

Giesserei Rundschau



SUPERHELDEN
DER ZERSPANUNG
FILL SYNCROMILL



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. 9/10

erscheint am

13. Oktober 2014

zum Thema:

**„Leichtbau
und Simulation“**

Redaktionsschluss:

19. September 2014



Mitteilung der World Foundry Organization WFO

Der 71. Gießerei-Weltkongress im spanischen Bilbao war ein internationales Großereignis

Die von 19. bis 21. Mai 2014 abgehaltene Veranstaltung zum Leitthema „Advanced Sustainable Foundry“ hatte über 1000 Teilnehmer aus 46 Ländern nach Bilbao gezogen. Geboten wurden ein Technisches Vortragsprogramm, ein Young Students Seminar, ein Young Researchers Program, ein Casting Buyers Forum, Werksbesuche, eine internationale Gießerei-Ausstellung, ein Gesellschaftsprogramm und ein Programm für Begleitpersonen.

WFO-Präsident Vinod Kapur machte auf die systematischen Veränderungen in der Industrie aufmerksam und meinte, es sei an der Zeit, den Herausforderungen mit Forschungsanstrengungen hinsichtlich neuer Produkte und Prozesse zu begegnen unter Rücksichtnahme auf Nachhaltigkeit und die moralische Verpflichtung gegenüber unserer Umwelt.

Der alle 2 Jahre stattfindende Gießerei-Weltkongress ermöglicht den weltweiten Austausch neuesten Wissens und gibt den Teilnehmern die Möglichkeit persönlicher Kontakte und Netzwerkbildung.

Die herausragendsten 3 Kongressvorträge wurden von der WFO ausgezeichnet, wobei diese Best Paper Awards von Hüttenes-Albertus gesponsert worden sind. Ausgezeichnet wurden:

Best Paper Gold Award

Dana Cooper, Fairmount Minerals Ltd., USA, für den Beitrag „Sustainability is the Key-Driver of Innovation“

Best Paper Silver Award

Jaimie Prat, ASK Chemicals, Spain, für den Beitrag „Net/Gross Yield Optimisation of High Value Added Steel Castings“

Best Paper Bronze Award

U. Petzschmann, IfG, Germany, für den Beitrag „Active Cooling of Resin Bonded Moulds to reduce the Cooling Time of Heavy Section Castings without Loss of Quality“

Die ausgezeichneten Autoren wurden anlässlich der Schlußzeremonie des Kongresses mit Übergabe von Plaketten und einem Geldpreis geehrt.

Die WFO hat zur Zeit 32 Mitgliedsorganisationen aus 32 Ländern weltweit. Die Teilnahme am Gießerei-Weltkongress steht allen Interessenten, auch solchen aus Nichtmitgliedsländern, offen.

Für die Organisation des 71. Gießerei-Weltkongresses war die spanische Mitgliedsorganisation Tabira Foundry Institute zusammen mit IK4-Azterlan verantwortlich.

Interessenten an den Congress Proceedings können diese beim Generalsekretär der WFO, Andrew Turner, per E-Mail Andrew@thewfo.com oder über das Internet www.thewfo.com anfordern.

Der 72. Gießerei-Weltkongress wird von 21. bis 25. Mai 2016 im japanischen Nagoya stattfinden.

Quelle: WFO Presseaussendung

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:

Bergrat 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 Schindlbacher
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: AT55 3200 0000 1701 1826
BIC: RLNWATWW

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 Verantwort-
lichkeit der Redaktion.

Offenlegung nach § 25 Mediengesetz
siehe www.voeg.at

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 oberösterreichische Maschinenbauun-
ternehmen Fill Ges.m.b.H.** ist einer der welt-
weit führenden Maschinen- und Anlagenbauer im
Aluminium-Gießereibereich sowie in der zerspan-
nenden Bearbeitung von Aluminium, Stahl und an-
deren Werkstoffen.

Die Fill-Bearbeitungszentren *syncromill* führen un-
terschiedliche Bearbeitungsschritte in einer oder
mehreren Aufspannungen an Werkstücken durch.
syncromill steht für ein einzigartiges, wirtschaftliches
und innovatives Maschinenkonzept. So werden gro-
ße Stückzahlen in höchster Präzision erreicht.

Zu den Kunden gehören renommierte Autoprodu-
zenten und deren Zulieferer weltweit.

Fill your future.

www.fill.co.at



BEITRÄGE

- 202** ➡ **Möglichkeiten der Phasenanalyse von
Al-Legierungen durch Lichtmikroskopie und spezielle Ätztechniken**
- 208** ➡ **Das Druckgießen im Spannungsfeld zunehmender Anforderungen
an die Gussteile und das Streben nach Optimierung des Prozesses**
- 216** ➡ **DG-Prozessoptimierung steigert Qualität und
Produktivität – und schont Ressourcen**
- 223** ➡ **Erweiterte Thermoanalyse mit Dendrite Coherency und
Rigidity Punkt und deren mögliche neue Anwendungsgebiete**

TAGUNGEN/ SEMINARE/MESSEN

- Rückblick:
- 235** 10. EUROGUSS 2014, Nürnberg, 14./16. Januar 2014
- 239** Aalener Gießereikolloquium, Aalen, 07./08. Mai 2014
- 242** Deutscher Gießereitag, Hamburg, 15./16. Mai 2014
- 253** Veranstaltungskalender

AKTUELLES

- 256** Aus dem ÖGI
Aus den Betrieben
Firmennachrichten

VÖG-VEREINSNACHRICHTEN

- 265** Vereinsnachrichten
Personalia

LITERATUR

- 266** Bücher und Medien

Möglichkeiten der Phasenanalyse von Aluminiumlegierungen durch Lichtmikroskopie und spezielle Ätztechniken

Potentials of Phase Analysis of Aluminium Alloys by Means of Light Microscopy and specialized Etching Techniques



Dr.-Ing. Matthias Bünck

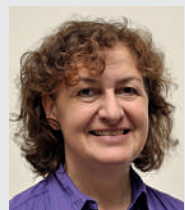
studierte Metallurgie und Werkstofftechnik an der RWTH Aachen University, wo er als Leiter der Dauerformgussgruppe am Gießerei-Institut 2010 zum Thema Thixo- und Rheogießen promovierte und anschließend als Akademischer Rat den Forschungsbereich Legierungsentwicklung leitete. Seit April 2013 arbeitet Dr. Matthias Bünck bei Access e.V. in Aachen. Zu seinen Aufgaben zählen das Projekt- und Qualitätsmanagement im Bereich Feinguss für die Luftfahrt. Darüber hinaus gibt er Schulungen und ist als Berater in der Gießereiindustrie tätig.

Elke Schabberger-Zimmermann,

ist seit 1990 Leiterin der Metallographie am Gießerei-Institut der RWTH Aachen und am An-Institut Access e.V., Aachen.



Elke Breuer



war im Anschluss an ihre Ausbildung im Forschungszentrum Jülich von 1986 bis 1991 als Metallographin in der Forschung und Entwicklung der VAW Bonn tätig. Nach ihrer Elternzeit arbeitete sie bis 2007 bei der Hydro Aluminium Bonn (ehemals VAW). Heute ist sie als Metallographin bei Access e.V., An-Institut der RWTH Aachen University, schwerpunktmäßig in der Licht- und Rasterelektronenmikroskopie beschäftigt.

Dr.-Ing. Bin Lao

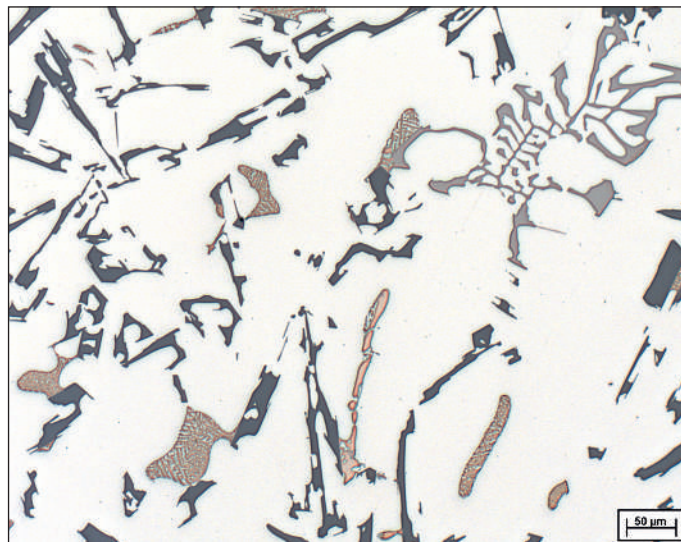
studierte an der RWTH Aachen Metallurgie und Werkstofftechnik. Von 2006 bis 2012 war er wissenschaftlicher Mitarbeiter und Doktorand der Dauerformgussgruppe am Gießerei-Institut der RWTH Aachen. Seit 2012 ist er Projektleiter im Bereich Gießtechnik Motor bei Audi AG in Ingolstadt.



Prof. Dr.-Ing. Andreas Bührig-Polaczek



studierte Hüttenkunde an der TU Berlin und Gießereikunde an der RWTH Aachen, wo er 1992 unter Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. Peter R. Sahm promovierte. Von 1998 bis 2002 war er Professor für Gießereikunde an der Montanuniversität Leoben und in Personalunion Geschäftsführer des Österreichischen Gießereiiustituts (ÖGI), Leoben/A. Seit 2002 ist er Professor für Gießereikunde am Gießerei-Institut der RWTH Aachen und Geschäftsführender Vorstandsvorsitzender des An-Institutes ACCESS e.V. Materials & Processes. 2011 erhielt er den Merton C. Flemings Award, ACRC, MPI, Worcester, USA.



Gefügebild einer sandgegossenen AlSi9Cu3-Probe in 200facher Vergrößerung.

Kurzfassung

Die Anforderungen an moderne Werkstoffe steigen stetig. So müssen beispielsweise Aluminiumlegierungen in Motoren immer höheren Betriebsdrücken standhalten. Diesen Anforderungen kann konstruktiv durch verbesserte, lokal sehr effiziente Brennraumkühlung begegnet werden, allerdings erreichen gängige Legierungen trotz dieser Maßnahmen längst ihre Belastungsgrenzen. Neue Werkstoffentwicklungen werden daher intensiv und konsequent vorangetrieben.

Da die Werkstoffeigenschaften maßgeblich durch die Bildung von Phasen bei der Erstarrung oder während einer Wärmebehandlung bestimmt werden, ist deren Identifikation und Analyse bei der Legierungsentwicklung ein entscheidender Arbeitsschritt. Nicht nur mit modernen Analysegeräten, wie dem Rasterelektronenmikroskop, lassen sich bei geeigneter Präparation sehr viele Phasen bestimmen, **sondern auch** mit der herkömmlichen Lichtmikroskopie. Dabei ist die **letztgenannte** Vorgehensweise oft schneller und kostengünstiger.

In diesem Beitrag werden das Vorgehen und spezielle Möglichkeiten der Phasenanalyse mittels Lichtmikroskopie anhand der Legierung AlSi9Cu3 beschrieben. Dabei können auf diese Weise bereits acht unterschiedliche Phasen identifiziert werden.

Schlüsselwörter: Aluminiumlegierung, Mikrostruktur, Bildanalyse, Farbätzung, Intermetallische Phasen

Einleitung

Einer der Engpässe bei der Legierungsentwicklung ist die zeit- und kostenaufwendige Phasenanalyse. Mit Hilfe metallographischer Methoden ist es im herkömmlichen Schwarzweißbild nur sehr eingeschränkt möglich, Phasen anhand ihrer unterschiedlichen Graunancen oder über ihre Morphologie zu unterscheiden. Die Farbätztechnik, z. B. die bekannte Barker-Ätzung [1], erlaubt seit langem, Orientierungen von Körnern mittels polarisiertem Licht und entsprechender Optik farblich zu unterscheiden. Um einzelne Phasen derart hervorzuheben, wurden weitere Methoden entwickelt, wie z. B. die Farbkontrastätzung [2, 3]. In jüngerer Vergangenheit ist es gelungen, mit Hilfe *geeigneter metallographischer Methoden* auch kritische Phasen, die sich nur durch geringe Unterschiede in der Zusammensetzung unterscheiden, sichtbar zu machen [4]. In diesem Zusammenhang gibt die hier beschriebene Arbeit anhand von Beispielen bei der Legierung AlSi9Cu3 einen Einblick in die Möglichkeiten, unterschiedliche Phasen mittels Präparations- und Ätztechnik zu visualisieren.

AlSi9Cu3 ist die im Druckgießverfahren am häufigsten vergossene Legierung. Sie wird in der Regel aus Schrotten erschmolzen und weist demzufolge einen hohen Anteil an Eisen und anderen Verunreinigungen auf, so dass nur geringe Dehnungen erreicht werden. Aufgrund der guten Hochtemperatureigenschaften eignet sich AlSi9Cu3 sehr gut für das Gießen von Motorkomponenten. Dabei ist das Toleranzfeld der Legierungsbestandteile allerdings sehr weit, so dass Schwankungen in der Zusammensetzung einen deutlichen Einfluss auf die Bildung von Phasen und die resultierenden Werkstoffeigenschaften haben können.

Innerhalb des Legierungssystems sind verschiedene Phasen zu erwarten. Nach Tillova u. a. treten die Mg-Si-Phasen $\text{Al}_8\text{Si}_5\text{Mg}_3\text{Fe}$ (π) sowie $\text{Al}_5\text{Si}_6\text{Mg}_8\text{Cu}_2$ (Q) gleichzeitig auf [5], wobei Foss u. a. für die π -Phase mit $\text{Al}_9\text{Si}_5\text{Mg}_3\text{Fe}$ eine leicht andere Zusammensetzung angeben [6]. Weiter sind die festigkeitssteigernden Phasen S (Al_2CuMg), (Mg_2Si) und θ (Al_2Cu) zu erwarten [7]. Aufgrund des hohen Eisenanteils kommt es außerdem zur Bildung von α AlFeSi und β AlFeSi, wobei sich letzteres aufgrund der nadelförmigen Morphologie sehr ungünstig auf die mechanischen Eigenschaften auswirkt [8].

Um die Bildung der Phasen beurteilen zu können, wurden im Rahmen der hier beschriebenen Arbeit Versuche mit der am Gießerei-Institut der RWTH Aachen entwickelten Triplexprobe durchgeführt. Über drei unterschiedliche zylinderförmige Kavitäten ist es dabei möglich, eine ungerichtete Erstarrung bei verschiedenen Abkühlraten einzustellen. Durch das quadratische Verhältnis von Höhe zu Durchmesser der Triplexzylinder ($H/D = 1$) werden eine gleichmäßige Wärmeleitung in alle drei Koordinatenrichtungen und eine bestmögliche Speisung gewährleistet [9]. Wegen stark unterschiedlicher Abkühlraten kann unter anderem auch ein gleichgewichtsnahes Phasenwachstum eingestellt werden, so dass eine gute Vergleichbarkeit mit Ergebnissen möglich ist, die aus der Phasenberechnung mit **Softwareprogrammen** wie FactSage, Pandat oder ThermoCalc gewonnen werden. Weiterhin lassen sich derart grobe Phasen erzeugen, die gut mittels EDX (**energy dispersive X-ray spectroscopy**) im Rasterelektronenmikroskop verifizierbar sind.

Experimentelles

Für die Gießversuche wurden 7 kg der Legierung AlSi9Cu3 in einem widerstandsbeheizten Ofen des Typs K4/13 (Nabertherm GmbH, Lilienthal) mit einem Gesamtfassungsvermögen von 9 kg aufgeschmolzen und auf 750 °C erwärmt. Der Abguss erfolgte bei 700 °C manuell mittels Gießkelle in eine Cold-box-Triplexprobe (Abb. 1). Die Temperatur bei der Erstarrung wurde jeweils in der Mitte jedes Triplexmoduls gemessen (Abb. 2).



Abb. 1: Modulare Triplexprobe mit drei Sandmodulen: Durchmesser $D = 30, 60$ und 90 mm.

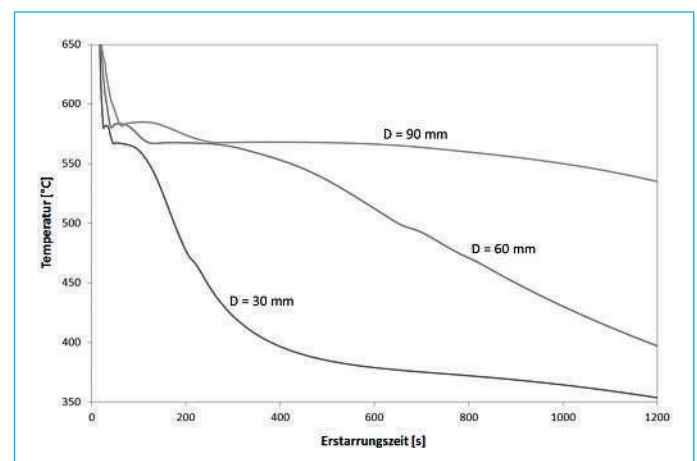


Abb. 2: Abkühlkurven Triplexprobe (drei Sandmodule mit unterschiedlichen Durchmessern D) – Legierung AlSi9Cu3, Gießtemperatur 700 °C.

Neben den Gießversuchen wurde die Phasenbildung mit der Software ThermoCalc berechnet. Aufgrund der großen Toleranzen erfolgte zunächst die genaue Bestimmung der Legierungszusammensetzung mittels Spektrometer des Typs SpectromaxX (Tabelle 1).

Um eine gute Vergleichbarkeit zu den ThermoCalc-Berechnungen zu gewährleisten, wurden im Wesentlichen Proben aus den 60 und 90 mm-Triplexzylindern untersucht, denn aufgrund der sehr langsamen Erstarrung (vgl. Abb. 2) laufen Diffusionsvorgänge gleichgewichtsnah ab. Bei allen Berechnungen in ThermoCalc kam die Datenbank TTAL6 der Firma ThermoTech Ltd., Guildford, UK, zum Einsatz.

Für die Gefügeanalyse wurden aus den Gussteilen Probenstücke herausgetrennt und in Demotec 70, einem graphithaltigen, elektrisch leitenden Kalteinbettmittel, eingebettet. Anschließend wurden die Proben mit 180er, 320er, 500er und 1000er SiC-Papier geschliffen und mit 9- μm - und 3- μm -Diamantsuspension poliert. Die Endpolitur erfolgte mit Mastermet 2 auf einem chemikalienbeständigen Synthetik Tuch. Die polierten Proben wurden im Lichtmikroskop im Hellfeld untersucht, wobei verstärkt nach Bereichen gesucht wurde, die bei 500facher bzw. 1000facher Vergrößerung eine klare Phasenunterscheidung ermöglichen. Diese Bereiche wurden fotografiert und anschließend mit einem Objektmarker markiert, damit die entsprechenden Stellen auch im Rasterelektronenmikroskop wiedergefunden werden konnten. Mittels EDX-Messungen wurde die chemische Zusammensetzung der einzelnen Phasen gemessen und bestimmt.

Ergebnisse

Abb. 3 zeigt die mit ThermoCalc berechnete Phasenbildung bei gegebener Zusammensetzung (vgl. Tabelle 1) im Gleichgewicht und nach dem Scheil-Modell. Letzteres berücksichtigt nur die Diffusion im Flüssigen und kommt daher der Realität bei einer langsamen, planaren Erstarrung sehr nahe. Die Änderung des Anteils der Festphase führt dabei zu einer Steigung der Konzentration der Legierungselemente in der Restschmelze. Entsprechend re-

Chemische Zusammensetzung in % (Massenanteil)							
Si	Cu	Zn	Mg	Fe	Mn	Ni	Al
9,34	2,93	0,82	0,48	0,45	0,40	0,03	Rest

Tabelle 1: Ergebnisse der Spektralanalyse der eingesetzten Legierung AlSi9Cu3 (Mittelwert aus drei Messungen).

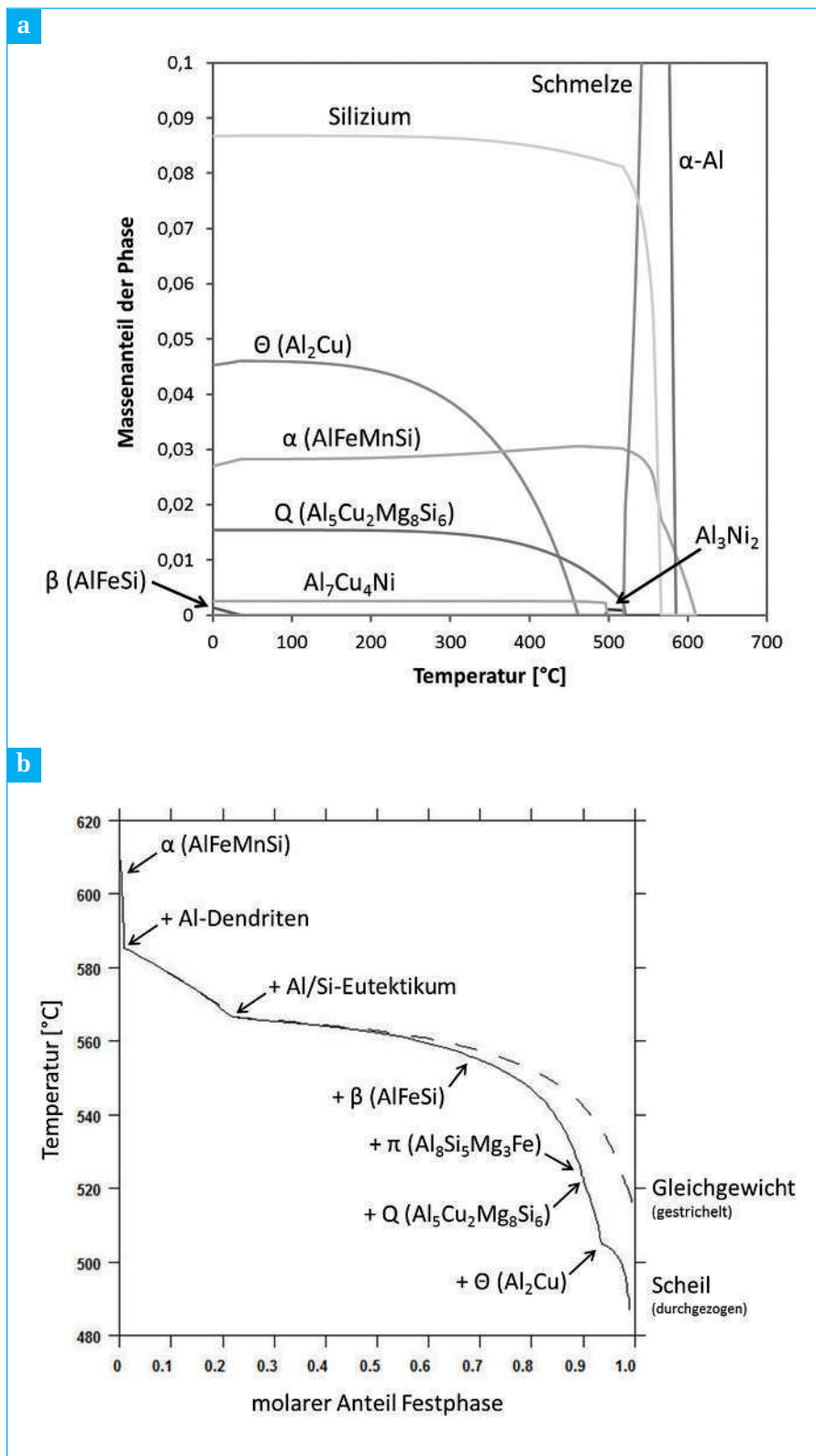


Abb. 3: ThermoCalc-Berechnung der Phasenbildung bei der Erstarrung von AlSi9Cu3: a) Phasenbildung im Gleichgewicht, b) Ausscheidungssequenz nach Scheil.

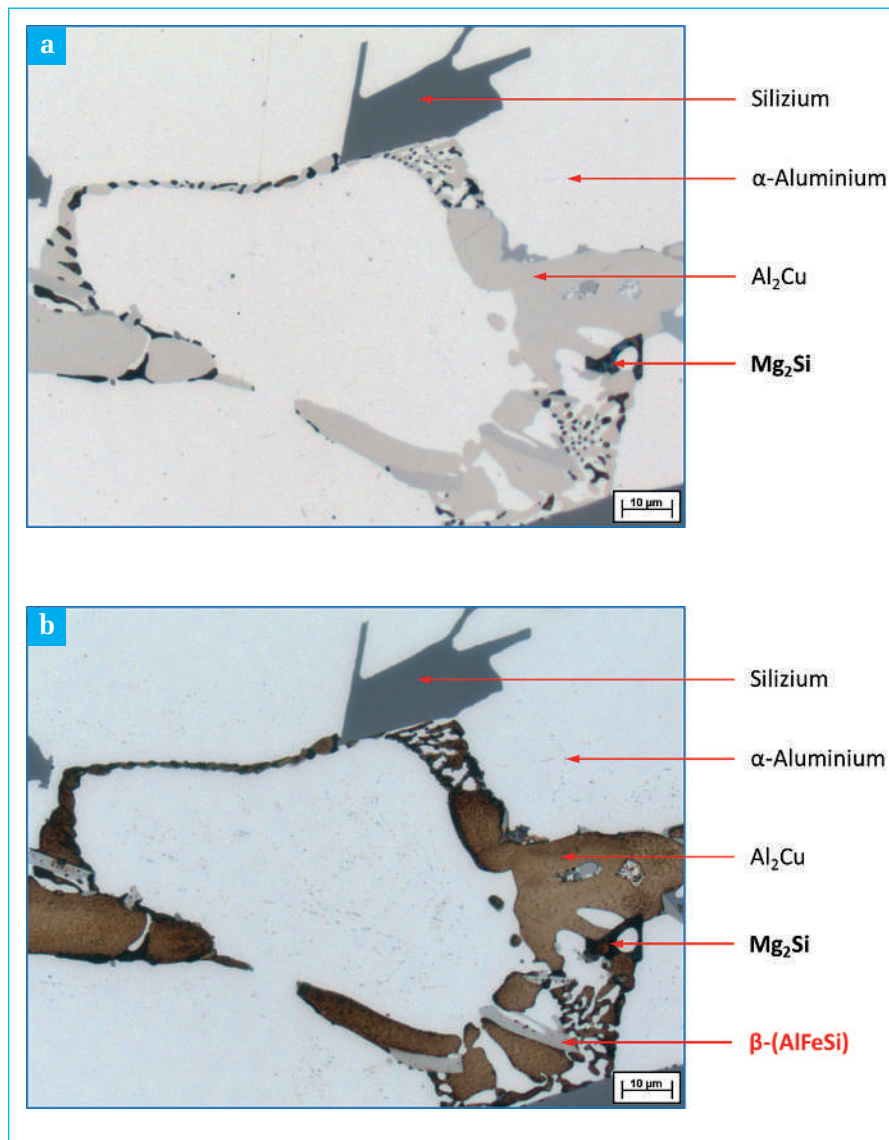


Abb. 4: Gefügeausschnitt in 1000facher Vergrößerung im polierten Zustand (a) und nach Ätzung (b), die die zusätzliche Identifikation der β (AlFeSi)-Phase erlaubt.

Die Präparation, insbesondere ein geeignetes Ätzverfahren, spielt die entscheidende Rolle, um unterschiedliche Phasen in einem Schliffbild visualisieren und differenzieren zu können. Im Folgenden wird sukzessive das Vorgehen bei der Identifikation der einzelnen Phasen beschrieben.

Abb. 4 zeigt einen Gefügeausschnitt im polierten (a) bzw. geätzten Zustand (b). Während die Aluminiumphase, die Siliziumphase, die Al_2Cu -Phase und auch die Mg_2Si -Phase bereits sehr gut im polierten Schliff aufgrund ihrer Färbung mittels Lichtmikroskop bestimmt werden können, ist eine eindeutige Unterscheidung weiterer Phasen nicht möglich. Erst eine Ätzung auf HNO_3 -Basis ermöglicht die sichere Differenzierung von β (AlFeSi). Infolge der Ätzung erscheint die β (AlFeSi)-Phase in starkem Kontrast hellgrau, wodurch es sich von benachbartem, dunkelbraunem Al_2Cu deutlich abhebt (Abb. 4b).

Ein weiteres Beispiel zeigt Abb. 5. In der polierten Probe (Abb. 5a) sind der Aluminiummischkristall, Silizium und die Al_2Cu -Phase bestimmbar. Die Unterscheidung der Phasen β und Q gelingt dagegen nicht. Wird die Probe geätzt (Abb. 5b), erscheint die Q-Phase ($\text{Al}_5\text{Cu}_2\text{Mg}_8\text{Si}_6$) blau, so dass eine sichere Differenzierung aller Phasen in gegebenem Gefügeausschnitt nach der Ätzung problemlos möglich ist.

Dass auch sehr geringe Unterschiede in der chemischen Zusammensetzung einer Phase deutlich mittels Farbätztechnik differenziert werden können, zeigt Abb. 6. Der Gefügeausschnitt stellt eine Ansammlung von Phasen in einer Seigerungszone dar. Entnommen wurde die Probe aus einem Triplexzylinder mit einem Durchmesser von 60 mm. Lediglich die Al_2Cu -Phase und eutektisches Silizium sind aufgrund der leicht rötlichen, beziehungsweise dunkelgrauen Färbung bereits im polierten Zustand sehr gut erkennbar. Eine Unterscheidung der hellgrauen Phasen ist jedoch kaum möglich. Wird die Probe geätzt, so wird unter anderem der Kontrast erhöht. Erscheinen viele Phasen im polierten Zustand noch einheitlich grau, werden selbst innerhalb einzelner Phasen in der geätzten Probe sehr unterschiedliche

Chemische Zusammensetzung in in Atom %

Spektrum	Mg	Al	Si	Mn	Fe	Ni	Cu
Spektrum 1	17.56	55.06	22.05	0.12	2.02	1.02	2.17
Spektrum 2	17.99	47.57	28.92	0.40	4.35	0.37	0.40
Spektrum 3	18.67	50.37	24.84	0.18	2.21	1.58	2.15
Spektrum 4	12.72	59.33	23.19	0.29	3.39	0.59	0.48
Spektrum 5	20.02	48.79	24.87	0.19	2.37	1.29	2.47

Tabelle 2: REM-EDX-Analyse der p-Phase aus Abb. 7.

sultieren Unterschiede bei der Phasenbildung. So entsteht infolge des Konzentrationsaufbaus im Scheil-Modell z. B. die π -Phase, während diese im Gleichgewicht, also beispielsweise nach einer Wärmebehandlung, nicht auftritt. Da auch das Scheil-Modell nur eine Näherung der Realität ist, kann die Berechnung die entstehenden Phasen nur tendenziell vorhersagen. Das Scheil-Modell (vgl. berechneter Ausscheidungsverlauf in Abb. 3b) stellt im Falle der langsam erstarrenden Triplexform jedoch eine sehr gute Näherung dar.

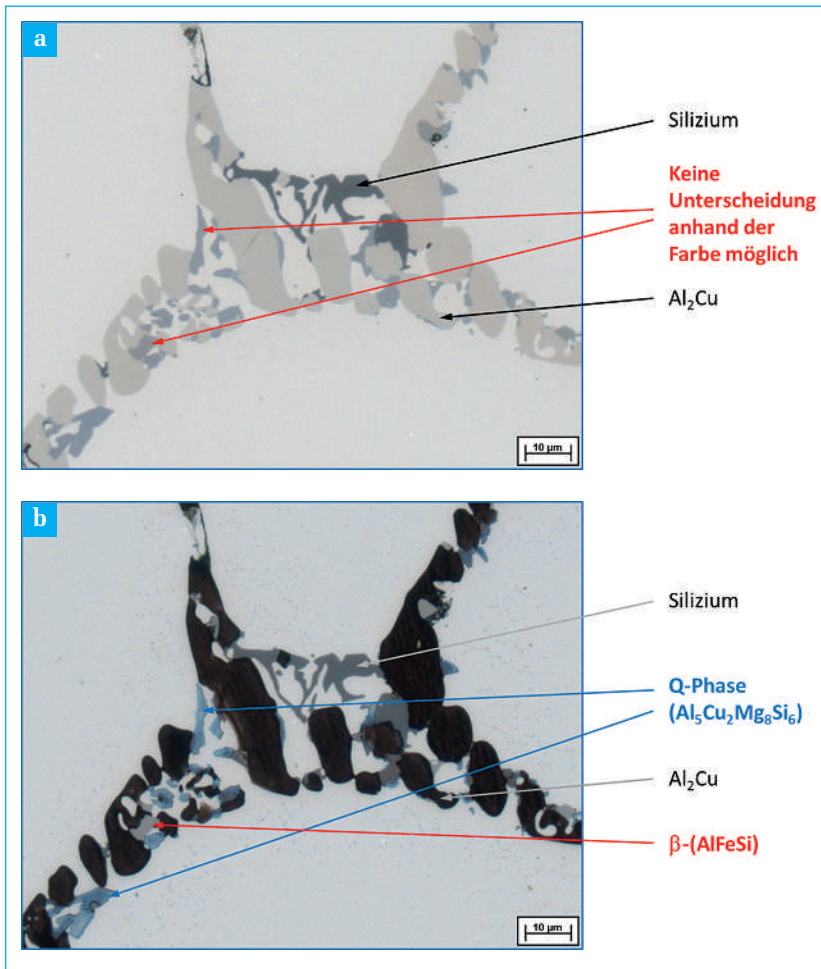


Abb. 5: Gefügeausschnitt in 1000facher Vergrößerung im polierten Zustand (a) und nach Ätzung (b), welche die zusätzliche Identifikation der β (AlFeSi)-Phase und der Q-Phase (Al₅Cu₂Mg₈Si₆) erlaubt.

Bereiche sichtbar (vgl. auch Vergrößerung in Abb. 7a). Die β (AlFeSi)-Phase ist aufgrund des hellen Grautons sehr gut von den anderen Phasen zu unterscheiden. Eine chemische Analyse der Phasenbestandteile erfolgte mittels EDX.

Abb. 7a zeigt ein Detail der lichtmikroskopischen Gefügaufnahme aus Abb. 6 im geätzten Zustand. Derselbe Ausschnitt wurde im Rasterelektronenmikroskop mittels EDX zur quantitativen Phasenanalyse untersucht (Abb. 7b, Tabelle 2). Dabei konnte der zweifarbige Phasenbereich als π-Phase (Al₈Si₅Mg₃Fe) identifiziert werden, welche Anteile an Mangan, Nickel und Kupfer enthält. Die Elementverteilungen zeigen weiter, dass die spezifische Färbung aus unterschiedlichen Anteilen an Eisen, Nickel und Kupfer resultiert. Im grauen Bereich weist die π-Phase etwa 2,2 % * Fe, 1,3 % Ni und 2,3 % Cu auf, im blauen Bereich etwa 4,4 % Fe, 0,4 % Ni und 0,4 % Cu.

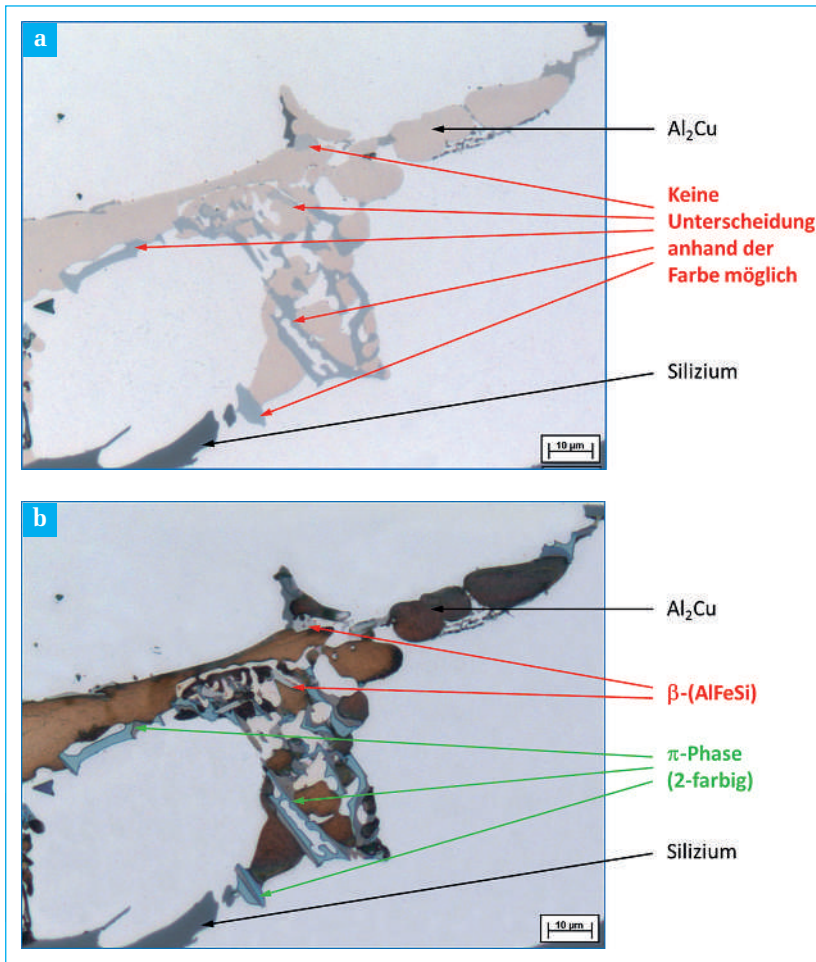


Abb. 6: Gefügeausschnitt in 1000facher Vergrößerung im polierten Zustand (a) und nach der HNO₃-Ätzung (b), welche die zusätzliche Identifikation der β (AlFeSi)-Phase und der π-Phase erlaubt.

Zusammenfassung und Schlussfolgerung

Die Weiterentwicklung analytischer Methoden ist eine wesentliche Voraussetzung für eine zügige Qualifizierung neuer Legierungen. Insbesondere schädliche Phasen, die aufgrund ihrer Morphologie zu einer Verschlechterung der mechanischen Eigenschaften führen, sind zu vermeiden. Die Phasenanalyse mittels Lichtmikroskop ist unter Einsatz geeigneter metallographischer Methoden ein unverzichtbares Werkzeug bei der Legierungsentwicklung, denn in immer komplexeren Legierungssystemen kommt es zur Ausbildung sehr vieler komplexer Phasen, deren Bestimmung mittels hochauflösender Methoden, wie EDX, zu zeit- und kostenintensiv ist.

* Sofern nicht anders vermerkt, handelt es sich bei den prozentualen Angaben zur Zusammensetzung um Massenanteile.

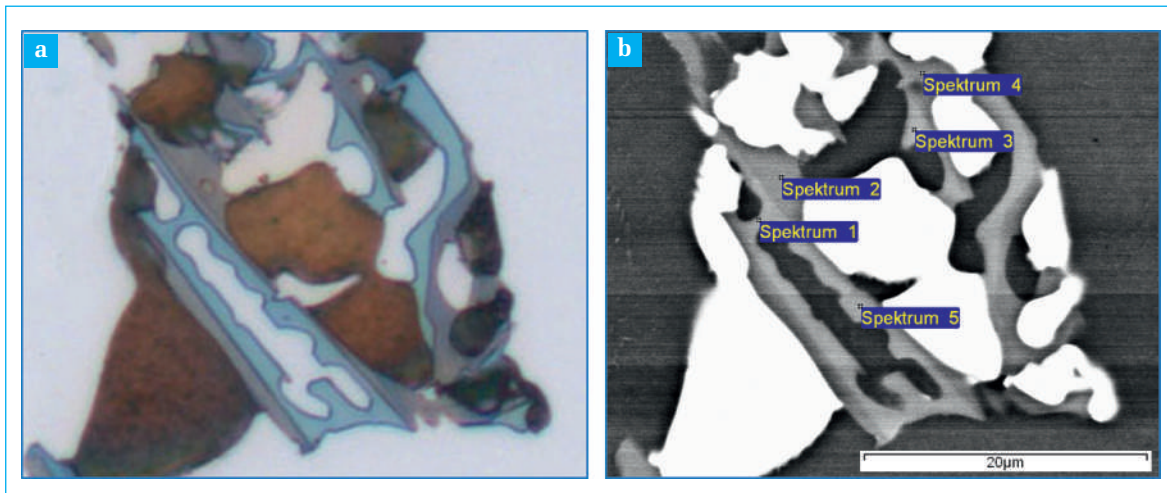


Abb. 7: Detail aus Abb. 6 (a) und entsprechende Gefügeaufnahme mit dem Rasterelektronenmikroskop zur quantitativen Elementanalyse der π -Phase mittels EDX (b).

In der hier beschriebenen Arbeit konnte gezeigt werden, dass heute umfassende Möglichkeiten zur quantitativen Unterscheidung sehr vieler Phasen im Lichtmikroskop zur Verfügung stehen, so dass die moderne Probenpräparation eine wesentliche Rolle bei der Entwicklung moderner Legierungen einnimmt. Die enorme Sensitivität dieses Verfahrens wurde dabei insbesondere durch die Analyse der π -Phase, die bei der Legierung AlSi9Cu3 in Varianten leicht unterschiedlicher Zusammensetzung vorliegen kann, demonstriert.

Literatur

- [1] Trans. Amer. Soc. Metals 42 (1950), S. 347–356.
- [2] Konecna, R.; Slocovsky, P.: The color contrast utilization at structural analysis of cast materials. International Metallography, Stara Lesna, Slowakische Republik, 1998. S. 10–13.
- [3] Tillova, E.; Panuskova, M.; Chalupova, M.: Metallographische Analyse von Al-Si-Cu Gusslegierungen. Berichte und Informationen, 14, Dresden, 2006. S. 49–55.
- [4] Schabberger-Zimmermann, E.; Bührig-Polaczek, A.; Breuer, E., u. a.: Phasenbestimmung in mehrkomponentigen Aluminiumlegierungen mittels metallographischer Präparations- und Ätzmethode. Tagungsband zur 43. Metallographie-Tagung, 16.–18. September 2009, Aachen. S. 33–38.
- [5] Druckgusspraxis (2007) Nr. 3, S. 108–111.
- [6] Acta Crystallographica B59 (2003), S. 36–42.
- [7] Journal of Materials Science 38 (2003), S. 279–290.
- [8] Materials Science and Engineering A394 (2005), S. 9–19.
- [9] Klaus, G.: Über die Gefügeausbildung technischer Magnesiumlegierungen in industriellen Gießprozessen. Dissertation, Aachen, 2011. S. 97–98. ISBN: 978-3-9813872-3-0.

