



Liebe Freundinnen und Freunde der Gießereitechnik München,

es freut uns sehr, dass wir Ihnen den ersten Newsletter 2023 vorstellen können. Wir hoffen, Ihnen im Zeichen der bald stattfindenden **GIFA in Düsseldorf**, wieder eine spannende Auswahl an Neuigkeiten und Informationen rund um das Fraunhofer IGCV und das utg vorbereitet zu haben.

Apropos GIFA: Nach vier Jahren findet diese größte Gießereifachmesse planmäßig statt.

2019 war aus heutiger Sicht alles noch in bester Ordnung. Corona war ein mexikanisches Bier und der Donbass eine weit entfernte slawische Landschaft kurz vor dem Kaukasus. Als größte Herausforderung wurde die Mobilitätswende gesehen und die Digitalisierung der Gießereien war ein zartes Pflänzchen in rauer Umgebung, das noch zeigen musste, wie überlebensfähig es überhaupt ist.

Viele Dinge haben sich in den letzten vier Jahren grundlegend geändert.

Aus der Covid-19 Pandemie haben wir unter anderem gelernt, dass etablierte Lieferketten und Absatzmärkte sich in kürzester Zeit fundamental verändern können. Und die konfliktbedingte Energiekrise mit einer Inflation in unvorstellbarer Höhe hat uns schmerzhaft gezeigt, wie anfällig unsere Branche für externe Bedrohungen ist.

Allerdings bin ich trotz dieser schwierigen Randbedingungen durchaus optimistisch, dass sich die Gießereiindustrie in Summe in Deutschland und Europa behaupten kann. Die Auslastung vieler Unternehmen ist gar nicht so schlecht, auch wenn die Deckungsbeiträge in vielen Fällen natürlich viel zu niedrig sind.

Für mich steht außer Frage, dass der Erfolg und damit die Existenz der ganzen Branche, nur durch weiter gesteigerte Innovationskraft sichergestellt werden kann. Hier möchte ich exemplarisch die überzeugenden Entwicklungen im Bereich des Sand-Binder-Jettings für die schnelle und flexible Herstellung von Formen erwähnen. Darüber hinaus ist die gesellschaftliche Notwendigkeit zu einer gesteigerten Nachhaltigkeit eine weitere Randbedingung, die zu großen Veränderungen in der Produktion von allen Gussteilen führen wird. Es ist uns erfreulicherweise gelungen, zu diesen



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

Herausforderungen große Verbundprojekte und Einzelvorhaben anzustoßen. Lesen Sie dazu mehr in den einzelnen Fachberichten dieser Ausgabe.

Damit wünsche ich uns allen, hoffentlich bald, eine spürbare Entspannung auf allen Ebenen und vielleicht sieht man sich auf der GIFA oder bei irgendeiner anderen Gelegenheit.

Mit den besten Frühjahrsgrüßen

Ihr Wolfram Volk und das ganze Team der Gießereitechnik München (Fraunhofer IGCV und TUM utg)

Titelseite:

*Eisenabguss am Fraunhofer IGCV mit überschüssender Schmelze.
Foto: Fraunhofer IGCV*

GIFA – DIE GIESSEREI-FACHMESSE 2023

Die wichtigste Messe der Branche öffnet wieder in Düsseldorf ihre Tore und die Gießereitechnik München ist mit dabei!

In **Halle 13, Stand C17** finden Sie uns auf der „Straße der Wissenschaft“, zusammen mit anderen Gießerei-Instituten der akaGuss.

Unsere Präsenz auf der GIFA steht ganz im Zeichen von Leichtbau, Nutzung von Machine Learning für die Prozessgestaltung und der Materialcharakterisierung. Lassen sie sich von unserer Bavaria 2.0 inspirieren, die demonstriert, wie Großgussteile mittels additiv-gefertigten Formen innerhalb kürzester Zeit hergestellt werden können.



Eine Replik der bronzenen Kolossalstatue hergestellt durch eine innovative Kombination von Produktionstechniken: Gießerei und 3D-Druck, Foto: Bayerische Staatskanzlei

Darüber hinaus informieren Sie die Kolleginnen und Kollegen gerne über Topologieoptimierung, Verbundguss, MMC-Materialien und unseren neuen, innovativen Analyseofen.

