

SFB 920



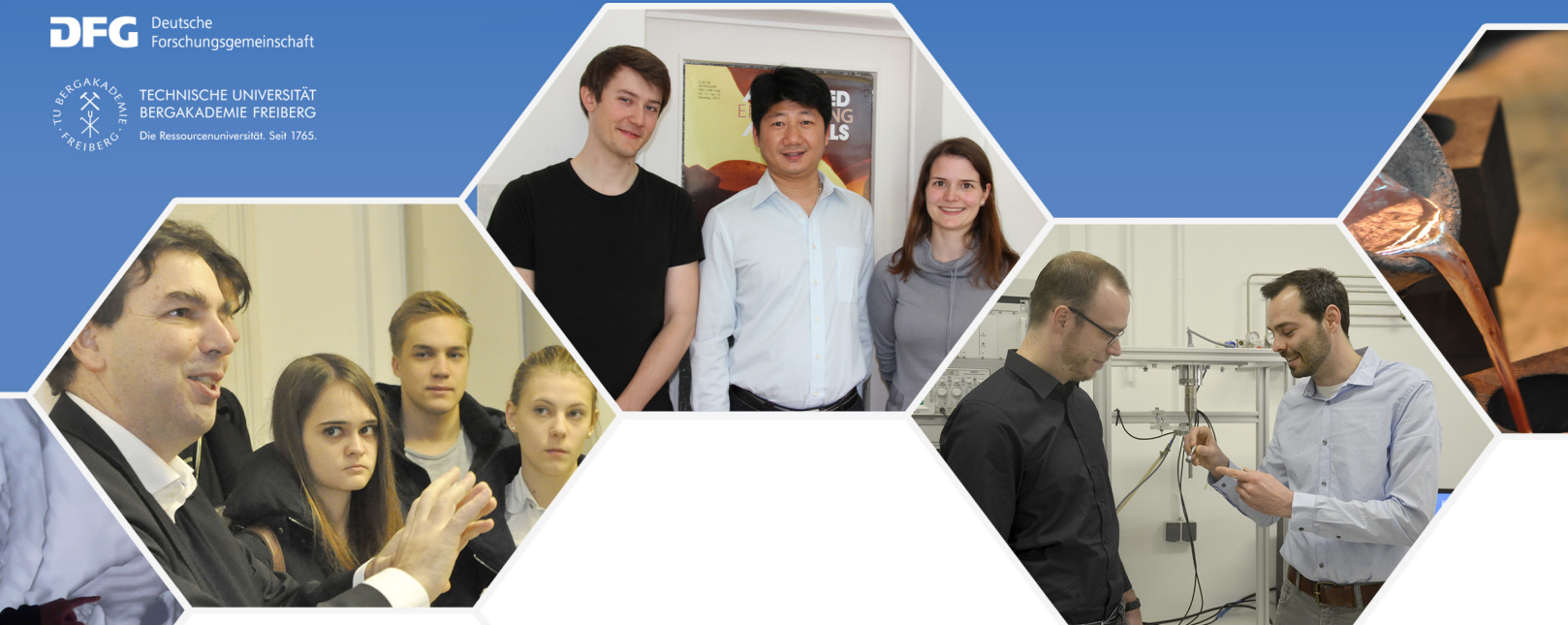
Multifunktionale Filter für die Metallschmelzefiltration – ein Beitrag zu Zero Defect Materials

NEWSLETTER

12 (1/2017)

DFG Deutsche Forschungsgemeinschaft

TU BERGAKADEMIE FREIBERG
TECHNISCHE UNIVERSITÄT BERGAKADEMIE FREIBERG
Die Ressourcenuniversität. Seit 1765.



LIEBE LESERINNEN UND LESER,

die Erforschung und Entwicklung leistungsfähiger Materialien, Werkstoffe und Technologien erfordert einen ganzheitlichen Blick auf die gesamte Prozesskette - von Materialien und ihren Eigenschaften bis hin zu daraus folgenden Anwendungsszenarien. Außerdem ist eine Vernetzung und koordinierte Zusammenarbeit von Wissenschaftlern über fachliche und auch geografische Grenzen von großer Bedeutung.

Der Sonderforschungsbereich SFB 920 besitzt in beiderlei Hinsicht ein Alleinstellungsmerkmal. Forschungsaktivitäten des SFB 920 bilden die gesamte innovative Prozesskette ab: von der Erforschung, über das Werkstoffdesign bis hin zu einem Verständnis der Grundwirkungsmechanismen der aktiven bzw. reaktiven Filterwerkstoffe. Die erfolgreiche Arbeit des SFB 920 beruht dabei auf einer intensiven Zusammenarbeit unterschiedlicher Wissenschaftsgebiete und internationaler Forschungspartner in Europa, Asien und Amerika.

Über entsprechende Aktivitäten und Ergebnisse informiert Sie die aktuelle Ausgabe unseres Newsletters. Weitere Informationen finden Sie auf unserer Homepage unter <http://sfb920.tu-freiberg.de>.

Viel Freude beim Lesen!

INHALT

Aktuelles aus dem SFB 920

Treffen von Feuerfestexperten an der TU Bergakademie Freiberg 2

Weitere aktuelle Meldungen 3

Aus den Arbeitsgruppen 4

Aus der Forschung

Automatisierte Einschlussanalyse mittels Rasterelektronenmikroskopie 6

Einfluss des Probenherstellungsverfahrens auf die Festigkeit von Al₂O₃-C 7

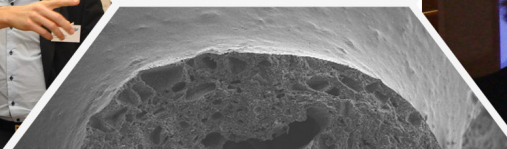
Aktuelle Publikationen 8

Abgeschlossene Promotionen 9

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



TREFFEN VON FEUERFESTEXPERTEN AN DER TU BERGAKADEMIE FREIBERG

Rund 130 nationale und internationale Vertreter aus Industrie, Forschung und Fachverbänden tauschten sich auf dem 7. Freiburger Feuerfest-Forum über aktuelle Entwicklungen zu Feuerfestwerkstoffen und Hochtemperaturanwendungen aus. Anlässlich dieses Ereignisses wurde zudem der Theodor-Haase-Preis für hervorragende Master- und Diplomarbeiten auf dem Gebiet der „Feuerfest – Hochtemperaturanwendungen“ vergeben. In diesem Jahr erhielt Dipl.-Ing. Tony Wetzig (TU Bergakademie Freiberg) diese Auszeichnung.

Die Erforschung und Anwendung feuerfester Werkstoffe und Baustoffe für extreme Einsatzgebiete mit Blick auf asiatische, europäische und nordamerikanische Märkte stand im Mittelpunkt des **7. Freiburger Feuerfestforums** im Dezember 2016 an der TU Bergakademie. Zu den Referenten zählten Experten aus Deutschland, dem Iran, Japan, Frankreich und Kanada. Beteiligte des DFG-Sonderforschungsbereichs „Multifunktionale Filter für die Metallschmelzefiltration - ein Beitrag zu Zero Defect Materials“ (SFB 920) informierten im Rahmen einer Posterausstellung über neue Erkenntnisse und innovative Forschungsansätze im Bereich Feuerfest.