Kontaktadresse:

Gießerei-Institut | Foundry Institute
 RWTH Aachen University
 D-52072 Aachen | Deutschland | Intzestraße 5
 Tel.: +49 (0)241 80 95880 | Fax: +49 (0)241 80 92276
 E-Mail: sekretariat@gi.rwth-aachen.de
<http://www.gi.rwth-aachen.de>

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**



Das Druckgießen im Spannungsfeld zunehmender Anforderungen an die Gussteile und das Streben nach Optimierung des Prozesses

Die Casting between the Priorities of increasing Demands towards the cast Parts and the Pursuit of Process Optimization



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

Dipl.-Ing. Wolfgang Besser,

Studium der Konstruktionstechnik an der Universität Magdeburg. Der berufliche Werdegang führte über verschiedene Stationen in Konstruktion und Entwicklung zu Druckguss Heidenau GmbH in Dohna/Dresden, seit 2005 dort Leiter der Entwicklung.



Dipl.-Ing. Damian Banasik,

Seit 2010 verantwortlicher Konstrukteur für die Nebetrieb-Umfänge der 1,8L u. 2,0L Vierzylinder Ottomotoren, der EA888 Aggregate-Familie, bei der Audi AG in Ingolstadt. Neben der Entwicklung und Konzeption der Nebetrieb-Layouts, für die unterschiedlichen Fahrzeug-Anforderungen im VW-Konzern, liegt der Entwicklungsschwerpunkt in der Konstruktion des Medien führenden Nebenaggregatehalters, der als multifunktionales Bauteil, eine Sonderstellung im Nebetriebumfang darstellt.



Dr.-Ing. Markus Ratka,

Studium der Gießereitechnik an der RWTH Aachen. Seit 18 Jahren in unterschiedlichen Leitungsfunktionen bei Kundengießerei mit dem Schwerpunkt Aluminiumdruckguss. Aktuell Geschäftsführer in der pressmetall Gruppe für den Bereich Kunde und Technologie.



Schlüsselwörter:

Al-Druckguss, Entwicklungstendenzen, Funktionsintegration, Prozessoptimierung, technische Lösungen, Schnelle Computertomographie

0. Einleitung

Die Anforderungen an Druckgussteile nehmen mit den wachsenden Ansprüchen, vor allem an Verkehrsmittel als Haupteinsatzgebiete für Leichtmetall-Druckgussteile, ständig zu. Besonders hervorzuheben sind die Forderungen nach weiterer, konsequenter Leichtbauweise, um den Kraftstoffverbrauch systematisch absenken und die Umweltbelastungen Zug um Zug verringern zu können.

Folgende Entwicklungstendenzen für Druckgussteile sind zu erkennen:

- Höhere Festigkeiten der Bauteile, um mit minimalem Werkstoffeinsatz den Anforderungen gerecht zu werden.
- Weitgehende Freiheit von inneren Fehlern der Teile, um vorzeitiges Versagen der Teile im Langzeiteinsatz zu vermeiden.
- Realisierung von Integralteilen, um Aufwendungen für das Fügen und Montieren von mehreren Einzelteilen zu verringern.
- Das Oberflächen/Volumen-Verhältnis der Teile wird größer. Daraus resultieren besondere Forderungen an den Wärmehaushalt der Druckgießformen.
- Die Abmessungen der Integralteile sind in der Regel gegenüber den Einzelteilen deutlich größer und schließlich sollen
- die Druckgussteile zu den niedrigsten möglichen Kosten gefertigt werden.

1. Beispiele für die aufgezeigten Entwicklungstendenzen

Die vorstehend aufgezeigten Tendenzen der Entwicklung von Druckgussteilen zeichnen sich bereits seit mehreren Jahren ab. In den letzten Monaten tritt diese Tendenz bei allen namhaften Automobilfirmen und deren Zulieferern sprunghaft in den Vordergrund.

Bereits in einem früheren Beitrag [1] wurde auf die erkennbaren neuen Wege der Gestaltung und Bemessung von Integralbauteilen aus Al-Druckguss und deren Fertigungsschwierigkeiten verwiesen. Im Jahr 2013 häuften sich die Veröffentlichungen zum Problemkreis, insbesondere zu Karosserieteilen. Zahlreiche wissenschaftliche Veranstaltungen waren von diesem Thema dominiert.

In [2] wird beispielsweise ausgeführt, dass bei der Neukonstruktion einer Federbeinaufnahme 10 Stahlblechteile in ein Al-Druckgussteil integriert wurden. Es müssen demnach 9 Teile weniger gefügt werden und das Gewicht des integrierten Teils ist 10,7 kg geringer als das der ursprünglichen 10 Teile.

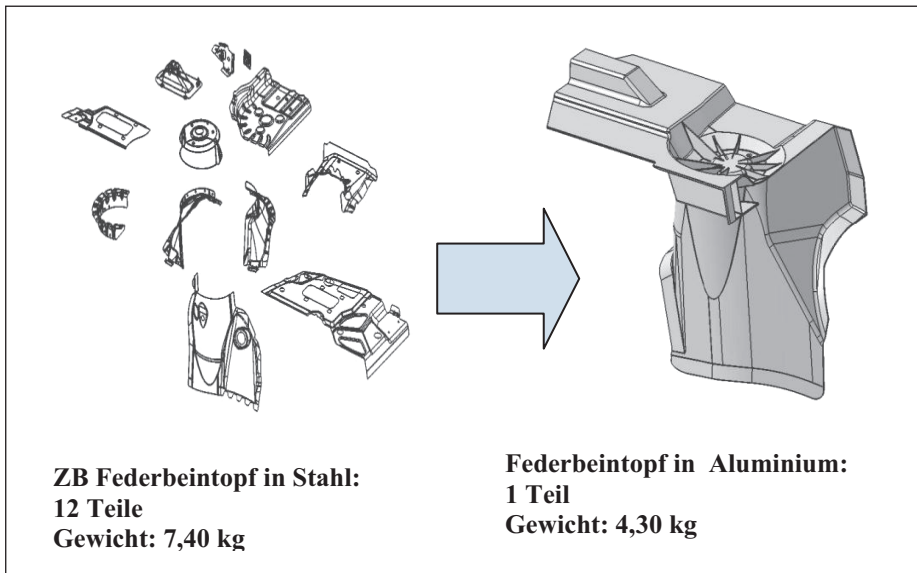


Abb. 1a: Integration von Funktionen am Beispiel eines Federbeintopfes [5]

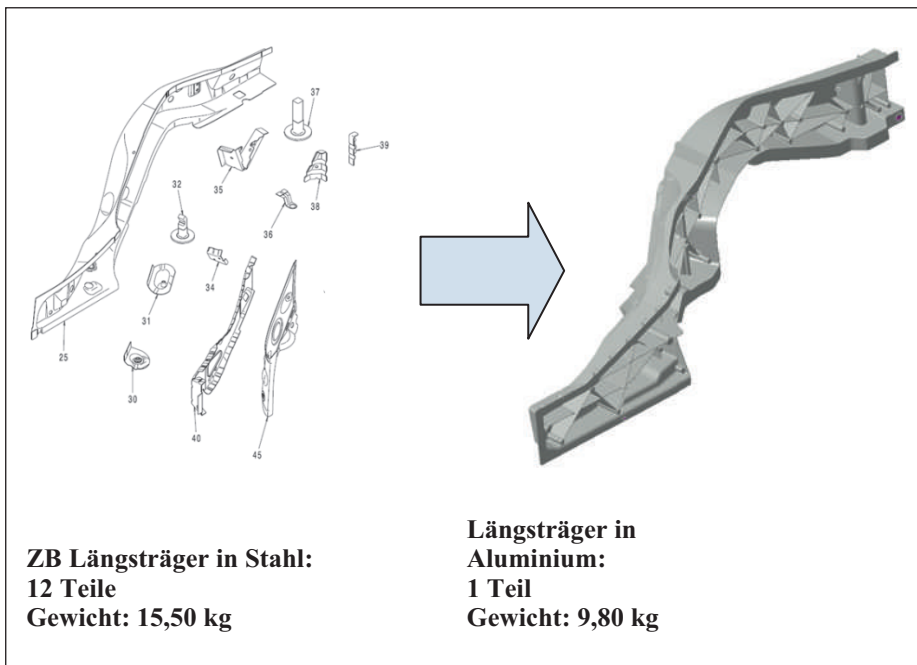


Abb. 1b: Integration von Funktionen am Beispiel eines Längsträgers [5]

Bemerkenswerte Bestrebungen zur Integration von Teilen mit dem Ziel eines Beitrages zum Leichtbau werden auch in [3] aufgezeigt. Aus dem gleichen Unternehmen wird über die Integration zahlreicher Funktionen in ein Bauteil Hinterachsträger berichtet [4]. Der identische Autor zeigt in einem neueren Zeitschriftenbeitrag [5] weitere Beispiele für die mögliche Gewichtsverringerung der Bauteile Federbeintopf und Längsträger (Abb. 1).

Schließlich sei noch auf einen interessanten Übersichtsbeitrag zur gleichen Problematik verwiesen [6].

Nachstehend werden an einem bemerkenswerten Al-Druckgussteil für ein Serienfahrzeug eines führenden Automobil-Herstellers die Bemühungen um ständig zunehmende Integration von Funktionen bei wachsenden Bemühungen zur Verringerung des Gewichts des Bauteiles „Halter Nebenaggregate“ aufgezeigt.

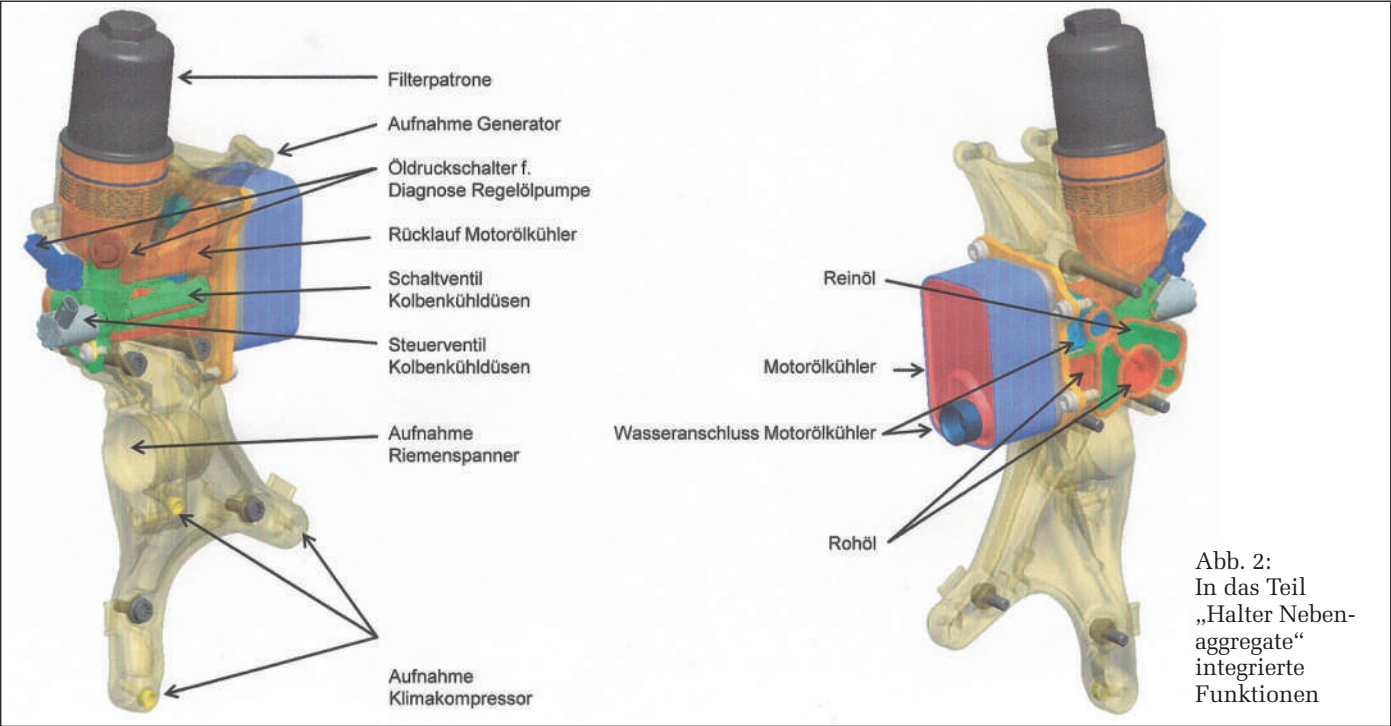
2. Vorstellung eines bemerkenswerten Beispiels der Funktionsintegration

Mit diesem Bauteil der Bezeichnung „Halter Nebenaggregate“ ist vom Automobilunternehmen AUDI ein besonders zu würdigendes Beispiel der Integration von Funktionen auf den Markt gebracht worden. Wie Abb. 2 ausweist, sind eine Vielzahl von Funktionen auf engstem Raum untergebracht. Es handelt sich dabei um folgende Funktionen:

- Aufnahme des Ölfilters,
- Anbindung für einen Generator,
- Öldruckschalter zur Diagnose der Öldruckstufe,
- Anbindung des Motorölkühlers,
- Aufnahme von Schalt- u. Steuerventil für die schaltbaren Kolbenkühlhdüsen,
- Aufnahme des Riemenspanners,
- Anbindung für einen Klimakompressor,
- Vorgegossene Dichtnuten für die Aufnahme von Profildichtungen
- Führung und Trennung von gefiltertem und ungefiltertem Drucköl, sowie
- Kühlmittel und Fixierung des Ölpeilstab-Führungsrohres

Die Konsequenz, mit der die zunehmende Integration, nicht nur über der Zeit der Entwicklung des Bauteils, sondern auch über die unterschiedlichen Generationen der Konzern-Motoren realisiert wurde, kann deutlich in Abb. 3 nachverfolgt werden. So ist zu erkennen, dass bei einer früheren Motorenfamilie (EA 113) die

Funktionsgruppen Nebetrieb und Ölmodul noch getrennt voneinander ausgeführt waren. Bei der nachfolgenden Motorenbaureihe (EA 888) wurden beide Funktionsumfänge in einer gemeinsamen Baugruppe kombiniert. Im Ergebnis wurden sowohl Gewicht gespart, als auch das Motorpackage deutlich kompakter gestaltet. Anfänglich erforderte diese kombinierte Funktionsgruppe aufgrund unterschiedlicher Riemetriebsanforderungen in Fahrzeugen mit Quer- bzw. Längseinbau des Motors noch zwei Ausführungen. Im Zuge von Weiterentwicklungs- und Optimierungsprozessen ist der heutige Serien-Nebenaggregatehalter der aktuellen EA 888-Motoren generation für Quer- und Längsanwendungen nicht nur vereinheitlicht, sondern auch mit weiterer Funktionalität ausgestattet. Die Bemühungen des Konstrukteurs um ständige Gewichtsreduzierung des Bauteils ist den Gewichten zu entnehmen.



EA113	EA888 Evo 2		EA888 Gen3
	Quereinbau	Längseinbau	Einheitstrieb
Halter 1658 g	Integration Halter u. Ölmodul 2381 g		Erhöhung Integrationsgrad 1790 g

Σ 2.908 g

3. Auswirkungen der konstruktiven Maßnahmen auf die Gießtechnologie

Das oben beschriebene Vereinigen von mehreren Funktionen unterschiedlicher Bauteile auf ein Bauteil mit dem Ziel Gewicht und Kosten zu sparen und Fertigungsumfänge zu reduzieren, stellt auch für das gewählte Fertigungsverfahren Druckgießen von Al-Legierungen eine Herausforderung dar. Beispielsweise erfordert die Integration des Halters in den Öl- und Wasserkreislauf des Motors die Dichtheit der medienführenden Bohrungen und Kanäle.

Die Erfüllung aller genannten Forderungen führte im Bauteil, bedingt durch die sehr unterschiedlichen Funktionen, u.a. zu größeren Änderungen in der Wandstärke, teilweise langen Fließwegen der Schmelze im Formhohlraum und mehreren Entformungsrichtungen. **Abb. 4** vermittelt einen Eindruck von den veränderten Wanddicken.

Die Qualitätsforderungen sind nur mit einer innovativen Druckgießtechnologie und innerhalb eines sehr gering bemessenen Prozessfensters erreichbar.

Für die serienreife Entwicklung in immer kürzer werdenden Zeiträumen ist von Projektbeginn an eine

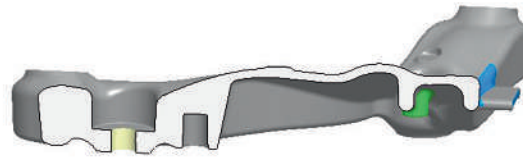
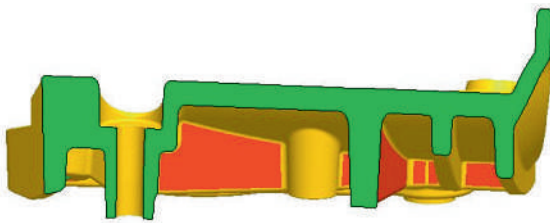


Abb. 4:
Veränderte Wand-
stärken beim Ver-
gleich der älteren
(links) und der
aktuellen Ausführ-
ung des Bauteils
„Halter Neben-
aggregate“

enge Zusammenarbeit zwischen Bauteilentwickler und Verfahrensexperten unabdingbar.

Im Zuge dieser Zusammenarbeit konnte ein Halter Nebenaggregate entwickelt werden, der voll umfänglich den Funktionsanforderungen gerecht wird und in einem stabilen und robusten Prozess hergestellt werden kann. Dazu wurden von Beginn an Erfahrungen aus den Vorgängermodellen einbezogen, verschiedene Varianten der Ausführung und Gestaltung der Form per Gießsimulation bewertet. Gemeinsam sind erforderliche Änderungen besprochen und umgesetzt worden. So war es möglich, durch Gießlauf- und Anschnittgestaltung und Positionierung von Entlüftungselementen im Druckguss verfahrensbedingt nicht zu vermeidende Poren in Bereiche zu drängen, in denen über das Druckgießwerkzeug auf die Porenausprägung vermindernd Einfluss genommen werden kann. Hier sind beispielsweise das JetCooling mit seinen bereits in [7] beschriebenen Möglichkeiten und die Vakuumunterstützung zu nennen.

Das konsequente Bemühen um Gewichtsreduzierung über die Haltergenerationen hinweg trug wesentlich zu

einem stabilen Gießprozess bei, indem hierbei u.a. auch Füllrichtungen und Fließwege der Schmelze berücksichtigt und ständig verfeinert wurden. Es soll nicht verhehlt werden, dass es erheblicher Aufwendungen und eines angemessenen Zeitraumes bedurfte, bevor sich die wirtschaftlichen Erfolge aus den technologischen Bemühungen und die erwarteten Ergebnisse einstellten.

4. Technische Lösungen für Hightech-Druckguss

In den letzten Jahren sind vielfältige Vorgehensweisen entwickelt und in die Produktion eingeführt worden, die der Erfüllung der Anforderungen dienen. Neue Bemühungen sind auch aktuell aus zahlreichen Entwicklungsarbeiten in führenden Unternehmen erkennbar.

Die nachstehende **Tabelle 1** gibt einen groben Überblick über bekannte Lösungen und in Entwicklung befindliche Prozesse und Ausrüstungen.

Technologische Schwierigkeit	Lösungsweg
Großes Luft- und Gasvolumen im Formhohlraum	Evakuierung der Hohlräume einer Druckgießeinrichtung: Mehrstufen-Vakuum, Einsatz von Ventilen unterschiedlichster Konstruktion und Wirkungsweise. Verwendung gering gasender Formtrenn- und Kolbensmierungsmittel, Optimierung der Sprüheinrichtung, Restfeuchte-Messung in der Form, Minimalmengen-Sprühen. Neue Prüfmethode für das Erkennen von Ungängen in den Druckgussteilen: Schnelle Computer-Tomographen
Partielle Waddickenvergrößerungen	Einsatz von Jet-Cooling-Kernen, Verwendung von Formteilen aus Refraktärmetallen, Nutzung von Wärmeleitrohren, partielles Squeezen.
Hoher Gasgehalt in der Schmelze	Behandlung der Schmelze mit leistungsfähigen Impellern und speziellen Reinigungssalzen.
Verringerung des technologischen Toleranzfeldes der integrierten Gussteile	Temperatur-Regel Einrichtungen der Druck-gießformen für unterschiedliche Wärmeträgermedien. Elektronische Erfassung der wichtigsten Gießparameter und deren Beeinflussung, Codierung jedes einzelnen Gussteils und Auswertung der Ergebnisse mittels Datamining.
Komplexität der Integralbauteile bedingt eine komplizierte Bauteilgeometrie	Intensive und frühzeitige Zusammenarbeit zwischen Bauteilkonstrukteur und Bauteilfertigern (Gießerei, Formenbau, Bearbeitungsbetrieb).
Erreichung höchster Festigkeitswerte bei geringstem Bauteilgewicht	Neue Berechnungsmethoden der Festigkeit von Bauteilen unter Berücksichtigung der Fehlerausprägung in den Teilen. Verwendung von höher festen, aber preiswerten Sekundärlegierungen.

Tabelle 1: Gegenüberstellung technologischer Schwierigkeiten bei Druckgussteilen und geeignete Lösungswege zu deren Vermeidung

Jedem mit der Materie des Druckgießens vertrauten Fachmann ist verständlich, dass es im Rahmen einer Veröffentlichung nicht möglich ist, auf die Vielzahl der in **Tabelle 1** dargestellten unterschiedlichen Lösungswege und ihre Spezifik einzugehen. Im Folgenden werden deshalb nur zwei Aspekte aus der großen Zahl der zwischenzeitlich gewonnenen Lösungswege weiter verfolgt: Die Evakuierung der Hohlräume einer Druckgießeinrichtung und die Nutzung des schnellen Computertomographen zur Unterstützung der Arbeiten auf dem Weg zum optimierten Druckgießprozess.

4.1 Vakuumdruckgießen

In den letzten Jahren hat sich das Evakuieren der Formhohlräume, der Gießsysteme und der Füllkammern in breitem Maße durchgesetzt. Die Zielstellung besteht vor allem darin, die in den zu evakuierenden Räumen vorhandenen Gase unterschiedlicher Herkunft in hohem Maße abzusaugen. Damit wird die Menge der Gaseinschlüsse in den Gussteilen verringert, die mit den nachteiligen Folgen für deren mechanische Eigenschaften und der ggf. durchzuführenden weiteren Bearbeitung und Behandlung (z.B. Schweißen) verbunden sind [14].

Die Wirkung der Evakuierung der Hohlräume der Druckgießform und der Füllkammer ist zwischenzeitlich unbestritten [8] bis [10]. Vakuum-Druckguss ist in breitem Maße eingeführt.

Wesentlich häufiger kommt es zu Disputen und Meinungsverschiedenheiten über die zweckmäßigste und effektivste Form der Evakuierung. Von zahlreichen Autoren wird angeführt, dass die zeit-, weg- oder flussgesteuerten Ventile [8] zwar eine gute Absaugwirkung ermöglichen, aber ihre Funktion oft nicht den Erfordernissen entspricht. Daraus resultieren häufig Ausfallzeiten durch Wartung und/oder den Wechsel der Ventile [8,11].

Die Autoren von [8] berichten aus einer großen Druckgießerei, dass aus den vorstehend beschriebenen Unzulänglichkeiten die Umstellung von zeit- und flussgesteuerten Vakuumventilen auf offene Entlüftungssysteme mit den robusten „Waschbrett-Ventilen“ übergegangen wurde. Andere Autoren [12] dagegen stellen die überwiegenden Vorteile der bewegten Ventile gegenüber den Waschbrett-Ventilen dar. Eine Übersicht über Entlüftungssysteme und Ventile vermittelt die **Tabelle 2**.

Aus zahlreichen Gesprächen und dem Gedankenaustausch mit engagierten Druckgießern ist erkennbar,

dass eine wissenschaftliche, neutrale und kostenbeachtende vergleichende Untersuchung der zahlreichen Varianten zur Evakuierung der Druckgießformen überfällig ist. Dies ist umso dringender, als auch neue Lösungen entwickelt und gegenwärtig erprobt werden [13]. Es ist vorstellbar, dass solche ausgewiesenen und neutralen Einrichtungen, wie das IfG in Düsseldorf und/oder das ÖGI in Leoben oder ein qualifiziertes Hochschulinstitut sich einer solchen Aufgabe im Rahmen eines Verbundforschungsthemas widmen könnten. Das Ziel müssten objektiv technisch und wirtschaftlich bewertete Nutzungsbedingungen der zahlreichen Evakuierungsvarianten sein, die für einen großen Kreis von Druckgießereien eine wertvolle Unterstützung und Richtschnur bei Entscheidungen für eine geeignete Lösung wären.

4.2 Nutzung schneller Computertomographen

Mit den erst vor wenigen Monaten auf den Markt gekommenen schnellen Computer-tomographen steht den Druckgießereien ein neuartiges Prüfmittel für die Ermittlung von Qualitätsmerkmalen der Druckgussteile in der Produktion zur Verfügung. Zwischenzeitlich konnten umfangreiche Eignungstests durchgeführt und Nutzensnachweise für die effektive Nutzung derartiger Einrichtungen für den Bereich des Druckgießens erbracht werden [15] bis [17].

Es konnte in zahlreichen Untersuchungen nachgewiesen werden, dass es mit den schnellen CT nicht nur möglich ist, unvermeidliche Poren in den Druckgussteilen exakt hinsichtlich ihres Volumens, ihrer Größe und ihrer Lage zu erfassen. Vielmehr bietet die neue Einrichtung auch die Möglichkeit, in hervorragender Weise den Einfluss unterschiedlicher Prozessparameter auf die Qualitätsmerkmale zu erfassen. Erste Ergebnisse wurden in neuester Zeit erst einem sachkundigem Publikum offeriert [18].

Die Untersuchungen wurden an denselben Gussteilen „Halter Nebenaggregate“ durchgeführt, die in Abschnitt 2 dieses Beitrages ausführlich dargestellt wurden.

Weil für die Qualität der Teile die Orte der Ansammlung von Porosität entscheidend sind (besondere Gefahr besteht wegen der geforderten Dichtheit gegen Medien im mittleren Teil des Teils), wurden für das Tomographieren drei wichtige Bereiche des Gussteils als ROI gekennzeichnet, gesondert erfasst und ausgewertet. **Abb. 5** zeigt ein Gussteil mit den gekennzeichneten Bereichen. **Aus Tabelle 3** kann entnommen

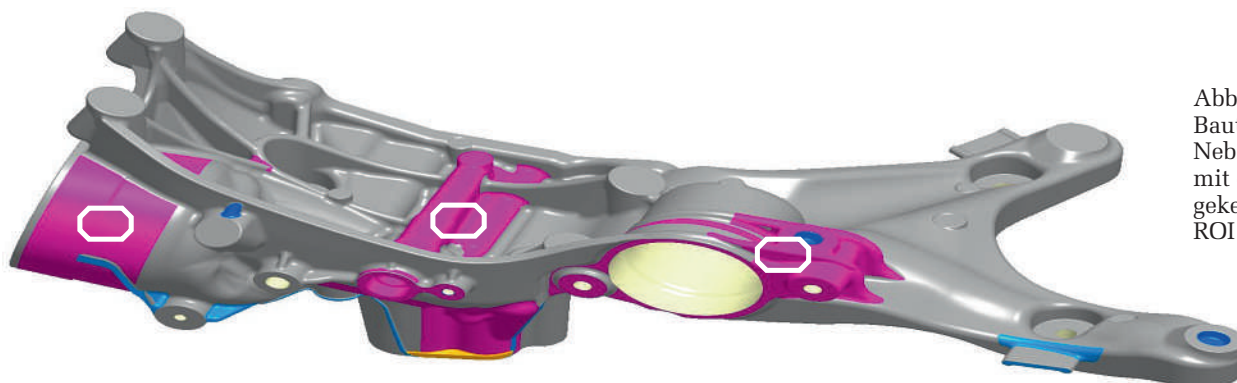
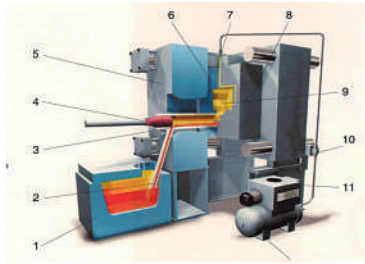


Abb. 5:
Bauteil „Halter
Nebenaggregate“
mit den besonders
gekennzeichneten
ROI

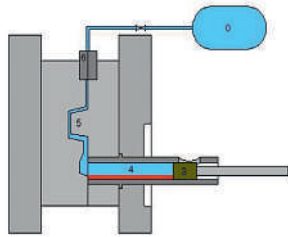
Vacural-Verfahren

Dosieren des flüssigen Metalls mittels Vakuum. Besonders geeignet für das Vergießen mechanisch hoch beanspruchter Bauteile. In Verbindung mit „Chill-Körpern“ gute Evakuierungsergebnisse.



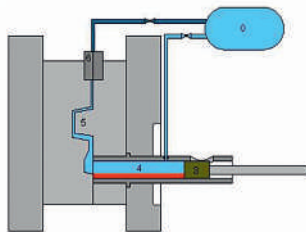
Evakuierung über „Chill“-Körper

Die einfachste Form der Evakuierung: Gase aus der Füllkammer und dem Formhohlraum werden über ein selbstschließendes Ventil („Waschbrett“) in einen Vakuumspeicher gesaugt. Dieser kann an eine zentrale oder an eine, an der Druckgießmaschine befindliche Vakuumpumpe angeschlossen sein.



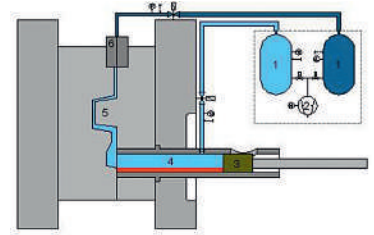
Evakuierung über „Chill“-Körper und Absaugung der Füllkammer

Zusätzlich zu einem Chillkörper werden die Gase aus der Füllkammer über eine zusätzliche Leitung in den Vakuumspeicher abgesaugt.



Zweistufen-Evakuierung über Chillkörper und zusätzliche Absaugung der Füllkammer über gesonderten Vakuumspeicher

Die Evakuierung von Formhohlraum und Füllkammer wird durch einen zusätzlichen Vakuumspeicher für die Absaugung der Füllkammer unterstützt.



Weg- oder zeitabhängig gesteuerte Ventile bzw. durch die dynamische Wirkung des einströmenden Flüssigmetalls ausgelöste Ventile

Ventile mit guter Absaugwirkung, da sie ein ungehindertes Absaugen der Gase bis zum Schließen des Ventils gestatten. Durch Verschmutzung der Ventile im Gießbetrieb leider oft Unterbrechungen des laufenden Produktionsprozesses.



„Chillkörper“ oder Waschbrett-Ventil

Dieses System wird auch als „offenes Entlüftungssystem“ bezeichnet: Die Entlüftungsleistung des Ventils wird vorwiegend durch die Spaltgröße zwischen den Ventilhälften und die Ventilbreite bestimmt.



Tabelle 2: Varianten der Evakuierung

werden, dass die Porosität im Bereich ROI 1 stets am größten ist (Ausnahme Versuchsreihe 2B). Die verschiedenen Versuchsreihen stehen für unterschiedliche Prozessparameter. In den Versuchsreihen 1 und 2A wurden die geringsten Porositätswerte für die Gesamtteile erreicht. Nicht ohne Auswirkung war dies deshalb für die untersuchten Teile, die in diesen Reihen ohne jeden Ausschuss produziert wurden.

Ein wichtiges Ergebnis aus der systematischen Nutzung des schnellen CT war die Erkenntnis, dass es trotz gleicher und unveränderter Einstellung der Prozessparameter innerhalb einer Versuchsreihe zu maßgeblichen Abweichungen der Porosität zwischen den Teilen kommt.

Abb. 6 zeigt den Verlauf der Porosität in der Versuchsreihe 1 mit bemerkenswerten Abweichungen der

Fertigungsvarianten	Porosität Gesamtteil [%]	Porosität ROI 1 [%]	Porosität ROI 2 [%]	Porosität ROI 3 [%]
Versuchsreihe 1	0,0909	0,1953	0,0298	0,0554
Versuchsreihe 2 A	0,0847	0,1793	0,0298	0,0444
Versuchsreihe 2 B	0,1075	0,1587	0,0385	0,1965
Versuchsreihe 3	0,1147	0,1645	0,0438	0,2105

Tabelle 3. Durchschnittliche Porositätswerte für die Versuchsteile

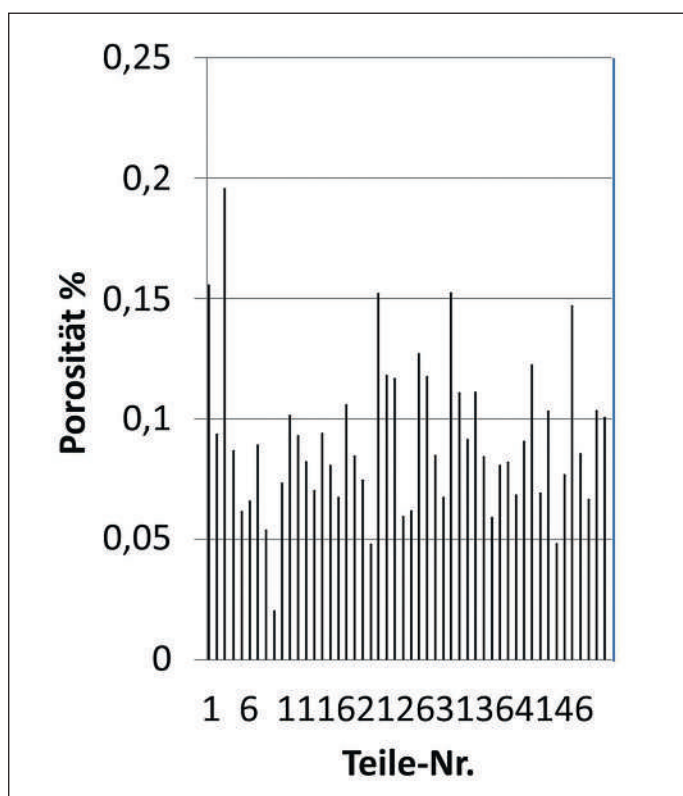


Abb. 6: Porosität von Teilen aus der Versuchsreihe 1.

Werte untereinander. In nachfolgenden Untersuchungen wird intensiv diesem Phänomen nachgegangen. Es wird vermutet, dass eine maßgebliche Ursache für die abweichenden Porositätswerte in den Toleranzen des Auftrags des Trennmittels auf die Formoberfläche gesehen werden muss. In einem nachfolgenden Versuch ist dies bereits näher verfolgt worden. Das Ergebnis steht noch aus. Sehr deutlich werden die unterschiedlichen Porositätswerte auch aus dem visuellen Vergleich der Tomogramme verschiedener Teile der Versuchsreihe (Abb. 7 u. 8).

Schließlich konnten aus den Versuchen auch erste Korrelationen zwischen einzelnen Prozessparametern

und der Porenausprägung in den Teilen abgeleitet werden. Als Beispiel dafür stehen die Erkenntnisse aus dem Einfluss der Gießkolben-geschwindigkeit auf die Porenausprägung in Abb. 9.

5. Zusammenfassung und Ausblick

Das Streben der Automobilindustrie nach weiter deutlich sinkendem Kraftstoffverbrauch und damit geringerem Ausstoß an Abgasen hat in den vergangenen Monaten zu verstärkten Bemühungen zur breiten Einführung des Leichtbaus geführt. Einer der bestimmten Wege ist in diesem Zusammenhang die Integration von Funktionen und damit die Verringerung der Zahl der zu fügenden Teile. Diese Entwicklung bringt es mit sich, dass die Bauteile aus gießtechnologischer Sicht schwieriger werden. In der letzten Zeit sind deshalb zahlreiche Bemühungen der Lieferanten von Druckgießanlagen (Druckgießmaschinenhersteller und Zulieferer) zu verzeichnen, um die neu oder stärker aufgetretenen Schwierigkeiten zu umgehen oder zu mindern. Eine Übersicht über die Vielfalt wird tabellarisch mit den erkennbaren Gegenmaßnahmen erläutert.

Näher wird auf zwei Wege eingegangen, um den technologischen Schwierigkeiten zu begegnen: auf die Evakuierung des Formhohlraums und den schnellen Computertomographen als ein neuartiges Prüfmittel mit großem Wert für die Optimierung des Gießprozesses.

Für die künftige Arbeit in den Druckgießereien ist mit Sicherheit von einer weiteren Forcierung der Bemühungen auszugehen, die mit der Entwicklung der Bauteile einhergehenden Erschwernisse der Fertigung durch angemessene Prozessverbesserungen zu mildern oder zu beseitigen.

Die Autoren danken den Verantwortlichen von General Electric Ahrensburg, Herrn Dipl.-Ing. Hans-Uwe Matzen und Volume Graphics Heidelberg, Herrn Dipl.-Phys. Christof Reinhart für die hervorragende Unterstützung bei der Auswertung der Versuchsergebnisse.

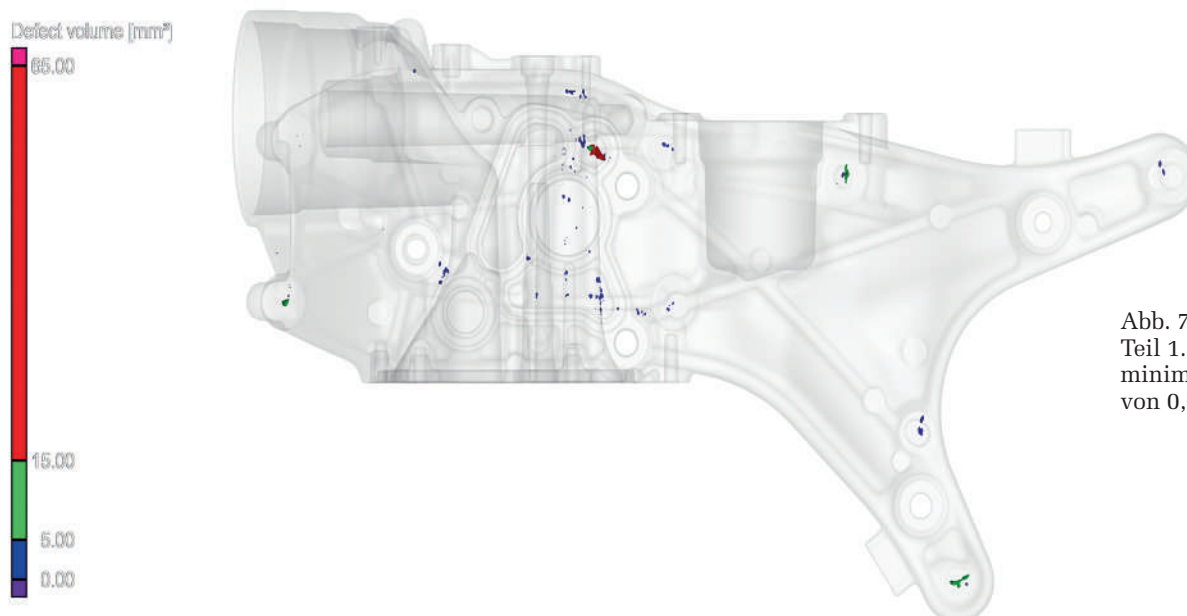


Abb. 7:
Teil 1.09 mit
minimaler Porosität
von 0,0197 %

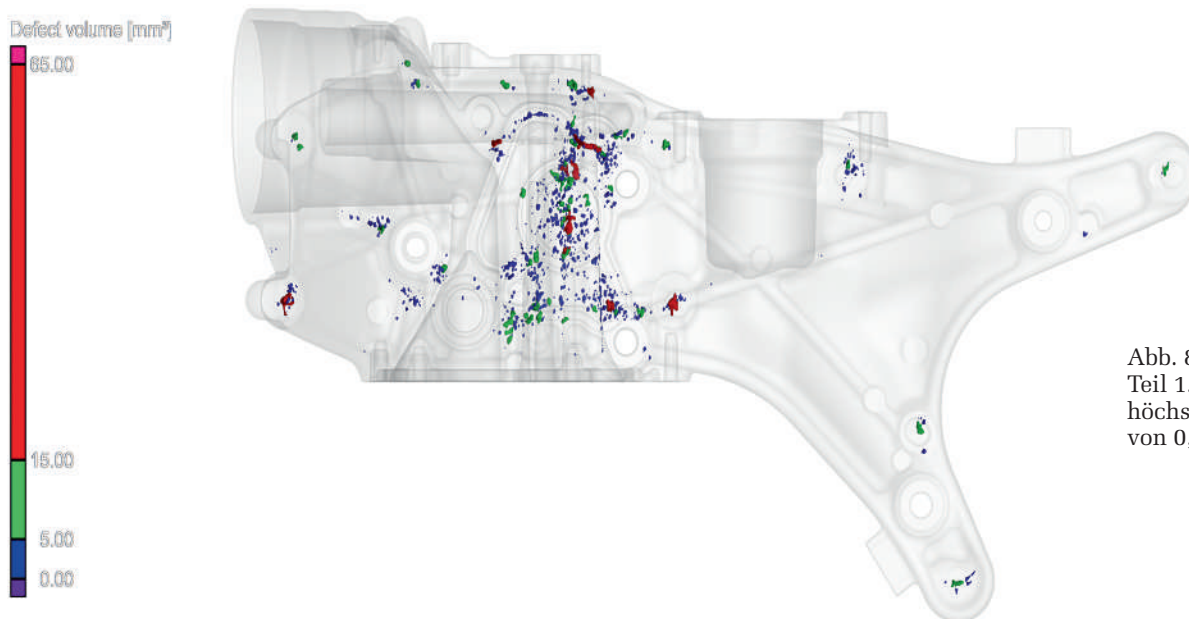


Abb. 8:
Teil 1.03 mit
höchster Porosität
von 0,1954 %

Literatur

- [1] Ambos; E.; Besser, W. und Gröhlich, H., Hightech-Druckguss für Integralkonstruktionen, ATZ produktion 3(2010) H. 02, S. 42 – 47
- [2] Eibisch, H. und Wanke, P., Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit von Druckguss-Bauteilen im Karosseriebau, Tagung Gießtechnik im Motorenbau Magdeburg, 7. 2. 2013
- [3] Fent, A.; Lang, H. und Tremmel, M., Druckgießwerkzeuge für Karosserieteile, Tagung Gießtechnik im Motorenbau Magdeburg, 7. 2. 2013
- [4] Segaud, J. M., Funktionsintegration bei gegossenen Fahrwerksteilen – Chancen und Grenzen, Tagung Gießtechnik im Motorenbau Magdeburg, 6. 2. 2013
- [5] Segaud, J. M., Ganzheitliche Betrachtung von effizientem Leichtbau bei struktureller Gussanwendung in der Prozesskette Karosserie, GIESSEREI RUNDSCHAU Wien, 60(2013) H. 9/10, S. 278 – 281
- [6] Rau, G., Vier Wege – ein Ziel: Leichtbaustrategien in Guss, GIESSEREI RUNDSCHAU, Wien 60(2013), H. 9/10, S. 270 – 272
- [7] Ambos; E. u.a., JetCooling – Arbeitsweise, Wirkung und Ergebnisse, GIESSEREI-RUNDSCHAU 58 (2011) H. 3 / 4, S. 57 – 61
- [8] Barz, J.; Horstkamp, B. und Möller, K., Entlüftungssysteme für Vakuum Druckguss, DRUCKGUSSPRAXIS (2006)5, S. 1 – 5
- [9] Ambos, E.; Besser, W.; Zuk-HÄRTEL, T.; Mayer, T. und Emmenegger, J., Verschiedene Evakuierungslösungen für Form und Füllkammer, GIESSEREI 99(2012)10, S. 72 – 76
- [10] Ambos, E.; Besser, W.; Teuber, St.; Brunke, O.; Neuber, D.; Stuke, I. und Lux, H., Moderne Methoden zur Erfassung der Porositäten in Druckgussteilen mittels schneller Computertomographie, GIESSEREI 100(2013)02, S. 42 – 51
- [11] Robbins, P., Die Zeit ist reif für vakuumunterstütztes Druckgießen, Diecasting Engineer 53(2009)4, S. 46 – 47
- [12] Anonym, Absaugleistung eines Vakuumventils und einer Entlüftungsplatte, Firmenschrift der Fa. VDS 20 Jahre Erfahrung S. 1 – 7
- [13] Gauer mann, J., Entlüftungseinrichtung für eine Druckgießeinrichtung, Patentschrift DE 10 2007 054 520 A 1
- [14] Vollrath, Klaus, Druckguss erschließt Leichtbaupotentiale, Schweizer Maschinenmarkt 109 (2008)10, S. 174 – 178
- [15] Autorenkollektiv, Schnelle Computertomographen in der Druckgussfertigung, GIESSEREI 99(2012)06, S. 40 – 49
- [16] Autorenkollektiv, JetCooling und schnelle Computertomographen – technische Mittel zur effektiven Fertigung komplizierter Druckgussteile, GIESSEREI 100(2013)09, S. 28 – 37
- [17] Autorenkollektiv, High-speed computer tomography employed in pressure die casting, Casting Plant & Technology (2012)3, S. 2 – 10
- [18] Ambos, E. u. a., Auf dem Weg zum optimierten Druckgießprozess, 5.FIMRO-Symposium Wernigerode Oktober 2013

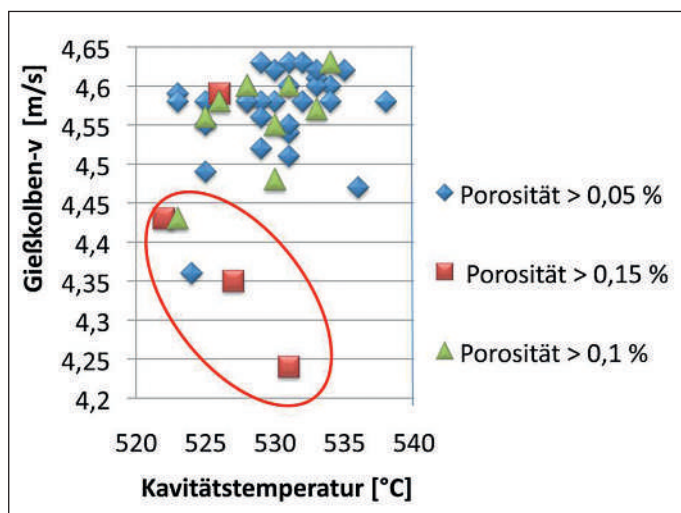


Abb. 9: Bei Gießkolbengeschwindigkeiten < 4,45 m/s treten verstärkt großvolumige Poren auf

Kontaktadresse:

Ing.-Büro Prof. Dr.-Ing. Eberhard Ambos
D-39326 Samswegen | Am Mühlenberg 6
Tel./Fax: +49 (0)39202 60112
Mobil: +49 (0)171 82 72 347
E-Mail: e.ambos@ib-ambos.de

DG-Prozessoptimierung steigert Qualität und Produktivität – und schont Ressourcen*)

Improved Quality and Productivity by optimized Processes – Key Factors for economic Operation of Die Casting Cells



Dipl.-Ing. Dr. Patrick Reichen,

Als diplomierter Maschineningenieur ETH promovierte Patrick Reichen am Institut für Verfahrenstechnik der ETH Zürich im Bereich von Plasmabeschichtungsprozessen für feinkörnige Pulver zur Erzeugung von funktionellen Oberflächeneigenschaften. Nach seiner wissenschaftlichen Tätigkeit in der Grundlagenforschung arbeitete Dr. Patrick Reichen während

knapp drei Jahren als Entwicklungsingenieur im Technologiezentrum Orbe von Nestlé. Ende 2012 wechselte er zur Bühler AG und übernahm im Bereich Druckguss die Verantwortung über ein Entwicklungsprojekt zur Verbesserung des Energiehaushaltes von Druckgießzellen.

