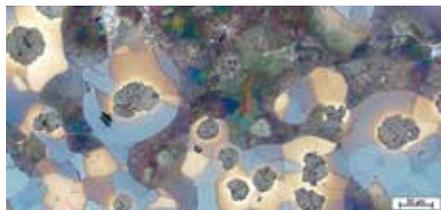
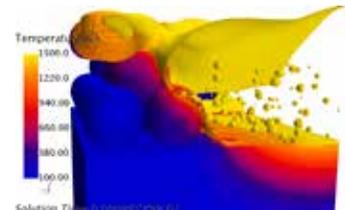




Mehrkomponenten-Druckgießen - S. 2



Karbid- und Perlitbildung - S. 3



Mehrskalensimulation - S. 4



**Liebe Ehemalige,  
Freunde und  
Förderer des  
Gießerei-Instituts,**

der aktuelle (21.) Newsletter erscheint zum 2. Formstoff-Forum, das gemeinsam mit dem 44. Gießerei-Kolloquium im neuen Hörsaalgebäude CARL der RWTH Aachen mit über 400 Teilnehmern stattfindet. Parallel zur zweitägigen Vortragsveranstaltung werden namhafte Unternehmen der Branche auf der begleitenden Informationsausstellung ihr Liefer- und Leistungsspektrum präsentieren.

Für die Institute und Access stehen dieses Jahr wichtige Entscheidungen zu Anträgen bei Exzellenzclustern, Sonderforschungs-

bereichen und neuen Großgeräten an. Erste Erfolge in dieser Reihe sind die Bewilligung des SFB „Prozesssignaturen“, eine neue induktive Schmelzanlage (im Aufbau) sowie eine Pulververdüsung (in der Beschaffung) zur Herstellung von Metallpulvern für die additive Fertigung.

Weitere Neuigkeiten und viel Lesenswertes finden Sie in den bekannten Rubriken.

Viel Freude beim Lesen, Ihr

*A. Bührig-Polaczek*

## KKS - Bewilligung SFB/TRR 136 „Prozesssignaturen“

Ende November 2017 bewilligte die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) die Verlängerung des mit einem Fördervolumen von 9,5 Millionen Euro beantragten transregionalen Sonderforschungsbereichs (SFB/TRR) 136 „Funktionsorientierte Fertigung auf der Basis charakteristischer Prozesssignaturen“. Damit konnten am 1. Januar 2018 die Kooperationspartner der Universität Bremen, der RWTH Aachen und der Oklahoma State University in die zweite Arbeitsphase starten, an der sich der Lehrstuhl für Korrosion und Korrosionsschutz (KKS) mit dem Teilprojekt MO6/Reaktionsmechanismen

beteiligt. Untersucht werden die Einflüsse von Fertigungsfluiden, wie zum Beispiel Elektrolyte bei der elektrochemischen Metallbearbeitung (ECM) oder Kühlschmierstoffe beim Schleifen und Spanen, auf die Oberflächenmodifikation und somit auf die spätere Bauteilfunktionalität. Mit dem Ziel einer funktionsorientierten Fertigung streben innerhalb des SFB mehr als 40 Mathematiker/innen und Naturwissenschaftler/innen die Entwicklung eines neuen Konzepts zur Beschreibung von Fertigungsprozessen auf der Basis vernetzter ingenieurtechnischer und naturwissenschaftlicher Ansätze an.

**PROZESS  
SIGNATUREN**  
TRANSREGIONALER SONDERFORSCHUNGSBEREICH 136



Funktionsorientierte Fertigung  
auf der Basis charakteristischer Prozesssignaturen



## Gießereiwesen

### Mehrkomponenten-Druckgießen

Seit Ende des vergangenen Jahres steht dem Gießerei-Institut der RWTH Aachen ein neues Druckgießwerkzeug (Hybrid-III) zur Herstellung von Aluminium-Kunststoff-Hybridbauteilen zur Verfügung. Bei der Geometrie handelt es sich um eine Überlapp-Scherzugprobe in Anlehnung an DIN EN 1465, um insbesondere Einflussfaktoren auf die Verbundfestigkeit zwischen Aluminium und Kunststoff untersuchen zu können.

Gegenüber bereits am Markt etablierten Prozessen werden beim Mehrkomponenten-Druckgießen sowohl die Aluminium- als auch die Kunststoffkomponenten urformend und in ein und demselben Werkzeug produziert.

