



Liebe Leserinnen und Leser,

mit großer Geschwindigkeit nähern wir uns dem Jahresende und daher ist es auch wieder Zeit für unseren Newsletter der Gießereitechnik München.

Von Normalität sind wir weit entfernt, aber wir versuchen wenigstens ein paar liebgewonnene Gewohnheiten wieder aufleben zu lassen. Nach dem virtuellen Barbaratag letztes Jahr möchten wir dieses Jahr diesen schönen Brauch auch wieder in Präsenz stattfinden lassen. Wir freuen uns schon sehr, Sie am 1.12.2022 in Garching mit einem hoffentlich attraktiven Programm begrüßen zu können. Lesen Sie dazu mehr im Newsletter.

Im Oktober hat auch der World Foundry Congress wieder stattgefunden und die Herausforderungen, die unsere Branche treiben, sind gefühlt überall gleich.

Einerseits die unsichere Energie- und Rohstoffsituation und andererseits die zentralen Zukunftsfragen der Kreislaufwirtschaft und Märkte für Gussteile. Wie überall erkennt man die zwei unterschiedlichen Lager, die entweder versuchen in schrumpfenden Märkten sich irgendwie zu behaupten oder aktiv mit kreativen Ideen neue Anwendungsfelder zu schaffen.

In der Hoffnung Ihnen Anregungen für neue Ideen mit unserem Newsletter präsentieren zu können, wünsche ich Ihnen allen einen erfolgreichen Jahresausklang und vielleicht sieht man sich ja beim Bayerischen Barbaratag in Garching.

Ihr



Wolfram Volk



Prof. Dr.-Ing. Wolfram Volk, Foto: A.Heddergott/TUM

Bild Titelseite

Salzkern eines Kreiselpumpengehäuses, im Kernschießverfahren hergestellt. Siehe Forschungsbericht S. 5. Foto: Fraunhofer IGCV

HERZLICHEN GLÜCKWUNSCH ZUR PROMOTION

Am 27. Juni 2022 nahm **Martin Landesberger** die letzte Hürde auf dem Weg zum Doktor-Ingenieur und verteidigte erfolgreich seine Dissertation mit dem Titel „Characterization and Design of Enhanced Ductile Irons“. Seine Arbeit trägt zum grundlegenden Prozessverständnis zur Herstellung von ferritischem und ausferritischem Gusseisen mit Kugelgraphit bei. Neben dem Einfluss des Legierungselements Molybdän hat Herr Landesberger die Anwendbarkeit verschiedener kinetischer Modelle untersucht. Abschließend wurden die gewonnenen Erkenntnisse mit Hinblick auf Energieeffizienz im Herstellungsprozess zur Auslegung einer ermüdungsfesten ADI Legierung genutzt.



Martin Landesberger mit Doktorhut, Foto: utg

Nach einer zweijährigen Zwischenstation an der Forschungsneutronenquelle Heinz Maier-Leibnitz (FRMII) startet Herr Landesberger ab November als Nachwuchsprofessor im Fachbereich Werkstofftechnik und Fertigungstechnologien an der TH Ingolstadt seine akademische Karriere.

BESUCH VON STAATSMINISTER DR.FLORIAN HERRMANN

Im Juli war Dr. Florian Herrmann, Leiter der bayerischen Staatskanzlei, zu Besuch am Fraunhofer IGCV in Garching. Bei einem Hallenrundgang lernte er unsere High-Tech Gießereiforschung kennen. Highlight dabei war natürlich die

Bavaria 2.0, unsere aus Aluminium gegossene und knapp einen Meter hohe Miniatur-Bavaria. Der Formenbau hierfür wurde mit Hilfe des 3D-Drucks unter Verwendung des Voxelguss-Ansatzes hergestellt.

Demnächst steht ein zweiter Abguss in München in der Staatskanzlei und wacht hier über die Staatsregierung.

Einen längeren Bericht mit kleinem Video zum Voxelguss der Bavaria finden Sie auf unserer Website:

<https://giessereitechnik-muenchen.de/voxelguss/>



Steffen Klan erläutert Staatsminister Florian Herrmann das Verfahren des Voxelgusses; Foto: Bayerische Staatskanzlei

TUM ENTDECKERINNEN AM UTG

Mädchen für die MINT-Fächer begeistern - diese Ziel verfolgt die TUM mit ihren Aktionstagen „TUM Entdeckerinnen“. Im August durften wir dazu 12 Schülerinnen von der 7. bis zur 9.Klasse zu einem Schnupperkurs Produktionstechnik begrüßen.