Schlüsselwörter: Druckguss, Einsparungspotenziale, Prozessoptimierung, Produktivitätssteigerung, Thermisches Management, Gesamtanlageneffektivität, Energieverbrauch

Effiziente Prozesse sind entscheidend für den wirtschaftlichen Erfolg von Druckgießereien. Diese fortlaufend zu optimieren und effizienter zu gestalten, ist das Bestreben jedes Produzenten. Der bewusste Umgang mit den uns zur Verfügung stehenden Ressourcen ist darüber hinaus eine der vorrangigsten Aufgaben unserer Gesellschaft im 21. Jahrhundert. Auch im Druckguss geht es darum, energieraubende Prozesse soweit wie möglich zu optimieren. Allein das Schmelzen und Warmhalten des Gießmaterials verbraucht zwischen 50 und 70 Prozent der im gesamten Prozess benötigten Energie. Auch im Verbrauch weiterer Ressourcen, wie beispielsweise den Trennmitteln, sind enorme Einsparungspotenziale vorhanden. Gleichzeitig lässt sich die Produktivität von Druckgießanlagen durch optimierte Prozesse deutlich erhöhen.

Um die Effizienz und Ökonomie im heutigen Druckgießprozess zu steigern, gibt es eine Reihe von Möglichkeiten. Als drei der wichtigsten Kenngrößen für die Wirtschaftlichkeit einer Druckgießzelle gelten:

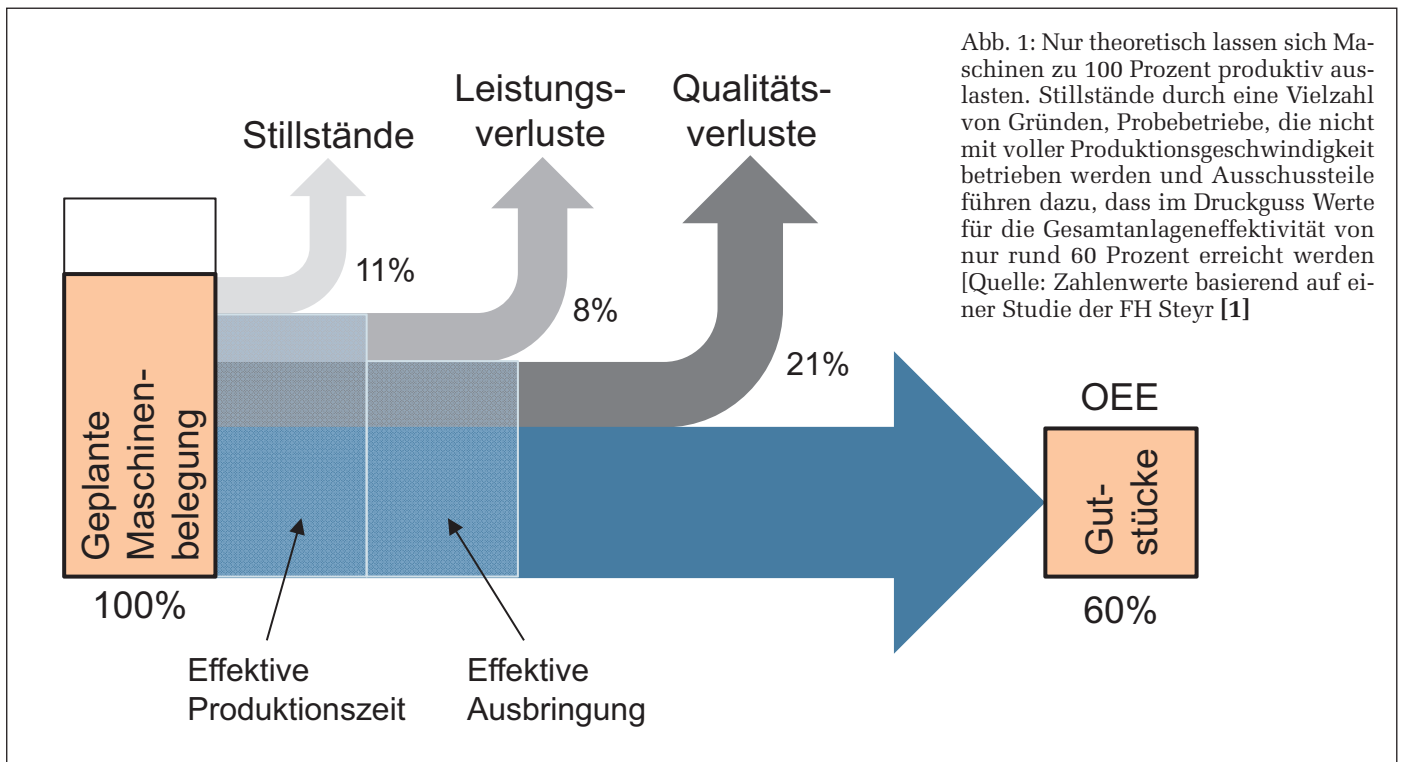
- die Gesamtanlageneffektivität (GAE),
- die Produktivität, d.h. die Zahl der produzierten Gutteile pro Zeiteinheit, und
- der Energieverbrauch in Relation zur verarbeiteten Materialmenge.

Die GAE schlägt sich unmittelbar auf die Wirtschaftlichkeit einer Druckgießanlage nieder. Sie wird als Produkt aus der Verfügbarkeit der Druckzelle, dem Ausbringungsgrad und der Qualität der Gussteile berechnet. Verluste durch den Stillstand der Maschine, durch längere Zykluszeiten sowie der Ausschuss werden in dieser Rechnung ebenfalls berücksichtigt. Allgemein formuliert versteht man darunter den Vergleich zwischen der theoretisch möglichen Produktionsleistung einer Anlage und der tatsächlich erbrachten. Dieser Faktor, in der angelsächsischen Literatur als »Overall Equipment Effectiveness (OEE)« bezeichnet, ist eine spezifische Anlagenkenngröße zur Überprüfung von Maßnahmen zur Effektivitätssteigerung. Diese sollte für wirtschaftliche Produktionsanlagen über 65 bis 70 Prozent betragen. Im Kaltkammer-Druckgießverfahren werden diese Zahlen heute jedoch überwiegend nicht erreicht: Eine Studie der Fachhochschule Steyr [1] an über 50 Druckgießmaschinen zeigte, dass im Durchschnitt nur Werte von rund 60 Prozent erzielt werden (**Abb. 1**). Augenscheinlicher Grund hierfür ist eine große Zahl an Stillstandzeiten der Anlage. Auffallend ist dabei, dass rund 55 Prozent dieser Ausfälle auf Peripheriegeräte zurück zu führen waren. Will man die Gesamtanlageneffektivität steigern, muss deshalb besonders im Hinblick auf Stillstandzeiten eine umfassende, die ganze Gießzelle betrachtende Auswertung, erfolgen.

Statistische Analysen machen Prozesslücken sichtbar

Um die Diskrepanz zwischen möglicher und tatsächlicher Produktionszeit aufzuzeigen, bedarf es einer fundierten Auswertung der Stillstandzeiten, welche in Wartung und Instandhaltung, technische Ausfälle wie Reparaturen oder in organisatorische Leerläufe durch Bedienfehler sowie fehlendes Material oder Personal eingeteilt werden können. Zwar erfassen und protokollieren ausgeklügelte Diagnosesysteme bereits heute wichtige Informationen zum Betriebszustand der Maschine und der Peripherie sowie alle aufgetretenen Alarmer, eine automatische Auswertung ist dennoch schwierig. Es zeigt sich, dass beim Druckgießen oft eine Unterbrechung durch den Bediener erfolgt: Analysen laufender Produktionen mit spezialisierten Software-Paketen, wie z.B. mit dem Bühler-Event Analyzer, ergaben Werte von über 60 Prozent (**Abb. 2**). Das entsprechende LOG-File der Druckgießmaschine wird einem Expertenteam zur Verfügung gestellt und mittels Software ausgewertet. Die entsprechenden Statistiken werden an die Gießerei übermittelt und können anschließend analysiert werden (**Abb. 3**). „Dies birgt ein enormes Kosteneinsparungspotenzial, da wir nun

*) Vorgetragen auf dem 14. Druckgusstag anlässlich der EUROGUSS am 14./16. 1. 2014 in Nürnberg: „Potenziale zur Wirtschaftlichkeitsverbesserung in der Druckgießzelle“



Wartungsarbeiten planen und so Produktionsausfälle reduzieren können“, sagt Haroon Ramjohn, Maintenance Manager bei der Chrysler Group LLC in den USA.

In Zukunft können auch die Gründe für die Produktionsunterbrechung durch das Bedienpersonal erfasst werden. Wird dann das zugrundeliegende Protokoll gewissenhaft geführt, lassen sich leicht Potenziale zur Steigerung der Produktivität erkennen. Eine Voraussetzung hierfür sind jedoch stabile Prozesse.

Die statistische Auswertung der Maschinendaten zeigte auch hier eine erstaunliche Bandbreite auf: Während Produktionen mit ausgeglichener Produktion kaum Unterbrechungen verzeichnen und bis zu 100 Minuten im Automatikmodus funktionieren, ermittelte man, dass bei instabilen Produktionsprozessen mit bis zu 200 Unterbrechungen pro Tag teilweise weniger als 10 Minuten im Automatikmodus gefahren wird (**Abb. 4**). Welches Potenzial für Produktivitätssteigerungen so brach liegt, lässt sich unschwer erkennen.

Erfolgsversprechende Ansätze zur Produktivitätssteigerung

Die Optimierung der Zykluszeiten führt zu einer Steigerung der Produktionsrate, d.h. die Zahl der produzierten Gutteile pro Zeiteinheit. Im heute üblichen Druckgießprozess werden zwischen 40 und 60 Prozent der Zykluszeit für den externen Energieaustausch durch Sprühen verwendet (**Abb. 5**). Dies ist problematisch, denn lange Zykluszeiten senken nicht nur die Produktivität der Maschine. Lange Sprühvorgänge verursachen auch massive thermische Belastungen und dadurch kürzere Werkzeugstandzeiten. Noch einmal zusammen rund 40 Prozent der Zykluszeit beanspruchen das Dosieren und die Verfestigung des Aluminiums sowie, dass die Form geöffnet werden kann. Damit wird

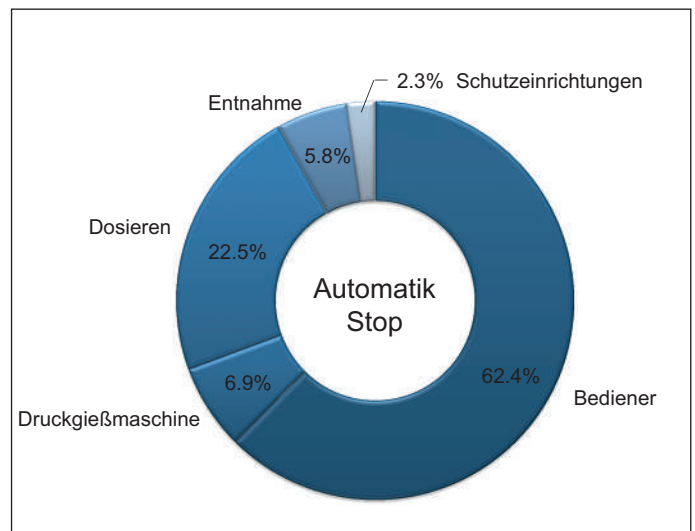


Abb. 2: Die Analyse von Unterbrechungen des Automatikbetriebes bei Druckgießmaschinen zeigt, dass ein Abbruch meist manuell durch den Bediener erfolgte. Die Gründe hierfür werden von der Steuerung jedoch nicht automatisch erfasst. Weitere Faktoren, wie Druckgießform, Sprüher, Steuerung, Temperierung sowie andere Peripherie führten in diesem Beispiel zu keinem Prozessunterbruch.

deutlich, dass die Verbesserung des thermischen Managements wie auch die einwandfreie Integration der Peripheriegeräte in den Druckgießprozess große Potenziale bergen.

Zeitersparnis durch parallele Vorgänge

Vielversprechend ist auch die verbesserte Parallelisierung von Vorgängen im Druckguss. Klassische Ansätze basieren auf der prozessmäßigen Trennung zwischen Druckgießmaschine und gewissen Peripheriegeräten, wie z.B. der Entgratpresse. Grund hierfür ist,

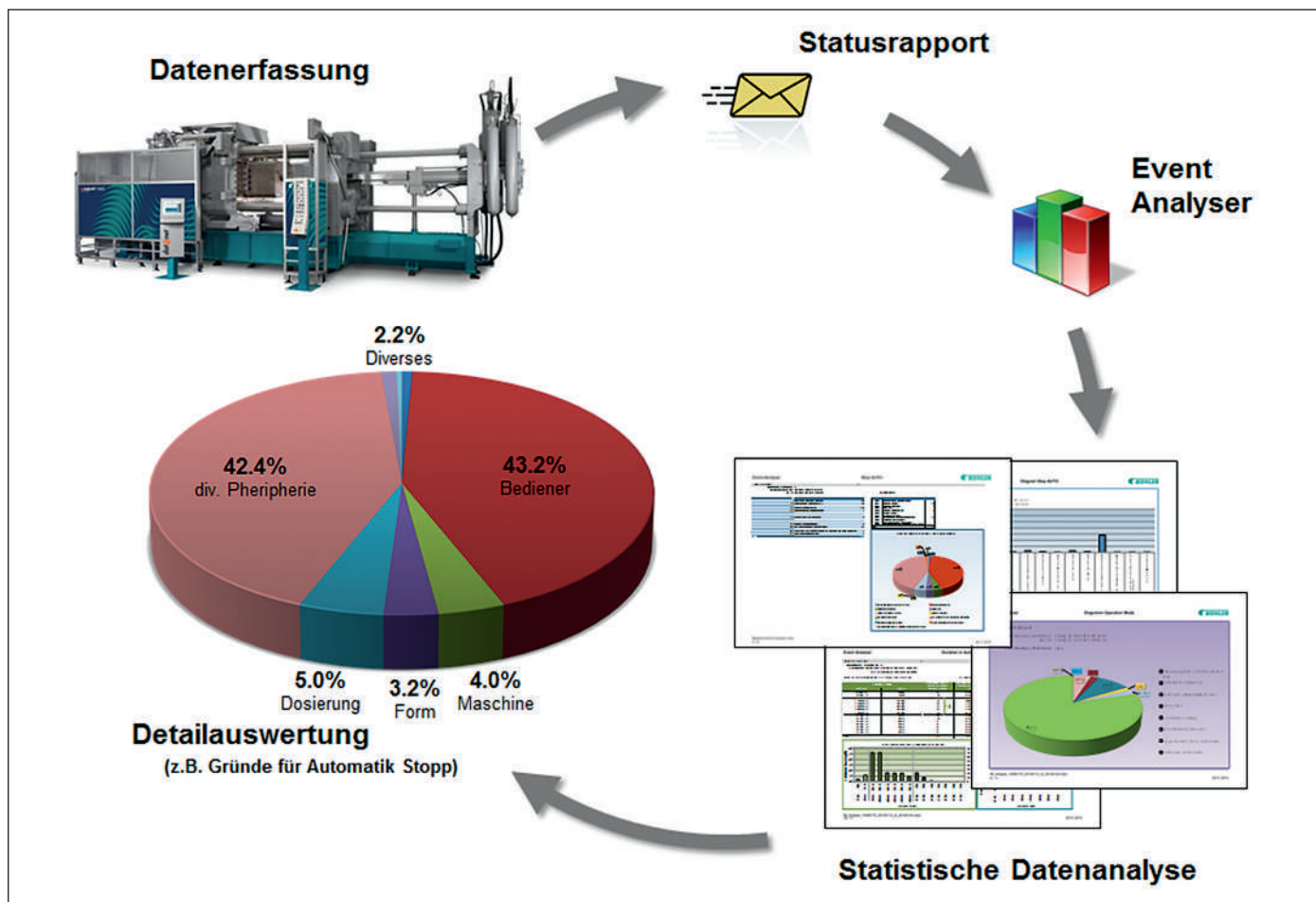


Abb. 3: Spezialisierte Softwarelösungen, wie der **Bühler Event Analyzer**, ermöglichen die exakte Analyse von Stillstandzeiten. Durch konsequente Ursachenforschung und entsprechende Maßnahmen kann die Gesamtanlageneffektivität von Druckgießmaschinen deutlich gesteigert werden.

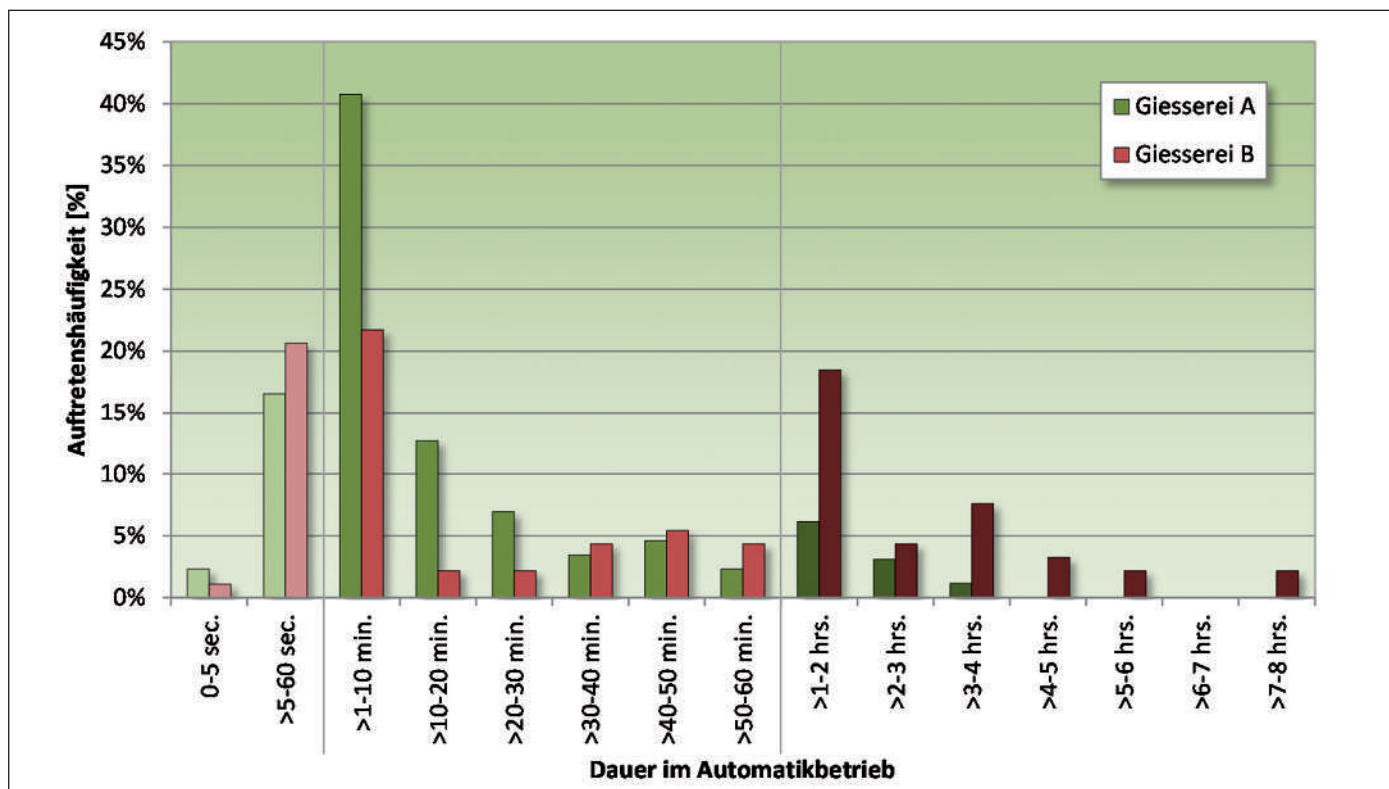


Abb. 4: Prozesskonstanz ist eine wichtige Variable im Hinblick auf Produktivität. In ungenügenden Fällen (Giesserei A) wird durchschnittlich alle 21 Minuten die Produktion unterbrochen. Ausgeglichene Produktionen (Giesserei B) erreichen im Mittel Werte von 72 Minuten. Für den wirtschaftlichen Betrieb von Druckgießzellen lassen sich diese Werte noch deutlich steigern.

dass der Gießprozess durch die Maschinensteuerung, die Teileentnahme und deren weitere Behandlung jedoch durch die lokale Robotersteuerung kontrolliert wird. Eine gesamthafte Optimierung ist damit schwierig und hat Grenzen. Das Potenzial in der Zukunft liegt im übergeordneten, globalen Zellenmanagement. Hierbei werden Kernprozesse durch höhere Prioritäten nach wie vor bevorzugt abgehandelt. Durch die Integration und bessere Koordination von Peripheriegeräten lassen sich jedoch abgestimmte Bewegungen, kürzere Anlaufphasen und reduzierte Zykluszeiten erreichen. Gleichzeitig steigt dadurch die Verfügbarkeit der Gießzelle nachhaltig.

Thermisches Management als Schlüsselkompetenz

Das größte Potenzial zur wirtschaftlicheren Produktion von Aluminiumdruckgussteilen liegt im thermischen Management des Prozesses. Ein besonderes Augenmerk wird dabei auf die Reduktion der externen Kühlung, das Sprühen, gelegt. Eigentliche Aufgabe des Sprühprozesses ist das Auftragen eines Trennstoffs, damit das flüssige Aluminium nicht am Stahl der Form reagiert; wir sprechen dabei von „Kleben“. Zusätzlich wird so die Form vor Korrosion geschützt. Die Verwendung des Sprühprozesses zur Kühlung ist jedoch zugleich sehr zeitintensiv und kostet Ressourcen. Außerdem wird eine größere Menge von Trennstoff benötigt, welcher entsorgt respektive aufbereitet werden muss. Dabei gibt es bereits heute neue Technologien, die selbst bei komplexen Bauteilen das Werkzeug effizient und schnell – „von innen“ – kühlen. Hierfür bedarf es jedoch bereits in der Phase der Konstruktion der Form konkreter Überlegungen, wie bzw. wo eine werkzeugseitige Temperierung möglich und sinnvoll ist.

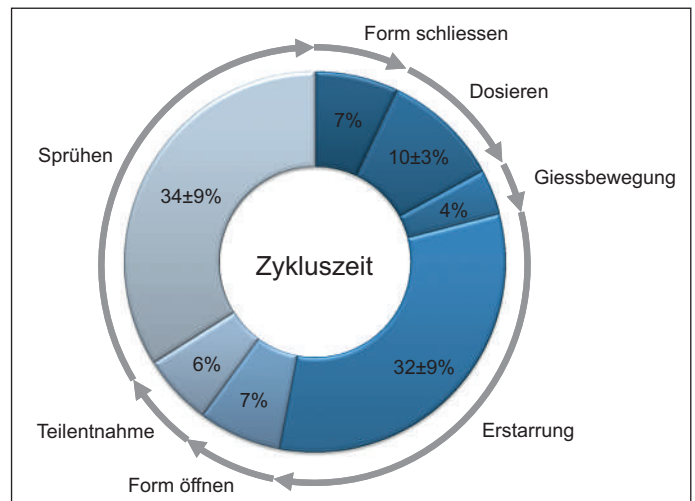
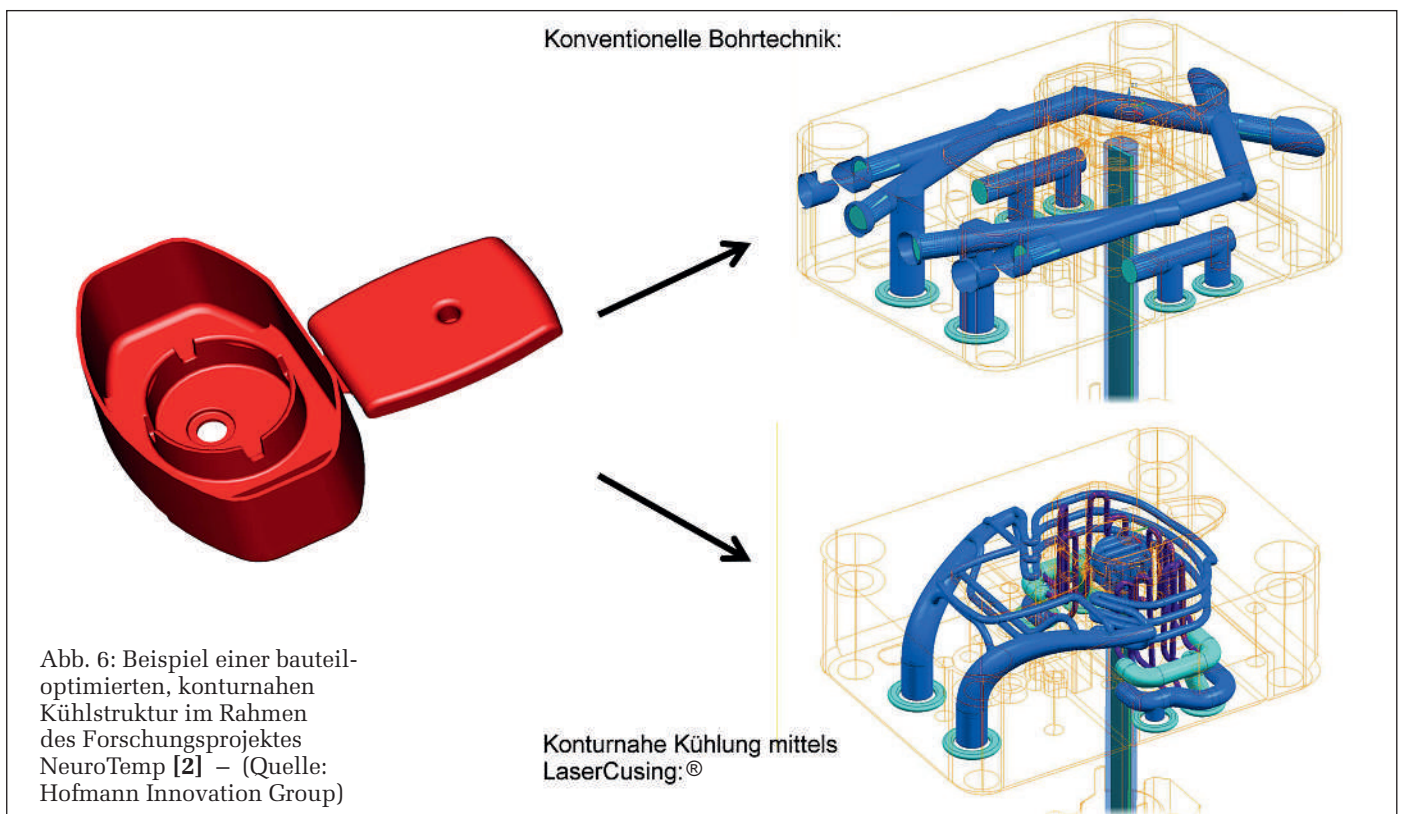


Abb. 5: Durchschnittswerte einer Zykluszeitanalyse an unterschiedlichen Gussteilen und Maschinengrößen. Rund 60 Prozent der Zykluszeit wurden für das Sprühen und das Abkühlen der Form bis zur Entnahmetemperatur verbraucht. Durch den Einsatz einer konturnahen Kühlung lassen sich hier deutliche Einsparungen erreichen.

Konturnahe Kühlung

Der Einsatz von additiven Fertigungsverfahren für den Bau von Werkzeugeinsätzen ist in der Spritzgießtechnik heute bereits weit verbreitet. Die reine Kühlzeit eines Kunststoffbauteils kann beispielsweise durch die korrekte Anordnung dreidimensionaler Kühlstrukturen um die Hälfte reduziert werden (**Abb. 6**). Gleichzeitig erlaubt die Verästelung eine homogenere Oberflächentemperatur und höhere Kühlmitteldurchsätze. Aufgrund der tiefen Wärmeleitfähigkeit von Polymeren reduziert sich die Zykluszeit so um ca. 20 bis 30 Prozent [2].



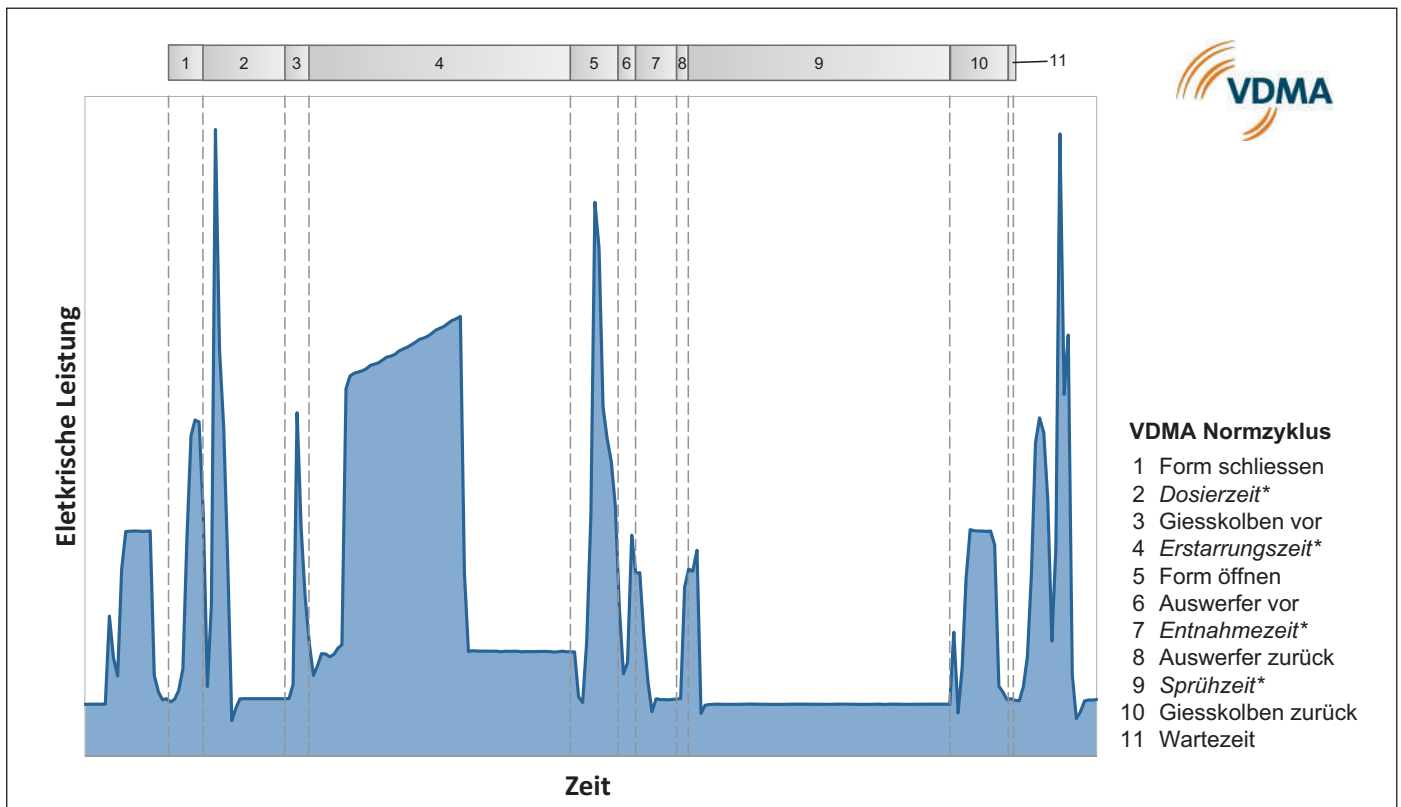


Abb. 7: Beispiel der gemessenen elektrischen Leistung einer Druckgießmaschine gemäß VDMA-Normzyklus (VDMA-Einheitsblatt 24499) (*kursiv: verfahrensbedingte Wartezeiten in Abhängigkeit der Schließkraft)

Ein viel größeres Potenzial liegt bei Leichtmetallen mit ihrer deutlich höheren Wärmeleitfähigkeit. Dank der verbesserten Interaktion zwischen dem Temperierkreis und dem abzukühlenden Gussstück liegt die Reaktionsgeschwindigkeit des Gesamtsystems in der Größenordnung der Erstarrungszeit der Bauteile. Die Verteilung der Kühlstrukturen und die Konstruktion der Formen ist jedoch komplex und höchst anspruchsvoll. Das Resultat ist dafür umso beeindruckender: Die benötigte Zeit bis zur Entformung wird entscheidend reduziert. Die höheren Kosten bei der Konstruktion und im Werkzeugbau werden durch die Verkürzung der Zykluszeit und den geringeren Ressourcenverbrauch in der Gesamtrechnung mehr als ausgeglichen.

Vergleich der Leistungsaufnahme entsprechend eines Normzyklus

Die Reduktion des Energieverbrauchs ist ein weiterer wichtiger Aspekt zur Steigerung der Wirtschaftlichkeit. Für Effizienzvergleiche und Betriebskostenabschätzungen braucht es jedoch zuverlässige und vergleichbare Daten. Für den Gießer bedeutet dies, dass die entsprechenden Datensätze spezifisch für die unterschiedlichen Bauteile aufwändig hergeleitet werden müssen. Die Ausstattung von Druckgießzellen mit den entsprechenden Messmitteln ist zudem kostenintensiv. Der Einfluss zur Minderung des Energieverbrauches innerhalb einer Druckgießzelle ist bis auf die Prozessführung für den Gießer ebenfalls nur eingeschränkt möglich. Hier sind nun die Maschinenbauer gefordert: Dies betrifft insbesondere die Hersteller von Temperiergeräten und Druckgießmaschinen, die jeweils für rund ein Drittel des elektrischen Energieverbrauchs in

einer Druckgießzelle verantwortlich sind. Da bislang kein normierter Messzyklus festgelegt war, ließen sich die in der Vergangenheit angegebenen Werte zur Leistungsaufnahme der Maschinen nur eingeschränkt vergleichen.

Im VDMA-Einheitsblatt 24499 [3], das der Fachverband gemeinsam mit der Bühler AG und anderen Experten aus der Industrie erarbeitet hat, wird nun ein einheitliches Verfahren für die Durchführung der Energiemessungen, deren Randbedingungen und die Dokumentation der Ergebnisse beschrieben. Es definiert Rahmenbedingungen zur Leistungsaufnahme von Maschinen mit verschiedenen Schließkräften, unabhängig von den produzierten Gussstücken. Durch den Messzyklus wird nur die Druckgießmaschine hinsichtlich Leistungsaufnahme und Energieeffizienz bewertet, ohne externe Vorgänge wie Formtemperierung, Metallocieren, Formsprühen oder Einlegen und Entnehmen zu berücksichtigen.

Einheitliches Messprotokoll für den VDMA Normzyklus

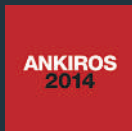
Der Messzyklus selbst folgt exakten Vorgaben. Im ersten Schritt werden Anschlussparameter, wie Netzspannung und -frequenz, die der DIN EN 60204-1 oder länderspezifischen Normen entsprechen müssen, erfasst. Als Messgerät wird ein Netzanalysegerät mit Speicherfunktion, das Spannung, Strom und Wirkleistung mit der Genauigkeit von einem Prozent misst und über eine interne Abtastrate von mindestens 5 kHz verfügt, verwendet. Die Messungen selbst sind an allen Anschlüssen, an denen elektrische Energie zugeführt wird, zeitlich parallel vorzunehmen. Bestimmt

Ecoline Pro – Die jüngste Ergänzung unserer Maschinenreihe!

Mit Ecoline Pro hat Bühler die Kaltkammer-Maschinenreihe im Schliesskraftbereich von 3.400 bis 8.400 kN ergänzt und bietet damit eine noch höhere Wertschöpfung. Diese aktualisierte Maschinenreihe verfügt über eine leistungsstarke Giesseinheit mit einstellbarer Schussposition sowie weitere in Ihrem Markt gefragte Maschinenmerkmale. Mit dieser wirtschaftlichen Investition gestalten Sie Ihren Betrieb flexibler als je zuvor und erzielen eine maximale Rendite.

Die wirtschaftliche Investition mit maximaler Rendite. Lassen Sie sich überzeugen.
www.buhlergroup.com/die-casting.

Bühler AG, Die Casting, CH-9240 Uzwil, Schweiz, T +41 71 955 12 12, F +41 71 955 25 88
die-casting@buhlergroup.com, www.buhlergroup.com/die-casting



Besuchen Sie uns an der
ANKIROS
in Istanbul, Türkei
11.–13.09.2014



Besuchen Sie uns an der
NONFERMET
in Kielce, Polen
16.–18.09.2014



Besuchen Sie uns an der
FOND-EX
in Brno, Tschechien
29.09.–03.10.2014



Innovations for a better world.



wird die Wirkleistung über die Auswertung der abgetasteten Strom- und Spannungswerte.