Über den Einsatz von Nanoadditiven bei der Herstellung feuerfester Werkstoffe informierte **Dr. A. Nourbakhsh**, führender Wissenschaftler an der **Islamic Azad University, Isfahan, Iran**. **Christopher Parr**, Vizepräsident Produktentwicklung der **Firma Kerneos** aus Frankreich, stellte zukünftige Entwicklungen im Bereich un-geformter feuerfester Massen vor, um den steigenden Anforderungen bei der Hochtemperaturanwendung zu begegnen. **Prof. In-Ho Jung von der McGill University in Montreal, Kanada** präsentierte innovative Ansätze, um die Korrosionsbeständigkeit feuerfester Auskleidungen für RH-Entgaser zu verbessern. Über ihre Forschungsarbeit im SFB 920 zum Einsatz kohlenstoffgebundener feuerfester Werkstoffe für die Metallschmelzefiltration berichtete **Dipl.-Ing. Anne Schmidt, Institut für Keramik, Glas- und Baustofftechnik der TU Bergakademie Freiberg**. **Prof. Makoto Kawakami von der Akita University in Akita, Japan**, gab einen umfassenden Überblick zum Einsatz spe-

zieller Baustoffe und deren Eigenschaften für extreme Anwendungen in fernöstlichen Erdbebengebieten.

Das Freiburger Feuerfestforum dient dem Dialog zwischen Vertretern der Wissenschaft und Industrie für eine kontinuierliche Weiterentwicklung feuerfester Materialien. So können die Forscher aktuelle Herausforderungen berücksichtigen, z.B. steigende Anforderungen der Endanwender oder Auflagen zu einer nachhaltigkeitsorientierten Wirtschaft.

Zur Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses stiftet der MORE-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. Diesjähriger Preisträger ist Dipl.-Ing. Tony Wetzig. In seiner Diplomarbeit beschäftigte sich Tony Wetzig mit computergestützten Gel-Gießverfahren zur Herstellung kohlenstoffgebundener Keramikstrukturen für die Stahlschmelzefiltration. „Die Arbeit zeigt anschaulich, welche Innovationen außerhalb üblicher Prozessrouten zur Herstellung feuerfester Funktionsbauteile für den Einsatz in flüssigen Metallschmelzen unter sehr hohen Temperaturen möglich sind“, erklärt Prof. Christos G. Aneziris vom Institut für Keramik, Glas und Baustofftechnik, Betreuer der Arbeit. Der Preis erinnert an den Freiburger Wissenschaftler Theodor Haase und sein Engagement für die Ausbildung von Silikatechnikern.

Außerdem trafen sich mehr als 30 Vertreter der Feuerfest- und Stahlindustrie aus Europa im Mai 2017 zum **Fachausschuss des Stahlinstitutes VDEh** in Freiberg, um sich über aktuelle For-



Foto (v. l. n. r.): Dipl.-Ing. Tony Wetzig, Preisträger des Theodor-Haase-Preises 2016, und Prof. Dr. Christos G. Aneziris, Sprecher des Sonderforschungsbereiches 920.

schungsprojekte, Trends und Potentiale im Bereich der feuerfesten Materialien auszutauschen. Das Stahlinstitut VDEh mit Sitz in Düsseldorf arbeitet gemeinsam mit nationalen und internationalen Forschungseinrichtungen an der Weiterentwicklung der Stahltechnologie. **Prof. Olena Volkova vom Institut für Eisen- und Stahltechnologie (IEST) und Prof. Christos G. Aneziris vom Institut für Keramik, Glas- und Baustofftechnik (IKGB)** stellten den Teilnehmern die Ergebnisse der Forschungsarbeiten im Sonderforschungsbereich 920 vor. „Unsere aktuellen Forschungsergebnisse zeigen, dass innovative keramische Filterwerkstoffe mit funktionalisierten Oberflächen eine sehr effiziente Filtration im Bereich größer 95 Prozent bei Stahlschmelzen ermöglichen. Nach dem erfolgreichen Einsatz unter industriellen Bedingungen für den Formguss wollen wir bald erstmalig neuartige funktionalisierte Filterbauteile beziehungsweise Filtersysteme in kontinuierlichen Gießprozessen eisenhaltiger Metallschmelzen einsetzen“, erklärt Prof. Christos G. Aneziris, Sprecher des SFB 920. ■

WEITERE AKTUELLE MELDUNGEN

Im SFB 920 waren erneut mehrere internationale Wissenschaftler zu Gast. Zu ihnen zählt **Assoc. Prof. Ph.D Wen Yan von der Wuhan University of Science and Technology/China**, der sich mit porösen Keramiken und Feuerleichtwerkstoffen für Verschleißfutter beschäftigt. Weiterhin absolvierte **Prof. Lianghua Feng von der School of Materials and Metallurgy, University of Science and Technology Liaoning/China** einen einjährigen Forschungsaufenthalt an der TU Bergakademie Freiberg. Im Bereich „Thermal Power Engineering“ arbeitete sie an der Simulation der Wärmeübertragung und des Fließverhaltens während der Erwärmungs- und Abkühlungsprozesse beim Stranggießen.

Auf der **CellMAT 2016** präsentierten Vertreter des SFB 920 ihre Forschungsergebnisse gegenüber Forschern, Herstellern und Anwendern zellulärer Materialien aus aller Welt in einer eigenen Session zum Thema „Multifunctional carbon-bonded filters for metal melt filtration“. In 13 Vorträgen und einem Posterbeitrag wurde die gesamte Innovationskette von der Filtermaterialentwicklung, der Modellierung der Mikro- und Makrostruktur sowie der Filtergeometrie über die einschlussreduzierte Metallschmelze bis hin zum

Der SFB 920 unterstützte das **MINTec-Camp Werkstofftechnologie** im Dezember 2016 an der TU Bergakademie Freiberg mit dem Thema „Ceramics meet steel“. Die Veranstaltung bot neben Vorlesungen zur Welt der Hightech-Materialien Exkursionen zu einem Stahlwerk, einem Keramikersteller und einem Hersteller von Glas sowie verschiedene Praktika in Laboren und Versuchsanlagen, u.a. zum Stahlguss, zur Herstellung von Keramik sowie zur Eigenschaftsprüfung bzw. Emallierung von Stahl. Den besonderen Blick ins „Innere der Materialien“ gab

Und auch Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des SFB 920 hatten die Gelegenheit zu Gastaufenthalten an internationalen Forschungseinrichtungen. **Dr.-Ing. Claudia Voigt** (TP A02) weilte im Februar 2017 zu einem Forschungsaufenthalt am **Instytut Odlewnictwa (Foundry Research Institute) in Krakau/Polen**, um gemeinsam mit Wissenschaftlern vor Ort Benetzungsversuche durchzuführen. Auf Einladung der **Università Degli Studi di Trento/Italien** war **Dipl.-Ing. Sebastian Henschel** im vergangenen Jahr Gast am Department für Industrial Engineering und führte dort Untersuchungen zum Einfluss von TiC-Partikeln auf die Zähigkeit von Warmarbeitsstahl durch. ■

angepassten höchstbeanspruchbaren metallischen Bauteil vorgestellt.

