

SFB 920



Multifunktionale Filter für die Metallschmelzefiltration –
ein Beitrag zu Zero Defect Materials

NEWSLETTER

20 (1/2021)

DFG Deutsche
Forschungsgemeinschaft



TECHNISCHE UNIVERSITÄT
BERGAKADEMIE FREIBERG
Die Ressourcenuniversität. Seit 1765.



LIEBE LESERINNEN UND LESER,

die Forschungsergebnisse zur Anwendung feuerfester Materialien für die Metallschmelzefiltration im Sonderforschungsbereich SFB 920 erfährt weltweit große Aufmerksamkeit. Das zeigen im Besonderen die Auszeichnungen an Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler für Ihre Verdienste um die Erforschung von Materialeigenschaften für Hochtemperaturanwendungen und die Weiterentwicklung von Prüfmethoden in der Werkstofftechnik und Werkstoffwissenschaft. Außerdem wurden aktuelle Ergebnisse erfolgreich auf nationalen und internationalen digitalen Konferenzen präsentiert und zahlreiche Publikationen in internationalen Zeitschriften veröffentlicht.

Die Entwicklung ressourcen- und energieeffizienter Technologien erfordert eine enge interdisziplinäre Zusammenarbeit über die Grenze der einzelnen Wissenschaftsbereiche hinweg. Dafür steht dem SFB 920 eine neu geschaffene und moderne Forschungsinfrastruktur zur Verfügung. Diese und weitere Neuigkeiten finden Sie in der aktuellen Ausgabe unseres Newsletters sowie auf unserer Homepage unter <https://tu-freiberg.de/forschung/sfb920>.

Viel Freude beim Lesen!

INHALT

Aktuelles aus dem SFB 920

<i>Anwendungsorientierter internationaler Austausch und Dialog zu feuerfesten Materialien</i>	2
<i>Weitere aktuelle Meldungen</i>	3
<i>Aus den Arbeitsgruppen</i>	4

Aus der Forschung

<i>μCT-Untersuchungen zum Ermüdungsverhalten intermetallischer Phasen in AISiCu3</i>	6
<i>Kapillarwechselwirkungen auf rauen Filtermaterialoberflächen</i>	7

Aktuelle Publikationen

Weitere Preise und Ehrungen 9

Neue Forschungsinfrastruktur 9

Habilitation und Promotion 10

Termine und Impressum 10

Prof. Dr.-Ing. habil. Christos G. Aneziris
Sprecher des SFB 920

Prof. Dr.-Ing. habil. Horst Biermann
stellv. Sprecher des SFB 920



ANWENDUNGSORIENTIERTER INTERNATIONALER AUSTAUSCH UND DIALOG ZU FEUERFESTEN MATERIALIEN

Internationaler Austausch und Dialog zwischen Wissenschaft und Industrie dient der kontinuierlichen Weiterentwicklung feuerfester Materialien unter den Gesichtspunkten einer energieeffizienten, ressourcen- und umweltschonenden Herstellung und Anwendung. Aktuelle Ergebnisse seiner interdisziplinären Forschungsaktivitäten präsentierte der Sonderforschungsbereich SFB 920 zum 11. Freiburger Feuerfestforum, das erstmals als virtuelle Konferenz stattfand.

Zum elften Mal luden der SFB 920 „Multifunktional Filter für die Metallschmelzefiltration - ein Beitrag zu Zero Defect Materials“, der DGM/DKG-Fachausschuss „Feuerfestwerkstoffe“ und die DFG-Forschungsgruppe FOR 3010 „Refrabund“ zum **Freiberger Feuerfestforum**, das erstmalig digital stattfand, im Dezember 2020 ein. Über 100 Teilnehmer aus dem In- und Ausland aus Wissenschaft, Industrie und Fachverbänden tauschten sich über die neuesten Entwicklungen feuerfester Materialien und deren Anwendungsgebiete aus.

Neben der Erforschung und Anwendung feuerfester Materialien für die Metallschmelzefiltration und die Edelmetall-Metallurgie, standen die Eigenschaften metallurgischer Schlacken sowie refraktäre Verbundwerkstoffe im Fokus der Veranstaltung. Zu den Referenten zählten internationale Experten aus Industrie und Wissenschaft. Beteiligte des SFB 920 informierten im Rahmen einer digitalen Posterausstellung über neueste Entwicklungen und innovative Forschungsansätze auf dem Gebiet der Metallschmelzefiltration.

Über die gesteigerten Anforderungen an die Stahlschmelzefiltration beim Gießen großer Stahlgussteile berichtete Herr **Nick Child**, Manager für internationales Marketing der **Foseco International Ltd – Vesuvius Group** in Tamworth, Großbritannien. **Dr. Christoph Wöhrmeyer**, Direktor Produktentwicklung bei der **Imerys Aluminates GmbH** in Oberhausen stellte neueste Erkenntnisse zur Korrosionsbeständigkeit feuerfester Materialien auf Basis von Aluminiumoxid-Spinell bei der Hochtemperaturanwendung vor. Aktuelle Entwicklungen auf dem Gebiet metallurgischer Schlacken präsentierte **Prof. Olena Volkova** vom **Institut für Eisen- und Stahltechnologie** der TU Bergakademie Freiberg.



Weiterhin präsentierte **Dr. Ulrich Klotz**, Leiter Metallkunde am **fem – Forschungsinstitut Edelmetalle + Metallchemie** in Schwäbisch-Gmünd, innovative Ansätze beim Schmelzen von Titan und anderen hochschmelzenden und hochreaktiven Legierungen. Einen umfassenden Überblick zu Verfahrens- und technologischen Aspekten in der Kupferpyrometallurgie gab **Prof. Alexandros Charitos** vom **Institut für Nichteisenmetallurgie und Reinststoffe** der TU Bergakademie Freiberg. Über aktuelle und zukünftige Forschungsarbeiten zu refraktären Verbundwerkstoffen im Rahmen der DFG-Forschungsgruppe FOR 3010 informierte **Dr. Tilo Zienert** vom **Institut für Keramik, Feuerfest und Verbundwerkstoffe** der TU Bergakademie Freiberg.

Ein wichtiges Anliegen des Freiburger Feuerfestforums ist der ständige Dialog zwischen Vertretern aus Wissenschaft und Industrie für eine kontinuierliche Weiterentwicklung feuerfester Werkstoffe, um aktuellen Herausforderungen, wie steigende Anforderungen der Endanwender oder Auflagen zu einer nachhaltigkeitsorientierten Wirtschaft, zu begegnen.

Ebenso versteht sich das Feuerfestforum als wichtige Plattform zur Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses. Dazu stiftet der Verein „MORE – Meeting of Refractory Experts Freiberg e.V.“ jährlich den **Theodor-Haase-Preis** für hervorragende Master- und Diplomarbeiten auf dem Gebiet der „Feuerfest-Hochtemperaturanwendungen“, der im Rahmen des Freiburger Feuerfestforums verliehen wird. Diesjährige Preisträgerin ist M.Eng. Denise Ramler von der Universität Koblenz-Landau. In ihrer Masterarbeit, die am Deutschen Institut für Feuerfest und Keramik GmbH (DIFK) in Höhr-Grenzhausen durchgeführt wurde, untersuchte Frau Ramler die Korrosionsmechanismen beim Einsatz graphithaltiger SiC-Materialien in der Kupfermetallurgie. Die Arbeit fand unter Betreuung von Prof. Peter Quirnbach von der Universität Koblenz-Landau statt. Die Auszeichnung erinnert an den Freiburger Wissenschaftler Theodor Haase und sein Engagement für die Ausbildung von Silikatechnikern. ■

Außerdem präsentierte der SFB 920 aktuelle Forschungsergebnisse auf nationalen und internationalen Tagungen und Konferenzen, die erstmalig virtuell stattfanden, z. B. **TMS 2021** (150. Annual Meeting & Exhibition TMS - The Mineral, Metals & Materials Society), **KERAMIK 2021** (96. Jahrestagung der Deutschen Keramischen Gesellschaft - DKG), **GAMM 2021** (91. Annual Meeting of the International Association of Applied Mathematics and Mechanics), **THERMEC 2021** (11. International Conference on processing & manufacturing of advanced materials) und **Werkstoffprüfung 2020** (38. Vortrags- und Diskussionstagung). Neben der Präsentation wissenschaftlicher Beiträge übernahmen die Forscherinnen und Forscher auch die Leitung von Konferenzsitzungen zu den Themen feuerfeste Werkstoffe, Materialmodellierung und Simulation. ■

WEITERE AKTUELLE MELDUNGEN

Für besondere Leistungen und Verdienste auf dem Gebiet der Werkstoffprüfung wurde **PD Dr.-Ing. habil. Anja Weidner** vom Institut für Werkstofftechnik von der **Deutschen Gesellschaft für Materialkunde (DGM)** mit dem **Galileo-Preis** geehrt.