Nach einer kurzen Einführung schlüpfen die Jung-Forscherinnen in bereitgestellte Arbeitsjacken und Sicherheitsschuhe. So ausgestattet konnten alle mit anpacken, um das Modell einer Eulentraube in Ölsand abzuformen. Das Modell wurde live in Aluminium abgegossen und anschließend noch heiß wieder ausgepackt.

Neben dem Gießen erlebten die Mädchen am *utg* auch die großen Stanz- und Umformpressen in Aktion.

Insgesamt war es ein spannender Nachmittag mit guter Stimmung. Wir hoffen, dass die Schülerinnen den Tag noch lange in positiver Erinnerung behalten werden und vielleicht sieht man sich bald an der Uni wieder.



Foto: utg

PROMOTIONSPREISE FÜR ZWEI GARCHINGER GIESSER

2022 wurden gleich zwei Gießer-Dissertationen mit renommierten Preisen ausgezeichnet. Am 01. Juli, dem ersten Day of Engineering and Design #DayEDTUM (ehem. Tag der Fakultät) wurden die Ehrungen im feierlichen Rahmen überreicht.

Unsere Preisträger im Einzelnen:

Dr.-Ing. Philipp Lechner überzeugte die Jury mit seiner Dissertation „**A Material Model for Foundry Cores – The Brittle Fracture Behaviour of Chemically-Bound Foundry Cores**“. In seiner Dissertation entwickelte Dr. Lechner ein Materialmodell, welches das mechanische Verhalten von Gießereikernen vorhersagen kann.

Dieses Modell ermöglicht mechanische FEM-Simulationen entlang ihrer Prozesskette. Es wird mit mehreren neuartigen Versuchsaufbauten parametrisiert, die die Bruchfestigkeit unter multiaxialer Belastung bestimmen. Darüber hinaus wurde eine zerstörungsfreie Methode zur Quantifizierung der elastischen Parameter von Kernmaterialien entwickelt.

Für diese herausragende Leistung wurde Dr. Lechner

der **Manfred-Hirschvogel-Preis** verliehen. Mit diesem Preis werden jährlich die besten Promotionen im Fachbereich Maschinenbau der neun führenden Technischen Universitäten (T09) Deutschlands ausgezeichnet.

Dr. Lechner setzt seine akademische Karriere als Post-Doc am *utg* fort und baut hier das neue Forschungsfeld zur Prozessregelung auf.

Mit **Dr.-Ing. Thomas Greß** wurde ein zweiter Wissenschaftler aus dem Forschungsbereich Gießereiwesen ausgezeichnet. Er beeindruckte mit seiner Arbeit „**Vertical Continuous Compound Casting of Copper Aluminium Semi-Finished Products**“. Dabei erforschte er am *utg* die Verfahrensentwicklung zum Verbundstranggießen von Kupfer/Aluminium-Halbzeugen.

Die überzeugte Jury prämierte seine exzellente Forschung mit dem **WITTENSTEIN Preis** für die beste Dissertation. Dr. Greß hat das *utg* Richtung Industrie verlassen und nahm eine neue Herausforderung bei der mittelständischen Fa. PINTER GUSS GmbH in Deggendorf an.



Philipp Lechner, Wolfram Volk, Jens Stahl und Thomas Greß (v.l.) feiern den großartigen Erfolg. Foto: TUM

Neben den beiden Gießern gewann Herr Dr.-Ing. Jens Stahl den RENK Antriebspreis für seine hervorragende Dissertation im Bereich des Scherschneidens.

Alle Dissertationen sind open access verfügbar:

<https://www.mec.ed.tum.de/utg/veroeffentlichungen/dissertationen/>

INNOVATIVE SALZKERNE FÜR KOMPLEXE GEOMETRIEN

Das Fraunhofer IGCV und die K+S Aktiengesellschaft haben in einem gemeinsamen F&E-Projekt eine übergreifende nachhaltige Prozesskette für das Schießen von Salzkernen zur Darstellung innenliegender Kavitäten im Aluminiumguss entwickelt.