Die CellMAT bietet Forschern, Herstellern und Anwendern von zellulären Materialien aus aller Welt alle zwei Jahre die Gelegenheit, sich auszutauschen. Schwerpunkt der CellMAT 2016 ist die Fertigung, Modifikation, Fügetechnik, Eigenschaftsanalyse und Modellierung zellulärer Materialien. Organisator der 4. CellMAT 2016 in Dresden war die Deutsche Gesellschaft für Materialkunde. ■

die Untersuchung der Mikrostruktur von Werkstoffen mit Hilfe der Rasterelektronenmikroskopie.

MINTec-Camps sind ein Werkzeug des nationalen Excellence Schulnetzwerkes MINTec, in denen ausgewählte Schülerinnen und Schüler zertifizierter Schulen naturwissenschaftliche Versuche an Hochschulen und Unternehmen durchführen und ihr schulisches Fachwissen ergänzen. Zeitgleich lernen sie Studiengänge, Forschungsgebiete und Berufsbilder der Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik kennen. ■

INTERNATIONALER WISSENSAUSTAUSCH



Foto (v. l. n. r.): G. Bruzda, K. Michón, Dr. A. Kudyba, Dr. R. Nowak, Dr. C. Voigt.

PRÄSENTATION AUF DER CELLMAT 2016



Foto: Vertreter des SFB 920 auf der CellMAT 2016.

NEUGIERIGE NACHWUCHSFORSCHER



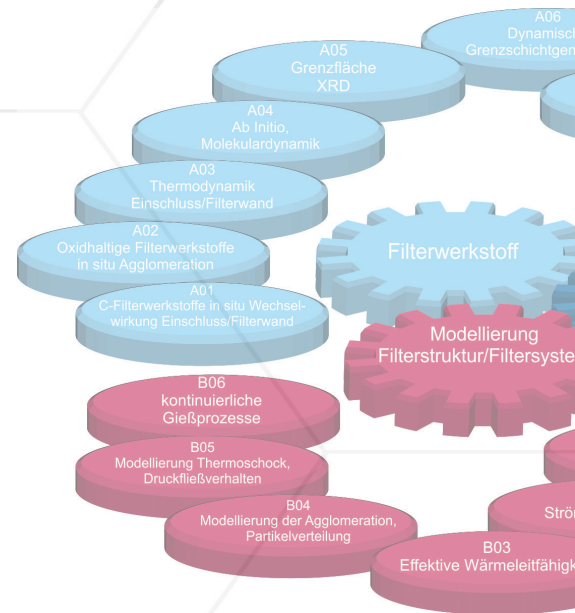
Foto (v. l. n. r.): Dipl.-Ing. Stephan Dunkel, IKGB, Dipl.-Ing. Steffen Dudczig, IKGB, (v.l.), Jasmin Heermann (MINTec-Camp-Leiterin), Dipl.-Ing. Kathrin Häußler (Kordinatorin MINT-EC an TU Freiberg) sowie Teilnehmer des MINTec-Camp.

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.

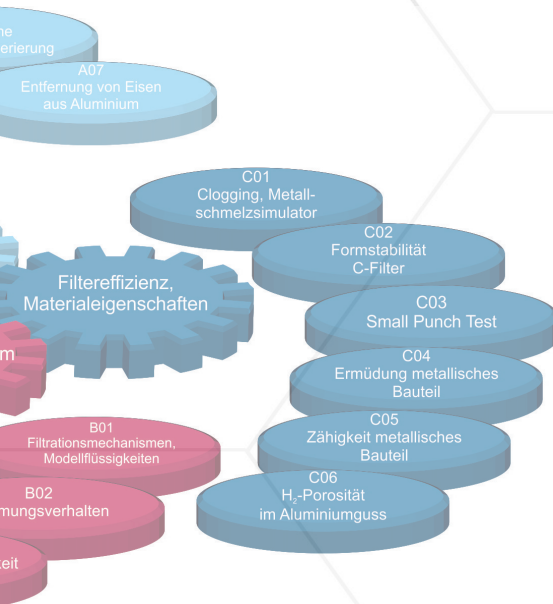
Arbeitsgruppe 1: „Metallschmelze, Einschlüsse, aktiver/reaktiver Filterwerkstoff, Grenzflächendesign“ (Leitung: Dr.-Ing. Claudia Voigt)

- Durch Verwendung einer optimierten Sessile Drop Anlage am Foundry Research Institute in Krakau, Polen konnte die Mess-temperatur bei der Messung von Benetzungswinkeln von AlSi7Mg auf Al_2O_3 , MgAl_2O_4 , $3 \text{ Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ und TiO_2 von 950°C auf 730°C gesenkt werden. Damit ist es möglich, die Benetzungseigenschaften bei während der Filtration vorherrschenden Temperaturen zu bestimmen (A02).
- Optimierung der Herstellung von Al_2O_3 -Filterbeschichtungen über verschiedene Herstellungsrouten (A05, A02, A01).
- Entwicklung einer thermodynamischen Datenbank für Ti-Al-O und experimentelle Untersuchungen in den Systemen MgO-TiO₂ (A03). Das System MgO-TiO₂-Al₂O₃ wurde als Basis für die Entwicklung einer entsprechenden thermodynamischen Beschreibung verwendet (A03).
- Untersuchung einer Probe aus dem Stahlgussimulator mittels Transmissionselektronenmikroskop lieferte den Nachweis einer ca. 50 nm dünnen, amorphen Schicht aus Fe, O und Al (Si) mit kristallinen Anteilen, welche vermutlich die Keimbildung für das Aufwachsen sekundären Korunds bei der Stahlfiltration beeinflusst (A06, C01).
- SPS-Versuche mit Substratkeramiken unterschiedlicher C-Gehalte und verschiedenen Stahlschmelzen zeigten mit steigendem Gesamtkohlenstoffanteil zunehmende Gasphasenentstehung (CO), was als indirekter Nachweis für den vermuteten Löse- und Wiederausscheidemechanismus als Grundlage der Sekundärkorundbildung interpretiert wird (A06, A01).
- Herstellung großformatiger, zylindrischer Al_2O_3 -C Filterbauteile (\varnothing 200 mm und Höhe 200 mm) für die Filtration von Flüssigstahl im Stranggussverteiler mittels Zentrifugier-, Tauch- und Sprühbeschichtung. Erfolgreicher Belastungstest der großformatigen Filter durch Beaufschlagung mit Stahlschmelze im Stahlgussimulator (T01).
- Um die Reaktivität des Spodumens im Kontakt mit Aluminiumschmelze zu untersuchen wurden Tauchversuche mit kompaktem Filtermaterial durchgeführt, mit deren Hilfe Reaktionen des Spodumens mit AlSi7Mg unter Normalatmosphäre bei Temperaturen ab 700°C nachgewiesen werden konnten. Außerdem wurden erste Filtrationsversuche mit Spodumen beschichteten Filtern durchgeführt (C06, A02).
- Bestimmung des Einflusses verschiedener Parameter (wie zum Beispiel die Legierungselemente Cr und Mn, verschiedene Haltezeiten und verschiedene Abkühlraten) auf die Bildung eisenhaltiger, intermetallischer Ausscheidungen in AlSi-Legierungen mit Fe-Verunreinigung (A07, S03).
- Untersuchung der Kristallstrukturen der Tieftemperaturphasen, die sich aus der η -Al-Fe Hochtemperatur-Phase bei Temperaturen $< 350^\circ\text{C}$ bilden (A07, A04).
- Entwicklung eines neuen Versuchsaufbaus für industriennahe Abgussversuche im Stahlgussimulator (C01, A01, C04).
- Auswertung des Filtrationseffektes verschieden beschichteter Filter anhand der verbliebenen Einschlüsse (Größenverteilung und Chemie) im Stahl mittels automatisierten Rasterelektronenmikroskop (Aspex) (A01, C01, C04).



