsatz höchstfester Stahlgüten begünstigt. Eine innovative Technologie stellt dabei das Press- bzw. Formhärten dar, welches eine Verfahrenskombination aus Warmumformung und Härtung durch Martensitbildung darstellt. Dabei kommen verschiedene Beschichtungskonzepte zum Schutz der Werkstückoberfläche während des Presshärtens zum Einsatz. Ziel des Forschungsvorhabens ist, die sich aus diesen pressgehärteten Bauteilen und seinen unterschiedlichen Beschichtungskonzepten ergebenden Besonderheiten bezüglich der Schweißbeignung durch MSG-Prozesse zu untersuchen. Bei den untersuchten Prozessparametern werden neben den Beschichtungskonzepten auch unterschiedliche modifizierte Kurzlichtbogenprozesse und Schutzgaszusammensetzungen mit einbezogen. Des Weiteren werden Untersuchungen zur Wärmeeinbringung sowie der Abkühlgeschwindigkeit und deren Auswirkungen untersucht. Beurteilt werden dabei neben der Prozessstabilität die sich einstellenden mechanisch technologischen Eigenschaften auch bezüglich ihrer Richtungsabhängigkeit. Die wirtschaftliche Bedeutung bzw. der Nutzen für die KMUs liegt in der direkten Nutzung der Untersuchungsergebnisse. Da hier die vielfältigen Kombinationen der unterschiedlichen Einflussfaktoren und Prozessparameter in ihrer Komplexität, ihrer gegenseitigen Beeinflussung und den sich daraus ergebenden Eigenschaften auch bezüglich ihres Einflussgrades ableiten lassen. Durch eine enge Zusammenarbeit mit den beteiligten Unternehmen des projektbegleitenden Ausschusses ist bereits während der Projektlaufzeit ein direkter Transfer der Forschungsergebnisse in die Praxis möglich. Bereits hier kann er genutzt werden um in Form von Verarbeitungs- oder Konstruktionsvorgaben sowie Schweißanweisungen die Prozesssicherheit, Qualität und Produktivität zu erhöhen. Nach Projektabschluss werden die Ergebnisse einer breiten Nutzung zugänglich gemacht.

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. Sven Jüttner

Projektbearbeiter: Prof. S. Jüttner

Förderer: Haushalt; 01.01.2013 - 30.09.2015

Optimierung von Verbindungseigenschaften an formgehärteten Bauteilen

Formgehärtete Bauteile besitzen die höchsten Festigkeiten in automobilen Strukturen. Beim Schweißen werden die Werkstoffeigenschaften negativ beeinflusst, so dass die Verbindungen deutlich geringere Festigkeit besitzen als der Grundwerkstoff. Im Rahmen des Forschungsprojekts werden Einflußgrößen auf die Verbindungseigenschaften untersucht und geeignete prozesstechnische Maßnahmen zur Verbesserung der Eigenschaften ermittelt.

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. Sven Jüttner

Förderer: BMWi/AIF; 01.05.2015 - 30.04.2017

Verfahrensentwicklung zur Herstellung von hybriden FVK/Stahl-Strukturen mittels eines neuartigen Blechverbindungselementes

Ziel des vorliegenden Forschungsantrages ist die Entwicklung einer form- und kraft-schlüssigen Verbindungstechnik für die Materialkombination von FVK mit thermoplastischer Matrix und Stahl durch die Erweiterung des Widerstandsschweißens. Hierzu werden neuartige Blechverbindungselemente entwickelt, die später industriell mittels eines wirtschaftlichen Stanz-/Umformprozesses hergestellt werden können. Diese sollen im Gegensatz zu üblichen Schraub- oder Nietverbindungen ein ausgehärtetes FVK-Bauteil faserschädigungsarm im Bereich der Fügezone durchdringen und mittels entsprechender Schweißtechnik an ein darunterliegendes Stahlfeinblech anbinden.

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. Sven Jüttner

Förderer: Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung & Forschungsförderung; 01.02.2013 - 30.03.2015

Analyse der Werkstoffbeeinflussung durch Widerstandsschweißen an höchstfesten Stählen

Ziel ist die Untersuchung des fertigungsbedingten Einflusses auf Geometrie- und Werkstoffveränderung beim Widerstandspunktschweißen von hochfesten Stählen. Hierfür soll eine numerische Abbildung des Prozesses unter Berücksichtigung von fertigungsspezifischen Maßabweichungen der Bauteile und der Entstehung von Verformungen erfolgen, um so ein besseres Verständnis von thermischen und mechanischen Vorgängen während des Schweißvorgangs zu erlangen. Besondere Betrachtung liegt auf der Entstehung von Unregelmäßigkeiten wie Lunkern und Rissen, die die mechanischen Verbindungseigenschaften beeinflussen. Die dafür verantwortlichen kritischen Prozessabläufe sollen ermittelt und eine neue Untersuchungsmethode zur Bewertung von Heißrisanfälligkeit beim Widerstandsschweißen entwickelt werden. Im weiteren soll die Zeitstandfestigkeit von Schweißverbindungen mit Imperfektionen sowohl experimentell, als auch numerisch untersucht werden, um eine Aussage über die kritische Lage und Größe von Schweißfehlern machen zu können. Das Bild zeigt eine Schweißlinse sowie eine Simulation von Lastspannungen nach dem Schweißen, die durch Rückfederung der Bauteile hervorgerufen werden.

