



IM FOKUS



Gießereitechnik

AKADEMISCHE INTERESSENGEMEINSCHAFT GIESSEREITECHNIK

Ingenieurwissenschaften

JAHRESMAGAZIN

ISSN 1618-8357
EUR 9,80

Herausgegeben vom Institut für Wissenschaftliche Veröffentlichungen



Inhaltsübersicht

Forschung und Entwicklung in äußerst schwierigen und dynamischen Zeiten Vorwort	2
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Andreas Bührig-Polaczek Sprecher akaGuss Institutsleiter Gießerei-Institut der RWTH Aachen University	
Die Mitglieder der akaGuss	12
Sie erreichen die einzelnen Hochschulinstitute über die Website der akaguss.de	
Das Gießerei-Institut der RWTH Aachen – Partner für Forschung und Industrie	16
RWTH Aachen Gießerei-Institut Univ.-Prof. Dr.-Ing. Andreas Bührig-Polaczek	
Hochschule Aalen: Innovationen in Druckguss	30
Hochschule Aalen Gießerei Technologie Aalen – GTA Prof. Dr.-Ing. Lothar Kallien	
Gießereitechnik an der TU Clausthal	40
TU Clausthal Institut für Metallurgie Prof. Dr.-Ing. Babette Tonn	
Use of 3D and 4D imaging in foundry technology at the Technical University of Denmark	50
Technical University of Denmark Department of Mechanical Engineering Niels Skat Tiedje, Associate Professor, Ph.D.	
Lehrstuhl für Gießereitechnik an der Universität Kassel	56
Universität Kassel Lehrstuhl für Gießereitechnik – GTK Univ.-Prof. Dr.-Ing. Martin Fehlbier	
Digitale Lösungen für eine effiziente Rohstoffbeschaffung	66
Hochschule für angewandte Wissenschaften Kempten Labor für Werkstofftechnik und Betriebsfestigkeit Prof. Dr.-Ing. Dierk Hartmann	
Montanuniversität Leoben – Lehrstuhl für Gießereikunde	76
Montanuniversität Leoben Department für Metallurgie Prof. Dr. Dipl.-Ing. Peter Schumacher	
Gießereitechnik München – Forschung durch zwei starke Partner	88
Technische Universität München (TUM) Fraunhofer IGCV Prof. Dr.-Ing. Wolfram Volk	
Impressum	U3



Prof. Dr.-Ing. Lothar Kallien

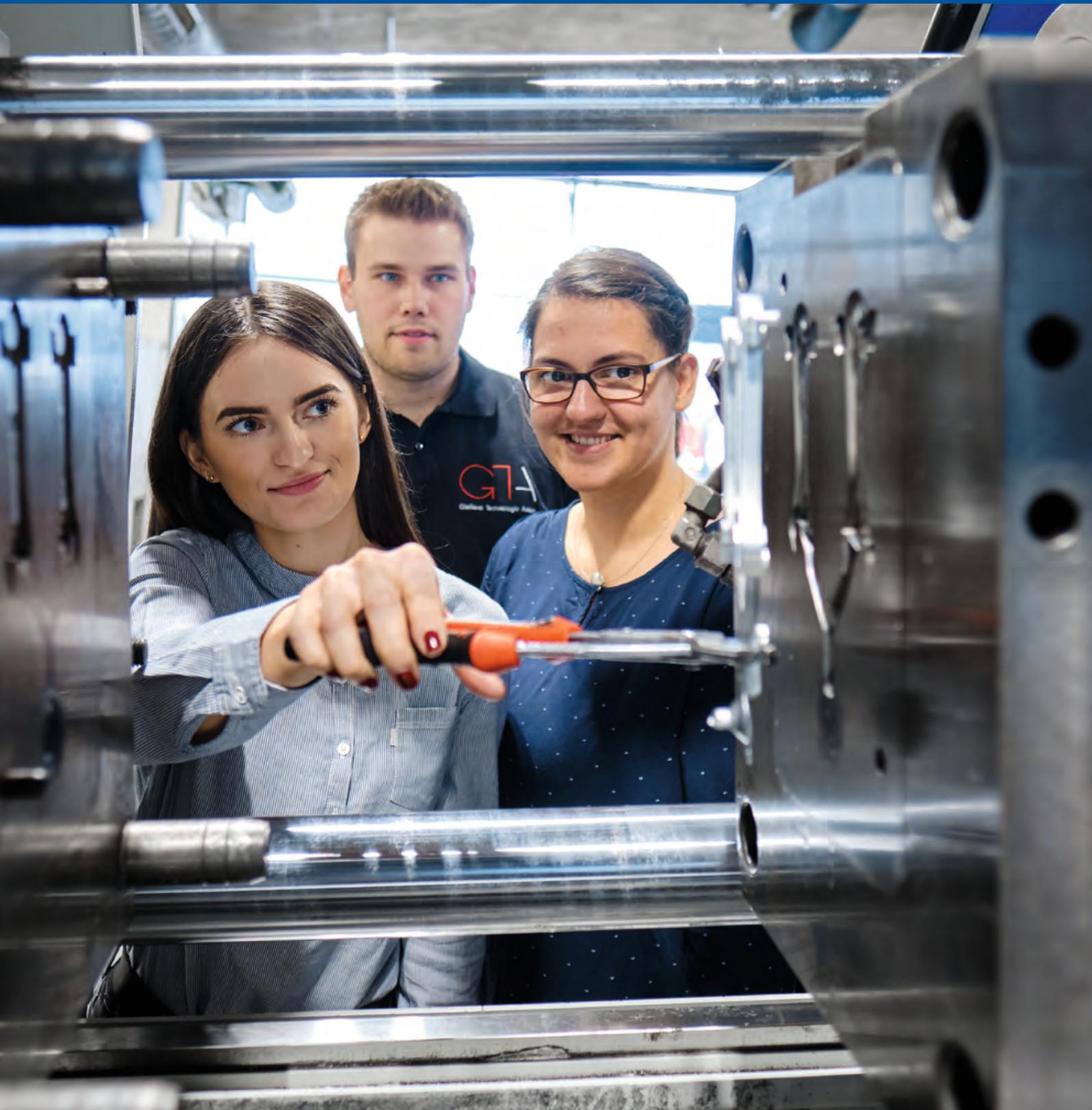
Hochschule Aalen
Fakultät für Maschinenbau und
Werkstofftechnik

