

Giesserei

Rundschau

Nürnberg, Germany
12. – 14.1.2016



EUROGUSS 2016

Internationale Fachmesse für Druckguss:
Technik, Prozesse, Produkte

[pre'tsi'zjo:n]

Wir sprechen Druckguss

Erleben Sie innovative Technik, effiziente Prozesse und
neueste Produkte auf Europas führender Fachmesse.

euroguss.de

Veranstalter
NürnbergMesse GmbH
Tel. +49 (0) 9 11.86 06-49 16
besucherservice@nuernbergmesse.de

Ideelle Träger
VDD Verband Deutscher
Druckgießereien, Düsseldorf

CEMAFON
(c/o VDMA), Frankfurt am Main

Wir informieren Sie gern!
NürnbergMesse Austria
Zweigniederlassung der NürnbergMesse
in Österreich
Tel. +43 (0) 1.266 91 06-10
inge.tremmel@nuernbergmesse.de

NÜRNBERG MESSE



BORBET
Austria

Ein Unternehmen der BORBET-Gruppe



Innovative Technologie,
Individuelle Designs.



BORBET Austria GmbH

Lamprechtshausener Bundesstraße 77
5282 Ranshofen

T: +43(0)7722/884-0 • E: office@borbet-austria.at

www.borbet-austria.at

BORBET
Borbet Group

Innovativer Partner der Automobilindustrie

Das nächste Heft der
GIESSEREI RUNDSCHAU

Nr. 11/12

erscheint am

14. Dezember 2015

zum Thema:

**„Eisen-
und Stahlguss“**

Redaktionsschluss:

14. November 2015

Impressum

Herausgeber:

Verein Österreichischer
Gießereifachleute, Wien, Fachverband
der Gießereiindustrie, Wien
Österreichisches Gießerei-Institut des
Vereins für praktische Gießereifor-
schung u. Lehrstuhl für Gießereikunde
an der Montanuniversität, beide Leoben

Verlag Strohmayer KG

A-1100 Wien, Weitmosergasse 30
Tel./Fax: +43 (0)1 61 72 635
E-Mail: giesserei@verlag-strohmayer.at
www.verlag-strohmayer.at

Chefredakteur:

Bergtrat h.c. Dir.i.R.
Dipl.-Ing. Erich Nechtelberger
Tel./Fax: +43 (0)1 44 04 963
Mobil: +43 (0)664 52 13 465
E-Mail: nechtelberger@voeg.at

Redaktionsbeirat:

Prof. Dr.-Ing. Andreas Bührig-Polaczek
Dipl.-Ing. Dr. mont. Hans-Jörg Dichtl
Prof. Dr.-Ing. Reinhard Döpp
Magn. Univ.-Prof. Dipl.-Ing.
Dr. techn. Wilfried Eichlseder
Dipl.-Ing. Dr. mont. Georg Geier
Dipl.-Ing. Dr. techn. Erhard Kaschnitz
Dipl.-Ing. Adolf Kerbl, MAS
Dipl.-Ing. Dr. mont. Leopold Kniewallner
Dipl.-Ing. Dr. mont. Thomas Pabel
Dipl.-Ing. Gerhard Schindelbacher
Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Peter
Schumacher

Anzeigenleitung:

Irmtraud Strohmayer
Tel./Fax: +43 (0)1 61 72 635
Mobil: +43 (0)664 93 27 377
E-Mail: giesserei@verlag-strohmayer.at

Abonnementverwaltung:

Johann Strohmayer
Tel./Fax: +43 (0)1 61 72 635
E-Mail: giesserei@verlag-strohmayer.at

Bankverbindung des Verlages:

IBAN: AT 60 6000000 51 00 64259
BIC: OPSKATWW
UID-Nr: ATU 653 19 513

Jahresabonnement:

Inland: € 61,00 Ausland: € 77,40
Das Abonnement ist jeweils einen
Monat vor Jahresende kündbar, sonst
gilt die Bestellung für das folgende Jahr
weiter. Erscheinungsweise: 6x jährlich

Druck:

Druckerei Robitschek & Co. Ges.m.b.H.
A-1050 Wien, Schlossgasse 10-12
Tel. +43 (0)1 545 33 11
E-Mail: druckerei@robitschek.at

Nachdruck nur mit Genehmigung des
Verlages gestattet. Unverlangt einge-
sandte Manuskripte und Bilder werden
nicht zurückgeschickt. Angaben und
Mitteilungen, welche von Firmen stam-
men, unterliegen nicht der Verantwor-
tlichkeit der Redaktion.

Offenlegung nach § 25 Mediengesetz
siehe www.voeg.at

VOEG Giesserei Rundschau

Organ des Vereines Österreichischer Gießereifachleute und des
Fachverbandes der Gießereiindustrie, Wien, sowie des Österrei-
chischen Gießerei-Institutes und des Lehrstuhles für Gießerei-
kunde an der Montanuniversität, beide Leoben.

INHALT

**Das Eisenwerk Sulzau-Werfen, R. & E. Wein-
berger AG** gehört zu den weltweit führenden Pro-
duzenten von Vorgerüst-, Grobblech- und Arbeits-
walzen für die Stahlindustrie. Die Eigenschaften der
Walzen werden nach dem Schmelz- und Schleuder-
gussprozess durch gezielte mehrstufige und auf den
Verwendungszweck abgestimmte Wärmebehand-
lungsschritte entsprechend eingestellt und danach
auf Dreh-, Bohr- und Schleifmaschinen mechanisch
fertig bearbeitet.

Für die Herstellung einer speziellen Sonderindefi-
nite-Walze wurde dem Unternehmen ein weltweites
Patent erteilt.

www.esw.co.at



BEITRÄGE

- 222** ➔ **Neue Methode zur Berücksichtigung
des Einflusses der Porosität in Al-Druckgussteilen auf die Festigkeit –
Ein Beitrag zum Leichtbau**
- 228** ➔ **Leistungsfähigkeit langer, dünner gedruckter Kerne
im Al-Gussverfahren**
- 232** ➔ **Optimierung der Wärmebehandlung für ein Al-Strukturbauteil
durch virtuelles Experimentieren**
- 241** ➔ **Ein nicht alltäglicher Fehler im Druckguss –
Gedanken zu dessen Genese**
- 248** ➔ **Der NEWCAST-Award 2015**

TAGUNGEN/ SEMINARE/MESSEN

- 246** EUROGUSS 2016 (Nürnberg, 12./14.01.2016)
- 269** 60. Österr. Gießereitagung 2016
(Bad Ischl, 07./08.04.2016)
- 250** Veranstaltungskalender

AKTUELLES

- 252** Aus dem ÖGI
- 258** Aus dem Fachverband der Österr. Gießerei-Industrie
- 260** Firmennachrichten

VÖG-VEREINSNACHRICHTEN

- 266** Vereinsnachrichten
Personalia

LITERATUR

- 266** Bücher und Medien

Eine neue Methode zur Berücksichtigung des Einflusses der Porosität in Al-Druckgussteilen auf die Festigkeit – Ein Beitrag zum Leichtbau

A New Method to Account for the Influence of Porosity in Al-Die Castings on the Mechanical Strength – A Contribution to Lightweight Design



Dr.-Ing. Sascha Duczek, studierte Maschinenbau mit der Vertiefungsrichtung Angewandte Mechanik an der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg (OvGU). Er absolvierte ein Auslandssemester an der University of Adelaide und schloss das Studium im Mai 2010 als Diplomingenieur ab. Danach arbeitete er als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl Numerische Mechanik der OvGU. Ende 2014 schloss er seine Promotion mit einem Thema zur Berechnung der Ausbreitung von Ultraschallwellen in Strukturen aus heterogenen Werkstoffen ab und entwickelte dazu höherwertige Finite Elemente und fiktive Gebietsmethoden. Seine Forschungsarbeit wird durch ein Projekt der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) finanziert.



Prof. i. R. Dr.-Ing.habil. Dr.h.c.mult. Eberhard Ambos, nach Studium der Gießereitechnik an der Bergakademie Freiberg/Sa. Tätigkeit in mehreren Betrieben, danach Lehrstuhlinhaber für Urformtechnik an der Universität Magdeburg. Derzeit selbständiger Berater.

Dr.-Ing. Harald Berger, promovierte nach dem Maschinenbaustudium an der TH Magdeburg auf dem Gebiet der numerischen Mechanik; seitdem ist er als wissenschaftlicher Mitarbeiter in Lehre und Forschung am Institut für Mechanik der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg tätig; sein Forschungsschwerpunkt liegt auf der Finite-Elemente-Methode.



Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. h.c. Ulrich Gabbert,

nach dem Maschinenbau-Studium promovierte er an der TH Magdeburg, war danach als Berechnungsingenieur in der Industrie tätig, kehrte als Oberassistent an die TH Magdeburg zurück, war Leiter des Methodisch-Diagnostischen Zentrums Finite Elemente und habilitierte sich 1988. Seit 1992 ist er Professor für Numerische Mechanik an der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg.



Schlüsselwörter: Aluminium-Druckguss, Porositäts-ermittlung, FPM Finite-Poren-Methode, CT-Einsatz

1. Einleitung

Der Kraftstoffverbrauch und die CO₂-Emission eines Fahrzeuges hängen heute in erster Linie von seiner Masse ab. Insofern lassen sich die in der EU geltenden Regelungen für die Verringerung der CO₂-Emissionen von PKW bis zum Jahr 2021 vor allem durch die Entwicklung und die Einführung neuer Leichtbaukonzepte erreichen (Abb. 1). Für hybride Antriebssysteme haben Maßnahmen zur Gewichtsreduzierung infolge der masserhöhenden elektrischen Komponenten (Batteriepakete, elektrische Maschine, Leistungselektronik usw.) eine noch stärkere Bedeutung.

Mit Druckgussteilen aus Aluminium kommt man in vielen Fällen den Erfordernissen nach einem gewichtsreduzierenden

Leichtbau nach. Allerdings werden gegenwärtig die Leichtbaupotentiale von Al-Druckgussteilen bei weitem noch nicht ausgeschöpft. Das wesentliche Ziel der Entwicklung eines Druckgussteils besteht darin, die optimale Funktionalität des Bauteils zu erreichen und

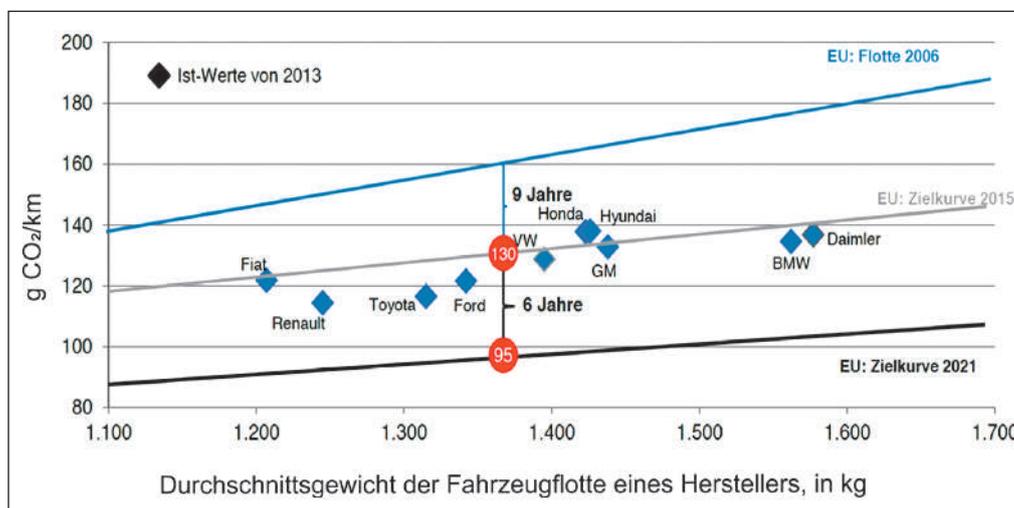


Abb. 1: EU-Richtwerte für die CO₂-Emission in Abhängigkeit vom Fahrzeuggewicht [1]

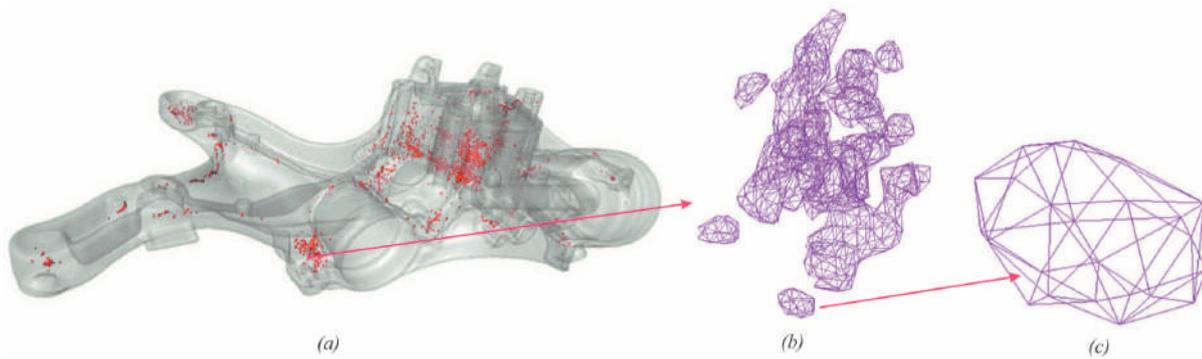


Abb. 2: (a) Halbtransparente Darstellung eines Al-Druckgussteils mit rot eingefärbten Gussporen [3], (b) Ausschnitt mit oberflächentriangulierten Poren, (c) einzelne Pore

dabei die ökonomischen Vorgaben zu erfüllen. Das erfordert einen durchgängigen Entwicklungsprozess, der ausgehend vom Entwurf, über die Konstruktion, die Berechnung und Erprobung, die Fertigung und Montage bis hin zum Recycling des Bauteils reicht. Auf die Entwicklung von Druckgussteilen bezogen ist es erforderlich, bereits beim Bauteilentwurf und bei der Detailkonstruktion den zukünftigen Gießprozess zu berücksichtigen, weil man nur so ein optimales Bauteil erhalten kann. Um die Qualität von Al-Druckgussteilen zu verbessern, ist daher eine enge Kooperation zwischen den Konstrukteuren, den Arbeitsvorbereitern in den Druckgießereien, sowie den Konstrukteuren von Druckgießformen erforderlich. Dies ist heute leider nicht immer in ausreichender Form gewährleistet. Die Qualität eines Druckgussteils hängt von einer sehr großen Anzahl von frei wählbaren Parametern der Druckgussmaschinen ab. Dazu wurden in den letzten Jahren umfangreiche Untersuchungen durchgeführt, mit denen der Einfluss von Maschineneinstellungen auf die Qualität von Druckgussteilen untersucht wurde [2, 3, 4, 5]. Es zeigte sich, dass sich auch bei identischen Maschineneinstellungen unterschiedliche Porenmorphologien ergeben, die bisher nicht eindeutig vorhergesagt werden können. Die zur Simulation des Gießprozesses vielfach genutzten kommerziellen Softwaretools, wie MAGMASOFT® und WinCast®, sind heute noch nicht in der Lage, die Anzahl, Lage und Morphologie der Poren in Gussteilen in einer befriedigenden Qualität vorherzusagen. Das wäre aber erforderlich, wenn man rechnergestützt den Gießprozess so gestalten will, dass eine gewünschte Qualität des Gussteils erreicht wird. Eine Überprüfung der Erfüllung von heuristischen Porenspezifikationen erfolgt heute mit Hilfe schneller Computertomographen (CT), die zunehmend für die zerstörungsfreie Werkstoff- und Bauteilprüfung genutzt werden [2, 3, 4, 6, 7, 8]. Die CT-Analyse liefert für jeden Bildpunkt die dreidimensionalen Koordinaten und den Grauwert (Hounsfield-Skala), woraus mit Hilfe von entsprechender Auswertesoftware die dreidimensionale Geometrie des Bauteils sowie die Geometrie der Gussporen als STL (surface tessellation language) Datensatz gewonnen werden können. In **Abb. 2a** ist ein typisches Druckgussteil in halbtransparenter Form mit aus CT-Messungen stammenden rot eingefärbten Poren dargestellt [2]. In der **Abb. 2b** ist ein Bildausschnitt zu sehen, der einige Poren als oberflächen-

triangulierte Geometrie zeigt, und **Abb. 2c** zeigt eine einzelne Pore.

Für die rechnerische Bewertung der Festigkeit von Gussteilen mit Poren steht dem Berechnungsingenieur heute keine für die praktische Anwendung ausreichend qualifizierte und erprobte Methode zur Verfügung. Es ist bekannt, dass es an Gussporen zu lokalen Spannungskonzentrationen kommt, durch die in Abhängigkeit von der äußeren Belastung Risse initiiert werden, die zum Bruch des Bauteils oder zur Reduktion der Lebensdauer führen. Um die Vorgaben hinsichtlich der Bauteilfestigkeit und der Lebensdauer sicher zu erfüllen, werden Druckgussteile häufig überdimensioniert und mögliche Leichtbaupotentiale nicht ausgeschöpft. Die Auftraggeber der Gießereien, insbesondere die Original Equipment Manufacturer (OEM) der Automobilindustrie, geben den Gießereien meist enge Porenspezifikationen vor, deren Einhaltung einerseits hohe Anforderungen an die Gestaltung des Gießprozesses und die Gussqualität stellt, andererseits aber auch zu erhöhten Ausschussquoten und damit zu Mehrkosten führt. In den meisten Fällen wird die Porenspezifikation auf Grund von Erfahrungswerten und experimentellen Untersuchungen an Probekörpern festgelegt. Ein sicheres fachliches Fundament, das es ermöglichen würde, den Einfluss der Porosität auf die Bauteilfestigkeit zu berücksichtigen, gibt es bisher nicht. So ist es durchaus möglich, dass ein Gussteil seine Funktion, Lebensdauer und Sicherheit auch mit größeren Poren als in der Spezifikation gefordert, erfüllen würde. Die Bewertung der Festigkeit, der Lebensdauer und der Zuverlässigkeit von Gussteilen unter Einbeziehung der Porosität ist heute Gegenstand intensiver Forschungen [4, 5, 9, 10, 11, 12, 6, 13, 14]. Dafür werden allerdings die reale Porenmorphologie und die sich in der Umgebung der Poren einstellenden lokalen Spannungskonzentrationen benötigt [2, 15, 16, 17, 13, 18, 19]. Dem Stand der Technik entsprechend werden Spannungskonzentrationen mittels FEM unter Nutzung vereinfachter Geometrien und Randbedingungen an idealisierten Poren ermittelt [17, 18, 9, 20]. Diese Herangehensweise ist nachvollziehbar, da es auf Grund der großen Anzahl von Poren in einem Druckgussteil (siehe **Abb. 2**) bisher völlig ausgeschlossen ist, das gesamte Bauteil einschließlich der Poren mit einem geometrieangepassten FE-Netz berechnen zu wollen (Diskretisierungsaufwand, Rechenzeit) [11]. Der

vorliegende Beitrag präsentiert nachfolgend eine neue numerische Methode, die Finite-Poren-Methode (FPM), mit der die Spannungen in Druckgussteilen unter Einbeziehung der mittels CT vermessenen realen Porengeometrie und Porenverteilung im Bauteil berechnet werden können. Diese neue Berechnungsmethode ermöglicht es, die sich an Gussporen einstellenden Kerbspannungen zu ermitteln. Die sich daraus ergebenden Einflüsse auf die Sicherheit, Zuverlässigkeit und Lebensdauer von Bauteilen können dann beispielsweise mit Hilfe von erprobten Methoden der Bruchmechanik gewonnen werden.

2. Die Finite-Poren-Methode (FPM)

Nachfolgend wird die FPM kurz erläutert und der Leser auf die ausführliche Darstellung in [21] verwiesen. Die FPM basiert auf den sogenannten fiktiven Gebietsmethoden, im Speziellen der Finite-Zellen-Methode [22, 23, 24, 25], bei der das reale Berechnungsgebiet Ω in ein fiktives Gebiet Ω_{fic} eingebettet wird. Die Vereinigung beider Gebiete liefert ein geometrisch vereinfachtes Gebiet Ω_{ex} (siehe Abb. 3). Der wesentliche Vorteil dieser Vorgehensweise besteht darin, dass Ω_{ex} sehr einfach mit Hilfe eines regelmäßigen Elementnetzes (Rechteck, Quader) diskretisiert werden kann. Alternativ lassen sich auch Tetraedernetze nutzen [26], was vor allem dann vorteilhaft ist, wenn diese Netze ohnehin für andere Bauteilberechnungen entwickelt wurden und dadurch auch für die Porenanalyse eingesetzt werden können [13]. Ein zweiter wichtiger Vorteil der Tetraeder-Variante besteht in der Möglichkeit, sehr einfach eine lokale Netzadaption vornehmen zu können. Damit ist es möglich, die Elementabmessung örtlich zu variieren, um bestimmten Eigenschaften der Lösung Rechnung zu tragen.

Die beschriebene Vorgehensweise führt zu einer FE-Diskretisierung, die nicht mehr geometriekonform ist. Der wahre Gebietsrand wird hier erst bei der numerischen Integration der finiten Elemente berücksichtigt. Mit Hilfe einer Indikatorfunktion $\alpha(x)$ (vergleichbar mit level-set Funktionen) kann entschieden werden, ob ein Geometriepunkt des erweiterten Gebietes Ω_{ex} im realen Gebiet Ω oder im fiktiven Gebiet Ω_{fic} liegt (Abb. 4).

Die üblicherweise für die numerische Integration der Elementmatrizen verwendeten Gauß-Formeln sind für stetige (polynomiale) Integranden geeignet, liefern aber bei der Anwendung auf unstetige Integranden ungenaue Ergebnisse und konvergieren nur sehr schlecht. Im vorliegenden Fall verursacht die Indikatorfunktion $\alpha(x)$ Unstetigkeiten in Form von Sprüngen im Integranden, so dass hier alternative Integrationsmethoden benötigt werden. Ein brauchbarer Weg, das Problem zu umgehen, besteht darin, das Integrationsgebiet (nicht die finiten Elemente!) automatisch solange zu verkleinern, bis die erforderliche Integrationsgenauigkeit erreicht ist. In der Abb. 5 ist angedeutet, wie in einem finiten Element die schrittweise Verfeinerung der Integrationsgebiete (basierend auf Spacetree-Datenstrukturen) realisiert wird.

Um eine hohe Ergebnisgenauigkeit trotz grober Vernetzung erreichen zu können, wurden für die FPM finite Elemente (Hexaeder, Tetraeder) mit beliebig einstellbaren hohen Polynomordnungen als Ansatzfunktionen verwendet (p -Elemente und spektrale Elemente), wodurch gleichzeitig auch die Rechenzeiten signifikant reduziert werden konnten [27]. Mit der Nutzung der FPM ist es jetzt problemlos möglich, reale, aus CT-Messungen stammende Porenverteilungen zu berücksichtigen. Die CT-Messungen liefern primär ein Voxel-Datenmodell, das aus den 3D-Koordinaten eines jeden

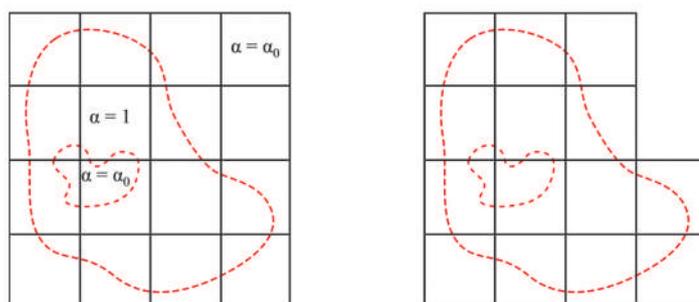
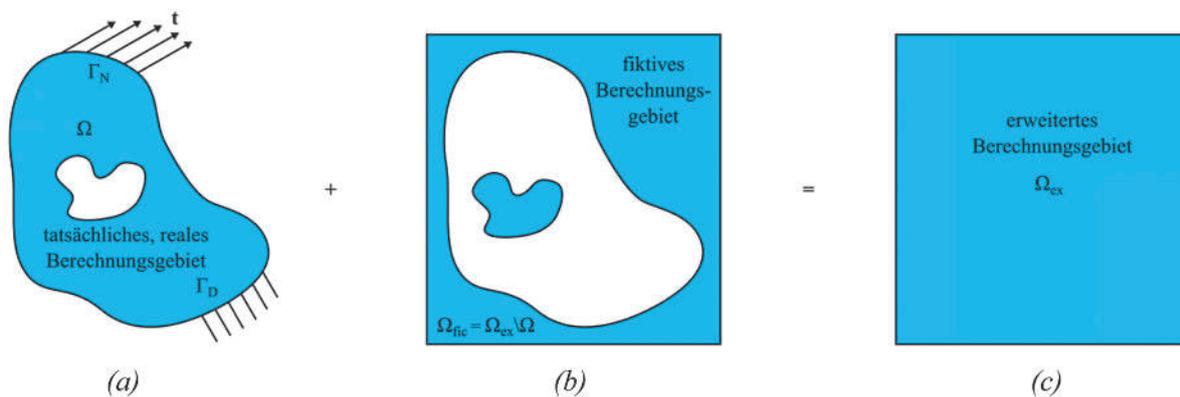


Abb. 3 (oben): (a) Reales Berechnungsgebiet Ω , (b) erweitertes fiktives Gebiet Ω_{fic} , (c) Vereinigung beider Gebiete Ω_{ex} . Der Rand des realen Berechnungsgebietes Γ besteht aus einem Dirichletschen Rand Γ_D (vorgeschriebene Verschiebungen als Randbedingungen) und einem Neumannschen Rand Γ_N (vorgeschriebene Spannungen als Randbedingungen).

Abb. 4 (links): Vernetzung des fiktiven Gebietes mit quadratischen Elementen. Ob sich ein Geometriepunkt des erweiterten Gebietes im realen oder im fiktiven Gebiet befindet, wird mit der Indikatorfunktion $\alpha(x)$ entschieden. Alle Zellen des fiktiven Gebietes, die der Gebietsrand nicht schneidet, können gelöscht werden (siehe Abb. 4 rechts).

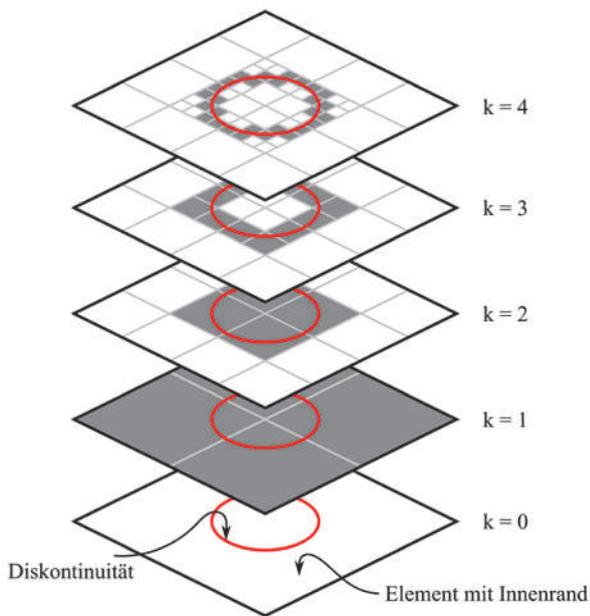


Abb. 5: Adaptive Verfeinerung des Integrationsgebietes mittel quadtree Unterteilung; k bezeichnet den Integrationslevel

Messpunktes sowie den dazugehörigen Grauwerten (Hounsfield-Skala) besteht. Dieses Modell enthält alle für die weiteren Festigkeitsberechnungen erforderlichen Daten. Die Voxel-Daten können zum einen unmittelbar für die nachfolgenden Festigkeitsberechnungen genutzt werden; alternativ können diese Daten aber auch in ein trianguliertes Oberflächenmodell überführt werden, das in Form von STL-Dateien verarbeitet werden kann. Bei ausreichend hoch aufgelösten CT-Scans erhält man die Geometrie einer im Gussbauteil befindlichen Pore in ausreichender Qualität als trianguliertes Oberflächenmodell (siehe **Abb. 6c**). In diesem Fall müssen die CT-Daten allerdings so aufbereitet sein, dass eine geschlossene Oberflächenbeschreibung der Poren vorliegt. Diese Daten definieren die reale Geometrie des eigentlichen Bauteils. Exemplarisch ist in **Abb. 6a** ein mit einem regelmäßigen Netz aus Hexaederelementen überzogenes kubisches Berechnungsgebiet zu sehen. Für die eigentlichen FE-Berechnungen werden nur diese finiten Hexaederelemente genutzt. Alle nicht von der realen Geometrie geschnittenen finiten Elemente können gelöscht werden (siehe **Abb. 4**), da sie keinen Beitrag zur Berechnung liefern. Diejenigen finiten Elemente, die vollständig im realen Bauteil liegen, gehen in klassischer Weise in die

FE-Berechnung ein. Die vom Rand der realen Geometrie geschnittenen finiten Elemente müssen auf Grund der un stetigen Integranden gesondert behandelt werden. Wie bereits beschrieben, werden diese Elemente solange sukzessive in kleiner werdende Integrationsgebiete unterteilt, bis eine ausreichende Integrationsgenauigkeit erreicht ist. Die **Abb. 6b** zeigt einen Schnitt durch das Bauteil, der das adaptiv verfeinerte Integrationsgebiet in der Umgebung des Porenrandes sichtbar werden lässt. Die Anzahl der Poren, die bei einer Berechnung berücksichtigt werden können, ist beliebig. Im Vergleich zu einer Rechnung mit gleicher Vernetzung, jedoch ohne Poren, steigt die Rechenzeit der FPM infolge der etwas aufwendigeren numerischen Integration an. Dieser Mehraufwand wird aber durch die vereinfachte Netzgenerierung mehr als wettgemacht.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass bei Anwendung der FPM das eigentliche Berechnungsnetz nicht mehr an die reale Bauteilgeometrie angepasst werden muss. Die reale Geometrie muss lediglich in Form einer aus CT-Messungen stammenden Voxeldatei oder alternativ als STL-Datensatz vorliegen. Diese Daten werden bei der numerischen Integration benötigt, um entscheiden zu können, ob ein Geometriepunkt innerhalb oder außerhalb der realen Bauteilgeometrie liegt. Nur dadurch wird es möglich, Bauteile aus heterogenen Werkstoffen, wie z.B. Schäume oder Gussteile mit Poren, zu berechnen. Weitere Vereinfachungen, deren Einfluss auf die Ergebnisqualität nur schwer eingeschätzt werden kann, z.B. die Nutzung von Homogenisierungsmethoden, sind hier nicht erforderlich. Es müssen aber nicht automatisch alle Poren in die Rechnung einbezogen werden. So ist es beispielsweise möglich, nur die Poren in einzelnen hochbeanspruchten Gebieten, die für die Bauteilfestigkeit von Bedeutung sind, zu berücksichtigen und dadurch Rechenzeit zu sparen.

3. Anwendung der FPM auf ein reales Al-Gussbauteil

Nachfolgend wird, ohne auf Einzelheiten näher eingehen zu können, gezeigt, wie die FPM auf ein reales Al-Druckgussteil, einen Motortragbock von BMW (**Abb. 7**), angewandt wurde. Einen Eindruck von einer typischen Porenverteilung vermittelt **Abb. 8** in Form eines Glaskörpermodells des Bauteils, in dem die Poren zur besseren Visualisierung grün eingefärbt dargestellt sind.

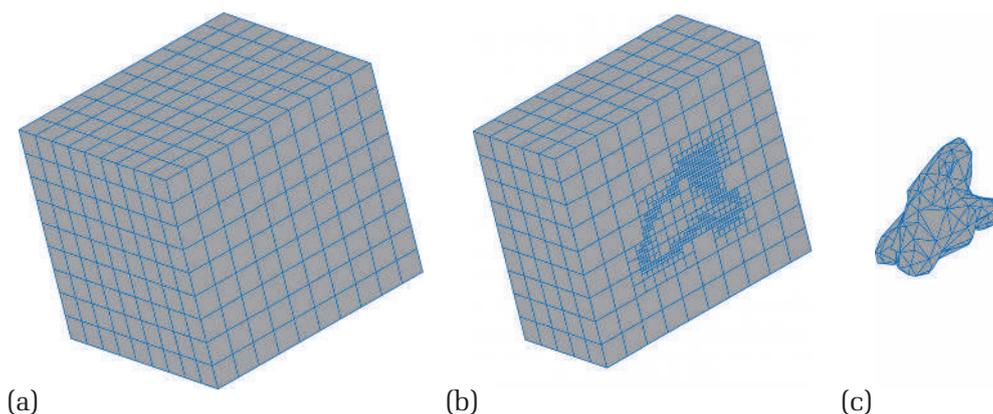


Abb. 6: (a) Berechnungsgebiet mit Pore im Inneren, (b) Integrationszellen zur Berücksichtigung der Porengeometrie bei der Integration, (c) einzelne Pore mit Dreiecksnetz

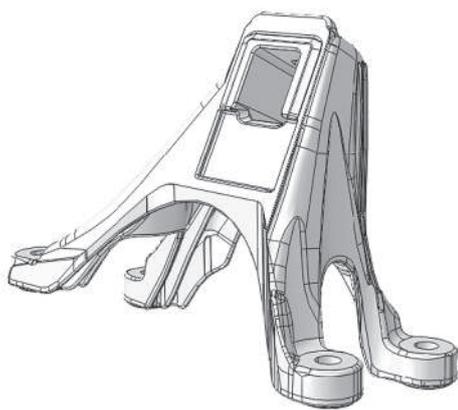


Abb. 7: Motortragbock (CAD-Modell)



Abb. 8: Porenverteilung im Motortragbock

Ein bereits aus den CT-Messungen erkennbares Ausschussteil mit einer besonders großen Pore im rechten hinteren Fuß des Motortragbocks (Abb. 7) wurde gesondert, sowohl experimentell als auch mit Hilfe von FPM Simulationen, untersucht. Eine experimentelle Untersuchung des Bauteils ergab, dass der Bruch durch diese Pore ausgelöst wurde. In Abb. 9 sind die mittels FPM berechneten Vergleichsspannungen im gesamten Motortragbock (geringe Spannungen blau und höchste Spannungen rot eingefärbt) für den der experimentellen Bruchprüfung zu Grunde liegenden Lastfall kurz vor dem Bruch dargestellt. Ein Schnitt durch die relevante Pore in Abb. 10 lässt die hohen bruchauslösenden Kerbspannungen am Rand der Pore erkennen.