Durch den Einsatz eines Schiebers wird nach dem Druckgießen der Aluminiumkomponente eine weitere Kavität freigegeben, sodass in einem zweiten Prozessschritt die Kunststoffkomponente

angespritzt werden kann. Das Verfahren ermöglicht somit eine zeitliche Optimierung der Prozesskette, indem es den Handling- und Logistikaufwand maß-

geblich reduziert. Das Werkzeug wurde im Februar 2018 erfolgreich in Betrieb genommen.

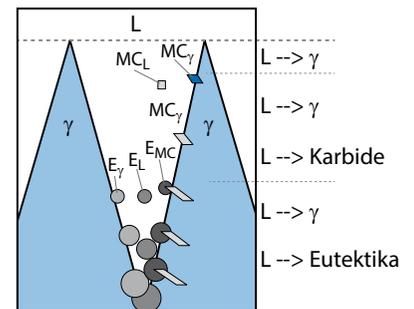


Aluminium-Kunststoff-Hybridbauteil, hergestellt mit dem neuen Hybrid-III-Werkzeug.

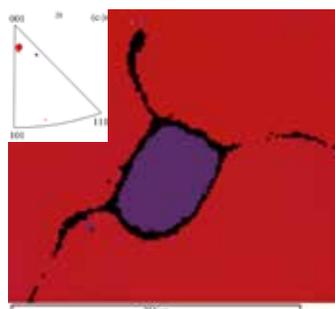
## Charakterisierung des Mikrogefüges einkristalliner Superlegierungen

Das genaue Verständnis der komplexen Vorgänge bei der Ausbildung des Mikrogefüges während der Erstarrung einkristalliner Superlegierungen ist sowohl für die Grundlagenforschung als auch für industrielle Anwendungen von großer Bedeutung. In diesem von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) geförderten Projekt werden das mehrphasige Erstarrungsverhalten und das resultierende Mikrogefüge Nickel-basierter Superlegierungen mit und ohne Kohlenstoff systematisch untersucht. Ausschlaggebend ist dabei das Keimbildungsverhalten des  $\gamma/\gamma'$ -Eutektikums. Da die eutektischen Körner nicht nur aus den  $\gamma$ -Dendriten ( $E_\gamma$ ), sondern auch aus der Schmelze ( $E_L$ ) und aus den vorhandenen Karbiden ( $E_{MC}$ ) ausscheiden, können sie unterschiedliche Orientierungen aufweisen, und so „Mikrofehlkörner“ im einkristallinen Gefüge darstellen. Basierend auf den gewonnenen Erkenntnissen zum Bildungsmecha-

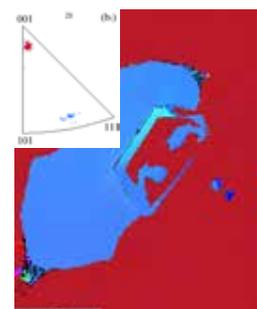
nismus der unterschiedlichen Eutektika und ihres Einflusses auf die Eigenschaften der einkristallinen Gussteile wird versucht, Mikrogefügefehler durch gezieltes Anpassen des Erstarrungsprozesses sowie die nachfolgende Wärmebehandlung zu reduzieren. Ziel ist eine hohe mikrokristalline Einkristallinität, um eine optimale Qualität der einkristallinen Gussteile zu erhalten.



Schematische Darstellung der Phasenübergangssequenz.



EBSD Mapping und IPF der aus Restflüssigkeit ausgeschiedenen  $\gamma/\gamma'$ -Eutektika.



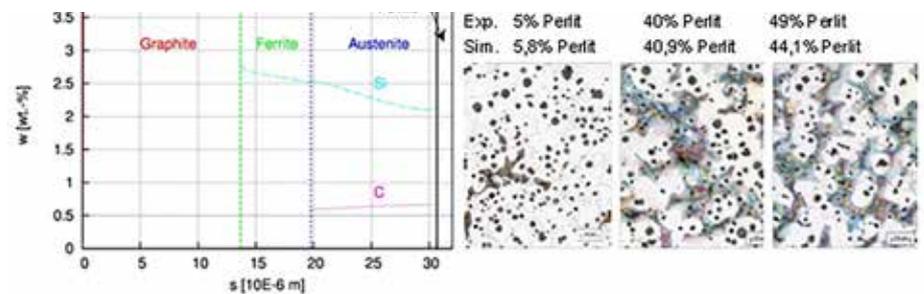
EBSD Mapping und IPF der aus MC Karbiden ausgeschiedenen  $\gamma/\gamma'$ -Eutektika.