Wir bringen neben der Bavaria Statue natürlich noch eine ganze Reihe weiterer Kompetenzdemonstratoren mit. Zum Thema Leichtbau zeigen wir eine innovative Gestaltung einer Batteriewanne, bei welcher durch ein eingegossenes Blech Gewicht, Material und nachträgliche Prozessschritte eingespart werden können.

Der Analyseofen wiederum wurde für Untersuchungen im Labormaßstab von uns geplant, konstruiert und als Prüfstand aufgebaut. Auch diesen können Sie auf dem Messtand sehen. Mit diesem Analyseofen können z.B. die Temperaturen, Haltezeiten und Abkühlraten für verschiedene Legierungszusammensetzungen variiert und so ein realer Gießvorgang unter Laborbedingungen nachgestellt werden.

Ein immer wieder gerne gezeigter Kompetenzdemonstrator darf natürlich auch auf der Gifa nicht fehlen. Selbstverständlich wird uns auch dieses Jahr der legendäre utg Kicker nach Düsseldorf begleiten. (sp)



GET TOGETHER AM 14. JUNI AB 16:00 UHR



Alle Institute der akaGuss laden Sie am Mittwoch, **14. Juni ab 16:00 Uhr** zu einem **Get Together** auf die „Straße der Wissenschaft“ in **Halle 13, Stand C17** ein. Wir freuen uns auf neue Gesichter und alte Bekannte!

- Department of Mechanical Engineering, Technical University of Denmark, Lyngby (**Prof. Niels Skat Tiedje**)
- Lehrstuhl für Gießereikunde, Montanuniversität Leoben (**Prof. Peter Schumacher**)
- Labor für Werkstofftechnik und Betriebsfestigkeit, Hochschule Kempten (**Prof. Dierk Hartmann**)

- Gießereitechnik Kassel, Uni Kassel (**Prof. Martin Fehlbier**)
- Institut für Metallurgie, Abteilung Gießereitechnik, TU Clausthal (**Prof. Babette Tonn**)
- Gießerei Technologie Aalen, Hochschule Aalen (**Prof. Lothar Kallien**)
- Gießerei-Institut, RWTH Aachen (**Prof. Andreas Bührig-Polaczek**)
- Lehrstuhl für Umformtechnik und Gießereiwesen, Technische Universität München (**Prof. Wolfram Volk**)

Neben interessanten Gesprächen und Diskussionen erwartet Sie auch eine Auswahl regionaler Biere aus den Standorten der akaGuss Institute.

Besuchen Sie uns auf der GIFA - Wir stehen für akademische Forschung in der Gießereitechnik!

WEITERBILDUNG AM HÖCHSTLEISTUNGSRECHNER

Ein Teil der Gießerguppe des *utg* startete den Frühlingsbeginn mit einer Weiterbildung am Höchstleistungsrechenzentrum der Universität Stuttgart (HLRS). Dieser Rechner befindet sich derzeit auf Platz 30 der schnellsten Rechner weltweit.

Dort lernten die *utg* Mitarbeitenden eine Woche lang den Umgang mit dem Open Source Simulationstool OpenFOAM®. Begleitet von exzellenten Dozenten mit jahrelangem Wissen und Erfahrung konnten so die dringenden Fragen beantwortet und eine Vorstellung gewonnen werden, welche vielfältigen Möglichkeiten ein derart offenes Programm mit sich bringt. Die entsprechenden Herausforderungen wurden ebenfalls ersichtlich.

OpenFOAM® ergänzt damit die bereits am *utg* für Forschung und Lehre genutzten Simulationsprogramme Win-Cast®, MAGMASOFT® und FLOW-3D. (jho)



Simon Kammerloher, Max Erber, Julika Hoyer und Erwin Reberger testeten nicht nur die Simulationssoftware. Auch die Biergartenqualität in Stuttgart wurde eingehend geprüft. Foto: utg

4. FORMSTOFF-FORUM IN CLAUSTHAL-ZELLERFELD

Das vierte Formstoff-Forum der VDG-Akademie fand Ende März beim Gastgeber an der **TU Clausthal** statt.

Die zweitägige Veranstaltung bot aktuelle Einsichten in die Arbeit der Forschungsbetriebe sowie der teilnehmenden Unternehmen aus der Industrie. Die Veranstaltung verdeutlichte, dass Forschung und Industrie ihrer Verantwortung nach ressourceneffizienter Prozessgestaltung gerecht werden.