4. Zusammenfassung und Ausblick

Das Ausschöpfen von Leichtbaupotentialen von Al-Druckgussteilen erfordert einen durchgängigen ganzheitlichen Entwicklungsprozess, der für den Bauteilentwurf moderne Methoden der Topologie- und Formoptimierung nutzt, den zukünftigen Gießprozess einbezieht und auch die unvermeidlichen fertigungsbedingten Porositäten berücksichtigt. Gussporen führen zu lokalen Spannungskonzentrationen, durch die in Abhängigkeit von der äußeren Belastung Risse initiiert werden, die zum Bruch des Bauteils oder zur Reduktion der Lebensdauer führen. Im vorliegenden Bei-

trag wird eine neue numerische Methode, die Finite-Poren-Methode (FPM), vorgestellt, mit der die Spannungen in Druckgussteilen unter Einbeziehung der mittels CT vermessenen realen Porengeometrie und Porenverteilung berechnet werden können. Diese neue Berechnungsmethode ermöglicht es, die sich an Bauteilporen einstellenden Kerbspannungen sowie die sich daraus ergebenden Einflüsse auf die Sicherheit, Zuverlässigkeit und Lebensdauer von Bauteilen zu ermitteln. Mit Hilfe zahlreicher Tests und

einer Anwendung auf ein reales Bauteil unter Einbeziehung von CT-Daten wurden die Funktionsfähigkeit und das Potential der Methode nachgewiesen. Die aus CT-Messungen stammenden Daten können sowohl in Form von 3D-Voxeldaten als auch in Form von STL-Daten verarbeitet werden. Das Ziel laufender Arbeiten ist es, zu einem automatisierten Berechnungs- und Bewertungsprozess von Bauteilen mit Gussporen zu gelangen und dafür rissbruchmechanische Auswertungen und Lebensdauervorhersagen einzubeziehen. Da sowohl künstlich erzeugte Porositäten als auch solche aus Gießsimulationen bei der Festigkeitsberechnung eines Bauteils berücksichtigt werden können, lässt sich die FPM zukünftig sowohl zur Bauteiloptimierung unter Einbeziehung von Ungängen als auch für die Gestaltung eines optimalen Gießprozesses nutzen. Dazu muss der Gießprozess durch technologische Maßnahmen so gestaltet werden, dass kritische Porenkonzentrationen in den hochbeanspruchten Partien eines Bauteils vermieden werden.

Danksagung:

Die Autoren danken den Herren *Dr. Bindel* von Carl Zeiss Oberkochen und *Dr. Reinhardt* von Volume Graphics Heidelberg für die Bereitstellung der CT-Scans und STL-Files und *Herrn Krämer* von der BMW AG für die Bereitstellung der CAD-Daten des Motortragbocks.

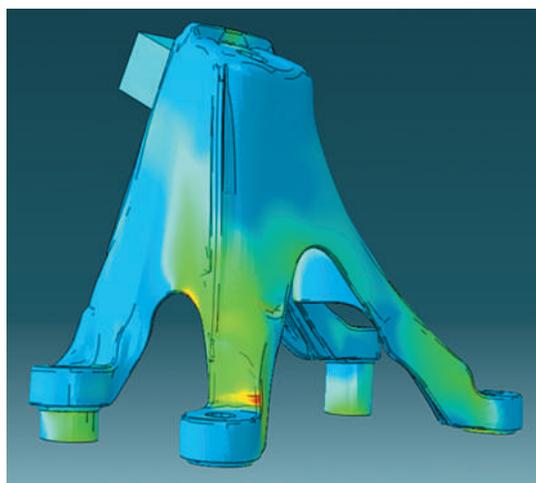


Abb. 9 (links): Spannungsniveau im Bauteil

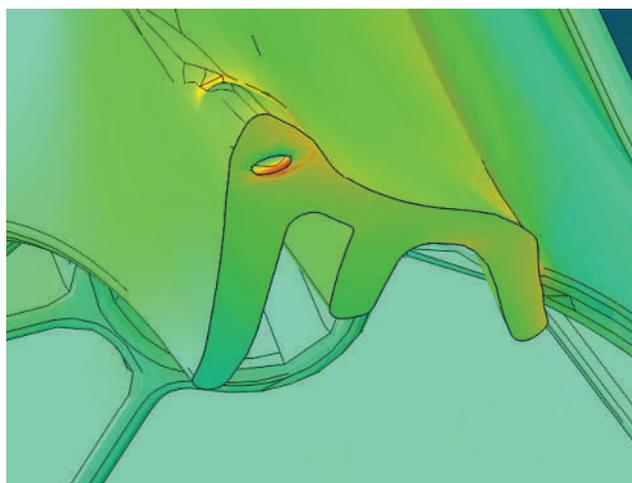


Abb. 10 (rechts): Kerbspannung an der Gusspore

Literaturverzeichnis

- [1] T. Puls, „CO₂-Regulierung für Pkw, Fragen und Antworten zu den europäischen Grenzwerten für Fahrzeughersteller“, Institut der deutschen Wirtschaft, 2013.
- [2] E. Ambos, U. Anders, S. Schalk, M. Bullick, C. Reinhart, H.-U. Matzen und W. Besser, „Gussteilprüfung auf einem neuen Niveau – Neue Ergebnisse über den Einsatz schneller Computertomographen in Druckgießereien“, *Giesserei Erfahrungsaustausch*, Bd. 11/12, pp. 8–15, 2013.
- [3] E. Ambos, W. Besser, S. Teuber, O. Brunke, D. Neuber, I. Stuke und H. Lux, „Modern methods for determining the porosity in die cast components using fast computer tomography“, *International Foundry Research*, Bd. 65, Nr. 2, pp. 16–25, 2013.
- [4] E. Ambos, W. Besser, S. Teuber, O. Brunke, M. Ziesemann, G. Trenda und H. Marbach, „Stand und Zukunftsaussichten von Al-Druckgussteilen mit bestmöglicher Gewährleistung des Leichtbauprinzip“, *Giesserei-Rundschau*, Bd. 5/6, pp. 221–226, 2013.
- [5] E. Ambos, O. Brunke, D. Neuber, H. Lux, W. Besser und M. Ziesemann, „Porosity and dimensional 3D process control – Fast computed tomography in high pressure die casting“, *Materials Evaluation*, pp. 975–980, 2014.
- [6] W. Sun, J. Andrade und J. Rudnicki, „Multiscale method for characterization of porous microstructures and their impact on macroscopic effective permeability“, *International Journal for Numerical Methods in Engineering*, Bd. 88, p. 1260–1279, 2011.
- [7] S. Lee, A. Gokhale und A. Sreeranganathan, „Reconstruction and visualization of complex 3D pore morphologies in a high-pressure die-cast magnesium alloy“, *Materials Science & Engineering, A: Structural Materials: Properties, Microstructure and Processing*, Bd. 427, p. 92–98, 2006.
- [8] G. Nicoletto, G. Anzelotti und R. Konecná, „X-ray computed tomography vs. metallography for pore sizing and fatigue of cast alloys“, *Procedia Engineering 2*, p. 547–554, 2010.
- [9] C. Oberwinkler und W. Eichlseder, „Berücksichtigung der Porenverteilung bei der betriebsfesten Auslegung von Aluminium-Druckgussbauteilen“, *Giesserei-Rundschau*, Bd. 56, pp. 168–173, 2009.
- [10] S. Redik, C. Guster und W. Eichlseder, „Bruchmechanische Lebensdauerbewertung von Aluminiumgussbauteilen mit Hilfe eines erweiterten Kitagawa-Diagramms“, *Berg- und Hüttenmännische Monatshefte*, Bd. 156, Nr. 7, pp. 275–280, 2011.
- [11] C. Rehse, D. Schmicker, A. Maaß und R. Bähr, „Ein Bewertungskonzept für computergraphisch ermittelte Porositäten in Gussteilen hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf lokale Beanspruchbarkeit“, *Giesserei-Rundschau*, Bd. 60, pp. 106–110, 2013.
- [12] H. Stroppe, C. Sonsino und R. Bähr, „Einfluss von Poren und Kerben auf die Ermüdungsfestigkeit von Aluminiumgussteilen“, *Giesserei*, Bd. 98, pp. 20–25, 2011.
- [13] S. Duczek, F. Duvigneau und U. Gabbert, „The finite cell method for arbitrary tetrahedral meshes“, *Finite Elements in Analysis and Design*, Bd. submitted March 2015.
- [14] C. Oberwinkler, H. Leitner, W. Eichlseder, F. Schönfeld und S. Schmidt, „Schädigungstolerante Auslegung von Aluminium-Druckguss-Komponenten“, *MP Materials Testing*, Bd. 52, Nr. 7/8, pp. 513–519, 2010.
- [15] C. Berre, S. Fok, B. Marsden, L. Babout, A. Hodgkins, T. Marrow und P. Mummery, „Numerical modelling of the effects of porosity changes on the mechanical properties of nuclear graphite“, *Journal of Nuclear Materials*, Bd. 32, pp. 1–5, 2006.
- [16] B. Oberdorfer, D. Habe und E. Kaschnitz, „Bestimmung der Porosität in Al-Gussteilen mittels CT und ihres Einflusses auf die Festigkeitseigenschaften“, *Giesserei-Rundschau*, Bd. 61, p. 138–141, 2014.
- [17] B. Oberdorfer, E. Kaschnitz, A. Keßler und W. Stets, „Neue Methode zur erweiterten Qualitätsbeurteilung von Aluminiumgussteilen mittels Computertomographie“, *Giesserei-Rundschau*, Bd. 60, Nr. 5/6, p. 156 ff., 2013.
- [18] X. Gao, J. Yi, P. Lee und T. Lindley, „The effect of porosity on the fatigue life of cast aluminum-silicon alloys“, *Fatigue & Fracture of Engineering Materials & Structures*, Bd. 27, p. 559–570, 2004.
- [19] J. Fröschl, H.-P. Gänser, G. Gerstmayr und W. Eichlseder, „Neuere Berechnungsansätze für betriebsfeste Auslegung von Gußbauteilen in Leichtbauweise“, *Giesserei-Rundschau*, Bd. 54, Nr. 9/10, pp. 222–232, 2007.
- [20] J. Olofsson, „Simulation of mechanical behaviour of cast aluminum components“, *International Journal of Cast Metals Research*, Bd. 25, p. 319–327, 2012.
- [21] S. Duczek, H. Berger und U. Gabbert, „The Finite Pore Method – A new approach to evaluate gas pores in cast parts by combining computed tomography and the finite cell method“, *International Journal of Cast Metals Research*, Bd. 28, Nr. 4, pp. 221–228, 2015.
- [22] J. Parvizian, A. Düster und E. Rank, „Finite Cell Method: h- and p-Extension for embedded domain problems in solid mechanics“, *Computational Mechanics*, Bd. 41, pp. 121–133, 2007.
- [23] A. Düster, J. Parvizian, Z. Yang und E. Rank, „The finite cell method for three-dimensional problems of solid mechanics“, *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, Bd. 197, p. 3768–3782, 2008.
- [24] S. Duczek, M. Joulaian, A. Düster und U. Gabbert, „Numerical analysis of Lamb waves using the finite and spectral cell methods“, *International Journal for Numerical Methods in Engineering*, Bd. 99, pp. 26–53, 2014.
- [25] S. Duczek, S. Liefold und U. Gabbert, „The finite and spectral cell methods for smart structure applications – Transient Analysis“, *Acta Mechanica*, Bde. %1 von %2 published online 28 August 2014 (DOI 10.1007/s00707-014-1227-9), 2014.
- [26] O. Zienkiewicz und L. Taylor, *The Finite Element Method: Volume 1 The Basis*, Butterworth Heinemann, 2000.
- [27] S. Duczek, Higher order finite elements and the fictitious domain concept for wave propagation analysis, Düsseldorf: VDI-Verlag, VDI Fortschritt-Berichte Reihe 20 Nr. 458, 2014.

Kontaktadresse:

Lehrstuhl Numerische Mechanik
 Institut für Mechanik
 Otto von Guericke University of Magdeburg
 Universitätsplatz 2 | D-39106 Magdeburg
 Tel.: +49 (0)391 67-58609
 Fax: +49 (0)391 67-52439
 E-Mail: sascha.duczek@ovgu.de

Leistungsfähigkeit langer, dünner gedruckter Kerne im Aluminiumgussverfahren*)

Performance of long thin printed Sand Cores in Aluminium Castings

Tom J. Mueller,

Director Casting Applications North America, voxeljet America Inc., Canton, Michigan/USA



und

Larry Andre,

Solidiform Inc., Fort Worth, Texas/USA

Schlüsselwörter: Al-Guss, gedruckte Sandkerne, lange u. dünne Sandkerne

Zusammenfassung

Seit nunmehr 15 Jahren kommen gedruckte Sandformen und -kerne zum Einsatz, die sich für eine Vielzahl von Legierungen eignen. Der Nutzen solcher Sandformen und -kerne hat sich inzwischen vielfach in der Produktentwicklung und Herstellung kleiner Losgrößen bewiesen. Folglich haben die meisten Sandgießereien bereits Erfahrungen mit gedruckten Kernen und Formen gesammelt und verwenden diese zur Erstellung von Prototyp-Gussteilen.

Während sich der Einsatz gedruckter Kerne mit dickeren Abschnitten bewährt hat und inzwischen weit verbreitet ist, war über die Gussleistung langer, dünner gedruckter Kerne bislang wenig bekannt. Es war ungewiss, ob solche Teile stabil genug wären, um den durch den Metallfluss beim Einfüllen entstehenden Kräften standzuhalten. Ebenso ungewiss war, ob sie eine ausreichende Abfuhr der beim Gießvorgang entstehenden Gase gewährleisten würden.

Berichtet wird über die Ergebnisse von Tests, bei denen 36 Kerngussteile mithilfe gedruckter Sandkerne erstellt wurden. Die Länge der Kerne reichte von 2 bis 12 Zoll (50,8 bis 304,8 mm) bei Durchmessern von 0,25 bis 0,875 Zoll (6,35 bis 22,2 mm). Die Gussteile wurden auf Spuren von Verformungen und unzureichende Entlüftung hin untersucht.

Einleitung

Die Entwicklung gedruckter Kerne für Sandgussteile bietet Anwendern von Sandgussverfahren große Vorteile, insbesondere bei der Entwicklung neuer Gussteile.

le. Gedruckte Kerne ermöglichen eine schnelle Bewertung alternativer Kernkonstruktionen ohne Kosten und Vorlaufzeiten für Werkzeuge für jede Konstruktionsiteration. Die Leistungsfähigkeit größerer Kerne beim Gießen war im Großen und Ganzen zufriedenstellend. Allerdings war bislang wenig über die Leistungsfähigkeit langer, dünner Kerne bekannt.

Die Verfasser haben eine systematische Studie zur Untersuchung der Leistungsgrenzen gedruckter Kerne unterschiedlicher Längen und Durchmesser durchgeführt. Ihr besonderes Interesse galt dabei der Widerstandsfähigkeit der Kerne gegenüber den beim Gießen entstehenden Kräften sowie der Frage, ob entstehende Gase die Form über Durchlässe im Inneren des Kerns verlassen konnten.

Testkonstruktion

Für den Test wurde eine Reihe dünnwandiger Röhren (Wandstärke 0,060 Zoll bzw. 0,15 cm) mit Innendurchmessern von 0,25 bis 0,875 Zoll (6,35 bis 22,2 mm) in Längen von 2 bis 12 Zoll (50,8 bis 304,8 mm) erstellt. Zur Bildung der inneren Durchmesser wurden gedruckte Kerne verwendet, die innen mit einer Entlüftung versehen waren, durch die beim Gießen entstehende Gase aus der Form entweichen konnten.

Im Interesse konsistenter Testbedingungen wurden alle Röhren desselben Durchmessers gleichzeitig gegossen und von einem gemeinsamen Speiser am unteren Röhrenende befüllt. **Abb. 1** zeigt die Röhren und den Speiser mit zwei Eingüssen. Zwei Eingüsse wurden verwendet, um die Einspeisungsmenge in die Röhren zu steigern, damit die Befüllung vor dem Erkalten beendet war. Der sich verjüngende Bereich am Ende jeder Röhre agiert als Steigrohr zur Speisung der Röhre, da Metall während der Erstarrung schrumpft.

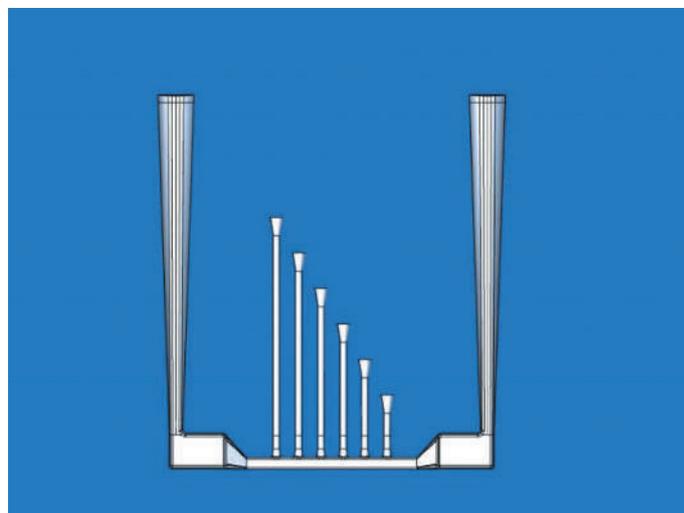


Abb. 1: Testgeometrie zur Kernuntersuchung einschließlich der im Test verwendeten Speiserstange und Eingüsse.

*)Der anlässlich der GIFA 2015 am 16. 6. 2015 von T.J. Mueller auf dem GIFA-Forum gehaltene Vortrag wurde mit dem Best-Paper-Award ausgezeichnet.

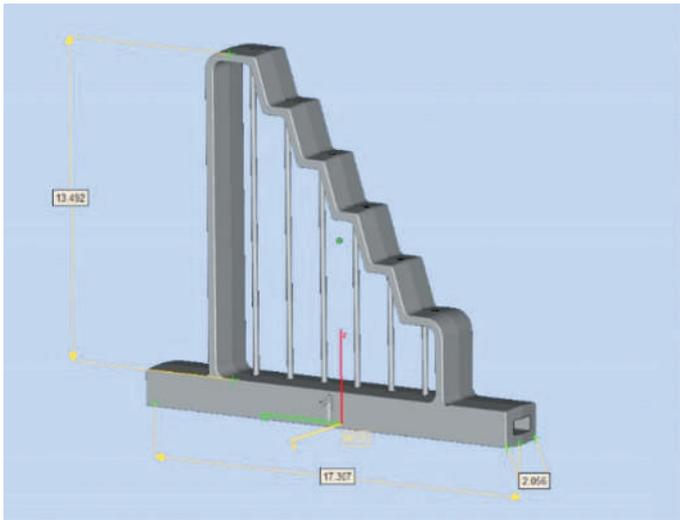


Abb. 2: Die für den Test verwendete Kerngeometrie beinhaltet sechs unterschiedliche Längen desselben Kerndurchmessers.

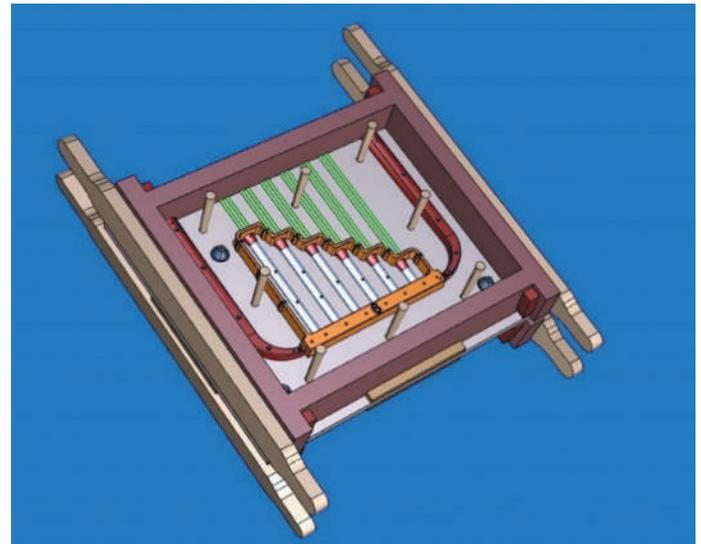


Abb. 3: Für die Testformen genutzte Matchplate-Konstruktion.

Diese Konstruktion ermöglichte uns die Nutzung eines einzigen Kerns für alle sechs Röhren desselben Durchmessers. Mit einem die Kerne umgebenden Kerndruck und den parallel dazwischen wie Saiten angeordneten Kernen erinnerte der Kern an eine Harfe. Auf **Abb. 2** ist ein CAD-Modell des Kerns zu sehen. Der Kern enthält einen Durchlass am Boden, damit die Röhren von unten gespeist werden können. Einen solchen Kern mit konventionellen Mitteln zu erstellen, wäre extrem schwierig bzw. unmöglich.

Zur Herstellung der Formen wurden Matchplates für jeden Röhrendurchmesser erstellt. **Abb. 3** zeigt eines der Matchplates.

Das Matchplate enthielt Entlüftungsgänge, über die die Entlüftung jedes Kerns mit dem Äußeren der Form verbunden wurde. Jeder der Formhohlräume hatte ebenfalls eine Entlüftung nach außen, um die vollständige Befüllung der Form zu gewährleisten.

Je zwei Exemplare jedes der sechs Kerne entstanden unter Verwendung von chemisch gebundenem AFS57-Quarzsand mit 1,7 Gew.-% Furanbasis-Binder. Die verwendete Schichtstärke betrug 0,3 mm. Die Kerne wurden von Deutschland an die Gießerei in Fort Worth, Texas (USA) verschickt. Um einen sicheren Transport der Kerne zu gewährleisten, wurden diese in einer geschlossenen Box erstellt. Bei Empfang wurden die Kerne auf Maßgenauigkeit geprüft, und es wurde sichergestellt, dass die Entlüftungskanäle geöffnet waren. Sämtliche Kerne kamen intakt und ohne Transportschäden an.

Die Formen wurden mit einem mit Phenolurethan-Kaltharzbinde chemisch gebundenen Sand

hergestellt. Zur Förderung des Metallflusses wurden die Oberflächen der Ober- und Unterkästen der Formen mit einer Rußschicht versehen. Die Kerne wurden in die Formen eingesetzt und die Formen miteinander verschraubt. Auf **Abb. 4** ist zu sehen, wie eine Form befüllt wird.

Die Formen wurden so positioniert, dass sie vertikal geteilt waren. Die Gießlöffel wurden erhöht, um den statischen Druck des Metalls beim Gießvorgang zu steigern. An der Form war eine Vakuum-Sammelleitung am Austritt der Entlüftungsgänge befestigt, so dass die beim Befüllen entstehenden Gase mithilfe von leichtem Unterdruck (erzeugt von einem Industriesauger) abgesaugt werden konnten. **Abb. 5** zeigt die Gießanordnung.



Abb. 4: Ein Gießereiarbeiter beim Erstellen einer der Testformen.

In die Formen wurde Aluminium A356 gegossen.

Beim ersten Guss war der Gießlöffel 24 Zoll (609,6 mm) über der Form positioniert. Die Formen füllten sich schnell, und die Schmelze drang in die Entlüftungsöffnungen ein und trat dort aus. Bei nachfolgenden Güssen wurde die Kopfhöhe mehr und mehr verringert, bis festgestellt wurde, dass eine Kopfhöhe von 3 Zoll (76,2 mm) ausreichte.

Insgesamt wurden zwölf Güsse durchgeführt, je zwei für jeden der sechs Kerndurchmesser. Die **Tabelle 1** gibt eine Zusammenfassung der zwölf Güsse.

Nach jedem Abguss ließ man das Gussteil erkalten und brach es heraus. Die Röhren wurden vom Speiser getrennt und inspiziert. Jede Röhre wurde einer Sichtprüfung unterzogen, gefolgt von einer Röntgen- und einer Flüssigkeitseindringprüfung.



VOXELJET CORE CASTINGS								
CORE NUMBER		QTY POURED	POUR	CUP SIZE	CUP HT	TEMP	POUR DATE	COMMENTS
6		6	1	4ea x 12"	24"	1420°F	29-Apr-14	First Pour
		6	2	2ea x 12"	12"	1420°F	30-Apr-14	
5		6	1	2ea x 6"	6"	1420°F	1-May-14	
		6	2	2ea x 3"	3"	1420°F	1-May-14	
4		6	1	2ea x 3"	3"	1400°F	1-May-14	
		6	2	2ea x 3"	3"	1380°F	2-May-14	Sand and dowels used 4-2
3		6	1	2ea x 3"	3"	1360°F	5-May-14	
		6	2	2ea x 3"	3"	1340°F	5-May-14	Tube #6 was a non-fill
2		6	1	2ea x 3"	3"	1360°F	6-May-14	
		6	2	2ea x 3"	3"	1360°F	6-May-14	
1		6	1	2ea x 3"	3"	1360°F	7-May-14	Tubes are solid; Multiple non-fills
		6	2	2ea x 3"	3"	1360°F	7-May-14	Added core supports on a single plane

All pours used a Craftsman 16 Gallon 6.0 peak HP vacuum @ 3.5Hg with plastic sealed mold cavity. Vacuum pulled prior to metal being cast.

Vacuum continued to run after cups were full

Vacuum was turned off when cups were full

Vacuum turned off when cups were full & 1"OAL x 3/8"OD Stainless Steel tubes used on vents

Tabelle 1: Gussteilübersicht

Abb. 5: Beim ersten Gießen verwendete Gießkonfiguration zur Sicherstellung eines geeigneten Fülldrucks. Die Gießhöhe wurde bei nachfolgenden Gießvorgängen beträchtlich verringert.

Auf Abb. 6 sind alle zwölf Röhrensätze zu sehen. Jedes Detail-Bild zeigt je zwei Sätze von Röhren desselben Innendurchmessers sowie zwei Röhren in jeder der 6 Kernlängen.

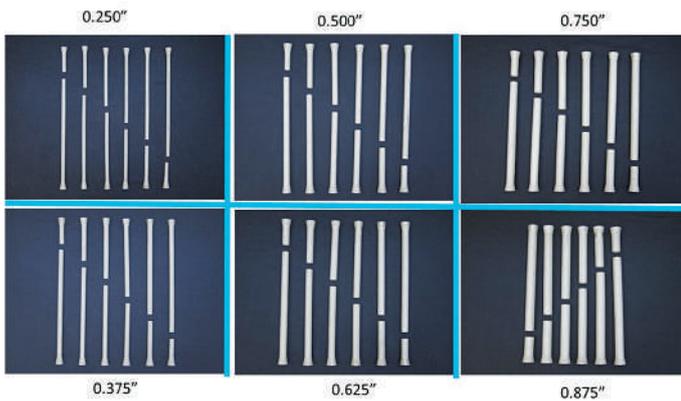


Abb. 6: Es entstanden 72 Gussteile, zwei für jede der Testbedingungen.

Ergebnisse

Zunächst wurden die Röhren auf Verformungen während des Gießens untersucht. Abb. 7 zeigt eine Endansicht von Röhren jeden Durchmessers. Der Kern in der Röhre mit 0,250 Zoll (6,35 mm) Innendurchmesser weist eine offensichtliche Exzentrizität auf, die anderen erscheinen jedoch konzentrisch. Das Fehlen von Deformationen in Röhren größerer Durchmesser ließ sich anhand des Röntgenfilms bestätigen. Die kleine Röhre war so stark deformiert, dass sich bei größeren Längen ein Teil der Röhre nicht füllte, wie in Abb. 8 zu sehen. Nichtbefüllung infolge von Kerndeformation ist bei den Röhrenlängen von 8, 10, und 12 Zoll (203,2; 254 und 304,8 mm) klar erkennbar. Bei Röhren größerer Durchmesser wurde keine Nichtbefüllung festgestellt.

Bei der Flüssigkeitseindringprüfung traten einige Gasdefekte zutage, wie in Abb. 9 zu sehen. Alle dunkleren Bereiche zeigen eine Stelle, wo das Eindringen von Flüssigkeit auf einen Defekt hinweist. In manchen Fällen ist bei einem größeren Defekt eine Vertiefung erkennbar. Die Defekte werfen zwei Fragen auf: Woher stammt das Gas? Und warum lässt die Kernentlüftung nicht zu, dass das Gas entweicht?

Entstammt das Gas dem Binder im Kern, könnte es grundsätzlich schwierig sein, solche Defekte beim Gießen zu vermeiden.

Die Gussrohre wiesen eine Reihe von Defekten auf, es waren jedoch zwei deutliche Trends erkennbar:

- Defekte nahmen mit steigender Gießhöhe zu.
- Röhren mit geringerem Durchmesser wiesen weniger Defekte auf.

Wenn das Gas dem Binder entstammte, waren bei allen Gussteilen ähnliche Fehlerraten zu erwarten. Die Tatsache, dass die Fehler häufiger bei Gussteilen anzu-treffen waren, die mit größerer Gießhöhe produziert wurden, deutet jedoch auf beim Gießen eingebrachte Luft als Gasquelle hin. Mit steigender Gießhöhe nimmt die Fließgeschwindigkeit zu, und es gelangt mehr Luft in die Metallschmelze. Folglich waren mehr Fehler bei all jenen Gussteilen zu erwarten, die mit einer größeren Gießhöhe erstellt wurden. Die Ergebnisse bestätigen das.

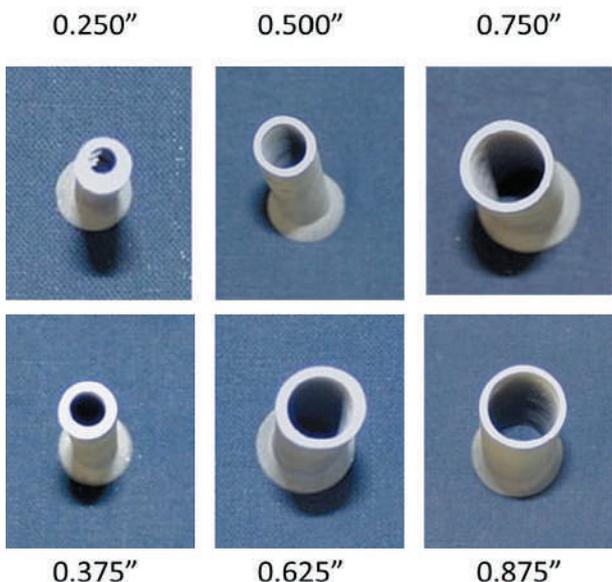


Abb. 7: Die Konzentrizität der Röhren wurde untersucht, um Hinweise auf Kernverformungen zu erhalten.



Abb. 8: Erkennbare Nichtbefüllung bei längeren Röhren mit einem Innendurchmesser von 0,250 Zoll (6,35 mm)

Festzustellen, ob die Entlüftung ausreichend war, ist schwieriger. Je größer der Durchmesser des Kerns, desto größer war der Durchmesser des Entlüftungsdurchlasses. Mit abnehmendem Kerndurchmesser wurde es schwieriger, den ungebundenen Sand aus dem Entlüftungsdurchlass zu entfernen. Bei den Kernen der geringsten Durchmesser war ein Entfernen des ungebundenen Sandes unmöglich. Während Gase auch hier durch Zwischenräume zwischen den Sandkörnern entweichen konnten, war der durchlässige Bereich doch erheblich verringert.

Der gasdurchlässige Bereich der hohlen Kerne verringert sich bei abnehmendem Kerndurchmesser. Wenn also bessere Entlüftungen gefordert sind, wären eigentlich mehr Defekte bei Kernen kleinerer Durchmesser zu erwarten, da bei dünnen Kernen generell schlechtere Entlüftungen gegeben sind. Stattdessen ist das Gegenteil zu beobachten, was darauf schließen lässt, dass die unterschiedlichen Durchmesser der Entlüftungskanäle keinerlei Auswirkungen auf die auftretenden Gussdefekte haben.



Abb. 9: Defekte treten durch Flüssigkeitseindringprüfung zugute

Rückschlüsse

Die Testergebnisse lassen zwei Rückschlüsse zu:

1. Kerne von mindestens 0,375 Zoll (9,525 mm) Durchmesser sind bei einer vertikalen Anordnung fest genug, um einer signifikanten Deformation beim Gießen von Aluminium zu widerstehen. Horizontal angeordnete Kerne werden hingegen Gravitations- und Auftriebskräften unterliegen, die zu größerer Verformung führen können.
2. Gasförmige Emissionen aufgrund einer Binderkonzentration von 1,7 % stellen beim Gießen von Aluminium kein bedeutendes Problem dar.

Kontaktadresse:

voxeljet AG
 Paul-Lenz-Straße 1a | D-86316 Friedberg
 Tel.: +49 (0)821 74 83-100
 Fax: +49 (0)821 74 83-111
 info@voxeljet.de | www.voxeljet.com

Georg Fischer Fittings GmbH

A-3160 Traisen / Österreich

Tel.: +43(0)2762/90300-378

Fax: +43(0)2762/90300-400

fittings.ps@georgfischer.com

www.fittings.at

+GF+

**Hochwertige Gewindefittings und
 PRIMOFIT-Klemmverbinder aus Temperguss**



Optimierung der Wärmebehandlung für ein Aluminium-Strukturbauteil durch virtuelles Experimentieren

Optimization of Heat Treatment for Aluminium Alloy Structural Cast Parts using virtual Experimentation

Heinz-Jürgen Gaspers,

hat an der RWTH Aachen Wärme- und Stoffübertragung studiert und ist diplomierter Ingenieur. Sein beruflicher Werdegang führte ihn über zahlreiche Tätigkeiten als Entwicklungs- und Simulationsingenieur bei Siemens Transportation Systems und Faiveley Transport im Jahr 2007 zur MAGMA GmbH in Aachen. Dort ist er Spezialist für das Engineering mit Schwerpunkt Eigenspannungen und Wärmebehandlung.



Jesper Thorborg, M.Sc.,

studierte an der Technischen Universität Dänemark und schloss dort sein Maschinenbaustudium mit dem Master of Science ab. In seiner Doktorarbeit befasste er sich mit der Festkörpermechanik, insbesondere mit der Materialmodellierung für Hochtemperaturprozesse. Im Jahr 2004 nahm er seine Tätigkeit bei der MAGMA GmbH auf und arbeitet dort heute an der Entwicklung des MAGMAstress-Moduls.

geometrischen Toleranzen entspricht. Bisher ist für die Auslegung der Gestelle eine Mischung aus der Expertise eines Fachmanns und umfangreichen Untersuchungen basierend auf „Versuch und Irrtum“ üblich, um das optimale Stützgestell für ein neues Gussteil zu ermitteln. Dieses Vorgehen kann sehr zeit- und kostenintensiv sein.