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. Sven Jüttner

Förderer: BMWi/AIF; 01.07.2013 - 30.11.2015

Metallschutzgasschweißen von pressgehärteten höchstfesten Stählen mit unterschiedlichen Beschichtungskonzepten

Formgehärtete Bauteile werden in allen modernen Fahrzeugstrukturen eingesetzt. Das MSG-Schweißen ermöglicht die Herstellung von hochfesten Schweißverbindungen und findet daher insbesondere bei einseitiger Zugänglichkeit Verwendung. Eine Herausforderung beim Einsatz in einer Großserie stellt der Einfluss der Oberflächenschicht dieser Bauteile dar. Je nach Härteprozess und Anforderungsprofil werden unbeschichtete, feueraluminierte oder verzinkte Halbzeuge verwendet. Nach der Wärmebehandlung unterscheiden sich die Oberflächenschichten in ihren Eigenschaften und beeinflussen den MSG-Schweißprozess. Im Rahmen des Forschungsprojekts sollen unterschiedliche Schichtsysteme hinsichtlich ihrer Schweißneigung bewertet und Maßnahmen zur Verbesserung der Prozessstabilität und der Verbindungseigenschaften abgeleitet werden. Dabei kommen verschiedene moderne Kurzlichtbogen-Prozessvarianten wie der CMT- oder Cold-arc-Prozess zum Einsatz.

Projektleiter: Prof. Dr. Michael Scheffler

Förderer: Haushalt; 01.07.2015 - 30.06.2016

Keramische Schäume mit gezielt eingestellter Oberflächenenergie

Zellulare Werkstoffe dringen zunehmend in technische Anwendungen ein oder ermöglichen mit ihren einzigartigen Eigenschaften sogar Anwendungen, die mit der klassischen Werkstoffpalette nicht umgesetzt werden können. Die Nutzung der Oberflächeneigenschaften zellulärer Werkstoffe wurde bislang wenig diskutiert.

Die Arbeiten befassen sich mit der gezielten Einstellung der Oberflächenenergie bzw. mit der Einstellung hydrophiler/hydrophober Oberflächeneigenschaften. Dadurch sollen neue Anwendungen in der chemischen Verfahrenstechnik im Bereich des Stoffaustauschs zugänglich werden. Eine dieser potenziell neuen Anwendungen ist der Einsatz keramischer Schäumen in mehrphasigen, miteinander nicht mischbaren Systemen, um durch hydrophil-hydrophob-Wechselwirkungen die Stoffaustauscheffizienz zu erhöhen.

Die Steuerung der oberflächenchemischen und physikalischen Eigenschaften erfolgt durch Beschichtungen mit präkeramischen Polymeren und thermische Umwandlung bei unterschiedlichen Temperaturen in unterschiedlichen Atmosphären. Dies ermöglicht die Einstellung der genannten Größen in weiten Bereichen. Als Trägerstrukturen werden kommerzielle sowie spezifisch angepasste Keramikschaume verwendet. Die Abbildung zeigt beispielhaft einen Aluminiumoxidschaum, der mit einem präkeramischen Polymer beschichtet und bei 800 °C in Argon behandelt wurde.

Weiterführende Arbeiten sind der Ermittlung der Benetzungseigenschaften mit unterschiedlichen fluiden Medien gewidmet, was die Präparation planarer Vergleichsproben notwendig macht.

Projektleiter: Prof. Dr. Michael Scheffler

Förderer: Bund; 01.06.2013 - 31.05.2018

NEOTHERM: Neuartige Kompositwerkstoffe für die Energiespeicherung und Wärmepumpenanwendungen

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

Hauptfragestellungen der Trägerentwicklung sind der Erhöhung der thermischen und der elektrischen Leitfähigkeit des Stegmaterials, die Optimierung der Porengeometrie für den Stofftransport sowie die Funktionalisierung der Trägeroberfläche für die bestmögliche Anbindung der Aktivschicht. Für den letztgenannten Punkt haben sich Trialkoxysilane bewährt, und so konnten gut haftenden Aktivschichten der MOFs MIL-101(Cr), UiO-66(Zr) und HKUST-1 auf Al₂O₃- und SiC-Schäumen aufgebracht werden.

Projektleiter: Prof. Dr. Michael Scheffler

Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG); 01.01.2015 - 30.06.2016

Neuartige Funktionskeramiken mit erhöhter Risszähigkeit

Keramiken werden aufgrund ihrer Temperaturbeständigkeit, Verschleißfestigkeit und Härte in vielen industriellen Anwendungen genutzt. Sie besitzen jedoch von Natur aus eine geringe Risszähigkeit. Dies steht vielen Anwendungen entgegen.

Durch die Zugabe einer Verstärkungsphase mit hohem Aspektverhältnis kann die Risszähigkeit erhöht werden. Kohlenstoffnanoröhren (CNTs) besitzen diese Eigenschaft, sie sind jedoch teuer und nur unter hohem Aufwand homogen in keramische Werkstoffe einzubringen.

In einem völlig neuen Ansatz werden CNTs in Gegenwart eines Übergangsmetallkatalysators während der Umwandlung eines präkeramischen Polymers in einer polymerabgeleitete Keramik gebildet. Die während der Umwandlung freiwerdenden und mit dem Katalysator in Kontakt kommenden Kohlenwasserstoffe werden genutzt, um CNTs *in situ* zu bilden. Somit lassen sich CNT-haltige Keramiken unter Umgehung der sonst notwendigen Kohlenwasserstoffe im Prozessgas herstellen. Dieser Prozess kann auch zur Herstellung von CNT-Beschichtungen, z. B. auf Kohlefasern, genutzt werden. Die hohe Porosität dieses Verbundwerkstoffs aus polymerabgeleiteter Keramik und den CNTs nach der ersten Prozessstufe wird anschließend durch feldaktives Sintern weitgehend eliminiert; Vorteil dieses Prozesses ist die kurze Prozesszeit bei hohen Temperaturen, was den Strukturverlust der CNTs und die Anbindung an die polymerabgeleitete Matrix erlaubt. Daraus resultieren deutlich höhere Risszähigkeiten.