## Simulation der Karbid- und Perlitbildung in hochsiliziumhaltigem GJS

Gusseisen mit Kugelgraphit (GJS) wird zum größten Teil aus Stahlschrott hergestellt, wobei für die Zukunft zu erwarten ist, dass der Anteil an Schrotten mit Karbidbildnern wie Cr, Mo, V und Nb noch steigen wird. Hierzu wurden im Rahmen des IGF-Projekts 18555N experimentell Grenzwerte für Karbid- und Perlitgehalte durch gezielte Variationen in einem faktoriellen Versuchsplan ermittelt. Die Gültigkeit ist dabei jedoch begrenzt auf die variierten Elemente, bestimmte Abkühlbedingungen und den konstant gehaltenen Keimhaushalt. Parallel zu diesen Arbeiten wurde ein Mikrostrukturmodell für GJS-Werkstoffe in Bezug auf die Perlitbildung weiterentwickelt, um Karbid- und Perlitgehalte auch für Bedingungen und Variationen vorherzusagen, die noch nicht experimentell quantifiziert wurden. Implementiert wird, dass der bei der eutektoiden Umwandlung im Res-

taustenit verbleibende Kohlenstoff durch den Ferrit zur Graphitkugel diffundiert. Je nach Dauer dieses Vorgangs kommt es dann bei Unterschreiten der Perlitbildungstemperatur zu konkurrierendem Wachstum, wodurch unterschiedliche Anteile Perlit resultieren. Die nach diesem Modell errechneten Ergebnisse konnten auch experimentell validiert werden. Damit steht ein Werkzeug zur Verfügung, mit dem Karbid- und Perlitgehalte auf

Basis physikalisch-chemischer Prozesse für variierende Bedingungen vorhergesagt werden können.



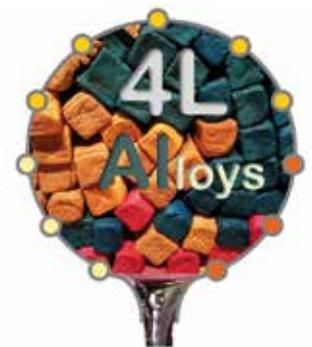
Beispielhafter Vergleich der im Simulationsmodell (links) und experimentell (rechts) ermittelten Ergebnisse für unterschiedliche Mn- und Cr-Gehalte.

## Life Long Learning on Light Alloys (4L-Alloys)

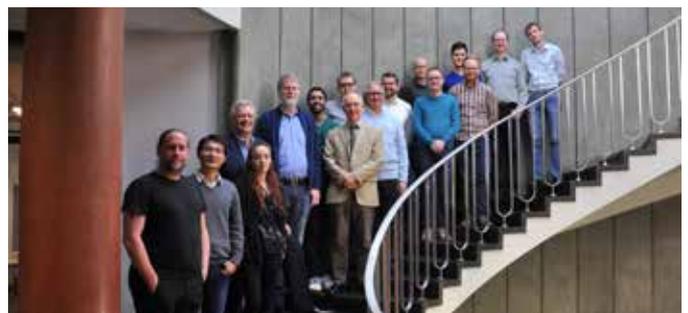
### Gemeinsamer Workshop von GI und Access

Im Zuge der europäischen 4L-Alloys Vortragsreihe mit einer zentralen Summer-School im Juli 2017 in Italien, wurden im Rahmen eines Workshops am Gießerei-Institut der RWTH Aachen aktuelle Themen im Bereich der Aluminiumwerkstoffe, insbesondere der via Analytik und Simulation gewonnenen Daten, besprochen. Einen Schwerpunkt bildeten die zukünftigen Entwicklungen, die den Umgang mit analytischen, metallographischen sowie auch simulativen Ergebnissen in Bezug auf digitalisierte Messdaten und Gefügestrukturen vereinfachen sollen. Im Zentrum stand hierbei die Nutzung des hierarchischen Datenformats HDF5, das als Basis dienen soll, vorliegende Informationen zu den Eigenschaften und der Mikrostruktur eines Werkstoffs zu speichern, um so eine Archivierung wie auch einen Datenaustausch in vereinheitlichter Form zu ermöglichen. Weiterhin wurden aktuelle Herausforderung und Lösungsansätze