Technologien zur Salzkernherstellung

Der Einsatz von Sandkernen wird den zunehmend wachsenden Anforderungen an funktionelle Bauteile, wie etwa innenliegende Kühlkanäle, nicht mehr gerecht. Darüber hinaus bedarf es eines eigenen Qualitätssicherungsverfahrens zur Gewährleistung eines rückstandsfreien Gussteils. Eine Alternative ist die Herstellung von Kernen aus Salzen. Die Vorteile aller bisher praxisreifen Verfahren liegen, neben dem für viele Gussanwendungen ausreichenden Schmelzpunkt, insbesondere im prozesssicheren Entfernen der Kerne mit Wasser.

Salzkerne finden zunehmend Verwendung in der Industrie. Typischerweise handelt es sich dabei um gegossene oder gepresste Salzkerne, die beim Druckgießen eingesetzt werden.

Neues Verfahrenskonzept

Das Fraunhofer IGCV entwickelte zusammen mit dem Kaseler Düngemittel- und Salzhersteller K+S Aktiengesellschaft ein innovatives Verfahrenskonzept zum Kernschießen binderfreier Salzkerne. Durch eine verfahrensbedingt höhere Porosität kann nun selbst bei komplexer Geometrie ein rasches Auslösen erfolgen. Dies bietet einen klaren Vorteil gegenüber den bisher angewendeten Technologien. In der Kooperation der beiden Technologiepartner wurde nicht nur die Kernherstellung betrachtet, sondern vielmehr die gesamte Prozesskette (Bild).

Ein optimiertes Salzgemisch wird beim Kernschießen in Form gebracht. Um eine überzeugende Festigkeit der Kerne zu gewährleisten, wurden die Parameter Feuchtigkeit, Temperatur und Trocknungszeit im Schießprozess entsprechend der Kerngeometrie optimiert. Bei der Verwendung im Aluminium-Schwerkraftgießen wird der fertige Salzkern in die Form eingelegt und mit der Legierung umgossen.



Bedingt durch die binderfreie Herstellung und den hohen Schmelzpunkt der verwendeten Salze von über 750 °C ist keine Heißverformung zu befürchten.

Der vom Gussteil umschlossene Salzkern wird nach der Entformung des Gussteils mit

Wasser rückstandsfrei ausgespült. Die anfallende wertstoffhaltige Salzlösung wird zentral gesammelt und kann, so das erarbeitete Konzept, zur Aufbereitung als Prozesswasser in die Salzproduktion der K+S AG zurückgeführt werden.

Demonstration der Prozesskette

Zur Demonstration der Technologie wurde anhand eines Kreiselpumpengehäuses die Machbarkeit gezeigt:



Prozesskette von links nach rechts:
Kernschießen - fertiger, eingelegter Salzkern - Gießen - Erstarren
- Entkernen durch Auslösen mit Wasser
(Fotos: Fraunhofer IGCV)

Fazit

Sowohl die emissionsfreie Herstellung des Salzkerns und der prozesssichere Entkernungsschritt nach Abschluss des Gießens, als auch die Recycelbarkeit der Salzlösung ergeben entscheidende Vorzüge für die Implementierung dieses innovativen Verfahrenskonzeptes in die Praxis.

Kontakt: Patricia Erhard, M.Sc.

Gekürzter Auszug aus der Erstveröffentlichung in GIESSEREI 109 (2022), Nr. 8, S.44-46

SEKUNDÄR-ALUMINIUM IM FORMGUSS

Motivation

In Deutschland wurden im Jahr 2019 im Formgussbereich 996.100 t Aluminium verarbeitet, Allein die Herstellung des anteiligen Primärmetalls (43%) entspricht dem Stromverbrauch von 1,3 Mio. Privathaushalten [1] [2].

Oberste Prämisse ist die Zukunft von Aluminium als Konstruktionswerkstoff zu sichern, aber Rohstoffmärkte können auf Großereignisse sehr volatil reagieren. Daher ist es unabdingbar, die Weichen für ein Materialrecycling zu legen und im Formgussbereich zu etablieren. Resiliente Stoffkreisläufe werden mit energie- und ressourcenschonenden Methoden abgestimmt.