Im zweiten Schritt erfolgt die Messung. Dafür wird eine Prüf- oder Produktionsform verwendet, die auf der festen Aufspannplatte befestigt und nicht verfahren wird. Für Schließ-, Gieß- und Auswerfeinheit sind die maximalen Einstellungen laut maschinenspezifischem Datenblatt des Herstellers einzustellen und im Prüfbericht anzugeben. Die für die einzelnen Maschinengrößen relevanten Zeiten sind in Abhängigkeit der Schließkraft in Tabellen definiert. Der Normzyklus umfasst alle Arbeitsschritte vom Schließen der Form bis hin zur systembedingten Wartezeit (**Abb. 7**), die im Prüfbericht vermerkt wird. Dosier-, Erstarrungs-, Entnahme und Sprühzeit sind in einer entsprechenden Tabelle festgelegt. Bei der Messung müssen jeweils die Maximalwerte für die einzelnen Parameter erreicht werden. Die Verteilung des Gießhubs für die Vorfüll- und Formfüllphase ist ebenso wie die Gießkolbengeschwindigkeit festgelegt. Im Zyklus ebenfalls beschrieben ist der Restbetrag der dynamischen Gießkraft am Ende des Gießhubs, ohne die Nutzung des Speichers des Druckübersetzers. Dazu müssen im Prüfbericht auch maximaler Hub und Kraft des Auswerfers sowie die Wirkleistungsaufnahme als arithmetischer Mittelwert aus mindestens 10 Einzelmessungen in Folge dokumentiert werden.

Ein Gewinn auf der ganzen Linie

Druckgießmaschinen, die entsprechend des im VDMA-Einheitsblatt festgeschriebenen Messzyklus überprüft wurden, weisen zuverlässige Werte für den Energieverbrauch aus. Aufgrund dieser Unterlagen ist ein Vergleich zwischen verschiedenen Maschinentypen auf einen Blick möglich. Prozentuale Aussagen über Energieeinsparungsmaßnahmen lassen sich nun auf einer definierten Basis beschreiben. Da Folgekosten genau abgeschätzt werden können, ist zugleich höchste Investitionssicherheit gegeben. Auch für einzelne Produkte, die mit den Maschinen gefertigt werden, lässt sich die Energie- und Ressourcenbilanz – Stichwort

„ökologischer Fußabdruck“ – treffsicher ermitteln. Alles in allem bieten sich im Betrieb einer Gießerei vielfältige Möglichkeiten für den bewussteren Umgang mit Ressourcen und Energie.

Dies ist jedoch nur ein Aspekt. Durch die gezielte Optimierung von Druckgießprozessen lassen sich nebenbei sowohl die Qualität der gefertigten Teile als auch die Produktivität der Maschine selbst steigern. Hierfür muss man jedoch exakte Kenntnis über die Schlüsselwerte wie Produktionsrate, Energieaufnahme und die Gesamtanlageneffektivität besitzen. Mit Maßnahmen zur Reduktion der Zykluszeiten lassen sich weitere vielversprechende Schritte setzen. Grundlage hierfür sind durchdachte Konzepte, welche das Zusammenspiel der gesamten Gießzelle betrachten. Besondere Potenziale schlummern im thermischen Management, hier insbesondere durch das Umsetzen einer gezielten Kühlung im Werkzeug.

Und zu guter Letzt ermöglicht die genaue Analyse der Stillstandzeiten und die entsprechende Ursachenermittlung durch spezialisierte Softwarelösungen, dass für die Gesamtanlageneffektivität auch im Kaltkammer-Druckguss Werte von über 70 Prozent erreicht werden können.

Literatur

- [1] FB Produktion und Management der Fachhochschule Oberösterreich, Steyr (2013): Studie „Kennzahlen der Anlagennutzung“
- [2] Forschungsprojekt NeuroTemp des Instituts für Integrierte Produktion Hannover IPH (www.neurotemp.iph-hannover.de)
- [3] VDMA-Einheitsblatt 24499 (Juni 2012): Ermittlung der maschinenspezifischen Leistungsaufnahme von Metall-Druckgießmaschinen

Kontaktadresse:

Bühler AG Die Casting | zH Dr. Patrick Reichen
Project Manager R&D | CH-9240 Uzwil | Gupfenstr. 5
Tel.: +41 71 955 19 76 | Fax: +41 71 955 21 23
patrick.reichen@buhlergroup.com | www.buhlergroup.com



Auftragseingang deutlich gesteigert

Der Technologiekonzern Bühler erzielte im ersten Halbjahr 2014 einen Auftragseingang von CHF 1.309 Mio. Dies entspricht einer substantiellen, rein organischen Zunahme von 12% im Vergleich zum Vorjahr. Der Umsatz lag mit CHF 1.031 Mio. leicht unter dem Vorjahr.

Die positive Entwicklung ist vor allem auf die Belebung der Märkte in Nord- und Südamerika sowie das weitere stabile Wachstum in den aufstrebenden Märkten China und Indien zurückzuführen. Zum Wachstum trugen fast alle Geschäftsbereiche bei. Aufgrund des kontinuierlichen Kapazitätsaufbaus im Servicegeschäft erwartet Bühler hier weiteres Auftragspotenzial. Zudem wurde die Konzernstruktur vereinfacht und die Produktionskapazitäten wurden an einigen Standorten in Europa konsolidiert.

Der Umsatz der ersten sechs Monate 2014 lag mit CHF 1.031 Mio. oder -2,8% leicht unter dem Vorjahreswert. Wie üblich im Anlagen- und Engineeringgeschäft wird sich die Auftragszunahme jedoch mit zeitlicher Verzögerung im Verkaufserlös niederschlagen, so dass für das gesamte Geschäftsjahr mit einem Umsatz im Rahmen des Vorjahres gerechnet wird. Auch beim Ertrag ist eine positive Entwicklung abzusehen. Der aktuelle Auftragsbestand liegt bei CHF 1.600 Mio. und damit um 9% über dem Vorjahr.

Quelle: Bühler Presseaussendung v. 18. Juli 2014

Kontaktadresse:

Bühler AG, CH-9240 Uzwil, Schweiz, Tel.: +41 (0)71 955 11 11, Fax +41 (0)71 955 38 51, www.buhlergroup.com

Erweiterte Thermoanalyse mit Dendrite Coherency und Rigidity Punkt und deren mögliche neue Anwendungsgebiete*)

Extended Thermal Analysis with Determination of Dendrite Coherency and Rigidity Point and its new Possibilities of Application



Dipl.-Ing. Gerhard Huber

studierte an der Johannes Kepler Universität Linz Mechatronik und ist seit 2008 bei der Firma Nemak Linz, Österreich, tätig. Er ist Teamkoordinator für den Bereich Simulation in der Abteilung Technologie und Engineering Service. Sein Tätigkeitsbereich umfasst Simulationsprogramme, VBA Programmierung zur Unterstützung von Programmen und die Weiterentwicklung der Thermischen Analyse.

mierung zur Unterstützung von Programmen und die Weiterentwicklung der Thermischen Analyse.

Dr.-Ing. Mile Djurdjevic

ist Forschungsingenieur bei der Firma Nemak, Abteilung Forschung und Entwicklung, Linz, Österreich. Im April 2006 startete Dr. Djurdjevic seine Karriere in der Forschung bei Nemak Europa. Seine Interessen liegen in folgenden Bereichen: Schmelzebehandlung von Aluminiumlegierungen, Physikalische Chemie von Leichtmetallen und Legierungen, Thermodynamik und Kinetik der Phasenumwandlung, Erstarrung von Leichtmetallen und Anwendung der Thermischen Analyse in Aluminiumgießereien. Über 100 Publikationen in renommierten Zeitschriften und zahlreiche Präsentationen auf internationalen Konferenzen tragen seinen Namen.



Schlüsselwörter: Aluminium Gusslegierungen, Rigidity Temperatur, Dendrite Coherency Temperatur, Thermische Analyse, Simulation, Warmrissempfindlichkeitskoeffizient CSC

Einleitung

In der Autoindustrie kommen häufig AlSiCu-Gusslegierungen zum Einsatz. Diese Legierungen erfüllen zurzeit die Anforderung an Gewicht, mechanische Eigenschaften und Lebensdauer. Voraussetzung ist eine gute Qualität dieser Gussstücke. Für diese Eigenschaften ist vorwiegend das Mikrogefüge verantwortlich. Bei den genannten Legierungen sind vor allem das AlSi- und AlSiCu-Eutektikum für das Gefüge ausschlaggebend.

Die gießtechnische Entwicklung eines Gussteils beginnt beim Konstrukteur, geht über Simulation und Prozessingenieur bis zur Qualitätsabteilung. All diese Abteilungen sollen sicherstellen, dass Qualität und mechanische Eigenschaften des Bauteils erfüllt werden. Dabei geht es um das Gießen, die Erstarrung und die Wärmebehandlung. Für den Gießereingenieur ist es daher von großer Bedeutung, über den Verlauf der Erstarrung der Schmelze sehr gut Bescheid zu wissen. Vor allem die Mikrostruktur im Gusszustand muss genau kontrolliert werden [1–7].

Die Thermische Analyse bietet eine einfache und günstige Methode, den Erstarrungsverlauf von AlSiCu-Legierungen aufzuzeigen und zu überprüfen. Das Messen der Abkühlkurven wird schon lange zur Bestimmung von binären Phasendiagrammen und für Studien der Grundlagen der Metallurgie eingesetzt. Thermische Analyse verwendet sowohl die Eisen- als auch die Nichteisen-Industrie schon viele Jahre sehr erfolgreich.

Mit einer Abkühlkurve wird die Temperatur über der Zeit aufgezeichnet (**Abb. 1**). Anhand des Verlaufs (Unterkühlungen, Spitzen, Minima und Haltetemperaturen) lassen sich Zusammenhänge mit der chemischen Zusammensetzung, die Wirkung verschiedener Elemente aufeinander, charakteristische Temperaturen (T_{Liquidus} , $T_{\text{Eutektikum}}$, T_{Solidus} , ...) und Eutektika bestimmen. Es ist also eine gute Wahl, wenn man die Thermische Analyse verwendet, um einen Zusammenhang zwischen Abkühlkurve und der Mikrostruktur im Gusszustand aufzeigen zu können. Diese Methode ist günstig, beurteilt direkt das Material der Schmelze des Gussteils, eignet sich hervorragend zur Qualitätskontrolle und kann auch noch für die Simulation und den Gießereingenieur wertvolle Parameter liefern.

Die fünf Speisungsmechanismen (nach Campbell)

Für alle Aluminiumlegierungen gibt es eine flüssig-fest Schwindung des Volumens. Das Material schrumpft um 4 – 8%, je nach Legierungszusammensetzung. Während der Erstarrung muss also dieses Volumendefizit mit flüssiger Schmelze nachgespeist werden. Um Porosität zu verhindern, ist es notwendig, einen Speisungsweg vom höheren heißen Speiser zu einem Hot Spot im darunterliegenden Gussteil offen zu halten. Durch Schwerkraft und /oder Druck ist es so möglich, vielleicht noch isolierte flüssige Bereiche mit Schmelze zu speisen. Campbell [8] zählt dazu 5 Speisungsmechanismen (**Abb. 2**) auf, welche während der Erstarrung von Aluminiumlegierungen auftreten können. Diese sind:

*) Die Ergebnisse in diesem Artikel basieren teilweise auf einer Veröffentlichung im Journal of Alloys and Compounds: „Determination of Rigidity point/temperature using thermal analysis method and mechanical technique“, M. Djurdjevic, G. Huber, Journal of Alloys and Compounds 590, (2014), 500–506.

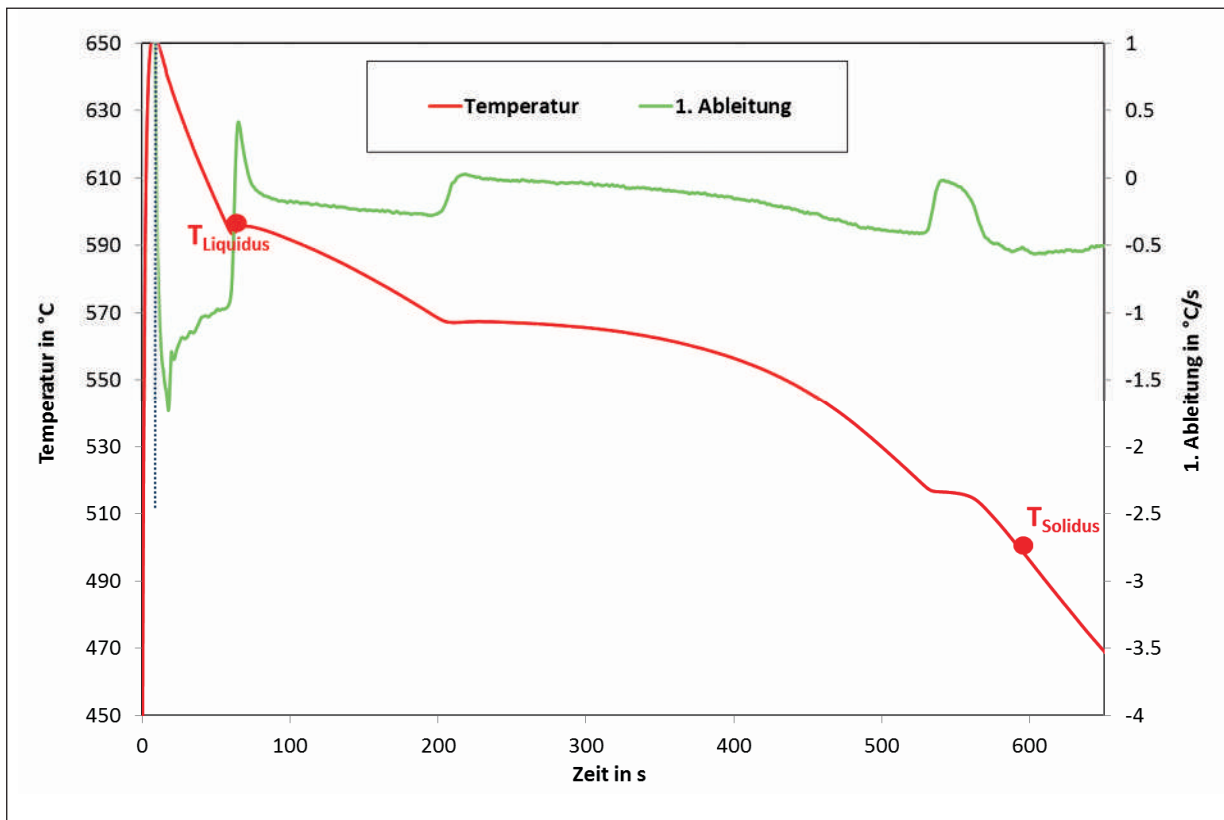


Abb. 1: Abkühlkurve (rot) und die dazugehörige 1. Ableitung (grün), gemessen in der Mitte des Probetiegels einer Thermischen Analyse.

- Flüssigspeisung,
- Massenspeisung,
- interdendritische Speisung,
- durchbrechende Speisung (engl. burst feeding) und
- Feststoffspeisung.

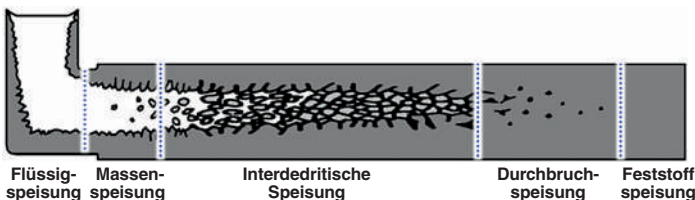


Abb. 2: Die 5 Speisungsmechanismen nach Campbell [8]

Flüssig- und Massenspeisung erfolgen immer sehr einfach, da in diesem Bereich die Viskosität niedrig und der Querschnitt des Speisungsweges sehr groß ist. Nach der Massenspeisung wird das Fließen der Schmelze stark beeinträchtigt [9].

Der Kristallisationsprozess von Aluminiumgusslegierungen beginnt mit der Entwicklung des primären α -Aluminium-Dendritennetzwerkes. Ein Dendrit hat eine baumähnliche Struktur aus wachsenden Kristallen. Aus einem einzelnen Keim wächst in zwei Richtungen, in der Länge (primärer Dendrit) und zur Seite (sekundäre Dendriten = Dendritenarme) der Kristall mit wachsenden Durchmessern von nur wenigen μm . Am Anfang bewegen sich die Dendriten völlig frei in der flüssigen Schmelze. Während der weiteren Abkühlung berühren dann die wachsenden Kristalle einander und es bildet sich ein zusammenhängendes Dendritennetzwerk. Dies geschieht bei einer bestimmten Temperatur, der **Dendrite Coherency Temperatur**,

welche sehr wichtig für den Erstarrungsprozess ist. Denn ab diesem Punkt kann die restliche flüssige Schmelze nur noch sehr schlecht durch das Dendritennetzwerk fließen. Es kommt zum Übergang von der Massenspeisung zur interdendritischen Speisung [9–17]. Dieses Netzwerk führt zu einem fortschreitenden Anstieg der Materialfestigkeit während der Erstarrung.

Die flüssige Schmelze kann nun nur noch durch dieses feste Dendritennetzwerk oder um getrennte Dendriten fließen, um verbleibende Flüssigkeitsgebiete zu speisen.

Nach dem Coherency Punkt, zu Beginn der Bildung des Dendritennetzes, gibt es noch eine Verbindung zwischen den noch nicht erstarrten flüssigen Bereichen. Das Netzwerk besitzt also noch eine Permeabilität. Kühlt die Schmelze während der Erstarrung noch weiter ab, so wachsen und vergrößern sich die Dendriten und Dendritenarme, bis schließlich die Konnektivität der noch flüssigen Bereiche innerhalb des Netzwerkes nicht mehr gegeben ist und die Permeabilität verschwindet. Diesen Punkt beschreibt die **Rigidity Temperatur** [18] (in der englischen Literatur auch „maximum packing fraction“ genannt [19, 20, 21, 22]). Die „Festigkeit“ ist nun (fast) vollständig ausgebildet.

Die Erstarrung der α -Aluminium Dendriten führt auch zu einer höheren Konzentration von Legierungselementen (Si, Cu, Mg und andere) in der verbleibenden flüssigen Schmelze, deren Ausscheidungen bis zum primären AlSi-Eutektikum vorangetrieben werden.

Um über den Rigidity Punkt hinaus speisen zu können, muss man das Dendritennetzwerk zerstören. Gleich nach dem Rigidity Punkt ist es nur noch möglich mittels Druck zu speisen. Dies kann zum einen die Gewichtskraft/der hydrostatische Druck der verblei-

benden flüssigen Schmelze eines darüber liegenden Speisers oder ein „negativer Druck“ durch das Volumendefizit bzw. die Kapillarkräfte sein. Auf das Ende der interdendritischen Speisung (= Rigidity) folgt also die durchbrechende Speisung. Eine erzwungene durchbrechende Speisung erfolgt z.B. beim Druckguss.

Schreitet die Erstarrung weiter voran, so können sich intermetallische Phasen (Fe und Mg) unterhalb des AlSi-Eutektikums ausscheiden. Dies hängt von der chemischen Zusammensetzung ab. Kupferreiche Phasen scheiden sich gegen Ende der Erstarrung aus. Mit Erreichen der Solidustemperatur ist der Erstarrungsprozess dann abgeschlossen. Danach gibt es nur noch die Feststoffspeisung. Sie tritt unterhalb der Solidustemperatur auf, wo die Streckgrenze des festen Materials sehr niedrig ist. Diese Art der Speisung wird zum Beispiel auch an „Einfallstellen“ des Gussstückes sichtbar.

Obwohl die Hauptlegierungselemente den meisten Einfluss auf die Erstarrungsmorphologie von AlSiCu-Legierungen haben, gibt es auch Nebenlegierungselemente, die eine große Rolle spielen [4, 6, 9]. Strontium ist eines dieser Elemente. Die Veredelung mit Strontium modifiziert die Morphologie des AlSi-Eutektikums. Strontium und Natrium zielen in untereutektischen Si-Legierungen (kleiner 12% Si) darauf ab, dass die Grenzflächenspannung zwischen eutektischen Phasen verringert wird. Dieses Herabsetzen der Spannung führt zu einem größeren Kontaktwinkel zwischen Aluminium und Silizium. Das erlaubt dem Aluminium das Umhüllen und Einschließen des Siliziumkristalls. Der modifizierende Effekt des Strontiums bewirkt einen Übergang von grober, über nadelförmige zu einer feinen faserigen Struktur des Siliziums [6]. Diese verbesserte Mikrostruktur führt zu besseren mechanischen Eigenschaften des Gussstücks. Allerdings gibt es auch Nachteile bei der Modifizierung mit Sr. Zum einen können sich Poren während der Erstarrung schon früher bilden und zum anderen erfolgt die Speisung aus dem Speiser schlechter [23]. Beides führt zu mehr Porosität. Daher ist das Verständnis des Einflusses von Strontium auf die Erstarrung essentiell.

Die meisten Computerprogramme der Simulation und auch die thermophysikalischen Programme können den Strontium-Einfluss noch nicht bzw. noch nicht ausreichend berücksichtigen.

Wie oben beschrieben, wird die interdendritische Speisung von der Dendrite Coherency und von der Rigidity Temperatur begrenzt. Dieser Speisungsabschnitt ist von großem Einfluss, weil Gussfehler, wie Makroseigerungen, Lunker und Rissbildung sich während dieses Abschnitts der Erstarrung bilden [1–3, 7, 8, 12–14]. Es ist hier daher sehr wichtig, den Erstarrungsprozess zu verstehen, um ihn auch kontrollieren zu können.

Bestimmung des Dendrite Coherency Punktes und des Rigidity Punktes mittels rheologischer Messung

Spezifische Erstarrungspunkte, wie Liquidustemperatur, Dendrite Coherency Punkt, Rigidity Punkt und Solidustemperatur sind sehr wichtig für die Erstarrung

von Aluminiumlegierungen. Sie beschreiben die jeweiligen Übergangspunkte der Speisungsmechanismen. Bäckerud beschreibt in seinen Veröffentlichungen, wie man mittels Thermoanalyse sehr einfach die Liquidus- und Solidustemperatur *mit einem* Thermo-element und auch den Dendrite Coherency Punkt (DCP) mittels Thermischer Analyse, allerdings *mit zwei* Thermoelementen, bestimmen kann [18].

Rigidity ist ein physikalisches Phänomen. Es lässt sich nicht so leicht messen. Bäckerud verwendete eine rheologische Methode zur Bestimmung des Rigidity Punktes. In einem Tiegel mit flüssiger Schmelze lässt er einen Probekörper (z. B. eine Scheibe oder einen Zylinder) rotieren. Während der Erstarrung der Schmelze werden das Drehmoment und/oder die Rotationsgeschwindigkeit sowie die Temperatur gemessen. In der anfangs flüssigen Schmelze gibt es fast keine Behinderung des Rotors. Sobald aber die Dendriten anfangen sich zu berühren und ein Netzwerk zu bilden beginnen, steigt das Drehmoment stärker an. Die Festigkeit des Bauteils nimmt nun zu. Dieser Punkt des ersten Anstiegs entspricht der Dendrite Coherency Temperatur. Mit dem weiteren Wachstum und Reifen des Dendritennetzwerkes steigt das Drehmoment immer weiter an, bis es schließlich zum Stillstand des Rotors kommt. Dieser zweite Punkt entspricht der (fast) vollständigen Festigkeit und wird hier Rigidity Punkt genannt. In der Drehmoment-Temperatur-Kurve ergibt sich danach idealerweise eine Vertikale (Abb. 3).

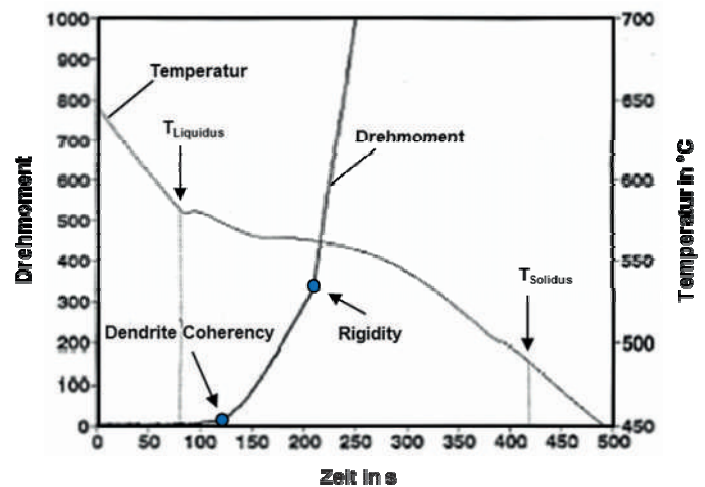


Abb. 3: Messung des Drehmoments und der Temperatur über die Zeit. Der erste Anstieg des Drehmomentes entspricht dem Dendrite Coherency Punkt und der Knick vor dem fast vertikalen Anstieg entspricht dem Rigidity Punkt.

In jüngster Zeit hat sich auch die Technik für die Messung der Schwindung während und nach der Erstarrung von Aluminiumlegierungen stark verbessert [19, 20]. Somit ist es möglich, auch damit erfolgreich verschiedene Erstarrungspunkte zu finden und zu quantifizieren. Unter anderem wurde damit die Temperatur (wie auch der Festphasenanteil) gefunden, bei der das Auftreten der Schrumpfung festgestellt wurde, welche mit der Rigidity Temperatur korreliert.

Neu: Bestimmung des Rigidity Punktes mittels Thermoanalyse

Die Bestimmung des Dendrite Coherency Punktes ist nicht nur mittels rheologischer Messung möglich, sondern auch mittels Thermischer Analyse mit zwei Thermoelementen (Bäckerud [1, 11, 12, 18]). In einem Probtiegel werden zwei Thermoelemente positioniert (Abb. 4). Eines in der Nähe der Wand (T_{Wand}) und ein Thermoelement in der Mitte des Tiegels (T_{Mitte}).

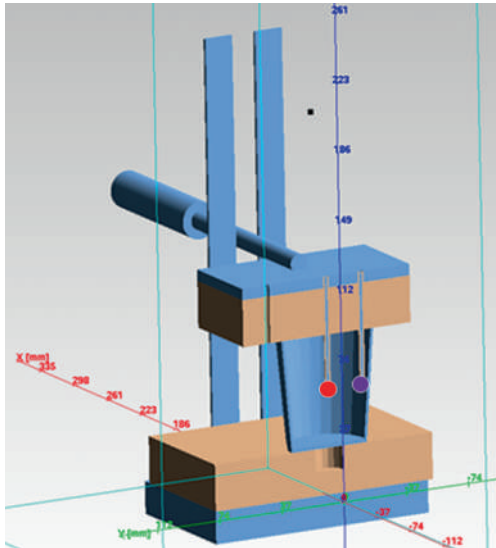


Abb. 4: Thermische Analyse mit zwei Thermoelementen. Ein Thermoelement wird in der Mitte des Probtiegels positioniert (rot) und eines in der Nähe der Wand des Tiegels (violett).

Die Dendrite Coherency Temperatur findet man dann in der Abkühlkurve beim Minimum von $\Delta T = T_{\text{Wand}} - T_{\text{Mitte}}$, in dem man dieses auf die Kurve von T_{Mitte} projiziert und die Temperatur abliest (Abb. 5).

Der Grund, warum es zu einem Minimum von ΔT kommt ist, dass in einem Festkörper die Wärme schneller abgeleitet wird als in der flüssigen Phase. Die Wärmeleitung in dem Dendritennetzwerk ist höher als in der verbleibenden flüssigen Schmelze. Den größten Einfluss auf den Dendrite Coherency Punkt haben die chemische Zusammensetzung, die Abkühlgeschwindigkeit, Veredelung und Kornfeinung. Nach Bäckerud versuchten noch andere Forscher [3, 7, 11–14, 16, 17] mittels der Methode mit 2 Thermoelementen zu erklären, warum dieser spezielle Dendrite Coherency Punkt beim Minimum der ΔT Kurve liegt.

Die Rigidity Temperatur wird bestimmt von einem zweiten Minimum von ΔT im Bereich des primären AlSi-Eutektikums. Wie man in Abb. 5 erkennen kann, liegt Rigidity nach dem Beginn der Bildung des Eutektikums bei einem Minimum von ΔT bei -1.25°C .

Diese Temperaturdifferenz ergibt sich wieder aus der unterschiedlichen Temperaturleitfähigkeit von festen und flüssigen Phasen. Eine Berechnung mit der thermophysikalischen Software Pandat [27] ergab am Anfang des AlSi-Eutektikums ein Verhältnis von 44,1% fest zu 55,9% flüssig. Bei der Rigidity Temperatur lag das Verhältnis bei 72,4% fest zu 27,6% flüssig. Während der Primärerstarrung des Eutektikums geht der flüssige Anteil in ein festes Eutektikum über. Während der Siliziumausscheidung wird ein hoher Anteil an Wärme abgegeben ($\sim 1800\text{J/g}$). Dadurch bleibt die verbleibende Schmelze lange Zeit auf beinahe gleicher Temperatur. Diese latente Wärme ist aber nicht in der Lage, die bereits feste Schicht an der Wand des Tiegels wieder aufzuschmelzen. Es wird daher angenommen, dass die verbleibenden flüssigen Phasen sich in der Mitte des Probtiegels befinden.

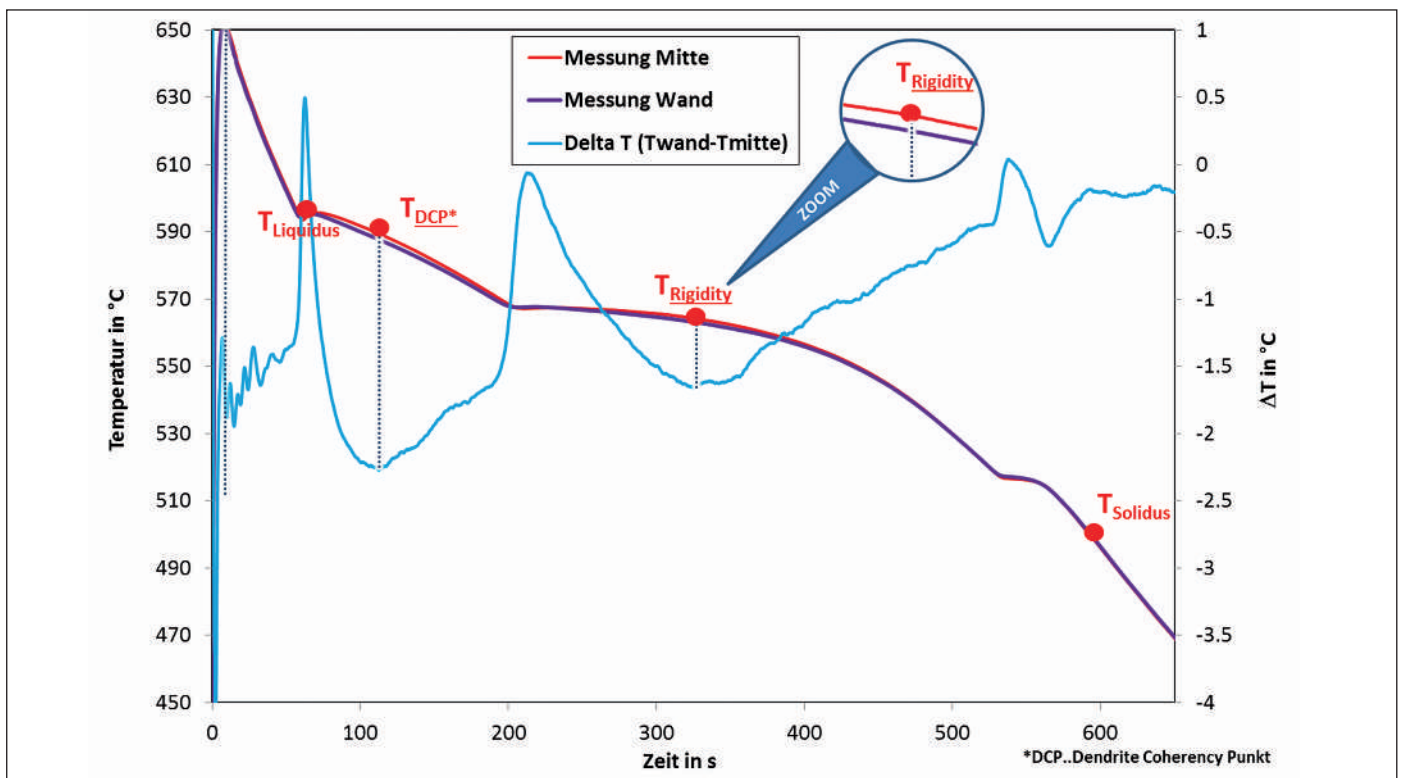


Abb. 5: 2 Abkühlkurven (rot und violett) und die dazugehörige ΔT Kurve (hellblau) bestimmen jeweils den Dendrite Coherency Punkt (1. Minimum von ΔT) und den Rigidity Punkt (2. Minimum der ΔT Kurve). Mittels Projektion auf die Temperaturkurve erhält man so diese beiden charakteristischen Temperaturen (T_{DCP} und T_{Rigidity}).

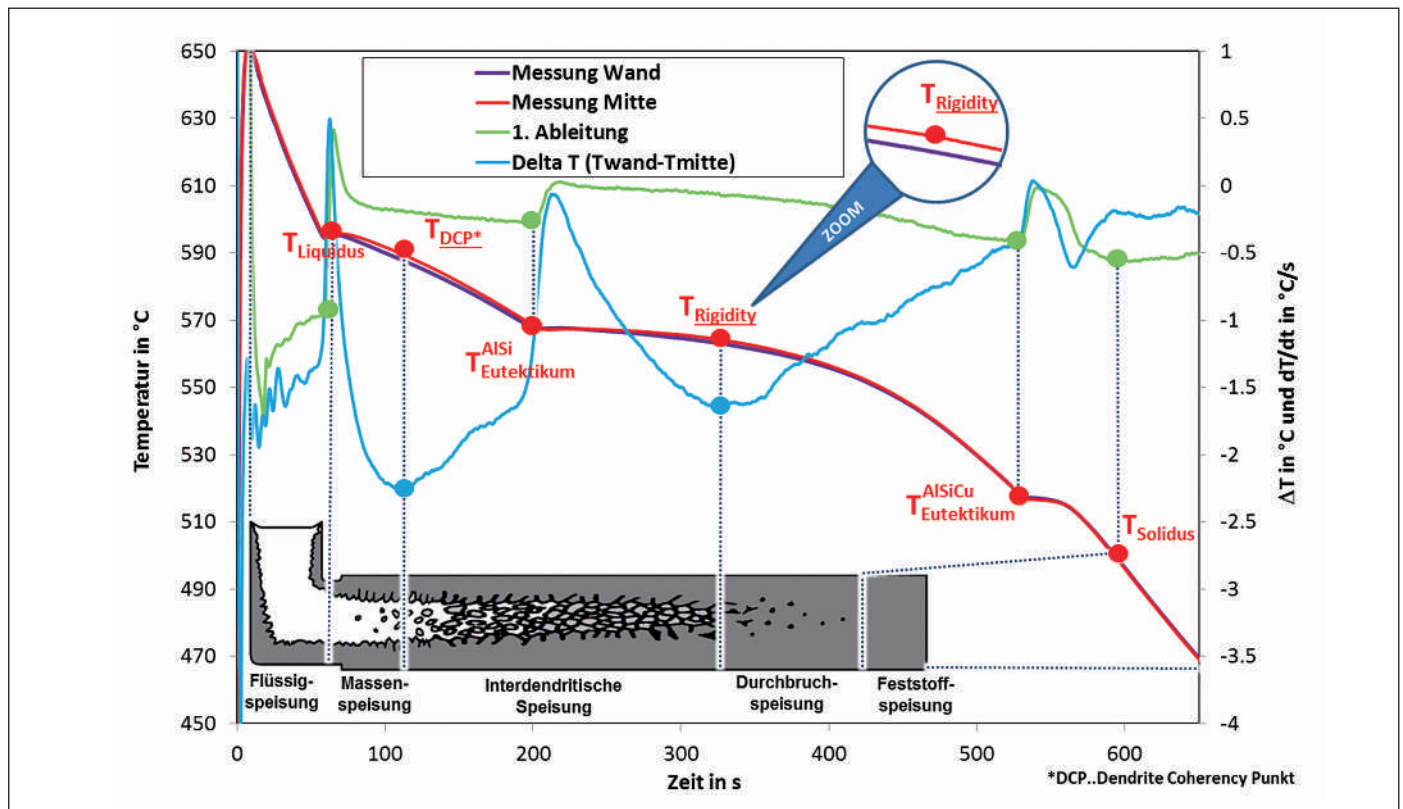


Abb. 6: Thermische Analyse und die dazugehörige Unterteilung der 5 Speisungsmechanismen.

Ein ähnliches Phänomen gibt es auch bei der Ausscheidung des kupferreichen Eutektikums. Aufgrund der geringeren latenten Wärme (~200 J/g) und einem geringeren Anteil an flüssiger Phase, ist das Minimum von ΔT geringer.

Mit der neuen Methode zur Bestimmung von Rigidity ist man nun in der Lage, einzig und alleine mit der Thermischen Analyse alle Speisungsmechanismen einzugrenzen (Abb. 6).

Experimente

Für die Experimente wurde eine synthetische AlSi8Cu3 Aluminiumlegierung herangezogen. Es sollte also eine Legierung verwendet werden, die nur Al, Si und Cu enthält. Die anderen Elemente sollten so gering wie möglich und wenn, immer in gleicher Konzentration enthalten sein. Anschließend wurde der Strontiumgehalt absichtlich variiert. Aufgrund der Tatsache, dass thermophysikalische Simulationsprogramme den Sr-Gehalt noch nicht richtig berücksichtigen,

wurde entschieden, eine Standardlegierung zu nehmen und den Gehalt an Strontium zu variieren. Die Legierungsherstellung und auch die Thermischen Analysen wurden am Standort Nemak Linz durchgeführt.

Basis war eine AlSi8-Legierung, welche mit 3% Cu aufgeliegt wurde, siehe Tab. 1. Wie in der Tabelle ersichtlich, hat die Legierung einen hohen Reinheitsgrad. Die Legierung wurde mittels optischer Emissionsspektroskopie „abgefunkt“. Es wurden Schmelzen mit 0 ppm, 80 ppm und 150 ppm Sr legiert, um dessen Einfluss auf Rigidity zu messen.

Rheologische Messung

Die rheologischen Untersuchungen wurden an der RWTH Aachen in Deutschland durchgeführt. Verwendet wurde ein Searl Rheometer mit einem Graphittiegel und Rotor. Die Temperatur wurde mittels eines Thermoelements in der Mitte unten in der Schmelze gemessen. Das Schmelzevolumen ist sehr klein, da man von einer Gleichverteilung der Temperatur zu jedem Zeitpunkt der Abkühlung aus geht (Abb. 7).

Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Ni	Zn	Ti	B
8.03	0.141	2.96	0.0032	0.0009	0.0019	0.0047	0.0031	0.003	0.0102
Bi	Ca	Cd	Li	Na	P	Pb	Sn	Sr	V
0.0001	0.0011	0.0001	0.0001	0	0.0006	0.0006	0.0014	0	0.0016

Tab. 1: Chemische Zusammensetzung der verwendeten AlSi8Cu3-Legierung.

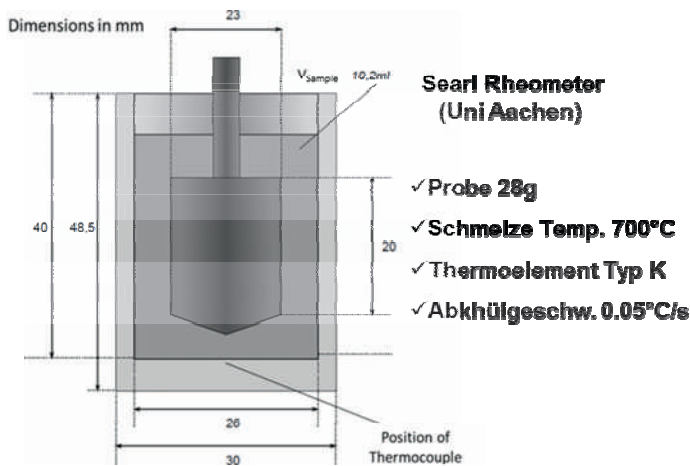
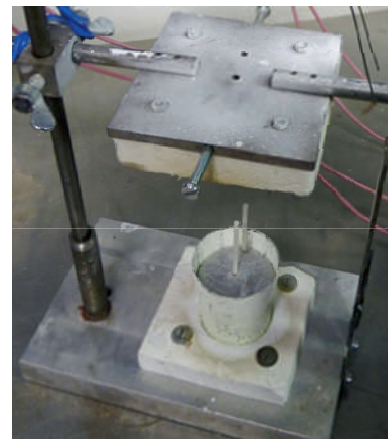


Abb. 7: Aufbau und Parameter für die rheologische Messung.



TA Gerät

- ✓ Probe 250g
- ✓ Schmelze Temp. 700°C
- ✓ Thermoelement Typ K
- ✓ Abkühlgeschw. 0.10°C/s

Abb. 8: Aufbau der Thermischen Analyse mit zwei Thermoelementen und den dazugehörigen Parametern

Das Rheometer startete mit einer Temperatur von über 700 °C und einer Rotationsgeschwindigkeit von 0,05 U/min. Die Abkühlrate ($T_{\text{Liquidus}} - T_{\text{Solidus}}$)/Erstarrungszeit_{Liq-Sol} betrug im Durchschnitt 0,05 °C/s. Es wurden drei Proben mit unterschiedlichem Sr-Gehalt gemessen. Das Experiment wurde für jede Legierung zweimal wiederholt, um die Reproduzierbarkeit zu gewährleisten. Nur wenn diese zwei Messungen übereinstimmten, ging man von einer Wiederholbarkeit der Messung aus. Stimmt die Messungen nicht überein, wurde die Messung wiederholt, um die fehlerhafte Messung zu eliminieren. Es wurde die Scherspannung über die Temperatur gemessen und mittels Datalogger aufgezeichnet.

Thermische Analyse

Bei der Thermischen Analyse bei Nemak Linz wurden Proben mit 250 ± 10 g verwendet. Es wurden konische Stahlriegel mit einer Höhe von 60 mm und einem Durchmesser von 50 mm benutzt, welche eine Masse von 50 g haben. Es wurden zwei K-Type kalibrierte Thermoelemente eingesetzt und immer 20 mm über dem Boden des Tiegels in der Nähe der Wand und in der Mitte positioniert (Abb. 8). Die Temperatur über die Zeit wurde zwischen 700 °C und 400 °C aufgezeichnet. Die Thermoelemente hatten eine Genauigkeit von $\pm 0,10$ °C. Zur Aufzeichnung wurde ein Messverstärker mit hoher Abtastrate von National Instruments verwendet, welcher an einen PC angeschlossen wurde.