Die Freiburger Werkstoffwissenschaftlerin erhielt die Auszeichnung für die erfolgreiche Weiterentwicklung komplexerer *in situ* Methoden in der Werkstofftechnik. Mit diesen Methoden, wie der Analyse der akustischen Emission, der digitalen Bildkorrelation sowie der Thermografie, werden wesentliche Beiträge zur Aufklärung von Verformungs- und

Schädigungsmechanismen bei quasi-statischer sowie bei zyklischer Verformung möglich.

Der Galileo-Preis wird jährlich gemeinsam von der Deutschen Gesellschaft für Materialkunde e.V., dem Deutschen Verband für Materialforschung und -prüfung e.V. und vom Stahlinstitut VDEh im Rahmen der Tagung Werkstoffprüfung verliehen. ■

Für ihren herausragenden wissenschaftlichen Beitrag der Publikation „**On the Nonlinear Behavior of Young's Modulus of Carbon-Bonded Alumina at High Temperatures**“ wurde ein internationales Freiburger Forscherteam des SFB 920 mit dem **Alfred W. Allen Award** der **American Ceramic Society (ACerS)** gewürdigt.

Autoren und Preisträger sind **Dr. Bruno Luchini (TaTa Steel Europe, Holland)**, **Dr. Jörn Grabenhorst** und **Dr. Jens Fruhstorfer**, sowie **Prof. Victor Pandolfelli (Universidade Federal de Sao Carlos, Brasilien)**, Mercator-Professor im SFB 920 und **Prof. Christos G. Aneziris**.

„Der Artikel leistet einen wichtigen Beitrag dazu, die thermomechanischen

Eigenschaften von Keramikfiltern bei der Anwendung für die Stahlschmelzefiltration bei ca. 1600 °C zu verstehen. Mit Hilfe des sogenannten Elastizitätsmoduls (E-Modul) konnten wir eine Aussage über das Verhalten der Mikrostruktur des kohlenstoffgebundenen Filtermaterials bei sehr hohen Temperaturen treffen und damit eine Vorhersage für die Thermoschockbeständigkeit der Keramikfilter liefern“, erklärt Prof. Christos G. Aneziris.

Alle zwei Jahre begutachtet das Preis-Komitee der Refractory Ceramics Division der American Ceramic Society (ACerS) die wissenschaftlichen Artikel des Fachgebiets Feuerfestkeramik und bewertet sie nach ihrem Inhalt und dem Einfluss auf die aktuelle Forschung. ■

Müde vom Homeschooling? Um ein Stück weit die Lust auf Schule und Lernen zurückzugewinnen, konnten im März 2021 im Rahmen der **Thementage am Geschwister-Scholl-Gymnasium in Freiberg** Schülerinnen und Schüler der Klassenstufen 5 bis 10 in einem digitalen Workshop am Institut für Keramik, Feuerfest und Verbundwerkstoffe einen Einblick in die faszinierende Vielfalt keramischer Werkstoffe und ihre Anwendungsgebiete erleben.

Dafür öffnete das Institut seine digitalen Fenster und Türen. In einem Online-

Vortrag mit kleinen Videoclips erfuhren die Schülerinnen und Schüler wie man keramische Bauteile für unterschiedliche Anwendungen herstellt und welche Besonderheiten dabei zu beachten sind. Außerdem konnten die Teilnehmer in einer Live-Übertragung aus dem Festigkeitsprüflabor die Prüfung der Druckfestigkeit an einem gebrannten Bauteil aus keramischen Material mitverfolgen. ■

AUSZEICHNUNG



Foto: PD Dr.-Ing. habil. Anja Weidner erhielt den Galileo-Preis der Deutschen Gesellschaft für Materialkunde (DGM).

INTERNATIONALE EHRUNG

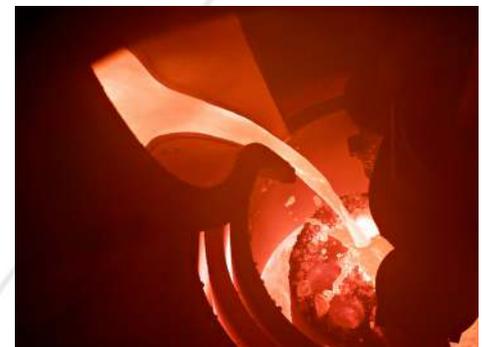


Foto: Abguss Stahlschmelze im Stahlgussimulator über einen Schaumkeramikfilter auf Basis von Aluminiumoxid in einen feuerfesten Tiegel bei 1650 °C.

NACHWUCHSTALENTE



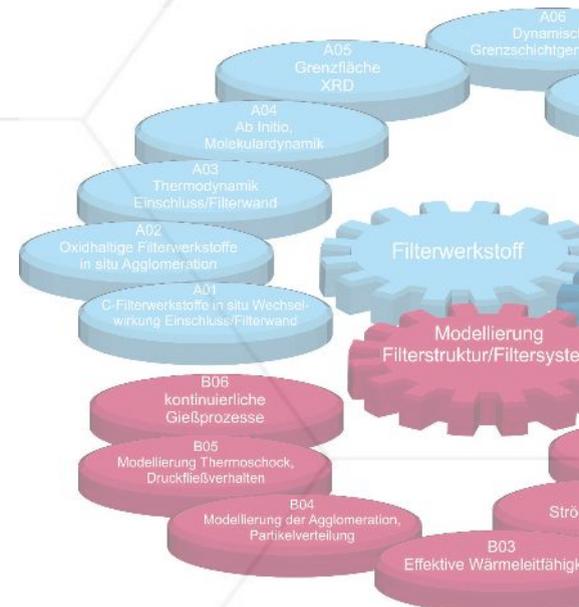
Foto: Dipl.-Ing. Benjamin Bock-Seefeld bei der online-Präsentation.

AUS DEN ARBEITSGRUPPEN

Die Forschungsarbeiten im SFB 920 werden von vier Arbeitsgruppen getragen. Sie sichern eine problemorientierte Arbeitsweise, eine enge Vernetzung der Teilprojekte und einen intensiven Austausch zwischen allen Beteiligten. Die Verantwortung zur Koordinierung der Arbeitsgruppen übernehmen Nachwuchswissenschaftler - ein aktiver Beitrag des SFB zur frühzeitigen Förderung junger Wissenschaftler in einer eigenständigen Arbeitsweise sowie von Team- und Führungsfähigkeiten.