Im Folgenden wird gezeigt, wie Wärmebehandlungsgestelle durch virtuelles Experimentieren mit Hilfe eines integrierten Simulationsansatzes optimiert werden können. Dabei wird für die Abbildung des Verzugs eines industriellen, dünnwandigen Aluminiumdruckguss-Strukturteils ein temperatur- und dehnenabhängiges Kriechmodell zur Berücksichtigung des Werkstoffkriechens während der Wärmebehandlung verwendet. Die Veränderungen der Werkstoffeigenschaften und der Verformung während der Prozessschritte Gießen und Wärmebehandlung werden ebenso diskutiert wie die Auswirkung unterschiedlicher Konzepte für die Stützgestelle auf die Verformung. Die vorhergesagten Verformungen werden für unterschiedliche Stützkonzepte verglichen und mit einer virtuellen 6-Punkt-Messtechnik quantitativ bewertet.

Schlüsselwörter: Al-Guss, Spannungssimulation, Verzugsminimierung, Aluminium-Strukturbauteil, Wärmebehandlung, Lösungsglügen, Ausscheidungshärten, Virtuelles Experimentieren

Kurzfassung

Gegossene Strukturteile aus Aluminium werden insbesondere für Anwendungen in der Automobilindustrie zur Verbesserung der mechanischen Eigenschaften häufig wärmebehandelt. Dabei wird die T6/T7 Wärmebehandlung bevorzugt, zu der die Prozessschritte Lösungsglügen, Abschrecken und Auslagern gehören. Insbesondere bei dünnwandigen Druckguss-Strukturbauteilen hat das Gestell, auf dem das Gussteil während der Wärmebehandlung aufliegt, im Folgenden als Stützgestell bezeichnet, maßgeblichen Einfluss auf die Verformung. Bauteilverformungen treten hauptsächlich während des Lösungsglühens auf, bei dem das Teil aus metallurgischen Gründen für mehrere Stunden oberhalb von 460 °C gehalten wird. Hauptursache für die Verformungen ist die Schwerkraft, die zum Kriechen des Materials führt.

Da die Gussteile oft nur wenige und kleine Auflageflächen haben, ist der Verzug des wärmebehandelten Teils sehr stark vom Design und Aufbau des Stützgestells abhängig. Zusätzlich müssen die Verformungen aus dem Gießprozess und allen Schritten der Wärmebehandlung gesamthaft berücksichtigt werden. Dies stellt sicher, dass das finale Bauteil den geforderten

Einleitung

Die Wärmebehandlung von Aluminium-Gussteilen erfolgt oft nach dem T6/T7 Verfahren. Dabei werden die Bauteile zunächst für das Lösungsglügen auf eine Temperatur nahe der Solidustemperatur erwärmt und dann schnell durch Abschrecken auf Raumtemperatur abgekühlt, um das Gefüge und in Lösung befindliche Elemente einzufrieren und in Lösung zu erhalten. Nach dem Abschrecken erfolgt eine Wiedererwärmung auf etwa 40 % der Solidustemperatur, um damit das Gefüge künstlich zu altern (**Abb. 1**). Der Auslagerungsschritt dient dazu, durch Ausscheidungshärtung das Gefüge und die mechanischen Eigenschaften des Gussteils zu optimieren und die Lebensdauer des Bauteils zu erhöhen.

Die für Strukturteile am häufigsten verwendeten Aluminiumlegierungen besitzen verschiedene Gehalte von Silizium, Kupfer und Magnesium. Bei den untereutektischen Legierungen besteht das Gefüge aus primärem α -Aluminium und einem binären Al-Si- oder ternären Al-Si-Cu-Eutektikum. Die zusätzlichen Legierungselemente Magnesium und Kupfer liegen entweder gelöst im α -Al vor oder sind zusätzlich als intermetallische Phasen im Gefüge vorhanden, wie zum Beispiel Mg_2Si oder Al_2Cu . Die in der Festphase gelösten Gehalte von Magnesium und Kupfer sind entsprechend dem Phasendiagramm [1] temperaturabhängig. Diese Temperaturabhängigkeit wird bei der Wärmebehandlung genutzt, um durch das Lösungsglügen einen

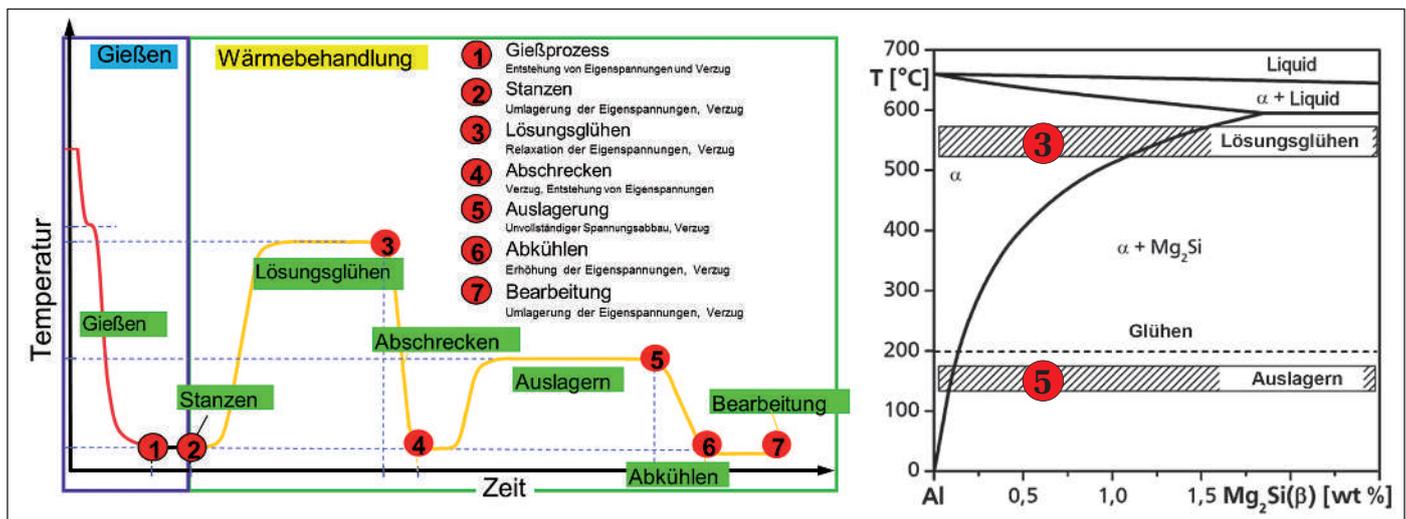


Abb. 1 links: Prozessdarstellung (Temperaturverlauf über Schritte der Wärmebehandlung)

Abb. 1 rechts: Phasendiagramm mit Bereichen der Wärmebehandlung zur Erzeugung eines bei Raumtemperatur übersättigten Gefüges

bezogen auf Raumtemperatur an Magnesium und Kupfer übersättigten Zustand zu schaffen, der durch das Abschrecken eingefroren wird und während der Auslagerung durch eine künstliche Alterung zu einer kontrollierten Ausbildung erwünschter intermetallischer Phasen führt.

Allerdings hat die Wärmebehandlung auch einen großen Einfluss auf die Ausbildung von Spannungen und Verzug im Bauteil. Gründe hierfür sind die hohen Temperaturen beim Lösungsglühen und die teilweise hohen Abkühlraten während des Abschreckens. Für kompakte Teile wie Zylinderköpfe ist die Verformung während des Lösungsglühens vernachlässigbar, während die Schwerkrafteinwirkung bei dünnwandigen Strukturbauteilen einen maßgeblichen Einfluss auf die Gesamtverformung während der Wärmebehandlung hat.

Bei dünnwandigen Strukturteilen ist ein moderates Abschrecken an Luft oft ausreichend, um akzeptable Gefügestände zu erzeugen. Da diese Abkühlbedingungen mit kleinen Temperaturgradienten einhergehen, kommt es in diesen Strukturteilen in diesem Prozessschritt üblicherweise nicht zu großen plastischen Verformungen. Bei höheren Lösungsglühertemperaturen nimmt die Strukturstabilität der Aluminiumteile dagegen stark ab, wodurch es aufgrund von Schwerkrafteinwirkung zu Verformungen durch Kriechen kommen kann [2]. Unter diesen Umständen kann der Verzug, abhängig von der Behandlung des Gussteils und der Auflage während des Lösungsglühens, beträchtlich sein [3].

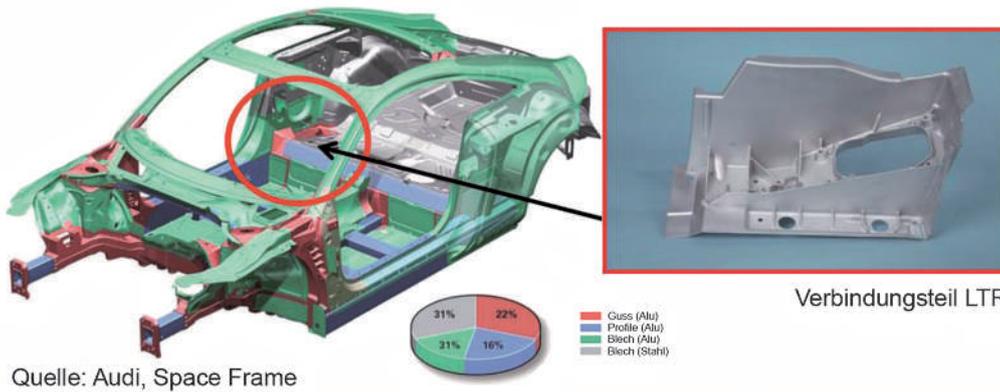
Während des Auslagerns wird das Temperaturniveau zur gezielten Ausscheidung von intermetallischen Phasen zur Festigkeitssteigerung nochmals angehoben. Dies kann zu einem Abbau von Spannungen durch Kriechen führen, aber überwiegend nicht zu wesentlichen weiteren Verformungen. Das thermo-mechanische Modellieren des gesamten Gieß- und Wärmebehandlungsprozesses ist auch bereits ohne Berücksichtigung unterschiedlicher Materialeigenschaften eine Herausforderung. Dies gilt vor allem für die Abbildung des veränderten Materialverhaltens als Reaktion auf Temperaturen, Prozesszeiten und unterschiedliche Dehnraten, die durch verschiedene Verformungsmechanismen gekennzeichnet sind. Um einen

Kompromiss zwischen der Stabilität der Berechnungsergebnisse für die verschiedenen Prozessschritte und einer guten Übereinstimmung von Simulationsergebnissen und praktischen Zug- und Kriechmessungen zu erreichen, wird in der vorliegenden Arbeit ein auf dem Norton'schen Gesetz basierendes temperatur- und dehnratenabhängiges Kriechmodell [4] verwendet. Dadurch kann das Kriechverhalten im gesamten Temperaturbereich von Raumtemperatur bis hin zu hohen Temperaturen einheitlich beschrieben werden [5] [6].

1. Optimierung der Wärmebehandlungsgestelle für das Lösungsglühen

Bei dem Beispiel handelt es sich um ein gegossenes, dünnwandiges Strukturteil aus einem Audi TT, im folgenden „Verbindungsteil LTR“ genannt. Abb. 2 zeigt das Gussteil und seine Position im Chassis des Audi TT. Das Teil verbindet den Rücksitzbereich mit den Seitenwänden des Hauptrahmens. Für dieses Teil wurden im Rahmen des Forschungsvorhabens „ProGress“ [7] gemeinsam von den Partnern MAGMA, Trimet und Audi detaillierte virtuelle und praktische Versuche und Messungen zu Verformungen und Änderungen der Materialeigenschaften während und nach der Wärmebehandlung durchgeführt. Hauptaufgabe von ProGress war die Prüfung von Möglichkeiten zur Energieeinsparung während des Gieß- und Wärmebehandlungsprozesses bei Beibehaltung der Gesamtqualität und der geforderten mechanischen Eigenschaften. Dazu wurden zunächst praktische Versuche für das Lösungsglühen mit unterschiedlichen Temperaturen und Behandlungszeiten unternommen. Im Anschluss wurden die im Folgenden beschriebenen virtuellen Experimente mit einem Versuchsplan (DoE) durchgeführt.

Abb. 3 links zeigt die untersuchten Lösungsglühertemperaturen und -zeiten für die durchgeführten Experimente im Vergleich mit den Referenzparametern für das Lösungsglühen (485 °C für 2 Stunden). Abb. 3 rechts zeigt die gemessenen mechanischen Eigenschaften und den relativen Energieeinsatz für die Wärmebehandlung.



Quelle: Audi, Space Frame

Abb. 2: Strukturbauteil des Audi TT

Siehe unten:
Bild 3 links: Unterschiedliche Haltetemperaturen und -zeiten für das Lösungsglühn.
Bild 3 rechts: Mechanische Eigenschaften und Energiebedarf der verschiedenen Varianten.

Version	Temperatur [°C]	Zeit [min]
1	-20	-20
2	-20	+/-0
3	-20	+20
4	+50	-80
5	+50	-60
6	+50	-40
7	+50	-20
8	+50	+/-0
9	+/-0	-95
10	+/-0	-80
11	+/-0	-65
12	Referenz	

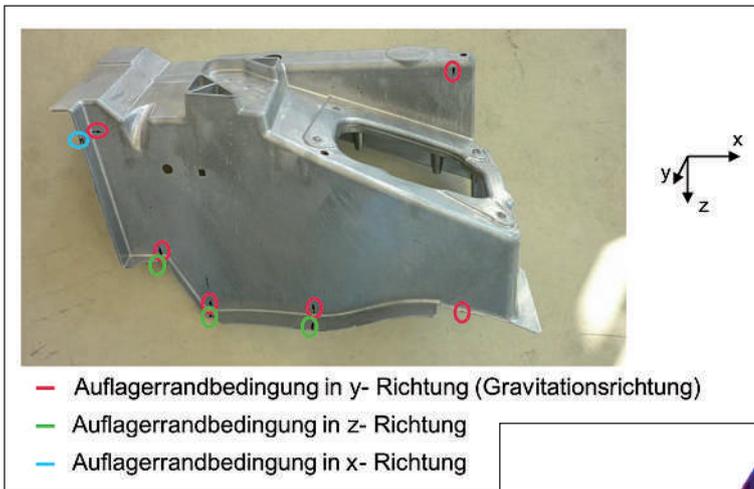
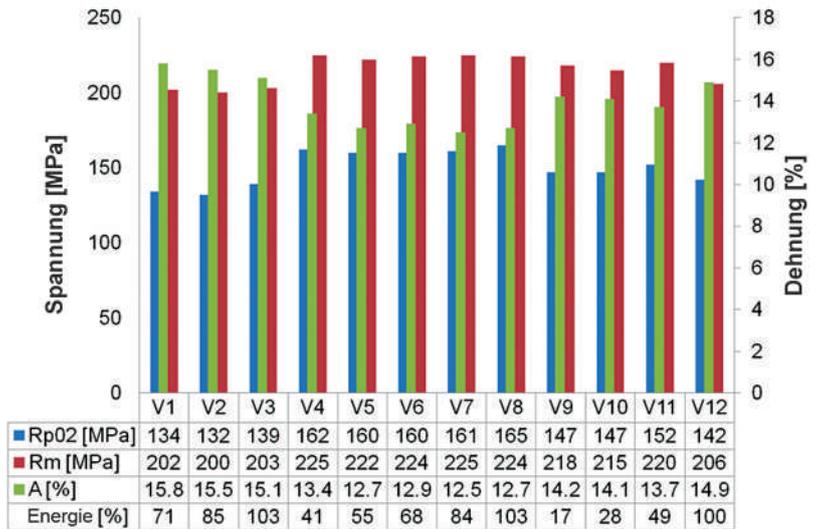


Abb. 5 zeigt das Gussteil mitsamt der Stützstruktur als Modell in MAGMA.

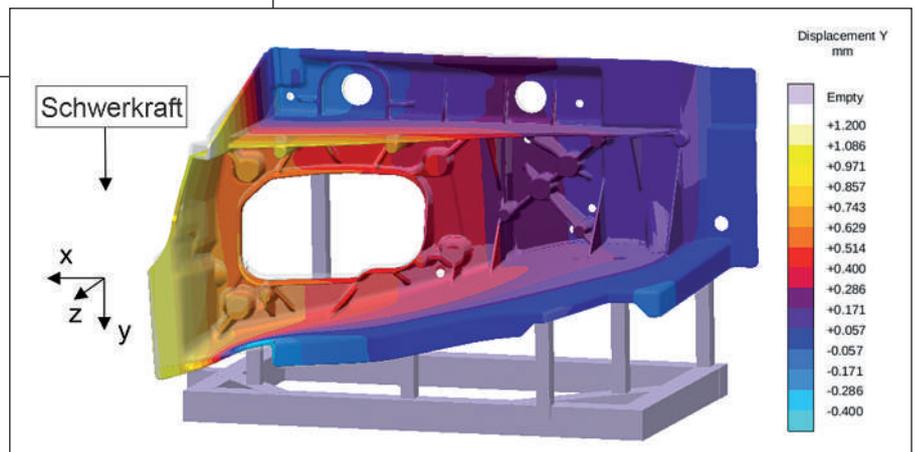
Abb. 5 zeigt die Verformung des Gussteils als Folge des Lösungsglühens auf dem Stützgestell 1 (Schwerkraft wirkt in y-Richtung, Verformung ist optisch 20fach verstärkt). Der äußere linke Bereich hat sich aufgrund der Schwerkraftwirkung nach unten absenkt. Die Ausgangsgeometrie ist grau hinterlegt.

Der erste virtuelle Versuchsplan (DoE) prüft die Auswirkung unterschiedlicher Lösungsglüh-temperaturen und -zeiten für das Stützgestell Nr. 1 entsprechend Abb. 3 links. Ziel der Untersu-

Abb. 4 (oben): Gussteil „Verbindungsteil LTR“ mit Markierungen für die Auflagepunkte

Abb. 5 (rechts): Gussteil und Stützrahmen Nr. 1 als Modell in MAGMA5. Die Schwerkraft wirkt in y-Richtung. Das Ergebnis zeigt die Verformung in y-Richtung am Ende des Lösungsglühens.

Abb. 4 zeigt die Lage der Auflagepunkte des Verbindungsteils LTR auf dem Stützgestell mit der Nummer 1.



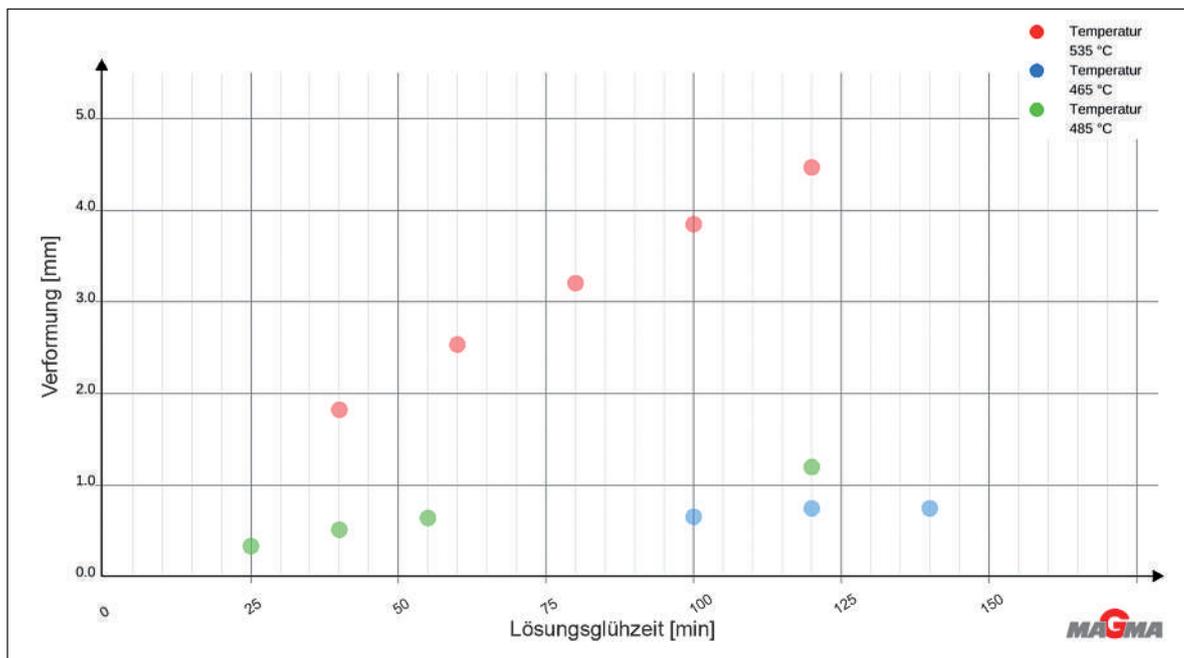


Abb. 6: Berechnete Ergebnisse des virtuellen Versuchsplans zur Ermittlung der maximalen Verformung des Teils bei unterschiedlichen Glühtemperaturen auf dem Stützrahmen 1

chung ist, die Auswirkung der unterschiedlichen Behandlungsparameter auf die Verformung des Teils zu analysieren. Die Ergebnisse dieses Versuchsplans zeigt **Abb. 6**. Auf der x-Achse ist die Haltezeit der Wärmebehandlung abzulesen, die y-Achse zeigt die berechnete maximale Verformung des Teils in Bezug auf die Referenzgeometrie. Die grünen Werte bilden die Ergebnisse des Standardvorgangs bei 485 °C ab. Die blauen und roten Werte entsprechen Behandlungstemperaturen von 465 °C und 535 °C.

Das Diagramm zeigt, dass sich bei gleicher Haltezeit die maximale Verformung bei maximaler Temperatur einstellt. Gleichzeitig ist die Tendenz zu größerer Verformung des Teils mit zunehmender Behandlungsdauer abzulesen. Der beobachtete Anstieg ist in allen drei Fällen linear. Diese Beobachtung deckt sich mit den Ergebnissen des ProGRESS-Berichtes [7]. Daraus lässt sich schließen, dass kürzere Behandlungszeiten und abgesenkte Temperaturen sowohl zu Energieeinsparungen als auch zu weniger Verformung führen.

Gleichzeitig müssen natürlich das geforderte Gefüge und die mechanischen Eigenschaften gewährleistet sein, um die geforderten Konzentrationen an gelöstem Magnesium und Kupfer am Ende des Lösungsglühens für den anschließenden Alterungsprozess sicherzustellen. Auf die Optimierung der mechanischen Eigenschaften durch virtuelles Experimentieren wird im Abschnitt „Ausscheidungshärten während des Auslagerns“ eingegangen.

Die Möglichkeiten zur Optimierung des Stützgestells werden im nächsten Versuchsplan (DoE 2) untersucht. Ziel der Untersuchungen ist, die Verformung des Teils durch Umgestaltung des Rahmens zu minimieren, während die Behandlungsparameter für das Lösungsglühen bei 485 °C und 2 Stunden konstant gehalten werden. Die verschiedenen untersuchten Varianten für den vorderen Bereich des Stützgestells zeigt **Abb. 7**. Sie werden als Startsequenz in MAGMA5 Rel. 5.3 angelegt und für diesen Versuchsplan automatisch von der Software variiert.

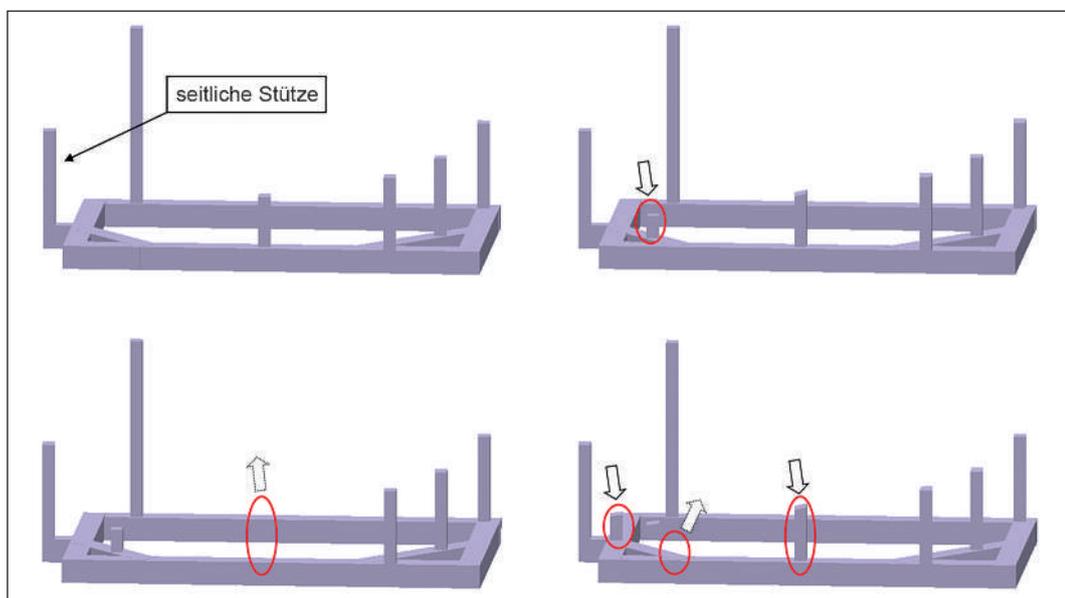


Abb. 7: Unterschiedliche Varianten des Stützgestells als Startsequenz des Versuchsplans DoE 2 mit dem Ziel einer minimierten Verformung

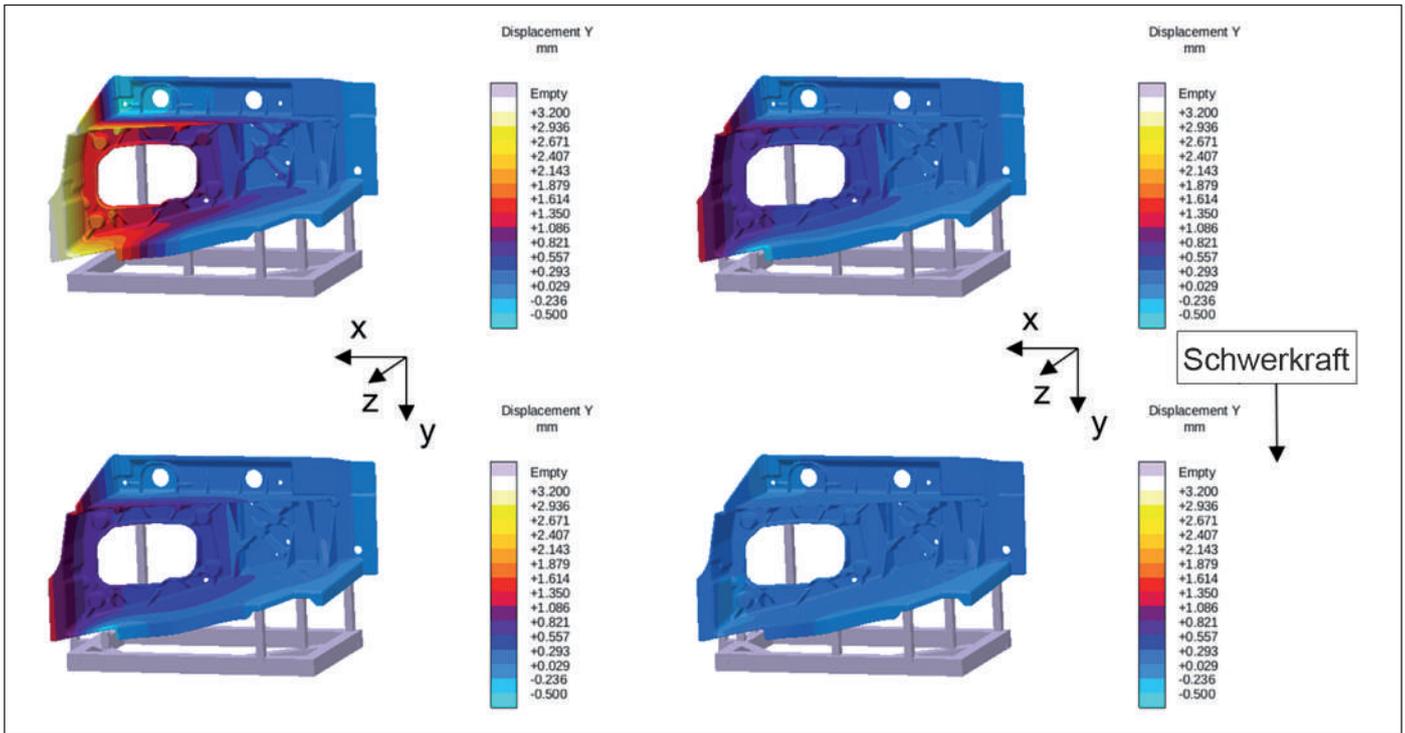


Abb. 8: Optimierung des Gestells durch Änderung der Auflageflächen

Die Ergebnisse dieses Versuchsplans zeigt **Abb. 8**. Für das erste Stützgestell (Ausgangsdesign, oben links) zeigt die Bewertung eine Verformung von 3,2 mm in Schwerkraftrichtung im vorderen linken Bauteilbereich. Durch eine zusätzliche Stütze an dieser Stelle wird die Verformung bereits signifikant reduziert, wie die Evaluierung der Designvariante oben rechts in **Abb. 8** zeigt. Als nächste Variante wird eine der vorderen Stützen entfernt. Die berechneten Ergebnisse zeigen, dass dies nur geringe Auswirkung auf die Verformung hat (**Abb. 8, links unten**). Bei Verschiebung der Stütze vorne links weiter nach hinten und in x-Richtung (**Abb. 8, unten rechts**) werden die geringsten Verformungswerte in Schwerkraftrichtung erreicht.

Bisher wurde ausschließlich auf die Entstehung von Verformungen während der Wärmebehandlung eingegangen. In der Realität ist jedoch nur für einen kleinen Anteil aller Gussteile davon auszugehen, dass die Geometrie nach dem Gießprozess exakt der Soll-Geo-

metrie des entworfenen CAD-Modells entspricht. Meist weicht die Geometrie nach dem Gießen mehr oder weniger von der Zielvorgabe ab. Bei diesen Teilen kann die während der Wärmebehandlung auftretende Verformung unter Umständen dazu genutzt werden, die Geometrie des Teils zurück in den gewünschten Toleranzbereich zu bringen. Allerdings ist bei komplexen Teilen dabei auch für den Experten nur eine auf Erfahrung basierende Abschätzung möglich.

Abb. 9 zeigt die simulierten Verformungen des Teils nach dem Gießprozess. Das verformte Gussteil ist bereits für die Wärmebehandlung auf dem Stützgestell des Typs 1 positioniert. Auf dieser Basis wird erneut die Wärmebehandlung simuliert. Dabei dient an Stelle der CAD Soll-Geometrie jetzt die verformte Geometrie nach dem Gießen als Ausgangspunkt.

In der Industrie werden Bauteilverformungen zunehmend mit Hilfe virtueller Messungen bewertet. Die Ist-Geometrie der zu vermessenden Teile wird dazu

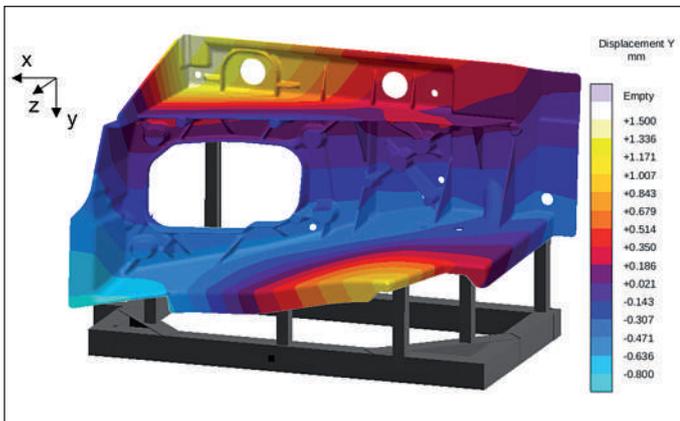


Abb. 9: Verformung des Bauteils nach dem Gießen und vor der Wärmebehandlung auf dem Stützgestell 1, mit Anzeige der Abweichung von der CAD-Soll-Geometrie

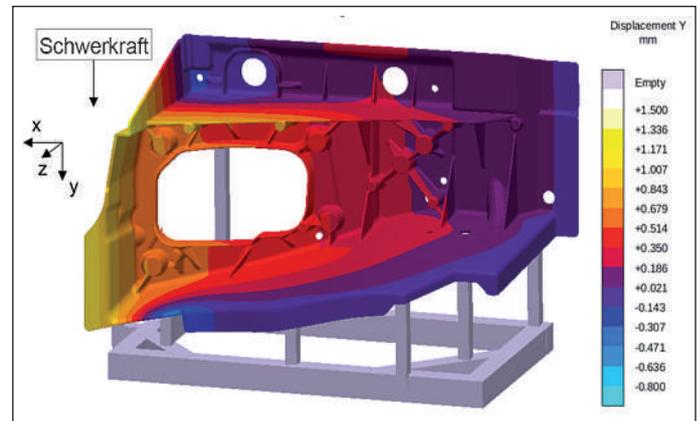


Abb. 10: Gesamtverformung des Bauteils nach der Wärmebehandlung auf dem Stützgestell 1 unter Berücksichtigung des Verzugs beim Gießen und Lösungsglühen

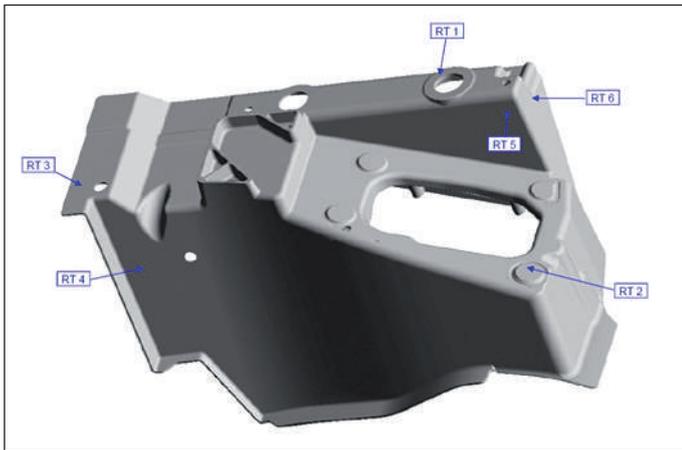


Abb. 11: Referenzpunktsystem (6 Punkte) wie in „ProGress“ verwendet

mit laseroptischen Systemen gescannt und idealerweise vollständig zurück in eine CAD-Umgebung überführt. Die Bewertung erfolgt entweder nach der „Best-Fit“-Methode, meist jedoch mittels 6-Punkt-Methode, auch als Referenzpunktsystem (RPS) bekannt. Dabei werden in einer Software direkt die Soll- und Ist-Geometrien verglichen und die Differenz in Normalenrichtung der Oberfläche farbgrafisch dargestellt. Nach dieser Methode wird auch in diesem Fall die berechnete Verformung des Teils nach der Wärmebehandlung auf dem Stützgestell 1 im Vergleich zu den beiden Ausgangssituationen („Gusszustand“ und CAD-Soll-Geometrie) untersucht (Abb. 10 und Abb. 11). Die Ergebnisse sind in Abb. 12 und Abb. 13 dargestellt.