Ansprechpartner Gießereitechnik

Prof. Dr.-Ing. Lothar Kallien
Tel.: +49 (0)7361 576-2252

Frau Nadine Schmid

Tel.: +49 (0)7361 576-2543
Fax: +49 (0)7361 576-2270





 Hochschule Aalen

Hochschule Aalen: Innovationen in Druckguss



Die Forschungs- und Transferaktivitäten an der Hochschule Aalen entwickeln sich weiterhin dynamisch. In 2020 standen mehr als 15 Mio. Euro Drittmittel für Forschungszwecke zur Verfügung.

Ein Höhepunkt im Jahr 2020 war die Fertigstellung und der Bezug von 2 neuen Forschungsgebäuden, dem Zentrum innovativer Materialien und Technologien für effiziente elektrische Energiewandler-Maschinen (ZiMATE) sowie dem Zentrum Technik für Nachhaltigkeit (ZTN). Mit einem Invest von mehr als 26 Mio. Euro stehen hier zukünftig rund 3000 qm modern ausgestattete Forschungsflächen zur Verfügung.

Das im BMBF-Wettbewerb FH-Impuls eingeworbene Projekt „Smarte Materialien und intelligente Produktionstechnologien für energieeffiziente Produkte der Zukunft“ (SmartPro) wurde kürzlich erfolgreich evaluiert und wird ab 2021 für 4 weitere Jahre mit rund 5 Mio. Euro Bundesmitteln und knapp 1 Mio. Euro aus der Wirtschaft finanziell unterstützt. Ziele von SmartPro sind der schonende Umgang mit limitierten Ressourcen wie Materialien und Rohstoffen sowie die nachhaltige und klimaverträgliche Nutzung von Energie. Auch in

der zweiten Förderperiode werden hier neuartige Magnet-, Batterie- und Leichtbaumaterialien und -technologien mit einem Fokus auf Anwendungen im Bereich E-Mobilität adressiert. Zusätzlich werden zukünftig als Querschnittstechnologien die Additive Fertigung und Methoden des Maschinellen Lernens stärker in die Teilprojekte integriert. In diesem Rahmen ist das Gießereilabor federführend am Teilprojekt Smart-LIGHT beteiligt.

Herstellung einteiliger Elektromotorgehäuse mit integriertem Kühlkanal durch Gasinjektionstechnologie im Druckguss

Durch die Gasinjektionstechnologie im Druckguss ist die Herstellung komplexer Hohlstrukturen im Gussteil unmittelbar im Gießprozess realisierbar. Mehrteilige Baugruppen lassen sich durch ein Druckgussbauteil mit integriertem Hohlkanal substituieren.

Während der Erstarrung des Gussteils im Druckgießwerkzeug wird Stickstoff prozesssicher über einen Gasinjektor in das Gussteil eingeleitet. Dabei wird die Restschmelze in eine sich öffnende Nebenkavität verdrängt. Dadurch wird ein definierter Hohlkanal im Gussteil erzeugt (Abb. 1). Nach dem Ausformen des Gussteils lässt sich das

in die Nebenkavität verdrängte Gießmetall wirtschaftlich Entfernen.