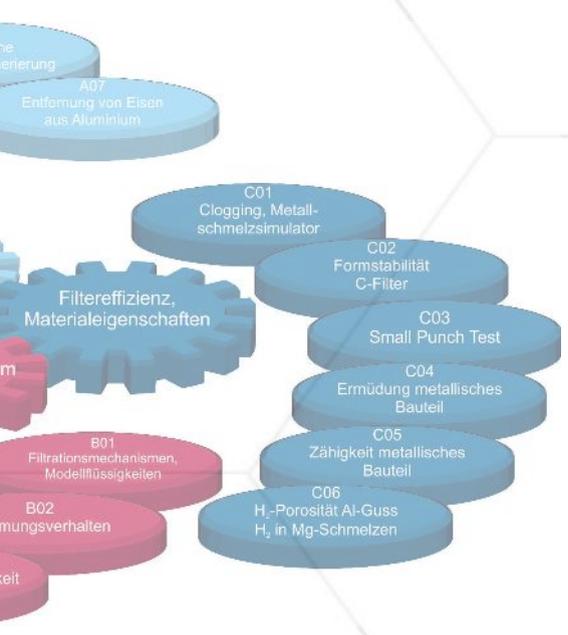
Arbeitsgruppe 1: „Metallschmelze, Einschlüsse, aktiver/reactiver Filterwerkstoff, Grenzflächendesign“ (Leitung: Dr.-Ing. Claudia Voigt)

- Evaluierung der mechanischen Eigenschaften und des Restkohlenstoffgehalts von $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-C}$ -Filtern mit unterschiedlicher, umweltfreundlicher Bindemittelzusammensetzung (A01),
- Entwicklung einer Auswerterroutine zur Quantifizierung von geschlossenen Porenfenstern in Schaumkeramikfiltern (A02),
- Simulation von Ramanspektren für Laktose, Gallussäure, Ellagsäure und Pyrogallol zur Aufklärung des Pyrolyseprozesses in umweltfreundlichen kohlenstoffgebundenen Filtern (A04),
- Ramanspektroskopische Untersuchung von kohlenstoffgebundenen Filtermaterialien mit variierenden Zusammensetzungen basierend auf Laktose, Tannin und Carbores P (verkokt und unverkokt, mit Si und ohne Si) (A04),
- Thermodynamische Modellierung des Systems $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-TiO}_2\text{-SiO}_2$ basierend auf eigenen experimentellen Daten (A03),
- Bestimmung des Homogenitätsbereiches von Al_2O_3 -armen Oxynitrid-Spinellen (MgAlON) im Temperaturbereich von 1600-1750 °C (A05),
- Durchführung von Versuchen zum Kontakt von Cu-verunreinigtem Fe (1 m.% Cu in ARMCO Fe) mit FeAl_2O_4 und ZnAl_2O_4 , Analytik an diesen Proben wird fortgesetzt (A06),
- Validierung des Beitrags von $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-C}$ -Filtermaterial zur Fe-Entfernungseffizienz in Modell-Tiegelexperimenten (A07),
- Auswertung von am Stahlgusssimulator durchgeführten Kombiversuchen (Finger: CNT's bzw. CA2 und Abgüsse durch AC5-Filter mit Al_2O_3 -flammgespritzter Schicht, Referenzen ohne Finger und/oder Filter). Charakterisierung der Finger, der Filter und des Stahls nach dem Abguss bezüglich Chemie, Partikelsituation sowie mechanischer Eigenschaften (C01),
- Auswertung von Sessile-Drop-Versuchen (in Kooperation mit dem Łukasiewicz - Krakowski Instytut Technologiczny, Polen) mit der Mg-Legierung AZ91 auf verschiedene keramische Substrate (MgAlON , $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-C}$, Al_2O_3 , MgO , ZrO_2). MgAlON zeigte den höchsten und konstantesten Benetzungswinkel. (C06),
- Auswertung einer Abgussreihe mit einer Al-Cu4Ti-Legierung und aktiven und reaktiven Filtermaterialien zur Untersuchung des Einflusses dieser Filter auf die H_2 -Porosität im Gussteil. Es konnten neue Erkenntnisse über den Mechanismus der H_2 -Ausscheidung während der Filtration gewonnen werden. (C06),
- Untersuchung von Extrusionswerkstoffen aus dem System $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-ZrO}_2\text{-C}$ auf Festigkeit, Porosität und Thermoschockverhalten, Erprobung der Extrusion von Spaghettifilter-Starterrohren für den kontinuierlichen Strangguss von Stahl auf Basis geeigneter Zusammensetzungen (T04),
- Durchströmungsversuche an keramischen Filtern und Fasern in der halbtechnischen Filtrationsanlage (Raumtemperatur-Modellsystem) zur Bestimmung des Druckgradienten, Durchführung von Abgüssen beim Kooperationspartner Fa. Alexpert, um die Faserzugabe in die Al-Schmelze zu untersuchen (T05).



Arbeitsgruppe 2: „Modellierung und Auslegung der Filtergeometrie“ (Leitung: Dipl.-Ing. Eric Werzner)

- Erstellung und Validierung eines Matlab-basierten Auswerteskripts für alle Hg-Kontaktwinkelmessungen auf Basis von Kreis-/Ellipse-/Polynom-/Laplacekurven-Approximation (B01)
- Haftkraftmessungen zwischen Partikeln und *in situ* Schichten und Korrelation mit Kontaktwinkelmessungen sowie Mikro-/Makro-Rauheit (B01, C01),
- Untersuchungen am Wassermodell zum Einfluss der ppi-Zahl des Filters auf die lokale Partikelgrößenverteilung in der Suspension mit Hilfe einer In-Line Sonde (B01),
- Vergleich der im Wassereperiment ermittelten Permeabilität mit existierenden Korrelationen zur besseren Vorhersage des Druckverlusts für gradierte Filter (B01),
- Implementierung einer Partikel-Schlupfbedingung in das porenkalige Modell der Tiefenfiltration, um die Unterschiede der Partikel-Wand-Interaktion zwischen Wassermodell und Schmelzesystem effektiv abzubilden (B02),
- Experimentelle Bestimmung des Extinktionskoeffizienten verschiedener industrieller keramischer Filter mit der externen Integrationskugel des FTIR (Fourier-Transformations-Infrarotspektrometer) sowie Vergleich mit verschiedenen prädiktiven Methoden (B03, B02),
- Verbesserung der Messdatenerfassung und Erweiterung des Temperaturbereichs für Untersuchungen der Gaslöslichkeit in Metallschmelzen mit der Hochtemperatur-Magnetschwebwaage (B03),
- Vergleich von MD Simulationen der Nanoindentierung von Al_2O_3 -Dünnschichten mit AFM-basierten Experimenten (B04),
- Auslegung eines Rührkessels für die kontinuierliche Agglomeration und Heterokoagulation (B04),
- Untersuchung des Eintauchvorgangs des Filters in die Stahlschmelze anhand numerischer Simulationen (B06, S02) und Aufbau eines Versuchstandes zur 3D Untersuchung der Anlagerung der Einschlüsse an einer aufsteigenden Blase (B06),
- Erzeugung von Schaumgeometrien mit gezielt verschlossenen Fenstern und Entwicklung eines Algorithmus zum Auszählen geschlossener Fenster in CT-Aufnahmen von Keramiksäumen (S02, B02),
- Parameterstudie zum Einfluss verschiedener morphologischer und topologischer Parameter auf hydraulische Tortuosität, viskose und inertielle Permeabilität sowie Filtrationskoeffizient bei der kontinuierlichen Aluminiumschmelzefiltration mit Hilfe von Porenkalensimulationen (S02, B02),
- Aufbau eines neuen Modell-Filtrationsstandes zur Evaluierung der Abscheideeffizienz von keramischen Fasern im Sinne der Anschwemmfiltration und in einem gekapselten Filter (T05) sowie Durchführung von Druckdifferenzmessungen an verschiedenen keramischen Filtern mit 30 ppi Porendichte (T05, A02).



Arbeitsgruppe 4: „Mechanische Eigenschaften, metallische Werkstoffe, kritische Einschlüsse“ (Leitung: Dr.-Ing. Sebastian Henschel)