Arbeitsgruppe 3: „Thermomechanische Eigenschaften der Filterwerkstoffe und Filterstrukturen“ (Leitung: M. Sc. Henry Zielke)

- Probenherstellung mittels Sprühverfahren (A01) für B3B-Versuche (C03) mit Variation von Kohlenstoffgehalt und Verkockungstemperatur.
- Probenherstellung von Teilprojekt A02 für CNB-Versuche (C03).
- Beschreibung des effektiven Hochtemperaturverhaltens von computergenerierten Schäumen (B05).
- Prüfung von CT-gescannten Al_2O_3 -C-Filtern mit nachfolgendem CT-Scan zur Untersuchung der Verformungsmechanismen der Filter (C02) und Abgleich mit Simulationsergebnissen (B05).
- Biegeprüfung von Al_2O_3 -C-Stäben mit kombinierter akustischer Emission (C02).
- Durchführung CNB-Experimente (C03) bei verschiedenen Prüftemperaturen (Raumtemperatur und 800°C) und verschiedenen Werkstoffen (Al_2O_3 und Al_2O_3 -C) zur Bestimmung der Bruchzähigkeit.
- Planung der Erweiterung der B3B-Versuchsanlage zur Durchführung von Experimenten bei Temperaturen bis 1700°C .



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

- Experimentelle Untersuchung der Wirkung von Partikelgröße, Strömungsgeschwindigkeit und Filterdicke auf die Abscheidung von Al_2O_3 -Partikeln an Filtern mit Porendichten von 10 bis 30 ppi an der halbtechnischen Versuchsanlage (B01),
- Messung der Agglomeratfestigkeit gegenüber Scherung in Abhängigkeit der Benetzungseigenschaften (B04),
- Inbetriebnahme eines Fourier-Transform-Infrarotspektrometers sowie einer Ulbrichtkugel für die Bestimmung des Extinktionskoeffizienten von Schaumkeramikfiltern zur Validierung des numerischen Strahlungsmodells (B03),
- Bestimmung des Darcy- und Forchheimer-Koeffizienten keramischer Filter in Abhängigkeit von Oberflächenrauigkeit und Porendichte mit verschiedenen Modellfluiden (B03, A02, B02),
- Numerische Untersuchung des Einflusses von Porosität und Stegform auf Festigkeit, Druckverlust, hydrodynamische Tortuosität und Filtrationskoeffizient an künstlich generierten Schaum-Modellen (B05, B02),
- Strömungssimulation zur Untersuchung des Filtereinflusses im Verteiler und Aufbau eines Versuchsstandes für Validierungsexperimente mit einem vereinfacht gestalteten, optisch transparenten Filter (T01, B06),
- In-situ Datenreduktion zeitlich hochauflösender Daten mit Hilfe temporaler Kompression und Realisierung eines interaktiven Visualisierungswerkzeugs für selektiven Datenzugriff auf Basis einer komprimierten Indexstruktur in ParaView (S02, B02).

Arbeitsgruppe 4: „Mechanische Eigenschaften, metallische Werkstoffe, kritische Einschlüsse“ (Leitung: Dipl.-Ing. Tim Lippmann)

- Tiegelversuche Stahlgussimulator mit 18CrNi-Mo7-6 Stahlguss zur Untersuchung mechanischer Eigenschaften (statische und zyklische Beanspruchung) und der Mikrostruktur (Einschlussgrößen und -verteilungen, chemische Zusammensetzung),
- Einfluss des Tiegelmaterials auf den Sauerstoffgehalt und damit auf Einschlussgröße, -verteilung und Zusammensetzung,
- Abnehmender Sauerstoffgehalt in der Reihenfolge: (i) Aluminiumoxid-Tiegel (AC), (ii) Aluminium-Zirkonium-Titanoxid-Tiegel (AZT-C) und (iii) mit carbonanotubes beschichtete Aluminium-Zirkonium-Titanoxid Tiegel (AZT-C+n),
- Änderung der Einschlussgröße und -morphologie; für höhere Sauerstoffgehalte (AC-Tiegel) kugelige Duplex-Einschlüsse (oxidischer Kern und MnS-Schale); bei geringeren Sauerstoffgehalten bevorzugt dendritische MnS-Einschlüsse,
- Abnahme der Keimbildungsorte für MnS und stärkeres Wachstum der Einschlüsse mit abnehmendem Sauerstoffgehalt,
- AC-Tiegel: viele, kleine Duplex-MnS-Einschlüsse; jedoch bessere zyklische Eigenschaften im Vergleich AZT-C und AZT-C+n (C01, C04, C05, S01)
- Referenzversuche für Fingertestuntersuchungen: Untersuchung des Einflusses des Aufschmelz- und Abkühlvorgangs sowie des Oxidations-/Desoxidationsprozesses auf die Verteilung und Größe von nichtmetallischen Einschlüssen sowie die zyklischen Eigenschaften,
- Aufgeschmolzen/abgekühlter Zustand schlechtere zyklische Eigenschaften im Vergleich zu dem oxidiert/desoxidierten Zustand,
- Ursache: um Faktor 3 höhere Einschlussgröße (plättchenartige Al_2O_3 -Einschlüsse als Rissauslöser),
- statischen Verformungs- und Festigkeitskennwerte nahezu identisch (C04, C05),
- Fingertestversuche und Einsatz verschiedener Filter: (i) AC5 Filter, (ii) mit Al_2O_3 sowie (iii) CNT's und (iv) 96 % Al_2O_3 + 4 % C beschichtetem AC5 Filter; jeweils für 10 s Kontakt mit der Stahlschmelze,
- Proben für die mechanische Prüfung gegenwärtig nach dem heißisostatischen Pressen in der Fertigung (A01, C01, C04, C05)
- Untersuchung der Wirkung von Einschlüssen in einer Aluminium-Legierung (AlSi7Mg)
- 01/2017 Vorversuche bei der Fa. Hydro Aluminium (Bonn)
- Zur Optimierung der Plattendicke Abguss von Stufenkeilen am Gießerei-Institut,
- Untersuchungen zur Porosität und Mikrostruktur (Kornfeinung) (A02, C04, S03).