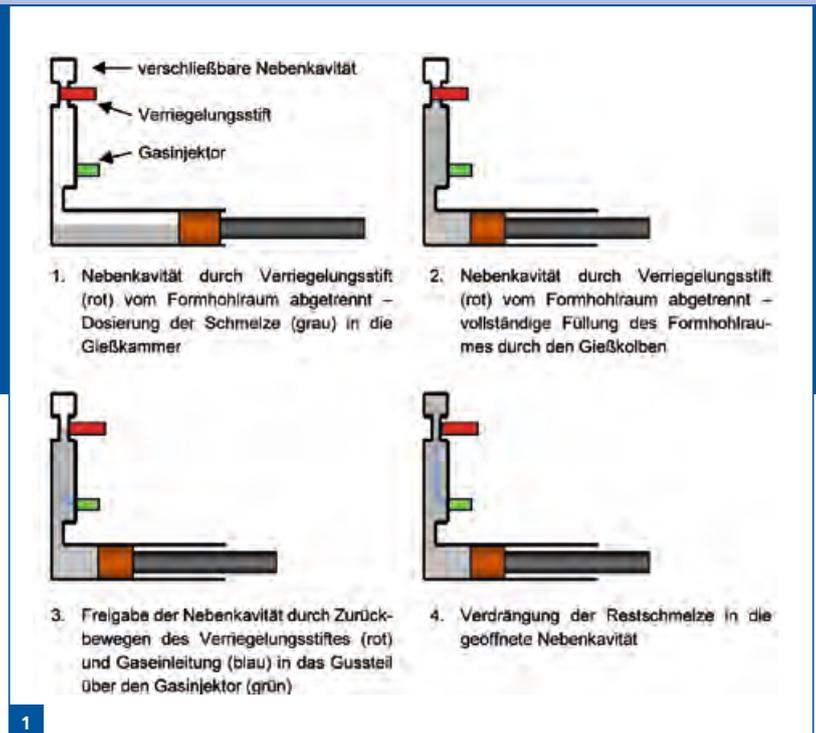
Durch die Anwendung der Gasinjektionstechnologie könnten im Druckguss neue Freiheitsgrade bezüglich des Produktdesigns erreicht werden: komplexe Geometrien bei Hohlbauteilen wären ohne das Einlegen von Rohren oder verlorenen Kernen realisierbar. Im Gießereilabor der Hochschule Aalen wurde bereits die Herstellung unterschiedlicher Prinzipgeometrien und Demonstratorbauteile durch die Anwendung der Gasinjektionstechnologie im Druckguss systematisch untersucht und nachgewiesen. Im Automobilsektor sind die Erreichung von Umweltzielen

Kontakt

Hochschule Aalen – Technik und Wirtschaft
Gießerei Technologie Aalen – GTA
Prof. Dr.-Ing. Lothar Kallien
Beethovenstraße 1
D-73430 Aalen
Tel.: +49 (0)7361 576-2252
gta@hs-aalen.de
www.hs-aalen.de/gta



Abb. 1: Schematische Darstellung zum Ablauf des Gasinjektionsprozesses im Druckguss mit verschließbarer Nebenkavität (Böhnlein 2014, S. 37)



sowie die Einhaltung von Emissionsgrenzwerten maßgebliche Treiber des Leichtbaugedanken sowie der zunehmenden Elektrifizierung des Automobils. Die Realisierung des Kühlkanals in konventionellen Elektromotorgehäusen wird meist durch eine zweiteilige Konstruktion des Gehäuses erreicht. Dadurch sind Zusatzprozesse wie eine aufwändige mechanische Bearbeitung, Verschweißen und Abdichten erforderlich.

Die Gasinjektionstechnologie im Druckguss ermöglicht hingegen die Herstellung des Kühlkanals unmittelbar im Gießprozess ohne aufwändige Zusatzprozesse. In einem gemeinsamen Industrieprojekt mit der Nematik Europe GmbH wurde die Integration des Kühlkanals durch die GIT in ein einteiliges Elektromotorgehäuse im Aluminiumdruckguss erfolgreich nachgewiesen (Abb. 2).

Durch die Gasinjektionstechnologie lassen sich glatte Kanaloberflächen und gleichmäßige Wandstärken über die gesamte Kanallänge von 235 cm erzeugen (Abb. 3).

Vorteile des Verfahrens ergeben sich einerseits durch die neuen Möglichkeiten des Bauteildesigns durch Funktionsintegration und Teilesubstitution, die Verringerung der Bauteilkosten durch Materialeinsparung sowie durch das Entfallen aufwändiger vor- und nachgelagerter Prozesse. Im März 2020 erhielt das Gießerei-

labor der Hochschule Aalen, unter der Leitung von Prof. Dr. Lothar Kallien, gemeinsam mit drei weiteren Projektpartnern die Zusage zur Förderung des Fast Track to Innovation (FTI) Projektvorhabens MAGIT (H2020-EIC-FTI-2018-2020 Grant Agreement Number: 950866) mit förderfähigen Kosten in Höhe von circa 4,1 Mio. Euro durch die Europäische Union. Das Projektkonsortium vereint neben der langjährigen Forschungserfahrung der Hochschule Aalen sowie der TiK – Technologie in Kunststoff GmbH im Bereich der Gasinjektionstechnologie im Druckguss die Kompetenzen aus dem innovativen Seriendruckguss der Aluweg AG (Schweiz) und aus dem Werkzeugbau für Druckgießwerkzeuge der Surtechno nv (Belgien). Innerhalb der 36-monatigen Projektlaufzeit liegt der Fokus auf der Markteinführung von MAGIT als großserientaugliches Verfahren zur Herstellung hohl dargestellter Leichtbaukomponenten sowie medienführender Druckgussbauteile.

Dazu wird die im Rahmen eines öffentlich geförderten Projektes entwickelte Gasinjektionsanlagentechnik

(Förderkennzeichen: AiF ZF4113803 K06 (ZIM)) optimiert und als gießereitaugliches, flexibles und bedienerfreundliches MAGIT-Powermodul für jede Kalt- und Warmkammerdruckgießmaschine für den Druckgießer angeboten werden. Weiterführende Informationen erhalten Sie auf der MAGIT-Webseite www.magit-hpdc.com.