Der Vergleich der Verformung des Teils nach der Wärmebehandlung mit der Soll-Geometrie (Abb. 12) und im Vergleich zum Gusszustand (Abb. 13) zeigt, dass die Verformungen aufgrund des Gießprozesses nicht vernachlässigt werden können.

Alternativ wird das verformte Teil im Gusszustand für die Wärmebehandlung auf einem Gitterstützgestell positioniert (Abb. 14). Durch die Verwendung derartiger Gestelle soll mit der erhöhten Auflagefläche das Teil seine gewünschte Geometrie (CAD-Referenz) besser annehmen können. Für Gussteile mit unterschiedlich großen Abweichungen von der Referenzgeometrie



Abb. 12: Abweichung der Verformung des Bauteils von der Soll-Geometrie nach der Wärmebehandlung unter Berücksichtigung der Verformung aus dem Gießprozess für das Stützgestell 1 mit der RPS-Methode

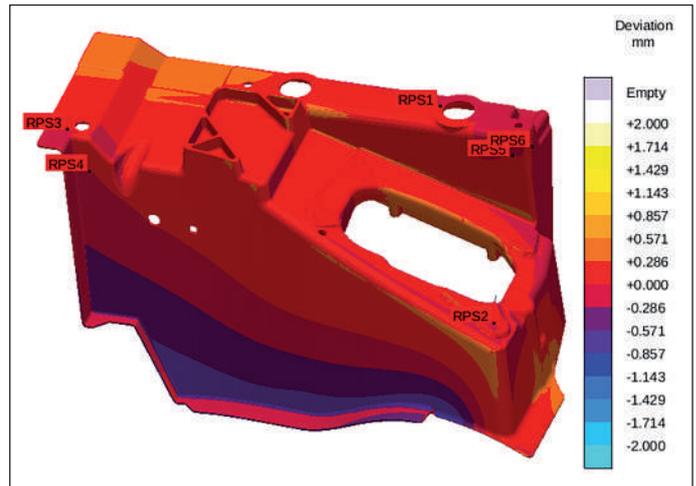


Abb. 13: Abweichung der Verformung des Bauteils von der Soll-Geometrie nach der Wärmebehandlung auf Basis der CAD-Geometrie für das Stützgestell 1 nach der RPS-Methode

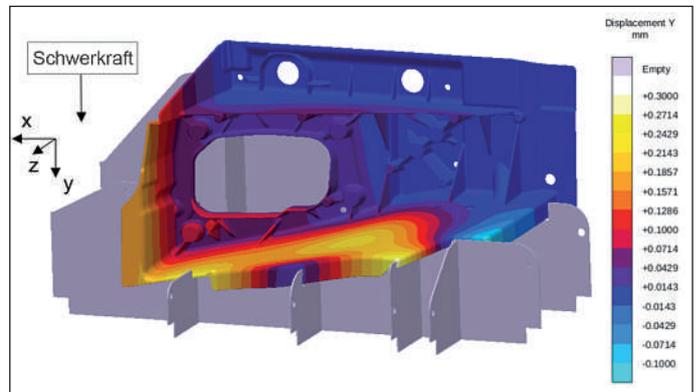


Abb. 14: Geringe Verformung des Bauteils auf dem Gitterstützgestell (unter Berücksichtigung der Verformung nach dem Gießen) als Folge des Lösungsglühens

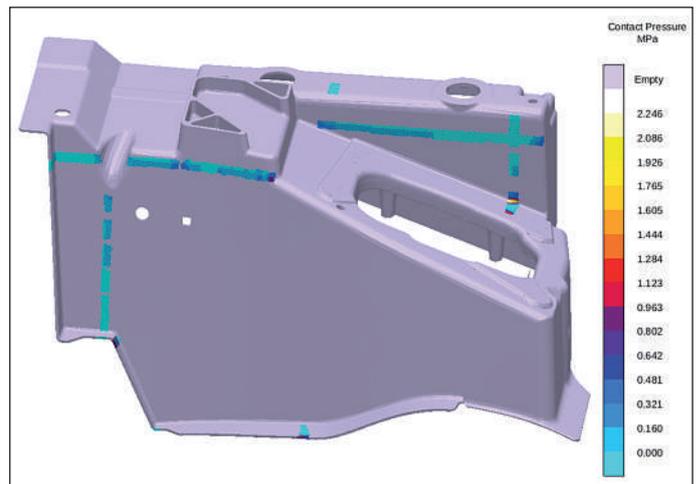


Abb. 15: Kontaktflächen des Bauteils auf dem Gitterstützgestell

sind diese Gestelle besonders vorteilhaft. Nachteilig sind die höheren Herstellungskosten und die schlechtere Effektivität bei der Korrektur lokaler Verformungen, da geringere Lastkonzentrationen zu kleineren Verformungen in die gewünschte Richtung führen können.

Zusätzlich zur Verformung nach dem Lösungsglühens (Abb. 14) sind in Abb. 15 die Kontaktbereiche mit dem Gitterstützgestell für das verformte Teil im Gusszu-

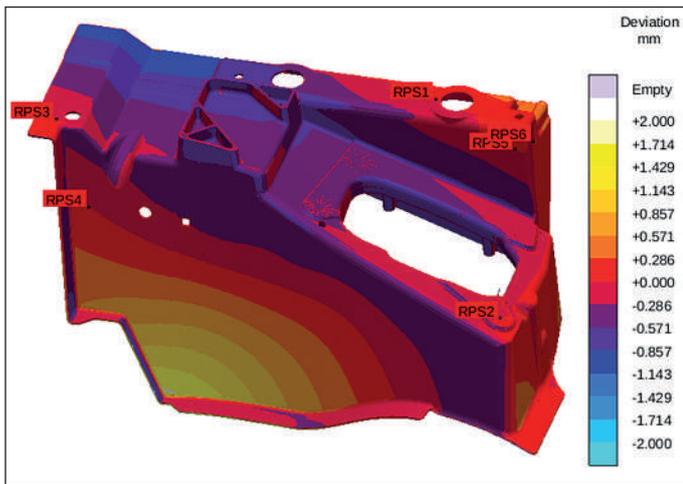


Abb. 16: Abweichung der Verformung des Bauteils (mit Berücksichtigung der Verformung nach dem Gießen) zur Soll-Geometrie nach der Wärmebehandlung für das Gitterstützgestell mit der RPS-Methode

stand dargestellt. Daran lässt sich erkennen, dass die Gestelle nicht immer die erforderliche Stützwirkung mitbringen, wenn sie ausschließlich auf Basis der CAD-Daten konstruiert werden.

In Abb. 16 sind die Ergebnisse der 6-Punkt-Messung für die Wärmebehandlung unter Berücksichtigung der Verformung nach dem Gießen und bei Verwendung des Gitterstützgestells dargestellt. Die Unterschiede im Vergleich zu Abb. 12 (Stützgestell 1, sonst gleiche Ausgangssituation und Parameter) sind deutlich zu erkennen.

2. Ausscheidungshärtung während des Auslagerns

Die letzte Phase der Wärmebehandlung, das Auslagern oder künstliche Altern, dient der Erhöhung der mechanischen Eigenschaften durch eine Ausscheidungshärtung. Die Wirksamkeit dieses Schrittes hängt wesentlich von der Behandlungstemperatur und -zeit ab.

Aufgrund zuvor durchgeführter Messungen ist bekannt, dass Temperaturen zwischen 150 °C und 205 °C und Auslagerungszeiten von 3 bis 5 Stunden zu Verbesserungen der Streckgrenze und Zugfestigkeit [8] führen (Abb. 17). Bei höheren Behandlungstemperaturen um 260 °C kommt es bereits nach etwa 1 Stunde zu Überalterungserscheinungen, nach 5 Stunden ist keine positive Wirkung auf die mechanischen Eigenschaften mehr zu beobachten.

Ausgehend von den in Abb. 17 gezeigten Messergebnissen wurde die Entwicklung der Ausscheidungshärtung für die verwendete AlSi10MgMn-Legierung bei unterschiedlichen Temperaturen berechnet [9], siehe Abb. 19. Dabei wird davon ausgegangen, dass das Abschrecken ausreichend schnell geschieht, um die Übersättigung der gelösten Elemente in der Matrix zu erhalten und optimale Ausgangsbedingungen für den künstlichen Alterungsprozess zu schaffen.

Nachfolgend wurden unterschiedliche Auslagerungsbedingungen simuliert, um ihren Einfluss auf die mechanischen Eigenschaften (zum Beispiel die Streckgrenze im Ausgangszustand) und das Spannungsverhalten (zum Beispiel von-Mises Spannungen und effektive plastische Dehnung) zu untersuchen. Der Auslagerungsschritt erfolgt nach dem Lösungsglühen und dem anschließenden Abschrecken. Daher müssen die Verformungen dieser beiden vorangehenden Prozessphasen mit berücksichtigt werden, während die Spannungen im Wesentlichen während des Abschreckens entstehen.

Da die Abschreckung durch die erzwungene Konvektion des Abkühlmediums Luft erfolgt, ist die Abschreckwirkung bei diesem Typ dünnwandiger Gussteile typischerweise vergleichsweise moderat. Abb. 18 zeigt im linken Bereich den Temperaturverlauf für das Abschrecken und die Auslagerung an einem ausgewählten Punkt des Teils.

Am Temperaturverlauf ist zu erkennen, dass auch bei den moderaten Abschreckbedingungen aufgrund der gleichbleibend dünnen Wandstärken die Abkühlung im gesamten Bauteil sehr einheitlich ist, so dass

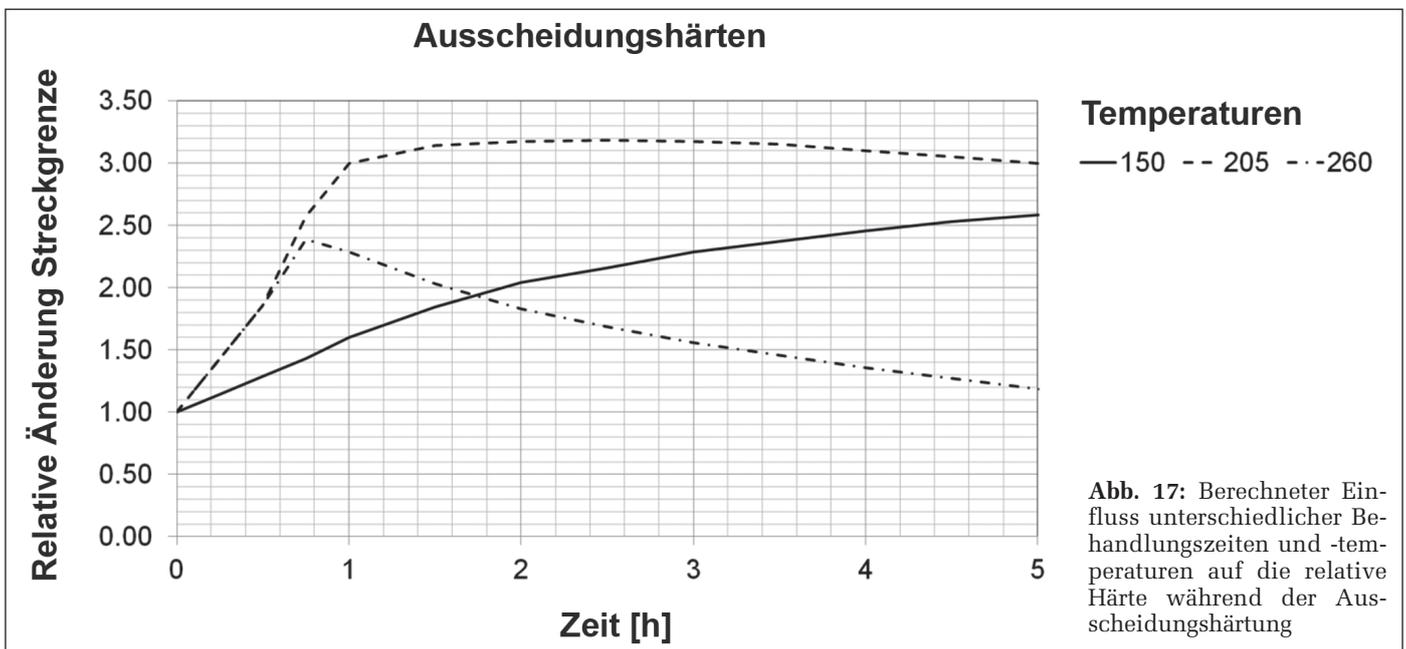


Abb. 17: Berechneter Einfluss unterschiedlicher Behandlungszeiten und -temperaturen auf die relative Härte während der Ausscheidungshärtung

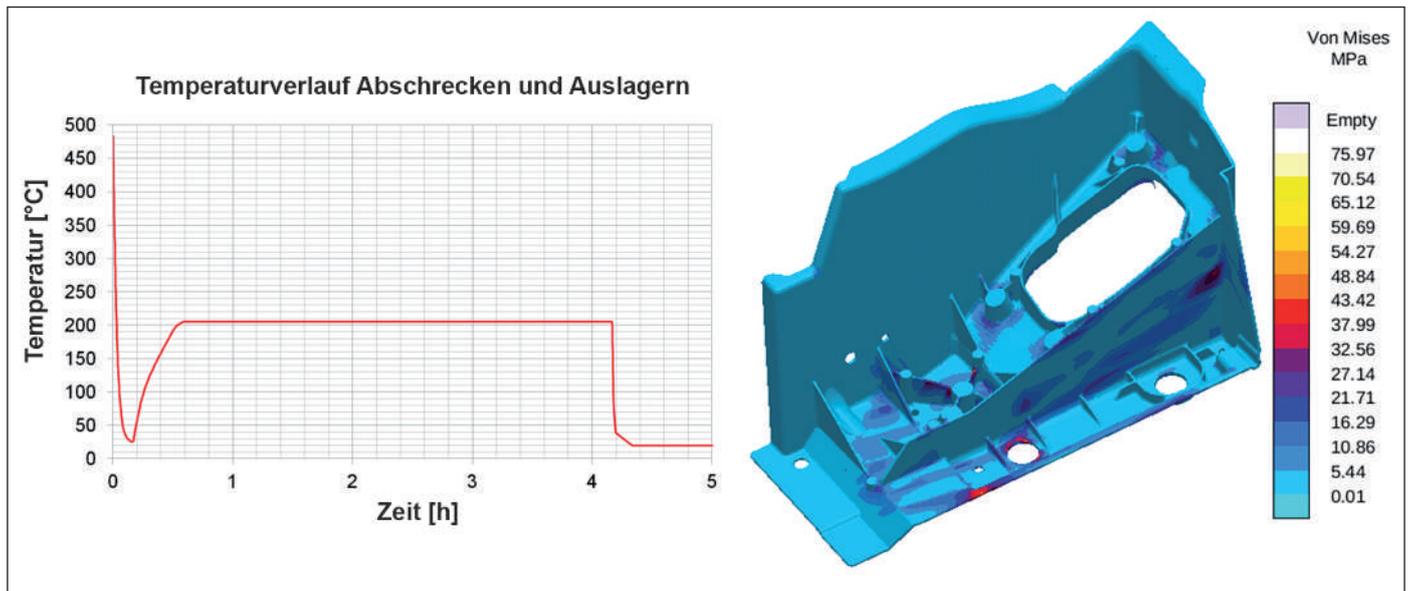


Abb. 18: Links: Temperaturverlauf während des Abschreckens und Auslagerns an einem bestimmten Punkt. Rechts: von-Mises Spannungen nach dem Abschrecken

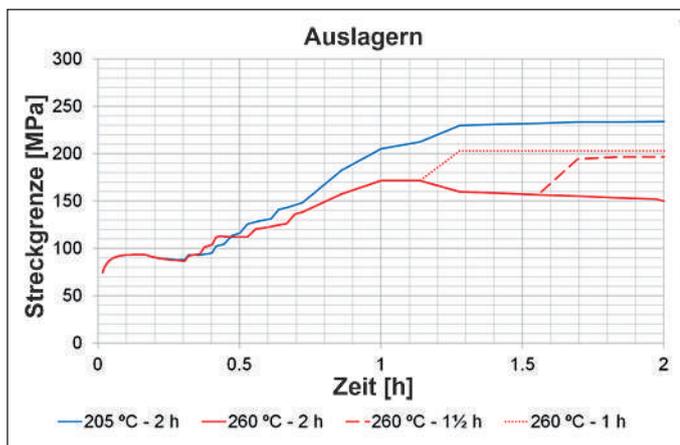


Abb. 19: Berechnete Entwicklung der Streckgrenze während des Auslagerns an einem bestimmten Punkt

es insgesamt zu keinem signifikanten Aufbau von Eigenspannungen während des Abschreckens kommt (Bild 18 rechts).

Die berechnete Änderung der Streckgrenze während des Auslagerns, abhängig von Behandlungszeit und -dauer (Abb. 19), stimmt mit guter Genauigkeit mit dem Verlauf der Messkurven in Abb. 17 überein. Bei niedrigen Auslagerungstemperaturen ergeben sich die höchsten Festigkeiten (blaue Kurve). Die entsprechende Auslagerungstemperatur wird gemäß dem Temperaturprofil in Abb. 18 links nach ca. 30 Minuten erreicht. Laut Abb. 19 kommt es ab ca. 15 Minuten Auslagerungsdauer zu einem Anstieg der Festigkeit, die bis etwa 75 Minuten annähernd konstant anhält. Danach sind bis zur Abkühlung nur noch geringe Änderungen festzustellen. Die Festigkeit erreicht ihr Maximum nach der Abkühlung auf Raumtemperatur. Eine Tendenz zur Überalterung wird in diesem Temperatur- und Zeitfenster nicht beobachtet.

Bei höheren Temperaturen reagiert das Material deutlich sensibler auf die Auslagerung hinsichtlich Alterung und Überalterung. Die maximale Festigkeit ergibt sich bei etwa 1 Stunde Auslagerungsdauer. Da-

nach beginnt die Festigkeit bereits abzufallen, was auch mit den Ergebnissen in Abb. 17 übereinstimmt.

Messungen an Gussteilen aus ähnlichen Aluminiumlegierungen haben vergleichbare Ergebnisse geliefert [7]. Auch hier wurden für kürzere Alterungszeiten höhere Dehngrenzen und Zugfestigkeiten festgestellt. Bei den gleichen Messungen wurden mit steigender Behandlungszeit zunehmende Bruchdehnungen beobachtet. Dies zeigt sehr gut, dass die Auslagerungsbedingungen in Bezug auf die gewünschten Festigkeiten und Bruchdehnungen ausgelegt werden müssen. Da die Bruchdehnung in dieser Arbeit nicht direkt berechnet wurde, konnte sie auch nicht mit den durchgeführten Messungen verglichen werden.

3. Spannungsentwicklung und finaler Eigenspannungszustand im Gussteil

Wie zuvor erwähnt, ist die Abkühlung des Teils während des Abschreckens moderat, wodurch es zu relativ niedrigen Abkühlraten und keinem signifikanten Spannungsaufbau kommt. Die von-Mises Spannungen und die effektive plastische Dehnung nach der Auslagerung und Abkühlung auf Raumtemperatur zeigt Abb. 20 (Auslagerung bei 260 °C und 2 Stunden). Der Einfluss der Auslagerungstemperatur auf das Spannungsniveau ist gering (siehe Abb. 18 rechts). Es wird lediglich bei der höchsten Auslagerungstemperatur von 260 °C eine geringe Relaxation beobachtet, die auf Kriechvorgänge hinweist. Bei 205 °C bleibt dieses Kriechen aus, entsprechend wird kein Spannungsabbau beobachtet.

4. Zusammenfassung

Diese Arbeit stellt ein integriertes Modell zur Modellierung und Optimierung von Bauteilverzug und Spannungen während des Gießvorgangs und der anschließenden Wärmebehandlung vor. Mit einem temperatur- und dehnratenabhängigen Kriechmodell wurde das Materialverhalten, abhängig von unterschiedlichen Be-

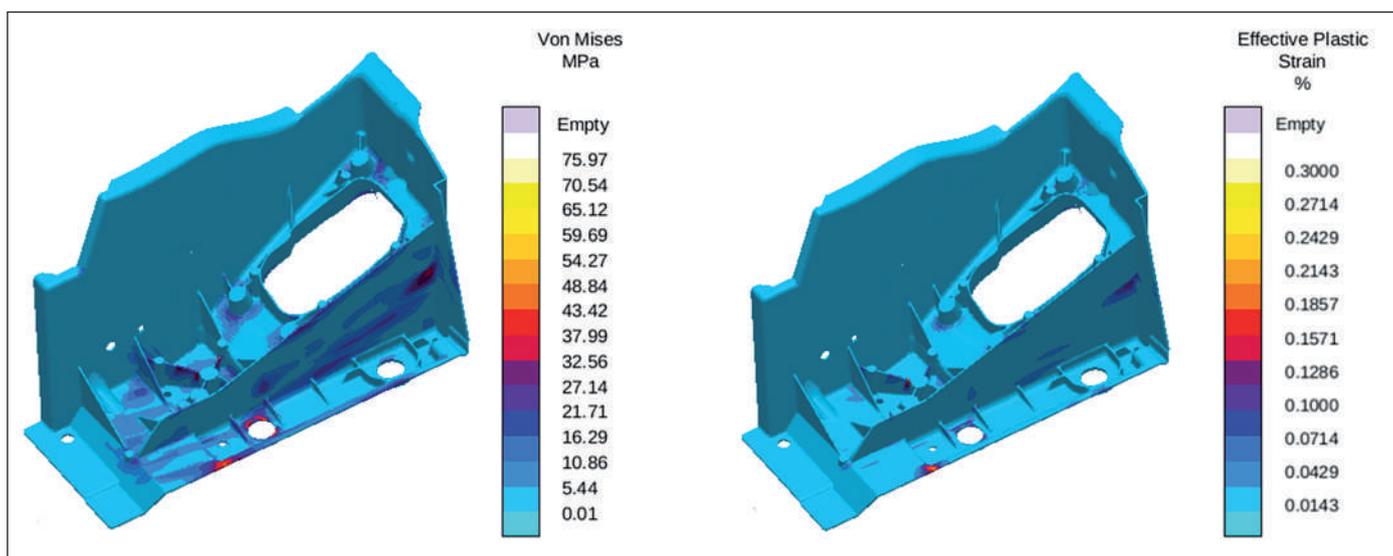


Abb. 20: von-Mises Spannungen und effektive plastische Dehnung nach Abschrecken und Auslagerung bei 260 °C für 2 Stunden

handlungstemperaturen, beschrieben. Basierend hierauf wurden die Verformung und der Spannungsabbau für höhere Temperaturen und unterschiedliche Abkühlbedingungen vorhergesagt. Der Schwerpunkt lag auf der Vorhersage der Verformungen des Bauteils während des Lösungsglühens, für die der Einfluss unterschiedlicher Stützgestelle zur Minimierung der Verformung gezeigt wurde. Dabei wurden auch Verformungen aus dem Gießprozess berücksichtigt, um die komplexe Entwicklung der Verformung des Bauteils über den gesamten Prozessablauf zu ermitteln. Die Ergebnisse der virtuellen Experimente wurden mit praktischen Messungen an produzierten Teilen verglichen.

Zur Beurteilung unterschiedlicher Prozessparameter und -konfigurationen wurde ein in das Simulationsprogramm voll integriertes Optimierungswerkzeug benutzt. Es wurde gezeigt, wie verschiedene Ausgangsdesigns und Prozessparameter einfach geprüft und miteinander verglichen werden können. Die Methodik der Optimierung wurde konsequent zur Durchführung virtueller Experimente genutzt, um das Stützgestell hinsichtlich der Minimierung der Verformung zu optimieren. Die Anwendung der Optimierungswerkzeuge zur Analyse dieser Fragestellungen ermöglicht das systematische Auffinden optimaler Lösungen in kurzer Zeit und mit geringem, manuellem Aufwand.

Abschließend wurde die Änderung der mechanischen Eigenschaften des Materials während der Auslagerung beurteilt. Dabei wurden unterschiedliche Prozessparameter, wie die Ofentemperatur und -zeit, berücksichtigt. Es wurde gezeigt, dass sich für den gewählten Werkstoff die höchsten Festigkeiten bei niedrigen Temperaturniveaus einstellen, während es bei höheren Temperaturen zur Überalterung kommt, wenn die Behandlungsdauer 1 Stunde übersteigt. Die Ergebnisse zeigen eine gute Übereinstimmung mit Werten aus der Literatur und stimmen hinsichtlich ihrer Entwicklung mit Messungen an produzierten Teilen überein.

Literatur

- [1] Dieter, G. E.: Mechanical Metallurgy – SI Metric Edition adapted by D. Bacon, London, McGraw-Hill, pp 233–236, 1988
- [2] Thorborg, J.; Hattel, J. H.; Bellini, A.: Thermomechanical conditions in heat treated aluminium cast parts in Casting, Proc. from the 11th Int. Conf. on, Modeling of Casting, Welding and Advanced Solidification Processes vol. 11, C. A. Gandin and M. Bellet, Warrendale, PA: TMS, pp. 193–200, 2006
- [3] Klinkhammer, J.; Thorborg, J.: Modeling of mechanical contact conditions in casting, Proc. 12th MCWASP, S.L. Cockcroft & D.M. Maijer, pp. 111–119, 2009
- [4] Simo, J. C.: Computational inelasticity, New York: Springer Verlag, 1997
- [5] Tvergaard, V.: Plasticity and creep in structural materials, Department of Mechanical Engineering, Technical University of Denmark, Lyngby, 2001
- [6] Frost, J.; Ashby, F.: Deformation-Mechanism Maps: The Plasticity and Creep of Metals and Ceramics, Pergamon Press, 1982
- [7] Herrmann, C.; Pries, H.; Hartmann, G.: Energie- und ressourceneffiziente Produktion von Aluminiumdruckguss, Ergebnisse des Verbundforschungsprojektes ProGress, final report, Bundesministerium für Bildung und Forschung, 2013
- [8] Brooks, C. R.: Principles of Heat Treating of Nonferrous Alloys, Heat treating vol 4, 10th Edition, ASM International, 1991
- [9] Thorborg, J.; Klinkhammer, J.; Heitzer, M.: “Integrated modeling of transitions in mechanical conditions during casting and heat treatment”, Proc. Int. Conf. On Modeling of Casting, Welding and Advanced Solidification Processes, MCWASP XIV, Awaji Yumebutai, Japan, 2015

Kontaktadresse:

MAGMA GmbH
 D-52072 Aachen | Kackertstraße 11
 Tel.: +49 (0)241 88 901-9613
 Fax: +49 (0)241 88 901-62
 E-Mail: h.michels@magma-soft.de
 www.magma-soft.de

Ein nichtalltäglicher Fehler im Druckguss – Gedanken zu dessen Genese

A nonstandard Defect in Die Casting Parts – Ideas on its Genesis



Prof. i. R. Dr.-Ing.habil. Dr.h.c.mult. Eberhard Ambos, nach Studium der Gießereitechnik an der Bergakademie Freiberg/Sa. Tätigkeit in mehreren Betrieben, danach Lehrstuhlinhaber für Urformtechnik an der Universität Magdeburg. Derzeit selbständiger Berater.

Dr. rer. nat. Hartmut Heyse, nach Physikstudium an der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg Tätigkeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Werkstofftechnik und Werkstoffprüfung, später Institut für Werkstoff- und Fügechnik.



Dipl.-Ing. Martin Fröhlich, nach Studium Maschinenbau/Fertigungstechnik an der Hochschule f. Technik u. Wirtschaft, Aalen, wissenschaftlicher Mitarbeiter im Gießereilabor dieser Hochschule. Danach Gießereingenieur mit Projektverantwortung für den Bereich Legierungen bei der ae group ag, Nentershausen, mit Schwerpunkt Betreuung und Optimierung von Aluminiumdruckgussprozessen sowie Anwendungsingenieur/Kundenberater bei der MAGMA Gießereitechnologie GmbH, Aachen. Seit 09/2013 Gießprozessentwickler bei pressmetall Gunzenhausen mit Schwerpunkt: Simulation/Konstruktion.



Eric Müller, B.Eng., Leiter Forschung und Entwicklung der pressmetall GDC Group GmbH. Studium des Maschinenbaus mit der Fachrichtung Gießereitechnik, derzeit Verbundstudium (M.Eng.) Fachrichtung Produktentwicklung jeweils an der FH Südwestfalen. Der berufliche Werdegang führte vom Vertrieb in einer Feingießerei über die Prozessentwicklung bei der Schött Druckguss GmbH bis zur Entwicklung der pressmetall.

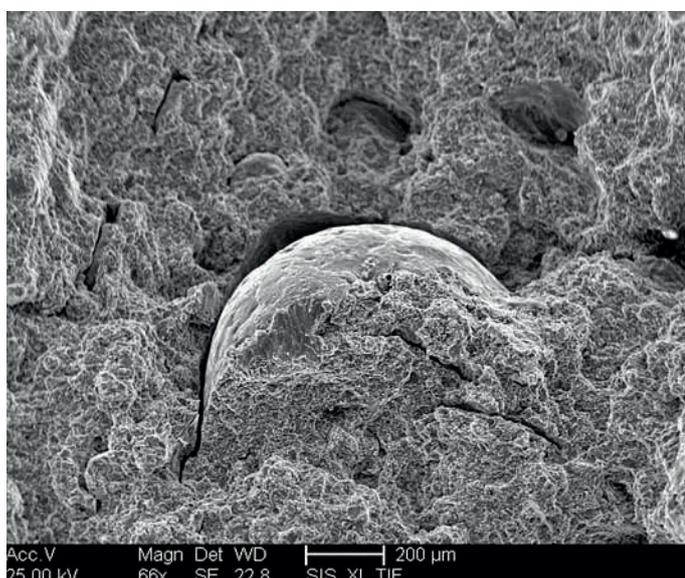


Dipl.-Ing. Harry Marbach, nach dem Maschinenbaustudium Anstellung in einer Druckgießerei über mehrere berufliche Stationen bis zum Gießereileiter; seit 13 Jahren in Hoym tätig; erst bei Druckguss Hoym, jetzt bei pressmetall Hoym.

Jonathan Hess, M.Sc., arbeitete nach seinem Studium der Informatik mehrere Jahre für das Fraunhofer Entwicklungszentrum für Röntgentechnik in Fürth. Seit 2014 unterstützt er das Team der Volume Graphics GmbH im Bereich Automation und Integration in Heidelberg als Softwareengineer.



Schlüsselwörter: Al-Druckguss, Spritzkugel ?, Gasblasenfehler, Gefügefehler



Untersuchter Fehler im Elektronenmikroskop

Einleitung

Im Normalfall, das heißt unter regulären Bedingungen, sind „Spritzkugeln“ in Druckgussteilen nur nach der spanenden Bearbeitung an der Oberfläche der Teile erkennbar. Nach [1] sind Spritzkugeln „durch starke Turbulenz beim Gießen oder durch Spritzwirkung in der Gießform entstandene, vorzeitig erstarrte Metallteilchen in Tropfen- oder Kugelform, die sich mit einer Oxidhaut überziehen und vom nachfolgenden Metall mitgenommen, aber nicht mehr aufgeschmolzen werden“. Im nachstehend betrachteten und untersuchten Fall wurde ein Fehler mit „spritzkugelförmiger“ Ausbildung in der Bruchfläche eines auf maximale Beanspruchbarkeit geprüften Bauteils nach Überschreiten der zulässigen Beanspruchung gefunden und mit dem unbewaffneten Auge erkannt (**Abb. 1**).

Die besondere Ausbildungsform des Fehlers weckte das Interesse an einer weitergehenden Untersuchung und veranlasste zum Nachforschen nach den Ursachen für das Auftreten derartiger Fehler.

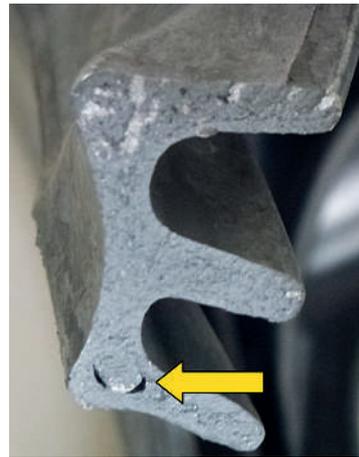


Abb. 1a (links): Riss im Fuß eines Bauteils nach Überschreitung der zulässigen Beanspruchung

Abb. 1b (rechts): Gefundener Fehler in der Bruchfläche des bei Überlast gebrochenen Bauteils

1. Ausgangsüberlegungen

Eine größere Zahl von Druckguss-Experten, die bisher vorwiegend mit der Entwicklung und Fertigung dünnwandiger, hochbeanspruchter und in den Abmessungen begrenzter Teile für den Automobilbau befasst war, wurde zum ersten Mal mit einem derartigen Fehler konfrontiert. Auf selbstverständliche Weise wurde deshalb zunächst im einschlägigen Schrifttum [1 bis 6]

nach Aussagen zur Entstehung und nach Maßnahmen zur Beseitigung der Fehlerursachen gesucht.

In den ersten Ergebnissen der Suche kann man auf das Phänomen der „Spritzkugeln“ schließen. Unter anderem wurden hierzu die Abläufe der Simulation des Gießvorganges herangezogen. Dabei ergab sich die in **Abb. 2** dargestellte Bildfolge. Verfolgt man den Vorgang, so ist es durchaus vorstellbar, dass im Ergebnis eine „Spritzkugel“ im Gussteil gefunden wird.