EINFLUSS DES PROBENHERSTELLUNGS- VERFAHRENS AUF DIE FESTIGKEIT VON Al_2O_3-C

Teilprojekt C03 beschäftigt sich mit der Bestimmung von temperaturabhängigen bruchmechanischen Eigenschaften keramischer Filterwerkstoffe. Die Ergebnisse zeigen eine Abhängigkeit der Festigkeit vom Herstellungsprozess, der chemischen Zusammensetzung des Schlickers sowie der Verkockungstemperatur.

Für die industrielle Anwendung eines Filters spielt die Frage der Unversehrtheit während des Gießprozesses eine wichtige Rolle. Deshalb ist eine mechanische Charakterisierung des Filtermaterials notwendig, um das Verhalten des Filters vorhersagen zu können. Hierzu werden Versuche durchgeführt, bei welchen die Proben den realen Filter in Größe und Mikrostruktur entsprechen.

Es werden zwei verschiedene Probenherstellungsverfahren hinsichtlich Festigkeit und Mikrostruktur miteinander verglichen. Das erste Verfahren basiert auf einem Gießprozess. Der Schlicker wird in eine Gipsform gegossen, getrocknet und anschließend verkocht. Aus den entstehenden Stäben werden letztlich die Proben getrennt. Das zweite Verfahren beruht auf einem Teilprozess der Filterherstellung. Der Schlicker wird hierbei in Formen mit endmaßnahen Abmessungen gesprüht und ebenfalls getrocknet und verkocht. Aufgrund der Schwindung ist ein Schleifen der Oberflächen als letzter Herstellungsschritt erforderlich.

Die hergestellten Proben werden mit Hilfe des Ball on Three Balls Test (B3B), welcher eine Weiterentwicklung des Small Punch Tests ist, getestet. Die Proben haben einen Durchmesser von $D = 8$ mm und eine Dicke von $t = 0,5$ mm. Während des experimentellen Versuchsablaufes wird die Probe mit einem sphärischen Stempel zentrisch bis zum Probenversagen mit einer konstanten Verschiebungsrate belastet. Dabei werden Stempelkraft und -verschiebung aufgezeichnet.

Basierend auf der linear elastischen Platten-theorie lässt sich das Spannungsfeld innerhalb der Probe analytisch abschätzen. Vorhergehende Untersuchungen zeigen, dass der erste Lastabfall mit einer Rissini-

tierung in der Probe korreliert [1]. Für jede Probe wird mit dieser ermittelten Kraft eine Bruchspannung berechnet.

Eine Auswertung der Ergebnisse zeigt eine für keramische Werkstoffe typische starke Streuung der Bruchspannungen. Deshalb wird eine Analyse mittels zwei-parametrischer Weibull-Verteilung durchgeführt. Vorhergehende Untersuchungen unterstützen die These der Anwendbarkeit dieser Verteilung zur Beschreibung des auftretenden Größeneffekts [3]. Die Weibull-Festigkeit σ_0 beschreibt die Festigkeit bei einer Versagenswahrscheinlichkeit von 63,2 %, wohingegen der Weibull-Modul m ein Maß für die Streuung ist. Ein großer Weibull-Modul korreliert dabei mit einer kleinen Streuung. Aufgrund des Größeneffektes dürfen nur Weibull-Festigkeiten, welche auf das gleiche Volumen bezogen sind, verglichen werden. Deshalb wird eine volumenbezogene Weibull-Festigkeit σ_0^V mit einem Referenzvolumen von 1 mm^3 berechnet.

Die Ergebnisse der Auswertung werden in Abbildung 1 dargestellt. Für jedes Herstellungsverfahren wurden jeweils 30 Proben bei Raumtemperatur und bei 800 °C (HT) getestet. Beide Verfahren zeigen vergleichbare Festigkeiten sowie einen Anstieg der Festigkeit bei höheren Temperaturen. Zudem ist die Streuung bei den gesprühten Proben höher als bei den gegossenen Proben. Es konnten keine mikrostrukturelle Änderungen bei den HT-Experimenten beobachtet werden, was durch die nicht signifikanten Änderungen des Weibull-Moduls bestätigt wird. Abbildung 3 und 4 zeigen die Mikrostruktur der einzelnen Proben, wobei die gesprühten Proben eine bessere Übereinstimmung mit der Mikrostruktur der realen Filter aufweisen. ■

Autor: Henry Zielke (Teilprojekt C03)

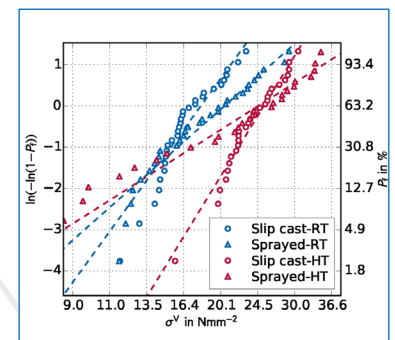


Abb. 1: Weibull-Diagramm für unterschiedliche Probenherstellungsverfahren und verschiedene Testtemperaturen.

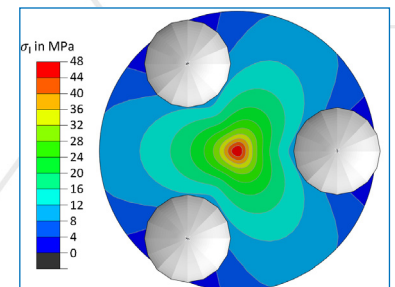


Abb. 2: Spannungszustand an Probenunterseite.

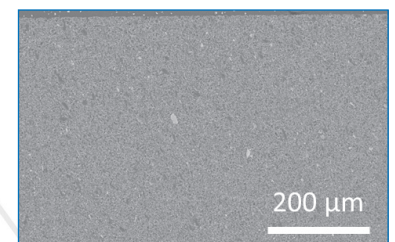


Abb. 3: Gefügebild gegossener Proben.

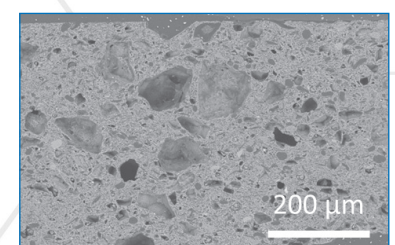


Abb. 4: Gefügebild gesprühter Proben.

[1] Soltysiak, S.; Abendroth, M.; Kuna, M.; Dudczig, S., Influence of the Content of Modified Coal Tar Pitch Powder on the Strength of Carbon Bonded Alumina (Al_2O_3-C). Adv. Eng. Mater. 2013, 15, 1230-1234.

[2] Soltysiak, S.; Abendroth, M.; Kuna, M.; Klemm, Y.; Biermann, H., Strength of fine grained carbon-bonded alumina (Al_2O_3-C) materials obtained by means of the small punch test. Ceram. Int. 2014, 40, 9555-9561.

[3] Zielke, H.; Abendroth, M.; Kuna, M., Determination of Fracture Mechanical Properties of Carbon Bonded Alumina Using Miniaturized Specimens. Key Eng. Mater. 2016, 713, 70-73.

AKTUELLE PUBLIKATIONEN (DEZEMBER 2016 - MAI 2017)

Weitere Informationen zu den insgesamt 145 Publikationen aus der zweiten Förderperiode bis Mai 2017 sowie über die derzeit 17 Patente und Patentanmeldungen finden Sie unter <http://tu-freiberg.de/forschung/sfb920>.