Einfluss von Alterungs-, Herstellungs- und Nachbehandlungsprozessen auf die galvanische Beschichtbarkeit von Zinkdruckguss

Über 50 % der im Druckgießverfahren hergestellten Zinkbauteile werden galvanisch beschichtet. Die Beschichtung dient je nach Art als Korrosionsschutz oder als dekorative Oberfläche. Der Ausschuss durch unbrauchbaren, galvanisierten Zinkdruckguss kann bis zu 50 % betragen und tritt erst am Ende einer langen Wertschöpfungskette in Erscheinung. Das Forschungsvorhaben „Einfluss von Alterungs-, Herstellungs- und Nachbehandlungsprozessen auf die galvanische Beschichtbarkeit von Zinkdruckguss“ wurde von den Forschungsstellen Hochschule

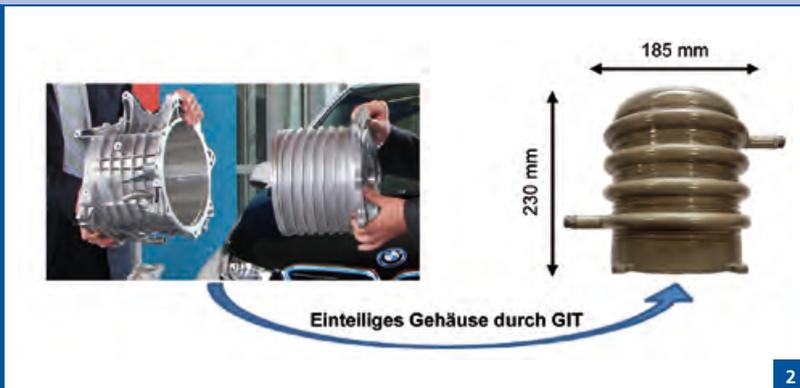


Abb. 2: Zweiseitiges Elektromotorgehäuse (li, (Hochschule Aalen 2014)), Einteiliges Elektromotorgehäuse mit integriertem Kühlkanal im Druckgießverfahren durch Gasinjektionstechnologie (GIT) hergestellt (re, Bildnachweis: Hochschule Aalen mit freundlicher Freigabe der NemaK Europe GmbH)

2

Aalen GTA und dem Forschungslaborinstitut für Edelmetalle und Metallchemie in Schwäbisch Gmünd gemeinsam durchgeführt. Untersucht wurden die Einflussfaktoren auf die galvanische Beschichtbarkeit von Zinkdruckgussproben. Dabei konnte gezeigt werden, dass insbesondere das Eindringen von Wasserstoff während der Vorbehandlungs- und Beschichtungsprozesse Ursache für die Blasenbildung von galvanisiertem Zinkdruckguss sein kann. Das Angebot an Wasserstoff während der Herstellung und Beschichtung verursacht die Abhebungen an der Gusshaut und die Aufblähungen im Inneren des Bauteils (Abb. 4). Dabei deuten sich Unterschiede in Abhängigkeit von der Gusshaut-Struktur und deren Zusammensetzung an. Zur näheren Untersuchung wurden Querschliffe an betroffenen Stellen angefertigt und am REM betrachtet. Hierbei zeigt sich, dass die Beschichtung, bestehend aus einer roten Kupferschicht und einer grauen Nickelschicht, fest mit der Gusshaut verbunden ist. Die Probe wurde demnach von innen heraus aufgebläht, sodass die Gusshaut mit Beschichtung vom Grundmaterial getrennt wurde. Diese Beobachtung deutet darauf hin, dass Wasserstoff, der bei den Vorbehandlungs- und Beschichtungsprozessen entsteht, elementar in das Bauteil eindringt und unterhalb der Gusshaut zu H_2 -Molekülen rekombiniert. Dabei kommt es zu einer sprunghaften Volumenzunahme, der Druck im Inneren

steigt. Durch erhöhte Temperaturen, wie sie beim Thermoschocktest auftreten, kommt es zur Verringerung der mechanischen Eigenschaften des Materials, sodass sich Blasen bilden können.

Die systematische Untersuchung der Rolle des Wasserstoffs, die bisher nicht im Fokus der F&E-Aktivitäten stand, soll daher in einem beantragten Folgeprojekt untersucht werden. IGF-Vorhaben Nr. 19483 N.