Projektleiter: Prof. Dr. Michael Scheffler

Projektbearbeiter: M. Sc. Anna Fedorova

Förderer: Haushalt; 01.07.2015 - 30.06.2016

Polymerabgeleitete Keramiken mit negativer Wärmedehnung

Negativ wärmedehnende Werkstoffe werden auf Basis präkeramischer Polymere, die mit Füllstoffen mit negativem thermischen Ausdehnungskoeffizienten (NTE) beladen sind, entwickelt und in einer nachgelagerten Wärmebehandlung (Pyrolyse) in polymerabgeleitete Keramiken umgewandelt werden. Die eingesetzten NTE-Werkstoffe sind β -Eukryptit und Zirkoniumwolframat. Die gewonnenen Erkenntnisse zu den Eigenschaften des völlig neuartigen Werkstoffs fließen in die Entwicklung von Beschichtungen ein, wobei die Schichtbildung über einen Tauchbeschichtungsprozess erfolgt.

Der große Unterschied zwischen den Ausdehnungskoeffizienten der beiden Werkstoffkomponenten führt zu Eigenspannungen im Verbundwerkstoff, die Riss- und Porenbildung verursachen. Mittels numerischer Simulation lassen sich diese Spannungen zwischen Matrix- und Partikelwerkstoff quantifizieren und ihr Einfluss auf die mechanischen Eigenschaften des resultierenden Werkstoffs abschätzen.

REM-Aufnahme eines Verbundwerkstoffes mit 50 Vol. % β -Eukryptit, nach der Pyrolyse bei 800 °C (links) und Ergebnisse der Simulation von Spannungsverteilungen (rechts)

Gelingt die Herstellung von stabilen NTE-Schichten auf hochtemperaturstabilen Werkstoffen, können solche Systeme in temperaturbelasteten Bauteilen, bei denen beispielsweise der Wärmestrom eine wichtige Rolle spielt, zu neuen Anwendungen führen.

Projektleiter: Prof. Dr. Michael Scheffler

Förderer: Land (Sachsen-Anhalt); 01.10.2015 - 31.03.2016

Polymerabgeleitete keramische Schutzschichten auf Ti-Legierungen

Korrosionsprozesse führen jährlich zu immensen wirtschaftlichen Schäden, deren Höhe mit etwa 8 Mrd. USD beziffert wird. Effektiver Korrosionsschutz kann über zahlreiche Beschichtungsprozesse realisiert werden. Eines dieser vergleichsweise neuen Verfahren macht von präkeramischen Polymeren in Kombination mit keramischen und/oder metallischen Füllstoffen Gebrauch. Der Vorteil liegt in der Nutzung vergleichsweise günstiger Schichtauftragsverfahren wie dem Sprüh-, Tauch- oder Schleuderbeschichten und der Möglichkeit, auch geometrisch komplexe Werkstücke beschichten zu können. Die Umwandlung der (füllstoffhaltigen) präkeramischen Polymerschichten in keramische Schichten erfolgt im Temperaturbereich von 800 °C bis 1400 °C.

Um Titanlegierungen zu schützen, wurde ein Perhydropolysilazan (PHPS), gefüllt mit SiC, h-BN, TiSi₂+B oder Si₃N₄ mittels Tauchbeschichtung auf Ti-6Al-4V aufgebracht, bei Temperaturen unterhalb 1000 °C in Argon pyrolysiert und anschließend einem Korrosionstest bei 800 °C über 80 Stunden unterworfen. Einige der Schichten zeigten geringe Masseänderungen resp. hohe Resistenz gegen Korrosion.

Diese aktuellen Ergebnisse bilden die Grundlage für Untersuchungen der einzelnen Reaktionsschritte bei der Oxidation bzw. beim Oxidationsschutz. Anschlussuntersuchungen widmen sich zunächst thermodynamischen Betrachtungen und schließlich der experimentellen Weiterentwicklung von Schutzschichten auf der Basis präkeramischer Polymere.

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. habil. Thorsten Halle

Projektbearbeiter: Dipl.-Ing. Paul Rosemann

Förderer: Haushalt; 01.06.2013 - 30.06.2016

Einfluss der Wärmebehandlung auf das Korrosionsverhalten martensitisch nichtrostender Stähle

Das Korrosionsverhalten von martensitisch nichtrostenden Stählen variiert in Abhängigkeit der Wärmebehandlung und des damit eingestellten Gefügestand deutlich stärker als bei kohlenstoffreduzierten ferritischen und austenitischen nichtrostenden Stählen. Dabei bewirkt das Legieren nichtrostender Stähle mit Kohlenstoff ein starkes thermodynamisches Bestreben zur Bildung von Chromkarbiden. Die Bildung und Auflösung dieser Chromkarbide bei den einzelnen Schritten der Wärmebehandlung martensitisch nichtrostender Stähle bestimmt die Verteilung von Chrom und Kohlenstoff im Gefüge und kann zur Ausbildung von Chromverarmung führen, welche die Korrosionsbeständigkeit signifikant verschlechtert. Bisher beschränken sich die Forschungsarbeiten auf den Wärmebehandlungsschritt des Anlassens im allgemein bekannten Sensibilisierungsbereich zwischen 200°C und 700°C und der dort auf-tretenden Chromverarmung. Der Effekt von Lösungsglühtemperatur und Abkühlrate beim Härten auf das Korrosionsverhalten ist dagegen kaum untersucht. In Voruntersuchungen wurde bereits gezeigt, dass beide Teilschritte des Härten Gefüge und Korrosionsverhalten schon vor dem Anlassen entscheidend beeinflussen. Die Aufklärung der metallphysikalischen Zusammenhänge zwischen diesen Wärmebehandlungsparametern (Lösungsglühtemperatur und Abkühlrate) und der Korrosionsbeständigkeit martensitisch nichtrostender Stähle ist Ziel der Promotion. Dabei steht das Verfahren der elektrochemisch potentiodynamischen Reaktivierung (EPR) im Mittelpunkt der Untersuchungen, welches neben einem Nachweis von Chromverarmung auch direkte Aussagen zur Passivschichtausbildung ermöglicht.