in der Analytik und Prozesskontrolle von Aluminiumwerkstoffen herausgestellt und diskutiert. Hierbei wurde sowohl die Detektion von Verunreinigungen und Oxiden in einer Aluminiumschmelze via Ultraschall thematisiert als auch Entwicklungen in der Einzelfunkenspektrometrie zur gezielten Detektion und Identifikation von Phasen im Werkstoff vorgestellt. Die Veranstaltungsreihe wird gefördert durch das Europäische Institut für Innovation und Technologie (EIT).



4L-Alloys.



Teilnehmer des 4L-Alloys Workshops.

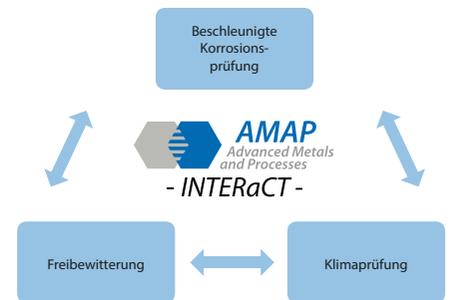


# Korrosion und Korrosionsschutz

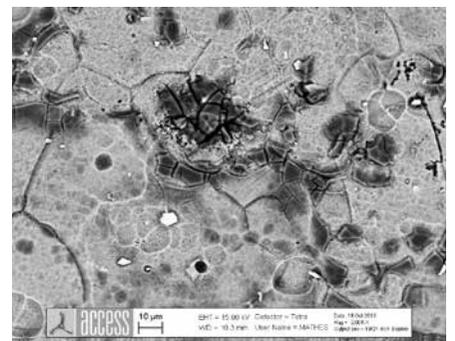
## Neuigkeiten aus dem AMAP-Forschungscluster

Das am 01.01.2016 im Advanced Metals And Processes (AMAP)-Forschungscluster gestartete P8-INTERaCT-Projekt konnte Ende 2017 erfolgreich abgeschlossen werden. Das Projekt, welches vom Institut für Korrosion und Korrosionsschutz in Kooperation mit den Aluminiumherstellern Hydro Aluminium Rolled Products GmbH, Aleris Rolled Products Germany GmbH, C TEC Constellium Technology Center und TRIMET Aluminium SE bearbeitet wurde, beschäftigte sich mit einer systematischen, vergleichenden Analyse verschiedener genormter und herstellereinspezifischer Prüfmethode zur Charakterisierung der Anfälligkeit von 6000er-Aluminiumlegierungen für interkristalline Korrosion. Insbesondere skalenübergreifende Korrelationen zwischen realitätsnahen Freibewitterungsprüfungen, verschärften Klimakammerprüfungen und beschleunigten Kurzzeittests konnten

erfolgreich identifiziert und analysiert werden. Die Ergebnisse bilden die Grundlage zur Entwicklung eines neuen VDA Korrosionstests in Zusammenarbeit mit dem Arbeitskreis Korrosionschemie in Form eines neuen Forschungsprojektes. Gleichzeitig wird eine systematische Untersuchung der Korrosionsmechanismen innerhalb des AMAP-Folgeprojektes P22-UniCorn in Zusammenarbeit mit der Hydro Aluminium Rolled Products GmbH, der TRIMET Aluminium SE und der Otto Fuchs KG fortgesetzt. Schwerpunkt hierbei ist die Analyse der Korrelation zwischen Korngrenz-Ausscheidungen, interkristalliner Korrosion und den mechanischen Eigenschaften von 6000er-Aluminiumlegierungen anhand von hochauflösenden Mikrostrukturuntersuchungen.



Korrelation unterschiedlicher Prüfmethode.



Korrosion einer EN AW 6016- Aluminiumlegierung.