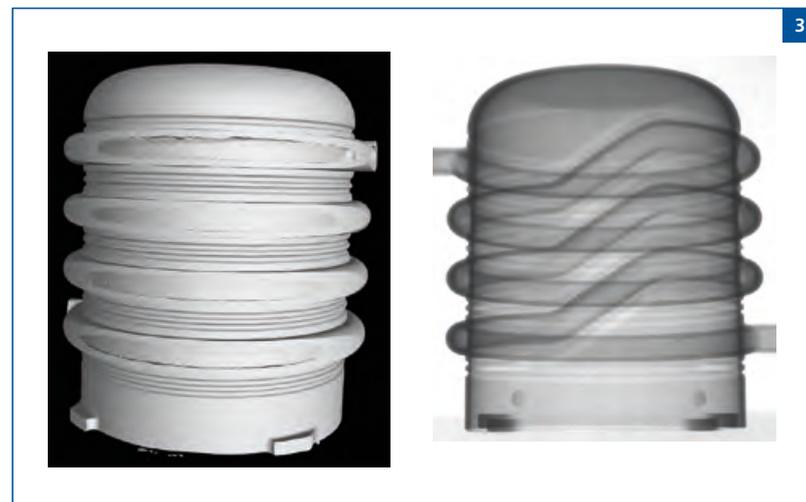
Hohle Aluminium-Strukturbauteile im Druckgießprozess durch die Verwendung von Salzkernen

Das Forschungsvorhaben „Hohle Aluminium-Strukturbauteile im Druckgießprozess“ im Rahmen des Forschungsclusters „AMAP“ (Advanced Metals and Processes) wurde von mehreren Projektpartnern durch-

geführt. Im Projektkonsortium waren die NEMAK Europe GmbH, die MAG-MA Gießereitechnologie GmbH, das Gießereieinstitut sowie das Institut für Schweiß- und Fügetechnik der RWTH Aachen, die Forschungsgesellschaft Kraftfahrwesen mbH Aachen und die Hochschule Aalen vertreten.

Die Gesamtmotivation dieses über drei Jahre angelegten Projekts war die Substitution eines geschweißten Blechbauteils in Schalenbauweise durch ein druckgegossenes hohles Aluminium-Strukturbauteil, welches

Abb. 3: Computertomographische Schnittansicht der durch Gasinjektionstechnologie (GIT) hergestellten Innenoberfläche des Kühlkanals (li), Röntgenansicht des einteiligen Elektromotorgehäuses mit einer Kühlkanallänge von 235 cm (re), (Bildnachweise: Hochschule Aalen mit freundlicher Freigabe der NemaK Europe GmbH)



3

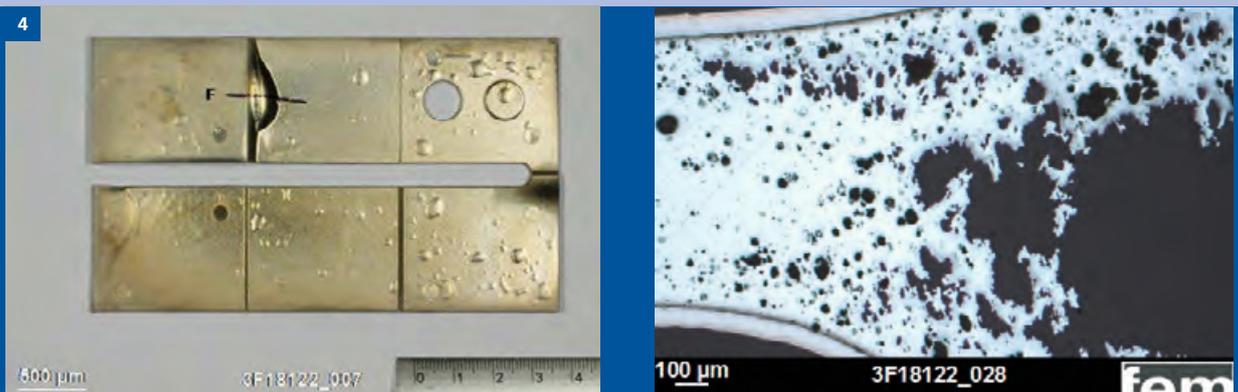


Abb. 4: Übersichtsaufnahme und Querschliff einer beschichteten Probe (Trennmittel 1, gealtert, Kunststoff-gestrahlt, cyanidischer Kupferelektrolyt), Schliffebene mit "F" gekennzeichnet

eine erhöhte Steifigkeit und Funktionsintegration bei gleichzeitig geringerem Gesamtgewicht im Vergleich zur konventionellen Stahllösung aufweist. Hohle Aluminiumstrukturbauteile mit komplexen inneren Strukturen können im Druckgießverfahren durch konventionelle Schiebertechnologie nicht abgebildet werden. Daher war es das Ziel dieses Forschungsvorhabens ein Kernmaterial aus geschmolzenen Salzen zu entwickeln, aus dem Kerne im Druckgießprozess

Abb. 5: Demonstratorsalzkerne mit komplexer Rippenstruktur

hergestellt werden können. Aufgrund der niedrigen Wärmeleitfähigkeit der Salze wird das Aluminiumgussgefüge bei der Verwendung von Salzkernen im Druckguss beeinflusst. Durch Untersuchungen mit einem modularen Druckgießwerkzeug war es möglich, konventionell hergestellte Referenzgussteile, mit Gussteilen deren Erstarrung durch eingelegte Salzkerne beeinflusst wurde, zu vergleichen. Ein gröberes Gussgefüge durch die reduzierte Abkühlgeschwindigkeit und daraus resultierende geringere mechanische Eigenschaften konnten durch die Verwendung von Salzkernen im Druckgießverfahren nachgewiesen werden, was bei der topologischen Bauteilauslegung für hohle Aluminiumstrukturbauteile im Druckguss zukünftig berücksichtigt werden muss.