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. habil. Thorsten Halle

Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG); 01.01.2015 - 31.12.2016

Modellierung, Simulation und Kompensation von thermischen Bearbeitungseinflüssen beim Wälzfräsen von Zahnradern

Vollgekoppelte (Temperatur, Deformation) Simulation des Wälzfräsens auf Basis eines DEXEL Modells.

Modelliert werden für jeden Prozessschritt die Geometriedaten (Soll/Ist), Deformationen und Temperaturverteilung. Für die Lösung werden selbstentwickelte DEXEL-Modellierprogramme genutzt die sich vollständig parallelisieren lassen und gekoppelt sind mit einem kommerziellen FE Solver.

Ziel ist die numerische Vorhersage von thermisch bedingten Formabweichungen beim Wälzfräsen und die experimentelle Validieren durch trocken- und nass- Schnitten. Aus diesen Arbeiten sollten konkrete Empfehlungen für

die Kompensation des thermischen Einflusses abgeleitet werden.

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. habil. Thorsten Halle

Projektbearbeiter: M.Sc. Omid Kazemi

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

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

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

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

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. habil. Gerhard Mook

Projektbearbeiter: Dipl.-Ing. Jouri Simonin

Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG); 01.10.2013 - 30.09.2016

Experimentelle Analyse und quantitative Beschreibung der Lambwellenausbreitung und -wechselwirkung mit innenliegenden Schäden

Teil des DFG-Paketantrages Integrierte Bauteilüberwachung in Faserverbunden durch Analyse von Lambwellen nach deren gezielter Anregung durch piezokeramische Flächenaktuatoren.

Mit dem Ziel der quantitativen Beschreibung der Ausbreitungs- und Wechselwirkungsphänomene von Lambwellen in Faserverbunden werden experimentelle Untersuchungen an modellhaften CFK-Proben vorgenommen. Damit leistet das Teilprojekt einen Beitrag zur Aufklärung dieser Phänomene.

Für die Untersuchungen werden Lambwellen mit applizierten piezokeramischen Folien (Flächenaktuatoren) angeregt und die Normalkomponente der Oberflächenverschiebung mittels Scanning Laser Vibrometer ortsabhängig aufgezeichnet. Die visuellen Darstellungen der Wellenausbreitung (Kartografierungen) und die daraus abgeleiteten Charakteristika bilden eine Grundlage der Entwicklung theoretischer Modelle der Wellenausbreitung und -wechselwirkung. Einerseits liefert sie fundamentale Eingangsgrößen und andererseits dienen sie der Modellverifikation und -präzisierung.

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. habil. Gerhard Mook

Projektbearbeiter: Dipl.-Ing. J. Simonin

Förderer: Industrie; 01.01.2013 - 30.06.2016

Quantitativer Nachweis verdeckter Fehlstellen in Aluminiumguss

Aluminiumguss kann Poren aufweisen, die im Bauteileinsatz oder bei nachfolgenden Bearbeitungen zu Problemen führen. Es werden Erkenntnisse zur Nachweisbarkeit dieser Fehlstellen mit Hilfe zerstörungsfreier Prüfverfahren gewonnen.

Projektleiter: Jun.-Prof. Dr. Manja Krüger

Projektbearbeiter: Dipl.-Ing. Martin Ecke

Förderer: Land (Sachsen-Anhalt); 01.01.2013 - 30.06.2015

Energieabsorptionsverhalten in kubisch-raumzentrierten Stählen für crashrelevante Bauteile

Im Rahmen steigender Sicherheitsanforderungen im Automobilbau sollen für crashrelevante Bauteile Werkstoffe zum Einsatz kommen, die während einer Kollision große Mengen an Energie aufnehmen und diese optimal über das gesamte Bauteil verteilen können. Der hohe Grad der Energieabsorption von aktuell eingesetzten TWIP-Stählen beruht auf der Bildung von Verformungszwillingen im Kristallgitter. Dieser Verformungsmechanismus ermöglicht eine hohe Energieaufnahme bei gleichzeitig geringer Verformung. Jedoch ist die Herstellung von TWIP-Stählen vor allem durch Verwendung teurer Legierungselemente kostenintensiv. Zudem sind TWIP-Stähle nur bedingt schweißbar und schlecht umformbar. Im Rahmen des geplanten Vorhabens soll ein tiefergehendes Verständnis der Mechanismen bei schlagartiger Verformung von unterschiedlich legierten Stählen entwickelt werden, um eine Aussage zu deren Eignung als crashrelevante Bauteile zu erhalten.