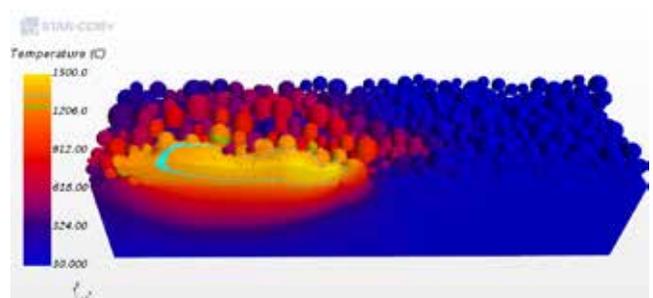
# Access

## Mehrskalensimulation schneller Erstarrung

Die additive Fertigung von Metallbauteilen wird in vielen Branchen als Schlüsseltechnologie für zukünftige Fertigungsprozesse angesehen und ist ein zukunftsweisendes Themenfeld für Access. Eine Besonderheit bei der additiven Fertigung ist die sehr schnelle Erstarrung mit Abkühlraten bis zu 106 K/s, die bei Gießprozessen nur im Druckguss annähernd erreicht werden. Im INNO-KOM-Projekt „FastSolid“ entwickelt Access einen konsistenten Mehrskalenan-satz zur realitätsnahen Abbildung schneller Erstarrungsvorgänge bei additiver Fertigung und Druckgussanwendungen. Viele der insbesondere bei der Gießprozess-simulation verwendeten Modelle sind für schnelle Erstarrungsvorgänge nicht ohne Modifikationen anwendbar, da u. a. Gleichgewichtsnäherungen nicht mehr zwingend gelten. Die mit der schnellen Abkühlung

einhergehende Unterkühlung der Schmelze verschiebt die Erstarrung zu niedrigeren Temperaturen, wodurch die Schmelze länger fließfähig bleibt. Die Wirkung der längeren Fließfähigkeit auf die Entstehung von Gussdefekten wurde bisher wenig betrachtet. Eine verbesserte Vorhersage solcher Defekte ist ein Schwerpunkt in diesem Projekt. Um hier Fortschritte zu erzie-

len, ist eine skalenübergreifende Simulation der Erstarrungsvorgänge notwendig, die insbesondere die Erstarrungsdynamik der fest/flüssig-Phasengrenze und höhere Schmelzunterkühlungen berücksichtigt.



Aktueller Stand der Simulation des SLM-Prozesses: Neben der Ausbreitung des Schmelz-pools lassen sich teilaufgeschmolzene Partikel bestimmen.



## Studium & Lehre

### Optimierungen für das Gießerei-Praktikum

Im Rahmen der Qualitätsverbesserung der Lehre an der RWTH Aachen wird am Gießerei-Institut ein vorhandenes beheizbares Formwerkzeug zur Herstellung von Formstoff-Biegeriegeln modifiziert und optimiert. Ziel ist es, die Ansprüche moderner anorganischer Bindersysteme im Bereich der Lehre besser darstellen und untersuchen zu können, um den Studierenden die Herausforderungen und Möglichkeiten dieser Binder aufzuzeigen.

Die Konstruktion und Temperierung des Formwerkzeuges wurde mithilfe numerischer Simulation dahingehend gestaltet, dass sich im Bereich der Kavität ein möglichst homogenes Temperaturfeld einstellt. Die hergestellten Biegeriegel weisen somit ein einheitliches Eigenschaftsprofil für die

anschließende Formstoffprüfung auf. Im folgenden Schritt sollen die numerisch erprobten Modifikationen am Werkzeug

umgesetzt und das optimierte Werkzeug in der Lehre im Bereich der Formstoffe eingesetzt werden.



Optimiertes beheizbares Werkzeug zur Herstellung von Formstoff-Biegeriegeln.

## Praktikumsexkursionen zu Ohm & Häner und Otto Junker

Am 22.01.2018 machten sich die Teilnehmer/innen des diesjährigen VF3-Praktikums Richtung Olpe auf, um das Werk II der Ohm & Häner Metallwerke GmbH & Co. KG in Drolshagen-Germinghausen zu besichtigen. In der Kundengießerei, die eine Vielzahl von Aluminiumgusslegierungen im Sand- und Kokillenguss verarbeitet, vermittelte Herr Dr. Dickhues in einem ausführlichen Vortrag mit anschließender Führung anschaulich alle Arbeitsschritte von der Kernfertigung und der automatisierten Formanlage über das induktive Erschmelzen von Aluminiumlegierungen bis hin zur Vergießeinrichtung und der anschließenden Wärmebehandlung.