- Untersuchung 3D-gedruckter Filterstrukturen mit flammgespritzten modifizierten Oberflächen kohlenstoffhaltiger sowie kohlenstofffreier Werkstoffkombinationen im Kontakt mit gezielt verunreinigter Stahlschmelze im Stahlgussimulator. Mittels Fingertest sollen geeignete optimierte 3D-Filterstrukturen sowie Materialpaarungen ermittelt und in kombinierte Reinigungssysteme überführt werden. (C01),
- Benetzungsversuche zwischen C-gebundenem Al_2O_3 , reinem Al_2O_3 und Reineisen bei $1625\text{ }^\circ\text{C}$. Nachweis von Al_2O_3 -Whisker bei C-gebundenem Al_2O_3 . Keine Reaktion zwischen reinem Al_2O_3 und Reineisen festgestellt. Die experimentellen Beobachtungen wurden mit Hilfe von thermodynamischen Berechnungen erklärt. (C01),
- Untersuchung nichtmetallischer Einschlüsse in 42CrMo4 nach verschiedenen Kombinationen reaktiver und aktiver Filtersysteme im Stahlgussimulator mittels Partikelanalyse im ASPEX, am Lichtmikroskop, am REM und durch elektrolytische Extraktion (C01, S01, C04),
- Analyse von metastabilen nichtmetallischen Einschlüssen in 42CrMo4 durch die Rekonstruktion und Indizierung der Kikuchi-Kugel aus EBSD-Daten sowie schrittweise Wärmebehandlung der Proben für Untersuchungen zur Evolution der metastabilen Einschlüsse (A05, C04),
- Mechanische und Mikrostrukturelle Untersuchungen von AlSi10Mg-Proben, die mit SiC-Partikeln verunreinigt und anschließend filtriert wurden, als Voruntersuchung für eine umfassende Charakterisierung einer größeren Versuchsreihe (C04, T05),
- Vergleich von Simulationsergebnissen und experimentellen Thermographiedaten aus Ultraschallversuchen im elastischen Bereich zur Kalibrierung des thermo-elastischen Modells. Nutzung von HPC-Strategien zur realistischen Abbildung hoher Zyklenzahlen in der Simulation. Definition von Wärmequellen und thermischen Randbedingungen zur Modellierung der Probenerwärmung aufgrund mikro-physikalischer Effekte. (C04),
- Studie zur Simulation von nichtmetallischen Einschlüssen in einem pulvermetallurgisch hergestellten Vergütungsstahl (42CrMo4) durch die gezielte Zugabe von Al_2O_3 , sowie die Untersuchung der mechanischen und bruchmechanischen Eigenschaften in Abhängigkeit vom Volumenanteil nichtmetallischer Einschlüsse und einer Schädigungsanalyse anhand der akustischen Emissionen bei unterschiedlichen Beanspruchungsraten (C05),
- Untersuchung der Filtereffizienz von Kombinations-Filtrationsversuchen mit Tauch- und Abgussfiltern (C01), im Hinblick auf die mechanischen Eigenschaften unter quasi-statischer Belastung bei unterschiedlichen Temperaturen (C05),
- Entwicklung und Erprobung einer Verfahrenstechnik zur Entfernung eisenhaltiger intermetallischer Phasen mittels Metallschmelzefiltration im industriennahen Maßstab (T03),
- Planung und Bau eines innovativen Gießmodells für den Vergleich unterschiedlicher Filterwerkstoffe hinsichtlich ihrer Filtrationseffizienz (S03).

Arbeitsgruppe 3: „Thermomechanische Eigenschaften der Filterwerkstoffe und Filterstrukturen“ (Leitung: Dipl.-Ing. Alexander Malik)

- Herstellung, Charakterisierung und thermomechanische Prüfung der Al_2O_3 -C-Kompaktproben, basierend auf dem Laktose/Tannin-Bindemittelsystem (C02),
- Entwicklung und Anwendung von Brazilian Disc Test Varianten zur Bestimmung der elastischen Materialeigenschaften des Filtermaterials bei Raumtemperatur und erhöhten Temperaturen (C03),
- Durchführung des Ball on Three Balls Tests bei hohen Temperaturen zur Untersuchung der temperaturabhängigen Veränderung der duktilen Eigenschaften des Filtermaterials (C03),
- Nachweis der dominierenden Faktoren bei der temperaturabhängigen Änderung des Materialverhaltens (C03),
- Erweiterung des entwickelten effektiven Materialgesetzes für Schaumstrukturen zur Auslegung von Keramikfiltern. Die dafür notwendigen Materialdaten des Filterwerkstoffs werden von Teilprojekten A01, A02 und C01 geliefert. (B05),
- Entwicklung und Implementierung eines hybriden Materialmodells unter Verwendung neuronaler Netze für die Simulation kleiner Deformationen von 3D Schaumstrukturen und Erweiterung des Modells für finite Deformationen (B05),
- Festigkeitsbewertung des Filters beim Eintauchvorgang mit Abgleich der Versuchsdaten von Teilprojekt T04 (B05),
- Definition von Benchmark-Problemen für Separationsphänomene während chemischer Reaktionen zur Verifizierung des entwickelten FE-Codes im Hinblick auf die Modellierung der *in situ* Schichtbildung (B05),
- Mechanische, numerische und physikalische Charakterisierung von Al_2O_3 -C-Schaumfiltern, die über verschiedene Routen hergestellt wurden (A01, T01, B05, S01).

μCT-UNTERSUCHUNGEN ZUM ERMÜDUNGSVERHALTEN INTERMETALLISCHER PHASEN IN AISi9Cu3

Autor: Ruben Wagner
(Teilprojekt C04)

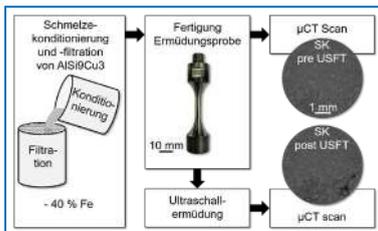


Abb. 1: Experimentelles Vorgehen: Schmelz-konditionierung und -filtration, Fertigung der Ermüdungsproben, μCT Scan vor und nach einer Ultraschallermüdung [4].

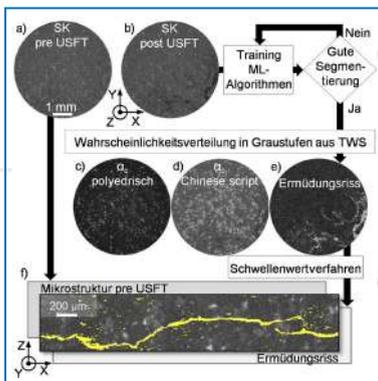


Abb. 2: Schema zur Überlagerung des segmentierten Ermüdungsrissses mit der initialen Mikrostruktur pre USFT. a) μCT-Bild im Zustand pre USFT. b) μCT-Bild post USFT. Durch ML-Algorithmen segmentierte Bildanteile aus TWS als Wahrscheinlichkeitsverteilung in Graustufen: c) polyedrische α_c Phase, d) α_c Phase in Chinese Script Morphologie, e) Ermüdungsrisss. f) Überlagerung des Ermüdungsrissses (gelb) mit Mikrostruktur pre USFT [2].

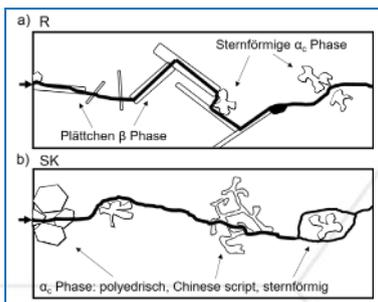


Abb. 3: Schema der Ermüdungsrissspfade in a) R und b) SK. a) Plättchen der β Phase verursachen Rissinitiation, können senkrecht oder längs geteilt werden. b) Die polyedrische α_c Phase wird geteilt und verursacht Rissinitiation, die α_c Phase in Chinese Script Morphologie wird geteilt; die sternförmige α_c Phase lenkt den Riss in R und SK ab [4].

Das Teilprojekt C04 erforscht in Zusammenarbeit mit den Teilprojekten T03, A07 und S01 den Einfluss intermetallischer Phasen, die nach einer Schmelz-konditionierung und -filtration in der Aluminiumlegierung AISi9Cu3 verbleiben, auf das Ermüdungsverhalten. Mit Hilfe von μCT Scans wird die unter Ultraschallermüdung (USFT) eingebrachte Werkstoffschädigung untersucht. Maschinlernende Algorithmen der Trainable Weka Segmentation ermöglichen die Segmentierung der einzelnen Phasen aus den μCT-Daten.

In sekundären Aluminiumlegierungen treten in Folge einer unzureichenden Schrott-trennung eisenreiche intermetallische Phasen auf. Diese beeinträchtigen die Gieß-eigenschaften und verringern die mecha-nischen Kennwerte. Aus dieser Motivation heraus wurde eine Schmelz-konditionierung und -filtration (SK) von AISi9Cu3 durchge-führt (Abb. 1). Sowohl aus dieser Charge als auch aus einer Referenzcharge (R) ohne eine solche Behandlung wurden Proben für die Ultraschallermüdungsprüfung gefertigt. Vor (pre USFT) und nach der Ultraschall-ermüdungsprüfung (post USFT) erfolgten μCT Scans (Xradia 510 Versa, Zeiss am MVTAT) an der Messlänge. Da die intermetallischen Phasen in AISi9Cu3 ähnliche Röntgenschwä-chungskoeffizienten aufweisen, ist eine Seg-mentierung auf Grundlage des Grauwerts nicht möglich und erfordert die Einbeziehung der Morphologie. Die Anwendung maschi-nlernender (ML) Algorithmen innerhalb der sogenannten Trainable Weka Segmentation (TWS) ermöglicht eine Phasensegmentie-rung, um das Verhalten der intermetallischen Phasen unter Ermüdungsbeanspruchung zu untersuchen [1].