Projektbereich A - Filterwerkstoffe

Teilprojekt A01

Aneziris, C. G. (2016): Multifunctional Carbon-bonded filters for metal melt filtration. Cellular Materials - CellMat 2016, 07.-09.12.2016, Dresden, Keynote Lecture.

Aneziris, C. G., Gehre, P., Schmidt, A. (2016): Carbon bonded functional filter systems for clean steel technology. 1st German-Chinese-Symposium, Development and Technology of Carbon Materials, AK Kohlenstoff, 13.11. – 16.11.2016, Berlin.

Schmidt, A., Salomon, A., Dudczig, S., Aneziris, C. G., Rafaja, D. (2016): Kinetics of the interactions of carbon-bonded alumina filter in steel contact. CellMat 2016, 07.-09.12.2016, Dresden.

Schmidt, A., Salomon, A., Dudczig, S., Berek, H., Rafaja, D., Aneziris, C. G. (2017): Functionalized Carbon-Bonded Filters with an Open Porous Alumina Coating: Impact of Time on Interactions and Steel Cleanliness. Advanced Engineering Materials, accepted: 03.05.2017, DOI 10.1002/adem.201700170.

Schröder, C., Fischer, U., Schmidt, A., Schmidt, G., Volkova, O., Aneziris, C. G. (2017): Interactions between exogenous magnesia inclusions with endogenous inclusions in a high alloyed steel melt. Advanced Engineering Materials, accepted: 18.04.2017, DOI 10.1002.201700146.

Storti, E., Dudczig, S., Hubáľková, J., Gleinig, J., Weidner, A., Biermann, H., Aneziris, C. G. (2017): Impact of Nanoengineered Surfaces of Carbon-Bonded Alumina Filters on Steel Cleanliness. Advanced Engineering Materials, accepted: 03.04.2017, DOI 10.1002/adem.201700153.

Teilprojekt A02

Voigt, C., Aneziris, C. G. (2017): Surface functionalized filters for aluminum melt filtration. 92. DKG Jahrestagung mit Symposium Hochleistungskeramik 2017, Berlin, 19.-22.03.2017, Poster, 2. Platz Poster-Wettbewerb.

Voigt, C., Aneziris, C. G. (2017): Oberflächen-funktionalisierte Schaumkeramikfilter für die Aluminiumschmelzefiltration. Interdisziplinäre Symposium für Ingenieurinnen und Naturwissenschaftlerinnen, ISINA, 13.-14.03.2017, TU Chemnitz, Poster.

Voigt, C., Jäckel, E., Taino, F., Zienert, T., Salomon, A., Wolf, G., Aneziris, C. G., LeBrun, P. (2016): Filtration Efficiency of Functionalized Ceramic Foam Filters for Aluminum Melt Filtration, Metallurgical and Materials Transactions B, Vol. 48B, pp. 497-505, DOI 10.1007/s11663-016-0869-5.

Teilprojekt A03

Ilatovskaia, M., Fabrichnaya, O. (2016): Thermodynamic description of the Ti-Al-O system based on experimental data. Journal of Phase Equilibria and Diffusion, pp.1-10, DOI 10.1007/s11669-016-0509-4.

Ilatovskaia, M., Fabrichnaya, O. (2016): Thermodynamic description of the Ti-Al-O system based on experimental data. TOFA 2016, Discussion Meeting on Thermodynamics of Alloys, September 4-9, 2016, Santos, Brazil.

Ilatovskaia, M., Savinykh, G., Fabrichnaya, O. (2017): Thermodynamic description of the ZrO_2 - TiO_2 - Al_2O_3 system based on experimental data. Journal of the European Ceramic Society, accepted: 27.03.2017, DOI 10.1016/j.jeurceramsoc.2017.03.064.

Teilprojekt A04

Amirkhanyan, L., Kortus, J. (2017): Ab-initio investigation of the interface α - Al_2O_3 /Al. Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft, Dresden 2017, 19.-27.03.2017, Poster O 46.20.

Himcinschi, C., Storti, E., Schmidt, A., Rudolph, M., Kortus, J., Aneziris, C. G., Rafaja, D. (2016): Characterization by Raman spectroscopy of multi-walled carbon nanotubes as reinforcement or functional coating for carbon-bonded alumina filters. Cellular Materials - CellMat 2016, 07.-09.12.2016, Dresden.

Teilprojekt A05

Rudolph, M., Salomon, A., Schmidt, A., Amirkhanyan, L., Aneziris, C. G., Kortus, J., Rafaja, D., Stöcker, H., Himcinschi, C., Motylenko, M. (2016): Formation and thermal stability of metastable aluminas under reducing atmosphere. Cellular Materials - CellMat 2016, 07.-09.12.2016, Dresden.

Rudolph, M., Rafaja, D. (2017): Structure and Thermal Stability of Boehmite derived Transition Aluminas. 25th Annual Meeting of the German Crystallographic Society, March 27 - 30, 2017, Karlsruhe, Germany, Vortrag.

Rudolph, M., Salomon, A., Schmidt, A., Motylenko, M., Zienert, T., Stöcker, H., Himcinschi, C., Amirkhanyan, L., Kortus, J., Aneziris, C. G., Rafaja, D. (2017): Thermally Induced Formation of Transition Aluminas from Boehmite. Advanced Engineering Materials, accepted: 03.04.2017, DOI 10.1002/adem.201700141.

Teilprojekt A06

Salomon, A., Voigt, C., Fabrichnaya, O., Aneziris, C. G., Rafaja, D. (2017): Formation of corundum, magnesium titanate and titanium(III) oxide at the interface between rutile and molten

Al or AlSi7Mg0.6 alloy. Advanced Engineering Materials, accepted: 05.05.2017, DOI 10.1002/adem.201700106.

Salomon, A., Zienert, T., Voigt, C., Fabrichnaya, O., Rafaja, D., Aneziris, C. G. (2016): Reactions between TiO_2 (Rutil) and molten AlSi7Mg. Cellular Materials - CellMat 2016, 07.-09.12.2016, Dresden.

Projektbereich B - Modellierung Filterstruktur/Filtersystem

Teilprojekt B01

Ditscherlein, L., Peuker, U. A. (2017): Note: Production of stable colloidal probes for high-temperature atomic force microscopy applications. Review of Scientific Instruments, 88, 046107 (2017), DOI 10.1063/1.4981531.

Ditscherlein, L., Schmidt, A., Storti, E., Aneziris, C. G., Peuker, U. A. (2017): Impact of the roughness of alumina and Al_2O_3 -C substrates on the adhesion mechanisms in a model system. Advanced Engineering Materials, accepted: 02.05.2017, DOI 10.1002/adem.201700088.

Knüpfer, P., Schmidt, A., Ditscherlein, L., Storti, E., Peuker, U.A., Aneziris, C. G.: Impact of the roughness of alumina and Al_2O_3 -C substrates on the adhesion mechanisms in a model system. Cellular Materials - CellMat 2016, 07.-09.12.2016, Dresden.