Die diesjährige Abschlussexkursion des Großen Gießereitechnischen Praktikums führte zur Otto Junker GmbH in Lammerdorf. Neben einer Menge Fachwissen über verschiedenste Gusswerkstoffe und den Anlagenbau erhielten die Studierenden, geführt von Herrn Hammelrath und Herrn Schmitz, auch praktische Einblicke sowohl in die Stahlgießerei, in der gerade ein Drei-Tonnen-Bauteil abge-

gossen wurde, als auch in das mechanische Nachbearbeitungszentrum und die laufende Fertigung von Induktionsöfen.

Die Teilnehmer/innen beider Exkursionen bedanken sich bei den Betrieben für ihre detaillierten Führungen sowie bei allen Organisatoren und Organisatorinnen.



Exkursionsgruppe bei Ohm & Häner Metallwerke GmbH & Co. KG.



## Auszug aus aktuellen Veröffentlichungen und Vorträgen

Riebisch, M. F. ; Pustal, B. ; Bührig-Polaczek, A.: Effect of carbide promoting elements on the microstructure and the mechanical properties of solid solution strengthened ductile iron. Bei: Zbornik povzetkov referatov 57. mednarodnega livarskega posvetovanja Portorož 2017, 13.-15. September 2017 / Društvo livarjev Slovenije; Faculty of Natural Sciences and Engineering, University of Ljubljana in Faculty of Mechanical Engineering, University of Maribor.

Ma, D.; Wang, F.; Wu, Q.; Guo, J.-z.; et al: Temperature evolution and grain defect formation during single crystal solidification of a blade cluster. In: China foundry 14(5), Seiten/Artikel-Nr.:456-460 [DOI: 10.1007/s41230-017-7150-7].

Wang, F.; Wu, Z.; Huang, C.; Ma, D.; et al: Three-Dimensional Dendrite Growth Within the Shrouds of Single Crystal Blades of a Nickel-Based Superalloy. In: Metallurgical and materials transactions / A 48(12), Seiten/Artikel-Nr.:5924-5939. [DOI: 10.1007/s11661-017-4339-8].

Pustal, B.; Vossel, T.; Bührig-Polaczek, A.; Arntz, D.; et al: Modelling approach towards tailored grain structure in laser

processing = Modellierungsansatz für eine maßgeschneiderte Kornstruktur in der Laserbearbeitung. In: Materialwissenschaft und Werkstofftechnik 48(12), Seiten/ Artikel-Nr.:1226-1234. [DOI: 10.1002/mawe.201700150].

Wolff, N.; Pustal, B.; Vossel, T.; Laschet, G.; et al: Development of an A356 die casting setup for determining the heat transfer coefficient depending on cooling conditions, gap size, and contact pressure. In: Materials science and engineering technology 48(12), Seiten/Artikel-Nr.:1235-1240. [DOI: 10.1002/mawe.201700151].

Ahmadein, M.; Pustal, B. Wolff, N.; Bührig-Polaczek, A.: Determination and verification of the gap dependent heat transfer coefficient during permanent mold casting of A356 aluminum alloy. In: Materials science and engineering technology 48(12), Seiten/ Artikel-Nr.:1249-1256. [DOI: 10.1002/mawe.201700153].

Ma Dexin ; Wang Fu ; Wen Xuhui ; Sun Dejian ; et al: Influence of MC Carbides on the Formation of gamma/gamma<sub>2</sub> Eutectics in Single Crystal Superalloy CM247LC. In: Jin shu xue bao 53(12), Seiten/Artikel-Nr.:1603 – 1610.

Riebisch, M. F.; Groß Sönke, H.; Pustal, B.; Bührig-Polaczek, A.: Influence of Carbide-Promoting Elements on the Pearlite Content and the Tensile Properties of High Silicon SSDI Ductile Iron. In: International journal of metalcasting: IJMC 12(1), Seiten/Artikel-Nr.:106-112. [DOI: 10.1007/s40962-017-0146-7].

Kutz, T.; Zander, B. D.: The Influence of Chromium on the Passivation of Fe3Al Iron Aluminides, Investigated Via Potentiodynamic Polarization in 0.25 M H2SO4. In: Corrosion : the journal of science and engineering 73(6), Seiten/Artikel-Nr.:648-654. [DOI: 10.5006/2208].