Abb. 2 zeigt das Vorgehen zur Segmen-tierung der einzelnen Phasen exemplarisch anhand des μCT Datensatzes der Charge SK und die anschließende Überlagerung mit der initialen Mikrostruktur (pre USFT, Abb. 2a) [2]. In mehreren Iterationsschrit-ten erfolgt ein Training der ML-Algorithmen durch den Anwender, bis eine zufriedenstel-lende Segmentierung der Phasen erreicht ist (Abb. 2b). Das Ergebnis der Segmentie-rung wird für jeden Bildanteil (Phasen, Er-müdungsrisss) als Wahrscheinlichkeitsver-teilung in Graustufen ausgegeben (Abb. 2c-e).

Die Binarisierung des Ermüdungsrisss er-folgt mit einem Schwellenwertverfahren. An-hand der Überlagerung des Ermüdungsris-ses mit der Mikrostruktur vor der Ermüdung (pre USFT, Abb. 2f) ist zu erkennen, dass der Risspfad vorwiegend durch die Al Matrix und vereinzelt durch die α_c Phase in Chi-nese Script Morphologie verläuft. Der auf diese Weise extrahierte und der Mikrostruktur pre USFT überlagerte Ermüdungsrisss einer Probe der Charge R ist im Forschungsdaten-repositorium OpARA als Video #4 abrufbar [3]. Abb. 3 zeigt schematische Darstellungen der Risspfade unter Ermüdungsbeanspruchung in den Chargen R und SK [4]. In beiden Chargen tritt Rissinitiation an Diskontinui-täten nahe der Oberfläche auf. In Charge R sind dies meist Plättchen der β Phase, die im weiteren Rissfortschritt je nach Orientie-rung senkrecht oder längs geteilt werden. Die sternförmige α_c Phase lenkt den Ermü-dungsrisss ab und wird sowohl in Charge R als auch SK umgangen. Nicht filtrierte α_c Polyeder können den Ermüdungsrisss in Charge SK initiieren. Durch die α_c Phase in Chinese Script Morphologie verläuft der Ermüdungs-riss hindurch.

Die Untersuchungen zeigen, dass mit der hier entwickelten Methode die unterschiedli-chen intermetallischen Phasen in der Legie-rung AISi9Cu3 eingehend untersucht werden können. Dies erlaubt eine Weiterentwicklung des Werkstoffs unter Berücksichtigung der Schädigungswirkung der einzelnen Phasen.

In der Zukunft soll auf Basis der μCT Daten und der Anwendung der Digitalen Volumen-korrelation (DVC) das lokale Schädigungs-verhalten in Bereichen von intermetallischen Phasen für verschiedene Stadien während der Ermüdung untersucht werden. ■

[1] I. Arganda-Carreras, V. Kaynig, C. Rueden, K.W. Eliceiri, J. Schindelin, A. Cardona, H. Sebastian Seung: Trainable Weka Segmentation: a machine learning tool for microscopy pixel classification, *Bioinformatics* 33 (2017), 2424–2426. <https://doi.org/10.1093/bioinformatics/btx180>.
 [2] R. Wagner, A. Weidner, M. Seleznev, H. Fischer, R. Ditscherlein, A. Keßler, T. Leißner, G. Wolf, U.A. Peuker, H. Biermann: μCT-Untersuchungen zum Einfluss einer Schmelz-konditionierung und -filtration auf die eisenreiche β Phase in AISi9Cu3 und deren Ermüdungsverhalten, in: *proceedings of Tagung Werkstoffprüfung*, December 03-04, 2020, in press.
 [3] R. Wagner: Microstructural features of AISi9Cu3 as well as superposition of segmented fatigue crack with initial microstructure studied by μCT (2020). <https://doi.org/10.25532/OPARA-87>.
 [4] R. Wagner, M. Seleznev, H. Fischer, R. Ditscherlein, H. Becker, B.G. Dietrich, A. Keßler, T. Leißner, G. Wolf, A. Leineweber, U.A. Peuker, H. Biermann, A. Weidner: Impact of melt conditioning and filtration on iron-rich β phase in AISi9Cu3 and its fatigue life studied by μCT, *Materials Characterization* 174 (2021), 111039. <https://doi.org/10.1016/j.matchar.2021.111039>.

KAPILLARWECHSELWIRKUNGEN AUF RAUEN FILTERMATERIALOBERFLÄCHEN

Das Teilprojekt B01 untersucht Filtermaterialien hinsichtlich ihrer Rauheit, Benetzbarkeit sowie Haftkraft mittels Colloidal Probe - Rasterkraftmikroskopie im wasserbasierten Modellsystem. Um gleiche Benetzungsbedingungen wie im Realprozess zu erzeugen, werden die Filtermaterialproben sowie Alumina-partikel (Colloidal Probes) wie in [1] beschrieben silanisiert.

Die Silanisierung führt im Modellsystem wie unter Realbedingungen zu sehr hohen Kontaktwinkeln $> 100^\circ$, sodass durch verschiedene Ursachen, wie beispielsweise unvollständige Immersion mit der Flüssigkeit, Gasübersättigung in dieser, chemischen Reaktionen mit Gasentwicklung oder Perturbation kleine Blasen auf der Filtermaterial- bzw. Partikeloberfläche entstehen und letztlich Kapillarbrücken zwischen Inklusionspartikel und Filteroberfläche auftreten können. Von wissenschaftlichem Interesse sind dabei die Nanoblasen, wobei die meisten Untersuchungen auf nahezu ideal glatten Oberflächen durchgeführt wurden. Da die Filter jedoch technisch rau sind, treten Pinning-Effekte auf, die beispielsweise zu Abweichungen der idealen kappenartigen Form, größerer Stabilität auf der Feststoffoberfläche oder einer veränderten Häufigkeit und Position der Blasen führen.

Form, Häufigkeit und Größe solcher Blasen können mit dem Rasterkraftmikroskop detektiert und beispielsweise in MatLAB berechnet werden. Notwendig dazu ist eine adäquate Bildbearbeitung, welche auch die Krümmung der Partikeloberfläche oder eine nicht-plane Filtermaterialoberfläche korrekt berücksichtigt. Auffällig ist, wie Abb. 1 zeigt, dass sich die Durchmesserverteilungen der Nanoblasen auf den Oberflächen unabhängig von der Rauheit bzw. dem Übersättigungsgrad durch verschiedene Erzeugungsmethoden wenig unterscheiden. Deutlich sind stattdessen die Unterschiede der Höhenverteilung: Bei höherem Übersättigungsgrad (Ethanol-Wasser-Austausch statt Temperaturgradient) besitzen die Blasen signifikant größere Höhen [2]. Dies zeigt sich ebenso für Proben mit größerer Rauheit; hier nimmt die Blasenhöhe bei konstantem Gasübersättigungsgrad zu. Sitten die Blasen in Rauheiten und Vertiefungen, wird eine recht hohe Kontaktkraft benötigt um diese abzulösen [3].

Trifft eine partikuläre Inklusion auf die raue Filteroberfläche, können sich je nach Chemismus, Rauheit und dem Auftreten der Nanoblasen ganz unterschiedliche Haftkräfte ausbilden. Gibt es auf beiden interagierenden Oberflächen keine Blasen, sind die einzigen attraktiv wirkenden Kräfte van der Waals-Wechselwirkungen. Diese sind im Vergleich zu Kapillarwechselwirkungen oft um das 10fache niedriger und können zu einer Wiederablösung des Partikels aufgrund der Strömung führen [4]. Bei Wechselwirkungen mit Blasen kann man die Kraftabstandskurven hinsichtlich des Auftretens einer kleinen Repulsion kurz vor dem Reißen des Flüssigkeitsfilms, auch Snap-In genannt, unterscheiden; dieses Phänomen tritt entweder bei einer recht großen Blase bzw. von zwei Blasen z. B. infolge einer Deformation auf.