Neben diesem wichtigen Thema wurde weiterhin der Stand der Technik der additiven Fertigungsverfahren im Bereich der Formstoffe vorgestellt. Besonderes Augenmerk lag wieder auf den anorganischen Bindern der Formstoffe. Nicht zuletzt fand auch die virtuelle Abbildung der Prozessketten in der Organik und Anorganik ihren Platz im Tagungsprogramm. In den Vortragspausen boten sich bei Kaffee und Kuchen zahlreiche Möglichkeiten für Fachgespräche an den Informationsständen der anwesenden Unternehmen.

Ein besonderes „Schmankerl“ war der Gießereabend im Glück-Auf Saal, wo sich Forschung und Industrie in fröhlicher Atmosphäre austauschen konnten.

Auch unsere Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen der Gießereitechnik München waren am zweiten Tag mit zwei Vorträgen vertreten. **Christoph Hartmann** (Fraunhofer IGCV) referierte aus seinem Dissertationsprojekt. Hier stellte er die Entwicklung und Validierung eines Vorhersagemodells zur Pulverbettqualität in der additiven Fertigung vor. Dieses Modell und seine Weiterentwicklungen zielen darauf ab, den Pulverschichtauftrag virtuell nachzubilden, um das Trial-and-Error Prinzip des Formstoffauftrages durch physikalisch begründete Material- und Prozessparameter zu ersetzen. **Christopher Locke** (Fraunhofer IGCV) berichtete über anorganisch gebundene Hohlkerne, die mithilfe von verlorenen Eiskernen hergestellt werden. Seine erfolgreiche Studie kann somit einen Beitrag zur Reduzierung von Verbrauchsmaterial in der Gießereitechnik leisten.

Die Gießereitechnik München, vertreten durch den Lehrstuhl für Umformtechnik und Gießereiwesen sowie das Fraunhofer IGCV, bedankt sich bei den Organisatoren für diese gelungene Veranstaltung. (er)



Prof. Wolfram Volk, Christoph Hartmann, Christopher Locke, Erwin Reberger und Patricia Erhart repräsentieren die Gießereitechnik München in Clausthal-Zellerfeld, Foto: utg

MAL WAS ANDERES: DREHARBEITEN IN GARCHING

Die GIFA lieferte den Anlass: Wir haben zusammen mit dem professionellem Team der TUM ProLehre Videos gedreht, die unsere Forschung in den Mittelpunkt rücken. Bereits Wochen vorher versuchten sich die Gießereien und Gießer im Drehbuchschreiben und haben über Storylines, Bildsprache und Filmszenen diskutiert. Drei 10-Stunden Drehtage folgten. Das Fazit aller Beteiligten: Es macht sehr viel Spaß, aber einen Film zu drehen ist auch enorm anstrengend. Noch befinden sich die Videos in der Postproduktion, aber wir sind schon sehr auf das Ergebnis gespannt.



Impressionen vom Set
Fotos: utg

Wir danken den folgenden Firmen für Ihre Unterstützung und das zur Verfügung gestellte Bildmaterial:
BMW Group, Werk Landshut
Fonderie Ariotti
Grob-Werke
Pinter Guss GmbH
Zanardi Fonderie S.r.l.

Die Videos werden auf unseren Websites und auf YouTube zu sehen sein, sollten Sie es nicht schaffen, unseren Stand auf der GIFA zu besuchen. (sp)

MULTI-MATERIAL-INJECTOR-CASTING (MMIC)

The main idea of the project is based on the development of the injector casting (IC) process for multi-materials ingots. An adaptation of the IC process in terms of melt management and process control makes it possible for the first time in a series process to use customised properties in a wide range of cast parts by combining two melts.

The project is financed by DFG - German Research Foundation and started in September 2022. The first stage of research involves simulation and experimental sand mould casting to determine the conditions that should be considered in injector casting:

- sequence of casting alloys (AlSi12, AlSi9Cu3)
- waiting time between two alloys pouring (60/90/120 s)
- influence of the cooling plate
- method of pouring alloy 2 in relation to alloy 1 (on the top or under the surface of alloy 1)

The thermodynamic simulation using the HSC Chemistry program shows the formation of the oxides Al_2O_3 , MgO, $MgAl_2O_4$ when the melt comes in contact with the atmosphere.

The highest oxide content is found in the alloy AlSi9Cu3, the lowest in AlSi12. In general, the oxide content is not very high, but depending on the form of the oxide inclusion and the homogeneity of the ingot, even a low oxide content can have a detrimental effect on the properties of the castings.