Zander, B. D.: Corrosion Protection by Alloy and Microstructural Design of Light Metal Alloys : Challenges and Approaches exemplified by High-Strength Aluminum Alloys. In: International Seminar on Metallurgy and Materials, Jakarta, Indonesia. [ISSM 2017, 2017-10-24 - 2017-10-25].

Hopmann, C.; Schneppe, T.; Theunissen, M.; Bührig-Polaczek, A.; et al: Investigation on the transferability of algorithms for the numerical optimization of cooling channel design in injection molding on metal gravity

die casting. In: Materials science and engineering technology 48(12), Seiten/ Artikel-Nr.:1220-1225. [DOI: 10.1002/mawe.201700149].

Wang, F.; Ma, D.; Bührig-Polaczek, A.: Eutectic Formation During Solidification of Ni-Based Single-Crystal Superalloys with Additional Carbon. In: Metallurgical and materials transactions / A 48(11), Seiten/Artikel-Nr.:5442-5448 [DOI: 10.1007/s11661-017-4317-1].

Bührig-Polaczek, A.; Hopmann, C.; Reisinger, U.; Klein, J.; et al: Plastic-metal hybrids for structural applications. In: Integrative production technology : theory and applications / Christian Brecher, Denis Özdemir, editors, Seiten/Artikel-Nr: 589-626. [URL: https://doi.org/10.1007/978-3-319-47452-6\_7].

Wang, F.; Wu, Z.; Ma, D.; Bührig-Polaczek, A.: Effect of Directional Solidification Variables on the Microstructures of Single-Crystal Turbine Blades of Nickel-Based Superalloy. In: Advanced engineering materials 19(11), Seiten/ Artikel-Nr.:1700297 [DOI: 10.1002/adem.201700297].



## Aktuelle Mitarbeiterstatistik

Unsere Institutsleitung (Professor A. Bührig-Polaczek, Professor D. Zander, Dr.-Ing. U. Vroomen und Dipl.-Ing. V. Chaineux) wird derzeit tatkräftig unterstützt von der Professur „Grundlagen der Erstarrung“ (Professor F. Kargl), 3 Mitarbeiterinnen im Sekretariat, 24 wissenschaftlichen und 12 technischen Mitarbeiter/innen, 7 Auszubildenden sowie einigen wissenschaftlichen und studentischen Hilfskräften.

### Wir begrüßen 4 neue Mitarbeiter:

Steffen Gimmler, Tobias Witzenzellner, René Pütz und Maximilian Rudack als wissenschaftliche Mitarbeiter sowie Yudha Pratesa als Gastwissenschaftler.

### Wir gratulieren:

#### zur Promotion:

Dr.-Ing. Naemi Zumdick: „Korrosionsmechanismen von Mg-Ca-Zn in in-vitro Prüflösungen“,  
Dr.-Ing. Christian Schnatterer: „Interkristalline Korrosion und Spannungsrisikokorrosion von Al-Mg-Si-Cu-Drähten“

#### zum abgeschlossenen Masterstudium:

Lara Mittelstädt, Shuai Wei, Lara Vivian Fricke, Avinash Kandalam, René Daniel Pütz, Vin Leang Choo, Katrin Jöring

#### zum abgeschlossenen Bachelorstudium:

Yannik Wilkens, Maximilian F. Thiedemann, Marius Nikolai Hanusa, Ying Ma, Nicolas Dinsing, Melanie Terhoeven, Simon Jonathan Kusmierz

### Termine zum Vormerken:

26.-27.04.2018:  
Große Gießereitechnische  
Tagung 2018 in Salzburg

23.-27.04.2018:  
Hannover Messe

## Impressum

### Herausgeber

Gießerei-Institut der RWTH Aachen  
Intzestraße 5,  
52072 Aachen,  
Germany

### Institutsleiter

Univ. Prof. Dr.-Ing.  
Andreas Bührig-Polaczek  
Tel +49 241 80-95880  
Fax +49 241 80-92276  
sekretariat@gi.rwth-aachen.de  
www.gi.rwth-aachen.de

### Redaktion

Dr.-Ing. Monika Wirth (V.i.S.d.P.),  
Dirk-Georg Schafstall

### Layout & Gestaltung

IOVIS GmbH  
Kommunikation & Medien  
www.iovis.de

### Bildnachweis

S. 1: Titelbild: Martin Braun  
S. 1: Porträt: Anja Blees