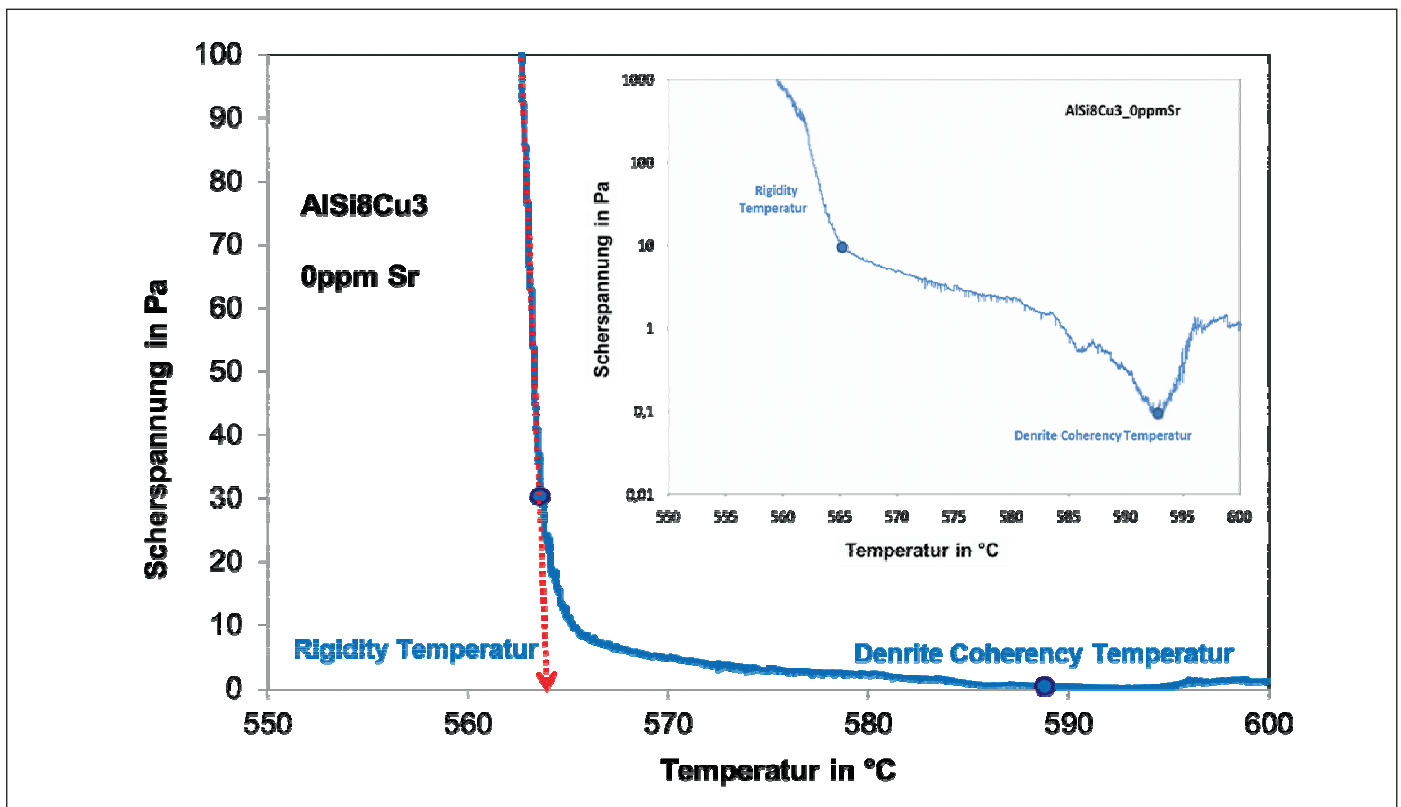


Abb. 9: Aufzeichnung der Scherspannung (blau) über die Temperatur. Im kleinen Bild sieht man die logarithmische Auftragung der Spannung über die Temperatur zur optimalen Sichtbarmachung der beiden charakteristischen Temperaturen.

Die durchschnittliche Abkühlrate wurde, wie in der rheologischen Messung berechnet und betrug immer ungefähr 0.10 °C/s. Es wurden wieder die drei AlSi8Cu3 Legierungen mit unterschiedlichem Sr-Gehalt mindestens zweimal gemessen.

Vergleich der Ergebnisse für Dendrite Coherency und Rigidity Punkt

Bei den rheologischen Messungen wurden das Drehmoment und die Temperatur über die Zeit gemessen. Anschließend wird die berechnete Scherspannung (Schubspannung) über die Temperatur aufgetragen. Anhand des ersten Anstiegs und des letzten Knicks vor einem scharfen Anstieg in der Kurve lassen sich die Dendrite Coherency und die Rigidity Temperatur bestimmen. Wo genau der erste relevante Anstieg erfolgt ist oft schwer zu erkennen. Das Auftragen des Messergebnisses über eine logarithmische Achse lässt sofort den Dendrite Coherency Punkt und den Rigidity Punkt erkennen (Abb. 9).

Im Diagramm sieht man die Scherspannung als blaue Linie. Der erste Anstieg bestimmt die Dendrite Coherency Temperatur. Eine Projektion (rote strichlierte Tangente an den letzten scharfen Anstieg) führt zur Rigidity Temperatur. Idealerweise wäre dieser letzte Anstieg (links im Diagramm der Scherspannungslinie zu sehen) eine senkrechte Gerade (Stillstand der Dreheinrichtung). Die Messung an sich führt immer zu einem sehr geringen höheren Wert, weil während der Drehung des Rotationskörpers immer wieder das Dendritennetzwerk, hauptsächlich an der Oberfläche des Rotors, zerstört wird. Deshalb sollte man eine mög-

lichst kleine Rotationsgeschwindigkeit wählen. Dies gewährleistet eine nur geringe Durchmischung der Schmelze. Auch das gewählte Drehmoment spielt eine Rolle (z.B. wann es zum Stillstand am Ende kommt).

Die spezifischen Erstarrungstemperaturen der AlSi8Cu3 mit 0/80/150 ppm Sr wurden mittels Thermischer Analyse und aus deren Abkühlkurven bestimmt. Um noch genauere Ergebnisse zu bekommen, wurde für einige Temperaturen auch noch die erste Ableitung zu Hilfe genommen. Dendrite Coherency und Rigidity Temperatur werden mittels der $\Delta T = T_{\text{Wand}} - T_{\text{Mitte}}$ und dem jeweiligen Minimum bestimmt (Abb. 10).

Die rote Linie im Diagramm zeigt die Temperaturmessung in der Mitte des Tiegels. Die violette Linie ist die Temperaturmessung des Thermoelements in der Nähe der Wand. Die grüne Linie zeigt die erste Ableitung der Temperatur, welche in der Mitte gemessen wurde. Die blaue Linie zeigt ΔT . Die roten Punkte entsprechen den charakteristischen Erstarrungspunkten. Die grünen Punkte zeigen, welche Temperaturpunkte am besten mittels der ersten Ableitung gefunden werden können. Entsprechend zeigen die blauen Punkte den Dendrite Coherency und Rigidity Punkt. Bei der Thermischen Analyse muss vor allem das Probevolumen gleich groß sein, um eine bessere Vergleichbarkeit zu gewährleisten. Es gibt viele Punkte, die beachtet werden müssen, wie zum Beispiel die Abkühlrate (Umgebungstemperatur, Wandstärke des Tiegels, ...), die Tiegelgröße und der Abstand der Thermoelemente. Ungenauigkeiten ergeben sich auch aufgrund der Keramikröhrchen, welche zum Schutz und zur Positionierung der Thermoelemente verwendet werden.

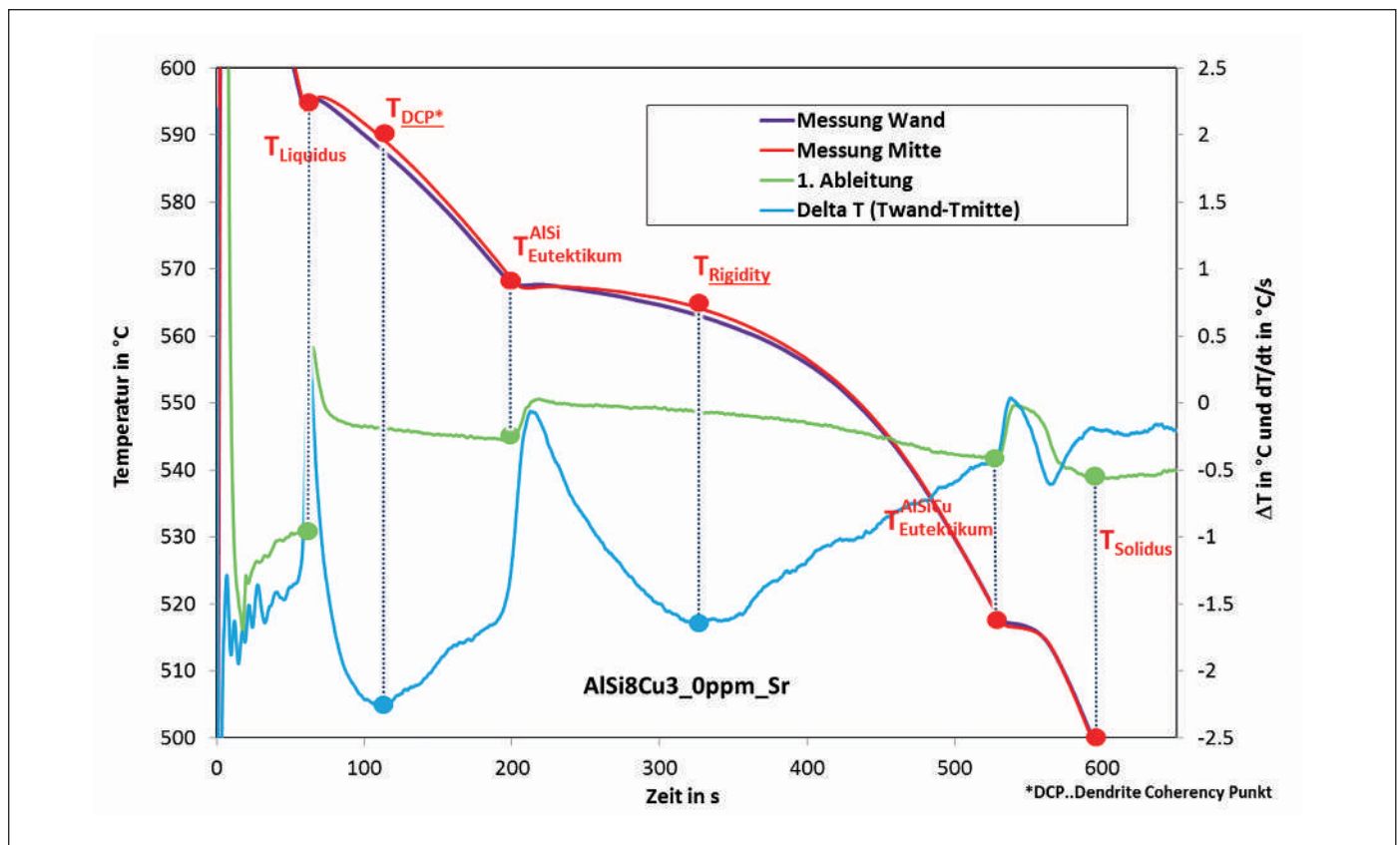


Abb. 10: Thermische Analyse mit allen relevanten Temperaturpunkten zur Unterteilung in die fünf Speisungsmechanismen.

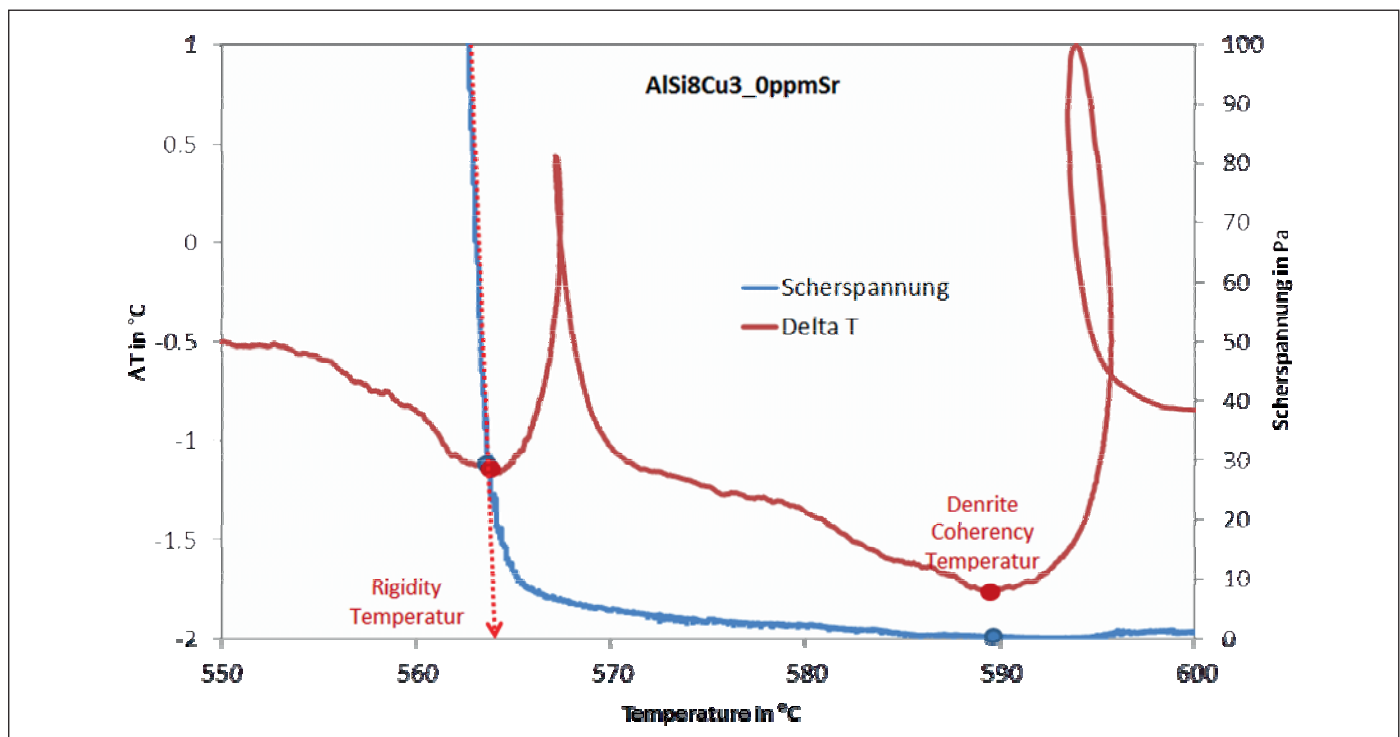


Abb. 11: ΔT wird über die Temperatur aufgetragen (rote Linie) und mit dem Ergebnis der rheologischen Messung (blaue Linie) verglichen.

Bei der Thermischen Analyse mit zwei Thermoelementen und ΔT wird immer ein Bereich über mehrere Zustände der erstarrenden Schmelze gemessen. Die Autoren dieses Beitrages sind in der Lage, den Dendrite Coherency Punkt auch mittels Thermischer Analyse mit nur einem Thermoelement zu bestimmen, den Rigidity Punkt bis jetzt nur mit zwei Thermoelementen. Ob man mit einem Thermoelement erfolgreich auch Rigidity finden kann, wird noch untersucht.

Vergleich der Ergebnisse und Diskussion

Es sollen nun die Ergebnisse der rheologischen Untersuchung und der Thermischen Analyse verglichen werden. Dazu werden das Ergebnis von ΔT über der Temperatur und das Ergebnis der rheologischen Messung in **Abb. 11** übereinander gelegt.

Die rote durchgehende Linie zeigt das Ergebnis der Abkühlkurvendiskussion und die blaue Linie das Ergebnis der mechanischen (rheologischen) Messung.

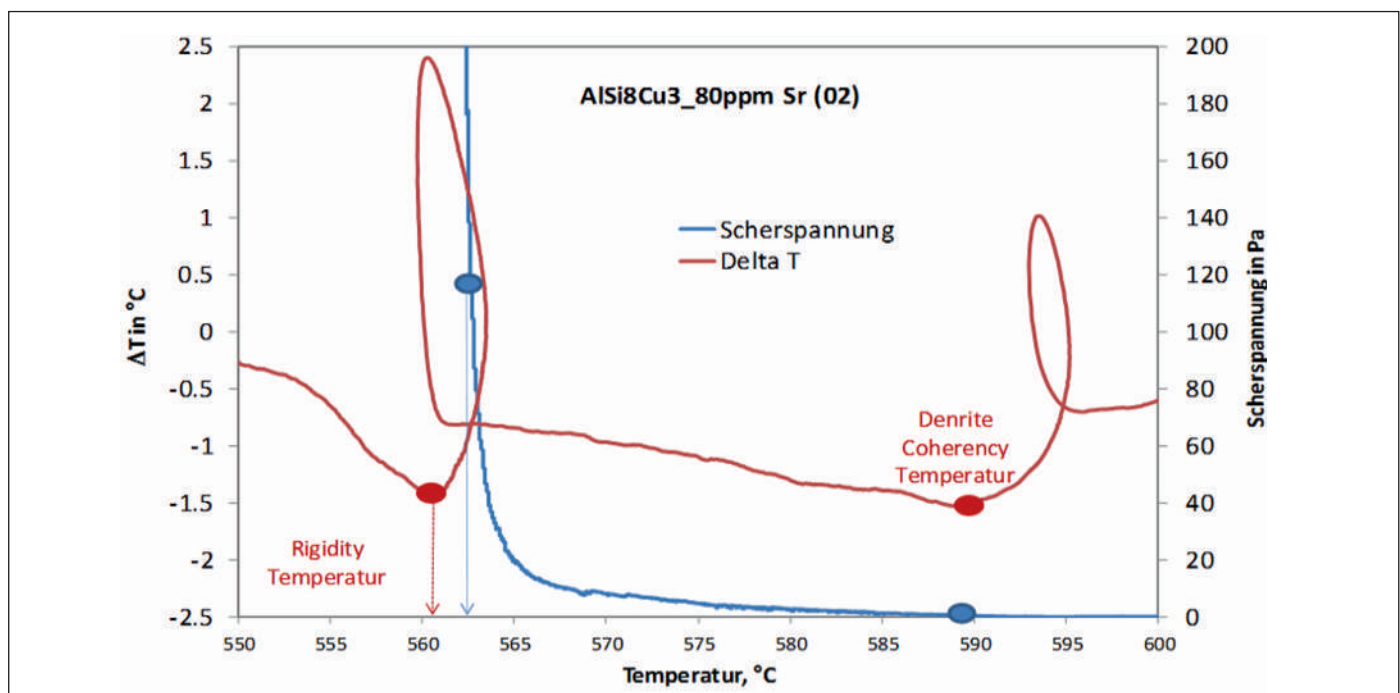


Abb. 12: Größter gemessener Unterschied von 2 °C bei der Rigidity Temperatur. Im Mittel der beiden Messungen allerdings nicht mehr sichtbar (**Abb. 13**).

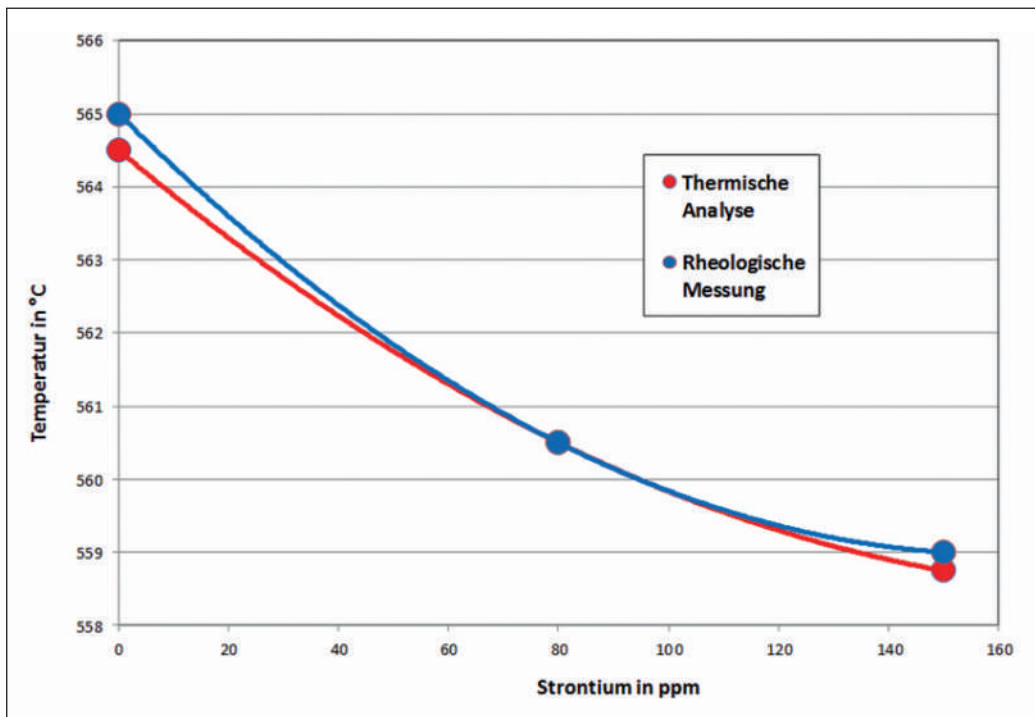


Abb. 13: Einfluss des Strontiumgehalts auf die Rigidity Temperatur bei den rheologischen als auch den thermischen Messungen im Mittel der jeweiligen beiden Messungen des jeweiligen Sr-Gehalts.

Die charakteristischen Punkte wurden, wie oben erklärt, bestimmt. Die Übereinstimmung der spezifischen Temperaturen ist sehr gut. Kleine Abweichungen ergeben sich aus den beiden unterschiedlichen Abkühlraten bei den Messungen. Aber nicht nur Unterschiede in der Abkühlgeschwindigkeit, sondern auch Unterschiede im Gewicht der Proben und unterschiedliche Wärmeleitfähigkeiten der Probetiegel können als an zu gebender Fehlerwert nicht berücksichtigt werden. Dennoch werden diese Ungenauigkeiten in den Messungen beobachtet. Höhere Abkühlraten zum Beispiel lassen die Rigidity und auch die Dendrite Coherency Temperatur sinken. Die größte Abweichung zwischen den beiden Methoden der sechs Messungen (2 x 3 Messungen) ergab sich in **Abb. 12**.

Es wird nun der Einfluss des Strontiumgehalts einer AlSi8Cu3 Legierung auf die Rigidity Temperatur dargestellt. Verglichen werden sowohl rheologische als auch mittels Thermischer Analyse ermittelte Ergebnisse. Wie man in **Abb. 13** sehen kann, hat Strontium einen signifikanten Einfluss auf den Rigidity Punkt. Wird der Strontiumgehalt bis auf 150 ppm gesteigert, so nimmt die Rigidity Temperatur um etwa 6 °C ab, siehe **Abb. 13**.

Aber nicht nur die Veredelung, auch die Legierungselemente und die Abkühlbedingungen spielen eine Rolle (**Tab. 2**). Bei Nemak Linz haben wir bereits einen

Cooling rate	Rigidity temperature, °C
Slow	568.50
Medium	566.45
Fast	564.45

Tab. 2: Einfluss der Abkühlgeschwindigkeit auf die Rigidity Temperatur.

Legierungsatlas mit den charakteristischen Temperaturen und Temperaturbereichen mittels dieser erweiterten Thermischen Analyse erstellt. Dabei wurden konsequent die Hauptlegierungselemente, als auch gewisse Nebenelemente und Strontium variiert, um deren Einfluss zu sehen. In diesem Artikel sollte aber vor allem die neue Methode des Rigidity Punktes in der Thermischen Analyse vorgestellt werden.

Leider findet man in der Literatur kaum Werte der Rigidity Temperatur. Hauptsächlich Bäckerud liefert Daten und Studien zu Aluminiumlegierungen [**1, 2, 13, 18**]. Anbei noch ein Vergleich mit der Literatur, wo der Cu-Gehalt variiert wurde (**Tab. 3**).

Die zugehörigen Feststoffgehaltswerte wurden mittels Newton-Basislinie berechnet. Aufgrund der unterschiedlichen chemischen Zusammensetzung und auch einer leicht unterschiedlichen Abkühlrate ergibt sich keine exakte Übereinstimmung. Dennoch sieht man auch eine Korrelation zum Wert aus der Literatur.

Alloy	Rigidity temperature	Fraction solid @ rigidity
AlSi8Cu1	570.23	73.11
AlSi8Cu2	568.94	65.10
AlSi8Cu3	566.09	58.71
AlSi8Cu4	563.09	53.80
Data from Literature _ Bäckerud data		
AlSi9Cu3.1Fe0.91	562	53

Tab. 3: Vergleich der Rigidity Temperatur und des dazugehörigen Feststoffgehalts mit einem Wert aus der Literatur.

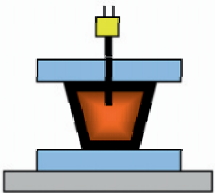
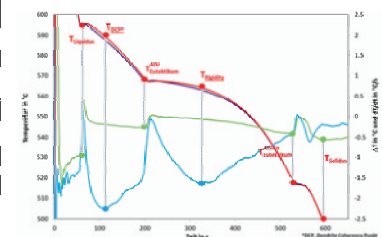
Schmelzequalität	Detection of Characteristic Solidification Temperatures	Abkühlkurve
Thermische Analyse 	- Liquidus & Solidus - AlSi und AlSiCu Eutektikum - DCP und Rigidity - Ausscheidungstemperatur von intermetallischen Verbindungen	

Abb. 14: Anwendung der erweiterten thermischen Analyse zur Qualitätskontrolle der Schmelze.

Anwendung Schmelzequalität

In Aluminiumgießereien werden täglich Thermische Analysen zur Qualitätssicherung gemacht. Für geringe Kosten und bei einer leichten Durchführung der Messung von Abkühlkurven und deren Auswertung erhält man die Möglichkeit zur einfachen Qualitätskontrolle. Es wird direkt die vergossene Legierung gemessen. Die Schmelzequalität wird auf Kornfeinung, Veredelung und charakteristische Erstarrungstemperaturen (nun auch Dendrite Coherency und Rigidity Temperaturen) geprüft (Abb. 14). Mit einer chemischen Analyse alleine ist man nicht in der Lage alle diese Qualitätsmerkmale aus der Thermischen Analyse einer zu gießenden Legierung zu bestimmen.

Anwendung Simulation

Mittels Simulation wird versucht, die Realität möglichst gut z.B. virtuell am Computer abzubilden. In der Aluminiumgießereiindustrie möchte man mittels Simulation folgendes erreichen:

- Verbesserung der Qualität und Produktivität
- Kürzere Entwicklungszeiten (einsparen von Entwicklungsschleifen)
- Untersuchung von verschiedenen Prozessparametern ohne teure Experimente

Vor allem dient die Simulation zum sichtbar machen eines Prozesses. Oft hat man nur eine „Black Box“ und sieht nicht, was darin passiert. Die Genauigkeit der Simulationsergebnisse ist von den Eingangsparametern und den zu Grunde liegenden physikalischen und thermophysikalischen Materialparametern des Programms abhängig. Kommerzielle Softwarehersteller liefern meist nur Parameter für Standardlegierungen in Ihren Datenbanken. Die Behandlung und die Modifizierung einer Legierung sind in den Standarddaten normalerweise nicht berücksichtigt.

Eine gute Möglichkeit, um an charakteristische Temperaturen der Erstarrung zu kommen, welche Rücksicht auf die chemische Zusammensetzung, die Kornfeinung und/oder Modifizierung nehmen, ist die Thermische Analyse. Damit ist es möglich, fehlende Parameter zu finden und die Genauigkeit für thermophysikalische Daten zu verbessern.

Eine wesentliche Rolle spielt der Nachspeisungsparameter. Wie lange ist es möglich, während der Erstarrung Bereiche des Gussteils zu speisen? Eine Möglichkeit ist anhand der Temperatur und des Feststoffgehalts dieses Speisungskriterium vorzugeben. Allerdings muss dazu bekannt sein, wie lange bzw. bis zu welchem Feststoffgehalt gespeist werden kann. Für den Aluminiumkokillenschwerkraftguss ist vor allem die interdendritische Nachspeisung wichtig. Ein Parameter für diese Speisung liegt also zwischen dem Dendrite Coherency Punkt und dem Rigidity Punkt.

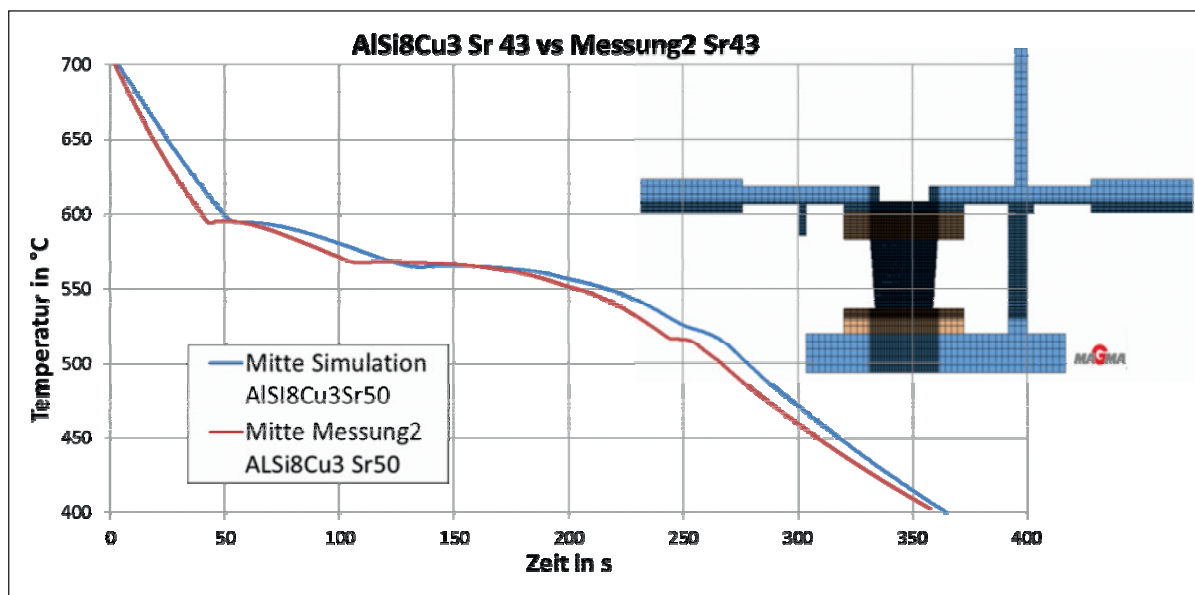


Abb. 15: Angepasste Temperaturkurve aus der Simulation (blau) im Vergleich mit der Abkühlkurve der Thermischen Analyse (rot).

Gemeinsam mit der Fa. MAGMA GmbH werden unsere Daten in ihrer Software validiert (**Abb. 15**) und es wird eine Möglichkeit gesucht, diese dann auch für den Nachspeisungsparameter in MAGMASOFT® (in der aktuellen Version MAGMA5) zu verwenden [30].

Anwendung Warmrissempfindlichkeit

Die chemische Zusammensetzung hat signifikanten Einfluss auf das Erstarrungsintervall. Der letzte Erstarrungsbereich ist bekannt als Terminal Freezing Range (TFR) [24, 25]. TFR hat eine große Auswirkung auf die Heißrissbildung. Im Allgemeinen nimmt mit zunehmender Terminal Freezing Range auch die Warmrissempfindlichkeit zu. In einem Artikel [26] wird gezeigt, dass Thermische Analyse auch in diesem Bereich ein Potential besitzt.

Für die Werte des Zeitpunkts für den Dendrite Coherency und den Rigidity Punkt erhält man ebenfalls eine neue Anwendungsmöglichkeit. Es gibt in der Literatur eine Reihe von theoretischen Modellen zur Berechnung der Warmrissempfindlichkeit (Cracking Susceptibility Coefficient CSC). Meistens werden jene von Clyne und Davis [28] sowie von Katgerman verwendet:

$$\text{Warmrissempfindlichkeitskoeffizient } CSC = \frac{t_V}{t_R}$$

t_V ist die kritische Zeitspanne und wird berechnet als Zeitdifferenz von Masseanteil der flüssigen Schmelze bei 10% und Masseanteil der flüssigen Schmelze bei 1%.
 t_R ist die Zeitspanne der Relaxation und wird berechnet als Zeitdifferenz von Masseanteil der flüssigen Schmelze bei 60% und Masseanteil der flüssigen Schmelze bei 10%.

Katgerman [29] hat diesen Ansatz für CSC modifiziert. M. Djurdjevic schlägt einen neuen Ansatz für den Warmrissempfindlichkeitskoeffizienten vor:

$$CSC = \frac{t_{99} - t_{Rigidity}}{t_{Rigidity} - t_{Coherency}}$$

Zusammenfassung und Ausblick

In diesem Beitrag wurde gezeigt, wie die Thermische Analyse um den Rigidity Punkt erweitert werden kann. Mit der Verwendung des Dendrite Coherency Punktes (DCP) lassen sich *die 5 Speisungsmechanismen* eindeutig begrenzen. Es konnte ein sehr guter Vergleich zur Bestimmung von DCP und Rigidity Punkt mit rheologischer Messung und Abkühlkurven aufgezeigt werden.

Neue Anwendungsgebiete für die erweiterte Thermische Analyse liegen in der Kontrolle der Schmelzequalität, der Verbesserung der Simulation im Hinblick auf ein genaueres Nachspeisungskriterium und in einem Vorschlag für einen besseren Warmrissempfindlichkeitskoeffizienten.

Mittlerweile wurde ein Atlas Thermischer Analysen und Auswertungen für Aluminiumlegierungen mit Variation der interessierenden Legierungselemente, teilweise in Zusammenarbeit mit der FH Wels (Bachelor-

Arbeit von Hrn. Patrick Peißl) erstellt. Es folgte auch eine tabellarische Berechnung der verschiedenen Temperaturbereiche (z.B. $T_{Coherency} - T_{Rigidity}$, $T_{Rigidity} - T_{Solidus}$, ...).

In der Simulation wurde die Thermische Analyse im Rahmen einer Bachelor-Arbeit (FH St. Pölten, Nemak Linz und MAGMA GmbH von Fr. Karoline Schacher-mayer) berechnet.

In einem nächsten Schritt ist in Zusammenarbeit mit dem Österreichischen Gießerei-Institut ÖGI der Aufbau einer rheologischen Messeinrichtung zur weiteren Validierung von Ergebnissen aus der Thermischen Analyse vorgesehen.

Gemeinsam mit dem Institut für Metallurgie, Abteilung Gießereitechnik der Uni Clausthal ist ein Kooperationsprojekt zur Vertiefung der vorliegenden Arbeiten in Planung.

In Zukunft soll auch ein Vergleich von Simulation und Realität in Bezug auf Lunkerbildung erfolgen. Dafür muss eine Kokille gebaut werden, die reproduzierbare Lunker liefert, die auch in der Simulation sichtbar werden. Dadurch wird eine Optimierung des Nachspeisungsparameters für die Simulation in Zusammenarbeit mit der Fa. MAGMA GmbH angestrebt.

Danksagung

Herrn Prof. Dr.-Ing. Michael Modigell und seinem Team von der RWTH Aachen University, Mechanische Verfahrenstechnik, sei für die Durchführung der rheologischen Messungen herzlichst gedankt.

Literatur

- [1] L. Bäckerud, G. Chai, J. Tamminen, Solidification Characteristics of Aluminum Alloys, Vol. 2: Foundry Alloys, AFS/ScanAluminium, Oslo, Norway, (1990).
- [2] L. Bäckerud, B. Chalmers, Transactions of the Metallurgical Society of AIME, (1969), 245, 309–318.
- [3] J. Tamminen, Thermal Analysis for Investigation of Solidification Mechanisms in Metals and Alloys, Chemical Communications, No. 2, Stockholm University, Stockholm, Sweden (1988).
- [4] M. Djurdjevic, T. Stockwell, and J. H. Sokolowski, "The Effect of Strontium on the Microstructure of the Aluminum-Si and Aluminum-Cu Eutectics in the 319 Aluminum Alloy", International Journal of Cast Metals Research, (1999), No. 12, 67–73.
- [5] H. W. Doty, A. M. Samuel and F. H. Samuel, "Factors Controlling the Type and Morphology of Cu-Containing Phases in the 319 Aluminum Alloy", 100th AFS Casting Congress, Philadelphia, Pennsylvania, USA, April 20–23, 1–30 (1996).
- [6] P.B. Crossley and L.F. Mondolfo, "The Modification of Aluminum Silicon Alloys", Modern Casting vol. 49, 53/64, (1966).
- [7] H. Jiang, W. T. Kierkus, J. H. Sokolowski, Dendrite Coherency point Determination Using Thermal Analysis and Rheological Measurements, in Proceedings TPPM '99, The International Conference on Thermophysical Properties of Materials, 17–19 November, (1999), Singapore.
- [8] J. Campbell, Feeding Mechanisms in Castings. AFS Cast Metal Research Journal 5, (1969), 1–8.

- [9] Paul L. Schaffer, Young C. Lee and Arne K. Dahle, "The Effect of Aluminum Content and Grain Refinement on Porosity Formation in Mg-Al Alloys", *Magnesium Technology* (2001), Edited by J. Hryn, TMS (The Minerals, Metals and Materials Society), (2001), 87–94.
- [10] L. Arnberg, A. Dahle, C. Paradies, F. Syvertsen, *AFS Transactions*, (1995), 115, 753–759.
- [11] Arnberg, L., Chai, G., Backend, L., *Mater. Sci. Eng.*, (1993), A173, 101–103.
- [12] G. Chai, *Dendrite Coherency During Equiaxed Solidification in Aluminum Alloys*, Chemical Communications 1, Stockholm University, Stockholm, Sweden (1994).
- [13] G. Chai, L. Bäckerud, T. Rolland, L. Arnberg, *Metall. Mater. Trans. A* 26A, (1995), 965–970.
- [14] N. Veldman, A. Dahle, D. St. John, *Determination of Dendrite Coherency Point*, Die Casting & Tooling Technology Conference, 22–25 June, (1997), Melbourne, Australia.
- [15] R. Claxton, *Journal of Metals* 17, (1975), 14–16.
- [16] R. C. Zamarripa, J. A. Ramos-Salas, J. Talamantes-Silva, S. Valtierra, R. Calas, *Metall. Mater. Trans. A* 38A, (2007), 1875–1879.
- [17] M. Djurdjevic, W. T. Kierkus, J. H. Sokolowski, *Detection of the Dendrite Coherency Point of Al 3XX Series of Alloys Using a Single Sensor Thermal Analysis Technique*, 40th Annual Conference of Metallurgists of CIM, (2001).
- [18] L. Bäckerud, G. Chai, J. Tamminen, *Solidification Characteristics of Aluminum Alloys*, Vol. 3: Foundry Alloys, AFS/ScanAluminium, Oslo, Norway, (1990).
- [19] A. Stangeland, A. Mo, Ø. Dielsen, D. Eskin, M. M. Hamdi, "Development of Thermal Strain in the Coherent Mushy Zone during Solidification of Aluminum Alloys", *Metallurgical and Materials Transactions A* 35A, 2903–2915, (2004).
- [20] D. G. Eskin, S. J. F. Mooney and L. Katgerman: "Contraction of aluminum alloys during and after solidification", *Metallurgical and Materials Transactions A*, V. 35A, April (2004), 1325–1335.
- [21] S. M. Nabulsi, "The behaviour of partially solidified aluminum-silicon alloys in a direct shear cell", (1997), PhD Thesis: The University of Queensland, Australia.
- [22] T. Sumitomo, D.H. St. John and T. Steinberg, "The shear behavior of partially solidified Al-Si-Cu alloys", *Materials Science and Engineering A* 289 (1–2), (2000), 18–29.
- [23] Manas Dash and M. Makhlof, "Effect of key alloying elements on feeding characteristics of Al-Si casting alloys", *Journal of Light Metals* Nr. 1, (2009), 251–265.
- [24] M. B. Djurdjevic, R. Schmid-Fetzer: "Thermodynamic Calculation as a Tool for Thixoforming Alloy and Process Development" *Mater. Sci. Eng. A* 417, (2006), 24.
- [25] T. Pabel, S. Bozorgi, C. Kneissl, K. Haberl, P. Schumacher, *Giesserei Praxis*, 12 (2010), 388.
- [26] M. B. Djurdjevic, Srecko Manasijevic, Zoran Odanovic and Radiomir Radisa, "Influence of different contents of Si and Cu on the solidification pathways of cast hypoeutectic Al-(5–9)Si-(1–4)Cu (wt.%) alloys", *International Journal of Materials Research*, (2013).
- [27] web site: <http://www.computherm.com>, 2014.
- [28] T. W. Clyne and G. J. Davies, "Solidification and Casting of Metals", *Proc. Conf. on Solidification and Castings of Metals*, Anonymous Metals Society, (1979), 275–278.
- [29] L. Katgerman, "A Mathematical Model for Hot Cracking of Aluminum Alloys during DC Casting," *Journal of Metals* 34, (1982), 46–49.
- [30] web site: <http://www.magmasoft.de>, 2014.

Kontaktadressen:

Dipl.-Ing. Gerhard Huber | Nemak Linz GmbH
 A-4030 Linz | Zeppelinstraße 24
 Tel.: +43 (0)732 300103-5267
 Fax: +43 (0)732 300103-5609
 Mobil: +43 (0)664 85 25 726
 E-Mail: gerhard.huber@nemak.com | www.nemak.com

Dr.-Ing. Mile Djurdjevic | Nemak Linz GmbH
 A-4030 Linz | Zeppelinstraße 24
 Tel.: +43 (0)732 300103-5366
 Fax: +43 (0)732 300103-5609
 Mobil: +43 (0)664 85 82 853
 E-Mail: mile.djurdjevic@nemak.com | www.nemak.com

voestalpine

EINEN SCHRITT VORAUSS.

www.voestalpine.com/giesserei_linz

Rückschau auf die



EUROGUSS 2014

Nürnberg, Germany
14.–16.1.2014

10. Internationale Fachmesse für Druckguss:
Technik, Prozesse, Produkte

10. International Trade Fair for Die Casting:
Technology, Processes, Products



Erfolgreich wie noch nie zum zehnten Jubiläum – Mehr Besucher, Aussteller und Messefläche – Internationale Druckguss-Kompetenz der NürnbergMesse Group

Mit einem dreifachen Plus schloss die EUROGUSS am 16. Januar 2014 in Nürnberg: 11.187*) Fachbesucher (2012: 8.415*), davon gut 30 Prozent international, kamen zu den 470*) Ausstellern (2012: 383*). Kurz: Das zehnte Jubiläum der internationalen Fachmesse für Druckguss-Technik, -Prozesse und -Produkte war ein voller Erfolg!