Twelve experiments with different variants of casting two alloys (AlSi12 and AlSi9Cu3) into a sand mould were performed.

The results of spark spectroscopy show that the Cu content in the mixing zone is reduced from 3.14 - 3.50 wt.% at the bottom to as low as 1.4 wt.% at the top. In general, the experiments show that the Cu content remains close to 1% until the top of the ingot regardless of the waiting time and cooling.

The two-alloy sand mould casting with a sharp transition zone and a lower shrinkage porosity is shown in Fig. 1. This ingot was casted with bottom cooling using AlSi9Cu3 as alloy 1 and AlSi12 as alloy 2, where alloy 2 was cast under alloy 1 with a waiting time of 90 s. The low shrinkage percentage is probably related to the bottom cooling and the high casting temperature of alloy 2 (approx. 690 °C). The mixing zone is clearly visible due to the distribution of Cu.

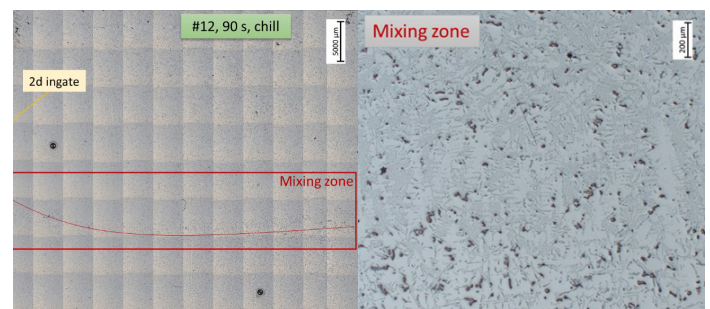


Fig. 1: The microstructure of two-alloy sand mould casting: AlSi9Cu3 at the bottom, AlSi12 at the top.

Further work will be associated with the study of the detailed microstructure and the testing of the mechanical properties. Investigations with EDS - energy dispersive X-ray spectroscopy of the mixing zone and inclusions should provide information about the material composition.

Work on the development of the design will continue with the further fabrication of the experimental injector casting machine.

Contact: Dr. Liudmyla Lisova, *utg*

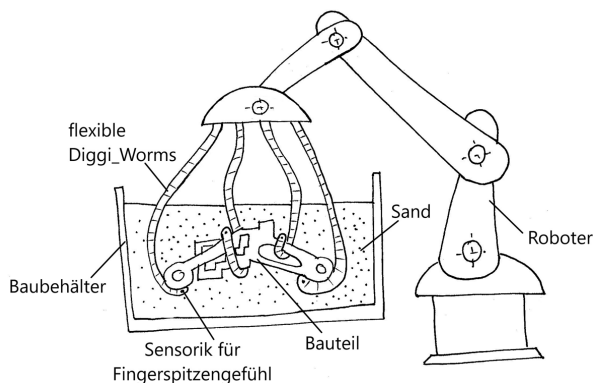
DIGGIWORMS - BIONISCHE GREIFERSTRUKTUREN

Über in Roboter integrierte Greifarme können Bauteile in einem Bauraum mit Hilfe von künstlicher Intelligenz gefunden, durch ein eingebundenes System gereinigt, und mit den wurmartigen Fingern entnommen werden.

Im Binder-Jetting-Verfahren hergestellte Sandformen und Sandkerne ermöglichen Bauteile mit komplexen Geometrien. Die durch diese Verfahren hergestellten, oft filigranen, Sandformen und Sandkerne befinden sich nach der Herstellung in einem mit losem Sand gefüllten Sandbett, in welchem automatisiertes Auspacken und Finishing bisher noch nicht möglich sind. Die Herausforderung besteht in der Ortung des Bauteils im losen, nicht mit Bindemittel bedruckten Sand, der Reinigung der komplexen Strukturen sowie der Entnahme aus dem Bauraum.

Zusammen mit bionischen Strukturen in Verbindung mit künstlicher Intelligenz kann diesen Schwierigkeiten begegnet werden. Nach dem Vorbild wurmartiger Tiere sowie den Fingern der menschlichen Hand wird nun eine bionische Greiferstruktur entwickelt.

Um das Bauteil zu finden, orientiert sich der Greifer an CAD-Daten aus der Jobvorbereitung.