Projektleiter: Jun.-Prof. Dr. Manja Krüger

Kooperationen: Nationale Technische Universität Kiew, Ukraine

Förderer: Bund; 01.12.2013 - 30.11.2015

HOTWIN - Hochtemperaturwerkstoffe mit intermetallischen Strukturen

Das Projekt bezieht sich auf die Anwendung einer energieeffizienten Methode zur Herstellung von neuartigen Refraktärmetalllegierungen mit Schmelztemperaturen oberhalb von 2000°C. Diese Werkstoffe bringen das Potential mit sich, die derzeit eingesetzten Nickelbasis-Superlegierungen mit maximalen Anwendungstemperaturen von etwa 1100°C zu substituieren. Mit Hilfe einer solchen Werkstoffsubstitution kann z.B. in Aggregaten zur Energiegewinnung ein Beitrag zur thermodynamischen Wirkungsgradsteigerung geleistet werden.

In unserem Ansatz werden Legierungen mit intermetallischen Strukturen in nur einem Prozessschritt direkt aus einer Mischung elementarer Pulver hergestellt, wobei Größe und Verteilung der Mikrostrukturbestandteile gezielt durch die Herstellungsparameter beeinflusst werden. Der ukrainische Partner stellt einen speziell für derart hochschmelzende Werkstoffe konzipierten Zonenschmelzofen zur Verfügung. Die Expertise des deutschen Partners soll dahingehend genutzt werden, die Zusammenhänge zwischen der Mikrostruktur und den Eigenschaften der neuen Werkstoffe zu charakterisieren. Die neuartigen Werkstoffe und die einzigartige Herstellungstechnologie können im Energieversorgungssektor, in der Flugzeugindustrie und weiteren Bereichen eingesetzt werden, in denen extreme Bedingungen hinsichtlich der thermischen und mechanischen Belastung gefordert sind.

Projektleiter: Jun.-Prof. Dr. Manja Krüger

Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG); 01.10.2014 - 31.03.2019

Mikro-Makro-Wechselwirkungen in strukturierten Medien und Partikelsystemen GRK 1554

Teilprojekt: **Mikrostrukturelle Schädigung von beschichteten AISi-Werkstoffen unter mechanischer und thermischer Belastung**

Bearbeitung: Dipl.-Ing. Philipp G. Thiem

Betreuung: Jun.-Prof. M. Krüger, Prof. T. Halle

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

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

Bearbeitung: M.Sc. Julia Becker

Betreuung: Jun.-Prof. M. Krüger, Prof. T. Halle

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

Mitarbeit in weiteren Teilprojekten:

Experimental Investigations and Numerical Simulations of Lamellar Cu-Ag Composites

Bearbeitung: M. Sc. Srihari Dodla

Betreuung: Prof. A. Bertram, Jun.-Prof. M. Krüger

Projektleiter: Jun.-Prof. Dr. Manja Krüger

Projektbearbeiter: Janett Schmelzer, M. Sc.

Förderer: Haushalt; 01.10.2014 - 30.09.2016

Hochtemperaturwerkstoffe auf Vanadiumbasis

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

Projektleiter: Jun.-Prof. Dr. Manja Krüger

Projektbearbeiter: Volodymyr Bolbut

Kooperationen: Nationale Technische Universität Kiew, Ukraine

Förderer: Land (Sachsen-Anhalt); 01.07.2014 - 30.06.2016

Physikalische und mechanische Eigenschaften von gerichtet erstarrten eutektischen Legierungen

Intermetallische Phasen, Karbide und Oxide eignen sich hervorragend als Verstärkungsphasen für hochschmelzende Verbundwerkstoffsysteme. In diesem Vorhaben sollen in-situ-Verbundwerkstoffe mittels eines speziellen tiegfrierten Zonenschmelzverfahrens hergestellt werden. Mit dem Ziel, eine faserartige oder lamellare Morphologie der Verstärkungsphasen zu erzielen, werden im ersten Schritt geeignete Legierungssysteme identifiziert. Die Ausgangswerkstoffe in Pulverform werden dann entsprechend der nominellen Zusammensetzung gemischt und kalt verpresst, um anschließend lokal aufgeschmolzen und gerichtet abgekühlt zu werden. Die physikalischen und mechanischen Eigenschaften werden dann im nächsten Schritt mittels geeigneter Mess- und Analyseverfahren ermittelt. Es erfolgt eine vergleichende Gegenüberstellung mit bekannten Hochtemperaturwerkstoffen.

Projektleiter: Dr.-Ing. Manuela Zinke

Projektbearbeiter: Dipl.-Ing. Philipp Flockerzi

Förderer: BMWi/AIF; 01.10.2014 - 30.09.2015

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

Das Forschungsziel besteht in der Klärung metallurgischer und technologischer Zusammenhänge zur Erhöhung der Sicherheit gegenüber metallurgischer Porenbildung im Schweißgut von dickwandigen Bauteilen aus Superduplexstahl (SDSS) beim Metallschutzgas- und Unter Pulver-Schweißen bei gleichzeitiger Absicherung der geforderten

mechanisch-technologischen Güterwerte und Korrosionsbeständigkeit. SDSS-Komponenten, wie z.B. Pumpen, Ventile, Rohre, finden aufgrund ihrer sehr hohen Korrosionsbeständigkeit sowie ihrer hohen Festigkeit in verschiedenen Wirtschaftszweigen, wie der On- und Offshore-Industrie und dem Chemischen Anlagenbau erfolgreich Anwendung. Beim Schweißen dieser Stähle offenbarte sich aktuell jedoch das Problem einer unzulässig starken Porenbildung. Die Forschungsergebnisse sollen in die Produktion von Schweißzusätzen und Schweißhilfsstoffen (Schutzgase, Pulver) und in vorhandene Schweißanweisungen sowie Verarbeitungs- und Konstruktionsvorgaben einfließen.