„Um das Existierende zu bewahren, müssten Unternehmen ihre Chancen in den Zukunftsmärkten erkennen, beurteilen und nutzen“, betonte Dr. Pero Mičić, Vorstandsvorsitzender der FutureManagementGroup AG, bei der feierlichen Eröffnung am Messevorabend. Und das werden sie: Aussteller, Besucher und Verbände – sie alle starten nach einer erfolgreichen EUROGUSS optimistisch in das Jahr 2014. Dr. Timo Würz, Generalsekretär CEMAFON, The European Foundry Equipment Suppliers Association, ist begeistert: „Unsere ohnehin schon positiven Erwartungen sind noch einmal übertroffen worden! Der konjunkturelle Aufschwung, den wir auf der Messe gespürt haben, stimmt uns zuversichtlich für das Jahr 2014 und darüber hinaus.“ Dies bestätigt auch eine repräsentative Umfrage unter Besuchern und Ausstellern eines unabhängigen Instituts: Zwei Drittel beurteilen die aktuelle Wirtschaftslage positiv und sehen sogar eine Tendenz zur Steigerung. Heike Slotta, Leiterin Veranstaltungen der NürnbergMesse, resümiert: „Wir sind mehr als zufrieden mit der diesjährigen EUROGUSS! Der große Ansturm und der hohe Grad an Internationalität – sowohl auf Aus-



Die Karl Fink Druckguss+Metallwaren GmbH, Leibnitz/A, auf der EUROGUSS

steller- als auch auf Besucherseite – sprechen für sich. Es ist mir ein persönliches Anliegen, unseren Ausstellern ein dickes Dankeschön für ihr Engagement zu sagen.“

EUROGUSS – der Name ist Programm

Gerd Röders, Vorsitzender des Verbandes Deutscher Druckgießereien (VDD), zeigte sich beeindruckt von der Bedeutung der imposanten Leistungsschau: „Die Messe ist etabliert, das wurde dieses Jahr besonders deutlich. Die gesamte europäische Welt der Druckgusstechnik kommt zur EUROGUSS.“ Das bestätigten auch die Zahlen: Mehr als die Hälfte der Aussteller (51 Prozent) waren international. Aus insgesamt 26 Ländern kamen die Druckgießereien und deren Zulieferer, Ausrüster und Dienstleister nach Nürnberg. Die stärksten Ausstellernationen nach Deutschland: Italien, Schweden, die Tschechische Republik, Österreich und die Schweiz. Auch auf Besucherseite

stieg die Internationalität deutlich: Über 30 Prozent waren internationale Gäste, vorwiegend aus Italien, Österreich, der Tschechischen Republik, der Türkei und der Schweiz.

Besucher- und Aussteller: Erfolgreiche Messe für alle Beteiligten

Laut der durchgeführten Umfrage beurteilen 97 Prozent der Aussteller den Gesamterfolg der EUROGUSS positiv. Über 94 Prozent der Aussteller konnten auf der Messe neue Geschäftsverbindungen knüpfen und 91 Prozent erwarten auf Grund der Gespräche während der Veranstaltung ein Nachmessegeschäft.

Das Fachangebot der europäischen Druckguss-Messe hat auch die Besucher überzeugt: 96 Prozent waren mit der EUROGUSS 2014 zufrieden. Rund die Hälfte der Besucher kam aus der Automotive-Industrie, also dem Automobil- und Fahrzeugbau sowie deren Zulieferindustrien. Aber auch der Maschi-

*) Aussteller und Besucherzahlen werden von der FKM, Gesellschaft zur freiwilligen Kontrolle von Messe- und Ausstellern, Berlin, geprüft und zertifiziert.

nen- und Anlagenbau, die Elektro- und Elektronikindustrie, der Formenbau und Druckgießereien zeigten großes Interesse an ihrem Branchenevent.

Bemerkenswert ist der hohe Anteil an Entscheidern: 88 Prozent der Fachbesucher haben Einfluss auf die Einkaufs- und Beschaffungsentscheidungen in ihrem Unternehmen.

Vergangenheit und Zukunft bei Sonderschauen und Fachforen

Tradition, Innovation und Zukunftsblick waren bei der zehnten EUROGUSS optimal miteinander vereint und so wurde zum Jubiläum auch ein Blick zurück geworfen: Auf großes Interesse stieß die in Zusammenarbeit mit Ausstellern und Verbänden organisierte **Sonderschau „Zukunft braucht Herkunft“**. Historische Gussteile und Werkzeuge, die von der Innovationsfähigkeit der Branche sowie einzelner Unternehmen und Institutionen zeugen, boten einen willkommenen Sprung zurück in vergangene Zeiten.

Doch auch aktuelle Branchen- und Forschungsfragen stießen auf reges Interesse, davon zeugten unter anderem die restlos belegten Plätze beim **14. Internationalen Deutschen Druckgusstag**, der von VDD und BDG (Bundesverband der Deutschen Gießerei-Industrie) organisiert wurde.

Auch bei der **Sonderschau „Forschung, die Wissen schafft“**, auf der sich nationale und internationale Forschungsinstitute, Universitäten und Fachhochschulen präsentierte, war an allen drei Messetagen der Andrang groß.

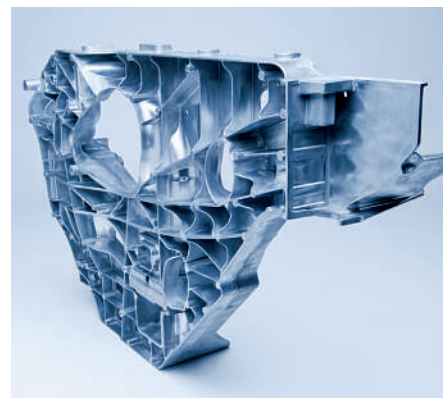
Gewinner der Aluminium- und Zink-Druckguss-Wettbewerbe

Im Rahmen der feierlichen Eröffnung der EUROGUSS am Vorabend der Messe wurden die Sieger der Aluminium- und Zink-Druckguss-Wettbewerbe ausgezeichnet. Die hohe Qualität und der hohe Grad an Innovation der eingereichten Gussstücke überzeugten die Jury beider Wettbewerbe. Neben den prämierten Siegern wurden in beiden Wettbewerben auch besondere Anerkennungen für besondere Wettbewerbsteile ausgesprochen.

Die Preisträger des Internationalen Aluminium-Druckguss-Wettbewerbs des Gesamtverbands der Aluminiumindustrie (GDA) waren:

1. Preis: BMW AG, Werk Landshut/D, für den BMW Hinterachsträger „Gussseitenteil“ i3
Legierung AlSi10MnMg

Das Gussteil hat sich im harten Wettbewerb gegen eine Schweisskonstruktion durchgesetzt. Dabei



wurden innovative Entwicklungsmethoden – Topologieoptimierung – angewendet. Das Gussteil ist 10% leichter als die beste Schweißkonstruktion, dabei 10 % preiswerter. Im Übrigen erreichte das Schweißteil nur 70 % der angestrebten Integrationstiefe. Die weiteren Herausforderungen wie Schweißbarkeit und Lackierbarkeit (KTL) wurden voll erfüllt.

2. Preis: Hengst GmbH & Co. KG, Münster/D, für ein Ölwanneoberenteil für W12-FSI-Motoren im Audi A8

Legierung AlSi9Cu3(Fe)

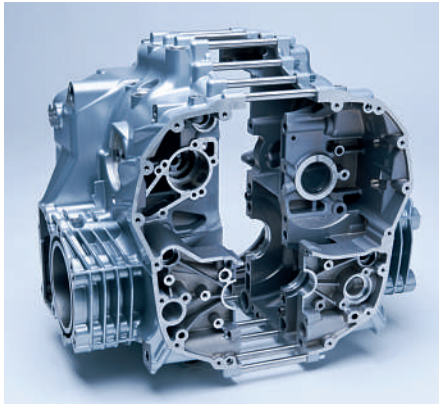


Die Konstruktion des Gussteils greift die besonderen Vorteile der Druckgießtechnik auf. So unterstützt die hochwertige Oberflächenqualität die Anforderungen an die Lebensdauer. Konstruktiv wurde eine beeindruckende Funktionsintegration verwirklicht. Diese wurde mit Hilfe einer komplexen Werkzeugtechnik realisiert. Bemerkenswert ist auch der hohe Grad an fertig gegossenen Oberflächen mit geringen maßlichen Toleranzen, die sich in einem geringen Bearbeitungsaufwand auswirken.



Das Österreichische Gießerei-Institut ÖGI auf der Sonderschau der EUROGUSS. V.l.n.r.: ÖGI-Geschf. Prof. Dr. P. Schumacher, Dr. E. Kaschnitz, ÖGI-Geschf. DI G. Schindelbacher

3. Preis: BMW AG, Werk Landshut/D, für ein BMW Motorrad Kurbelgehäuse für die neue Generation von wassergekühlten Boxer-Motoren K5x
Legierung: AlSi9Cu3



Für die Zylinderlaufflächen kommt eine LDS-Beschichtung zum Einsatz. Diese kombiniert optimale Verschleißigenschaften mit einer sehr guten Wärmeübertragung in das Kurbelgehäuse. Im Vergleich zum Kokillenguss-Vorgänger des Kurbelgehäuses wurden sechs Einbauteile durch ein integratives Druckgussbauteil ersetzt. Die aufwendige Bearbeitung stellt hohe Anforderungen an die Gefügehomogenität des Druckgussteiles.

Eine „Besondere Anerkennung“ erhielten:

Georg Frank & Co. GmbH, Heilbronn/D, für ein Schaltelektronik-Gehäuse für Industriejoysticks
Legierung: Al Si9MnMg



Dieses Teil stellt hohe Anforderungen sowohl an den Werkzeugbau als auch an die Gießtechnik. Die Tatsache, 74 Bohrungen verteilt auf 6 Flächen zu gießen, reduziert die mechanische Nachbearbeitung erheblich. Die gewählte Legierung garantiert selbst im maritimen Be-

reich höchste Korrosionsbeständigkeit.

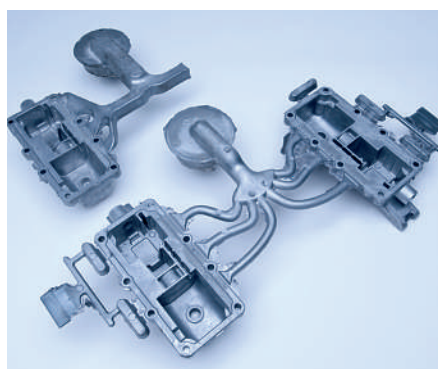
DGS Druckguss Systeme AG, St. Gallen, Schweiz, für Rahmen eines Kollektors eines Solaranlagenherstellers
Legierung: Al Si9MgMn

Dieses Teil sprengt im wahrsten Sinne des Wortes den Rahmen: Die Jury anerkennt den erfolgreichen Versuch, die Grenzen des Druckgießens zu erweitern. In dieser Gussteilkategorie können viele neue Anwendungsbereiche erschlossen werden.



G.A. Röders GmbH & Co. KG, Soltau/D, für Schaltdome – Innovativer Anguss

Mit Hilfe einer besonders innovativen Methodik zur Entwicklung eines Angusses mit optimiertem Volumen und Strömungsverlauf sind drastische Einsparungen an Rohstoff und Energie realisiert worden. Die Jury anerkennt die Methodik im Sinne einer nachhaltigen Rohstoff- und Energieeffizienz. In diesem Projekt wurden Ergebnisse aus dem geförderten FuE-Vorhaben „ProgRess“ konsequent in die Praxis umgesetzt.



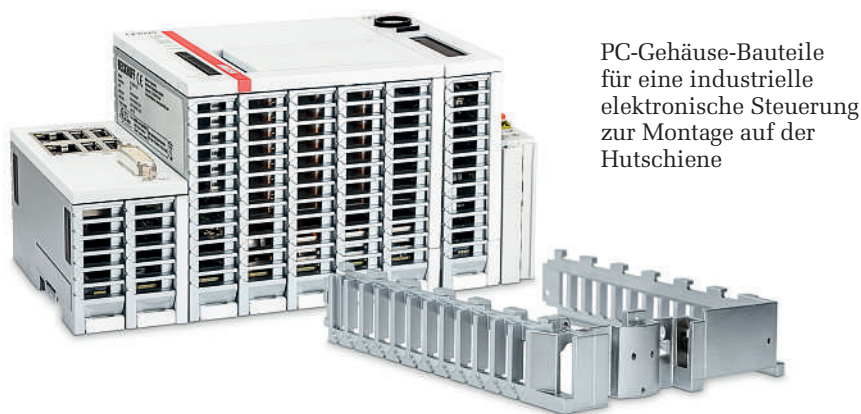
Und das sind die Sieger des Zinkdruckguss-Wettbewerbs der Initiative Zink der Wirtschaftsvereinigung Metalle mit Unterstützung des Verbandes Deutscher Druckgessereien:

Die Qualität der Gussteile machte eine eindeutige Zuordnung zu den Kategorien „Konstruktion/Gießtechnik“, „Umstellung auf Zinkdruckguss“ und „Oberflächentechnik“ unmöglich. Deshalb wurden unter Berücksichtigung aller Bewertungsaspekte gleich drei Sieger für hervorragende Leistungen bei der Verarbeitung des Werkstoffs Zink im Zinkdruckgussverfahren gekürt.

Außerdem entschied sich die Jury, einen Sonderpreis für die Erschließung neuer Zinkdruckguss-Anwendungsfelder zu vergeben.

• **Gleich doppelt freuen konnte sich die Dipl.-Ing. Siegfried Müller Druckguss Druckgießerei Formen- und Werkzeugbau GmbH & Co. KG aus Velbert/D. Die eingereichten Gussstücke für PC-basierte industrielle Steuerungen auf der Hutschiene erhielten das Prädikat „Sieger“ und einem Kameragehäuse für den Dentalbereich wurde der Sonderpreis zugesprochen.**

Die PC-Gehäuse-Bauteile mussten vielfältige Anforderungen erfüllen: Neben Robustheit beim Handling in industrieller Umgebung und einer hochwertigen Optik zählten eine optimale Wärmeabfuhr und abschirmende Eigenschaften zu den Kriterien, die letztlich für Zink als Werkstoff und Zinkdruckguss als Verfahren ausschlaggebend waren. „Die Bauteile zeichnen sich durch ihre Dünnwandigkeit aus und sind das Ergebnis eines anspruchsvollen Formenbaus, bei dem die langen Schieberwege für die Montageführungen mit den engen Maßvorgaben in Einklang gebracht werden. Diese spezielle Anwendung bietet das Potenzial für eine Serienfertigung nach dem Baukastenprinzip und damit eine großartige Perspektive für die Erschließung dieses Anwendungsbereichs durch Zinkdruckguss“, lautet die Begründung der Experten.



PC-Gehäuse-Bauteile für eine industrielle elektronische Steuerung zur Montage auf der Hutschiene

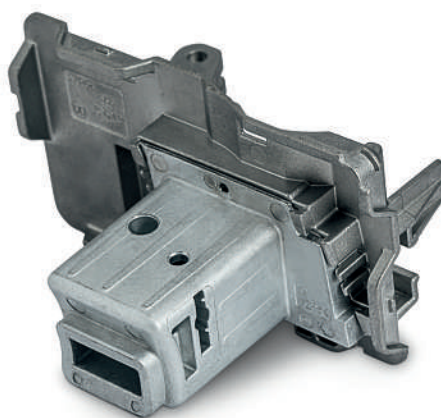
Den Ausbau der Einsatzbereiche von Zinkdruckguss in sensiblen Bereichen wie der Medizintechnik würdigt die Expertenjury mit dem **Sonderpreis für ein hülsenförmiges Gehäuse einer Kamera**, die im Mundinnenraum zum Einsatz kommt. Das Gussteil zeichnet sich in Teilbereichen durch eine dünne Wandstärke von 0,8 Millimetern aus. Die Oberfläche ist matt verchromt und laserbeschriftet. Sie weist einen Touch-free-Effekt auf – das heißt, im Gebrauch werden keine Fingerabdruckspuren sichtbar – und ist gegen Reinigungs-



Kameragehäuse für den Dentalbereich

und Sterilisationsmittel widerstandsfähig. In der Vorentwicklung wurde auch die Umsetzung des Kameragehäuses aus Kunststoff untersucht, wegen der gefühlten höheren Wertigkeit erfolgte jedoch die Umstellung auf Zink.

- Ebenfalls geehrt wurden eine **Anbindung und ein Sockel als Hauptelemente einer elektronischen Lenkungsverriegelung**, die von der **DruMeta-Metall GmbH & Co. KG, Velbert/D**, eingereicht wurden. Hierbei handelt es sich um Sicherheitsteile aus dem Automotive-Bereich, die durch ihre



Anbindung und Sockel als Hauptelemente einer elektronischen Lenkungsverriegelung

Materialeigenschaften und komplexe Konturen Funktionen umsetzen, die einen Diebstahlschutz auf höchstem Niveau gewährleisten und gleichzeitig dem anspruchsvollen Standard nach ASIL D für sicherheitsrelevante elektrische/elektronische Systeme in Kraftfahrzeugen im Rahmen der ISO-Norm 26262 genügen. Hans-Helmut Jeschke, Initiative Zink, erklärt: „An den Formenbau dieser Gussteile werden höchste Anforderungen gestellt. Die Anbindung wird spielfrei auf den Sockel geschoben. Dazu ist ein äußerst präziser, endabmessungsnaher und absolut gratfreier Guss erforderlich, denn schon geringste Zinkpartikel stellen eine Kurzschlussgefahr dar. Im Crashfall wird die Anbindung vom Sockel getrennt.“

- Bei einem **Getriebegehäuse für einen Hochdruckreiniger der Adolf Föhl GmbH & Co KG, Rundersberg/D**, zeigte sich die Jury

davon beeindruckt, dass bei einem Zinkdruckgussteil aus der laufenden Produktion durch eine konstruktive Überarbeitung bei gleicher Funktion eine Gewichtsreduzierung um 22 Prozent erzielt werden konnte. Neben der Material- und Energieersparnis ist eine zusätzliche Verbesserung der Wirtschaftlichkeit dadurch erreicht worden, dass das Teil statt in einer Zweifach- nun in einer Vierfachform gegossen wird. „Das Gussteil setzt einen sehr anspruchsvollen Formenbau unter Einsatz von Formkernen mit konturnaher Temperierung voraus. Bei dieser Anwendung kommt es nicht nur auf die hohen Festigkeitseigenschaften des Gussteils, sondern auch auf einen öldichten Guss an“, erläuterte Prof. Dr.-Ing.



Getriebegehäuse für einen Hochdruckreiniger

Lothar H. Kallien von der Hochschule Aalen die Entscheidung der Jury.

Am fünften Zinkdruckgusswettbewerb konnten alle Zinkdruckgießereien aus dem deutschsprachigen Raum mit einem oder mehreren Gussstücken teilnehmen. Grundvoraussetzung war dabei, dass die Teile aus der Produktion der vergangenen 18 Monate stammten. Hauptkriterien für die Prämierung stellten besondere Anforderungen an Konstruktion, Gestaltung, Formenbau, Gießtechnik, Bearbeitung, Oberflächenbehandlung und dekorative Eigenschaften dar.

Weiterführende Informationen und Fotos finden Sie unter:
www.euroguss.de/presse

Tagungsrückblick

auf das



Aalener Giesserei Kolloquium 2014

Innovationen in Druckguss

mit Fachausstellung

7. und 8. Mai 2014 – Aula der Hochschule Aalen

Hochschule Aalen, Technik und Wirtschaft | D-73430 Aalen, Beethovenstraße 1



Druckgussteile aus Aluminiumleichtmetall im Elektro i3 von BMW

Dipl.-Ing. Martin Schübel (links) und Prof. Dr.-Ing. Lothar Kallien zeigen das 2-teilige druckgegossene Gehäuse für den 170PS Elektromotor des BMW i3

Wieder waren über 260 Teilnehmer zum Aalener Gießerei Kolloquium 2014 an die Hochschule Aalen gekommen. An insgesamt 22 Ständen zeigten Zulieferer neue Produkte im Rahmen der Fachausstellung. Highlight war sicherlich der von der Fa. Mulfinger zur Verfügung gestellte BMW i3, der eine Menge innovative Leichtmetalldruckgussteile enthält. Das hintere Seitenteil, an dem die Karosserie, der Plattformrahmen und die Hinterachse mit dem starken Elektromotor verbunden sind, hat dieses Jahr den ersten Platz im Internationalen Druckgusswettbewerb erhalten, in dessen Jury auch Prof. Kallien von der Hochschule vertreten war. Ebenso ist der zweiteilige Elektromotor aus Druckguss gefertigt, mit dem Gießverfahren, das im Gießereilabor der Hochschule im Forschungsmittelpunkt steht.

Der erste Referent kam denn auch von der Firma BMW. Herr

DI Martin Schübel, der Leiter der konzerneigenen Gießerei in Lands hut, diskutierte die Motivation für die Elektromobilität und die Entwicklung des BMW i3. Gerade in den schnell wachsenden Mega-Citys in China ändert sich das Umfeld für die individuelle Mobilität und die Elektromobilität ist eine nachhaltige Antwort auf die sich ändernden Anforderungen – aber nicht die einzige, so Schübel. Durch intelligenten Leichtbau im Bereich des Motors, der Struktur und des Fahrwerks muss das systembedingte Mehrgewicht eines Elektroantriebs mindestens kompensiert werden, denn noch immer gilt, dass der Energieinhalt eines Liters Benzin in Form von elektrischem Strom das 74-fache des Gewichts bedeutet. So besteht der BMW i3 neben den Carbonteilen hauptsächlich aus Aluminium.

„Leichtbau ist in der heutigen Generation geprägt durch intelli-

genten Multimaterialmix im gesamten Fahrzeug“ so Dr. Marcel Pfitzer von Daimler im zweiten Vortrag. Er referierte über die Strukturbauteile aus Aluminiumdruckguss in der neuen C-Klasse, die weltweit an vier Standorten gefertigt wird. Dies stellt auch eine besondere Herausforderung an die Entwicklung der 4 Zulieferer dar. Dies bedeutet Sicherstellung des termingerechten weltweiten Anlaufs der neuen C-Klasse mit optimierter Kostenstruktur, Supply Chain und Qualifizierungskonzepten für die Druckgussteile bei vergleichbarer Vorgehensweise und mit Ergebnissen durch Definition eines gemeinsamen Standards für Prozesse, Werkzeuge, Vorgaben und Prüfungen, nicht nur für die Gießtechnologie, sondern auch für die sich anschließende Wärmebehandlung. Dazu gehören ein gemeinsames Verständnis von Normen und Anforderungen ungeachtet der Zeitverschiebung, der Sprache, der lokalen Feiertage und der kulturellen Unterschiede. Dieser internationale Produktionsverbund musste Strukturguss in Großserie weltweit verfügbar machen und vier SOPs innerhalb von 7 Monaten verdauen.

Dipl.-Ing. Harald Eibisch von AUDI sprach über die Sekundäreffekte, die ein leichteres Fahrzeug mit sich bringt. Dazu gehören unter anderem ein kleinerer Tank wegen des geringeren Verbrauchs, kleinere Bremsen wegen des kleineren Gewichts und so weiter. Bei AUDI war man mit dem A8 Vorreiter bei der Herstellung von leichten Aluminiumkarosserien. Wie aber kann das Fahrzeug noch leichter gestaltet werden? Ein Ansatz ist die – auch in Aalen erforschte – Verwendung von Salzkernen zur Darstellung hohler Strukturen aus Aluminiumdruckguss. Dies ermöglichte

den Einsatz von Teilen mit geringerer Wandstärke bei gleichzeitig erhöhter Steifigkeit. Herr Eibisch untersuchte die Anwendung unterschiedlich hergestellter Salz- und Keramikkerne in der AUDI-Gießerei in Ingolstadt. Seiner Aussage nach sind jedoch die Prozessstabilität und die Wirtschaftlichkeit noch nicht erreicht.

Dr.-Ing. Stuart Wiesner von der Georg Fischer Automotive GmbH referierte danach über AluSiDur, eine neue höherfeste Aluminiumlegierung für Strukturbauteile. Die untersuchten Legierungen basieren prinzipiell auf der AlSi10MnMg. Variiert wurden die Anteile an Legierungselementen und die Wärmebehandlung. Untersucht wurden Testgeometrien in Form eines Hutprofils und einer Kugelformprobe, als auch drei Strukturbauteile. Gemessen wurden die konventionellen Festigkeiten als auch die Biegeweichfestigkeit, das Impactverhalten im Fallturmtest und das Korrosionsverhalten. Die neue Legierungsfamilie zeigte $R_{p0,2}$ Werte von 180 N/mm² bei einer Dehnung von 7 % am Bauteil, wobei bis zu 210 N/mm² möglich sind. Die Wandstärken sind bis zu 1,4 mm gut gießbar und die Kostenneutralität hinsichtlich der Festigkeitssteigerung ist gewährleistet.

Dr. Norbert Erhard von der Firma Oskar Frech GmbH & Co KG in Schorndorf/D referierte danach über die Innovative Maschinentechologie im Druckguss. Zu den allgemeinen Trends gehören Modulare Maschinenkonzepte, standardisierte Schnittstellen zu Peripheriegeräten, Energieoptimierung bei Antrieben, Öfen und Heiz-/Kühlgeräten sowie die Prozessüberwachung. Schon heute kann man das innovative Frech Gating System bei der Herstellung von Magnesiumteilen einsetzen und erhält damit enorme Kreislaufeinsparungen. Ein besonderes Highlight ist jedoch die neue Entwicklung auf dem Gebiet des Warmkammergießens von Aluminium. Frech hat hier schon Versuchsreihen durchgeführt und über 2000 Teile mit diesem neuen Ansatz hergestellt.

Nach den Fachvorträgen des ersten Kolloquiumstages wurde den Ausstellern die Möglichkeit gegeben, ihre Produkte und Entwicklungen in einer kurzen Präsen-

tion vorzustellen. Dieses Angebot wird hauptsächlich von Herstellern von Peripheriegeräten oder Verbrauchsmaterialien für die Druckgussindustrie genutzt, um Informationen zu Neuentwicklungen direkt an die Interessenten weiterzugeben.

Als Ausklang fand nach dem Veranstaltungsprogramm der traditionelle Giesserabend statt, bei dem das Networking im Vordergrund steht. Darüber hinaus nutzten Studierende der Hochschule den Abend, um Kontakte zur Industrie zu knüpfen.

Eine innovative Möglichkeit zur umfassenden Kontrolle des thermischen Haushalts im Druckgießwerkzeug stellte Herr Luca Baraldi von der Firma Motul am zweiten Tag des Kolloquiums vor. Zur Überwachung der Formtemperatur werden zwei Thermokameras eingesetzt, die jeweils vor und nach dem Sprühzyklus ein Wärmebild beider Formhälften aufzeichnen. Im Vordergrund steht hier die Kontrolle und Optimierung des Sprühprozesses, die zu einer Reduzierung der Zykluszeit und zur Verhinderung von Gussfehlern, wie Klebestellen, führen kann. Auch die Aufwärmphase und das Anfahren konnten bei einigen Kunden durch das „Total Thermal Vision“ System verkürzt werden, wodurch ein Einsparpotenzial von bis zu 70% entsteht.

Der hohe Energieverbrauch in Gießereien war die Ausgangssituation des Vortrags von Timo Stock, der an der Hochschule Aalen in der Arbeitsgruppe von Prof. Dr.-Ing. Rainer Schillig an der Energieeffizienz von industriellen Maschinen und Prozessen forscht. Um die Energie, die von der Druckgießmaschine während eines Zyklus verbraucht wird darzustellen, wurde der Leistungsverlauf über die Zeit bzw. über die Prozessschritte aufgetragen. Anhand dieser Darstellung wurde die Energie zum Befüllen der Speicherung, die Urformenergie, das heißt die Energie während der Formfüllung, welche eine reale und eine ideale Druckgießmaschine benötigt, aufgezeigt. Diese Analyse verdeutlicht, dass nur ein Bruchteil des realen Energieverbrauchs wertschöpfend ist, das heißt, direkt zur Herstellung des Gussteils beiträgt. Einsparpotenzia-

le finden sich darüber hinaus bei der hohen Grundlast, die anfällt, sobald eine Maschine eingeschaltet ist.

Einen Überblick über die Struktur- und Fahrwerksteile, die von der Firma Brabant Alucast hergestellt werden, gaben Erik Feijen und Andreas Weidler. Der Schwerpunkt des Vortrags lag hierbei auf der Vacural Technologie, die es ermöglicht, schweißbare Gussteile mit sehr hohen mechanischen Eigenschaften zu produzieren. Auch die Streuung der Bruchdehnungswerte ist bei diesem Verfahren deutlich geringer als bei vakuumunterstütztem Druckguss. Durch die Anwendung des Vacuralverfahrens konnten beispielsweise die Festigkeitseigenschaften eines Motorradkurbelgehäuses von Ducati so verbessert werden, dass dadurch das Gewicht um drei Kilogramm reduziert werden konnte.

Filippo Voltazza, Konstruktionsleiter des italienischen Formenbauers Saen s.r.l., referierte in seinem Vortrag über die Möglichkeiten zur Verbesserung der Qualität und zur Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit des Druckgießprozesses durch Standardisierung in der Konstruktion. Wie diese Standardisierung zu einer Preisreduzierung der Werkzeuge und zu einer Verkürzung der Lieferzeit führen kann, wurde anschaulich am Beispiel eines Werkzeugs für ein Lagerschild, das für die Firma Bosch hergestellt wurde, dargestellt. Durch die hohe Variantenvielfalt und die Anpassung der Gussteile an Kundenanforderungen wurde schon bei der Teilekonstruktion eine Modularisierung vorgenommen. Dadurch wird die Standardisierung der Druckgießformkonstruktion deutlich erleichtert. Unabhängig von der Anzahl der Nester in einer Druckgießform wird ein Standardanschnitt verwendet, der an das jeweilige Angussystem adaptiert werden kann. Durch solche Vereinfachungen kann nicht nur die Komplexität gesenkt, sondern auch die Qualität des gesamten Prozesses gesteigert werden.

Die Preisträger des Internationalen Aluminium-Druckguss-Wettbewerbs 2013/2014, die bei der Euroguss 2014 in Nürnberg ausgelobt wurden, wurden von DI Jörg H. Schäfer vom Gesamtverband der

Aluminiumindustrie vorgestellt. Durch diesen Wettbewerb soll die breite Öffentlichkeit auf die Möglichkeiten und den hohen Qualitätsstand von Aluminiumdruckguss aufmerksam werden. Die insgesamt 17 eingereichten Gussteile aus Deutschland, Italien, Österreich und der Schweiz wurden von einer siebenköpfigen Jury aus Forschung und Praxis bewertet. Der erste Preis wurde, wie schon erwähnt, für den Hinterachsträger des neuen BMW i3 an BMW in Landshut verliehen.

Nach den Vorträgen aus der Industrie stellten auch die Mitarbeiter des Gießereilabors der Hochschule Aalen ihre aktuellen und neuen Forschungsthemen vor:

Zu Beginn referierte DI Thomas Weidler über die Entwicklungen im Magnesium-Druckguss. Dabei wurde nicht nur der Einsatz verschiedener Magnesiumlegierungen, sondern auch die Verwendung unterschiedlicher Druckgusstechnologien und Wanddickeneinflüsse thematisiert.

Ein Forschungsschwerpunkt, der auch schon von DI H. Eibisch, AUDI Ingolstadt, thematisiert wurde, ist die Herstellung hohler Leichtbauteile durch den Einsatz

von Salzkernen im Druckguss. Über die Untersuchungen der thermomechanischen Eigenschaften der Salzkernreferierte Sebastian Momper.

Auf die Qualität eines Gussteils haben unzählige Parameter einen Einfluss. Wie die komplexen Zusammenhänge zwischen Einflussparametern und Gussteilqualität erkannt und nachgewiesen werden können, zeigte Martina Winkler durch den Vergleich grundlegender Data-Mining-Ansätze mit statistischen Auswertemethoden auf.

Über die Ergebnisse des Europäischen Forschungsprojekts StaCast, das die Standardisierung von mechanischen Eigenschaften und Gussfehlern von Aluminium-Legierungen zum Ziel hatte, referierte Dipl.-Phys. Walter Leis. Die Ergebnisse des Projekts sind nun als 'technical report' der europäischen Norm (EN1706) angehängt.

Als Alternative zu Salzkernen bei der Herstellung hohler Geometrien im Druckguss bietet sich die Gasinjektionstechnik im Aluminiumdruckguss als mögliches Verfahren an. Im Magnesiumdruckguss sollen durch das Einbringen versteifender Kanäle in Strukturbau- teile Leichtbaupotenziale ausgeschöpft werden. Die Schwierigkei-

ten bei der Adaption dieses Verfahrens auf den Magnesiumwarmkammerdruckguss stellte Marcel Becker in seinem Vortrag vor.

Thomas Feyertag referierte in seinem Beitrag über den Einsatz innovativer Sensorik im Druckgießprozess. In den von ihm präsentierten Versuchen wurden zusätzlich zu den Standardparametern Kolbenweg, Kolbengeschwindigkeit und Maschinen- druck, weitere Prozessgrößen wie die Beschleunigung des Kolbens, der Schall während der Formfüllung und die von der Schmelze verdrängte Luftmenge gemessen.

Zuletzt stellte Dipl.-Phys. Walter Leis einen Vergleich der Kriechvorgänge und der Alterung verschiedener Zinkdruckgusslegierungen an. Im Fokus standen dabei die Legierungen ZA8 und Z410, wobei die Legierung ZA8 eine langsamere Alterung bei größerem Zugfestigkeitsverlust aufweist.

Kontaktadresse:

Hochschule Aalen
Technik und Wirtschaft
D-73430 Aalen | Beethovenstraße 1
E-Mail: gta@htw-aalen.de
Telefon: +49 (0)7361-576-0
Prof. Dr.-Ing. Lothar H. Kallien DW 2252
Dr.-Ing. Alexander Baesgen DW 2502
Frau Renate Schnepf DW 2259

**Komprimiertes
Wissen**

Jederzeit verfügbar!



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 | Weitmoserstraße 30 | A-1100 Wien | Tel./Fax: +43 (0)1 6172635 | giesserei@verlag-strohmayer.at
Preis (inkl. MwSt zuzgl. Versand): € 35,00 für VÖG-Mitglieder € 82,00 für Nichtmitglieder

Deutscher Gießereitag 2014

Hamburg 15.–16. Mai 2014

Veranstaltungsort:
CCH Congress Center Hamburg

Tagungsrückblick, Teil 1 (Mit Kurzfassungen der Vortragsreihe Wissenschaft)

Der Deutsche Giessereitag 2014 stand unter dem Leitgedanken: **Wissenschaft & Wirtschaft – gemeinsam stark!**

Rund 740 interessierte Teilnehmer waren nach Hamburg gekommen, um intensiven Erfahrungsaustausch mit Fachkollegen zu betreiben. Namhafte Forschungsinstitutionen aus dem deutschsprachigen Raum berichteten über die neuesten Entwicklungen und Trends der Gusstechnologie. Fachleute aus Industrie und Verbänden nahmen Stellung zu aktuellen wirtschaftlichen Fragestellungen der Unternehmen der Gießereibranche.

22 Vorträge, 40 ausstellende Firmen und persönliche Gespräche boten die Möglichkeit, in Fragen neuester Technologien und aktuel-

ler Problemschwerpunkte der Branche den eigenen Standort neu zu bestimmen, Handlungsbedarfe für die Zukunft abzuleiten und nach Lösungen zu suchen.

Eine Programmübersicht enthält Giesserei Rundschau Heft 3/4-2014 auf den Seiten 121/122.

Bei der Mitgliederversammlung des VDG Verein Deutscher Gießereifachleute wurde in Nachfolge von Herrn Dipl.-Ing. Lars Steinheider Herr Dr.-Ing. Jens Wiesenmüller, Geschäftsführer der GSL Guss-Stahl Lienen GmbH & Co. KG, zum neuen VDG-Präsidenten gewählt.



Neuer VDG-Präsident: Dr.-Ing. Jens Wiesenmüller. Foto: Soschinski/BDG



Blick ins
gut besetzte
Auditorium
Foto: VDG/
A. Bednareck

Kurzfassungen der Vortragsreihe Wissenschaft

Studien zur konstruktiven Auslegung von Magnesium-Strukturbauteilen für Leichtbauanwendungen

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Martin Fehlbier, D. Schlereth, L. Leineweber,
Universität Kassel/D, Fachbereich Maschinenbau, Fachgebiet
Gießereitechnik – GTK

Die zunehmenden Anstrengungen zur Minimierung der Schadstoffemissionen von Fahrzeugflotten, die damit einhergehende Reduktion der Fahrzeugverbräuche und daraus abgeleitet der immer mehr an Bedeutung gewinnende innovative, werkstoffliche und konstruktive Leichtbau sind zentrale Themen in der Automobilbranche, wie auch in der Politik, die zunehmend schärfere gesetzliche Vorgaben für die OEM's sowie deren Zulieferer verabschiedet. Im Bereich der Forschung und Entwicklung wird daher kontinuierlich an neuen, leichteren und innovativen Karosserie-Konzepten und Werkstofflösungen gearbeitet.

Magnesium-Strukturbauteile im Karosseriebereich bieten aufgrund der hohen gestalterischen Freiheit des Gießens gepaart mit der Möglichkeit, auch sehr dünnwandige Konturen darzustellen, ein hervorragendes Leichtbaupotential. Verschiedene Studien zur konstruktiven Auslegung von Magnesium-Strukturbauteilen für Leichtbau-

anwendungen am GTK zeigen nachfolgend interessante Lösungsansätze auf, welche durch die Substitution von Aluminium- oder Stahlkomponenten entstehen können.

Die in der Serienproduktion verbauten Blechteile eines PKW-Sitzes sind in **Abb. 1** dargestellt. Das Gewicht der gesamten Stahlkonstruk-

tion beträgt 3,24kg. Die sechs Einzelteile aus S235JR+AR müssen derzeit in mehreren Prozessschritten separat gefertigt werden. Hinzu kommen aufwändige Fügearbeiten in Form von 28 Schweißnähten.

Die ursprünglichen sechs Einzelteile wurden in der Studie in ein einziges Mg-Druckgussteil umkonstruiert. Ein wichtiges Ziel bestand darin, durch eine ideale Bauteilkonstruktion, Rippenauslegung etc. eine maximale Steifigkeit und damit Crash-Sicherheit des Bauteils bei optimalem Leichtbau zu erreichen. Die Belastungssimulation entspricht der geltenden EU-Regelung UN/ECE Nr.17. In mehreren

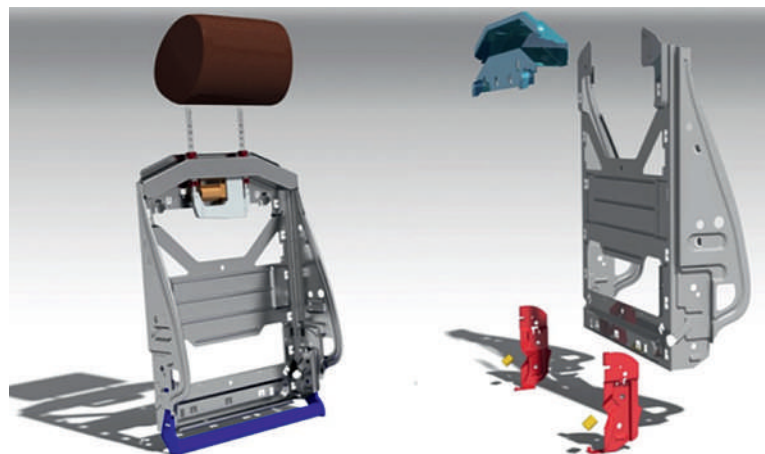


Abb. 1: Ausgangspunkt: PKW-Sitzlehne bestehend aus 6 Stahlelementen aus einem Serienfahrzeug der Oberklasse. Gesamtgewicht: 3,24 kg.

Stahlblech: Referenz	1. Konstruktion	1. Steifigkeits- optimierung	2. Steifigkeits- optimierung	Gewichts- optimierung
				
Mögliche Belastung: $F_{\max} = 1.188 \text{ N}$	max 2.520 N + 112 %	max 1.890 N + 59 %	max 3.560 N + 200 %	max 1.246 N + 5 %
Gewicht: $m = 3,24 \text{ kg}$	1,52 kg -53 %	1,45 kg -55 %	2,23 kg -31 %	0,96 kg -70 %

Tabelle 1: Vergleich der Evolutionsstufen für verschiedene Gusskonstruktionen der Sitzlehne.

Iterationsschleifen wurde die Konstruktion immer weiter optimiert und der Einfluss variierender Wanddicken analysiert.

Das Magnesium-Druckgussverfahren ermöglicht aufgrund der einteiligen Konstruktion zudem einen hohen Automatisierungsgrad und den Entfall der Einzelteilerfertigung sowie aufwendiger Fügeoperationen.

In **Tabelle 1** sind anschaulich die Evolutionsstufen für die einzelnen Optimierungsschritte der Mg-Strukturteile zusammengefasst. Die Iterationsstufen zeigen, dass ideal dimensionierte Rippen die Spannungen besser aufnehmen und gut auf das Gesamtgussteil verteilen.

Die steifigkeitsoptimierte Mg-Gusskonstruktion erträgt gegenüber der Stahlblechkonstruktion eine um 200% gesteigerte Belastung von 3.560N bei einer gleichzeitigen Gewichtsreduktion um 30%. Ein ideal gewichtsoptimiertes Mg-Gussteil, **Tabelle 1 rechts**, ist mit 0,96 kg dagegen rund 70% leichter und weist dabei immer noch eine höhere Belastbarkeit von 5% auf. Das dargestellte Bauteil ist bereits auf seine Gießbarkeit hin optimiert.

In einer weiteren Arbeit konnten durch eine Umkonstruktion und Packageänderung einer PKW-Karosserie mehrere Strangpressprofile aus Aluminium durch ein einziges Gussbauteil aus Magnesium er-

setzt werden. Das Gussbauteil, welches zurzeit eine eigenständige Neukonstruktion darstellt, verbindet den Vorderwagen mit dem Tunnel und bietet zudem Anbindungspunkte an die Klimaanlage. Die Herausforderung, eine Verbindung zwischen das bestehende Package einzubinden, welches alle nötigen Funktionen integriert, bei unveränderter oder höherer Steifigkeit mit einem leichteren Konstruktionswerkstoff, zeigt die Potentiale einer Materialsubstitution durch Magnesium und die der Mischbauweise.