Es werden, um statistisch valide Daten der interagierenden rauhen Oberflächen zu generieren, eine Vielzahl an Messkurven aufgenommen, sodass sich aufgrund der Oberflächeninhomogenität Haftkraftverteilungen ergeben. Die Haftkraftverteilungssummen bei Partikel-Filtermaterial-Wechselwirkungen ohne Snap-In, d. h. ohne Ausbildung von Kapillarbrücken, lassen sich gut über einfache Weibull-Verteilungen beschreiben, wobei sich je nach Rauheit des Filtermaterials der Lageparameter ändert. Rauere Filtermaterialproben weisen bei reinen van der Waals-Kräften kleinere Haftkräfte auf, wobei es aber Übergangsbereiche gibt. Konträr dazu verhalten sich die Ergebnisse bei schlecht benetzenden Oberflächen: Medianwerte steigen hier mit zunehmender Rauheit (Abb. 2). Dies ist mit einer höheren Anzahl stabil sitzender, größerer Blasen verknüpft, welche größere bzw. multiple Kapillaren ausbilden.

Es ist daher anzustreben, eine möglichst hohe Blasenbedeckung auf den Filtern zu gewährleisten, was beispielsweise über die Rauheit gesteuert werden kann. ■

Autor: Lisa Ditscherlein
(Teilprojekt B01)

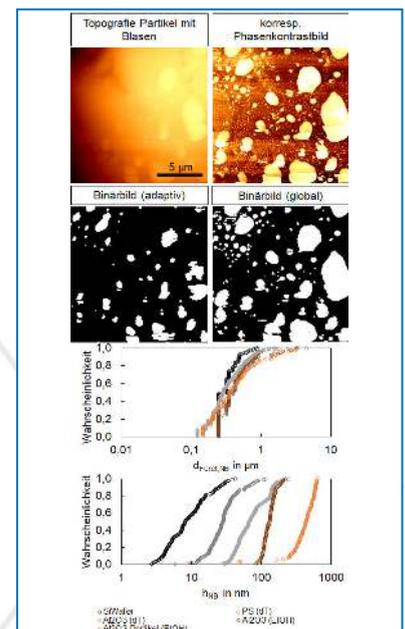


Abb. 1: AFM-Scans und Binärbilder eines Partikels mit Nanoblasen sowie Ergebnisse Nanoblasen-Größen auf verschiedenen Oberflächen unter Variation der Rauheit (SiWafer $<$ PS $<$ Al₂O₃) und Gasübersättigungsgrad (dT $<$ EtOH).

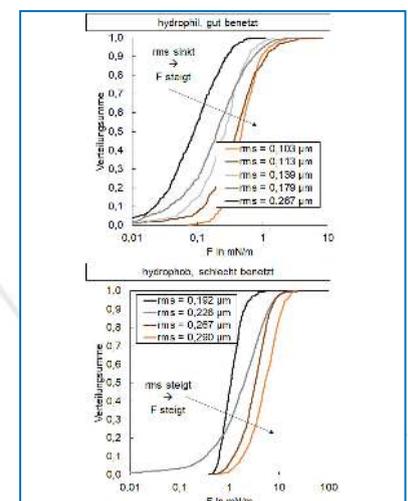


Abb. 2: Vergleich Haftkraftverteilungen und Tendenzen bei unterschiedlichen Filtermaterialrauhigkeiten betreffend van der Waals-Wechselwirkungen (hydrophil) bzw. mit Kapillarwechselwirkungen („hydrophob“).

[1] Heuzeroth, F., J. Fritzsche, and U.A. Peuker, Evaluation of the separation efficiency in metal melt filtration with atomic force microscopy. *Chemie-Ingenieur-Technik* 2014, 86(6), 874-882.
 [2] Ditscherlein, L., P. Knüpfel, and U.A. Peuker, The influence of nanobubbles on the interaction forces between alumina particles and ceramic foam filters. *Powder Technology* 2019, 357, 408-416.
 [3] Ditscherlein, L., et al., Impact of the Roughness of Alumina and Al₂O₃-C Substrates on the Adhesion Mechanisms in a Model System. *Advanced Engineering Materials* 2017, 19(9), 1700088.
 [4] Hoppach, D., et al., Experimental Investigations of the Depth Filtration inside Open-Cell Foam Filters Supported by High-Resolution Computed Tomography Scanning and Pore-Scale Numerical Simulations. *Advanced Engineering Materials* 2020, 22(2), 1900761.

AKTUELLE PUBLIKATIONEN (November 2020 - JUNI 2021)

Weitere Informationen zu den 95 Publikationen seit Beginn der dritten Förderperiode sowie über die derzeit 21 Patente und Patentanmeldungen finden Sie unter <https://tu-freiberg.de/forschung/sfb920>

Projektbereich A - Filterwerkstoffe

Teilprojekt A01

Neumann, M., Wetzig, T., Fruhstorfer, J., Lamert, V., Jelitto, H., Schneider, G.A., Aneziris, C.G. (2020): Crack propagation behavior of carbon free and carbon bonded alumina based filter materials, *Ceramics International* Vol. 46, Iss. 8, Part A, 1 June 2020, pp. 11198-11207, DOI 10.1016/j.ceramint.2020.01.141.

Luchini, B., Storti, E., Wetzig, T., Hubálková, J., Pandolfelli, V.C., Aneziris, C.G.: Mechanical and physical characterization of Al₂O₃-C foam filters produced by distinct processing routes, *KERAMIK 2021, 96th DKG-Jahrestagung, Jülich*, 19.-21. April 2021, Webkonferenz, Vortrag.

Teilprojekt A02

Voigt, C., Hubálková, J., Bergin, A., Fritzsche, R., Aune, R., Aneziris, C.G.: Overview on the possibilities and limitations of the characterization of ceramic foam filters for metal melt filtration, 2021 TMS Annual Meeting & Exhibition, Symposium Cast Shop Technology, 14.-18. März 2021, Orlando, Florida, USA, Webkonferenz, Vortrag.

Bergin, A., Voigt, C., Fritzsche, R., Akhtar, S., Arnberg, L.E., Aneziris, C.G., Aune, R.E. (2021): Experimental Study on the Chemical Stability of Phosphate-Bonded Al₂O₃-based Ceramic Foam Filters (CFFs), *Metallurgical and Materials Transactions B*, (2021), accepted: 04.03.2021, DOI 10.1007/s11663-021-02144-3.

Teilprojekt A03

Dubiel, S. M., Gondek, L., Zienert, T., Żukrowski, J. (2021): Mössbauer spectroscopic and XRD studies of two η-Fe₂Al₅ intermetallics, *Intermetallics*, Volume 135, August 2021, 107217, DOI 10.1016/j.intermet.2021.107217.

Teilprojekt A05

Thümmler, M., Rafaja, D., Kugler, K.: Interaktives Training von komplexen anwendungsbezogenen Problemstellungen in der Fernlehre, *Komplexpraktikum Röntgenfeinstrukturanalyse, E-Education-Awareness-Day, Workshop Matlab GRADER, TU Bergakademie Freiberg*, 25. März 2021, Webkonferenz, Vortrag.

Teilprojekt A07

Becker, H. (2020): Intermetallische Phasen und Phasenbildung während der Erstarrung von Fe-haltigen Al-Si-Legierungen mit Mg, Mn und Cr - Ein Beitrag zum Recycling von Al-Si-Legierungen, *Acomonta 27*, 2020, TU Bergakademie Freiberg, S. 143-145.

Becker, H., Irmer, D., Li, Y., Bergh, T., Vulum, P.E., Leinweber, A.: Effect of cooling rate and Mn/Fe- und Cr/Fe-ratio on formation of intermetallic phases in a secondary Al7Si-alloy during solidification, *Thermec 2021*, 9.-14. Mai 2021, Wien, Österreich, Webkonferenz, Vortrag.