Prinzipische Skizze des Aufbaus wurmartiger Strukturen an fingerähnlichen Roboter Greifarmen, © Fraunhofer IGCV

Den sich im Bauraum nach unten hin verhärtenden Sandschichten, wird mit einem pulsierenden Druckluftstrahl begegnet, der abwechselnd Sand lockert und durch Umkehren der Strömungsrichtung den losgelösten Sand einsaugt. Integrierte Druckluftsensoren geben den Fingern das nötige Fingerspitzengefühl.

Durch den segmentierten Aufbau können die Greiferfinger das Bauteil umschlingen und anschließend aus dem Bauraum heben. Zeitgleich werden die auftretenden Kräfte überwacht, um das Bauteil vor Schäden zu schützen.



Durch den Demonstrator entpacktes Musterbauteil aus Sand, © Fraunhofer IGCV

Eine Herausforderung in der Konstruktion ist die sandige Arbeitsumgebung. Lose Sandkörner können sich zwischen den einzelnen Gliedersegmenten der Greiferfinger festsetzen und so zu erhöhter Reibung führen bzw. die Bewegung behindern. Flexible Hüllen, die über die einzelnen Finger gezogen werden, sollen daher die empfindliche Mechanik schützen.

Zukünftig ist auch eine Putzanwendung im Nacharbeitsprozess des Sand-Binder-Jettings denkbar. Über Positionserfassungsmodule kann der Greiferarm mit seinen Fingern durch enge Kanäle navigiert werden und diese reinigen.

Kontakt: Raphael Burger, M.Sc. und Rui Li, M.Sc.

LEITPROJEKT FUTURE CAR PRODUKTION

Motivation

Die Automobilbranche durchlebt derzeit den größten Wandel ihrer bisherigen Geschichte. Die Transformation zur Elektromobilität gilt als wichtiger Baustein zum Erreichen einer klimaneutralen Mobilität bis spätestens 2050, wie es der EU-Plan »Zero Pollution Action« vorsieht. Während bisher ca. 80% der CO₂-Emissionen durch Abgase in der Nutzungsphase entstanden, verschiebt sich mit der Elektromobilität der CO₂-Hotspot von der Nutzungs- in die Produktionsphase. Neben der Batterie steht die Karosserie als zweitgrößter Emissionstreiber im Fokus zur Erzielung ökologischer Nachhaltigkeit. Zukünftig wird erwartet, dass der Nachweis der Nachhaltigkeit – neben technischer Performance und Kosten – zu einem bestimmenden Erfolgsfaktor für neue Karosseriekonzepte wird.

Bewertung neuer Karosseriekonzepte

Das Konsortium des Leitprojektes »FutureCarProduction« wird ganzheitliche Lösungsansätze für die Bewertung neuer Karosseriekonzepte der Automobilindustrie entwickeln. Dazu gilt es, Methoden, Prozesse und Technologien zu etablieren, mit denen die ökologische Nachhaltigkeit methodisch bewertet und technologisch gewährleistet werden kann, immer im Zielkonflikt mit technischer Performance und Kosten. FutureCarProduction reagiert damit auch auf das neuartige Giga-Casting Konzept von Tesla, das weltweit etablierte Design- und Produktionsweisen für den Karosseriebau infrage stellt. Bei dieser neuen Bauweise werden hoch integrierte Großussteile in einem Stück aus Aluminium gegossen und ersetzen ganze Karosseriesegmente, die bisher aus vielen Einzelblechen und -komponenten gefügt wurden.

Nachhaltigkeitsansatz

Das Fraunhofer-Konsortium wird in seinem Ansatz einer ganzheitlichen Nachhaltigkeitsbewertung auch Optimierungen bei Material- und Produktqualität, Reparaturfähigkeit und Crashesicherheit mitberücksichtigen.



Beitrag des Fraunhofer IGCVs

Acht Institute der Fraunhofer Gesellschaft beteiligen sich mit unterschiedlichen Aufgabenstellungen am Leitprojekt. Wir am Fraunhofer IGCV beschäftigen uns mit der Analyse aktueller Karosseriebauweisen, der Entwicklung geeigneter Aluminiumlegierungen unter Verwendung eines bestmöglichen Anteils von Sekundäraluminium, dem Einsatz neuer Gießverfahren und letztendlich mit der Demonstratorfertigung. Die Ergebnisse fließen dann in den Bewertungsfaktor zur Werkstoffauswahl und zum Fertigungsverfahren ein. Ein weiterer wichtiger Punkt in unserer Nachhaltigkeitsbetrachtung ist die Materialmenge, welche eingesetzt wird. Hier forschen wir am Fraunhofer IGCV an der Topologieoptimierung der Bauteile. Das Ziel dieser Optimierung ist die Einsparung von Aluminium unter Sicherstellung der notwendigen technischen Performance.