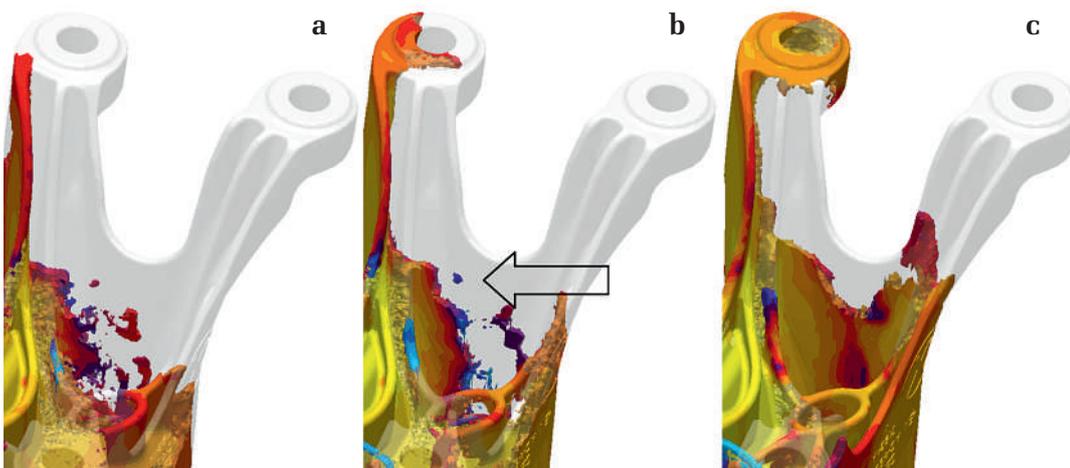


Abb. 2a-c: Es ist deutlich zu erkennen, dass in der Anfangsphase der Formfüllung (beim Überströmen der Rippe in **Abb. 2a** der Flüssigmetallstrom zerreißt und sich verschiedene Flüssigmetallpartikel unterschiedlicher Form herausbilden. In **Abb. 2b** setzt sich dieser Vorgang fort. Einzelne Partikel (siehe Pfeil) kühlen bereits stark ab (dunkle Färbung). Schließlich werden in **Abb. 2c** die losgelösten Partikel vom Flüssigmetallstrom mitgenommen.

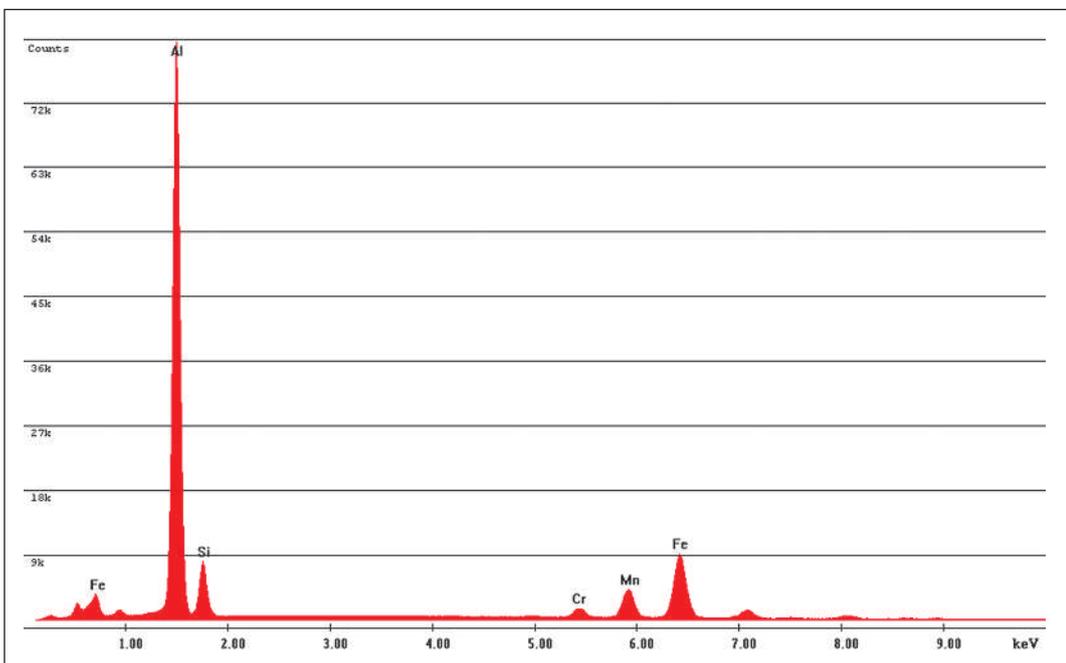


Abb. 3: EDX-Spektrum des untersuchten Werkstoffs in der „Spritzkugel“

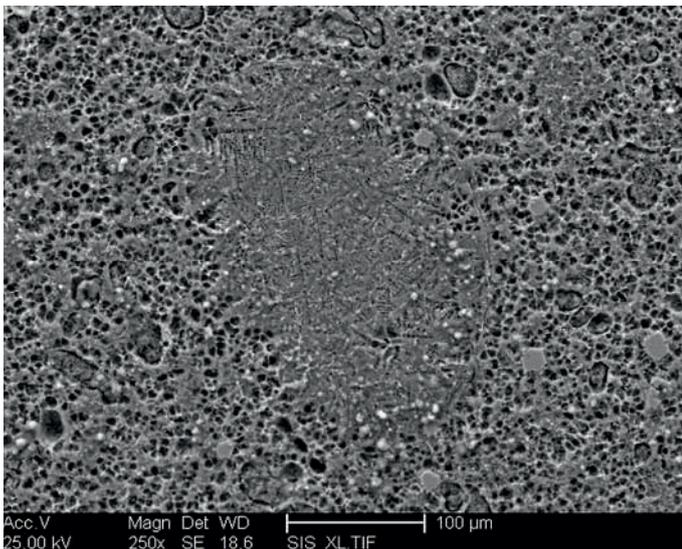


Abb. 4: Angeätzter Schliff des Bruchteils des Bauteils mit deutlich erkennbarer feinerer Struktur in der Mitte des Bildes.

Das setzt jedoch voraus, dass die bereits abgekühlten Metallpartikel nicht wieder aufgeschmolzen werden. Außerdem sollte aus den Beschreibungen der Entstehung von Spritzkugeln nach [1] folgendes beobachtet werden können:

„Während der Erstarrung der umgebenden Schmelze werden die eingeschlossenen und vorerstarnten Spritzkugeln wärmebehandelt, aber nicht mehr auf bzw. umgeschmolzen und kühlen erneut langsam ab. Aufgrund der raschen Erstarrung weisen die Spritzkugeln eine feindendritische Struktur auf. In Verbindung mit der „quasi“-Wärmebehandlung ergibt sich somit eine wesentlich höhere Härte als jene der Grundmatrix, weshalb die Bearbeitbarkeit der Druckgussteile erschwert wird“.

Diesen Charakteristika war deshalb nachzugehen, um eine weitgehend gesicherte Aussage zur Bewertung des Fehler-Phänomens zu erhalten.

Zunächst wurde das EDX-Spektrum des Werkstoffs in der „Spritzkugel“ ermittelt. Das Ergebnis zeigt **Abb. 3**. Es ist deutlich erkennbar, dass es sich beim Werkstoff der „Kugel“ um eine Al-Legierung mit Anteilen von Si, Fe, Cr und Mn handelt. Um weitere Schlussfolgerungen ableiten zu können, wurde auch noch das EDX-Spektrum in der Randzone der „Kugel“ und im umgebenden Werkstoff untersucht.

Geht man den Argumenten zur näheren Beschreibung einer „Spritzkugel“ nach, wie sie vorstehend auszugsweise in [1] wiedergegeben wurden, so müsste sich das Gefüge in der Kugel deutlich von demjenigen des umgebenden Werkstoffs unterscheiden. Es wird eine feindendritische Struktur erwartet. Nach Ätzen des angeschliffenen Bruchstücks des Bauteils mit einem Ätzmittel aus 25 ml Methanol, 25 ml Salzsäure, 25 ml Salpetersäure und 1 Tropfen Flußsäure ergibt sich ein Eindruck, wie ihn **Abb. 4** vermittelt.

Durch das Ätzen wurden Gefügebestandteile aus der umgebenden Fläche gelöst, sodass sich eine kraterartige, gröbere Struktur zeigt.

Zunächst scheint nach den vorstehenden Ausführungen und den Informationen aus dem Fachschrifttum die Aussage, dass es sich im beobachteten Fall um eine „Spritzkugel“ handelt, einigermaßen zutreffend. Trotzdem äußerten mehrere Fachleute ihre Bedenken hinsichtlich dieser Wertung und äußerten Zweifel.

In mehreren Debatten mit intensivem Gedankenaustausch wurden folgende Argumente vorgetragen, die die Zweifel bestärken:

Bei dem untersuchten Bauteil handelt es sich um ein dünnwandiges Al-Druckgussteil mit den begrenzten Hüllkörperabmessungen von 200 mm x 170 mm x 230 mm. Die Bedingungen für die Herausbildung von Spritzkugeln sind in dem engen Formhohlraum begrenzt.

Das Versuchsteil wurde im Rahmen grundsätzlicher Untersuchungen zur Korrelation zwischen den Einflussparametern auf den Gießvorgang und der Qualität der unter diesen Bedingungen gefertigten Druckguss-

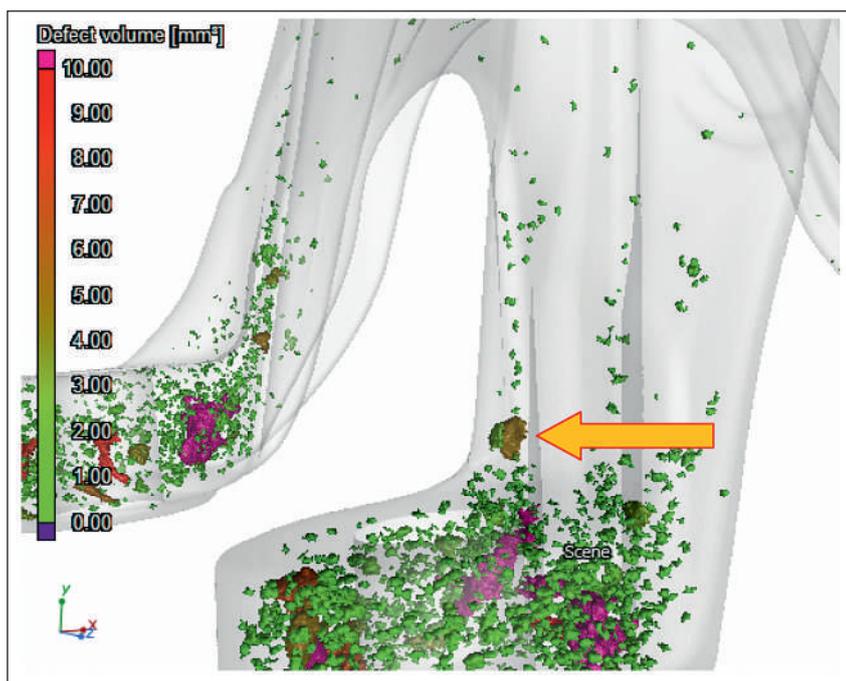


Abb. 5 (links): Glaskörperdarstellung des untersuchten Gussteils mit dem angezeigten Fehler

Abb. 6 (unten): Tomografischer Schnitt durch die Fehlstelle



teile erzeugt [5]. Deshalb kann auch eine exakte Aussage zu den speziellen Bedingungen beim Gießen getroffen werden: Die Geschwindigkeit des Metallstroms am Anschnitt betrug 62,5 m/s und die Formfüllzeit 0,027 s. Das sind Werte, die nicht als extrem bezeichnet werden können (bekannte Extremwerte im angesprochenen Unternehmen betragen 70 bis 90 m/s).

Wie das im Elektronenmikroskop gewonnene Aufmacherfoto zeigt, kann man das geometrische Gebilde des Fehlers als fast perfekte Kugel bezeichnen. Solcherart geometrische Gebilde sind nur extrem selten im Ergebnis von „spritzenden Metallstrahlen“ zu erwarten. Vielmehr sind deformierte Formen das aus Erfahrung gewonnene Bild solcher Beobachtungen. Bereits dies legte den Gedanken nahe, nach anderen Vorgängen für die Fehlerentstehung zu suchen.

Eine der ersten Überlegungen zur weiteren Verfolgung der interessanten Fehlererscheinung war die nähere Untersuchung der vor dem Prüfvorgang auf Festigkeit durchgeführten tomografischen Untersuchungen. **Abb. 5** zeigt die Fehlerstelle in der Glaskörperdarstellung der tomografischen Aufnahme. Mit Unterstützung des Auswerteteams von Volumegraphics Heidelberg wurde diese Stelle einer näheren Betrachtung unterzogen. Eine der dabei gewonnenen Aufnahmen ist in **Abb. 6** wiedergegeben. Deutlich ist die kugelförmige Ausbildung der Fehlerstelle erkennbar.

2. Andere Überlegungen zur Entstehung des Fehlers

Die angezweifelten Bedingungen für das Entstehen von Spritzkugeln im untersuchten Praxisfall veranlassten zu Überlegungen über andere Ursachen für das Auftreten des beobachteten Fehlers und die daraus folgenden Wirkungen. Gedanklich scheint folgender Ablauf des Entstehens der beobachteten Fehlererscheinung vorstellbar und wird nachstehend erläutert. Der Ablauf ist in **Abb. 7** schematisch dargestellt.

In **Abb. 7a** ist gezeigt, dass das Gießmetall der Schmelze mit hoher Geschwindigkeit in den Formhohlraum strömt und eine Gasblase mitreißt. Die Energie des Metallstrahls weist eine hohe Geschwindigkeitshöhe und nur eine geringe Druckhöhe auf. Die Gasblase bleibt während des Strömens nahezu unverändert erhalten. Erreicht der Flüssigmetallstrom das

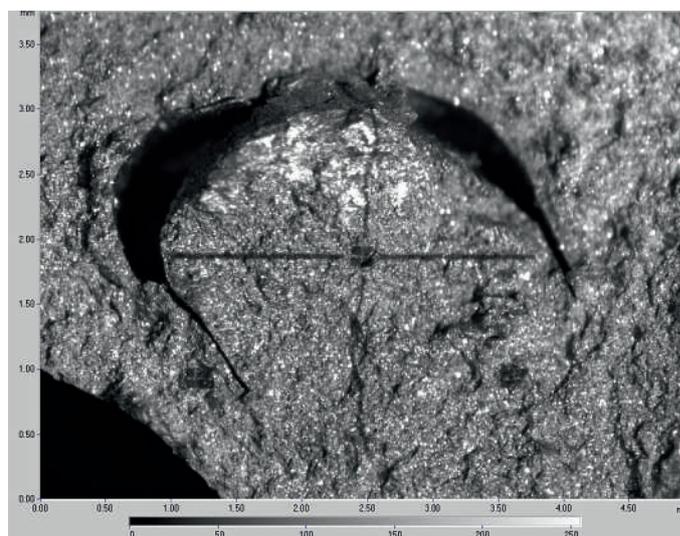
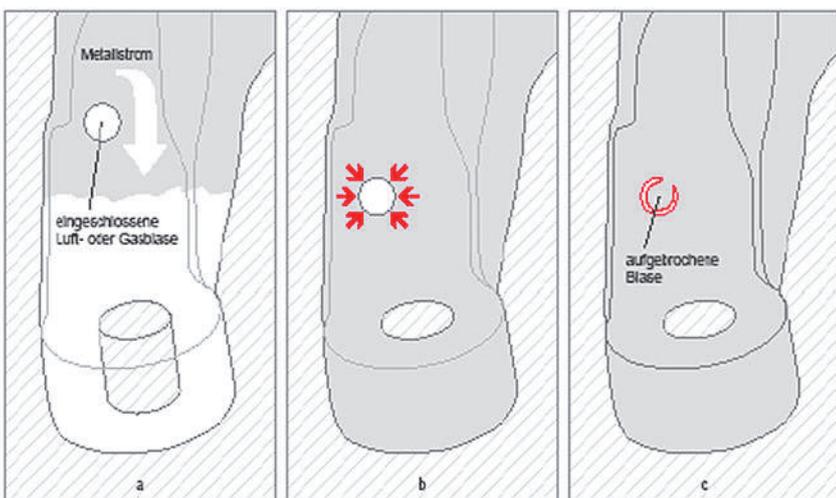


Abb. 8: Lichtmikroskopische Aufnahme des Fehlers in der Bruchfläche

Ende des Formhohlraumes, so staut er zurück (**Abb. 7b**). Die Druckhöhe steigt extrem schnell an. Das bewirkt einen hohen Druck auf die Gasblase. Schließlich reißt die Außenhaut der Gasblase an einer Schwachstelle auf. Flüssiges Metall dringt in die Gasblase ein. Die Außenhaut der Blase ist während des Gesamtablaufs derart verfestigt, dass sie jedoch nicht mehr aufschmilzt. Mit Abkühlung des Metalls bildet sich ein nahezu ideal ausgeprägter, kugelförmiger Körper, der sich deutlich von der Grundschmelze abgrenzt. Der Spalt zwischen dem kugelförmigen Fehler und dem Grundwerkstoff ist im untersuchten Fall sicherlich durch den Prüfversuch aufgeweitet.

Abb. 8 zeigt eine lichtmikroskopische Aufnahme der beobachteten Fehlerstelle in der Bruchfläche des Bauteils.

Für eine Wertung, um welche Art der Fehlerentstehung es sich handelt, wurde, wie vorstehend bereits angeführt, ein EDX-Spektrum von der Randzone der „Spritzkugel“ und ein solches vom umgebenden Werkstoff angefertigt. Die Ergebnisse zeigen die **Abbn. 9a u. 9b**. Aus **Abb. 9a** kann gefolgert werden, dass der kugelförmige Fehler von einer Oxidhaut überzogen ist. Vorstellbar ist die Bildung einer derartigen Oxidhaut nach beiden beschriebenen Vorgängen.



3. Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Der im gegenständlichen Bericht beschriebene Fehler steht wegen der geringen Häufigkeit seines Auftretens nicht im Mittelpunkt der qualitätssichernden Arbeit in den Druckgießereien. Trotzdem ist seine Erscheinung interessant und fordert zu Überlegungen und Untersuchungen zu dessen Vermeidung heraus. In Druckgussteilen, in deren Formhohlraum die Bedin-

Abb. 7: Ablauf des gedachten Fehlerbildungsprozesses in schematischer Darstellung

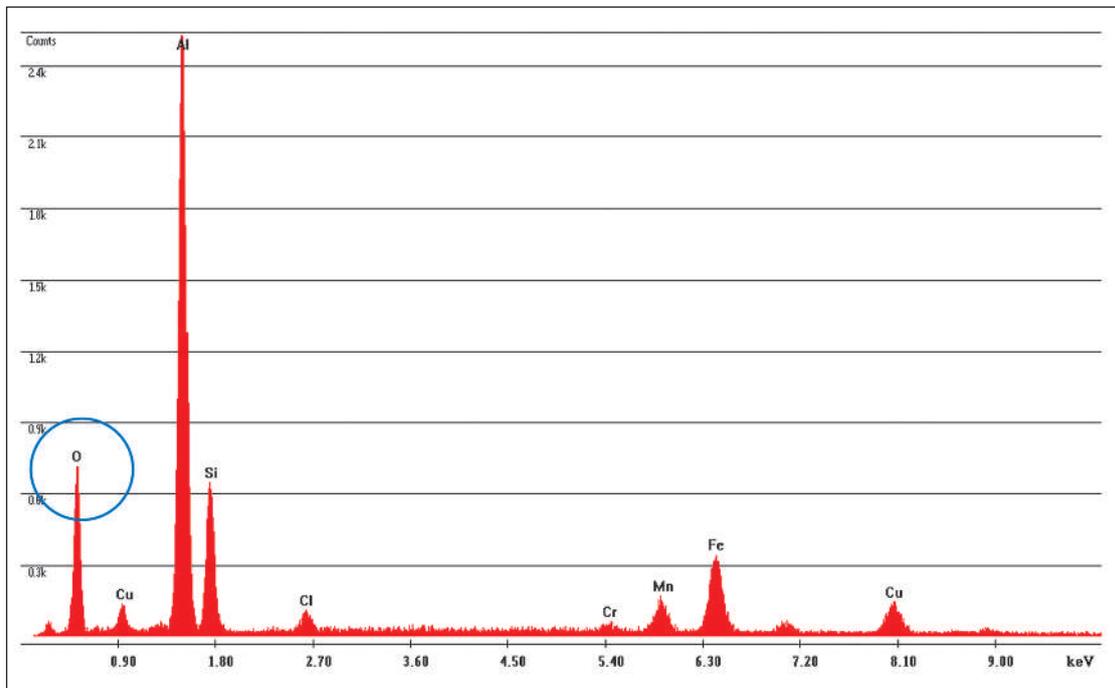


Abb. 9a: EDX-Spektrum der Randzone der „Spritzkugel“ mit deutlicher Anzeige von Sauerstoffgehalt

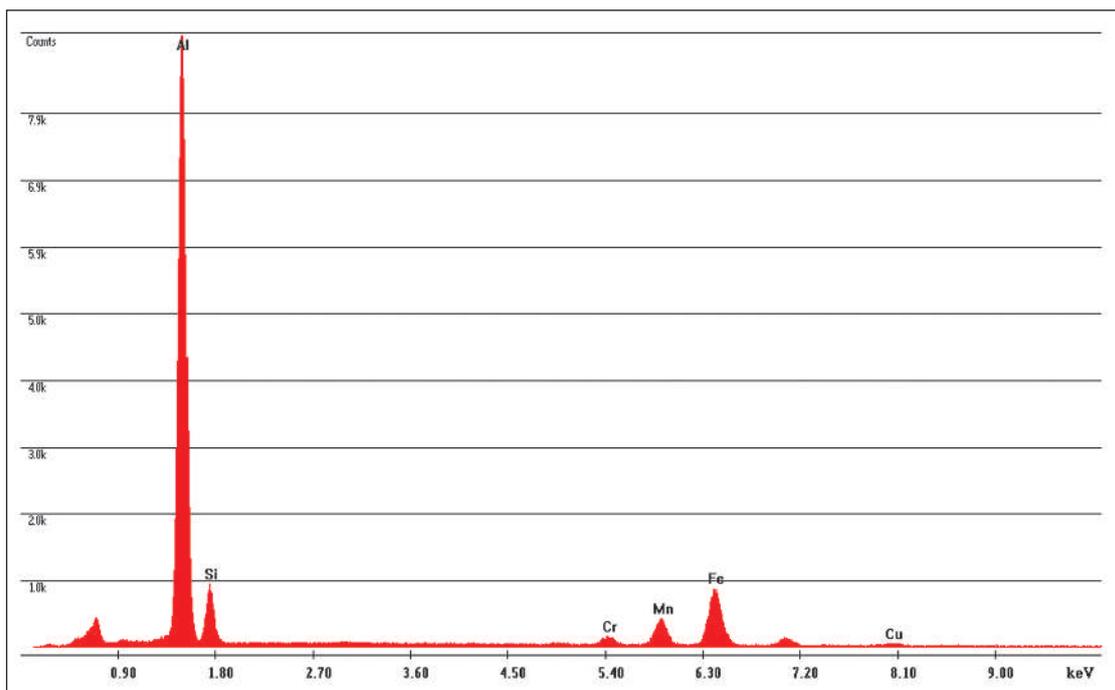


Abb. 9b: EDX-Spektrum des die „Spritzkugel“ umgebenden Werkstoffes

gungen für das Entstehen von Spritzkugeln sich als noch günstiger erweisen, ist es sicherlich erforderlich, erhöhte Bemühungen zur Vermeidung der Spritzkugeln aufzubringen. Deshalb wird man der Strömungsführung des einströmenden Flüssigmetalls besondere Aufmerksamkeit widmen müssen. Es ist sicherlich damit möglich, nicht nur das Entstehen von Spritzkugeln zu reduzieren, sondern auch deren Lage im Gussteil zu beeinflussen. Damit können Erschwernisse bei der spanenden Bearbeitung der Gussteile vermieden oder verringert werden.

Im untersuchten Fall kann wegen der geringen Zahl der bisher auf statische Festigkeit geprüften Teile noch

keine endgültige Aussage getroffen werden, ob es sich um einen zufälligen oder systematischen Fehler handelt. Im letzteren Fall wären Schlussfolgerungen für das Gießen der Teile zu ziehen.

Verfolgenswert ist auch das Auftreten ähnlicher oder gleicher Fehler in Druckgussteilen, deren Formen die Ausbildung von „Flüssigmetall-Spritzern“ wenig oder gar nicht ermöglichen. Es ist interessant aufzudecken, ob sich die in Abschnitt 2 angedachte und vermutete Fehlerbildung bestätigen lässt.

Die Vielfalt der Untersuchungsergebnisse lässt erkennen, dass aus der Untersuchung eines zufällig gefundenen Fehlers eine große Zahl von weiteren Er-

kenntnissen gewonnen werden kann. Die Autoren sehen sich auf Grund der gefundenen und teilweise widersprüchlichen Untersuchungsergebnisse nur bedingt in der Lage, sich für die eine oder andere Art der Entstehung des beschriebenen Fehlers zu entscheiden. Sie wären erfreut, wenn dieser Beitrag zu einer Diskussion mit anderen Fachkollegen führen könnte, die gewinnbringend für viele engagierte Druckguss-Spezialisten wäre.

Gerade erst der jüngste Gedankenaustausch mit einem im täglichen Betrieb an zahlreichen unterschiedlichen Druckgießmaschinen und in zahlreichen Druckgießereien tätigen Spezialisten [6] hat ergeben, dass von ihm sogar hervorragend ausgebildete Paraffin-Kugeln, aus dem Kolbensmiermittel stammend, in einem Abguss gefunden wurden.

Ein breiter Erfahrungsaustausch verspricht immer einen gedeihlichen und wertvollen Erkenntniszuwachs.

4. Literatur

- [1] Hasse, St., GIESSEREI-LEXIKON, Fachverlag Schiele & Schön, Berlin 2008, S. 1148.
- [2] Anonym, Gussfehler-Atlas Band 2, Stahlguss, Temperguss, Kupfer-, Aluminium- und Magnesium-Legierungen, GIESSEREI-Verlag GmbH Düsseldorf 1956
- [3] Autorenkollektiv, CASTING DEFECTS HANDBOOK Aluminum & Aluminum Alloys, American Foundry Society 2010
- [4] Anonym, Gussfehler-Atlas, GIESSEREI-Verlag Düsseldorf, 2. Auflage 1971
- [5] Autorenkollektiv, Keine Episode – Zunehmende Anwendung des schnellen Computertomographen in der Druckgießtechnik, GIESSEREI 102(2015), Nr. 04, S. 40/45
- [6] Persönliche Mitteilung F. Hoffmann, Fa. Bühler, Juni 2015



EUROGUSS 2016

mit 16. Deutschem Druckgusstag
Nürnberg, 12.–14. Januar 2016

**Drei Fragen an Gerd Röders,
den Vorsitzenden des Verbandes Deutscher Druckgießereien (VDD)**

Seit vielen Jahrzehnten ist Druckguss ein erfolgreiches industrielles Gussverfahren für die Serien- oder Massenproduktion von Konstruktionsteilen. Das bleibt auch in Zukunft so, versichert Gerd Röders, Vorsitzender des Verbandes Deutscher Druckgießereien (VDD). Wir sprachen mit ihm im Vorfeld der Fachmesse EUROGUSS (12.–14. Januar 2016, Nürnberg) über den Leichtbautrend im Automobilbau, innovative Fertigungsverfahren wie den 3-D-Druck und das Vortragsprogramm des Internationalen Deutschen Druckgusstages.

1. Herr Röders, die Automobilindustrie – der größte Kunde der Druckgießereien in Deutschland – steht bezüglich der von der EU verordneten Reduzierung der CO₂-Emissionen von Neuwagen vor großen Herausforderungen. Bis 2020 soll der Ausstoß bei 95 Gramm CO₂/km für neue Personenkraftwagen liegen. Leichtbau und Downsizing der Motoren, also die Steigerung der Effizienz bei gleichzeitiger Reduzierung des Gewichts, sind die Antworten der Automobilhersteller darauf. Welche Auswirkungen hat diese Entwicklung auf die Druckguss-Branche?

Die Entwicklung immer neuer Komponenten im Druckguss geht rasant voran. Ob bei Strukturbauteilen, Komponenten für Elektromotoren oder intelligenten Bauteilen für die Regelung der herkömmlichen Motoren – überall wird versucht, von den hervorragenden Möglichkeiten des Druckgießens Gebrauch zu machen. Die Druckgießer verschieben dabei gemeinsam mit den Maschinenherstellern, Legierungslieferanten und Weiterverarbeitern durch ständige Innovationen die Grenzen unseres Verfahrens. Es ist erstaunlich, welche innovative Lösungen und Bauteile hierbei entstehen, einige davon werden sicherlich auf der nächsten EUROGUSS wieder die begehrten Preise des Gesamtverbands der Aluminiumindustrie (GDA) bzw. der Initiative Zink erhalten, die im Rahmen der Druckgusswettbewerbe ausgelobt sind.

2. Der Hype um 3D-Druck ist derzeit in aller Munde und macht auch vor Druckgießereien nicht Halt. Das Bundesministerium für Bildung und Forschung hat vor kurzem zu einem Technologiegespräch zum Thema nach Bonn eingeladen. Wird künftig nicht mehr gegossen, sondern nur noch gedruckt?

Der Megatrend neben der Individualisierung durch additive Fertigung ist die Standardisierung. Hier hat der Druckguss große Vorteile: In wenigen Sekunden werden fertige Bauteile produziert. Und mit modernen CAD/CAM-Methoden können auch die Werkzeuge in kurzer Zeit hergestellt werden. Damit ist der Guss auch weiterhin ein günstiges Verfahren für hohe Serien. Aber auch Ansprüche an Oberflächen lassen sich im Guss besser darstellen als beim 3D-Druck. Auf der anderen Seite erlaubt der 3D-Druck eine höhere Flexibilität. Inwieweit der 3D-Druck durch günstige Maschinen einmal wettbewerbsfähig für die Großserie ist, bleibt abzuwarten. Druckguss wird in meinen Augen genauso weiter nachgefragt sein wie der 3D-Druck. Ich persönlich halte diese neuen Technologien für sehr spannend und bin sicher, dass sie sich rasch etablieren werden. Aber neben dem 3D-Druck wird es auch in 100 Jahren noch andere Fertigungsverfahren geben und bei den Fortschritten der Gießereiindustrie wird der Druckguss in meinen Augen sicher eines davon sein.



Gerd Röders, Vorsitzender des Verbandes Deutscher Druckgießereien (VDD)

3. Im Januar veranstaltet der VDD wieder den Internationalen Deutschen Druckgusstag auf der Fachmesse EUROGUSS in Nürnberg. Das Programm wird Ende des Jahres veröffentlicht. Verraten Sie uns dennoch vorab, ob schon spannende Vorträge feststehen?

Auch der 16. Internationale Deutsche Druckgusstag soll das umfassende Angebot der EUROGUSS zum Thema Druckgießen widerspiegeln. Das heißt, es werden Vorträge entlang der gesamten Prozesskette des Druckgießens im Programm sein. Dabei wird es zum Beispiel um innovative Temperierkonzepte für die Auslegung der Druckgießformen gehen. Einige Vorträge werden auch das relativ abstrakte Thema Industrie 4.0 aufgreifen und zeigen, wie das sogenannte Internet der Dinge konkret in den Druckgießereien umgesetzt werden kann. Sicher werden auch spannende Vorträge zu den Themen Werkstoff- und Bauteilentwicklung zu hören sein. Ich bin überzeugt, dass für jeden Messebesucher etwas Interessantes dabei sein wird.

Quelle: Presseinformation der EUROGUSS vom September 2015



Das MAGMAacademy-Programm 2015 – alle Termine der MAGMA im Überblick

Das umfangreiche Angebot der
MAGMA Gießereitechnologie GmbH,
D-52072 Aachen, Kackertstraße 11,
Tel.: 0241-88901-0, Fax: 0241-88901-62,
an Seminaren, Workshops, Schulungen siehe unter:

www.magmaacademy.de bzw. unter <http://www.magmaacademy.de/de/academy/downloads.html>



Der NEWCAST Award 2015

Seit der ersten NEWCAST im Jahre 2003 ist der Award besonderes Highlight der „Bright World of Metals.“



Messe-Geschäftsführer Joachim Schäfer bei der Ehrung der Preisträger im Forum des bdguss in Halle 13. (Foto: Constanze Tillmann © Messe Düsseldorf GmbH)

In diesem Jahr konnte Messe-Geschäftsführer Joachim Schäfer in einer feierlichen Zeremonie am 17. Juni die Gebrüder Kemper GmbH aus Olpe/Deutschland, MWS aus Kufstein/Österreich sowie das Schweizer Unternehmen Georg Fischer Automotive aus Schaffhausen auszeichnen.

Den ersten Preis in der Kategorie „Beste Substitution eines anderen Fertigungsverfahrens“ gewann die Firma Georg Fischer Automotive.

Martin Guthoff vom Technical Product Management des Unternehmens sowie Dr. Martin A. Stehle, Sales Director, wurden für die Entwicklung einer Konsole für Fahrerhauslagerung bei Nutzfahrzeugen ausgezeichnet. Produziert wird das im Eisensandguss gefertigte Bauteil am Automobilgussstandort des Unternehmens im deutschen Singen.



V.l.n.r.: Joachim Schäfer, Geschäftsführer der Messe Düsseldorf, gratuliert Martin Guthoff und Dr. Martin A. Stehle von der Firma Georg Fischer Automotive zum Preis für die „Beste Substitution eines anderen Fertigungsverfahrens“. Rechts im Bild: Moderator Arne Birken. (Foto: Constanze Tillmann © Messe Düsseldorf)



GF Automotive gewinnt mit seiner Konsole für die Fahrerhauslagerung eines LKW © Georg Fischer Automotive AG

Das prämierte Bauteil von GF ist 13% leichter als sein Vorgänger in Schmiedestahl. Dazu bietet es bei hoher Funktionsintegration und Montageerleichterung auch eine Kostenersparnis und zeigt so den Vorteil von Guss im Vergleich zu anderen Fertigungsverfahren auf.

Eine intensive Werkstoffentwicklung und eine zielgerichtete Analyse der Kennwerte des SIBODUR Werkstoffs standen am Anfang der Entwicklung. Gemeinsam mit dem Kunden wurden wichtige Meilensteine mit der Validierung des Designs in der Simulation und der Erprobung des Bauteils im Versuch durchschritten. Das positive Ergebnis beim Crashtest des Fahrzeugs bildet die Bestätigung der gelungenen Projektarbeit.