Projektleiter: Dr.-Ing. Manuela Zinke

Projektbearbeiter: M.Sc. Stefan Burger

Kooperationen: BAM Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung

Förderer: Alexander von Humboldt-Stiftung; 01.01.2015 - 31.12.2016

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

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

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

Projektleiter: Dr.-Ing. Manuela Zinke

Projektbearbeiter: M.Sc. Benjamin Wittig

Förderer: BMWi/AIF; 01.03.2015 - 31.08.2017

Gefüge- und Eigenschaftsvorhersage für das Schweißen hochmanganhaltiger Stähle in Mischverbindung

Das Ziel des Vorhabens besteht in der Gefüge- und Eigenschaftsvorhersage für das Schweißen von Mischverbindungen aus austenitischen hochmanganhaltigen und ferritischen bzw. martensitischen Stählen. Bestehende Konstitutionsschaubilder zur Gefügevorschau, wie das Schaeffler- oder WRC 1992-Diagramm, lassen sich dafür nicht einsetzen, da der Einfluss des hohen Mn-Gehaltes der Fe-Mn-Stähle im Nickel-Äquivalent nicht ausreichend berücksichtigt ist. Deshalb sollen im Vorhaben zwei abkühlzeitabhängige Konstitutionsschaubilder entwickelt werden, die die Prozessspezifika des MSG- und Laserstrahlschweißens berücksichtigen. In Verbindung mit den statischen und dynamischen Prüfungen der Schweißverbindungen wird ein hinreichendes Mittel zur quantitativen Vorhersage des Gefüges, insb. des Martensitanteils, im Schweißgut geschaffen und zur Prognose der Auswirkungen dieser Gefügebestandteile auf die Verbindungseigenschaften geschaffen. Dies erleichtert u. a. die Entwicklung angepasster Zusatzwerkstoffe für die Verarbeitung hochmanganhaltiger Stähle in Mischverbindung. Nutznießer der Ergebnisse sind kmU aus dem Bereich der Zuliefererindustrie der Fahrzeugbranche, die im Rahmen der Prototypenfertigung, aber auch im Serienprozess immer häufiger mit neu entwickelten hochfesten Stählen konfrontiert werden, sowie der Schweißzusatzwerkstoffentwicklung und -herstellung.

7. Eigene Kongresse, wissenschaftliche Tagungen und Exponate auf Messen

- 25. Schweißtechnische Fachtagung am 07.05.2015 in Magdeburg
- Forschungsseminar des MDZWP am 17.03.2015
- DGM-Fachausschuss Zelluläre Werkstoffe; Treffen im Mai 2015 (28./29.05. in Halle) und im Oktober 2015 (06.10. in Bremen)

8. Veröffentlichungen

Begutachtete Zeitschriftenaufsätze

Becker, Julia; Krüger, Manja

Impact of phase distribution on the fracture toughness of high temperature resistant Mo-Si-B Alloys
In: Praktische Metallographie. - München: Hanser, Bd. 52.2015, 6, S. 295-313;

Dodla, S.; Thiem, Philipp; Krüger, Manja; Dietrich, D.; Bertram, Albrecht

Microstructure, flow behavior, and bulk texture evolution of cold drawn copper-silver composites
In: Journal of alloys and compounds: JAL; an interdisciplinary journal of materials science and solid-state chemistry and physics. - Lausanne: Elsevier, Bd. 647.2015, S. 519-527;
[Imp.fact.: 2,999]

Dodla, Srihari; Bertram, Albrecht; Krüger, Manja

Finite element simulation of lamellar coppersilver composites
In: Computational materials science. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Bd. 101.2015, S. 29-38;
[Imp.fact.: 1,879]

Hasemann, Georg; Baumann, Torben; Dieck, Sebastian; Rannabauer, Stefan; Krüger, Manja

Polymer-derived ceramics as innovative oxidation barrier coatings for Mo-Si-B alloys
In: Metallurgical and materials transactions / A. - Boston: Springer, Bd. 46.2015, 4, S. 1455-1460;
[Imp.fact.: 1,730]

Kadashevich, I.; Beutner, Martin; Karpuschewski, Bernhard; Halle, Thorsten

A novel simulation approach to determine thermally induced geometric deviations in dry gear hobbing
In: Procedia CIRP. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier, Bd. 31.2015, S. 483-488;

Kuhlmann, Matthias; Schwedler, Olaf; Holtschke, Niels; Jüttner, Sven

Untersuchungen zum Wasserstofftransport im formgehärteten Stahl 22MnB5
In: Materials testing: Materialprüfung; materials and components, technology and application. - München: Hanser, Bd. 57.2015, 11/12, S. 977-984;
[Imp.fact.: 0,335]

Rosemann, Paul; Müller, Thoralf; Babutzka, Martin; Heyn, Andreas

Influence of microstructure and surface treatment on the corrosion resistance of martensitic stainless steels 1.4116, 1.4034, and 1.4021
In: Materials and corrosion. - Weinheim [u.a.]: Wiley-VCH, Bd. 66.2015, 1, S. 45-53;

Russell, Alexander; Schmelzer, Janett; Müller, Peter; Krüger, Manja; Tomas, Jürgen

Mechanical properties and failure probability of compact agglomerates
In: Powder technology: an international journal on the science and technology of wet and dry particulate systems. - Amsterdam [u.a.]: Elsevier Science, Bd. 286.2015, S. 546-556;
[Imp.fact.: 2,349]

Salmi, Saleheh; Rhode, Michael; Jüttner, Sven; Zinke, Manuela

Hydrogen determination in 22MnB5 steel grade by use of carrier gas hot extraction technique
In: Welding in the world. - Heidelberg: Springer, Bd. 59.2015, 1, S. 137-144;