Eine weitere Kernaufgabe in dem Forschungsvorhaben bestand darin,

Gestaltungs- und Konstruktionsrichtlinien für die Verwendung von Salzkernen im Druckgießverfahren zu entwickeln. Komplexe Rippenstrukturen wurden an einem Demonstratorsalzkerne untersucht. Dieser ist in [Abb. 5](#) abgebildet. Dabei wurden die Grenzen des Verfahrens durch unterschiedliche Rippengeometrien analysiert und die Schwindung und der Verzug der Salzkerne ermittelt, um Konstruktionsrichtlinien für Salzkerne erarbeiten zu können.

Zusätzlich wurden unterschiedliche Salzkerneformen, die im Druckgießverfahren hergestellt wurden untersucht, um auch das Schwindungsverhalten der Salzkerne in Abhängigkeit der Geometrie zu untersuchen. Während der Erstarrung von Salzkernen treten Risse und Poren als Defekte auf. Bei oberflächennahen Defekten besteht die Gefahr, dass während des Umgießprozesses der Salzkerne mit





6

Aluminiumschmelze infiltriert wird. Prozessparameter bei der Herstellung der Salzkerne beeinflussen das Erstarrungsverhalten der Salzschnmelze signifikant, sodass die Ausbildung von Schwindungslunkern und Porosität in Abhängigkeit von den Prozessparametern anhand statistischer Methoden analysiert werden konnte. Mit Hilfe der 3D-Computertomographie konnten Defekte im Inneren der Salzkerne sichtbar gemacht und quantifiziert werden.

Ein Demonstratoralkern für eine untere A-Säule, dargestellt in **Abb. 6**, wurde im Druckguss umgossen, um auch die eingestellten Prozessparameter des Druckgießprozesses für den Umgießprozess als Versagenskriterium der Salzkerne zu untersuchen.

So konnte ermittelt werden, welchen Einfluss innere Defekte des Salzkerns sowie die Kräfte der ein-

strömenden metallischen Schmelze auf den Umgießprozess und die Versagenswahrscheinlichkeit der Salzkerne nehmen. Zum Abschluss des Forschungsvorhabens konnten durch diese Untersuchungen hohle Aluminiumstrukturbauteile durch Salzkerne im Druckgießverfahren hergestellt werden.

<http://www.amap.de/projekte/projekt-10/>

MagWeb – Magnesiumdruckguss mit Gewebeverstärkung

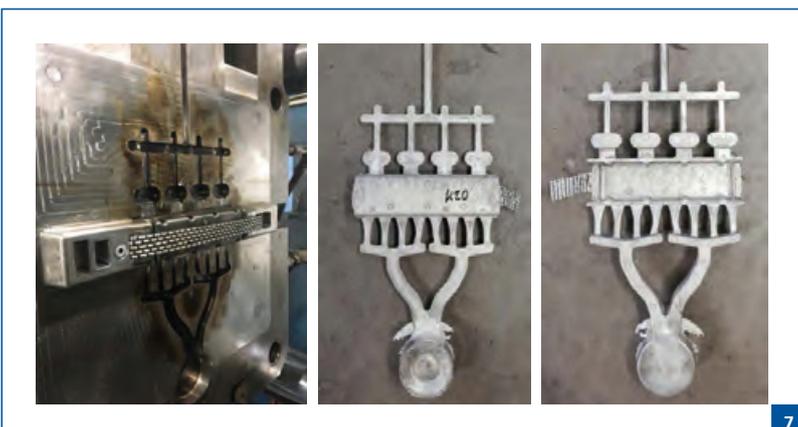
Hinsichtlich des stofflichen und konstruktiven Leichtbaus bilden Bauteile aus Kompositwerkstoffen eine Produktgruppe mit enormem Leichtbaupotential. Zum einen wird durch gering belastete, dafür ausgesparte Bauteilbereiche die Masse erheblich reduziert und zum anderen können durch eine gezielte Auswahl von Matrix- und Verstärkungswerkstoff stärker beanspruchte Bauteilbereiche

Abb. 6: Hohles Aluminiumstrukturbauteil links, Röntgenbild mitte, Salzkern rechts

in den finalen Bauteileigenschaften entscheidend beeinflusst werden. Die Vorzüge von Druckgussteilen liegen in der Darstellbarkeit geometrisch hochkomplexer Strukturen in Kombination mit vergleichsweise hohen Festigkeiten. Die eingeschränkten mechanischen Eigenschaften von Magnesium-Druckgusslegierungen in Bezug auf ihre Anwendung für noch höhere Belastungen sollen durch eine eingegossene Gewebeverstärkung kompensiert werden.