Ein breit aufgestelltes Team aus Mitarbeitern des Kunden, von Georg Fischer aus Singen und aus Schaffhausen hat gemeinsam ein Ziel verfolgt, darum gekämpft und gewonnen. Das Bestehen aller Prüfungen und die Freigabe zur Serienlieferung sind die Belohnung für den Einsatz und die Arbeit des Teams.

Dr. Martin Stehle, Leiter des Verkaufs bei GF in Singen nahm den Preis entgegen: „Wir freuen uns sehr über diesen Preis. Durch diese Teamleistung konnten wir zeigen, dass Bauteile wie dieses, die Zukunft in Guss darstellen. Die enge Zusammenarbeit mit dem Kunden, die zielorientierte Teamarbeit und die technische Kompetenz in Entwicklung und Fertigung eröffnen uns neue Segmente und neue Produktgruppen für den Eisenguss.“

Gussteil mit der besten Funktionsintegration

Für Kemper nahmen Vertriebsleiter Thomas Funke und Entwicklungsingenieur Sebastian Ruhland von Moderator Arne Birken den Preis für das „Gussteil mit der besten Funktionsintegration“ entgegen. Ausgezeichnet wurde das Anschlussstück „Aqa Perla Professional“, das im Sandgussverfahren hergestellt wird. Eingesetzt wird Aqa Perla im Bauwesen und bei der Trinkwasseraufbereitung.



V.l.n.r.: Messe-Geschäftsführer Joachim Schäfer, sowie Thomas Funke (Vertriebsleiter) und Sebastian Ruhland (Entwicklungsingenieur) von der Firma Kemper mit dem Preis für das "Gussteil mit der besten Funktionsintegration". (Photo: Constanze Tillmann © Messe Duesseldorf)

Das Anschlussstück für die Aqa-Perla Weichwasseranlage ist das „Gussteil mit der besten Funktionsintegration“ 2015 © Gebr. Kemper GmbH + Co. KG Metallwerke



Die komplexe Konstruktionsaufgabe bestand darin, die Aufnahme von Funktionseinheiten zum Mischen und Messen/Zählen sowie zum Probenehmen und zur Rückflussverhinderung in einem Anschlussstück gleich mehrfach zu realisieren. Die Jury bescheinigte KEMPER mit der Verleihung des Awards, diese Aufgabe herausragend gelöst zu haben.

Die KEMPER Forschungs- und Entwicklungsabteilung erstellt gemeinsam mit dem Kunden eine prozessoptimierte Lösung von der 3D-CAD-Konstruktion bis zur fertigen Systemlösung. Computer Aided Manufacturing ist hier das Stichwort. Das garantiert Sicherheit im Produktionsprozess. Die computergestützte Guss-Simulation unterstützt einen qualitätsgesicherten, umwelt- und ressourcenschonenden Gießprozess.

In der modernen Sandgießerei werden 2.500 unterschiedliche Bauteile für mehrere hundert Kunden im In- und Ausland gegossen. KEMPER ist Spezialist und Trendsetter für gewichtsoptimierte, strömungsgünstige Gussteile, innovative Werkstoffentwicklungen und umweltbewusste Fertigungsverfahren. Jährlich verarbeitet KEMPER 3.300 Tonnen Guss zu Kundenguss und Armaturen. Mittels vollautomatischer Kernherstellungsverfahren werden jährlich Sandkerne für ca. 7,5 Mio. Gussteile gefertigt.

Der Award für die „Beste gießtechnische Lösung mit Erweiterung der gießtechnischen Grenzen“ schließlich ging an MWS.



Hans Zeller (Vertriebs- und Marketingleiter, 2. v. links) und Josef Stiegler (CEO, rechts) von der Firma MWS nehmen den NEWCAST Award für die Entwicklung eines Carrier Modules auf der GMTN 2015 an. (Photo: Constanze Tillmann © Messe Düsseldorf)

CEO Josef Stiegler sowie Vertriebs- und Marketingleiter Hans Zeller erhielten ihn für die Entwicklung eines Carrier Modules, das im Aluminium-Sandgussverfahren gefertigt wird und im Fahrzeugbau zum Einsatz kommt. Für diesen Zellmodulträger wurde am Standort Friedrichshafen in eine eigene Fertigungslinie samt Bearbeitungsanlagen investiert.



Mit dem dritten NEWCAST-Award ausgezeichnet wurde diese gekühlte hochspannungsfeste Batteriehalterung für Elektrofahrzeuge © MWS

Das Unternehmen präsentierte sich auf der NEWCAST im Juni 2015 mit diversen Exponaten und konnte seine Leistungsfähigkeit in der Entwicklung und Fertigung von Aluminium-Sand- und Kokillengussteilen bis hin zur Lieferung von kompletten einbaufertigen Systemen einer Vielzahl interessierter Fachbesucher vorstellen.

Geschäftsführer Josef Stiegler freut sich daher nicht nur über die Auszeichnung, sondern zieht auch eine äußerst positive Bilanz der Messe: „Der Preis für die „beste gusstechnische Lösung“ unter den vielen hundert Ausstellern unterstreicht den besonderen Anspruch an Entwicklung und Technik, den die MWS als größtes Sandgussunternehmen in Europa an sich stellt: nämlich die wirklich beste Lösung für unsere Kunden zu finden“.



Quelle: Frank Lindner, Der Newcast Award 2015, www.newcast.de

Veranstaltungskalender

Weiterbildung – Seminare – Tagungen – Kongresse – Messen

Der Verein Deutscher Gießereifachleute bietet in seiner VDG-Akademie im Jahr 2015 noch folgende Weiterbildungsmöglichkeiten an:

Datum:	Ort:	Thema:
2015		
21.10.	Düsseldorf	Europäische Normen für Gusswerkstoffe und Gussstücke
22./23.10.	Bad Dürkheim	Technologie des Feingießens – Innovation durch fundiertes Wissen
22./23.10.	Düsseldorf	Metallurgie und Schmelztechnik der Eisen-Gusswerkstoffe im Kupolofen
22./23.10.	Düsseldorf	Fortbildungslehrgang für Immissionsschutzbeauftragte in Gießereien
26./27.10.	Düsseldorf	Die neue ISO 9001:2015/Die neue ISO 14001:2015
03./04.11.	Düsseldorf	FMEA für Gießereiprodukte und gießereitechnische Prozesse
05./06.11.	Düsseldorf	Werkstoffkunde der Gusseisenwerkstoffe
13.11.	Düsseldorf	Anwendung der Konstruktion in der Gussherstellung – Kokillenguss
19./20.11.	Kassel	Gesundheitsmanager/in in Gießereien – 4. Modul Praxisprojekt
19./20.11.	Bad Dürkheim	Gießerei 4.0-Symposium
19./20.11.	Aalen	Fertigungsgerechte Projektierung von Gussteilen aus Grau- und Sphäroguss
23./24.11.	Düsseldorf	Konstruieren mit Gusswerkstoffen
25./27.11.	Duisburg	Grundlagen der Gießereitechnik für Al-Gusslegierungen
30.11.	Düsseldorf	Gefügebildung und Gefügeanalyse der Al-Gusswerkstoffe
01./02.12.	Düsseldorf	Formstoffbedingte Gussfehler
02./04.12.	Düsseldorf	Führungskompetenz für die betriebliche Praxis
07./09.12.	Düsseldorf	Formfüllung, Erstarrung, Anschnitt- und Speisertechnik bei Gusseisen-Werkstoffen
08./10.12.	Soltau	Wettbewerbsvorteil durch schnelles Rüsten – SMED
09./11.12.	Düsseldorf	Formfüllung, Erstarrung, Anschnitt- und Speisertechnik bei NE-Gusswerkstoffen
14./15.12.	Düsseldorf	Metallographie der Gusseisen-Werkstoffe
16./17.12.	Düsseldorf	Metallurgische Gussfehler in Eisen-Gusswerkstoffen

Änderungen von Inhalten, Terminen und Veranstaltungsorten vorbehalten!

Ansprechpartner bei der VDG-Akademie: Dipl.-Bibl. Dieter Mewes, Leiter der VDG-Akademie, Tel.: +49 (0)211 6871 363, E-Mail: dieter.mewes@vdg-akademie.de | Frau Mechthild Eichelmann, Tel.: 256, E-Mail: mechthild.eichelmann@vdg-akademie.de | Frau Andrea Kirsch, Tel.: 362, E-Mail: andrea.kirsch@vdg-akademie.de | Frau Corinna Knöpken, Tel.: 335, E-Mail: corinna.knoepken@vdg-akademie.de | Martin Größchen, Tel.: 357, E-Mail: martin.groesschen@vdg-akademie.de
Die VDG-Akademie ist seit dem 4. September 2008 nach der Anerkennungs- und Zulassungsverordnung für die Weiterbildung (AZWV) zertifiziert.

Anschrift: VDG-Akademie, VDG-Verein Deutscher Gießereifachleute e.V, D-40549 Düsseldorf, Hansaallee 203, E-Mail: info@vdg-akademie.de, www.vdg-akademie.de

Weitere (internationale) Veranstaltungen:

2015		
28./29.10.	Paderborn	Einführung in die additive Fertigung (www.dgm.de)
03./05.11.	Leoben	MPPE 2015 – Int. Conf. on Materials, Processing a. Product Engineering (www.mppe.org)
04./05.11.	Berlin	Kupfer-Symposium 2015 (kupfersymposium@kupferinstitut.de)
09.11.	Braunschweig	GOM Inspect-Einführungseminar (www.gom.com/de/events)
10./11.11.	Bonn	Metallurgie u. Technologie d. Aluminium-Werkstoffe (www.dgm.de)
11./12.11.	Essen	2. Praxistagung „Energieeffizienz i.d. Thermoprozesstechnik“ (www.energieeffizienz-thermoprozess.de)

17./20.11.	Frankfurt a.M.	Formnext 2015 – Werkzeug- und Formenbau und additive Fertigungstechnologien (www.mesago.de/de/formnext/)
19./20.11.	Bad Dürkheim	Symposium Gießerei 4.0 (www.vdg-akademie.de)
23./25.11.	Essen	6. Ewi-Praxistagung „Schmelzen und Giessen von Eisen- und NE-Metallen“ (www.ewi-schmelzen.de)
02./04.12.	Kaohsiung	IMT Taiwan – International Metal Taiwan (www.IMTtaiwan.com)
08./09.12.	München	Kleben in der Industrie (www.euroforum.de/kleben)
2016		
12./14.01.	Nürnberg	EUROGUSS 2016 (www.euroguss.de) und 16. Int. Deutscher Druckgusstag
11./12.02.	Bochum	16. CAR-Symposium (www.car-symposium.de)
16./17.02.	Duisburg	1. Int. Deutsches Formstoff-Forum 2016 (info: christian.wilhelm@bdguss.de)
24.02.	Nürnberg	Schadensuntersuchungen an Al-Bauteilen (www.dgm.de/fortbildung)
28.02./04.03.	Ermatingen (CH)	Systematische Beurteilung Technischer Schadensfälle (www.dgm.de)
15./18.03.	Darmstadt	Einführung in die Metallkunde für Ingenieure u. Techniker (www.dgm.de)
17./18.03.	Aachen	Aachener Gießerei-Kolloquium (www.gi.rwth-aachen.de)
07./08.04.	Bad Ischl	60. Österreichische Gießerei-Tagung (office@ogi.at)
14./15.04.	Magdeburg	Deutscher Gießereitag 2016 (gabriela.bederke@bdguss.de)
16./19.04.	Minneapolis (USA)	CastExpo '16 (www.afsinc.org)
19./22.04.	Karlsruhe	Paintexpo – 6. Internationale Leitmesse für industrielle Lackiertechnik (www.paintexpo.com)
10./13.05.	Wien	Intertool 2016 (www.intertool.at)
11./13.05.	Prag	3 rd International Conference on Heat Treatment and Surface Engineering in Automotive Applications (www.htconference-prague2016.cz)
22./25.05.	Nagoya (J)	72th World Foundry Congress 2016 (www.thewfo.com)
29.05./03.06.	Graz	THERMEC 2016 – International Conference on Processing & Manufacturing of advanced Materials
30./31.05.	Seggau	CBC 2016 – 4 th Symposium on Carbon Based Coatings
31.05./02.06.	Stuttgart	Parts2clean – 14. Internationale Messe für industrielle Teile- und Oberflächenreinigung (www.parts2clean.de)
07./08.06.	Augsburg	wfb 2016 – Fachmesse f. d. Werkzeug u. Formenbau (www.wfb-messe.de)
13./17.06.	München	19 th WCNDT – World Conference on Non-Destructive Testing (www.wcndt2016.com)
14./16.06.	Erfurt	RapidTech – 13. Internationale Fachmesse + Tagung für Rapid-Technologien (www.rapidtech.de)
12./14.09.	Linz a.d. Donau	ECIC 2016 – 7 th Europ. Coke and Ironmaking Conf. (www.ecic2016.org)
13./17.09.	Stuttgart	AMB – Int. Ausstellung für Metallbearbeitung (www.amb-messe.de)
24./25.11.	Darmstadt	CastTec 2016 – Die Welt der Gusseisenwerkstoffe – Vielfalt für die Zukunft (www.casttec2016.com)
2017		
30.05./30.06.	Stuttgart	MEX-Moulding Expo 2017 (www.messe-stuttgart.de/moulding-expo)
<i>Für die Angaben übernimmt die Redaktion keine Gewähr!</i>		

Ausschreibung

6. Zink-Druckguss-Wettbewerb der Initiative Zink anlässlich der EUROGUSS 2016.

Informationen und Anmeldeunterlagen siehe: www.zink.de

Aus dem Österreichischen Gießerei- Institut des Vereins für praktische Gießereiforschung in Leoben

Tätigkeitsbericht 2014

Der Ausbau der Infrastruktur des ÖGI wie auch die gleichzeitige Abwicklung von Kunden- und Forschungs- und Entwicklungsprojekten für die Gießereiindustrie verlief im Berichtsjahr 2014 hervorragend. Neben den F&E-Aktivitäten mit Schlüsselkunden aus der Automobilindustrie sowie der zuliefernden Gießereiindustrie wurden internationale Projekte vertieft und erfolgreich durchgeführt.

Über die einzelnen Forschungsprojekte, die mit Projektbeteiligungen von österreichischen und deutschen Firmen abgewickelt wurden, wird im Weiteren berichtet. Diese F&E-Tätigkeiten ermöglichen es dem ÖGI, die Gießereiindustrie beim weiteren Ausbau des FEI-Potentials zu unterstützen und in Zusammenarbeit mit den österreichischen Gießereien deren individuelle F&E-Problemstellungen zielgerichtet zu bearbeiten. Besonders hervorzuheben ist, dass diese hochqualitativen Arbeiten zeitgleich mit den Umbauarbeiten im Gießereitechnikum und dem Bürozubau einhergehen.

Als Fortführung der Um- und Ausbauten am ÖGI wurde ein Bürozubau umgesetzt, der es ermöglicht, in Metallographie und Chemie zusätzlichen Platz für Modernisierungen zu schaffen. Diese werden zum einen durch die geplanten Neuanschaffungen von Geräten und zum anderen durch eine Verbesserung der Infrastruktur umgesetzt. Außerdem entstehen dadurch räumliche Möglichkeiten für weitere Personalkapazitäten, die den Ausbau der Forschungstätigkeit weiter vorantreiben.

Im Gießereitechnikum wurde eine neue Sandaufbereitungsanlage inklusive Absaugung sowie ein Durchlauf-Wirbelmischer installiert. Damit verbunden waren weitere Investitionen in die Infrastruktur und auch in die Arbeitssicherheit. Die Umsetzung erfolgte durch die große Mithilfe der Mitarbeiter

und resultierte in einer „weißen“ Gießerei, über die im Nachfolgenden berichtet wird.

Im Gesamten betrachtet ermöglichen diese zukunftsweisende Infrastruktur und das FEI-Potential des ÖGI eine höchst effiziente Unterstützung für die österreichische Gießereiindustrie, wie auch der metallverarbeitenden Industrie.

Weiterbildungsaktivitäten

Schulungen und Seminare

Im Jahr 2014 wurden insgesamt 22 Schulungen und Seminare zu nachfolgenden Themen abgehalten:

- Allgemeine Schulungen (Al-Technologie, Gusseisentechnologie, Werkstoffprüfung)
- Druckguss-Technologie (3-tägiges Seminar)
- Radioskopieausbildung (5-tägiger Fachkurs mit Personenzertifizierung)
- Lehrlingsausbildung

Von den insgesamt 228 Teilnehmern kamen 145 aus der Industrie

und 83 waren Studenten der Montanuniversität. Seit dem Jahr 2004 haben damit über 1500 Personen die Weiterbildungsveranstaltungen des ÖGI besucht.

Die hohe Nachfrage aus der Industrie für einen Kurs im Fachbereich Druckguss (**Abb. 1**) hat sich auch im Jahr 2014 fortgesetzt. Das in Rücksprache mit der Industrie und erfahrenen Druckgusstechnologen erstellte Fortbildungsprogramm stellt eine neue Qualifizierungsmöglichkeit im Bereich Druckguss für die Meister- oder Vorarbeiterebene sowie für Konstrukteure und für Einkäufer dar. Das dreitägige Seminar bietet den Technologie-Neulingen eine Grundlage bzw. Weiterbildung, aber auch eine Auffrischung und Fortbildung für erfahrene Gießer und Technologen.

Das ÖGI ist die einzige Stelle in Österreich für Radioskopieausbildung der Stufen 1 und 2 nach EN ISO 9712 / M3041 und M3042. Im Berichtsjahr wurden 2 Fachkurse für Stufe 1 mit insgesamt 17 Teilnehmern durchgeführt.



Abb. 1: Druckgusserschulung

Forschung & Entwicklung

Für **Forschungsprojekte** im allgemeinen Interesse wurden Leistungs- und Investitionsförderungen durch projektgebundene Förderbeiträge der Forschungsförderungsgesellschaft (FFG) von rd. € 1.013.294,- genehmigt und abgearbeitet. Diese Projekte wurden auch vom Land Steiermark durch die SFG – Steirische Wirtschaftsförderungsgesellschaft – sowie von den Landeskammern kofinanziert und unterstützt. Den Förderstellen sei an dieser Stelle herzlich gedankt.

Im Rahmen der mit Mitgliedsbetrieben durchgeführten Gemeinschaftsforschung wurden mehrere Themenschwerpunkte bearbeitet:

- Alternative Formstoffe in der Gießerei
- Druckguss (CONAN)
- Aluminium Melting Competence Center (AMCC)
- OptiMatStruct (FFG-COIN)
- Hoch Si-haltiges Gusseisen (ESiCast)

Weiters wurden die folgenden Forschungsvorhaben mit Firmenbeteiligungen durchgeführt:

- High Performance Aluminium Based Bearings (MIBA-Laakirchen/FFG)
- Innoalloy (MIBA Laakirchen/FFG)
- Einflussgrößen auf ein homogenes Al-Gussgefüge (Borbet/FFG)

Auf europäischer Ebene wurden mehrere Projekte als wissenschaftliche Partner erfolgreich abgearbeitet:

- NEMO (EU/CorNet) (New Method of enhanced Quality Assessment by Computer Tomography for Castings)
- Doshormat (EU/FP7) (Prototype Development of an Ultrasound Degasser for Aluminium)
- Ablamod (EU/FP7) (Thermal Properties of re-entry Materials)
- Characterisation of demisable Materials (CHARDEM) (ESA/ESTEC)

Das ÖGI ist damit nicht nur bei Eigenprojekten, sondern auch zunehmend als zentraler Hauptpartner in von Firmen beantragten FFG-

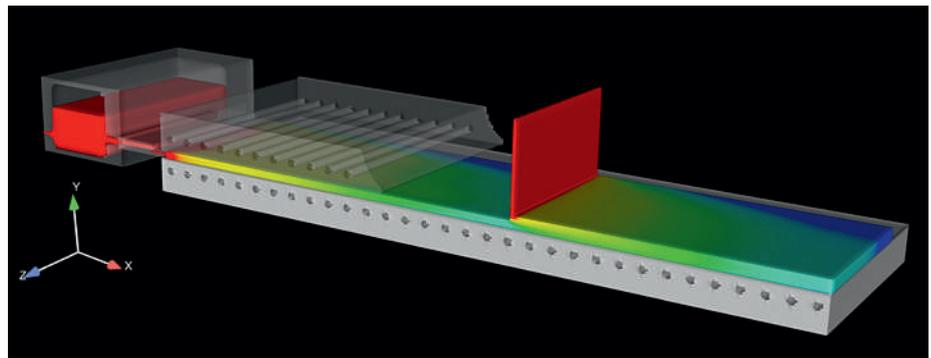


Abb. 2: Kontinuierlicher Verbundguss im Simulationsmodell der Prototypen-Gießanlage.

Projekten sowie darüber hinaus als nationaler und internationaler Partner in EU-Netzwerkprojekten vertreten. Hervorzuheben ist, dass die F&E-Tätigkeiten auch in 20 Vorträgen und 20 Veröffentlichungen in renommierten Zeitschriften und Tagungen Niederschlag gefunden haben.

Highly Innovative Production of Efficient Radial Bearings

HIPERBEAR 2.0

Ziel dieses 2013 gestarteten, von der Österreichischen Forschungsförderungsgesellschaft (FFG) geförderten mehrjährigen Projekts ist die Entwicklung eines Prozesses zum Verbundstranggießen von Aluminium-Werkstoffen. Das Projektkonsortium besteht aus der Fa. MIBA Gleitlager GmbH, Laakirchen, dem Lehrstuhl für Umformtechnik und Gießereiwesen der Technischen Universität München und der LKR Leichtmetallkompetenzzentrum Ranshofen GmbH. HIPERBEAR 2.0 ist das Nachfolgeprojekt des zwischen 2009 und 2013

erfolgreich durchgeführten Projektes HIPERBEAR und soll die gewonnenen grundlagennahen Erkenntnisse in die Entwicklung und Umsetzung einer Prototypen-Verbundgießanlage transferieren.

Für die Entwicklung dieser Prototypen-Gießanlage wurde der gesamte Gießprozess in einer dreidimensionalen Computersimulation abgebildet (Abb. 2). Damit können Prozessparameter wie zum Beispiel Gießgeschwindigkeit, Schmelztemperaturen und Kühlbedingungen schnell und einfach variiert und die Auswirkungen auf die Bandtemperatur untersucht werden. Die aus der Simulation gewonnenen Erkenntnisse fließen in die konstruktive Gestaltung der Anlage sowie Gießparameter für erfolgreichen Verbundguss ein.

Um begleitende Verbundgussversuche auch im Labormaßstab durchführen zu können, wurde zusätzlich eine Kleinanlage entwickelt, gefertigt und aufgebaut (Abb. 3). Die Anlage ist so ausgelegt, dass die Erprobung von verschiedenen Materialpaarungen



Abb. 3: Kleinanlage zur Durchführung von Verbundgussversuchen.

bei vorgewählter Substrat- und Schmelzetemperatur und unter definierten Gießgeschwindigkeiten ermöglicht wird. Um die thermischen Verhältnisse in der Verbundzone sowie den Schmelzefluss während des Verbundgießprozesses besser zu beschreiben und zu verstehen, wurde auch von dieser Kleinanlage ein 3D-Simulationsmodell entwickelt.

**Projekt „CONAN“
(FFG-Collective Research)**

Im Bereich Druckguss wurde unter dem Namen „CONAN – Casting Optimization by New Methods, Applications and Numerical Techniques“ ein neues Forschungsprojekt gestartet, welches als Ziel die Erforschung neuer und innovativer Themen, insbesondere aus dem Bereich Peripherie, Prozessoptimierung und Gussqualitätsverbesserung hat. Das Projekt mit insgesamt vier Jahren Laufzeit wurde im Rahmen der Collective-Research-Förderschienen der Österreichischen Forschungsförderungsgesellschaft (FFG) ins Leben gerufen. Aufbaue auf das sehr erfolgreiche FFG-Projekt COIN HP-Druckguss, welches im Oktober 2014 zum Abschluss gebracht wurde, wird Firmen die Möglichkeit geboten, einen Abgleich zwischen Theorie und Praxis zu erlangen, neue Methoden, Anwendungen und Technologien erproben zu lassen und diese auch in die eigenen Serienprozesse übernehmen zu können. Unmittelbar mit dem Projektstart konnte ein Arbeitskreis gebildet werden, der zum Ende 2014 eine stattliche Größe von 90 Teilnehmern, darunter OEMs, Gießereileiter, Anwender, Zulieferer und auch Praktiker vorweisen konnte.

Mit dem Start des ersten Projektjahres wurde das erste Ziel des Projektes angestrebt, nämlich der Aufbau und die Erneuerung der Infrastruktur der Abteilung Dauerformguss, um auch den Firmen adäquate Ergebnisse liefern und wie gewohnt am Puls der Zeit forschen zu können. Durch die großzügige und auch hinsichtlich Ingenieursleistung aufwendige Betreuung und Zuwendung einiger beteiligter Firmen konnte bereits im Jahr 2014 ein großer Schritt in diese Richtung gegangen werden. Als

Beispiel wurde von der Fa. Wollin ein vollautomatisiertes Sprühportal angeschafft, welches die standardi-

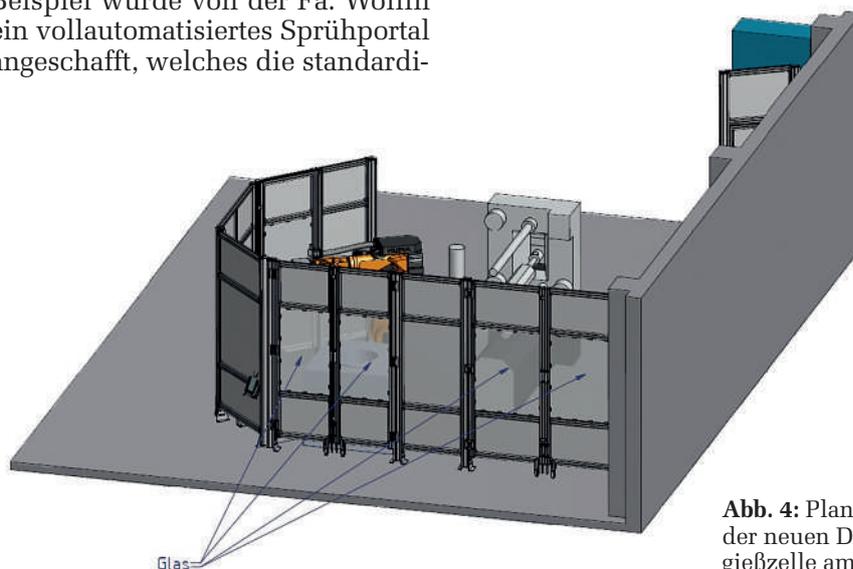


Abb. 4: Planung der neuen Druckgießzelle am ÖGI.

sierte Sprühung mittels Hand-sprühpistole zur Gänze ablöst.

Die Vorbereitungen für weitere Adaptionen der Druckgießanlage (**Abb. 4**) wurden bereits in Angriff genommen, so wurde durch eine intelligente Umstellung der Schaltschränke der DG-Anlagen und Peripherien der Platz im Bereich rund um die Bedieneinheit verdoppelt. Ein neuer Estrich und die Neuverlegung von Kabelführungen und -kanälen ebnet den Weg für die Implementierung einer neuen Roboterdosieranlage sowie neuer Peripherien, wie einer Vakuumanlage und neuer Kühlgeräte, welche für das Jahr 2015 bereits vorgeplant sind.

Die Roboterdosieranlage, welche in Form einer Sicherheitszelle ausgeführt und an die ÖGI-DG-Anlage

adaptiert wird, wurde gemeinsam mit den Firmen Bilfinger Chemserv (Systemintegrator) und KUKA (Roboterhersteller) geplant und speziell auf die Wünsche und Anwendungen des ÖGI abgestimmt.

**Projekt „Alternative
Formstoffe & Formstoffprüfung
für die Gießerei“
(FFG-Collective Research)**

Im laufenden Projektabschnitt 2014 (3 von 4) wurden folgende Themen behandelt:

Proben pressen & Proben rammen: Es wurde versucht, jene Pressdrücke zu ermitteln, welche 1, 2, 3, 4 und 5 Rammschlägen zur Herstellung eines 50/50 mm Ø/H-Grünsandprüfkörpers nach VDG entsprechen.

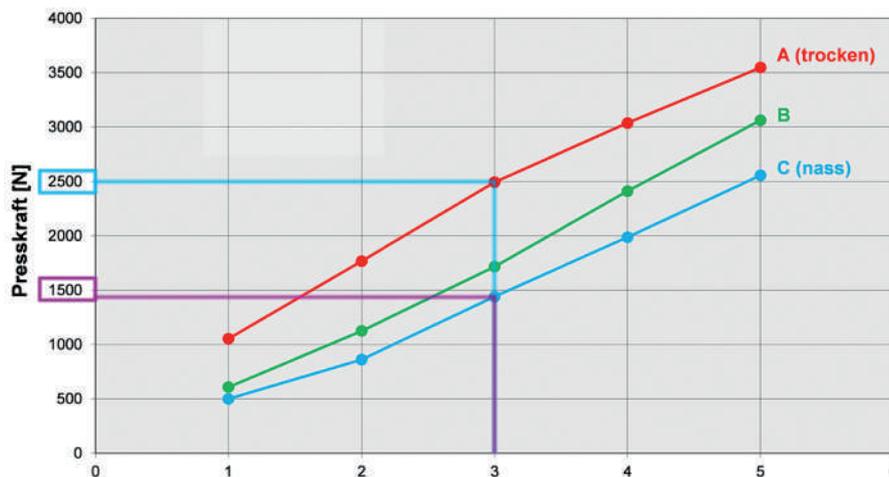


Abb. 5: Zusammenhang Rammschläge – Pressdruck für 3 unterschiedliche Grünsandmischungen: **A – trocken** (2,8 % H₂O), **B – feucht** (3,75 % H₂O) und **C – nass** (4,3 % H₂O).

Der Zusammenhang zwischen Rammschlägen und Pressdrücken ist linear ansteigend: Eine zunehmende Anzahl an Rammschlägen entspricht höheren Pressdrücken. Es zeigte sich aber auch klar, dass der Pressdruck von der Formstofffeuchte und somit von der Verdichtbarkeit abhängt. Für einen Sand mit hoher Feuchte (4,3 % H_2O) entsprechen die drei Rammschläge einem Pressdruck von 1500 N. Vergleichsweise für einen trockenen Formsand mit z. B. 2,8 % H_2O sind die klassischen drei Rammschläge mit 2500 N Pressdruck gleichzusetzen (**Abb. 5**).

Das Festigkeitsverhalten von Prüfkörpern, die mit drei bis fünf Rammschlägen verdichtet werden, ist ebenfalls linear ansteigend.

Sinterverhalten von Formstoffmischungen für Stahlgießereien im Bereich von 1250 bis 1600°C:

In ersten Prüfserien wurden Quarzsand und Zirkonoxidsand sowie fertige Mischungen, davon aus Regenerat, Neusand und verschiedenen gebräuchlichen Zugaben, getestet. Das Sinterverhalten wurde nach VDG P26 mit der Schiffchenmethode geprüft, die Auswertung erfolgte in einer neu erstellten 6-Stufen-Kategorie von „ungesintert, loser Sand“ – Stufe 1 – bis „gesamte Probe fest verbunden“ – Stufe 6.

Es zeigte sich, dass der in der Stahlgießerei gerne verwendete Zirkonoxidsand bereits bei sehr niedrigen Temperaturen viel leichter konglomeriert als der Quarzsand. REM-Untersuchungen zufolge dürfte dies auf eine „Schwitzreaktion“ zurückzuführen sein, die an der Oberfläche der Sandkörner zur Bildung einer niedrig schmelzenden Glasphase führt. Die Zirkonoxidskörner kleben dadurch bereits ab 1300 °C zusammen.

Echte Konglomeratbildungen entstehen durch Verunreinigungen, z. B. Ca- oder Ti-hältige Körner oder auch durch Beimengungen wie Eisenoxid. Diese bilden niedrig schmelzende Tröpfchen, welche aufschmelzen und so eine gewisse Menge an umliegenden Sandkörnern durch Clusterbildung verbinden.

In Randbereichen von Gussformen, die durch die Stahlschmelze bis 1600 °C belastet werden, können diese Clusterbildungen zum „Anbrennen der Form“ und zu unerwünschten Reaktionen zwischen Formstoff und Gushaut führen. Narbige Oberflächen sind die Folge.

Beispielbilder zeigen Versinterungen von Sandkörnern sowie Konglomeratbildungen infolge Verunreinigungen und Beimengungen im Formstoff, die zu niedrig schmelzenden Phasen führten (**Abb. 6**).

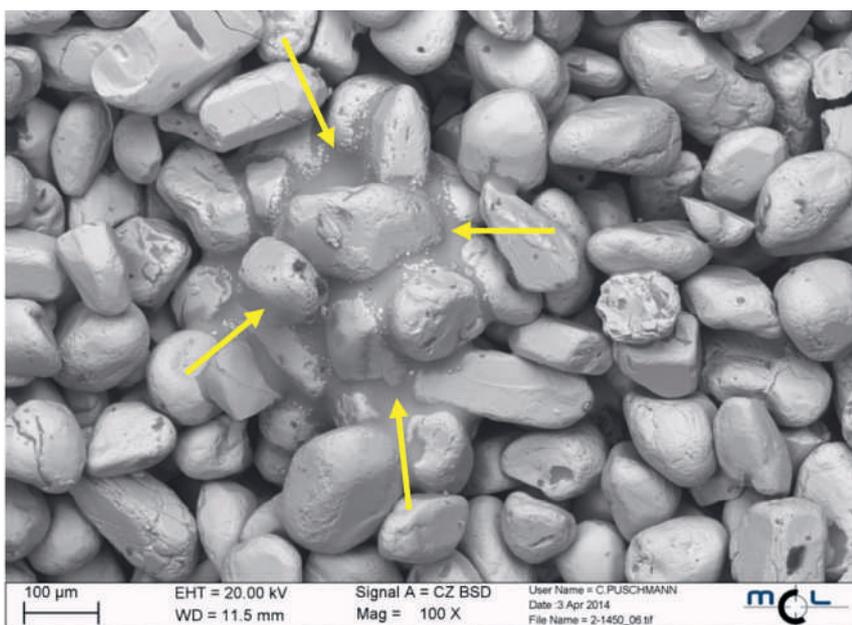


Abb. 6: Zirkonoxid-Sand, 5 min. gesintert bei 1450 °C: Niedrigschmelzende Phasen mit Fe, Ca, Mg, Al durch Verunreinigungen im Sand führen zu Versinterungen und zu Konglomeratbildungen. Nachweise durch REM-EDX-Analysen.