Hoppach, D., Peuker, U. A. (2017): Beschreibung der Metallschmelzefiltration anhand eines Wassermodells durch keramische Tiefenfilter, ProcessNet Jahrestreffen 2017, Köln, 6.-10.03.2017, Vortrag.

Teilprojekt B02

Wertzner, E., Abendroth, M., Demuth, C., Sett-gast, C. Trimis, D., Krause, H., Ray, S.: Influence of foam morphology on effective properties related to metal melt filtration. Advanced Engineering Materials, accepted: 15.05.2017, DOI 10.1002/adem.201700240.

Wertzner, E., Demuth, C., Mendes, M., Krause, H., Ray, S., Trimis, D. (2016): Numerical simulation of the depth filtration of liquid aluminum considering temperature-dependence of viscosity. Cellular Materials - CellMat 2016, 07.-09.12.2016, Dresden.

Teilprojekt B03

Götze, P., Hummel, S., Jorschick, H., Wulf, R., Groß, U., Fieback, T. (2017): Offenzellige, hochporöse Schaumkeramiken – Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit, Temperaturleitfähigkeit und Wärmekapazität bis 750 °C mit dem transienten Flächenquellverfahren. Jahrestreffen der ProcessNet-Fachgruppen Agglomerations- und Schüttguttechnik, Grenzflächenbestimmte



Systeme und Prozesse, Trocknungstechnik, Lebensmittelverfahrenstechnik und Wärme- und Stoffübertragung, 13. - 17. Februar 2017, Bruchsal, Poster 5.21.

Götze, P., Hummel, S., Wulf, R., Groß, U., Fieback, T. (2017): On the Importance of Temperature Coefficient of Resistance Values for Transient Measurements: Effective thermal conductivity Determined by a Hot Disk System. 33rd International Thermal Conductivity Conference (ITCC) and the 21ST International Thermal Expansion Symposium (ITES), May 15 - 18, 2017, Logan, Utah, USA, Vortrag.

Teilprojekt B04

Knüpfer, P., Peuker, U. A. (2017): Agglomeration hydrophober Partikel durch Nanobubbles. Jahrestreffen der ProcessNet-Fachgruppen Agglomerations- und Schüttguttechnik, Grenzflächenbestimmte Systeme und Prozesse, Trocknungstechnik, Lebensmittelverfahrenstechnik und Wärme- und Stoffübertragung, 13. - 17. Februar 2017, Bruchsal, Vortrag.

Knüpfer, P., Fritzsche, J., Leistner, T., Rudolph, M., Peuker, U. A. (2017): Investigating the removal of particles from the air/water-interface – Modelling detachment forces using an energetic approach. Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects, Vol. 513 (2017), pp. 215-222, DOI 10.1016/j.colsurfa.2016.10.046.

Teilprojekt B05

Abendroth, M., Wertzner, E., Demuth, C., Kuna, M., Ray, S. (2016): Numerical investigation of the mechanical behavior of ceramic foams during metal melt filtration. Cellular Materials - CellMat 2016, 07.-09.12.2016, Dresden.

Abendroth, M., Wertzner, E., Settgest, C., Ray, S. (2017): An approach toward numerical investigation of the mechanical behaviour of ceramic foams during metal melt filtration processes. Advanced Engineering Materials, accepted: 03.04.2017, DOI 10.1002/adem.201700080.

Settgest, C., Solarek, J., Klemm, Y., Abendroth, M., Kuna, M., Biermann, H. (2017): Prediction of High Temperature Behavior of Open-Cell Ceramic Foams Using an Experimental-Numerical Approach. Advanced Engineering Materials, accepted: 06.03.2017, DOI 10.1002/adem.201700082.

Settgest, C., Klemm, Y., Solarek, J., Abendroth, M., Kuna, M., Biermann, H. (2016): Mechanical properties of artificial and real open cell ceramic foams. Cellular Materials - CellMat 2016, 07.-09.12.2016, Dresden.

Teilprojekt B06

Asad, A., Schwarze, R. (2017): Numerical Investigation of Inclusions Filtration in an Induction Crucible Furnace. Clausthal-Göttingen International Workshop on Simulation Science, 27.-28.04.2017, Göttingen, Vortrag.

Wertzner, E., Asad, A., Demuth, C., Dudczig, S., Schmidt, A., Ray, S., Aneziris, C. G., Schwarze, R. (2016): Numerical modeling of flow conditions during steel filtration experiments. Cellular Materials - CellMat 2016, 07.-09.12.2016, Dresden.

Projektbereich C - Filtereffizienz, Materialeigenschaften

Teilprojekt C01

Storti, E., Dudczig, S., Gleinig, J., Colombo, P., Aneziris, C.G., Weidner, A., Biermann, H. (2016): Investigation of carbon-bonded alumina filters by μ CT after contact with a steel melt. Cellular Materials - CellMat 2016, 07.-09.12.2016, Dresden.

Teilprojekt C03

Abendroth, M. (2017): FEM Analysis of Small Punch Tests, Key Engineering Materials, Vol. 734, pp. 23-36, 2017, DOI 10.4028/www.scientific.net/KEM.734.23.

Zielke, H., Schmidt, A., Abendroth, M., Kuna, M., Aneziris, C. G. (2017): Influence of the specimen manufacturing process on the strength of carbon bonded alumina (Al_2O_3-C). Advanced Engineering Materials, accepted: 08.03.2017, DOI 10.1002/adem.201700083.

Zielke, H., Schmidt, A., Abendroth, M., Kuna, M., Aneziris, C. G. (2016): Influence of the specimen manufacturing process on the fracture mechanical properties of carbon bonded alumina (Al_2O_3-C). Cellular Materials - CellMat 2016, 07.-09.12.2016, Dresden

Teilprojekt C04

Lippmann, T., Weidner, A., Biermann, H. (2016): Thermographische Untersuchung des VHCF-Schädigungsverhaltens am Beispiel des Vergütungsstahls G42CrMo4 (Thermographic Investigations in Terms of VHCF Damage Behavior at the Example of Steel G42CrMo4 (QT)), Fortschritte in der Werkstoffprüfung für Forschung und Praxis (Werkstoffprüfung 2016), Hrsg.: H.-J. Christ, 2016 Verlag Stahleisen GmbH, Düsseldorf, ISBN 978-3-514-00830-4, S. 179-184.

Teilprojekt C05

Henschel, S., Gleinig, J., Lippmann, T., Dudczig, S., Aneziris C.G., Biermann, H., Krüger, L., Weidner, A. (2017): Effect of crucible material for ingot casting on detrimental non-metallic

inclusions and the resulting mechanical properties of 18CrNiMo7-6 steel. Advanced Engineering Materials, accepted: 04.05.2017, DOI 10.1002/adem.201700199

Henschel, S., Krüger, L. (2017): Bestimmung der Referenztemperatur nach dem Master Curve Konzept mit Hilfe der berührungslosen Verschiebungsmessung im Pendelschlagwerk. 49. Tagung des DVM-Arbeitskreis Bruchvorgänge und Bauteilsicherheit, 14.-15.02.2017, Mittweida, DVM-Bericht 249 (2017), pp. 257-266.