Ansatz

Ein „cradle to cradle“-Ansatz verfolgt das Ziel, mit geeigneten Zerlege- und Sortierverfahren Schrotte einer neuerlichen Anwendung direkt zugänglich zu machen. Dabei wird der CO₂-Footprint um bis zu 95% reduziert und toxische Prozessprodukte komplett vermieden [3] [4].



Abbildung 1: „cradle-to cradle“-Ansatz in der Gießerei

Für die Sortierverfahren werden bildgebende und datenbankbasierte Systeme, unterstützt von etablierten Analyseverfahren, zum Einsatz kommen.

Eine wichtige Quelle für Al-Schrott ist dabei die Altauverwertung. Der Aluminiumanteil bei PKWs steigt in den letzten Jahrzehnten beständig und beträgt heute statistisch 179 kg pro PKW. Dieses Aluminium muss in der Rückführung als Schrott aussortiert und distribuiert werden [4]. Hier setzt nun dieses Forschungsvorhaben an.

Vorversuch

Eine Alt-Felge (EN AC-ALSi7Mg0,3) wurde zusammen mit 30% Primäraluminium eingeschmolzen und anschließend die Festigkeit der abgegossenen Probekörper bestimmt.

Dafür wurde zunächst die Beschichtung der Felge thermisch entfernt, die Schmelze aufbereitet, Magnesium ergänzt sowie Veredelungsmittel zugegeben. Die metallische Ausbeute bezogen auf den Schrotteinsatz betrug rund 84%. Die Proben wurden nach dem Abguss wärmebehandelt (T64), bearbeitet und im einachsigen Zugversuch geprüft. Selbiges erfolgte auch mit Referenzproben aus Primärmetall und nicht aufbereiteten Proben aus der Felge. Die Ergebnisse sind in nachfolgender Tabelle ersichtlich.

	Versuch	Primärmetall	Felge im Originalzustand
Rp0,2 [MPa]	206,8	215,5	188,7
Rm [MPa]	292,0	300,5	232,7
A5 [%]	14,3	12,4	3,3

Ausblick

Der Versuch hat gezeigt, dass die Eigenschaften einer größtenteils aus Schrott hergestellten Legierung jenen einer Primärlegierung nahezu gleichwertig sind.

Die Zielsetzungen, einerseits die Logistikketten inklusive den Sortiertechniken weiterzuentwickeln, und andererseits die Ausbeute des Metalls beim Schmelzvorgang zu erhöhen, müssen in Zeiten von Ressourcen- und Energieknappheit mit größtem Engagement verfolgt werden. Die sortenreine Prozessführung ist effizient und vermeidet den Einsatz von Salzschlacken. **Für die Themenfelder Sortierung und Anwendung in der Gießerei werden noch Partner gesucht.**

Literaturverzeichnis

- [1] A. Postler, „Produktion von Aluminiumformguss,“ 21 10 2021. [Online]. Available: <http://www.aluinfo.de/produktion-und-bedarf.html>.
- [2] A. Breitkopf, „Statista,“ Statista GmbH, März 2021. [Online]. Available: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/169655/umfrage/anzahl-der-leichtmetallgiessereien-in-deutschland-seit-2005/#professional>. [Zugriff am 30 08 21].
- [3] C. Kammer, Aluminium Taschenbuch 1 - Seite 39, Berlin, Wien, Zürich: Beuth Verlag GmbH, 2012.
- [4] T. Günnel, „Aluminium: Wie sich Preise, Eigenschaften und Recycling verändern,“ Vogel Communications Group GmbH & Co. KG, 17 02 2022. [Online]. Available: <https://www.automobil-industrie.vogel.de/luminium-wie-sich-preise-eigenschaften-und-recycling-veraendern-a-1096620/>. [Zugriff am 19 09 2022].

Kontakt: Dipl.-Ing. Robert Kleinhans

MATERIALMODELL FÜR DIE GASENTSTEHUNG

Motivation

Für verlorene Formen und Kerne wird in der Regel gebundener Sand verwendet. Während unter Verwendung von organischen Bindern im Gießvorgang toxische Abgase freigesetzt werden, entsteht beim Gießen mit anorganischem Wasserglasbinder größtenteils Wasserdampf.