Schmicker, David; Paczulla, Stefan; Nitzschke, Steffen; Groschopp, Sven; Naumenko, Konstantin; Jüttner, Sven; Strackeljan, Jens

Experimental identification of flow properties of a S355 structural steel for hot deformation processes

In: The journal of strain analysis for engineering design. - London: Sage Publ, Bd. 50.2015, 2, S. 75-83;
[Imp.fact.: 1,008]

Schroepfer, Dirk; Kromm, Arne; Kannengießer, Thomas

Improving welding stresses by filler metal and heat control selection in component-related butt joints of high-strength steel

In: Welding in the world: the international journal of materials joining. - Heidelberg: Springer, Bd. 59.2015, 3, S. 455-464;

Zillmann, Benjamin; Wagner, Martin F.-X.; Schmaltz, Stefan; Schmidl, Eric; Lampke, Thomas; Willner, Kai; Halle, Thorsten

In-plane biaxial compression and tension testing of thin sheet materials

In: International journal of solids and structures. - New York, NY [u.a.]: Elsevier, 2015; <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijsolstr.2015.03.031>;

[Imp.fact.: 2,035]

Nicht begutachtete Zeitschriftenaufsätze

Heyn, Andreas

Korrosionssysteme - Einblicke durch Instrumentierung von Langzeit-Korrosionsversuchen

In: Galvanotechnik: älteste Fachzeitschrift für die Praxis der Oberflächentechnik. - Bad Saulgau: Leuze, Bd. 106.2015, 11, S. 2161-2174;

Schwedler, Olaf; Obruch, Oleksandr; Jüttner, Sven

Widerstandselementschweißen HYBRID

In: Ingenieur-Spiegel / Hellblaue Ausgabe. - Bingen: Public Verl.-Ges. und Anzeigenagentur, 3, S. 61-62, 2015;

Buchbeiträge

Beck, Eugen; Jüttner, Sven

Prüfung von geklebten Nocken-Welle-Verbindungen

In: Smart, effizient, mobil: 12. Magdeburger Maschinenbau-Tage; 30. September und 1. Oktober 2015. - Magdeburg: Univ., insges. 8 S.;

Holtschke, Niels; Obruch, Oleksandr; Jüttner, Sven

Einsatzmöglichkeiten des Kurzzeit-Widerstandsschweißens zum Fügen von Leichtbauelementen

In: Große Schweißtechnische Tagung. - Düsseldorf: DVS Media, S. 813-818, 2015 - (DVS-Berichte; Bd. 315);

Hübner, Andrea; Jüttner, Sven; Fink, Carolin; Stamann, Olena

Innovative Schweißzusätze - Sinterdrähte und deren Eignung zum Laserstrahlaufragschweißen

In: DVS Congress 2015: Große Schweißtechnische Tagung, DVS-Studentenkongress; Fügen von faserverstärkten Kunststoffen, anwendungsnahe Schweißsimulation, Schulung und Prüfung im DVS, IBESS - Forschungscluster "Bruchmechanik"; Vorträge der Veranstaltungen im Rahmen von DVS Congress und DVS Expo in Nürnberg vom 15. und 17. September 2015. - Düsseldorf: DVS Media, S. 846-851 - (DVS-Berichte; 315);

Körner, Markus; Schmicker, David; Paczulla, Stefan; Kreibich, Marcus; Keil, Daniel; Jüttner, Sven; Strackeljan, Jens

Experimentelle Durchführung und explorative rechnergestützte Datenauswertung von Gleeble Warmzugversuchen am Beispiel des Aluminiumwerkstoffs AA 6016

In: Smart, effizient, mobil: 12. Magdeburger Maschinenbau-Tage; 30. September und 1. Oktober 2015. - Magdeburg: Univ., insges. 11 S.[Beitrag auf CD-ROM];

Mook, Gerhard; Nowack, Holger; Rühle, Sven; Simonin, Juri

Innovative Testkörper für die Wirbelstromausbildung

In: DACH-Jahrestagung 2015: Salzburg, 11. - 13. Mai in Salzburg. - Berlin: DGZfP; 2015, Art. Mo.3.C.2, insgesamt 9 S.;

Obruch, Oleksandr; Holtschke, Niels; Jüttner, Sven

Untersuchungen zum Fügen von 22MnB5 mit Leichtbauelementen durch das Widerstandselementschweißen
In: Smart, effizient, mobil: 12. Magdeburger Maschinenbau-Tage; 30. September und 1. Oktober 2015. - Magdeburg: Univ., insges. 9 S.[Beitrag auf CD-ROM];

Paczulla, Stefan; Jüttner, Sven; Schmicker, David; Kreibich, Marcus; Körner, Markus

Fertigungsschweißen von Gusswerkstoffen mittels Stopfenreißschweißen
In: DVS Congress 2015: Große Schweißtechnische Tagung, DVS-Studentenkongress; Fügen von faserverstärkten Kunststoffen, anwendungsnaher Schweißsimulation, Schulung und Prüfung im DVS, IBESS - Forschungscluster "Bruchmechanik"; Vorträge der Veranstaltungen im Rahmen von DVS Congress und DVS Expo in Nürnberg vom 15. und 17. September 2015. - Düsseldorf: DVS Media, S. 109-114;