Die Belastung der Struktur durch geeignete FEM-Simulationen nach den gängigen ECE- und FMVSS-

Normen für die Automobilindustrie zeigen ein positives Ergebnis hinsichtlich der Beanspruchung und Spannungsüberhöhung, **Abb. 2**. Bei abschließenden Gießsimulationen wurde das Strukturussteil hinsichtlich der Gießbarkeit durch die Variation von verschiedenen Angussystemen optimiert.

Aufgrund der am GTK durchgeführten Untersuchungen kann die Schlussfolgerung getroffen werden, dass der Einsatz von Magnesium-Strukturteilen im Karosseriebau ein sehr innovatives und damit interessantes Leichtbaupotenzial bietet und zukünftig intensiv weiterverfolgt werden sollte.

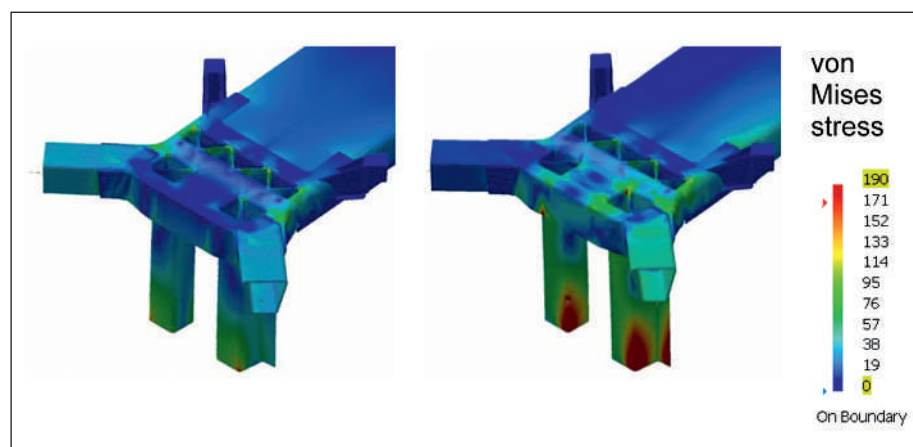


Abb. 2: Spannungsverteilung in der Struktur bei einem Frontalaufprall. Links: 100% Überdeckung der Barriere nach der amerik. Norm (FMVSS); rechts: 40 % Überdeckung nach ECE-Regelung.

3-dimensionale, hohle Strukturen in Gussbauteilen

Prof. Dr.-Ing. Lothar Kallien, Hochschule Aalen Technik u. Wirtschaft, Gießerei-Technologie GTA

Das Druckgießverfahren als etablierter und weitverbreiteter Prozess zur Herstellung endkonturnaher Bauteile bietet aufgrund der hohen Produktivität und der Herstellbarkeit dünnwandiger Bauteilgeometrien ein sehr hohes Leichtbaupotenzial. Die zunehmende Funktionsintegration in Druckgussteilen und die gerade im Automobilbereich kleiner werdenden Bauräume führen zu immer aufwendigeren und komplexeren Druckgießwerkzeugen mit zahlreichen Kernzügen. Dennoch ist nicht jede beliebige Gussteilgeometrie im Druckgießverfahren herstellbar. Die verfahrensbedingten Grenzen des Druckgießens werden gerade dann deutlich, wenn Hinterschnitte, die im Sand- oder Kokillengießverfahren durch die Verwendung verlorener Kerne darstellbar sind, in Druckgussbauteilen nicht mit Kernzügen abbildbar sind. Dennoch werden seitens der Automobilindustrie zunehmend in Druckgussbauteilen Hinterschnitte in Form von Hohlräumen gefordert, um durch Materialeinsparung neue Leichtbaukonzepte umzusetzen.

Ein nicht weniger bedeutendes Potenzial, welches durch Hohlräume in Druckgussbauteilen erschlossen werden kann, ist die Funktionsintegration der Medienführung. Im Bereich der Elektromobilität ist der Medienführung steigende Bedeutung beizumessen, da die erforderliche Leistungselektronik eine sehr hohe Wärmemenge freisetzt und von Bauteilen wie Elektronikgehäusen abgeführt werden muss.

Zur Darstellung der dreidimensionalen Hohlräume in Druckgussbauteilen werden in Aalen grund-



Magnesiumdruckgussteil mit versteifender Kanalgeometrie durch Gasinjektion



Salzkern und Druckgussteil mit Hohlraum

sätzlich zwei Wege verfolgt: das Umgießen verlorener Salzkerne und die Volumenverdrängung durch Gasinjektion.

Verlorene Salzkerne aus der schmelzflüssigen Phase halten den Gießbedingungen im Druckgießprozess stand und können nach dem Umguss rückstandsfrei mit

Wasser aus dem Gussteil entkernt werden. Dabei sind innerhalb eines Gussteils selbst komplexe Hohlgeometrien mit hoher Oberflächenqualität abbildbar.

Beim Gasinjektionsprozess wird im Teil ein Hohlraum erzeugt, indem ein unter hohem Druck einströmendes Gas die noch schmelzflüssigen inneren Bereiche des erstarrenden Teils in eine Nebenkavität verdrängt. Mit dieser Technologie ist es möglich, Hohlräume im Druckguss herzustellen. Durch das Einbringen von hohlen Rohrstrukturen könnte bei Magnesiumstrukturbauteilen die Steifigkeit erhöht werden. In einem gerade abgeschlossenen Forschungsvorhaben konnte gezeigt werden, dass die Gasinjektion auch auf das Magnesiumwarmkammerverfahren anwendbar ist. Als große Herausforderung galt es steuerungstechnisch unter allen Umständen zu vermeiden, dass das Injektionsgas durch das Werkzeug über das Mundstück und die Gießkammer in den mit flüssiger Magnesiumlegierung gefüllten Warmkammerofen eindringt. Dies hätte den Austritt der Schmelze zur Folge, was bei Magnesiumschmelzen aufgrund der hohen Sauerstoffaffinität unbedingt zu vermeiden ist.

Der Vortrag zeigte unterschiedliche, hohle Druckgussteile, die mit Salzkernen oder der Gasinjektion hergestellt wurden. Die Gasinjektionstechnik bietet im Vergleich zu den verlorenen Salzkernen das größte Potenzial, da vollständig auf Einlegeteile und die damit zusätzlich einhergehenden Prozessschritte verzichtet werden kann. Allerdings wird die entstehende Hohlgeometrie bei der Gasinjektionstechnik prozessbedingt in hohem Maße durch die Gussgeometrie bestimmt und bietet folglich weniger Freiheitsgrade als verlorene Salzkerne aus der schmelzflüssigen Phase.

Der VÖG im Internet:

www.voeg.at

VÖG  Verein Österreichischer Gießereifachleute

VEREIN

GIESSEREI RUNDSCHAU

AKTUELLES

PARTNERLINKS

KONTAKT

Gefügeauswirkungen und atomistische Vorgänge bei der Veredelung von Al-Si-Legierungen mit Sr, Ca und Yb

Prof. Dr. P. Schumacher (V), Dr. MSc. J. Li, Lehrstuhl für Gießereikunde, Montanuniversität Leoben/A, Österreichisches Gießerei-Institut Leoben/A, DI Dr. M. Albu, Prof. Dr. techn. F. Hofer, Zentrum für Elektronenmikroskopie, Graz/A, Dipl.-Ing. Dr. T. Ludwig und Prof. Dr. L. Arnberg, Department of Materials and Engineering, Norwegian University of Science and Technology NTNU, Trondheim, Norwegen.

Die vielfältig eingesetzten Al-Si-Legierungen müssen sich ständig den Herausforderungen in Gießereien stellen. Insbesondere die Akkumulation von Spurenelementen durch Recycling und/oder neue Bezugsquellen von Legierungen können unter anderem zu lokalen Störungen von Veredelungsgefügen

und zu Überveredelungen führen. Dabei müssen auch die etablierten Theorien des „veredelten“ Wachstums von Silizium durch mehrfach facettierte Grenzflächen von Wachstumszwillingen (TPRE) und Zwillingsbildung an adsorbierten Veredelungsatomen (IIT) neu betrachtet werden, um letztendlich

Veredlungsmittel effektiv in Gießereien einzusetzen. Die zur Beobachtung der Veredelungstheorien notwendigen hochauflösenden Transmissionselektronen-Mikroskope können detailliert die atomistischen Vorgänge von Spurenelementen wie P, Sr, C, und Seltenen Erden aufzeigen. Unter anderem kann gezeigt werden, dass schon geringe Veredlungszugaben zu intermetallischen Phasen führen können, die sonst mit lokalen Überveredelungen assoziiert werden. Die Auswirkungen der verschiedenen Veredlungselemente auf die atomistische Struktur des Siliziums und die des Gesamtgefüges wurden dargestellt, um damit auch die verschiedenen Veredelungsphänomene in der Gießereipraxis zu erläutern.

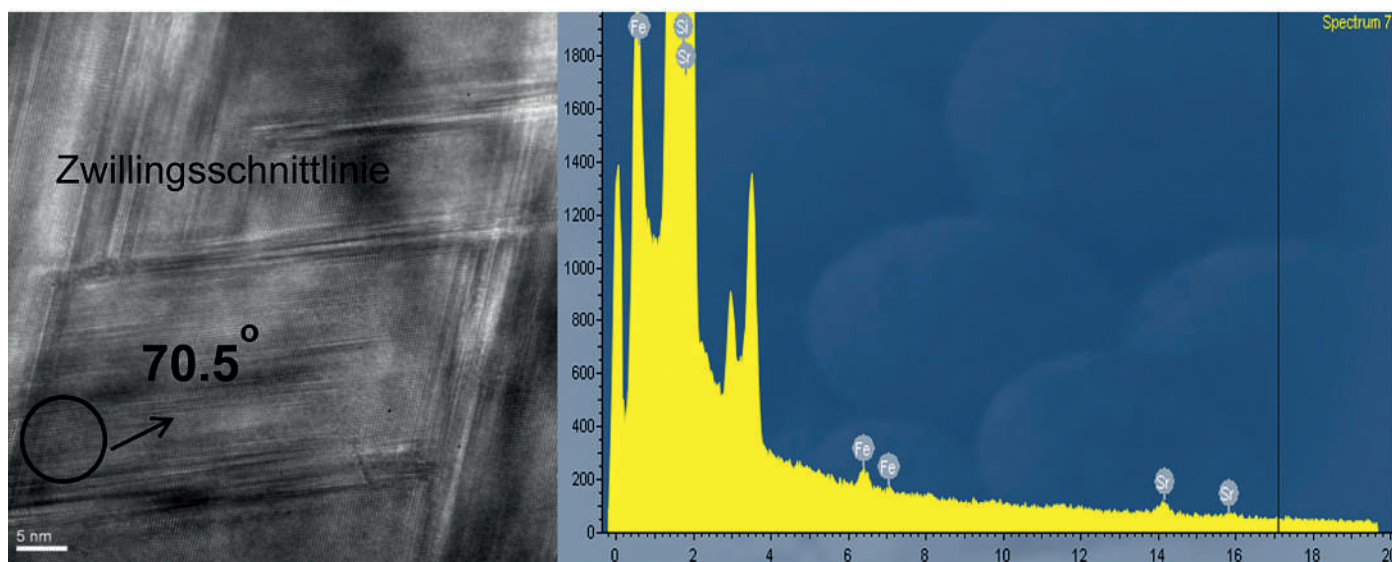


Bild 1: Zwillingsbildung im Si durch Sr Zugabe.

Aktivkühlung von Kaltharzformen zur Reduzierung der Abkühlzeit von Gussteilen aus Gusseisen

Dipl.-Ing. Ulrich Petzschmann, Dr.-Ing. Wolfram Stets, IfG Institut für Gießereitechnik gGmbH, Düsseldorf/D

In Abhängigkeit von Gießgewicht, Gießtemperatur, notwendiger Ausleertemperatur und Geometrie müssen Gussteile nach der Erstarrung unterschiedlich lang in der Form abkühlen. Dieser passive Fertigungsschritt nimmt im Bereich Großguss 50 bis 70% der gesamten Fertigungszeit in Anspruch und kann bis zu 3 Wochen betragen. Eine Verkürzung der Abkühlzeiten

der Gussteile in der Form hat somit unmittelbaren Einfluss auf Kapazität sowie Stückkosten und damit auf die Leistungsfähigkeit einer Gießerei für Großguss.

Das IfG hat gemeinsam mit deutschen Gießereien für Großguss ein Forschungsprojekt zur Aktivkühlung von Kaltharzformen bearbeitet. Nur durch die Berieselung der Formoberseite einer abgegossenen

Kaltharzform mit Wasser, ohne z. B. aufwändiges Einformen von Kühlleitungen, konnte die notwendige Verweilzeit des Gussteils in der Form um bis zu 1/3 reduziert werden. Die dazu eingesetzte Technologie ist sehr einfach handhabbar und kann in jeder Großgießerei praktisch sofort und ohne nennenswerte Investitionskosten eingesetzt werden.

Durch Versuche mit Probekörpern und realen Gussteilen wurde der Einfluss der Wassermenge, des Berieselungszyklus (zyklische Abfolge von Berieselungs- und Ruheperioden) und des Temperaturintervalls, in dem die Berieselung

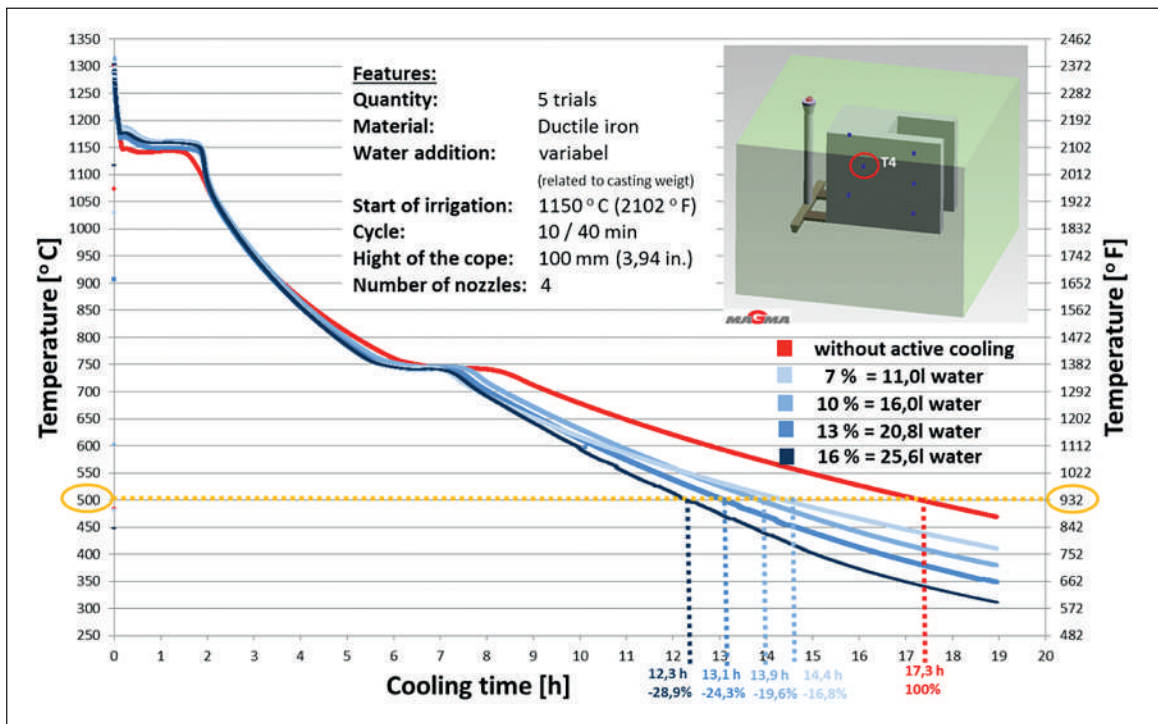


Abb. 1:
Abkühlkurven bei unterschiedlichen Aktivkühlungsparametern im thermischen Zentrum des Probekörpers aus Gusseisen mit Kugelgraphit

durchgeführt wird, auf das Abkühlverhalten des Gussteils in der Form untersucht.

In Abb. 1 sind unterschiedliche Abkühlungsverläufe in Abhängigkeit von der Kühlwassermenge im Zentrum eines Probekörpers dargestellt. Die Reduzierung der Abkühlzeit bis zum Erreichen von 500 °C mit zunehmender Kühlung ist deutlich zu erkennen.

Durch Eigenspannungsmessungen und optische Vermessungen der Teile wurde nachgewiesen, dass die Aktivkühlung nicht zur Ausbildung erhöhter Eigenspannungen, von Verzügen oder gar Rissen im Bauteil führt. Durch Werkstoffuntersuchungen (Härte, Metallographie) in unterschiedlichen Bereichen der Teile (nah und fern der Berieselungsfläche) wurde der Einfluss der Aktivkühlung des Systems Kaltharzform/Gussteil mit Wasser auf Gefüge und Eigenschaften von GJL und GJS geprüft. Dabei wurde der Probekörper in drei unterschiedlichen Gießlagen und mit unterschiedlichen Sand/Eisen-Verhältnissen abgegossen. Vor dem Hintergrund der Verarbeitbarkeit des Altfarmstoffes im Gießereiprozess wurden außerdem Untersuchungen zur Restfeuchte im Kaltharzformstoff durchgeführt. Die

Wirksamkeit dieser Technologie in der Praxis wurde durch Betriebsversuche belegt.

Im Hinblick auf die großtechnische Anwendung der Methode wurden die Auswirkungen des Einsatzes von Wasser zur Aktivkühlung von Kaltharzformen auf den Arbeits- und Umweltschutz untersucht. Neben einer Gefährdungsbeurteilung wurden Emissionsmessungen an ungekühlten und gekühlten Formen durchgeführt.

Als Grundlage für die Simulation der Vorgänge bei der Berieselung von abgegossenen Kaltharzformen mit Wasser wurden ein- und mehrdimensionale Untersuchungen zum Eindring- und Ausbreitungsverhalten von Wasser und Wasserdampf in einem porösen Medium wie Formstoff durchgeführt, sowie ein mathematisches Modell entwickelt. Auf dieser Basis wurde mit Hilfe der Software Fluent® ein Simulationsmodell erarbeitet, das die physikalischen Vorgänge bei der Aktivkühlung in der Form abbildet. Durch die Simulation lassen sich das Eindringen des Wassers in den Formstoff sowie die Ausbildung von Verdampfungs- und Kondensationszonen darstellen. Letztlich wird die Auswirkung der Aktivkühlung auf die Abkühlung des

in der Form befindlichen Gussteils dadurch visualisiert.

Die im Projekt erarbeiteten Zusammenhänge ermöglichen den Gießereien für Großguss die Festlegung der Parameter für die Aktivkühlung des Gesamtsystems Kaltharzform/Gussteil in Abhängigkeit von gießereitechnologischen Parametern, wie z.B. Gießtemperatur, Sand/Eisen-Verhältnis, geometrischen Kenngrößen des Bauteils und Formstoffkennwerten für ein individuelles Gussteil. Außerdem steht den Betrieben mit dem Simulationsmodell ein Werkzeug für die Arbeitsvorbereitung zur Verfügung. Durch die Aktivkühlung von abgegossenen Kaltharzformen durch die Berieselung der Formoberfläche mit Wasser bietet sich den Großgießereien eine Chance, die Stückkosten zu reduzieren und die Kapazität zu erhöhen und somit ihre Leistungsfähigkeit ohne Investitionen in Produktionsflächen deutlich zu steigern. Auf Grund des minimalen Kosten- und Zeitaufwandes ist praktisch eine sofortige Anwendung dieser Methode im Betrieb möglich. Die einfache Handhabbarkeit der Technik minimiert die Möglichkeit individueller Fehler.

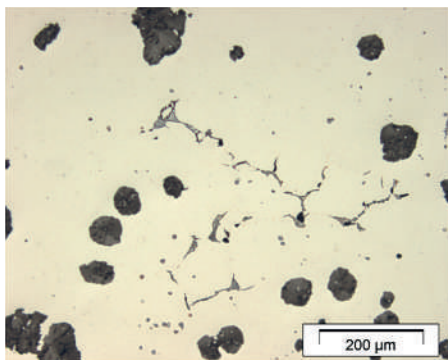
Entwicklung eines warmfesten GJS – die Rolle des Molybdäns

Prof. Dr.-Ing. Babette Tonn, TU Clausthal, Clausthal-Zellerfeld/D;
Dipl.-Ing. Lutz Dekker, Stahlwerk Bous GmbH, Bous/D

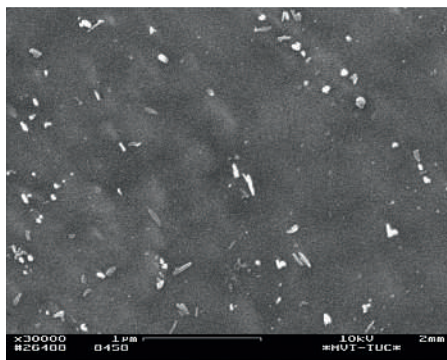
Die Steigerung von Leistung und Wirkungsgrad in fossilen Kraftwerken bedingt hohe Prozessdrücke und -temperaturen, denen derzeitige Gusseisenwerkstoffe nur noch bedingt standhalten. Dennoch ist warmfestes Si- und Mo-legiertes Gusseisen für die Herstellung von Turbinengehäusen eine kostengünstige Alternative zum Stahlguss, für die sich eine Weiterentwicklung zu höheren Warmfestigkeiten auch bei Einsatztemperaturen über 500 °C lohnt.

In Gusseisen mit Kugelgraphit wird Molybdän zur Steigerung der mechanischen Eigenschaften bei hohen Anwendungstemperaturen legiert. Dabei werden oft Gehalte zwischen 1.0 Gew.-% und 1.5 Gew.-% gewählt.

Die Entstehung und das Verhalten der Mo-haltigen Ausscheidungen im Gusszustand und unter langanhaltender Temperatureinwirkung waren Gegenstand der durchgeführten Untersuchungen, die vorgestellt wurden.



Mo-haltige Ausscheidungen an den Korngrenzen in GJS



Mo-haltige Ausscheidungen in der Matrix von GJS

Während der Erstarrung bildet Mo mit Fe, Si und C metastabile karbidische Ausscheidungen an Korngrenzen, die eine fischgrätenartige Morphologie aufweisen. Unter Langzeittemperatureinwirkung werden diese in stabile MoC-Ausscheidungen überführt. Darüber hinaus liegen in der Matrix sehr feine und fein verteilte Mo-haltige Ausscheidungen vor.

Es kann angenommen werden, dass die Ausscheidungen, die im Gusszustand eine Größe von ca. 30 µm haben, maßgeblich für die Steigerung der Warmfestigkeit des Mo-legierten Gusseisens verantwortlich zeichnen. Bei langanhaltender Temperaturbeanspruchung unterliegen die Ausscheidungen der Ostwaldreifung und es bilden sich entlang von Ferritkorngrenzen ausscheidungs freie Zonen aus.

Im Ergebnis konnte gezeigt werden, dass in dickwandigen Bauteilen die Kombination aus Mischkristallverfestigung und Ausscheidungshärtung bei gleichzeitig homogener und fehlerfreier Graphitbildung in ferritischer Matrix zu hohen Festigkeiten bei Temperaturen oberhalb 500 °C führt, ohne das Ermüdungsverhalten der Legierung zu reduzieren.

Multifunktionale Filter für die Metallschmelzefiltration

Dr.-Ing. Claudia Dommaschk (V), Dipl.-Ing. Eva Jäckel,
TU Bergakademie Freiberg/D, Gießerei-Institut; Prof. Dr.
Ing. habil. C.G. Aneziris, TU Bergakademie Freiberg/D, Institut für
Keramik, Glas- und Baustofftechnik

Exogene und endogene Einschlüsse (**Abb. 1**) verschlechtern die mechanischen und gießtechnologischen Eigenschaften von Gussteilen und führen bei der Bearbeitung zu Mehrarbeit und Ausschuss.

In den meisten Fällen sind diese Einschlüsse metallurgisch nicht bzw. nur sehr schwer aus der Schmelze zu entfernen. Durch Spülgas- oder Vakuumbehandlung kann der Einschlussgehalt im Schmelzprozess reduziert werden. Filter bieten die Möglichkeit, die Schmelze während des Abgusses, also direkt vor der Formfüllung

nachhaltig zu reinigen. Seit etwa 1970 werden dafür sogenannte Schaumkeramikfilter eingesetzt. Sie wirken nach dem Prinzip der Tiefenfiltration, d.h. Verunreinigungen kleiner als die Porendurchmesser gelangen in den Filterquerschnitt und lagern sich im Inneren des Filters an der Filterwand ab. Durch ihre Struktur bewirken sie darüber hinaus eine laminare Strömung im Anschnittsystem und verhindern dadurch Einschlussneubildung und Formstofferosion.

Der durch die DFG geförderte Sonderforschungsbereich an der

TU Bergakademie Freiberg hat das Ziel, durch eine Funktionalisierung der Filteroberfläche die Filtrationseffizienz der Schaumkeramikfilter für die Aluminium- und Stahlschmelzefiltration zu verbessern. Dafür werden Filter auf Al₂O₃-Basis für den Aluminiumguss und kohlenstoffgebundene Filter auf Al₂O₃- und MgO-Basis für den Stahlbereich mit verschiedenen keramischen Phasen beschichtet. Bei der Auswahl der Beschichtungen wird angenommen, dass Beschichtungen mit ähnlicher chemischer Zusammensetzung wie die zu entfernenden nichtmetallischen Einschlüsse eine bessere Filterwirksamkeit bedingen.

Gießversuche im Labor- und im industriellen Maßstab zeigen die Wirksamkeit der neuentwickelten Filter. Im Aluminiumbereich wurden die PoDFA (Porous Disk Filtra-

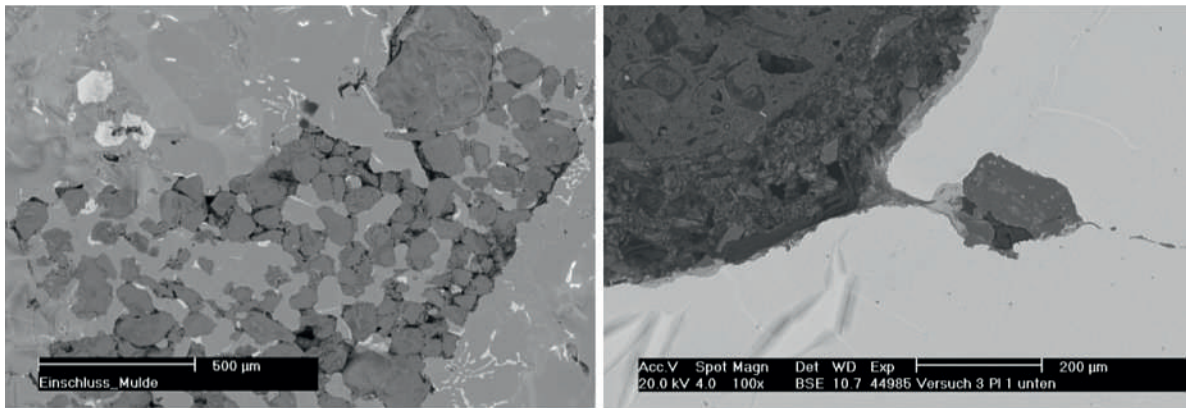


Abb. 1:
typische exoge-
ne nichtmetalli-
sche Einschlüsse
im Aluminium- und
Stahlguss, links:
Agglomerat
von Spinell
einschlüssen
in AlSi7Mg,
rechts: Al₂O₃-
Einschluss in
42CrMo4

tion Apparat)-Methode und LiMCA (Liquid Metal Cleanliness Analyser)- Messungen zur Ermittlung der Filtrationseffizienz genutzt.

Im Stahlguss wird die Filtrationseffizienz metallographisch, über einen quantitativen Vorher-Nachher-Vergleich der Bauteile er-

mittelt. Wesentliche Erkenntnisse wurden auch durch metallographische Untersuchungen an den verwendeten Filtern erlangt. Dabei konnten Fragen, wie:

- Sind die Beschichtungen über Gießzeit und Gießtemperatur beständig?
- Welche Wechselwirkungen zwischen Filterbeschichtung und Metall, z.B. in Bezug auf das Benetzungsverhalten, gibt es?
- Welche Filtermechanismen können beobachtet werden?

mittels Licht- und Rasterelektronenmikroskopie geklärt werden.



Ultraleichtbau durch Verbundhybridguss

Prof. Dr.-Ing. A. Bührig-Polaczek, Dipl.-Ing. D. Joop, Gießerei-Institut der RWTH Aachen/D u. Prof. Dr.-Ing. Röth, Imperia GnbH, Aachen/D.

Die kombinierte Anwendung bereits bekannter Fertigungsverfahren, Konstruktionsprinzipien und Materialien eröffnet neue Perspektiven bei der Realisierung maximaler Gewichtseinsparungen, Leistungssteigerungen sowie bei der Effizienzerhöhung von Produktionsprozessen. Am Gießerei-Institut der RWTH Aachen wird dieser Ansatz im Rahmen eines aktuellen Forschungsprojekts der Förderlinie Forschung, Innovation und Technologie des Landes NRW durch die Modifizierung und Erweiterung des Kaltkammer-Druckgießverfahrens verfolgt. Das interdisziplinäre Partnerkonsortium, bestehend aus den Industriepartnern Imperia und Tower Automotive, dem Gießerei-Institut und dem Werkzeugmaschinenlabor der RWTH Aachen sowie der Fachhochschule Aachen, widmet sich der Weiterentwicklung dünnwandiger Blech-Leichtmetall-Strukturen für den Einsatz in crashrelevanten Karosseriebereichen.

Durch Umgießen umgeformter, hochfester Blechstrukturen mit Leichtmetallschmelze werden über Bohrungen im Blecheinleger form- und kraftschlüssige Verbindungen erzeugt, welche die Anbindung der



VarioStruct®-Fahrzeugkarosserie; Quelle: Imperia GmbH

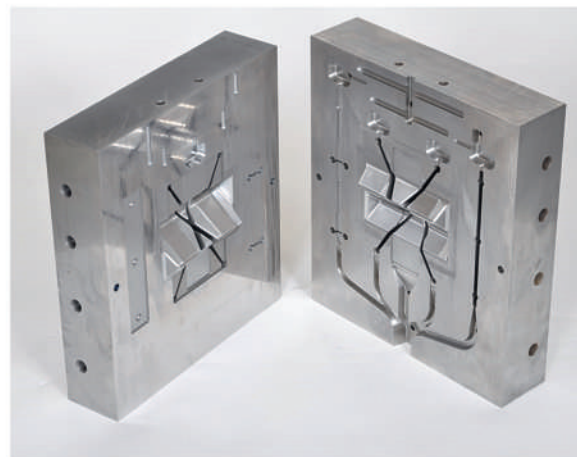
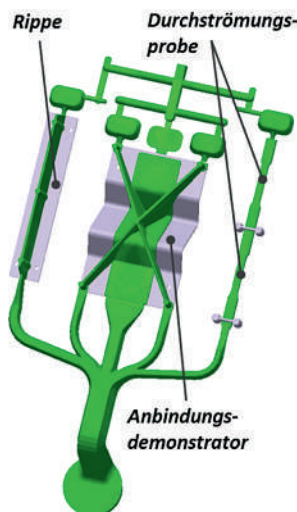


Karosseriestrukturbauteile in VarioStruct®-Bauweise; links: Prototyp eines hybriden Dachquerträgers (Stahlblech-Insert + Al-Druckgussstruktur); rechts: A-Säule (Modell)

Guss- an die Blechkomponente sicherstellen. Leichtbaupotential, Leistungsfähigkeit und Herstellbarkeit hybrider Stahl-Leichtmetall Strukturen wurden bereits anhand eines seriennahen Prototypen in Form eines Dachquerträgers nachgewiesen.

Im Fokus aktueller Arbeiten stehen jetzt weiterführende Themenkomplexe, welche es auf dem Weg zur Serienanwendung zu erschließen gilt. Dazu zählen neben der materialseitigen Leistungsoptimierung die Planung großserientauglicher Fertigungskonzepte sowie die durchgängige Simulation der Fertigungsprozesskette. Auch der Korrosionsschutz von Hybridstrukturen wird umfassend charakterisiert. Am Gießerei-Institut wurde zur flexiblen und weitestgehend entkoppelten Untersuchung von hybridspezifischen gießtechnologischen Phänomenen ein neuartiges Werkzeugkonzept entwickelt und umgesetzt.

Verschiedene Probengeometrien ermöglichen die Untersuchung der Beeinflussbarkeit der Blech-Metall Anbindung, etwa durch Materialvariationen, Oberflächenmodifika-



Hybrides Probenkonzept zur Untersuchung gießtechnologischer Phänomene im Verbunddruckguss; links: Demonstratorbauteil; rechts: Werkzeugzeugsätze

tionen und Prozessparameter. Außerdem zählt die Gussqualität, beeinflusst durch eine variable Durchströmungsgestaltung und die Ausbildung von Spannungen infolge der Abkühlung der unterschiedlichen Materialpartner zu den Untersuchungsumfängen. Bei der numerischen Abbildung des Fertigungsprozesses hybrider Druck-

gussstrukturen liefert die Simulation von Erstarrung, Abkühlung und mechanischer Bearbeitung wichtige Erkenntnisse für Konstrukteure und Gießer. Im Rahmen einer umfassenden Sensitivitätsanalyse wurde der Einfluss verschiedener Prozessparameter auf das simulierte Verzugsverhalten einer hybriden Trägerstruktur analysiert.

3D Drucken und Kernschießen mit anorganischen Formstoffsystemen

Prof. Dr. Ing. Wolfram Volk (V), Dipl. Ing. Robert Ramakrishnan, Dipl. Ing. Benjamin Griebel, Technische Universität München, Lehrstuhl für Umformtechnik u. Gießereiwesen

Aufgrund der ökologischen, ökonomischen und technischen Vorteile stellen Gießereien ihre Produktion zunehmend auf den Einsatz von anorganisch gebundenen Sandformen und -kernen um. Als anwendungsnaher produktionstechnischer Lehrstuhl ist daher die Forschung und Entwicklung im Bereich der Verarbeitung und Verwendung von anorganischen Formstoffsystemen ein Forschungsschwerpunkt der Gießereigruppe des Lehrstuhls für Umformtechnik und Gießereiwesen (utg) der Technischen Universität München. Aktuelle Forschungsthemen sind das 3D Drucken und das Kernschießen mit anorganischen Formstoffsystemen sowie die Formstoffprüfung.

Im Rahmen eines von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) geförderten Gemeinschaftsprojekts mit der Voxeljet AG (Friedberg) wird ein Verfahren entwickelt, welches es ermöglicht, anorganisch gebundene Sandformen und -kerne in einem 3D Druckverfahren herzustellen.

Dieses Rapid Prototyping Verfahren ist besonders attraktiv, da durch die generative Fertigungsmethode auf kostenintensive Werkzeuge verzichtet werden kann. Im Rahmen des Projekts werden umfangreiche Parameterstudien durchgeführt mit dem Ziel, optimale Binderzusammensetzungen und Prozessparameter zu identifizieren.

Um die Forschung und Entwicklung im Bereich der anorganischen

Formstoffe weiter voranzutreiben, wird bis Herbst 2014 eine Kernschießmaschine vom Typ SLC2 25l der Firma LORAMENDI am utg aufgestellt und in Betrieb genommen. Diese Anlage ist speziell für die Verarbeitung von anorganischen Bindern ausgelegt und wurde für den Forschungsbetrieb am utg angepasst.

Der neu entwickelte Kernkasten der Anlage besitzt die Kernkastenmaße 750 x 960 x 560 mm und ist modular aufgebaut. Er besteht aus 2 Modulen, die einzeln getauscht werden können, um die Investitionen bei neuen Geometrien gering zu halten. Diese Modularität ermöglicht es, Prüfkörper und eine Realgeometrie – z.B. einen Zylinderkopf Wassermantelkern – unter identischen Bedingungen herzustellen und so die Übertragbarkeit von Prüfkörper auf Realteil sicherzustellen. Die Anlage steht für bilaterale sowie öffentlich geförderte Forschungs- und Entwicklungsprojekte zur Verfügung.

Auswirkung von Porosität auf Festigkeit und Lebensdauer von Gussteilen – Theoretische Modellierung

Prof. Dr.-Ing. R. Bähr (V), Dipl.-Wirtsch.Ing. Ch. Rehse,
Prof. Dr.-Ing. H. Stroppe, Institut für Fertigungstechnik und Qualitätssicherung, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg/D

Mit dem Einsatz des Computertomographen (CT) zur Qualitätskontrolle von Gussstücken ist in neuerer Zeit die Thematik des Vortrags wieder stärker in den Fokus des Interesses der Gießer gerückt. Mit Blick auf die angestrebte volle Ausschöpfung des Werkstoffpotenzials bei der Bemessung von Gussbauteilen, z.B. im Automobilbau, ist daher die weitere Aufklärung der einschlägigen gesetzmäßigen Zusammenhänge zwischen inneren Kerbstellen, wie Poren und Lunker, im Zusammenwirken mit äußeren Bauteilkerben auf die statischen und Dauerfestigkeitseigenschaften der Gussteile nicht nur für den Gießer, sondern auch für den Konstrukteur von großer Bedeutung.

hauptsächlich das Verfahren und dessen Vorzüge aus Sicht der Einbeziehung der Inline-CT in den Fertigungsprozess beschrieben werden. Es fehlen jedoch nach wie vor quantitative Bewertungskriterien, mit denen die detektierten Porositäten hinsichtlich ihrer Wirkung auf Festigkeit und Lebensdauer bewertet werden können und auf deren Grundlage eine Auswahl nach i.O.- und n.i.O.-Teilen getroffen werden kann.

Voraussetzung dafür ist die Klärung der Frage: Welche Parameter der Porenmorphologie im Gussteil sind von maßgeblichem Einfluss auf die Festigkeitseigenschaften und in welcher Form können diese in ein entsprechendes mathemati-

wandten Berechnungsgleichungen [3] mit aus metallographischen Schliffbildern ermittelten Rundheitsfaktoren der Poren in geeigneter Weise für die 3D-CT-Auswertung modifiziert.

Die Berechnungsgleichungen werden anhand von Zugversuchen an Proben mit unterschiedlichen Porositäten hinsichtlich der Verringerung von Zugfestigkeit, 0,2%-Dehngrenze sowie Bruchdehnung verifiziert. Für die Verifizierung des Einflusses von Poren und Kerben auf die Dauerfestigkeit und Lebensdauer wurden die an zwei unterschiedlichen Al-Legierungen ermittelten Wöhler-Linien herangezogen, deren Nennspannungsamplitude und Schwingspielzahl am Dauerfestigkeits-Knickpunkt in Abhängigkeit von der Porosität für den ungekerbten und den gekerbten Zustand berechnet und mit den Versuchswerten verglichen [4].

Dabei zeigte sich, dass der Porositäts- und Kerbwirkungseinfluss auf Dauerfestigkeit und Lebensdauer der beiden Al-Gusslegierungen

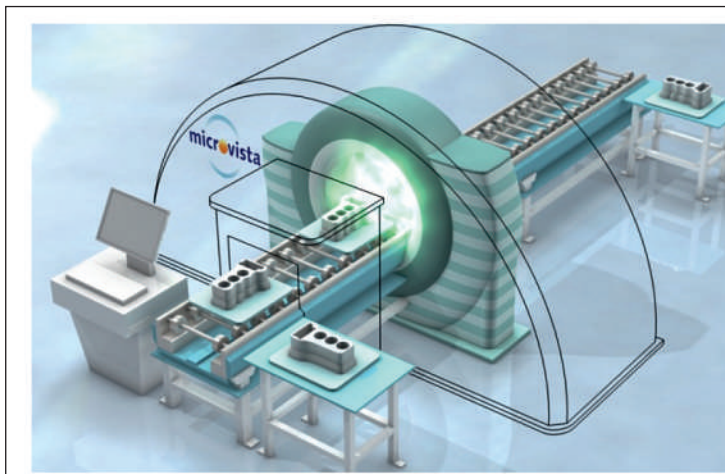


Abb. 1: Messprinzip beim Inline-CT [1]

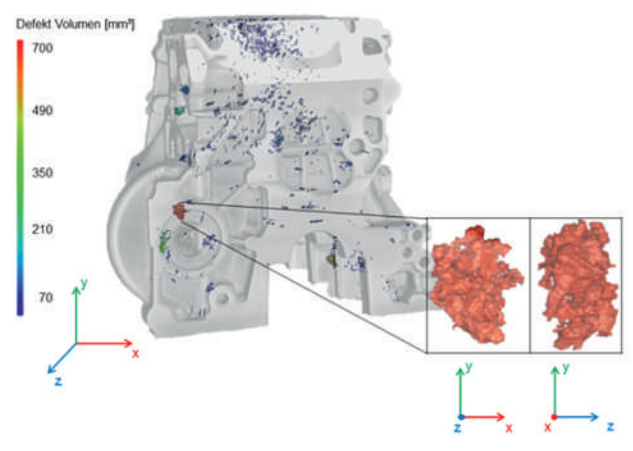


Abb. 2: Porosität in einem gegossenen Al-Zylinderkurbelgehäuse [2]

Mit der sog. Inline-CT ist es heute möglich, für eine Qualitätskontrolle die Messzeiten so weit zu verkürzen, dass eine produktionsbegleitende 3D-Überwachung der Gussteile möglich ist. **Abb. 1** zeigt einen CT bei der Qualitätskontrolle von Gussstücken, **Abb. 2** einen Ausschnitt aus einem Zylinderkurbelgehäuse aus Aluminium mit lokalen Ansammlungen von Poren.

Zur CT-Prüfung von Gussteilen gibt es inzwischen eine ganze Reihe von Publikationen, in denen

sches Bewertungs- bzw. Auswahlkriterium einfließen? Dazu wurden umfangreiche experimentelle Untersuchungen durchgeführt, über deren Ergebnisse im Vortrag berichtet wurde.

Es wurden mathematische Beziehungen mitgeteilt, auf deren Grundlage die Auswirkungen von Porosität sowohl auf die statischen als auch auf die zyklischen Festigkeitseigenschaften berechnet werden können. Dabei werden die bisher für die 2D-Auswertung ange-

von extrem unterschiedlicher Festigkeit durch die angegebenen Berechnungsgleichungen richtig beschrieben wird. Die Ansätze spiegeln qualitativ und quantitativ die bekannte, für die Praxis bedeutsame Tatsache wider, wonach bei Gussteilen aus einer härtesten Al-Gusslegierung im Bereich von Kerben mit einem steilen Spannungsgradienten Porosität nicht so streng zu bewerten ist wie für Bereiche mit geringen Spannungsüberhöhungen und flachen Span-

nungsgradienten, während bei den Legierungen von niedriger Festigkeit Poren auch bei einer erhöhten Spannungskonzentration als kritisch zu bewerten sind.