Zwar sind die anorganischen Binder dadurch deutlich umweltverträglicher als deren organische Pendanten, allerdings unterscheiden sich die beiden Binderarten auch in den physikalischen Grundlagen der Gasentstehung. Bedeutsam dabei ist, in welchem zeitlichen Verlauf die Gase aus dem Formstoff freigesetzt werden. Übersteigt der Gasdruck im Kern den Gegendruck der Schmelze, entweicht das Gas nicht nur über die Kernlager, sondern auch durch die Schmelze, was zu Porosität im fertigen Gussteil führt.

Vorgehen

Im Forschungsvorhaben soll ein grundlegendes Verständnis des Zusammenhangs zwischen den Materialkennwerten anorganischer Formstoffe und der Gasfreisetzung beim Gießen geschaffen werden.

Zu diesem Zweck werden verschiedene Materialparameter von anorganischen Formstoffen ermittelt. Dies erfolgt unter anderem mit eigens dafür entwickelten Versuchsaufbauten zur Bestimmung der temperaturabhängigen Gasentstehung. Hierbei kommt ein Prüfstand zum Einsatz, der Proben entsprechend eines Temperatur-Zeit-Profiles temperieren kann.

Für die Probenherstellung wird Formstoff in Graphitrohre (AußenØ 50 mm, Länge 50 mm) eingeschossen. Die Graphitrohre ermöglichen eine induktive Erwärmung des Formstoffes und werden an den Stirnseiten mit Deckeln verschlossen, einseitig mit Anschlussmöglichkeit für ein Kupferrohr. Das ausgetriebene Gas wird durch das beheizte Rohr abgeleitet. Die je Zeiteinheit auftretende Masse wird mittels einer Feinwaage registriert.

In einer Variation des Versuchsaufbaus wird der Probekörper mit direkt aufgesetztem Kupferrohr in Aluminiumschmelze getaucht. Zum einen erfolgt eine Analyse der zeitabhängigen Gasentstehung mittels Feinwaage, zum anderen wird der Zeitpunkt des Gasstoßes anhand Blasen-



Abbildung 1: CAD-Modell des Gasentstehungsprüfstands. Auf der linken Seite befinden sich die Schaltschränke sowie die Peripherie des Messrechners. Rechts oben ist die Prozesskammer dargestellt, in der die Proben induktiv erwärmt werden. Darunter befinden sich Netzteile der Induktionsheizung, ein Wassertempertiergerät, der Messrechner sowie eine Vakuumpumpe.

bildung im Schmelzebad registriert.

Anhand der Daten wird ein Modell entwickelt und kalibriert, mit dem der Wärmetransport im Formstoff unter Berücksichtigung der Konvektion simuliert werden kann. Basierend auf der somit errechneten Temperaturverteilung folgt die Auswertung mittels eines Metamodells, das die Vorhersage des Gasstoßes ermöglicht.

Ausblick

Durch die vereinfachte Berechnung der Wasseranreicherung in den kalten Stellen des Kerns und des daraus folgenden Gasstoßes sinkt die Rechenzeit signifikant. So wird es möglich, die Simulation in die Konstruktionsschleifen einzubinden und auf kritische Konfigurationen früher zu reagieren.

Um eine Einsetzbarkeit anorganisch gebundener Formstoffe in Schmelzen höherer Temperatur zu bewerten, sind Untersuchungen zum Gasstoßverhalten in z.B. Kupferschmelzen notwendig.

Kontakt: Benedikt Kirhebner, M.Sc.. und Simon Kammerloher, M.Sc.

VDG BAYERN

Bayerische Barbaratagung 2022

„Gegenwart meistern - Impulse für die Zukunft“

1. Dezember 2022, Beginn: 16:00 Uhr

Veranstalter: VDG Landesgruppe Bayern und Gießereitechnik München

Ort: Fraunhofer IGCV, Lichtenbergstr. 15, 85748 Garching

Programm:

- Begrüßung durch Prof. Dr. Wolfram Volk
- Vortrag 1: „**Spannende Zeiten für die Deutsche Gießerei-Industrie**“, Maximilian Engels; Geschäftsführer Fach- und Landesverbände; BDG
- Vortrag 2: „**Innovative Gießereilösungen für den Karosseriebau der Zukunft**“, Dr. Bernhard Frodl; Leiter Bodengruppe; BMW AG
- Forschungsmarktplatz: aktuelle Themen und Demonstrationen

Gießerabend zum Austausch und Kennenlernen.