Förderung durch Fraunhofer Gesellschaft

Das Leitprojekt ist zunächst auf eine Laufzeit von vier Jahren angelegt und wird über die Fraunhofer Gesellschaft mit einer Gesamtsumme von € 8 Mio. finanziert.

Kontakt: Dr. Steffen Klan
[Leitprojekt FutureCarProduction](#)

VDG BAYERN



Sprechabend der VDG-Landesgruppe Bayern

zu Gast bei der

BMW Group im Werk Landshut

Am **11. Mai 2023** lädt Dr. Steffen Klan als Vorsitzender der Landesgruppe Bayern zum ersten Sprechabend in diesem Jahr ein.

Programm:

- Begrüßung/Neuigkeiten vom BDG/VDG, Dr. Steffen Klan (Fraunhofer IGCV)
- Standortpräsentation BMW-Gießerei, Landshut, Klaus Sammer (BMW Group)
- „Ein neues, innovatives Schwerkraftgießverfahren - ROBOCAST V“, Harald Sehrschön (Fill Gesellschaft mbH)
- „Einfluss und Möglichkeiten zur Online-Überwachung des Zustands von Kokillenschichten“, Fangtian Deng (Fraunhofer IGCV)
- Werksführung „Gehäusefertigung für E-Motoren - HEAT BS1“

Am Sprechabend können **nur VDG Mitglieder** teilnehmen.

Kontakt: steffen.klan@igcv.fraunhofer.de

PUBLIKATIONEN

International Journal of Metalcasting, 2023

Advanced Procedures for Series Production with 3D-Printed Core Packages. Von: Erhard, P.; Hartmann, C.; Li, R.; Volk, W.; Günther, D.

<https://doi.org/10.1007/s40962-023-01046-1>

GIESSEREI 110, pp.60-63,

Optimization concept for dot-peen marking of Al-Si alloy cast parts. Von: Deng, F.; Klan, S.; Schilling, M.

Materials Science and Engineering A, 2023,

Influence of Thermal Process Parameters on the Properties of Material Jetted CuSn8 Components.

Von: Plötz, M.; Kirchebner, B.; Volk, W.; Lechner, P.

<https://doi.org/10.1016/j.msea.2023.144869>

Proceedings Copper Alloys 2022-2, Kupferverband 2022, ISSN: 978-3-910411-01-2

Analysis of CuSn8 components manufactured using the material jetting process. Von: Plötz, M.; Kirchebner, B.; Volk, W.; Lechner, P.

InCeight Casting C8 2023, Fraunhofer Verlag 2023, E-ISBN: 978-3-8396-1892-9

Compound Casting and Following Process Route.

Von: Hoyer, J.; Kammerloher, S.; Volk, W.

InCeight Casting C8 2023, Fraunhofer Verlag 2023, E-ISBN: 978-3-8396-1892-9

Study on the Influence of Mold Coating Thickness on the Thermal Analysis, As-cast Surface Roughness, and Microstructure in Aluminum Alloy Permanent Mold Casting. Von: Deng, F.; Attaluri, M.; Klan, S.; Volk, W.

International Journal of Metalcasting, 2022

An Indirect Evaluation Method of Mold Coating Thickness in AlSi Alloy Permanent Mold Casting Production

Von: Deng, F.; Attaluri, M.; Klan, S.; Volk, W.

<https://doi.org/10.1007/s40962-022-00920-8>

Metals 13, no. 2: 354

Compound Casting of Aluminum with Sheet Steel in 3D Sand Casting Using an Inductive Heating System.

Von: Locke, C.; Guggemos, M.; Gruber, M.; Maier, L.; Mayr, L.; Weiß, T.; Volk, W.; Günther, D.

<https://doi.org/10.3390/met13020354>

PERSONALIA

Wir heißen herzlich willkommen



Lucas van den Bosch, M.Sc.

ergänzt seit dem 1. April den Wissenschaftsbereich Gießereitechnik des *Fraunhofer IGCV*



Ulf Schmidtgen

ergänzt seit dem 1. Februar den Wissenschaftsbereich Gießereitechnik des *Fraunhofer IGCV*

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