Teilprojekt C06

Fankhänel, B., Voigt, C., Stelter, M., Scharf, C., Aneziris, C. G. (2016): Spodumene, as new reactive element in aluminum filtration. Cellular Materials - CellMat 2016, 07.-09.12.2016, Dresden.

Fankhänel, B., Stelter, M., Voigt, C., Aneziris, C. G. (2017): Interaction of AlSi7Mg with oxide ceramics. Advanced Engineering Materials, accepted: 03.04.2017, DOI 10.1002/adem.201700084.

Transferprojekte

Transferprojekt T01

Neumann, S., Schwarze, R. (2017): Sensitivity Analysis of VOF Simulations regarding Free Falling Metal Melt Jets. Clausthal-Göttingen International Workshop on Simulation Science, 27.-28.04.2017, Göttingen, Vortrag.

Wetzig, T., Aneziris, C. G. (2017): A novel gel-casting processing route based on sodium alginate to produce carbon-bonded alumina filters for steel melt filtration. 92. DKG Jahrestagung mit Symposium Hochleistungskeramik 2017, Berlin, 19.-22.03.2017, Vortrag.

Übergreifende Teilprojekte

Serviceprojekt S01

Hubáľková, J., Voigt, C., Schmidt, A., Moritz, K., Aneziris, C. G. (2016): In-situ X-ray microtomography characterization of damage in alumina and carbon-bonded alumina foam ceramics. Cellular Materials - CellMat 2016, 07.-09.12.2016, Dresden.

Serviceprojekt S03

Dietrich, B., Becker, H., Smolka, M., Keßler, A., Leineweber, A., Wolf, G.: Intermetallic sludge formation in Fe containing secondary Al-Si alloys influenced by Cr and Mn as preparative tool for metal melt filtration. Advanced Engineering Materials, accepted: 11.05.2017, DOI 10.1002/adem.201700161.

Teilprojekt Z/MGK

Aneziris, C. G. (2017): Intelligente Filterwerkstoffe und multifunktionale Filtersysteme für die Metallschmelzefiltration. Science Match 2017, Intelligente Werkstoffe und Strukturen, Veranstalter: „Der Tagesspiegel“ und Freistaat Sachsen, 26.01.2017, Dresden.

Aneziris, C. G. (2017): Beiträge der Keramik in Hochtemperatur-Anwendungen am Beispiel SFB 920: Recycling, Energie, Leichtbau. 105. Tagung der Humboldt-Gesellschaft für Wissenschaft, Kunst und Bildung e.V., Beratung des Akademischen Rates, Potsdam, 05.-07.05.2017, eingeladener Vortrag.

Patente und Patentanmeldungen**Teilprojekt A01**

Verfahren zur Herstellung von porösen oder dichten keramischen, metallischen oder metallokeramischen komplexen Erzeugnissen mit verbesserten thermomechanischen Eigenschaften. Patentanmeldung Nr. 10 2017 000 624.5 (25.01.2017).

Hybrid-Filterssysteme für die Metallschmelzefiltration. Patentanmeldung Nr. 10 2017 000979.1 (03.02.2017).

Verfahren zur Herstellung von kohlenstoffhaltigen keramischen Bauteilen. Patentanmeldung Nr. 10 2015 221 853.8 (06.11.2015), Offenlegungstag: 11.05.2017.

PREISE UND PROMOTIONEN

Dipl.- Ing. Johannes Storm, Doktorand im MGK des SFB 920, verteidigte erfolgreich seine Dissertation zur „Entwicklung und Bewertung von effizienten Berechnungskonzepten für keramische Filter“. **Dipl.-Ing. Fabian Heuzeroth**, ebenfalls Doktorand im MGK des SFB 920, wurde zum Thema „Modelluntersuchungen zu Filtrationsmechanismen in keramischen Schaumfiltern“ promoviert.

Für die Darstellung ihrer wissenschaftlichen Arbeiten im SFB 920 erhielt **Dr.-Ing. Claudia Voigt** bei der DKG-Jahrestagung in Berlin im März 2017 den zweiten Preis für die **beste Posterpräsentation**. Dr.-Ing. Claudia Voigt bearbeitet das Teilprojekt A02 im SFB 920. Sie wurde 2016 zum Thema oberflächenfunktionalisierter Schaumkeramikfilter für die Aluminiumschmelzefiltration promoviert. ■

und Frau Dr. Anja Weidner bis 2020 neue Erkenntnisse auf dem Gebiet der zyklischen Ermüdung im Very-High-Cycle-Fatigue (VHCF)-Bereich bei erhöhten Temperaturen liefern und jungen Wissenschaftlern Möglichkeiten zur eigenen Forschung bieten. ■

NEUES FORSCHUNGSGERÄT EINGEWEIFT

Seit Januar 2017 verfügt das Institut für Werkstofftechnik (IWT) der TU Bergakademie über eine weitere Prüfvorrichtung für die Ultraschallermüdungsprüfung. Diese Anschaffung wurde in Kooperation mit einem renommierten Industriepartner realisiert.

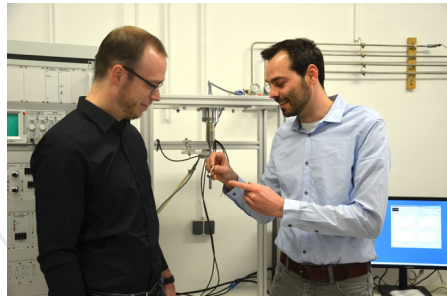


Foto (v. l. n. r.): Inspektion einer Probe durch Dipl.-Ing. A. Schmiedel und Dipl.-Ing. T. Kirste.

In einem Transferprojekt werden gemeinsam mit dem Industriepartner die zyklischen Eigenschaften von Stahllegierungen bei sehr hohen Lastspielzahlen und unter praxisnahen Temperaturen geprüft. Das von der Deutschen Forschungsgemeinschaft geförderte Projekt wird unter der Leitung von **Prof. Horst Biermann**

KONFERENZEN UND CALLS FOR PAPERS

REFRA 2017: 30.05.-01.06.2017 in Prag. Weitere Informationen unter <http://www.silikaty.cz>.

ECerS 2017: 09.-13.07.2017 in Budapest. Weitere Informationen unter <https://ecers2017.akkongress.com>.

UNITECR 2017: 25.-29.09.2017, in Santiago de Chile. Weitere Informationen unter unitecr2017.org.

DGM-WerkstoffWoche: 27.-29.09.2017 in Dresden. Weitere Informationen unter www.werkstoffwoche.de.

60. Internationales Feuerfestkolloquium: 18.- 19.10.2017 in Aachen. Weitere Informationen unter www.feuerfest-kolloquium.de.

8. Freiburger Feuerfestforum: 13.12.2017 in Freiberg.

IMPRESSUM**HERAUSGEBER**

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

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

REDAKTION

Prof. Dr. habil. Anja Geigenmüller
TU Ilmenau
Fakultät Wirtschaftswissenschaften & Medien
Fachgebiet Marketing
Langwiesener 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. 12, Heft 01/2017

ERSCHEINUNGSWEISE: halbjährlich