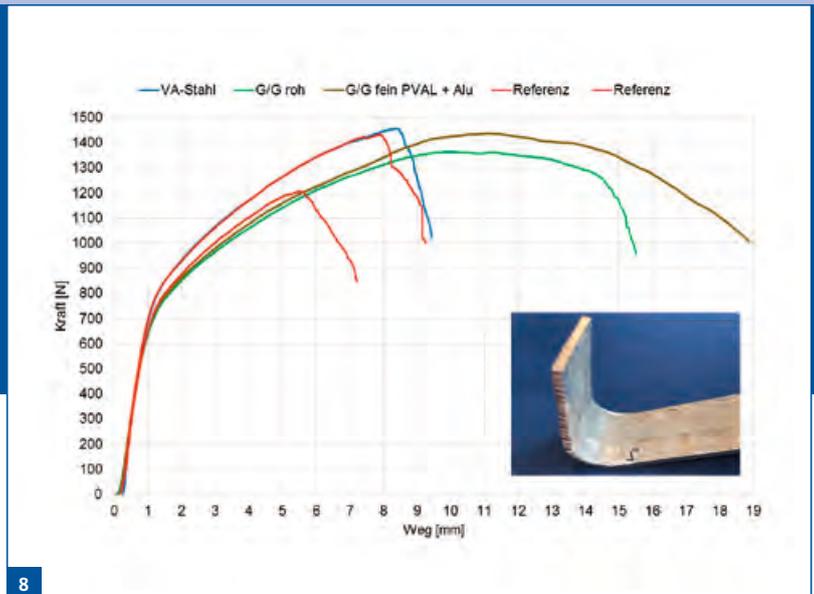
Im Rahmen des von der AiF geförderten Forschungsvorhabens „Magnesiumdruckguss mit Gewebeverstärkung; Prozessentwicklung zur Herstellung von Magnesiumdruckgussbauteilen mit Gewebeverstärkung (MagWeb)“ sollen Gewebe entwickelt werden, die zum einen dem Gießvorgang mit Magnesiumschmelze standhalten und zum anderen den entstehenden Kompositwerkstoff verstärken. Darüber hinaus werden die geeigneten Prozessgrößen zur Herstellung von Leichtmetallbauteilen entwickelt.

Abb. 7: Druckgießform mit eingelegtem Gewebe; Druckgussteile Vorder-, und Rückseite



7

Abb. 8: Ergebnis 3 Punktbiegeversuch



Zu Beginn der Arbeiten wurden Glas und Basalt als wesentliches Faser- und Garnmaterial festgelegt. Daraus wurden 7 Variationen von Gewebetypen und Gewebematrix entwickelt. Aufgrund der hohen thermischen Beanspruchung der Matrix beim Umgießen mit Schmelze wurden PVAL, Polypropylen und ein duroplastisches Bindersystem ausgewählt. Für sämtliche Gießversuche wurde die Magnesiumlegierung AM50 verarbeitet.

Für umfangreiche Druckgießversuche wurde ein Demonstratorwerkzeug

Abb. 9: Hybrides Leichtbau-Batteriegehäuse zur Darstellung der untersuchten Fügeverfahren, adhäsives Fügen, thermisches Direktfügen und Druckumgießen



konstruiert und gebaut, [Abb. 7](#). Zusätzlich zu den bewährten Glas- oder Basaltgewebetypen wurden auch Edelstahlnetze umgossen.

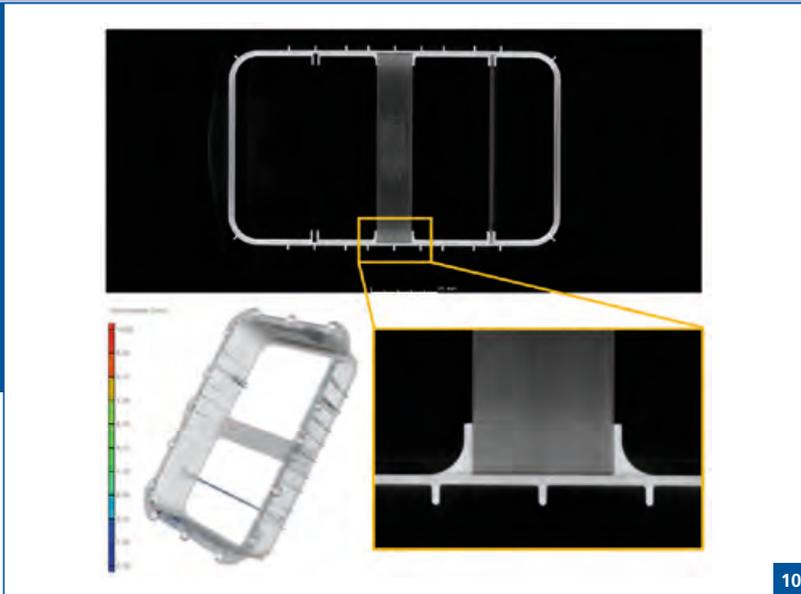
Zur Überprüfung der mechanischen Eigenschaften wurden an ausgewählten Verbundgussproben Zug- und 3 Punktbiegeversuche durchgeführt.

Sämtliche Proben mit Gewebeverstärkung zeigen im Vergleich zu den Referenzproben eine wesentlich höhere Energieaufnahme, [Abb. 8](#). Während die Probe mit eingegossenem Stahlgewebe nur einen geringen

Anstieg der Kraft aufzeigt, nehmen die Proben mit eingegossenem Glasgewebe eine außerordentlich hohe Verformbarkeit auf. Das Gewebe verzögert hier eine von der Oberfläche ausgehende Risseinleitung. Dieser Sachverhalt wird noch mit einer größeren Anzahl an Proben untersucht, denn dabei spielt auch die Lage des Gewebes in der Probe zur Belastungsrichtung eine Rolle. ZIM Kooperationsprojekt (ZF) FKZ: ZF4113814DE8.