Projektbereich B - Modellierung Filterstruktur/ Filtersystem

Teilprojekt B01

Daus, S., Peuker, U.A.: Verbesserung der Filtrationseffizienz von keramischen Tiefenfiltern durch den Einsatz gradierter Filterstrukturen, *Process-Net-Jahrestreffen AGG, MFA und ZER 2021*, 15.-16. März 2021, Webkonferenz, Poster.

Teilprojekt B04

Weber, C., Knüpfer, P., Buchmann, M., Rudolph, M., Peuker, U.A. (2021): A comparison between approaches for the calculation of van der Waals interactions in flotation systems, *Minerals Engineering*, Vol. 167, 15 June 2021, 106804, DOI 10.1016/j.mineng.2021.106804.

Teilprojekt B05

Abendroth, M., Malik, A., Hütter, G., Kiefer, B.: Applications of a hybrid approach to describe the elastic-plastic deformation behavior of foam like media involving neural networks, 91st Annual Meeting of the International Association of Applied Mathematics and Mechanics - GAMM 2021, Kassel, 15.-19. März 2021, Webkonferenz, Vortrag.

Lange, N., Hütter, G., Kiefer, B. (2021): An efficient monolithic solution scheme for FE2 problems, *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, Vol. 382, 15. August 2021, 113886, pp. 1-15, DOI 10.1016/j.cma.2021.113886.

Teilprojekt B06

Asad, A., Schwarze, R.: Numerical Modeling of Reactive Cleaning of Steel Melt in an Induction Crucible Furnace. 91st Annual Meeting of the International Association of Applied Mathematics and Mechanics - GAMM 2021, Kassel, 15.-19. März 2021, Webkonferenz, Vortrag.

Asad, A., Schwarze, R. (2021): Numerical Investigation of the Combined Effect of Reactive Cleaning and Active Filtration on Inclusion Removal in an Induction Crucible Furnace, *Steel Research International*, accepted: 25.05.2021, DOI 10.1002/srin.202100122.

Projektbereich C - Filtereffizienz, Materialeigenschaften

Teilprojekt C04

Wagner, R., Weidner, A., Seleznev, M., Fischer, H., Ditscherlein, R., Dietrich, B.G., Keßler, A., Leißner, T., Wolf, G., Peuker, U.A., Biermann, H.: µCT-Untersuchungen zum Einfluss einer Schmelzekonditionierung und -filtration auf die eisenreiche β Phase in AlSi9Cu3 und deren Ermüdungsverhalten, *Tagung Werkstoffprüfung 2020*, 03.-04. Dezember 2020, Berlin, Tagungsband, S. 1-6, DOI 10.48447/WP-2020-054.

Böhme, S.A., Vinogradov, A., Biermann, H., Weidner, A., Schmiedel, A., Henkel, S. (2021): Fatigue of carburised CrNiMo steel: Testing and modelling concept, *Fatigue & Fracture of Engineering Materials & Structures*, Vol. 44, Iss. 3, March 2021, pp. 788-804, DOI 10.1111/ffe.13394.

Wagner, R., Seleznev, M., Fischer, H., Ditscherlein, R., Becker, H., Dietrich, B.G., Keßler, A., Leißner, T., Wolf, G., Leinweber, A., Peuker, U.A., Biermann, H., Weidner, A. (2021): Impact of melt conditioning and filtration on iron-rich β phase in AlSi9Cu3 and its fatigue life studied by µCT, *Materials Characterization*, Vol. 174, April 2021, 111039, DOI 10.1016/j.matchar.2021.111039.

Wagner, R., Schmiedel, A., Dudczig, S., Aneziris, C.G., Volkova, O., Biermann, H., Weidner, A. (2021): Tailored nonmetallic inclusions in 42CrMo4 as a preparative tool for active and reactive steel melt filtration, *Advanced Engineering Materials*, accepted: 18.06.2021, DOI 10.1002/adem.202100640.

Teilprojekt C05

Henschel, S., Posselt, F., Dudczig, S., Wetzig, T., Aneziris, C.G., Krüger, L. (2020): Experimental determination of toughness under mode I/II loading, *Procedia Structural Integrity*, Vol. 28, 2020, pp. 1369-1377, DOI 10.1016/j.prostr.2020.10.108.

Koch, K., Posselt, F., Kietov, V., Henschel, S., Krüger, L.: Einfluss von keramischen Partikeln auf das statische Festigkeits-, Verformungs- und Zähigkeitsverhalten von 42CrMo4, *DVM-Tagung Arbeitskreis Bruchmechanik und Bauteilversagen 2021*, 18.-19. Februar 2021, Webkonferenz, Vortrag.

Teilprojekt C06

Fankhänel, B., Stelter, M., Charitos, A. (2020): Multi-functional Filters for Metal Melt filtration - Aluminium, *World of Metallurgy - ERZMETALL*, Vol. 73, 2020, No. 5, S. 242-246, ISSN 1613-2394.

Schramm, A., Recksiek, V., Dudczig, S., Scharf, C., Aneziris, C.G. (2021): Immersion testing of variously coated ceramic foam filters in an AZ91 magnesium melt, *Advanced Engineering Materials*, 2021, 2100519, pp. 1-12, DOI 10.1002/adem.202100519.

Transferprojekte

Transferprojekt T02

Schmiedel, A., Henkel, S., Weidner, A., Biermann, H.: Ultraschallermüdung der Stahlgusslegierung G42CrMo4 bei erhöhten Temperaturen (Ultrasonic fatigue testing of cast steel G42CrMo4 at elevated temperatures), *Tagung Werkstoffprüfung 2020*, 03.-04. Dezember 2020, Berlin, Tagungsband, S. 1-6, DOI 10.48447/WP-2020-053.

Transferprojekt T04

Wetzig, T., Bock, B., Dudczig, S., Aneziris, C.G.: Alginate-based gelcasting of spaghetti filters for metal melt filtration, *KERAMIK 2021, 96th DKG-Jahrestagung, Jülich*, 19.-21. April 2021, Webkonferenz, Vortrag.

Transferprojekt T05

Hoppach, D., Peuker, U.A.: Charakterisierung der Partikelabscheidung in schaumkeramischen Tiefenfiltern, ProcessNet-Jahrestreffen AGG, MFA und ZER 2021, 15.-16. März 2021, Webkonferenz, Poster.

Serviceprojekte**Serviceprojekt S03**

Schoß, J., Becker, H., Keßler, A., Leineweber, A., Wolf, G.: Removal of iron from a secondary Al-Si die-casting alloy by metal melt filtration in a laboratory filtration apparatus, 6th Conference on Cellular Materials - CellMAT 2020, 07.-09. Oktober 2020, Webkonferenz, Vortrag.

Übergreifende Teilprojekte

Aneziris, C.G.: Porous ceramics and chemical interactions for clean steel approaches; expectations, limitations, 5th Webinar of Federation for International Refractory Research and Education - FIRE, 26.-28. Januar 2021, Webkonferenz, eingeladener Vortrag.

Aneziris, C.G., Voigt, A.: Collaborative Research Center SFB 620 - Results of aluminum filter development and their implementation potentials, Advanced Metals and Processes - AMAP FORUM 2021, 28.-29. April 2021, Webkonferenz, eingeladener Vortrag.

Patente und Patentanmeldungen**Teilprojekt A02**

Filter aus kohlenstoffgebundenen Materialien für die Aluminiumschmelzefiltration. Patentanmeldung-Nr.: DE 10 2020 000 969.7, Anmeldetag: 14.02.2020.

WEITERE PREISE UND EHRUNGEN

Gleich zweimal wurde **M.Sc. Jakob Kraus** für hervorragende fachliche Leistungen im Studium und in der Masterarbeit sowie für ein hohes gesellschaftliches Engagement von der Fakultät für Chemie und Physik der TU Bergakademie Freiberg ausgezeichnet: mit dem **Ferdinand-Reich-Preis** sowie dem **Werner-Freiesleben-Preis**. Herr Kraus ist seit 2019 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Theoretische Physik. Er promoviert im SFB 920 und forscht im Teilprojekt A04 an umweltfreundlichen Bindemitteln für kohlenstoffgebundene Metallschmelzefilter.



Foto: Preisträger M.Sc. Jakob Kraus.