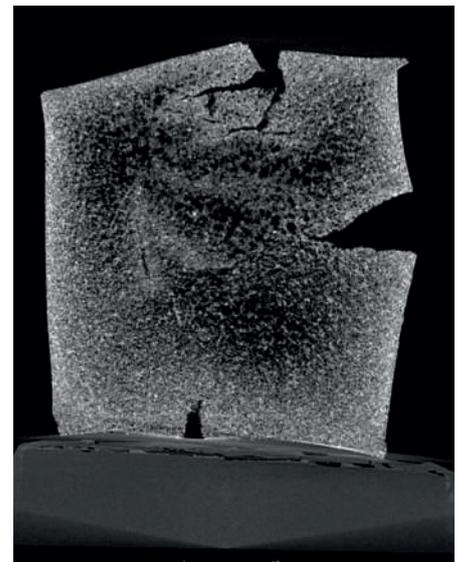


Abb. 7: Schnitt durch ein silikonbasiertes Material (AVIO) nach dem Durchströmen des heißen Gases beim Verbrennungsprozess im Plasmawindkanal.

Projekt „Advanced Ablation Characterization and Modeling – ABLAMOD“

Ziel des Projekts ist das vertiefte Verständnis der physikalischen Vorgänge bei der thermischen Belastung von Ablator-Materialien beim Wiedereintritt von Raumfahrzeugen in die Erdatmosphäre sowie deren numerische Modellierung.

Das Projekt wird im siebenten Rahmenprogramm der Europäischen Kommission unter Leitung des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) durchgeführt. Weitere Projektpartner sind Airbus Defence and Space, die italienische AVIO und das Centro Italiano Ricerche Aerospaziali, das Austrian Institute of Technology, die schottische University of Strathclyde und andere.

Die Aufgabe des Österreichischen Gießerei-Instituts in diesem Projekt ist die dreidimensionale Charakterisierung von verschiedenen Ablator-Werkstoffen mittels Röntgen-Computertomographie (**Abb. 7**).

Diese Werkstoffe auf Silikon-, Kork- und Kohlefaserbasis werden in ihrer Makro- und Mikrostruktur dargestellt und auf Basis dieser dreidimensionalen Dichteverteilung werden Rechenetze für die numerische Simulation der Ablation während des thermischen Schutzevorgangs generiert.

58. Österreichische Gießerei-Tagung am 24./25. April 2014 in Bad Ischl

Knapp 275 Teilnehmer aus sechs Ländern haben sich am 24./25. April 2014 in Bad Ischl zur 58. Österreichischen Gießerei-Tagung eingefunden, um fachspezifische Themen zu diskutieren und sich über neueste Entwicklungen auf dem Gießereisektor bei der begleitenden Zulieferausstellung zu informieren. Damit zählt die Tagung zu einer der größeren deutschsprachigen internationalen Gießerei-Tagungen im europäischen Raum, die vom Österreichischen Gießerei-Institut ÖGI, vom Lehrstuhl für Gießereikunde an der Montanuniversität Leoben und dem Verein Österreichischer Gießereifachleute VÖG organisiert wird. Die hohe Qualität der Vorträge und ein umfassendes und interessantes Rahmenprogramm fanden großen Anklang und hohes Interesse bei den Teilnehmern.

In den mehr als 22 Plenar- und Fachvorträgen wurde das Motto der Tagung „Gießen als Innovationsträger bei der Bauteilentwicklung: Material- und Energieeffizienz“ von den Vortragenden aufgegriffen und es wurde über neueste Forschungsergebnisse aus den Bereichen Metallurgie, Gießtechnologie sowie moderne und zukunftsweisende Optimierungsmöglichkeiten für Gießverfahren und Gussteile berichtet sowie Ausblicke in künftige Entwicklungen und Anforderungen an Gießer und Gussprodukte gegeben.

Neben den hervorragenden fachlichen Vorträgen, wofür den Referenten herzlicher Dank gilt, sind vor allem das Ambiente, das die Kurstadt Bad Ischl bietet, sowie die gute Stimmung und Atmosphäre unter der die Tagung abgewickelt wurde, hervorzuheben. Insbesondere der traditionelle Gießerabend, der in der Trinkhalle des Kurorts stattfand, ließ kulinarisch, aber auch unterhaltungsmäßig keine Wünsche offen und hat wesentlich zu einem ungezwungenen Erfahrungsaustausch unter den Fachkollegen beigetragen.



Abb. 8: Tagungsort Kongress & Theaterhaus Bad Ischl.

Büroaubau am ÖGI

In der zweiten Phase des Ausbaus wurde dem kontinuierlichen Wachstum des ÖGI Rechnung getragen und ein Büroaubau umgesetzt, der eine Erweiterung der Labore und zusätzliche Büros bietet. Die Erweiterung des Bürogebäudes (Abb. 9) umfasst rd. 250 m² und ermöglicht eine zukünftige Neugestaltung von Chemie und Metallographie.

Durch die gute Planung und konsequente Kontrolle konnte der Zubau sowohl termingerecht als auch ohne Kostenüberschreitung mit Ende des Jahres fertiggestellt werden. Durch den großen Einsatz der Mitarbeiter konnten bereits vor Weihnachten die Büros und das neue Sekretariat mit Empfang bezogen werden. Der 2. Bauabschnitt wurde somit sehr erfolgreich in der geplanten Zeit und mit den dafür vorgesehenen finanziellen Mitteln umgesetzt. Der neue Büroaubau besticht durch seine freundliche und helle Atmosphäre mit Blick auf das zum Institut gehörende Gelände. Innerhalb der Verwaltung sind kurze Wege entstanden und durch die direkte Anbindung an das Bürogebäude und die Nähe zum Technikum ist die Lage des Empfangs sehr günstig angeordnet. Besonders der neue Schulungs- und Multifunktionsraum (Abb. 10) besticht durch seine freundliche Atmosphäre.



Abb. 9: Außenansicht des Büroaubaus.



Abb. 10: Innenansicht des neuen Schulungsraumes.

Gießereitechnikum

Das Gießereitechnikum musste sich seit Bestehen immer wieder an die sich stetig wandelnden Anforderungen, vor allem hinsichtlich der Gerätschaften und der nötigen Infrastruktur, anpassen.

Im Jahr 2014 wurden die Infrastruktur und wesentliche maschinelle Anlagen im Gießereitechnikum erneuert. Dank einer Infrastrukturförderung durch das BMWFW, das die gemeinsame Anschaffung und den Betrieb von Großanlagen durch mehrere Institute fördert, konnte in Zusammenarbeit mit dem Lehrstuhl für Gießereikunde der Montanuniversität die 60 Jahre alte Sandaufbereitungsanlage durch einen neuen Eirich-Mischer Bez. R09 (**Abb. 11**) ersetzt und eine Hallenabsaugung inklusive Entstaubung und Luftrückführung von LHS installiert werden. Ein Dank gebührt den beiden Firmen, die bei der Preisgestaltung sehr entgegengekommen sind.

Zusätzlich und neu wurde ein Durchlaufmischer, Fabr. DWM 1-3 to/h, EG, installiert, der kostenlos von der Fa. Wöhr zur Verfügung gestellt wurde. Durch die Ausstattung mit zwei Pumpsystemen können sowohl organisch als auch anorganisch gebundene



Abb. 11: Eirich-Mischer mit Absaugung.

Formstoffmischungen hergestellt werden und ein Formsand-Wechselbehälter bringt zusätzliche Flexibilität, wenn verschiedene Sande zu Versuchszwecken eingesetzt werden. Damit ist das Technikum auf der Formstoffaufbereitungsseite hervorragend ausgestattet. Die Anlagen werden sowohl für die Formherstellung bei laufenden Forschungsprojekten eingesetzt, stehen aber auch interessierten Gießereien/Firmen für Versuche zur Verfügung bzw. werden auf diesen Anlagen auch Übungen mit Studenten abgehalten.

Auf der Dauerformseite wurde die Druckgießanlage mit zusätzlichen Peripheriegeräten ausgestattet und voll automatisiert. Neu hinzugekommen sind eine Messdatenerfassung, Fa. Electronics, ein Jet-Coolingsystem, Fa. Lethiguel, ein

Formsprühgerät, Fa. Wollin, ein Dosierroboter der Fa. Kuka, ein Schmelze-Dosiersystem der Fa. Meltec, ein Schutzzaun inkl. Automatisierung der Fa. Bilfinger sowie ein Formevakuiergerät der neuesten Generation von der Fa. Fondarex.

Die Firmen bringen diese Anlagen und Geräte als Beteiligung für ein laufendes Druckgussprojekt ein, wofür herzlich gedankt wird. Das ÖGI könnte diese Investitionen aus eigener Kraft niemals aufbringen. Aber nur damit ist es möglich, F&E anwendungsnahe und auf hohem Niveau zu betreiben.

Das Gießereitechnikum des ÖGI ist damit für praktische Versuche für alle Gießverfahren und Gusswerkstoffe hervorragend ausgestattet. Dazu kommen erfahrene und routinierte Mitarbeiter, die von der Versuchsplanung über die Durchführung bis hin zur Auswertung die Abwicklung übernehmen.

Kontaktadresse:

Österreichisches Gießerei-Institut
A-8700 Leoben | Parkstraße 21
Tel.: +43 (0)3842 43101-0
Fax: +43 (0)3842 43101-1
E-Mail: office@ogi.at
www.ogi.at

**Komprimiertes
Wissen**

Jederzeit verfügbar!

voestalpine Giesserei Linz GmbH & voestalpine Giesserei Traisen GmbH
Besuchen Sie uns unter:
www.voestalpine.com/giesserei_linz bzw. traisen

Größte Dampfturbine der Welt mit 1350 MW und einem Gewicht von 100 to pro Hälfte

made by voestalpine Giesserei Linz GmbH

Giesserei Rundschau
Jahrgänge 2001 bis 2011

Verlag Strohmayer KG
Weitmosergasse 30
A-1100 Wien

VÖG
Verein Österreichischer Gießereitechniker

Jederzeit verfügbar!

**Komprimiertes
Wissen**

Das elektronische Archiv der Giesserei Rundschau 2001 bis 2011

Vollversion mit den kompletten 66 Heften der Jahrgänge 2001 bis 2011 einschließlich Jahrgangsindex und alphabetischem Autorenregister auf einer CD-ROM für Windows.

Zu bestellen bei: Verlag Strohmayer KG | Weitmosergasse 30 | A-1100 Wien | Tel./Fax: +43 (0)1 6172635 | giesserei@verlag-strohmayer.at
Preis (inkl. MwSt zzgl. Versand): € 35,00 für VÖG-Mitglieder € 82,00 für Nichtmitglieder



Aus dem Fachverband der Gießereiindustrie

Die Gießereiindustrie Österreichs im Jahr 2014

Allgemeine wirtschaftliche Daten

Die österreichische Wirtschaft hat im Jahr 2014 mit 0,3 % annähernd stagniert und damit den Wachstumsvorsprung gegenüber der Eurozone und der EU-28 verloren. Österreich liegt für die Jahre 2015 und 2016 laut Prognose der Europäischen Kommission im letzten Drittel bei den Wachstumsaussichten der EU-28. Das WIFO erwartet im laufenden Jahr 2015 eine ähnliche Entwicklung wie 2014 und prognostiziert ein Wachstum von 0,5 %. Für das Jahr 2016 wurden die Wachstumsaussichten zuletzt leicht auf 1,3 % nach oben revidiert.

Die österreichische Wirtschaft weist seit 2012 eine deutliche Investitionsschwäche auf. Trotz einer bereits länger andauernden Phase der Investitionszurückhaltung werden sich die Investitionen auch weiterhin nur mit sehr eingeschränkter Dynamik entwickeln. Die Investitionszurückhaltung der Unternehmen resultiert aus dem Mix aus schwacher Auftragslage und dem negativen Wirtschaftsklima.

Auch die heimischen Exporte entwickeln sich schwächer als in den vergangenen Jahren. Infolge der Beschleunigung der weltwirtschaftlichen Dynamik sollten sich die Exporte im Verlauf des Jahres und v.a. 2016 wieder beschleunigen. Die Abwertung des Euro verbessert die preisliche Wettbewerbsfähigkeit gegenüber Drittstaaten.

Trotz der schwachen Wachstumsaussichten ist die österreichische Wirtschaft beschäftigungsintensiv. Die Anzahl der unselbständig Beschäftigten wird auch im Jahr 2015 um 0,8 % ausgebaut. Treiber der Beschäftigung sind vor allem die Dienstleistungsbereiche, gleichzeitig werden die Arbeitsstunden tendenziell reduziert. In Summe reicht der Beschäftigungsaufbau nicht aus, um die Arbeitslosigkeit zu reduzieren.

WIFO Konjunkturprognose Juni 2015 – Hauptergebnisse für Österreich Veränderung gegenüber dem Vorjahr in %

	PROGNOSE		
	2014	2015	2016
Bruttoinlandsprodukt (real)	+0,3	+0,5	+1,3
Bruttoanlageninvestitionen (real)	+0,4	+0,5	+1,5
Warenexporte (real) lt. Statistik Austria	+2,1	+3,0	+4,0
Private Konsumausgaben (real)	+0,2	+0,4	+1,3
Verbraucherpreise in %	+1,7	+1,2	+1,7
Unselbständige aktiv Beschäftigte	+0,7	+0,6	+0,7
Defizit lt. Maastricht-Definition (in % des BIP)	-2,4	-2,1	-1,9

Quelle: WIFO

Produktion

2014 beträgt die Gesamtproduktion der Gießereiindustrie ca. 317.954 t und ist gegenüber 2013 um 0,4 % gestiegen. Der gesamte Umsatz der Branche weist gegenüber 2013 einen Anstieg von 5,7 % auf und beträgt ca. 1,41 Mrd. €.

Der **Eisenguss** weist für 2014 eine Gesamtproduktion von 166.042 t auf und ist um 2,8 % gesunken, wobei sich der Umsatz um 3,2 %, auf fast 479 Mio. €, erhöht hat.

Die Produktion beim **Duktilen Gusseisen** beträgt 108.397 t, das entspricht einem Rückgang von 7,3 % gegenüber 2013.

Der **Stahlguss** ist auf 16.936 t gestiegen, das entspricht einem Plus von 29,4 % gegenüber 2013.

Im Bereich **Grauguss** ist die Produktion gegenüber 2013 um 0,1 % gesunken und weist 40.709 t auf.

Im **Nichteisenguss** sind die Produktion um 4,1 % und der Umsatz um 7,1 % gestiegen.

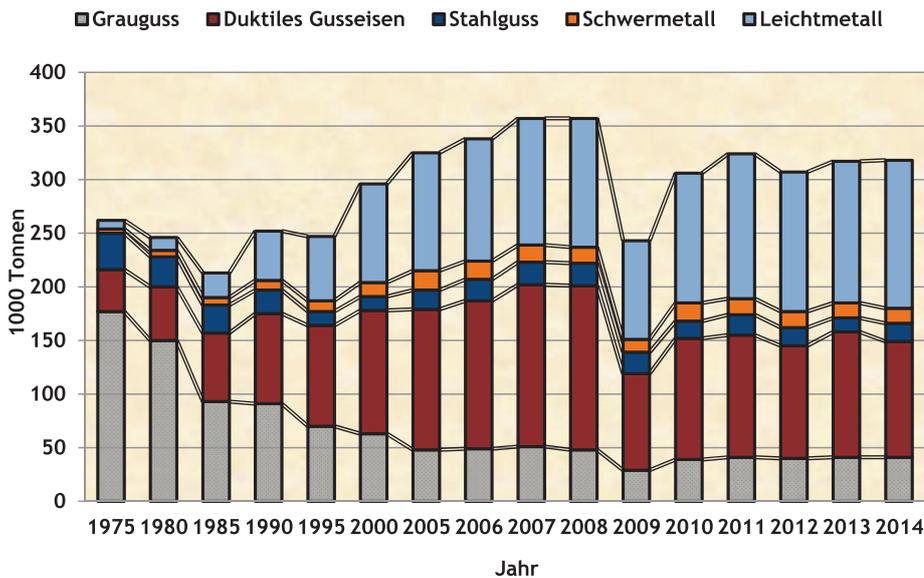
Auftragseingänge

Wie in der Vergangenheit festgestellt, ist der grundsätzliche Trend in der Gießereiindustrie in Österreich differenziert und gleichbleibend. Zulieferungen in den Automobilbereich sind sowohl vom Auftragseingang als auch von der Produktion positiv zu beurteilen. Speziell neue Produktgruppen und Modellserien stechen hier positiv hervor. Es kommen neue Technologien zum Einsatz, so dass hier die Entwicklung als gut einzustufen ist.

Andererseits sind die gesamten Segmente im Energiebereich, Maschinenbau und Baustoffwesen eher negativ zu beurteilen. In diesen Bereichen sind der Auftragszugang und die Produktion als problematisch anzusehen.

Werkstoffsparte	2013		2014	
	t	€	t	€
Eisen- und Stahlguss	170.801	465.042.397	166.042	479.743.317
Nichteisenmetallguss	145.994	875.992.468	151.912	938.167.843
Summe	316.795	1.341.034.865	317.954	1.417.911.160

Entwicklung der Produktionsmenge der Österreichischen Gießereiindustrie unterteilt nach Gussarten



Gussproduktion unterteilt nach Werkstoffen und Gießverfahren

	t	t	Veränderung
	2013	2014	in %
Grauguss	40.751	40.709	-0,1
Duktiles Gusseisen	116.966	108.397	-7,3
Stahlguss	13.084	16.936	29,4
Eisenguss	170.801	166.042	-2,8
Zink-Druckguss und Schwermetallguss gesamt	14.408	13.883	-3,6
Leichtmetallguss	131.586	138.029	4,9
davon Al-Druckguss	61.548	61.706	0,3
davon Al-Kokillenguss	63.046	68.408	8,5
davon Al-Sandguss	1.174	1.296	10,4
davon Mg-Guss (überwiegend Druckguss)	5.818	6.619	13,8
Metallguss	145.994	151.912	4,1
Total	316.795	317.954	0,4

Gießereibetriebe und Beschäftigte

Die Struktur der im Jahr 2014 vom Fachverband der Gießereiindustrie betreuten Mitgliedsunternehmen gliedert sich – bezogen auf ihre Produktion – folgendermaßen auf:

Reine Eisengießereien	16
Reine NE-Metallgießereien	22
Gießereien, die Eisen- und NE-Metallguss erzeugen	4
Gesamt	42

Ende des Jahres 2014 gab es in Österreich 42 industrielle Gießereibetriebe.

Nachstehende Tabelle zeigt die regionale Verteilung der Gießereibetriebe und die Beschäftigtenzahlen:

Bundesland	Anzahl Betriebe	Beschäftigte
Wien	3	26
Niederösterreich	12	2.277
Oberösterreich	12	2.868
Steiermark	7	1.400
Salzburg	1	262
Kärnten + Tirol	3	315
Vorarlberg	4	233
Österreich	42	7.381

Insgesamt gab es 2014 in der Gießereiindustrie 7.381 Beschäftigte.

Die ausgeprägte klein- und mittelbetriebliche Struktur der österreichischen Gießereiindustrie ist nach wie vor unverändert: 22 Betriebe – das sind 50 % der zum Fachverband gehörenden Unternehmen – beschäftigen weniger als 100 Mitarbeiter. Der Anteil der Gießereien mit mehr als 500 Mitarbeitern im Unternehmen ist gegenüber 2013 gleich geblieben.

Kontaktadresse:

Berufsgruppe der Gießereiindustrie Österreichs, Wirtschaftskammer Österreich, A-1045 Wien
Wiedner Hauptstraße 63
Tel.: +43 (0)5 90 900-3463
Fax: +43 (0)5 90 900-279
E-Mail: giesserei@wko.at
Internet: www.diegiesserei.at

Firmennachrichten



MAGMA⁵ – fullyoptimize: Neueste Softwareversion bietet voll integrierte Optimierung von Gießprozessen

Die MAGMA Gießereitechnologie GmbH, Aachen, weltweiter Marktführer für Produkte und Dienstleistungen zur Gießprozess-Simulation, stellt mit MAGMA5 Rel. 5.3 die nächste Generation von Simulationsprogrammen zur Prozessoptimierung für alle Gussanwendungen vor. Die neue Version bietet neben einer großen Anzahl von Erweiterungen und Verbesserungen erstmals die vollintegrierte Möglichkeit zum automatischen Optimieren.

MAGMA⁵ – Gießen. Verstehen. Beherrschen. Profitieren.

Das Release MAGMA5 5.3 bietet erstmalig die Möglichkeit zum virtuellen Experimentieren und automatischen Optimieren am Bildschirm. Damit wird die Einstellung von robusten Prozessen und optimierten Lösungen für Gießtechnik und Fertigungsbedingungen bereits vor dem ersten Abguss möglich. Das bringt erhebliche Kosteneinsparungen. Die Software sucht innerhalb definierbarer Rahmenbedingungen eigenständig die bestmöglichen Bedingungen für Laufdimensionierung, Anschnittpositionen aber auch für die Lage von Speisern und Kühlkokillen und ihre optimale Größe. Damit kann der Gießer die Simulationen als Versuchsfeld nutzen, um gleichzeitig unterschiedliche Qualitäts- und Kostenziele zu verfolgen.

Für diese neue Methodik wurden umfangreiche Möglichkeiten zur automatischen Variation von Geometrien durch parametrisches Konstruieren geschaffen sowie statistische Werkzeuge zur Versuchsplanung und genetische Algorithmen zur Prozessoptimierung in MAGMA⁵ integriert. Eine neue Auswertungsperspektive ermöglicht einen einfachen und schnellen quantitativen Vergleich zahlreicher Simulationsergebnisse. Damit werden Zusammenhänge zwischen Design- und Prozessvariablen, Qualitätskriterien und Zielvorgaben

schnell zusammengefasst und klar visualisiert. Zahlreiche vordefinierte Möglichkeiten zur Automatisierung der Rechnungen und der Ergebnisbewertung machen die Anwendung von MAGMA⁵ noch effektiver.

Virtuelles Experimentieren und Optimieren sind damit erstmals umfassend in MAGMA⁵ integriert. Unabhängig davon, ob der Fachmann in Zukunft ein einzelnes Projekt simuliert oder ein virtueller Versuchsplan beziehungsweise eine umfassende Optimierung durchgeführt wird: MAGMA⁵ bietet eine ganz neue Methodik und leistungsfähige Werkzeuge zur Verbesserung des Prozessverständnisses, zur Einstellung von robusten Fertigungsbedingungen und optimierten gießtechnischen Lösungen vor dem ersten Abguss.

MAGMA⁵ – Mitten im Guss

MAGMA⁵ Rel. 5.3 bietet darüber hinaus zahlreiche neue Entwicklungen, um unterschiedliche Gießprozesse noch genauer abzubilden und Gussteileigenschaften im Gusszustand und nach der Wärmebehandlung quantitativ zu ermitteln. Bei den Gusseisenwerkstoffen wurden sowohl die Vorhersage des Ferrit/Perlitverhältnisses als auch die Berechnung der Eutektischen Temperatur und das Modell für die Weißerstarung weiter verbessert. Ein wesentlicher Fortschritt ist die Möglichkeit zur Modellierung der Wärmebehandlung für die Erzeugung von austenitisch-ferritischem Gusseisen mit Kugelgraphit (ADI). Das Modul MAGMAsteel sagt jetzt Sand- und Reoxidationseinschlüsse aufgrund der Formfüllung und aufgrund von konvektiven Strömungen während der Erstarrung voraus.

Das Modul MAGMAnonferrous bietet neue Kriterien zur lokalen Erstarrungsvorhersage sowie zu lokalen Speisungsbedingungen und dem Dendritenarmabstand von Aluminiumlegierungen.

Die Definition von Formfüllvorgängen im Schwerkraftguss wird künftig durch eine Routine zur automatischen Füllsteuerung des Eingusstümpels unterstützt. Dabei kann der gewünschte Gießbadspiegel vorgeben werden. Die Software passt die Gießleistung unter Berücksichtigung des aktuellen Formfüllvorgangs dann automatisch dieser Vorgabe an. Die Verfolgung eingeschlossener Luft während der Formfüllung wurde deutlich verbessert. Großgießer profitieren von zahlreichen Erweiterungen im Pfannenassistenten, der sowohl paralleles als auch sequenzielles und unterbrochenes Gießen aus mehreren Pfannen unterstützt.

Mit einem neuen, sehr effizienten Strahlungsmodell wird der Wärmetransport für Feinguss und Blockguss unter Berücksichtigung unterschiedlicher Einstrahlbedingungen und Abschattungen berücksichtigt.

Für sämtliche Sandgussprozesse wurde ein verbessertes Transportmodell für Wasser im Formstoff integriert. Dies ermöglicht eine präzisere Berücksichtigung der Kühlleistungen von Nassguss sand. Der Nutzer kann optional auf erweiterte Daten im FOSECO Pro Modul sowie auf neue Speiserdatenbanken von ASK Chemicals und Chemex zugreifen.

Mit dem Spannungsmodul MAGMAstress werden thermische Spannungen in Gussteil und Dauerformen für alle Fertigungsschritte einschließlich einer Wärmebehandlung und Bearbeitung ermittelt, um Rissprobleme und Verzüge vorherzusagen zu können. Mit MAGMA⁵ 5.3 können Kriecheffekte im Gussteil während des Abkühlens und während der Wärmebehandlung berücksichtigt werden. Verbesserungen in der Messperspektive vereinfachen den Vergleich von vorhergesagten und gemessenen Verzügen. Mit neuen Schnittstellen und zahlreichen weiteren Verbesserungen ist MAGMALink jetzt voll in MAGMA⁵ eingebunden.

MAGMA C+M – Transparenz in der Kernfertigung

In der neuen Version von MAGMA C+M wurden zahlreiche neue Möglichkeiten zur Vorhersage und Optimierung von Kernherstellungsverfahren realisiert. Mit MAGMA C+M können Kernschießen, Begasen und Aushärten von organischen und anorganischen Kernen simuliert werden. Zur optimierten Auslegung von Kernwerkzeugen und Herstellungsprozessen stehen in MAGMA C+M neue Kriterien zur Bewertung des Schießverlaufs, der Begasung sowie zur Vorhersage des Kernbüchsenverschleißes zur Verfügung. Luft- und Sandströmungen können effektiv mit virtuellen Tracern dargestellt werden.

Effizientes Arbeiten mit neuen Werkzeugen

Mit einer neuen lokalen Jobqueue und der Möglichkeit zur parallelierten und automatisierten Bilderzeugung werden die Arbeitsvorbereitung und Auslastungsplanung sowie automatisches virtuelles Experimentieren und Optimieren effizient durch MAGMA⁵ unterstützt.

Eine neue Auswertungsperspektive ermöglicht einen einfachen und schnellen quantitativen Vergleich zahlreicher Simulationsergebnisse. In Kombination mit der Ergebnisperspektive wird damit eine effiziente Überprüfung von robusten Prozessbedingungen und optimalen Lösungen für unterschiedliche Qualitätskriterien möglich. Beide Perspektiven sind so miteinander gekoppelt, dass in der

Auswertungsperspektive für jeden Arbeitspunkt eines virtuellen Versuchs direkt das dreidimensionale Ergebnis aufgerufen werden kann.

Die zur Verfügung stehenden Werkzeuge stellen alle Ergebnisse der einzelnen Simulationsrechnungen gemeinsam als quantitative Werte in Tabellen oder Diagrammen dar. Damit werden Zusammenhänge zwischen Design- und Prozessvariablen, Qualitätskriterien und Zielvorgaben schnell zusammengefasst und klar visualisiert. Zu den wichtigsten Werkzeugen gehören die Hauptergebnistabelle und die Balken-, Streu- und Parallelkoordinaten-Diagramme. Wichtige Zusammenhänge können graphisch durch Haupteffekte, Korrelationen und Kurvenvergleiche dargestellt werden.

Über MAGMA

MAGMA bietet seine Lösungen weltweit der Gießereiindustrie, Gussteilabnehmern und Konstrukteuren an. Zum Produkt- und Leistungsportfolio gehören die Simulationssoftware MAGMA⁵ und umfassende Engineering-Dienstleistungen zur Gussteilauslegung und Prozessoptimierung.

MAGMA-Software wird heute von Unternehmen weltweit für die wirtschaftliche Fertigung von Gussteilen, zur Reduzierung von Qualitätskosten und zur Einstellung robuster Prozesse für alle Anwendungen, insbesondere in der Automobilindustrie und dem Maschinenbau, eingesetzt.

Die MAGMA Gießereitechnologie GmbH wurde 1988 gegründet und hat ihren Hauptsitz in Aachen, Deutschland. Globale Präsenz und Support werden durch Betriebsstätten und Tochtergesellschaften in den USA, Singapur, Brasilien, Korea, Türkei, China, Indien und der Tschechischen Republik sichergestellt. Darüber hinaus wird MAGMA weltweit von 30 qualifizierten Partnern vertreten. (www.magmaoft.de)

Kontaktadresse:

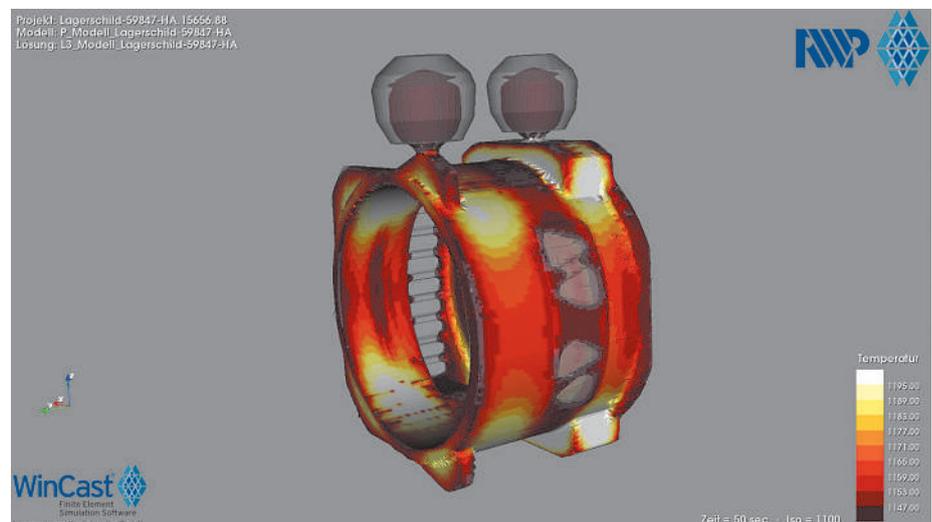
MAGMA Gießereitechnologie GmbH | Kackertstraße 11 | D-52072 Aachen
Tel.: +49(0)241 8 89 01-0 | Fax: +49 (0)241 8 89 01-62 | www.magmaoft.de



Einsatz der Simulation für gießtechnisch anspruchsvolle Lagerschilde

Zurzeit wird am Dresdner VEM-Standort ein neuartiger Fahrmotor für Niederflurstraßenbahnen konstruiert. Der Motor ist zwischen zwei Getrieben angeordnet, zu denen er jeweils einen Antrieb hat. Die Verbindungen zwischen den Getrieben und dem Motorständer werden über zwei verschiedene Lagerschilde realisiert, die in der Keulahütte gegossen werden. Zu

Der Temperaturverlauf beim Erstarren eines Gussteils wird mit dem neuen Simulationsprogramm der Keulahütte dreidimensional dargestellt.



den Funktionen der Lagerschilde gehören die Aufnahme des Drehmomentes und der Lagerungen sowie das Führen der Kühlluft.

Die Geometrie dieser neuartigen Lagerschilde ist gießtechnisch sehr anspruchsvoll. Beide Lagerschilde mit Gussmassen von 27 bzw. 47 kg werden im Werkstoff EN-GJS-400-18-LT auf der Formanlage der Keulahütte im Luftimpulsverfahren gefertigt. Um im Vorfeld mögliche Fehlstellen der Gussteile auszuschließen, ist eine Simulation mit

dem neuen Simulationsprogramm der Keulahütte unbedingt notwendig. Bei diesem Prozess wurde das Erstarrungsverhalten analysiert. Zugleich konnten eventuelle Fehlstellen durch entsprechende Auslegung des Speisersystems – ausgelegt für ein Modell auf einer halben Modellplatte – beseitigt werden.

Dank der Simulation und einer Abstimmung zwischen der Arbeitsvorbereitung der Keulahütte, dem Modellbauer aus Chemnitz und der Konstruktionsabteilung im VEM

Sachsenwerk wurde die Geometrie beider Lagerschilde gießtechnisch optimiert. Daraus resultiert eine schnellere, fehlerfreie Fertigung der Erstmuster.

Quelle: BDG-Presseservice
v. 21.01.2015

Kontaktadresse:

Keulahütte GmbH
D-02957 Krauschwitz
Geschwister-Scholl-Str. 15
Tel.: +49 (0)35771/54-260
E-Mail: klingeibel@vem-group.com
www.keulahuettekrauschwitz.de



Neuer Kühlschmierstoff „Cool 3“ maximiert Effizienz und minimiert Arbeitsplatzbelastung bei der Probenvorbereitung in Materialographie und Fertigung



Mit dem neuen wasserlöslichen Cool 3 erfüllt Buehler – ITW Test & Measurement GmbH – die Forderung nach einem besonders effizienten und dabei zugleich umweltverträglichen Kühlschmierstoff für die Materialographie und Fertigung. Cool 3 transportiert Wärme, Späne und Abrieb schnell von der Schnittfläche ab und ermöglicht dadurch hohe Trenn- und damit Durchsatzleistungen. Zudem zeichnet sich der neue transparente Hochleistungskuschmierstoff durch eine borfreie Rezeptur ohne mineralische und synthetische Öle aus, die angenehm riecht und negative Auswirkungen auf das Wohlbefinden des Labor- und Produktionspersonals vermeidet.