Innovative Fügeverfahren und beanspruchungsgerechte Designkonzepte für hybride Leichtbau CFK-Multimaterialverbunde: Entwicklung eines hybriden Leichtbau-Batteriegehäuses

Im Rahmen des SmartPro Impulsprojektes InDiMat hat das Gießereilabor der Hochschule Aalen gezeigt, dass es möglich ist, kohlefaserverstärkten Kunststoff (CFK) mit Aluminium (AlSi10Mg) und Magnesium (AM50) mittels unterschiedlicher Fügeverfahren miteinander zu verbinden. Konventionelle Fügeverfahren wie zum Beispiel Schraub- oder Nietverbindungen können dadurch durch das Druckumgießverfahren ersetzt werden und bieten demzufolge völlig neue Möglichkeiten bei der Konstruktion hybrider Druckgussbauteile. Die hierdurch entstehenden



10

Abb. 10: 3D-Röntgen-Computertomographieaufnahmen der Fügstellen mit marginaler Porenbildung

Festigkeitssteigerungen sowie die Gewichtsreduzierung der gefügten Gesamtkomponente werden bei zukünftigen PKW-Karosserieentwicklungen, insbesondere bei emissionsfreien Antriebskonzepten, zu funktionsintegriertem Leichtbau führen. Zudem können die Fügeverbindungen in den druckgussüblichen kurzen Prozesszyklen schnell, reproduzierbar und mit Verbindungsfestigkeiten von über 25 kN hergestellt werden.

Die im Zuge des vom BMBF geförderten Vorhabens erforschten Füge Technologien, Adhäsives Fügen, Thermisches Direktfügen und Druckumgießen, wurden nun anhand eines anwendungsnahen hybriden Leichtbau-Batteriegehäuses demonstriert, [Abb. 9](#). Während des Druckgießprozesses werden hierbei zwei duroplastische CFK-Laminat in die Druckgießform eingelegt, fixiert und mit einer Wandstärke von 2,5 mm umgossen. Zusätzlich werden, neben der Rippenstruktur zur Erhöhung der Bauteilsteifigkeit, Aussparungen für das spätere Anbringen adhäsiv gefügter und thermisch direktgefügter CFK-Laminat hergestellt.

Bei der Konstruktion des Druckgießwerkzeugs wurde auf ein komplexes Form-Temperierkonzept wie bei-

spielsweise eine konturnahe Wasserkühlung der Auflageflächen der CFK-Laminat geachtet. Dies führt zu deutlich geringeren Erstarrungszeiten an den Fügstellen zwischen CFK und Aluminium beziehungsweise Magnesiumschmelze. Aufgrund dessen kann die thermische Beeinflussung der CFK-Laminat während dem Umgießen mit Aluminium beziehungsweise Magnesium in diesem Bereich reduziert werden. Die Untersuchung des thermischen Schädigungsverhaltens im hybriden Batteriegehäuse

erfolgt mittels Schlifffbildern, 3D-Röntgen-Computertomographie und Ultraschallmikroskopie. Speziell im Übergansbereich zwischen CFK-Laminat und Aluminium können mit Hilfe dieser Prüfverfahren nur minimalste Porenbildungen nachgewiesen werden, [Abb. 10](#).

Der entwickelte Demonstrator kann als CFK-Aluminium- und CFK-Magnesiumhybridbauteil hergestellt werden. Zudem wurden bereits Vorversuche im Rheocasting-Druckgießverfahren durchgeführt. Die bei diesem Verfahren geringeren Gießtemperaturen des Aluminiums reduzieren zusätzlich den Wärmeeintrag in die CFK-Laminat.





Ingenieurwissenschaften 2021

Idee, Konzeption und redaktionelle Koordination:
Institut für Wissenschaftliche Veröffentlichungen (IWW)



Redaktionelle Leitung: Univ.-Prof. Dr.-Ing. Andreas Bührig-Polaczek
Bildnachweis: Das jeweilige Institut; Einblendung Titel: ©nasimi – stock.adobe.com

Anzeigenverwaltung und Herstellung:

ALPHA Informationsgesellschaft mbH
Finkenstraße 10
68623 Lampertheim
Tel.: 06206 939-0
Fax: 06206 939-232
info@alphapublic.de
www.alphapublic.de

Die Informationen in diesem Magazin sind sorgfältig geprüft worden, dennoch kann keine Garantie übernommen werden. Eine Haftung für Personen-, Sach- und Vermögensschäden ist ausgeschlossen. Die einzelnen Bildquellen sind über das Institut für Wissenschaftliche Veröffentlichungen erfragbar. Die Auskunft ist kostenfrei und kann per E-Mail erfragt werden. Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die des Nachdrucks, des Vortrags, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwendung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung des Werkes oder von Teilen des Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechts der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der jeweils gültigen Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechts.

Lampertheim, März 2021

© ALPHA Informationsgesellschaft mbH und die Autoren für ihre Beiträge

ISSN: 1618-8357

Projekt-Nr. 096-571