Zum anderen wurden **Dr.-Ing. Tilo Zienert** und **PD Dr.-Ing. habil. Olga Fabrichnaya (TP A03)** für ihre Publikation „Prediction of heat capacity for crystalline substances“ vom Journal CALPHAD (Computer Coupling of Phase Diagrams and Thermochemistry) mit dem **Best Paper Award** ausgezeichnet.

Der Beitrag beschäftigt sich mit einer neuen Methode zur Vorhersage von Schmelzpunkten einer Substanz aus thermophysikalischen Daten, die bei niedrigeren Temperaturen ermittelt wurden. Dazu wurde ein Algorithmus entwickelt, mit dem ein physikalisch zuverlässiger Temperaturtrend von Wärmekapazität, Wärmeausdehnungskoeffizient, Volumen und Volumenmodul voraussagbar ist und der in zukünftige thermodynamische Datenbanken aufgenommen werden kann. ■

NEUE FORSCHUNGS- INFRASTRUKTUR

Das neue **„Zentrum für effiziente Hochtemperatur-Stoffwandlung (ZeHS)“** an der TU Bergakademie Freiberg nimmt seine Arbeit auf. Seit Mai 2021 können hier zukünftige Forschende und Studierende die neue Forschungsinfrastruktur für ressourcen- und energieeffiziente Technologien für die Industrie nutzen. Besonderheit ist, dass aufgrund der räumlichen Nähe eine enge fachübergreifende Zusammenarbeit unterschiedlicher wissenschaftlicher Disziplinen entsteht, die eine Bearbeitung von Themen entlang einer geschlossenen, modellunterstützten Innovationskette, ausgehend von der Theorie über Laborversuche, Technikkums- und Pilotanlagen bis hin zur Großversuchstechnik ermöglicht.

Neben umfangreicher Prüf- und Analysetechnik stehen Forschungs Großgeräte für Prozess- und Materialentwicklungen in den zwei neuen Kompetenzzentren „Hochtemperaturprozesse - Vom Mechanismus zur Anwendung“ (Leitung: Prof. Olena Volkova) und „Hochtemperaturmaterialien - Vom Material zum Bauteil“ (Leitung: Prof. Christos G. Aneziris, Prof. Horst Biermann) zur Verfügung, die auch für die Forschung im SFB 920 Anwendung finden. ■

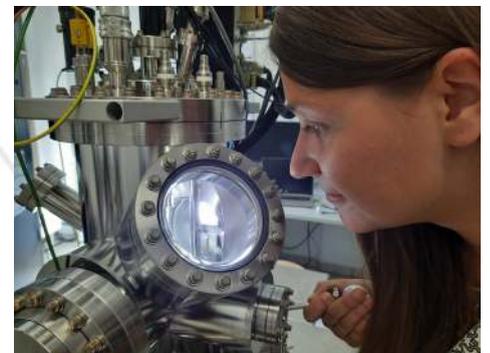


Foto: M.Sc. Lisa Ditscherlein am Hochtemperatur-Rasterkraftmikroskop.

HABILITATION UND PROMOTION

Herr PD Dr.-Ing. habil. Patrick Gehre, Teilprojektleiter im SFB 920 (TP A01, A02, T04), schloss im Juni 2021 seine **Habilitation mit dem Thema „Contribution to high-temperature functional coatings and refractory composites for application at elevated temperature“** an der Fakultät für Maschinenbau, Verfahrens- und Energietechnik der TU Bergakademie Freiberg erfolgreich ab. Die Habilitationskommission unter Leitung von Prof. Dr. Tobias Fieback erteilte Herrn PD Dr.-Ing. habil. Patrick Gehre die Habilitation und die Lehrbefugnis (venia legendi) für das Fach Hochtemperaturbeschichtungen und feuerfeste Verbundwerkstoffe.

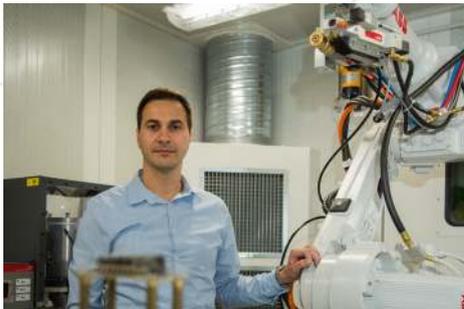


Foto: PD Dr.-Ing. habil. Patrick Gehre.

Neben Arbeiten zu Hochtemperaturwerkstoffen erforscht Herr PD Dr.-Ing. habil. Patrick Gehre im SFB 920 u. a. den Einfluss keramischer Filter, die mit Hilfe der Flamm-spritztechnologie beschichtet wurden, auf die Reinheit metallischer Schmelzen. Diesem Fachgebiet ist auch der wissenschaftliche Vortrag zum Thema „Contribution of molten metal filters with flame-sprayed

alumina coating to the cleanliness of steel“ und die Probevorlesung zu „Spezielle Verfahren und Anwendungen der Flamm-spritztechnologie“ zuzuordnen.

Dr.-Ing. Paul Knüpfer, Doktorand im Teilprojekt B04 des SFB 920, verteidigte im Dezember erfolgreich seine Dissertation mit dem Titel „Agglomeration von hydrophoben Partikeln in wässrigen Phasen“.



Foto (v.l.n.r.): Prof. F. Plamper, Prof. R. Schwarze, Dr.-Ing. P. Knüpfer, Prof. U.A. Peuker, Prof. C.G. Aneziris.

Die Dissertation untersucht ein Modellsystem, um die Agglomerationseigenschaften von nichtmetallischen Einschlüssen in Metallschmelzen bei Raumtemperatur nachzustellen. Dabei wurde festgestellt, dass sich die interpartikulären Wechselwirkungen zwischen den in Clustern agglomerierten hydrophoben Partikeln auf die Existenz von Nanobubbles zurückführen lassen. Die Nanobubbles wurden durch Messungen am Rasterkraftmikroskop detektiert. ■

KONFERENZEN UND CALLS FOR PAPERS

MaterialsWeek 2021: virtueller Kongress und Ausstellung, 07.-09.09.2021, <https://dgm.de/materialsweek/>.

12. Freiburger Feuerfestforum: 08.12.2021, TU Bergakademie, Freiberg.

UNITECR 2022: 17th Biennial Worldwide Congress on Refractories, 15.-18.03.2022, Chicago, USA, <https://ceramics.org/event/the-unified-international-technical-conference-on-refractories>.

CIMTEC 2022: 15th International Ceramics Congress, 20.-29.06.2022, Montecatini Terme, Italien, <http://2021.cimteccongress.org/>.

CERAMITEC 2022: Internationale Messe der Keramikindustrie, 21.-24.06.2022, München, <https://www.ceramitec.com/de/>.

IMPRESSUM

HERAUSGEBER

Prof. Dr.-Ing. habil. Christos G. Aneziris
Sprecher des SFB 920
TU Bergakademie Freiberg
Institut für Keramik, Feuerfest und Verbundwerkstoffe
Agricolastraße 17, 09599 Freiberg
Telefon: +49 3731 39 2505
Telefax: +49 3731 39 2419
E-Mail: aneziris@ikfww.tu-freiberg.de

Dr.-Ing. Undine Fischer
Geschäftsführung des SFB 920
TU Bergakademie Freiberg
Institut für Keramik, Feuerfest und Verbundwerkstoffe
Agricolastraße 17, 09599 Freiberg
Telefon: +49 3731 39 3324
Telefax: +49 3731 39 2419
E-Mail: undine.fischer@ikfww.tu-freiberg.de

REDAKTION

Prof. Dr. habil. Anja Geigenmüller
TU Ilmenau
Fakultät Wirtschaftswissenschaften & Medien
Fachgebiet Marketing
Langewiesener Straße 22, 98693 Ilmenau
Telefon: +49 3677 69 4085
Telefax: +49 3677 69 4223
E-Mail: anja.geigenmueller@tu-ilmenau.de

FOTOS

TU Bergakademie Freiberg, SFB 920 „Multifunktionale Filter für die Metallschmelzefiltration - ein Beitrag zu Zero Defect Materials“, Detlev Müller.

AUSGABE: Nr. 20, Heft 01/2021
ERSCHEINUNGSWEISE: halbjährlich