Bei einer empfohlenen Anwendungskonzentration von 4 bis 8 % in Wasser eignet sich Cool 3 für alle Trenn- und Schleifaufgaben, vom Forschungslabor bis zur industriellen Qualitätssicherung, sowie für das gesamte Werkstoffspek-

trum von Eisen- und Nichteisenmetallen über Kunststoffe und Verbundwerkstoffe bis hin zur Keramik. Dank seiner hohen Stabilität bietet Cool 3 lange Standzeiten in Umlaufkühlsystemen, die das Budget für Verbrauchsmaterial schonen. Das vor Korrosion schützende Kühlschmiermittel pflegt die Spannmittel und hinterlässt keine klebenden Rückstände.

© Buehler – ITW Test & Measurement GmbH

Cool 3 ist in 1- und 10-Liter-Gebinden erhältlich und kompatibel mit allen Trennscheiben, die auf den Trennmaschinen der Reihen AbrasiMet, AbrasiMatic und Delta sowie auf den IsoMet und PetroThin Präzisionstrennmaschinen von Buehler eingesetzt werden sowie mit dem neuen PlanarMet 300 Tischschleifgerät. Darüber hinaus verträgt sich Cool 3 mit den ergänzenden in der Probenpräparation eingesetzten Produkten von Buehler, wie AddiCool, dem galvanische Korrosionverhindernden Zusatz für Buntmetalle, und dem antibakteriellen Systemreiniger ReciClean. Auch Wettbewerbsgeräte können von den Anwendungsvorteilen von Cool 3 profitieren.

Quelle: Buehler Pressemitteilung
v. 23.09.2015

Buehler – ITW Test & Measurement GmbH, Düsseldorf, ist seit 75 Jahren ein führender Hersteller von Geräten, Verbrauchsmaterial und Zubehör für die Metallographie und Materialanalyse und bietet darüber hinaus ein umfangreiches Programm an Härteprüfern und Härteprüfungssystemen. Ein dichtes Netz von Niederlassungen und Händlern sichert Kunden professionelle Unterstützung und Service rund um den Globus. Das Zentrallabor in Düsseldorf bietet umfangreiche Hilfestellung bei allen Anwendungsfragen oder der Ausarbeitung reproduzierbarer Präparationsabläufe.

Buehler ist Teil der Test and Measurement Group der US-amerikanischen Illinois Tool Works (ITW) mit mehr als 850 dezentralisierten Geschäftseinheiten in 52 Ländern mit rund 60.000 Mitarbeitern.

Kontaktadresse:

ITW Test & Measurement GmbH
zH Fr. Simone Hebel
Market Manager Europe
D-40599 Düsseldorf
In der Steele 2
Tel. +49 (0)211-9741027
E-Mail: simone.hebel@buehler.com
www.buehler.com

Proven Productivity



KVT-Fastening bietet umfangreiches Portfolio an Gewindeeinsätzen

Tappex, Filtec+, Lockfil+, Kato, Fasteks und Keenserts: Gewindeeinsätze für hochsichere Schraubverbindungen in Leichtbaumaterialien

Fahrzeugbau, Bahnindustrie, Maschinen- und Präzisionsbau – aus diesen und vielen anderen Bereichen sind Leichtbaumaterialien wie glasfaserverstärkte Kunststoffe, Aluminium- und Magnesiumwerkstoffe oder Zinkdruckguss nicht mehr wegzudenken. Für sichere, ausreißfeste Schraubverbindungen in den oftmals kerbempfindlichen Materialien und Werkstoffen mit geringer Scherfestigkeit bietet KVT-Fastening ein breites Produktprogramm an Gewindeeinsätzen an. Abhängig von den individuellen Anforderungen lösen Tappex, Fasteks und Keenserts Gewindeeinsätze sowie Drahtgewindeeinsätze spezielle Verbindungs-Herausforderungen – von der Herstellung präziser widerstandsfähiger Muttergewinde bis zur nachträglichen Gewindeverstärkung oder Reparatur.

Leichtbaumaterialien finden aufgrund ihrer besonderen Eigenschaften in immer mehr Branchen Anwendung. Konstruktionen aus Aluminium oder Magnesium reduzieren im Fahrzeug- oder Schiffsbau das Gewicht und damit auch den Kraftstoffverbrauch. Für Konstruktionen in der Automobilindustrie werden oftmals glasfaser- bzw. carbonatfaserverstärkte Verbundwerkstoffe eingesetzt – Materialien, die sich durch extreme Belastbarkeit, geringes Gewicht und hohen Brandschutz auszeichnen. Bei der Verarbeitung und Montage dieser Bauteile stoßen traditionelle Verbindungselemente jedoch schnell an ihre Grenzen. KVT-Fastening löst die Herausforderung, sichere, ausreißfeste Verbindungen in Leichtbaumaterialien zu schaffen, mit einem breiten Portfolio an unterschiedlichen Gewinde- bzw. Drahtgewindeeinsätzen. Die kleinen Verbindungsspezialisten sind exakt für ihr jeweiliges Einsatzgebiet ausgelegt, dabei extrem belastbar und leicht zu montieren.



Tappex

Gewindeeinsätze sind ideal geeignet, um präzise, widerstandsfähige Muttergewinde in Werkstücken aus Kunststoff, Leichtmetall und anderen kerbempfindlichen Materialien zu schaffen. Die Variantenvielfalt der Gewindeeinsätze erlaubt den Anwendern, die für ihren Herstellungsprozess idealen Verbindungselemente einzusetzen. Selbstschneidende Ausführungen zum Eindrehen, beispielsweise in Thermoplasten, glasfaserverstärkten Kunststoffen und Duroplasten stehen ebenso zur Auswahl wie Varianten, die höchste Anforderungen der Medizintechnik, des Maritimbereichs oder der Lebensmittelindustrie erfüllen. Darüber hinaus bietet KVT-Fastening Modelle mit Innengewinde und patentierter Außengeometrie, die eingepresst oder per Ultraschall sowie Wärme eingebettet werden können. Eine vielseitig einsetzbare Gewindeeinsatz-Variante zum Umspritzen ergänzt das Portfolio. Sie lässt sich dank ihrer Dünnwandigkeit direkt an die Formteilkante platzieren und kommt insbesondere in thermoplastischen und duroplastischen Kunststoff-Formteilen mit Durchgangs- oder Sacklochgewinde zum Einsatz.

Drahtgewindeeinsätze von KVT-Fastening

Filtec+ und Lockfil+ Drahtgewindeeinsätze mit Mitnehmerzapfen sowie Kato Drahtgewindeeinsätze ohne Mitnehmerzapfen sind insbesondere im Maschinenbau nicht mehr wegzudenken. Sie lassen sich leicht montieren und eignen sich ideal, um hochfeste Gewinde mit einer optimalen Kraftübertragung



von der Schraube zum Muttergewinde herzustellen. Zudem bieten sie sich hervorragend zur Gewindeverstärkung in Werkstoffen mit geringer Scherfestigkeit an.

Fasteks

Mit der Eigenmarke Fasteks bietet KVT-Fastening ein breites Spektrum innovativer und hochwertiger Befestigungskomponenten an, darunter die selbstschneidenden Fasteks Gewindeeinsätze. Sie überzeugen mit einfacher Montage und sind in unterschiedlichen Größen, in Ausführungen aus Stahl oder



nichtrostendem Stahl sowie mit Schneidschlitz oder Schneidbohrungen verfügbar. Fasteks Gewindeeinsätze eignen sich besonders gut für den Einsatz im Leichtmetallbau, aber auch für alle anderen Materialien mit geringer Scherfestigkeit.

Keenserts

Gewindeeinsätze zeichnen sich durch einfache Montage und hohe Belastbarkeit aus. Die verschleißfesten Modelle sind die perfekte Lösung, um das Ausreißen von Gewinden zu verhindern und damit ideal für die hohen Anforderungen des Präzisionsbaus geeignet, wie beispielsweise in der Bahnindus-



trie. Keenserts Gewindeeinsätze verfügen über vormontierte Sperrkeile, die nach der Montage in den Grundwerkstoff eingeschlagen wer-

den, so dass ein absolut verdreh- und vibrationssicherer Sitz gewährleistet ist. Dieses Prinzip bietet höchste Sicherheit und erlaubt zudem das mehrfache Lösen bzw. Anziehen der Verbindungen, ohne dass sich das Gewinde lösen kann. Auch die Reparatur defekter Gewinde in teuren Bauteilen ist mit den Gewindeeinsätzen schnell und kostengünstig möglich.

Weitere Informationen zu den KVT-Produkten und Tipps zur Montage finden sich nach einer Registrierung in Form von dokumen-

tiertem Know-how im Download-Center von KVT-Fastening:

www.kvt-fastening.de/produkte/download-center/

Quelle: KVT Presseausendung v. 03.08.2015

Kontaktadresse:

KVT-Fastening GmbH
Fr. Ilse Wutz | Marketing
D-89186 Illerrieden | Max-Eyth-Str. 14
Tel.: +49 (0)7306 782-125
Fax: +49 (0)7306 2251
E-Mail: i.wutz@kvt-fastening.com
www.kvt-fastening.de



Gießerei der Zukunft Schmiedeberger Gießerei und TU Bergakademie Freiberg

Roboter sind die Zukunft der Gießerei. Aus diesem Grund erfor- suchen die Schmiedeberger Gießerei GmbH und die TU Bergakademie Freiberg gemeinsam die Einsatzmöglichkeiten von Robotik im Gießereibetrieb. Ziel der hierfür geschaffenen Roboter-Lernfabrik ist es, Fehler in der Produktion zu minimieren, das Arbeitsumfeld für die Folgen des demografischen Wandels zu rüsten und hoch qualifizierte Ingenieure auszubilden. Der Testbetrieb der Roboter in der TU Bergakademie Freiberg startet im Oktober 2015.

Ein weiteres Forschungsfeld ist der 3D-Druck von Modellen. Hier versprechen sich die Hochschule und das Tochterunternehmen der DIHAG Holding GmbH Erkenntnisse darüber, wie die Technologie kosteneffizient für Kleinserien genutzt werden kann.

„Aufgrund des Trends zu immer geringeren Toleranzen bei Gusserzeugnissen, des starken Wettbewerbs- und Preisdrucks sowie der demografischen Entwicklung sind Roboter die ideale Lösung, um wettbewerbsfähig zu bleiben“, erläutert Andreas Mannschatz, Geschäftsführer der Schmiedeberger Gießerei und selbst Absolvent der TU Bergakademie Freiberg. Roboter übernehmen zunehmend monotone und vor allem schwere Arbeitsschritte und tragen so zur Fehlerminimierung bei. Durch den ho-

hen Automatisierungsgrad wird sich das Aufgabenspektrum der Mitarbeiter künftig verändern. Die Entwicklung geht weg von der reinen Metallurgie und hin zu stark IT-gestützten Aufgaben. „Um unsere Studierenden als hochqualifizierte, praxiserfahrene Fachleute in das Berufsleben zu entlassen, setzen wir auf mittelständische Partner, wie die Schmiedeberger Gießerei“, berichtet Professor Dr.-Ing. Gotthard Wolf vom Gießerei-Institut der TU Bergakademie Freiberg. „Herr Mannschatz ist eine der stärksten Triebkräfte für die Errichtung der Lernfabrik gewesen.“ Die

Schmiedeberger Gießerei ist laut Wolf prädestiniert für das Projekt, weil sie in besonderem Maße auf eine hochautomatisierte Serienfertigung setzt. An der Lernfabrik beteiligt sind noch weitere Gießereien aus der Region. Der Projektstart war im Frühjahr 2015. Noch im Oktober werden die Roboter den Testbetrieb in Freiberg aufnehmen. Untersucht wird dann der Einsatz beim Formstofffräsen, beim Entgraten und bei der Montage von Kernen. Die Schmiedeberger Gießerei plant, Roboter ab 2018 in Bereichen der Kernfertigung, der Putzerei und in der Formanlage zu nutzen.



Qualitätskontrolle an einem 3D-gedruckten Kern für eine Ventilplatte

3D-Druck in der Modellkernfertigung

Ein weiterer Forschungsbereich ist der 3D-Druck. In Seriengießereien werden 3D-Drucker seit einigen Jahren insbesondere für die Prototypenfertigung genutzt.

Für Kundengießereien, wie z.B. Schmiedeberg, ist die Inhouse-Fertigung gedruckter Modelle bislang wenig rentabel, da sich die Investitionskosten für einen Drucker bei den hier vorherrschenden kleinen Losgrößen nicht amortisieren. So kauft die Schmiedeberger Gießerei seit 2014 Kerne im 3D-Druck zu. Das Gießerei-Institut der Hochschule untersucht derzeit, wie die Technologie kosteneffizient für Kleinserien genutzt werden kann. Die Schmiedeberger Gießerei plant nun Modellkerne mit diesem Verfahren ab 2018 selbst zu fertigen.

Schmiedeberger Gießerei GmbH – ein Unternehmen der DIHAG Holding GmbH

Über 600 Jahre Know-how und Qualität: Die Schmiedeberger Gie-

ßerei GmbH fertigt seit 1412 hochwertige Gusserzeugnisse. Auf die Produktion maschinengeformter Bauteile spezialisiert, bietet das Unternehmen ein breites Werkstoffspektrum in Sphäroguss, Grau- und Temporguss. Die modernste technische Ausstattung der Gießerei erlaubt eine einmalige Breite an Möglichkeiten zur Herstellung von Gusserzeugnissen von 0,3 bis 400 Kilogramm.

Die Kunden profitieren von einem Komplettservice aus einer Hand: von der Konstruktionsphase über die mechanische Bearbeitung bis zur zuverlässigen Serienfertigung. Die Schmiedeberger Gießerei GmbH beliefert vorrangig Unternehmen aus den Bereichen Windenergie sowie Anlagen- und Maschinenbau.

Seit 1996 gehört die Schmiedeberger Gießerei GmbH zur DIHAG Holding GmbH. In diesem leistungsstarken Unternehmensverbund haben sich zehn traditionsreiche Gießereien zusammengeschlossen. Unter dem gemeinsamen Holding-Dach agiert jedes

Tochterunternehmen eigenständig als Spezialist in seinem jeweiligen Marktsegment.

Quelle: Presseaussendung der Schmiedeberger Gießerei
v. 29.09.2015

Kontaktadressen:

Gießerei-Institut der TU Bergakademie Freiberg, Institutsdirektor Prof. Dr.-Ing. Gotthard Wolf
D-09599 Freiberg
Bernhard-von-Cotta-Straße 4
Tel.: +49 (0)3731 39-2441
Fax: +49 (0)3731 39-2442
Gotthard.Wolf@gi.tu-freiberg.de

Schmiedeberger Gießerei GmbH
Dipl.-Ing. Andreas Mannschatz
D-01744 Dippoldiswalde
Altenberger Straße 59a
Tel.: +49 (0)35052-2130
Fax: +49 (0)35052-65315
E-Mail: info@schmie-guss.de
www.schmie-guss.de

Die DIHAG Holding GmbH

Die DIHAG Holding GmbH ist eine der größten unabhängigen Gießereigruppen Westeuropas. Mit einem Jahresumsatz von rund 350 Millionen Euro und einer Eigenkapitalquote von über 55 Prozent ist die DIHAG Holding GmbH ein finanzstarker Partner. Allein seit 2008 hat die DIHAG Holding GmbH 150 Millionen Euro in modernste Anlagen und Technologien investiert. Der Gießereiverbund fertigt technisch anspruchsvolle und einbaufertige Gussteile von weniger als einem Kilogramm bis zu 160 Tonnen als Einzelstücke, in kleiner, mittlerer oder großer Serie. Verarbeitet werden die verschiedensten Werkstoffe wie Grau-, Sphäro- oder Stahlguss sowie Kupferlegierungen. Die langjährigen Kunden der DIHAG Holding GmbH stammen aus den Branchen Energie, Eisen, Stahl, Anlagen-, Maschinen-, Schiff- und Bergbau sowie Windenergie und Schiene. Zentrale Bestandteile der Unternehmensstrategie sind die breite Diversifizierung des Branchen- und Produktportfolios, weiteres Wachstum und der Know-how-Transfer innerhalb der Gruppe.

Die DIHAG Holding GmbH besteht aus den folgenden Unternehmen: Mecklenburger Metallguss GmbH, MEUSELWITZ GUSS Eisengießerei GmbH, Walzengießerei Coswig GmbH, Spezialguss Wetzlar GmbH, Schmiedeberger Gießerei GmbH, Lintorfer Eisengießerei GmbH, Stahl- und Hartgusswerk Bösdorf GmbH, Eisenwerk Arnstadt GmbH, Euro Metall KFT und Odlewnia eliwa Bydgoszcz Sp. z o.o. Jede der zehn traditionsreichen Gießereien hat ihre eigene produkt- und marktspezifische Ausrichtung.

Der VÖG im Internet:

www.voeg.at



VEREIN GIESSEREI RUNDSCHAU AKTUELLES PARTNERLINKS KONTAKT

Vereinsnachrichten



Personalia – Wir gratulieren zum Geburtstag:

Herrn Ing. **Andreas Holzinger**, Georg Fischer Kokillenguss GmbH, 3130 Herzogenburg, Wiener Str. 41–43, **zum 50. Geburtstag** am 19. Oktober 2015

Herrn Ing. **Christian Banjak**, 1100 Wien, Theodor-Sickel-Gasse 12/7/22, **zum 50. Geburtstag** am 24. Oktober 2015.



Herrn Ing. **Peter Lamm**, A-4030 Linz, Sebastian-Kneipp-Weg 6B, **zum 65. Geburtstag** am 31. Oktober 2015

In Wien geboren, als Absolvent der HTL-Gießertechnik in 1100 Wien und seit 1969 Mitglied des VÖG, hat sich nun Peter Lamm nach über 40 Dienstjahren als Ex-Geschäftsführer von Unternehmen wie Strelbel Austria (1971–1978), Ochsner

Wärmepumpen (1978–1992), Agre Kompressoren (1992–2009) und Airko austrian compressors (2010–2013) aus den lenkenden Managerschaltstellen der Businesswelt zurückgezogen.

Dass der noch immer sehr agile Senior keinen Pensionschock erlitten hat, belegt er mit seiner Biografie. Nicht von ungefähr lautet der Titel des Werkes „Meine Energie“ (ISBN-13: 978-3732253883) – schließlich hat er sich jahrzehntelang in seiner beruflichen Karriere mit den verschiedensten Energieträgern beschäftigt.

Diese Biografie soll weder Lehrbuch, noch Rechtfertigung oder Leistungsbilanz sein, sondern ein Erlebnisbericht, aus dem möglichst viele Leserinnen und Leser persönlichen Nutzen ziehen und ein wenig Einblick in die Zusammenhänge, Mechanismen und Entwicklungen „unserer Geschäftswelt“ gewinnen können.

Er hat keine Patentrezepte anzubieten und erhebt auch keinen Anspruch darauf, dass er mit seinen Aussagen und Meinungen Recht habe. Er schreibt weder „politisch korrekt“ und auch nicht „technisch ausgewogen“, sondern einfach über sein Leben mit der Fokussierung auf Energie.

Kurzbeschreibung

„Meine Energie“ ist eine Biografie mit Nutzwert. Sie verbindet die Erfahrungen und Erlebnisse eines er-

folgreichen Managers mit objektiver Information über den richtigen Umgang mit Energie. Sie reflektiert aber auch die Begeisterung, die persönliche Mission von Peter Lamm und zeigt, worauf es ihm ankommt: auf das Setzen von Zielen, auf das Wahrnehmen des Augenblicks und das Entwickeln von positiven Perspektiven, die die Mitarbeiter gerade in schwierigen Zeiten „in eine bessere Zukunft“ führen.

Die Freude an gutem Essen und Trinken im Kreise lieber Freunde zeigt sich als eine für den Autor wichtige Energiequelle und ist wohl auch seiner langjährigen Mitgliedschaft in der Feinschmecker *Gilde Chaine des Rotisseurs* geschuldet. Eine Ermunterung, es ihm gleichzutun (peter.lamm@liwest.at, www.peter-lamm.jimdo.com).

Wir trauern um:

Herrn **Peter Jungbauer**, 4221 Steyregg, Birkenweg 6, Prozess- und Produktentwicklung bei Nemak GyörKft., der am 27. August 2015 völlig unerwartet im 58. Lebensjahr verstorben ist.

Unsere Anteilnahme gilt seiner Familie

Wir werden dem Verstorbenen immer ein ehrendes Gedenken bewahren

Bücher und Medien



Industrie 4.0

(R)Evolution für Wirtschaft, Politik und Gesellschaft

Beuth Pocket | von Dipl.-Ing (TU) Carsten J. Pinnow und Prof. Dr.-Ing. Stephan Schäfer



1. Auflage 2015, 44 Seiten. 21 x 10,5 cm. Geheftet. 9,80 EUR | ISBN 978-3-410-25447-8. Auch erhältlich als E-Book: 9,80 EUR, E-Book ISBN 978-3-410-25448-5 | E-Kombi (Buch + E-Book): 12,74 €,

www.beuth.de/go/industrie-4 | Beuth Verlag GmbH, Am DIN-Platz, Burggrafenstraße 6, D-10787 Berlin, Tel: +49 30 2601-2141, Fax: +49 30 2601-1724, ww.beuth.de.

Der Begriff „Industrie 4.0“ beschreibt die zunehmende Vernetzung aller Bereiche der industriellen Produktion. Carsten Pinnow und Stephan Schäfer haben mit Unterstützung vieler Experten eine komprimierte Annäherung an die Chancen der „Industrie 4.0“ gerade für den kleineren Mittelstand verfasst.

Sie weisen auf besondere Herausforderungen sowie Gefahren hin, benennen Voraussetzungen für den wirtschaftlichen Erfolg in der Zukunft und möchten gerade den Trägern des Wohlstands in Deutsch-

land, den KMU, Mut machen, sich jetzt für einen modularen, evolutionären Wandel im Zusammenhang mit der Etablierung des „Internets der Dinge“ zu öffnen, um schließlich am revolutionären Ergebnis Anteil zu haben.

Kleine und mittlere Unternehmen sind oft nicht ausreichend über die Chancen und Risiken der Industrie-4.0-Entwicklung informiert. Dieses Werk stellt die ersten Schritte für KMU in Richtung Industrie 4.0 in vier Phasen dar:

- Bewusstsein für den erforderlichen Wandel schaffen
- Durch Chancen gezielte Umsetzungsbereitschaft herstellen
- Zwischenschritte als Erfolgsergebnis werten
- Neue Märkte und Geschäftsmodelle nutzen

Innerbetriebliche Normung Handbuch und Wegweiser für Normungsmanager



Beuth Praxis
von Dirk Schuster
und Thomas Heider,
1. Auflage 2015.

134 Seiten, A5, Broschiert, 48,00 EUR.
ISBN 978-3-410-24076-1. Auch er-

hältlich als E-Book im Download: 48,00 EUR | E-BOOK ISBN 978-3-410-24077-8 | E-Kombi (Buch + E-Book): 62,40 EUR, [www.beuth.de/go/innerbetriebliche Normung](http://www.beuth.de/go/innerbetriebliche-Normung)
Beuth Verlag GmbH, Am DIN-Platz, Burggrafenstraße 6, D-10787 Berlin, Tel.: +49 (0)30 2601-2141, Fax: +49 (0)30 2601-1724, www.beuth.de.

Die innerbetriebliche Normung umfasst nicht nur die Erarbeitung, Pflege und Verwaltung von internen Werknormen, auch externe Dokumente wie Normen, Richtlinien und Vorschriften müssen erfasst und beachtet werden.

Dieses Handbuch – erstellt von zwei Normungsmanagern mit vieljähriger Erfahrung – beleuchtet die wesentlichen Aspekte des Normungsmanagements, zeigt Möglichkeiten auf und liefert Ideen und Anstöße zur Umsetzung in Unternehmen jeder Größe. Da sich Normung auf nahezu alle Tätigkeitsbereiche eines Unternehmens auswirkt, reduziert erfolgreiches Nor-

mungsmanagement Aufwand und erzeugt Einsparung und Gewinn.

Ein fundiertes Nachschlagewerk nicht nur für Neueinsteiger.

Aus dem Inhalt:

- Innerbetriebliche Normung – Eine Managementaufgabe
- Aufbau und Führung einer Normenabteilung
- Nummerungs- und Bezeichnungssysteme
- Texte und Benennungen
- Erstellung und Herausgabe von Werknormen
- Archivierung und Verwaltung externer Normen
- Vergleiche u. Umschlüsselungen
- Konstruktionsdokumentation, Normtechnische Vorgaben
- Technisches Auftragsbuch
- Zentrale Normenabteilung im Konzern

VDI Praxis

Leitfaden Qualifizierung in der Instandhaltung



von Prof. Dr.-Ing.
Lennart Brumby,
David Merbecks,
Dr.-Ing. Jens Reichel,
Dr.-Ing. Heiko
Schultze. Heraus-
geber: VDI, 1. Aufla-
ge 2015, 68 Seiten,

A4, broschiert, Buch € 48,00,
E-Book € 48,00, Kombi € 62,40.
Buch ISBN 978-3-410-25715-8,
E-Book ISBN 978-3-410-25716-5.
Beuth Verlag GmbH, Am DIN-Platz,
Burggrafenstraße 6, D-10787 Berlin,
Tel.: +49 (0)30 2601-2141, Fax: +49 (0)30 2601-1724, ww.beuth.de.

Der Leitfaden Qualifizierung in der Instandhaltung zur Umsetzung der DIN EN 15628 ist nützlich für Sie, denn: Ein wesentlicher Teil der beeinflussbaren Kosten des Produktionsprozesses liegt in der Instandhaltung. Um langfristig in der Produktion Ressourcen und auch Geld zu sparen, ist es daher für jedes Unternehmen wichtig,

- die Zuverlässigkeit der Anlagen und technischen Einrichtungen zu erhöhen
- und die Ausführung der Instandhaltung zu optimieren.

Dieser Praxisleitfaden stellt Ihnen alle dazu notwendigen Informationen zur Verfügung – übersichtlich & anwendungsorientiert aufbereitet:

- Instandhaltungsorganisation und Aufgabenverteilung,
- Zweck und Inhalt der Soll-Profile in der Norm DIN EN 15628
- Ermittlung der betrieblichen Anforderungen und Pflichten
- Ableitung der erforderlichen Mitarbeiter-Qualifizierungen
- Ableitung von Qualifizierungsmaßnahmen im Mitarbeitergespräch
- Durchzuführende Qualifizierungen und deren Umsetzung
- Qualifikationsbescheinigungen und Europass-Dokumente: Instandhalter-Pass/Maintenance Skill Passport, MainCert

Zahlreiche Praxisbeispiele und Arbeitsvorlagen

Das im Leitfaden vorgestellte Konzept ermöglicht es Ihnen, Mitarbeiter für die Aufgaben der Instandhaltung von Anlagen, Infrastruktur und Produktionssystemen entsprechend der normativen und firmeninternen Anforderungen zu qualifizieren.

Weitere Beispiele im Anhang geben Ihnen außerdem folgende **praxiserprobten Formblätter und Checklisten als konkrete Arbeitsunterlagen** an die Hand:

- Exemplarische Arbeitsplatzbeschreibung
- Anforderungsprofil für die Soll-Ermittlung notwendiger Qualifikationen in der Organisation
- Qualifizierungsmatrix mit Gegenüberstellung von Soll und Ist zur Ableitung des Qualifizierungsbedarfs
- Vorlagen für das zwingend erforderliche Mitarbeitergespräch zur Erstellung des Qualifizierungsprogramms
- Bedarfserfassungsbogen für die Planung des Weiterbildungsprogramms im Unternehmen

Dieser Beuth Leitfaden richtet sich an alle in der Industrie tätigen Instandhaltungsfachkräfte, dabei besonders auch an Führungskräfte in der Instandhaltung, Instandhaltungssingenieure und -leiter.

Gusseisen

Internationale Werkstoff- bezeichnungen und Normen

Beuth Pocket,
von Walter Tirlir, 1. Auflage 2015.
100 Seiten. 21 x 10,5 cm, bro-



schiert. In deutscher und englischer Sprache. € 22,80 | ISBN 978-3-410-25519-2, E-Book: € 22,80 | E-Book ISBN 978-3-410-25520-8, E-Kombi (Buch + E-Book): € 29,64. Beuth Verlag GmbH, Am DIN-Platz,

Burggrafenstraße 6, D-10787 Berlin, Tel: +49 30 2601-2141, Fax: +49 30 2601-1724, ww.beuth.de

In diesem zweisprachigen Buch werden Gusseisenbezeichnungen der wichtigsten Industrienationen und Organisationen gegenübergestellt. Basierend auf den europäischen Werkstoffbezeichnungen für Gusseisen sind übersichtliche Darstellungen vergleichbarer internationaler Werkstoffe aus Deutschland, China, Indien, Japan, Russland und den USA enthalten, ergänzt um europäische und internationale Normen. Die Abgleiche basieren in der Regel auf den Angaben der mechanischen Eigenschaften.

Inhaltliche Gliederung

- Ländercode
- Übersicht der zitierten Normen (Deutschland, China, Indien, Japan, Russland, USA, EU- und ISO-Normen)
- Internationaler Vergleich der Werkstoffbezeichnungen
- Werkstoff-Nummern und Werkstoffbezeichnungen mit entsprechender Zuordnung.

Durch die Gegenüberstellung in Kapitel 3 kann der Anwender in einfacher Weise einen Vergleich sowohl mit den neuen europäischen EN-Bezeichnungen und EN-Werkstoff-Nummern als auch mit den mittlerweile zurückgezogenen DIN-EN Bezeichnungen und DIN-EN Werkstoff-Nummern durchführen.

Beuth Praxis

Erfolgreiches Energiemanagement nach DIN EN ISO 50001 [NEU]

Lösungen zur praktischen Umsetzung – Textbeispiele, Musterformulare, Checklisten

Von Dr. Grit Reimann, Herausgeber: DIN, Ausgabedatum 2015, 2., aktualisierte und erweiterte Auflage,



ge, 192 Seiten, A4, broschiert, im Beuth Verlag GmbH, Am DIN-Platz, Burggrafenstraße 6, D-10787 Berlin, Tel: +49 30 2601-2141, Fax: +49 30 2601-1724,

ww.beuth.de. Buch ISBN 978-3-410-25360-0, € 98,00, E-Book ISBN 978-3-410-25361-7, € 98,00, Kombi € 127,40.

Der praxisorientierte Leitfaden unterstützt den Anwender bei Aufbau und Implementierung eines kostensparenden Energiemanagementsystems mit konkreten Lösungen zur praktischen Umsetzung im eigenen Unternehmen.

Die renommierte Autorin und erfahrene TÜV-Cert-Auditorin Dr. Grit Reimann erläutert praxisnah und leicht verständlich:

- Die einzelnen Abschnitte der DIN EN ISO 50001:2011-12,
- jeweils mit Hinweisen zur betrieblichen Umsetzung,
- ergänzt durch Beispiele und Musterlösungen aus der Praxis.

Die zweite, aktualisierte und erweiterte Auflage des Praxisleitfadens berücksichtigt den aktuellen Stand der Energienormung und Gesetzgebung. Besonders hervorzuheben sind dabei:

- die Ausführungen zu den Anforderungen der Spitzenausgleich-Effizienzsystemverordnung SpaEfv, die auch die Nutzung alternativer Systeme ermöglicht
- die Erläuterungen zur Bewertung der energetischen Auswirkungen
- wertvolle Tipps für das externe Audit
- Energiemanagement normkonform und einfach umsetzen

Die aktualisierte und erweiterte Neuauflage des Leitfadens überzeugt durch

- leicht verständliche, praxisorientierte Erläuterung der Norminhalte,
- neue Angaben auch zu alternativen Systemen und der SpaEfv,
- Vorlagen, Musterlösungen und Formblätter als Download in der Mediathek sowie
- wertvolle Praxishilfen für den Einstieg als Ersatz für ein teures Beratergespräch!

Dieses Buch richtet sich an: Mitarbeiter aller energieintensiven Unternehmen, zum Beispiel aus den Branchen Stahl- und Nahrungsmittelindustrie, Automobilzulieferung, Kunststoffproduktion, Chemie, Maschinenbau, Abwasserbehandlung und Kalkindustrie.

Aus dem Inhalt:

- Einleitung
- Steuerentlastung
- Erneuerbare-Energien-Gesetz 2014 (EEG 2014)
- Spitzenausgleich – Alternative Systeme zur Verbesserung der Energieeffizienz, Energieaudit nach DIN EN 16247-1, Alternatives System nach Anlage 2 der SpaEfv
- Energiedienstleistungsgesetz – Was bringt es Neues?
- Wichtige Begriffe
- Teil 1 – Energiemanagement auf Basis DIN EN ISO 50001
- Anforderungen an Energiemanagementsysteme gemäß DIN EN ISO 50001 und SpaEfv
- Verantwortliche Personen im Energiemanagement
- Dokumentation
- Energiemanagement als Bestandteil von IMS
- Teil 2 – Normforderungen
- Normabschnitt 4 Anforderungen an ein Energiemanagementsystem
- Normabschnitt 4.1 Allgemeine Anforderungen
- Normabschnitt 4.2 Verantwortung des Managements
- Normabschnitt 4.3 Energiepolitik
- Normabschnitt 4.4 Energieplanung
- Normabschnitt 4.5 Einführung und Umsetzung
- Normabschnitt 4.6 Überprüfung
- Normabschnitt 4.7 Managementbewertung
- Teil 3 – Praxistipps für externe Audits
- Die Top 30 der zu vermeidenden Auditabweichungen
- 20 Praxistipps zu einem erfolgreichen Auditabschluss
- Teil 4 – ISO 50001 – Quo Vadis?
- Die High Level Structure und ihre Auswirkung auf die Gestaltung der DIN EN ISO 50001 Anhang
- Zusammenhang zwischen DIN EN ISO 9001, DIN EN ISO 14001 und DIN EN ISO 50001 Zollformblatt

Österreichische Gießerei-Tagung

Bad Ischl 7./8. April 2016



Veranstaltungsort:

Kongress & TheaterHaus
Bad Ischl, Österreich

VORTRAGSANMELDUNG

Vortragsanmeldungen werden bis
Ende Oktober 2015 erbeten.

Kontakt und weitere Auskünfte:

Österreichisches Gießerei-Institut

Fr. Michaela Luttenberger

Fr. Ulrike Leech

Parkstraße 21 | A-8700 Leoben

Tel.: +43(0)3842 431010

Fax: +43(0)3842 431011

E-Mail: office@ogi.at

www.ogi.at

Veranstalter



Wir verstehen was
Sie brauchen!

Innsbrucker Straße 51
6060 Hall in Tirol
Austria

T +43 5223 503 0
F +43 5223 43619
E office@trm.at
www.trm.at

TIROLER ROHRE