Vorein, Eberhard; Jüttner, Sven; Siemer, Ulrike; Teßmar, Volker

Einsatz der passiven Thermografie zur Qualitäts-Bewertung von metallschutzgasgeschweißten Feinblechverbindungen
In: DVS Congress 2015: Große Schweißtechnische Tagung, DVS-Studentenkongress; Fügen von faserverstärkten Kunststoffen, anwendungsnaher Schweißsimulation, Schulung und Prüfung im DVS, IBESS - Forschungscluster "Bruchmechanik"; Vorträge der Veranstaltungen im Rahmen von DVS Congress und DVS Expo in Nürnberg vom 15. und 17. September 2015. - Düsseldorf: DVS Media, S. 504-507 - (DVS-Berichte; 315);

Weczera, Stefan; Rhode, Michael; Sunderkötter, Christina; Plath, Armin; Jüttner, Sven

Laboratory experiments on press hardened steels in different delivered states exposed to hydrogen
In: Hot sheet metal forming of high-performance steel: 5th International Conference, Toronto, Ont., Canada, May 31st until June 3rd 2015; proceedings. - Auerbach /Vogtl: Wissenschaftliche Scripten, S. 45-53
Kongress: CHS 2;; 5 (Toronto, Canada): 2015.05.31-06.03;

Artikel in Kongressbänden

Holtschke, Niels; Obruch, Oleksandr; Jüttner, Sven

Joining lightweight components by short time resistance spot welding
In: 68th IIW annual assembly & international conference, 28th June - 3rd July 2015, Helsinki, Finland, insges. 12 S.;

Schwedler, Olaf; Holtschke, Niels; Jüttner, Sven

Hydrogen-assisted cold cracking in welded joints of press hardened 22MnB5
In: 68th IIW annual assembly & international conference, 28th June - 3rd July 2015, Helsinki, Finland, insges. 10 S.;

Schwedler, Olaf; Schlosser, B.; Jüttner, Sven

MAG-Schweißen pressgehärteter Feinbleche mit geregelten Lichtbogenprozessen unter Berücksichtigung fertigungsbedingter Einflüsse
In: Schweißtechnische Fachtagung: Vorträge der gleichnamigen Fachtagung in Magdeburg am 7. Mai 2015. - Magdeburg: Verl. Otto-von-Guericke-Univ., insges. 8 S.;

Schwedler, Olaf; Schlosser, Benjamin; Jüttner, Sven

Welding of press hardened steel sheet using controlled GMA welding processes with regard to manufacturing influences
In: 68th IIW annual assembly & international conference, 28th June - 3rd July 2015, Helsinki, Finland, insges. 8 S.;

Vorein, Eberhard; Jüttner, Sven; Siemer, Ulrike; Teßmar, Volker

Einsatz der passiven Thermografie für die Bewertung der Güte metallschutzgasgeschweißter Feinblechverbindungen
In: Thermographie-Kolloquium 2015: 1. - 2. Oktober 2015, Leinfelden-Echterdingen: Berichtsband. - Berlin: DGZfP; 2015, Vortrag 5, insgesamt 8 S.;

Dissertationen

Dabah, Eitan; Böllinghaus, Thomas [Gutachter]

Hydrogen interaction with supermartensitic stainless steel studied by energy dispersive X-ray diffraction. - Magdeburg,

Univ., Fak. für Maschinenbau, Diss., 2015; VIII, 144 S.: III., graph. Darst.;

Dodla, Srihari; Bertram, Albrecht [Gutachter]; Krüger, Manja [Gutachter]

Experimental investigations and numerical simulations of lamellar Cu-Ag composites. - Zugl.: Magdeburg, Univ., Fak. für Maschinenbau, Diss., 2015; Barleben: Docupoint-Verl.; XIX, 130 S.: III., graph. Darst.; 21 cm - (Micro-macro transactions; 16), ISBN 978-3-86912-116-1;

[Mit engl. u. dt. Zsfassung. - Literaturverzeichnis S. 109 - 121];

Gollnow, Christian; Kannengießer, Thomas

Beitrag zur Ermittlung vorrangig konstruktiver Einflussgrößen auf die Heißrissinitiation an geschweißten Bauteilen.

- Zugl.: Magdeburg, Univ., Fak. für Maschinenbau, Diss., 2015; Berlin: Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM); XIII, 169 S.: III., graph. Darst. - (BAM-Dissertationsreihe; 139), ISBN 978-3-9817502-0-1;

Ievdokymov, Mykola; Altenbach, Holm [Gutachter]; Krüger, Manja [Gutachter]

Identification technique of mechanism-based constitutive model for cast iron under thermo-mechanical loads.

- Magdeburg, Univ., Fak. für Maschinenbau, Diss., 2015; IX, 132 S.: graph. Darst.;

Lausch, Thomas; Kannengießer, Thomas [Gutachter]

Zum Einfluss der Wärmeleitung auf die Rissbildung beim Spannungsarmglühen dickwandiger Bauteile aus 13CrMoV9-10. - Zugl.: Magdeburg, Univ., Fak. für Maschinenbau, Diss., 2015; Berlin: Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM); XVIII, 233 S.: III., zahlr. graph. Darst.; 24 cm - (BAM-Dissertationsreihe; 134), ISBN 978-3-9817149-5-1;

Schmicker, David; Strackeljahn, Jens [Gutachter]; Jüttner, Sven [Gutachter]

A holistic approach on the simulation of rotary friction welding. - Zugl.: Magdeburg, Univ., Fak. für Maschinenbau, Diss., 2015; Berlin: epubli GmbH; 212 S.; 21 cm x 14.8 cm, 330 g; [http://www.epubli.de/v2015-11-18/Verlag\\$ADNB\\$B1](http://www.epubli.de/v2015-11-18/Verlag$ADNB$B1), ISBN 3737575177;