Die Teilnahme ist kostenlos, wir bitten aber um Anmeldung bis zum 16.11.2022 über den folgenden Link:

<https://wiki.tum.de/x/EIA5Sw>

PUBLIKATIONEN

Schriftenreihe Umformtechnik und Gießereiwesen, 37, 2022, Dissertation, ISBN: 978-3-9820746-9-6
Characterization and Design of Enhanced Ductile Irons.
Von: Martin Landesberger

Computer-Aided Design 152, 2022, 103394
Geometry-based Assurance of Directional Solidification for Complex Topology-optimized Castings using the Medial Axis Transform Von: Erber, M.; Rosnitschek; Hartmann, Ch.; Alber-Laukant, B.; Tremmel, S.; Volk, W.
<https://doi.org/10.1016/j.cad.2022.103394>

Mitgliederversammlung 2022

Landesgruppe Bayern

1. Dezember 2022, Beginn: 15:15 Uhr

anschließend Bayerische Barbaratagung 2022
Fraunhofer IGCV, Lichtenbergstr. 15, Garching

Dr. Steffen Klan lädt als Vorsitzender der Landesgruppe Bayern zur regulären Mitgliederversammlung nach Garching ein.

Top 1: Begrüßung

Top 2: Aktuelles aus dem Verband

Top 3: Rückblick 2022 und Ausblick 2023

Top 4: Ehrungen

Top 5: Sonstiges

Die Teilnahme ist beschränkt auf Mitglieder des VDG.

Materials, 15(11), 2022, 3798

Removal of Stair-Step Effects in Binder Jetting Additive Manufacturing Using Grayscale and Dithering-Based Droplet Distribution Von: Hartmann, Ch.; van den Bosch, L.; Spiegel, J.; Rumschöttel, D.; Günther, D.
<https://doi.org/10.3390/ma15113798>

36. Aachener Stahlkolloquium—Umformtechnik, 2022, Tagungsband S.487

Flat rolling of continuously cast Al-Cu compound strips with structured interface Von: Hoyer, J.; Kammerloher, S.; Holzer, K.; Volk, W.; Liu, Z.; Ringel, A.; Hirt, G.
ISBN: 978-3-95886-460-3

PERSONALIA

Wir heißen herzlich willkommen:



Raphael Burger, M.Sc.

ergänzt seit 1. Juli den Wissenschaftsbereich Gießereitechnik des *Fraunhofer IGCV*.



Simon Burger, M.Sc.

ergänzt seit 1. Juni den Wissenschaftsbereich Gießereitechnik des *Fraunhofer IGCV*.



Katja Feßl

ergänzt seit 15. September den Wissenschaftsbereich Gießereitechnik des *Fraunhofer IGCV* und verantwortet die Metallographie.



Erwin Reberger, M.Sc.

ergänzt seit 1. September den Forschungsbereich Gießen des *utg*.



Christoph Weidner, M.Sc.

ergänzt seit 1. September den Forschungsbereich Gießen des *utg*.

Wir wünschen alles Gute für den weiteren Lebensweg:



Jessica Hechinger, M.Sc.

hat die Gießereitechnik München zum 30. September Richtung USA verlassen.



Gießereihalle Fraunhofer IGCV; Foto: OliverHeissner

IMPRESSUM

Der Newsletter der **Gießereitechnik München** erscheint halbjährlich und wird herausgegeben vom

Lehrstuhl für Umformtechnik und Gießereiwesen
der Technischen Universität München
Prof. Dr.-Ing. Wolfram Volk

Walther-Meißner-Straße 4
85748 Garching b. München

Redaktion:

Dipl.-Chem. Stefanie Prauser
stefanie.prauser@utg.de

Fraunhofer-Institut für Gießerei-, Composite- und Verarbeitungstechnik IGCV
Prof. Dr.-Ing. Wolfram Volk

Lichtenbergstraße 15
85748 Garching b. München

Weitere Informationen erhalten Sie unter:
www.giessereitechnik-muenchen.de