[1] VDI-Berichte Nr. 2122, Düsseldorf: VDI-Verlag (2011), S. 39–52.

[2] *Rehse, Ch.*: Bewertung computertomographisch ermittelter Porosität in Gussteilen hinsichtlich ihrer Auswirkung auf deren Festigkeitseigenschaften. Diss. Universität Magdeburg, Fakultät für Maschinenbau (demnächst).

[3] *Stroppe, H.*: Einfluss der Porosität auf die mechanischen Eigenschaften

ten von Gusslegierungen. Gießereiforschung 52 (2000) Nr. 2, S. 58–60.

[4] *Stroppe, H.; Sonsino, C.T.; Bähr, R.*: Einfluss von Poren und Kerben auf die Ermüdungs-Festigkeit von Aluminiumgussteilen. Giesserei 98 (2011) 08, S. 20–25.

Intelligente Prozesssteuerung in Gießereien

Prof. Dr.-Ing. D. Hartmann, Hochschule Kempten/D, Fakultät f. Maschinenbau, Fachgebiet Gießereitechnik-Werkstofftechnik; Dr.-Ing. H. Gemming, Eidologic GmbH, Prof. Dr.rer.nat. J. Gottschling, Dr.rer.nat. S. Malik u. Dr.-Ing. M. Saleem, Universität Duisburg-Essen/D, Institut f. Metallurgie u. Umformtechnik, Lehrstuhl Mathematik f. Ingenieure

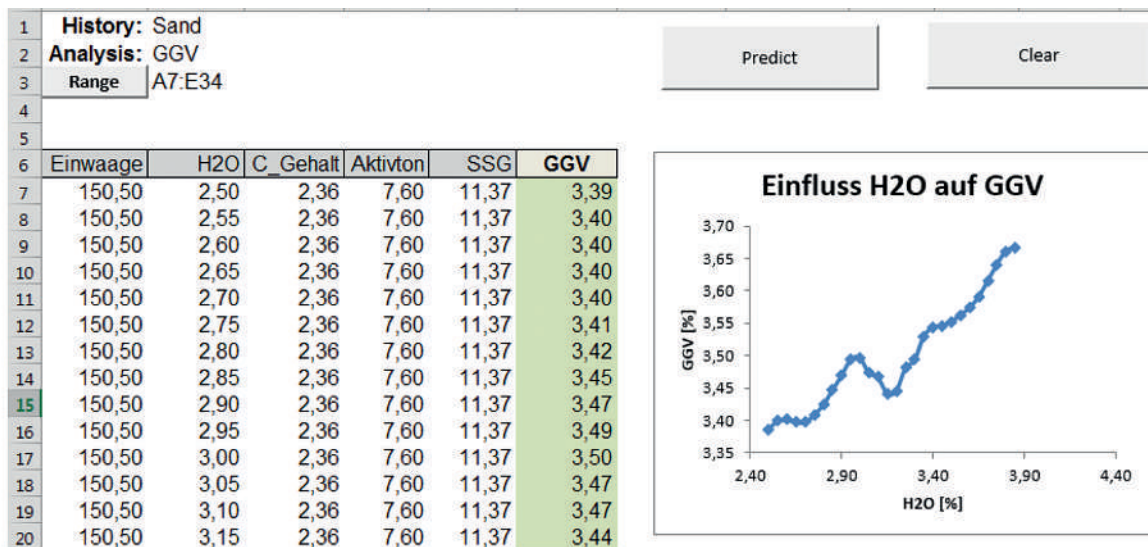
Die Qualität eines Gussteils wird in ganz entscheidendem Maße von der technischen Performance der zur Fertigung erforderlichen Rohstoffe und Teilprozesse bestimmt. In diesem Zusammenhang haben beispielsweise die Herstellung der gießfertigen Schmelze oder das Formstoffsystem entscheidenden Einfluss. Eine Vielzahl von Fehlerbildern am Gussbauteil hat ihre Ursache in der Art und Weise der Er-schmelzung, der Schmelzebehandlung oder auch in den Eigenschaften des verwendeten Formstoffs, die jeweils wiederum von vielen Einflussgrößen bestimmt werden.

Für das Formstoffsystem beispielsweise gehören hierzu Menge und Qualität der Einsatzstoffe ebenso wie die verwendete Anlagentechnik und die Prozessparameter der Formstoffaufbereitung und das Formen selbst. In der betrieblichen Praxis können einige dieser Einflussgrößen als konstant betrachtet werden. So ändert sich die Anlagentechnik der Formstoffaufbereitung und der Forman-

lage über sehr lange Zeiträume nicht. Um den Zustand des Formstoffs zu charakterisieren, werden im Sandlabor Formstoffkennwerte ermittelt. Gesteuert werden die Eigenschaften des Formstoffs in der Praxis vor allem über die Gehalte an Wasser, Bentonit und Glanzkohlenstoffbildner, für die Empfehlungen für eine geeignete Einstellung des Sandsystems – allerdings mit großen Toleranzbereichen – existieren. Für eine Gießerei mit einem spezifischen Produktspektrum ist es damit auf der einen Seite immer noch keine triviale Aufgabe, die idealen und im Grunde gussteilabhängigen Parametereinstellungen

zu ermitteln und gezielt anzusteuern. Auf der anderen Seite wird im Rahmen der Formstoffprüfung im Sandlabor eine Vielzahl von Parametern über lange Zeiträume aufgezeichnet, in denen das Wissen um die Zusammenhänge implizit enthalten ist. Schließlich werden sowohl Steuergrößen wie beispielsweise Wasser- oder Aktivtongehalt als auch die daraus resultierenden Eigenschaften, wie Festigkeitseigenschaften oder Gasdurchlässigkeit, ermittelt. Trotzdem ist die zwischen all diesen Parametern bestehende quantitative Abhängigkeit nicht für die Formstoffsteuerung verfügbar.

Genau an dieser Stelle setzt die im Rahmen eines EU-geförderten Industrieverbundvorhabens auf Basis von Methoden des maschinellen Lernens entwickelte Software *EIDominer* an. In der vorliegenden Arbeit wurde diese Software auf Fragestellungen der Werkstoffherstellung sowie der Formstoffsteuerung angewendet.



Die Kurzfassungen der Vortragsreihe Wirtschaft folgen im nächsten Heft im Tagungsrückblick Teil 2.

Veranstaltungskalender

Weiterbildung – Seminare – Tagungen – Kongresse – Messen

Der Verein Deutscher Gießereifachleute bietet in seiner VDG-Akademie im Jahr 2014 noch folgende Weiterbildungsmöglichkeiten an:

Datum: Ort: Thema:

2014

22./23.08.	Düsseldorf	Qualitätssicherungsfachkraft – Teil 3
26.08.	Düsseldorf	Eigenschaften u. Schmelztechnik d. Al-Gusslegierungen
03./05.09.	Kassel	Gesundheitsmanager/in in Gießereien – Modul 3
10./12.09.	Münster	Führungstraining für Meister
11./12.09.	Bad Wildungen	Optimieren mit Simulation - Praxisbeispiele
11./13.09.	Duisburg	Einsatz feuerfester Baustoffe in Eisengießereien
16./17.09.	Duisburg	Formherstellung: Hand- u. Maschinenformverfahren
17./19.09.	Düsseldorf	Grundlagen der Gießereitechnik
22./23.09.	Duisburg	Metallurgie und Schmelztechnik der Eisengusswerkstoffe im Kupolofen
25./26.09.	Bad Wildungen	C-Techniken im Modellbau
25./26.09.	Duisburg	Fertigungskontrolle u. Qualitätssicherung
29.09.	Düsseldorf	Metallographie der Stahlgusswerkstoffe
30.09./01.10.	Düsseldorf	Schmelzen von Kupfer-Gusswerkstoffen
17.10.	Kassel	Gesundheitsmanager/in in Gießereien – Modul 4 (Projekttreffen)
27./28.10.	Düsseldorf	Maß-, Form- und Lagetolerierung von Gussstücken
29./30.10.	Düsseldorf	Kernmacherei
29./31.10.	Düsseldorf	Grundlagen der Gießereitechnik für Eisen- u. Stahlguss
28./29.10.	Bad Dürkheim	Fortbildungslehrgang für Immissionsschutzbeauftragte in Gießereien
04.11.	Düsseldorf	Gefügebildung und Gefügeanalyse der Al-Gusswerkstoffe
04./05.11.	Kassel	Softwarelösungen für Gießereien
05./06.11.	Goslar	Formfüllung, Erstarrung, Anschnitt- und Speisertechnik bei Stahlguss
06./07.11.	Düsseldorf	Werkstoffkunde der Gusseisenwerkstoffe
13./15.11.	Stuttgart	Grundlagen der Gießereitechnik
18./19.11.	Düsseldorf	Konstruieren mit Gusswerkstoffen im Fahrzeugbau
19./21.11.	Düsseldorf	Grundlagen der Gießereitechnik für Al-Gusslegierungen
25.11.	Düsseldorf	FMEA in Gießereien
26./27.11.	Düsseldorf	Formstoffbedingte Gussfehler
03./05.12.	Goslar	Formfüllung, Erstarrung, Anschnitt- und Speisertechnik bei Gusseisenwerkstoffen
03./05.12.	Düsseldorf	Führungskompetenz für die betriebliche Praxis
04./05.12.	Kassel	Gesundheitsmanager/in in Gießereien – Modul 4
09.12.	Düsseldorf	Qualitätsüberwachung von Eisenschmelzen d. Thermische Analyse
10./11.12.	Düsseldorf	Metallurgie d. Gusseisenwerkstoffe
10./12.12.	Düsseldorf	Grundlagen der Gießereitechnik

Änderungen von Inhalten, Terminen u. Veranstaltungsorten vorbehalten!

Ansprechpartner bei der VDG-Akademie: Leiter der VDG-Akademie: Dipl.-Bibl. Dieter Mewes, Tel.: +49 (0)211/ 68 71-363, E-Mail: dieter.mewes@vdg-akademie.de | VDG-Zusatzstudium, Industriemeisterlehrgang Fachrichtung Giesserei: Frau Mechthild Eichelmann, Tel.: DW 256, E-Mail: mechthild.eichelmann@vdg-akademie.de | Seminare, Meistergespräche, Fachtagungen: Frau Andrea Kirsch, Tel.: DW 362, E-Mail: andrea.kirsch@vdg-akademie.de | Qualifizierungslehrgänge, Workshops: Frau Corinna Knöpfen, Tel.: DW 335, E-Mail: corinna.knoepken@vdg-akademie.de | Inhouse-Schulungen, AZWV-Zertifizierungen: Martin Größchen, Tel.: DW 357, E-Mail: martin.groessen@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 | IfG Institut für Gießereitechnik gGmbH | D-40237 Düsseldorf, Sohnstraße 70
Tel.: +49 (0)211 6871 256, Fax: DW 364 | E-Mail: info@vdg-akademie.de | Internet: www.vdg-akademie.de
(Die VDG-Akademie ist ein Geschäftsbereich der IfG gGmbH)

Weitere (internationale) Veranstaltungen:

2014

20.08.	Hardheim	Seminar Mischtechnik – Mischen, Granulieren, Kneten, Dispergieren (infotage@eirich.de)
25./28.08.	Frankfurt/M.	Arbeitsschutz Aktuell mit XX. Weltkongress für Sicherheit u. Gesundheit bei der Arbeit: Globales Forum Prävention (www.arbeitsschutz-aktuell.de)
02.09.	Aachen	Nutzen der Gießprozess-Simulation für Konstruktion u. Gussverbraucher (Schwerpunkt Eisen- und Stahlguss (www.magma-soft.de))
03.09.	Aachen	Nutzen der Gießprozess-Simulation (Schwerpunkt Leichtmetallguss)
04.09.	Steyr	Forum Business Software & Management Steyr 2014 (www.fh-ooe.at/campus-steyr)
08./12.09.	Pisa (I)	Eurocorr 2014 – European Corrosion Congress (www.eurocorr2014.org)
11./13.09.	Istanbul (TK)	ANKIROS-ANNOFER-TURKCAST (www.ankiros.com)
14./17.09.	Dresden	Werkstoffwoche – Kongress für innovative Werkstoffe, Verfahren und Anwendungen (www.dgm.de)
15./17.09.	Siegen	Einführung in die mechanische Werkstoffprüfung (www.dgm.de)
15./19.09.	Brno (CZ)	FOND-EX (www.bvv.cz/de/fond-ex)
16.09.	Aachen	Gießprozess-Simulation als Baustein innovativen Qualitätsmanagements (www.magma-soft.de)
16./18.09.	Kielce (PL)	METAL – 20. Internat. Messe für Gusstechnik (www.metal.targikielce.pl)
16./19.09.	Joinville SC (Br)	Metalurgia 2014 (www.metalurgia.com.br)
16./20.09.	Stuttgart	AMB Internationale Ausstellung für Metallbearbeitung (www.messe-stuttgart.de/de/amb/)
17./19.09.	Leoben	14. Int. Metallographie-Tagung (http://metallographie.unileoben.ac.at)
17./19.09.	Portoroz (SL)	54. Int. Foundry Conference Portoroz 2014 (www.drustvo-livarjev.si)
22.09.	Duisburg	Spezialtag „Grundlagen der additiven Fertigung“ (www.vdi.de/Additive)
23./24.09.	Duisburg	Additive Manufacturing – 3D-Druck in der industriellen Fertigung (www.vdi.de/Additive)
23./24.09.	Aachen	Simulationsgestützte Entwicklung von hochwertigem Al-Guss (www.magma-soft.de)
23./25.09.	Darmstadt	MSE 2014 Materials, Science and Engineering (www.dgm.de/dgm)
23./25.09.	Schloss Seggau	3. Int. Conference Small Sample Test Technique (www.sstt2014.org)
26./27.09.	Venedig (I)	8. Int. Foundry Forum 2014 (www.international-foundry-forum.org)
29.09.	Braunschweig	GOM Inspect Einführungsseminar (www.gom.com/de/events)
30.09.	Nürnberg	Schadensuntersuchungen an Aluminium (www.dgm.de)
07./08.10.	Bad Gögging (D)	Leichtbau in Guss (www.hanser-tagungen.de/guss)
07./08.10.	Stuttgart	VDI-Seminar „Gussteilgestaltung in der Praxis“ (www.vdi-wissensforum.de)
07./09.10.	Düsseldorf	Aluminium 2014 mit Al-Konferenz (www.aluminium-messe.com)
08./09.10.	Bad Erlach	28. Internat. Forum f. industrielle Instandhaltung (www.oevia.at)
14./15.10.	Düsseldorf	VDI-Seminar „Festigkeitsnachweis u. bruchmechanische Bewertung von Schweißverbindungen“ (www.vdi-wissensforum.de)
15./16.10.	München	Fraunhofer Vision Technologietag 2014 (www.vision.fraunhofer.de)
19./24.10.	Ermatingen (CH)	Systematische Beurteilung technischer Schadensfälle (www.dgm.de)
21./22.10.	München	6. Int. eCarTec Kongress f. Elektro- und Hybrid-Mobilität (www.ecartec.de)

21./22.10.	Ratingen bei Düsseldorf (D)	Gießgerechtes Konstruieren – Gestaltung v. Eisengussbauteilen (www.vdi-wissensforum.de)
21./23.10.	München	Materialica 2014 und eCarTec 2014 (www.materialica.de)
22./24.10.	Dresden	CellMAT 2014 – Cellular Materials
28./29.10.	Bonn	Metall Recycling – Wege aus d. Krise (www.euroforum.de/metallrecycling)
04./06.11.	Ranshofen/ Geinberg	8. Ranshofener Leichtmetalltage mit Hausmesse (www.lkr.at)
10.11.	Braunschweig	GOM Inspect Einführungsseminar (www.gom.com/de/events)
11./12.11.	Brno (CZ)	51. Tschechische Gießereitagung (www.slevarenska.cz)
12.11.	Hardheim	Seminar Mischtechnik – Mischen, Granulieren, Kneten, Dispergieren (infotage@eirich.de)
13.11.	Darmstadt	GOM Testing Workshop „3D-Messtechnik für statistische und dynamische Bauteilprüfung“ (www.gom.com/de/events)
18./19.11.	Stuttgart	Massiver Leichtbau im Automobil (www.massiverleichtbau.de)
20./21.11.	Bielefeld	2. Internationale Fachtagung CastTec 2014 (www.casttec2014.de)
20./21.11.	Wien	Metal Additive Manufacturing Conference MAMC 2014 (www.additivemanufacturing2014.org)
21.11.	Steyr	13. CIS Controlling Insights Steyr (http://www.controllerverein.com/CIS.147100.html)
25./28.11.	Frankfurt/M.	Euromold 2014 (www.euromold.com)
26./27.11.	Erlangen	Wärmeﬂuss-Thermographie als zerstörungsfreies Prüfverfahren für die Qualitätssicherung in der Produktion (www.vision.fraunhofer.de)
03./04.12.	Karlsruhe	Inspektion und Charakterisierung von Oberflächen mit Bildverarbeitung (www.vision.fraunhofer.de)
04./06.12.	Bangalore (IN)	ALUCAST 2014 (www.alucast.co.in)
2015		
10./13.01.	Dubai	Metal Middle East (www.messe-duesseldorf.de)
04.02.	Bochum	15. Internationales CAR-Symposium (www.car-symposium.de)
27.02./01.03.	Greater Noida (IN)	63 rd Indian Foundry Congress “Synchronizing Growth” (www.ifcindia.net)
04./05.03.	Bad Homburg	15. Int. Deutscher Druckgusstag (www.bdguss.de)
31.03./03.04.	Shanghai (CN)	Metal+Metallurgy 2015 (www.mm-china.com)
21./23.04.	Columbus (USA)	119 th Mtalcasting Congress (www.afsinc.org)
23./24.04.	Leoben	59. Österreichische Gießerei-Tagung
28./29.04.	Stuttgart	Giessgerechtes Konstruieren – Gestaltung v. Eisengussbauteilen (www.vdi-wissensforum.de)
28./30.04.	Graz	8 th European Stainless Steel Conference ESSC 2015 (www.stainlesssteel2015)
05./08.05.	Stuttgart	Moulding-Expo – Int. Fachmesse Werkzeug-, Modell- und. Formenbau (www.moulding-expo.de)
12./16.05.	Florenz	Aluminium Two Thousand (www.aluminium2000.com)
17./18.06.	Siegen	wfb – Fachmesse für Werkzeug- und Formenbau (www.wfb-messe.de)
15./20.06.	Düsseldorf	GIFA, METEC. THERMPROCESS, NEWCAST (www.gifa.de) mit WFO – Techn. Forum und NEWCAST-Forum
01./03.07.	Wien	20. Symposium Verbundwerkstoffe u. Werkstoffverbunde
14./17.09.	Dresden	DGM-Werkstoffwoche (www.dgm.de/dgm-info/newsletter)
2016		
12./14.01.	Nürnberg	EUROGUSS 2016
16./19.04.	Minneapolis (USA)	CastExpo '16 (www.afsinc.org)
22./25.05.	Nagoya (J)	72th World Foundry Congress 2016 (www.thewfo.com)
Für die Angaben übernimmt die Redaktion keine Gewähr!		



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

ÖGI – Entwicklungspartner in EU-Weltraum-Forschungsprojekt

Das Österreichische Gießerei-Institut (ÖGI) in Leoben ist Entwicklungs-Partner im EU-Weltraumforschungsprojekt ABLAMOD „Advanced Ablation Characterization and Modelling“. In diesem EU-Projekt geht es darum, Werkstoffe und Konstruktion so zu modellieren, dass der Schutzschild eines Raumfahrzeugs beim Wiedereintritt in die Atmosphäre störungsfrei funktioniert.

Foto: © Fotolia.com



Es handelt sich dabei um thermische Schutzschichten für extreme Hochtemperatur-Umgebungen. Thermische Schutzschichten sind

eine Schlüsseltechnologie für Weltraummissionen. Bisher funktionierte die Materialoptimierung auf Basis Trial and Error, weil es keine

passenden Berechnungsmodelle gibt. Im Projekt ABLAMOD sollen u.a. numerische Modelle entwickelt werden, die eine Vorausberechnung des Verhaltens von Materialien innerhalb eines widrigen thermo-mechanischen Umfelds ermöglichen.

Das Österreichische Gießerei-Institut ist mit Strukturuntersuchungen mittels Computertomografie in das Projekt eingebunden.

Das gesamte Projektvolumen beträgt 2,74 Mio. Euro. Die Europäische Union finanziert davon 1,98 Mio. Euro im Programm „Space Research Projects under the 7th Framework Program for Research“. Die endgültigen Ergebnisse sind Anfang 2016 zu erwarten.

Die Koordination des Projekts liegt in Händen des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt, Köln-Porz. Weitere Projektpartner sind: Airbus Defence and Space, Frankreich / Avio, Italien / Centro Italiano Ricerche Aerospaziali, Italien / Fluid Gravity Engineering, United Kingdom / University of Strathclyde, United Kingdom / Von Karman Institute for Fluid Dynamics, Belgien / Amorim Cork Composites, Portugal / Austrian Institute of Technology, Austria / Österreichisches Gießerei-Institut, Austria.

voestalpine
GIESSEREI TRAISEN GMBH

www.voestalpine.com/giesserei_traisen

Aus den Betrieben

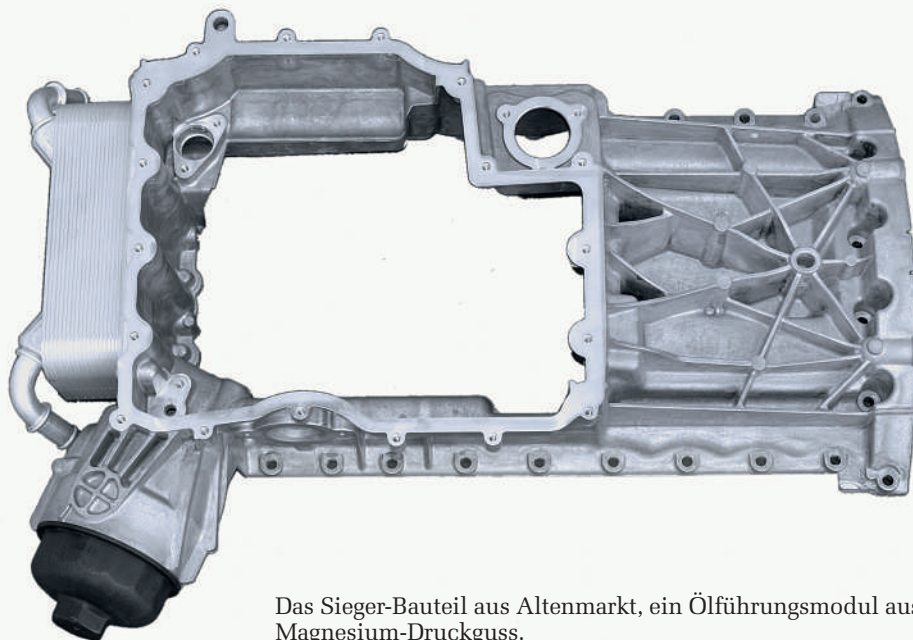


Georg Fischer Automotive gewann den Design-Award der International Magnesium Association

GF Automotive gewann das zweite Jahr in Folge den Design-Award der International Magnesium Association (IMA) in der Kategorie „Guss-Bauteil Design“. Gewinner ist das bei GF Automotive im österreichischen Altenmarkt gefertigte Ölführungsmodul aus Magnesium-Druckguss für den Porsche Panamera.

Die International Magnesium Association (IMA) mit Hauptsitz in Wauconda, Illinois, USA, vergibt den Leichtbau-Award bereits zum neunten Mal. GF Automotive überzeugte mit dem Design des Ölführungsmoduls des Porsche Panamera. Der Preis wurde am 3. Juni 2014 während der jährlich stattfindenden Internationalen Magnesium-Konferenz verliehen, die in diesem Jahr in München stattfand.

Bei dem Bauteil in Magnesium-Druckguss handelt es sich um ein Ölführungsmodul mit einer kriechfesten Magnesium-Legierung. Alle Ölführungen sind direkt eingegossen und das Bauteil wird fertig bearbeitet zum Kunden geliefert. Mit dem ganzheitlichen Ansatz aus De-



Das Sieger-Bauteil aus Altenmarkt, ein Ölführungsmodul aus Magnesium-Druckguss.

sign, Prozess und Material ist das Ölführungsmodul rund 1 kg leichter als das Vergleichsteil in Aluminium.

Quelle: GF-Presseaussendung vom 3. 6. 2014

Firmenkontakt:

Georg Fischer Automotive AG
zH Fr. Tina Köhler
CH-8201 Schaffhausen
Amsler-Laffon-Strasse 9
Tel.: +41(0)52 631 2115
E-Mail: tina.koehler@georgfischer.com
www.automotive.georgfischer.com

Firmennachrichten



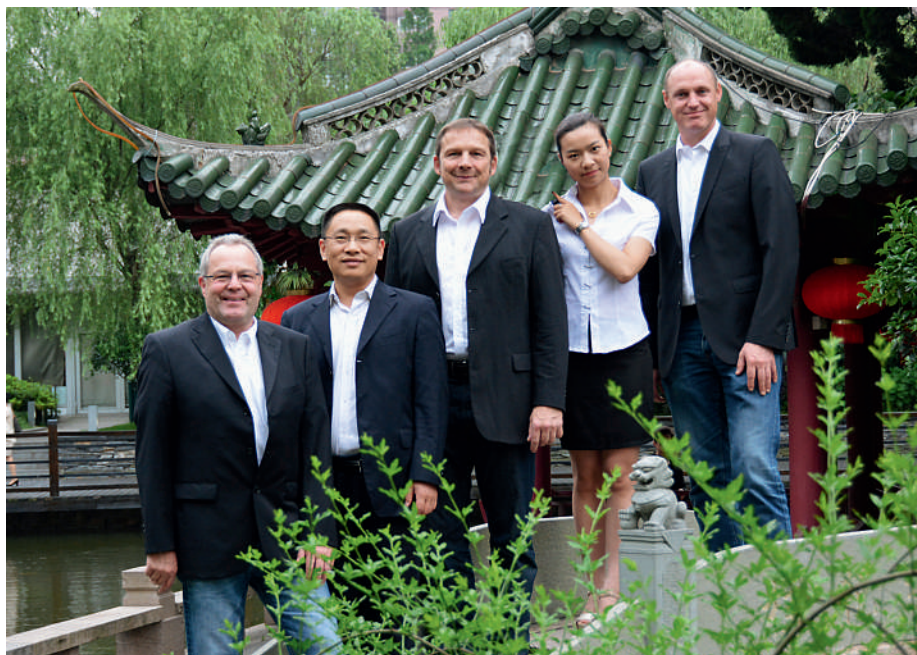
Fill Maschinenbau eröffnet 100-prozentiges Tochterunternehmen in China

Vor kurzem wurde Fill China mit Sitz in Shanghai eröffnet. Mit der neuen Auslandsniederlassung werden die oberösterreichischen Maschinenbauspezialisten den aufstrebenden chinesischen Markt noch konsequenter bearbeiten. Schon jetzt sind an zehn Standorten in ganz China Fill Maschinen erfolgreich im Einsatz. Mit rund 19 Millionen produzierten Fahrzeugen (PKW und Nutzfahrzeuge) pro Jahr ist China der weltgrößte

Markt im Automobilbereich. Tendenz stark steigend. Auch die Luftfahrtindustrie boomt im Reich der Mitte. Vor allem die Qualität „Made by Fill“ ist in China stark gefragt.

China hat sich in den letzten Jahren zu einem der wichtigsten Gießereimärkte weltweit entwickelt. Das ist vor allem in der aufstrebenden Automotive-Industrie begründet. Fill Maschinenbau beliefert viele namhafte Automobilhersteller

im europäischen und amerikanischen Raum mit Produktionsanlagen zur Herstellung von Zylinderköpfen und im Bereich der Aluminiumgießerei. Nun wird das Geschäft in China weiter forciert. „Aktuell bearbeiten wir in China sieben Projekte mit einem Gesamtauftragswert von rund 16 Millionen Euro. Durch die Gründung von Fill China sind wir mit einem fünfköpfigen Vertriebs- und Serviceteam noch näher am Kunden und



Fill Maschinenbau eröffnet 100-prozentiges Tochterunternehmen in Shanghai. Die Präsenz im größten Automobilmarkt der Welt schafft neue Möglichkeiten.
V.l.n.r.: Uwe Sucher (Vertrieb), Dr. Guoping Zhao (Vertrieb), Frank Landgraf (General Manager), Jana Chen (Assistenz), Thomas Rathner (Geschäftsführer Fill China, Leiter Fill Kompetenz Center Metall).
Foto: Fill Maschinenbau

können unsere Position als Markt- und Technologieführer weiter ausbauen“, erklärt Thomas Rathner, Geschäftsführer von Fill China und Leiter des Kompetenz Centers Metall bei Fill.

Enormes Potenzial

Die rasante Entwicklung am chinesischen Markt in den Bereichen Automotive und Composites beflügelt die Nachfrage nach hochqualitativen Maschinen und Anlagen.

Vor allem das Potenzial für Gieß-, Kühl- und Rohteilbearbeitungsanlagen ist in den Aluminium- und Eisengießereien enorm. Auch steigt der Bedarf an Faserverbundwerkstoffen kontinuierlich an. Diese Bereiche gehören zu den Kernkompetenzen von Fill Maschinenbau. Das Unternehmen ist als Maschinen- und Anlagenbauer sowie als Systemintegrator international höchst erfolgreich.

Boom auch in der Luftfahrtindustrie

Beim jährlichen Marktausblick „Current Market Outlook“ (CMO) sieht der Flugzeughersteller Boeing einen Bedarf von rund 35.000 neuen Flugzeugen in den nächsten 20 Jahren. Mehr als ein Drittel davon im asiatisch-pazifischen Raum.

Mit einer NDT Ultraschallanlage zum Prüfen von Strukturen aus Carbon für ein Werk in Nanjing hat Fill auch in diesem wichtigen Industriezweig bereits erste Erfolge erzielt. An weiteren Fill-Maschinen und Anlagen besteht großes Interesse.

Quelle: Fill Presseaussendung
v. 3. Juni 2014
www.fill.co.at



Superhelden der Zerspanung – Fill syncromill

Fill Bearbeitungsanlagen zeichnen sich seit Jahren durch Leistungsstärke, Präzision, Dynamik und Flexibilität aus. Mit den jüngsten Innovationen SYNCROMILL C, SYNCROMILL F und SYNCROMILL D setzen die oberösterreichischen Maschinenbauexperten wieder Maßstäbe in der industriellen Fertigung und Automatisierungstechnologie. Perfektion sichert dabei den Weg in neue Dimensionen. Mit exzellenter Technologie und ständigen Innovationen wird dem Kunden ein laufender Mehrwert garantiert.

Dies beweisen die neuen SYNCROMILL-Modelle, die ein extrem großes Einsatzspektrum abdecken. Dieses reicht von individuell angepassten Einzelmaschinen bis zu vollautomatischen Produktionsan-

lagen. Beim ersten Anblick der neuen Hochleistungsmaschinen springt dem Betrachter das außergewöhnlich gelungene Design ins Auge. Besonderes Augenmerk wurde bei der Entwicklung aller Bearbeitungszentren auf Funktionalität sowie Wartungs- und Servicefreundlichkeit gelegt.

SYNCROMILL – die multifunktionalen Bearbeitungszentren

Die SYNCROMILL Bearbeitungszentren von Fill zeichnen sich durch hohe Zerspanungsleistung bei höchster Bearbeitungsgenauigkeit aus. Sie können mit vor- oder nachgeschalteten Prozessen verkettet und individuell angepasst werden, als Einzelmaschinen oder als vollautomatische Produktionsan-

gen. Die modulare Ausstattung mit einer vierten und fünften Achse ist nach Bedarf jederzeit realisierbar. Fill übernimmt auch als Generalunternehmer die Produktionsgestaltung des Kunden – vom Rohgussteil bis zum bearbeiteten, gereinigten, geprüften und montierten Fertigteil.

Dynamisch, prozesssicher und effizient

Kurbelgehäuse, Zylinderköpfe, Nockenwellenträger, Lenksäulen, Dichtflansche oder Fahrwerkskomponenten werden unter anderem bereits auf der SYNCROMILL C (**Abb. 1**) bearbeitet. Durch das flexible Maschinenkonzept sind unterschiedlichste Bearbeitungsaufgaben umsetzbar. Das hochdynamische Doppelspindel-Aggregat mit



Abb. 1: SYNCROMILL C

getrennten Z-Achsen führt die Hauptvorschubrichtungen in X und Z aus. Optional ist es möglich, das Doppelspindel-Aggregat auch mit getrennten X-Achsen auszuführen. Durch ein neuartiges Werkzeugwechselkonzept werden kürzeste Werkzeugwechselzeiten realisiert.

Unterschiedlichste Kunden- und Bauteilanforderungen werden durch eine Vielzahl an Optionen abgedeckt. So können zum Beispiel durch das neu entwickelte und vollständig in die Maschine integrierte Palettenwechselsystem kürzeste Bauteilwechselzeiten erreicht werden. Durch diese und weitere Optionen ist eine äußerst effiziente, platzsparende, wirtschaftliche Fertigung von komplexen Bauteilen möglich.

Leistungsstark, wirtschaftlich und flexibel

Die Vorteile des neuen Bearbeitungszentrums SYNCROMILL F (Abb. 2) kommen speziell bei hohen Zerspanungsleistungen zum Tragen. Zwei Spannvorrichtungen werden mittels Rundtisch wechselweise in den Bearbeitungsraum gedreht. Darin werden die Bauteile mit einem kompakten, leistungsstarken, mehrspindeligen Aggregat bearbeitet. Das Werkstück wird in Y-Richtung bewegt, die Werkzeug-

spindel in X- und Z-Richtung. Durch diesen Aufbau ergibt sich die enorme Steifigkeit der Maschine. Das über dem Bearbeitungsaggregat angeordnete Werkzeugmagazin erlaubt neben kurzen Span-zu-Span-Zeiten auch die hauptzeitparallele Werkzeugbeschickung.

Universell, präzise und platzsparend

Ob Achsträger, Fahrzeugstrukturbauteile, Fahrwerksteile oder andere Bauteile, das Fill-Bearbeitungszentrum SYNCROMILL D (Abb. 3) steht für die beste Lösung, wenn Vielseitigkeit, Dynamik und Präzision in Einklang gebracht werden müssen. Bearbeitungen von großvolumigen Bauteilen werden in Verbindung mit intelligenten Spannkonzepthen äußerst wirtschaftlich durchgeführt.

Das Werkstück wird auf einem Rundtisch im Bearbeitungsraum positioniert, die Werkzeugspindel in X-, Y- und Z-Richtung. Durch

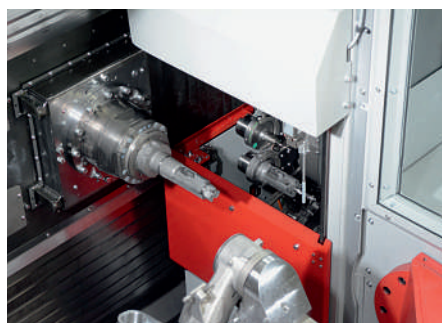


Abb. 3: SYNCROMILL D – Bearbeitungsraum mit Werkzeugwechsel

die variable Positionierung des Rundtisches (A/B-Achse) kann eine Vielzahl von unterschiedlichen Bearbeitungen abgedeckt werden. Das seitlich angeordnete Werkzeugmagazin ermöglicht neben kurzen Span-zu-Span-Zeiten auch beste Zugänglichkeit.

Die SYNCROMILL D kann mit vor- oder nachgeschalteten Prozessen verkettet und an spezifische Kundenanforderungen angepasst werden. Bauteilgebundene Spannvorrichtungen und Transportsysteme können eingesetzt werden.

Transparenz schafft Überblick

Das Anlageninformationssystem EFFICIENCY CONTROL COCKPIT (ECC) von Fill ist ein IT-unterstütztes Werkzeug zur Datenerfassung, -speicherung und -auswertung von Produktionsanlagen. Die vollautomatische Erfassung und zentrale Speicherung aller technisch und organisatorisch wichtigen Daten garantiert eine exzellente Datenqualität. Die strukturierte Aufarbeitung aller Daten sorgt für optimale Transparenz, selbst bei komplexesten Anlagen. Mit ECC werden die Prozesse optimiert und die Produktivität maximiert. Darüber hinaus unterstützt ECC bei Instandhaltung, Qualitätssicherung und Investitionsplanung. ECC wurde für Fill Maschinen entwickelt, kann jedoch in jede Fremdmaschine oder -anlage auch im Nachhinein integriert werden.



Abb. 2: SYNCROMILL F

Corporate Data

Fill ist ein international führendes Maschinen- und Anlagenbau-Unternehmen für verschiedenste Industriebereiche. Modernste Technik in Management, Kommunikation und Produktion zeichnen das Familienunternehmen aus. Die Geschäftstätigkeit umfasst die Bereiche Metall, Kunststoff und Holz für die Gießerei-, Automobil-, Luftfahrt-, Windkraft-, Sport- und Bauindustrie. In der Aluminium-Entkerntechnologie sowie für Ski- und Snowboard-Produktionsmaschinen ist das Unternehmen Weltmarktführer.

Andreas Fill und Wolfgang Rathner sind Geschäftsführer des 1966 gegründeten Unternehmens, das sich zu 100 Prozent in Familienbesitz befindet und mehr als 600 Mitarbeiter beschäftigt. 2013 erzielte das Unternehmen knapp 115 Mio. Euro Umsatz.

Mehr Informationen unter:
www.fill.co.at



Bühler China eröffnete das neue Werk in Wuxi, dem chinesischen Hauptquartier des Unternehmens

Die Stadt Wuxi liegt nur knapp eine halbe Stunde von Shanghai entfernt – jedenfalls mit dem Hochgeschwindigkeitszug. Mit dem Regionalzug beträgt die Reisezeit fast zwei Stunden. Dass es den „Bullet Train“ gibt, ist eines der zahlreichen Anzeichen für Chinas technologischen und wirtschaftlichen Erfolg. Chinas Wachstum und technologischer Anspruch sind auch der Grund, weshalb Bühler die neue Fabrik in Wuxi eröffnete: Produzenten der Druckgiessindustrie in China brauchen immer mehr Maschinen von der Qualität, die Bühler auszeichnet.

Um dieser Nachfrage zu genügen, investierte Bühler 50 Millionen Franken in das neue Werk. „Das zeigt, dass wir an den chinesischen Markt glauben“, sagte Jonathan Abbas, Leiter des Bereichs Druckguss bei Bühler, in seiner Rede zur Eröffnung der neuen Fertigungsanlagen. „Wir sind beim Bau der Fabrik keinerlei Kompromisse eingegangen. In Wuxi produzieren wir Maschinen von exakt derselben Qualität und Zuverlässigkeit, die unsere Kunden von allen Bühler Maschinen gewöhnt sind.“

80 Gäste – sie repräsentierten rund 50 Firmen aus ganz China – waren zur Eröffnung angereist, um sich davon zu überzeugen. In dem neuen Werk produziert Bühler Druckgiessmaschinen vom Typ Ecoline und Ecoline Pro. Heute hat die Fabrik eine Kapazität von rund 300 Maschinen im Jahr. Um die



Am 20. Mai 2014 eröffnete Bühler China das neue Werk in Wuxi

Foto Bühler

Qualität der Produktion sicherzustellen, entfielen 35% der Gesamtinvestition in Wuxi auf Maschinen zur betriebsinternen Herstellung von Komponenten. „Wenn wir die Teile selbst produzieren, dann ist auch der Wissenstransfer einfacher zu bewerkstelligen“, sagte Robin Lu, Leiter des Bereichs Druckguss Bühler China.

Es geht aber nicht nur um Equipment. Wuxi ist das Hauptquartier von Bühler China. Der Standort dient nicht allein der Herstellung, sondern auch der Forschung und Entwicklung, dem Verkauf und Service und als Trainingszentrum. „China ist neben Europa und den USA eines der drei grossen Zentren für unser Geschäft“, sagt Marcello Fabbri, Leiter Produktmanagement und Marketing bei Bühler.

„Natürlich ist es entscheidend, in allen diesen Zentren vor Ort voll präsent zu sein.“

Vor allem der Markt für Druckgiessmaschinen wird sich in China weiterhin rasch entwickeln. Im kommenden Jahr ist für die Produktion von im Druckguss gefertigten Teilen insgesamt ein Wachstum von rund zehn Prozent zu erwarten. Dabei handelt es sich nicht nur um eine quantitative Entwicklung. Es ist deutlich zu sehen, dass chinesische Kunden immer mehr auf Qualität achten. Da hat ein Umdenken eingesetzt. Bühler ist perfekt aufgestellt, um Chinas anspruchsvollem Wachstum gerecht zu werden.

Quelle: Bühler Presseaussendung
v. 24. Juni 2014



Produktivitätssteigerungen fördern profitables Wachstum

(Georg Fischer Halbjahresabschluss per 30. Juni 2014)

- **Umsatz steigt organisch um 4%, 2% in CHF, auf CHF 1.879 Mio.**
- **Betriebsergebnis erhöht um 12% auf CHF 132 Mio.**
- **GF Piping Systems wird erstmals größte Division von GF**

GF hat den Umsatz im ersten Halbjahr um 2% gesteigert. Bereinigt um Währungseffekte, Akquisitionen und Devestitionen entspricht

dies einer Zunahme um 4%, wobei Europa und China den größten Beitrag leisteten. Alle drei Divisionen konnten ihren Umsatz in lokalen Währungen steigern.

Das Betriebsergebnis (EBIT) erhöhte sich um 12% auf CHF 132 Mio., da die Werke besser ausgelastet waren als im Vorjahr und das 2013 lancierte Kostensenkungsprogramm seine volle Wir-

kung entfaltete. Bereinigt um verschiedene negative Währungseffekte, etwa im US-Dollar und in der türkischen Lira, hätte der EBIT-Zuwachs über 20% betragen. Die EBIT-Marge (ROS) stieg auf 7,0% und die Rendite auf das eingesetzte Kapital (ROIC) auf 17,2% gegenüber 6,4% beziehungsweise 14,5% im ersten Halbjahr 2013. Der ROIC erreichte in allen drei Divisionen

zweistellige Werte und lag deutlich über den Kapitalkosten.

Das Konzernergebnis beläuft sich auf CHF 92 Mio. gegenüber CHF 83 Mio. in der Vorjahresperiode (+11%). Der Verkauf einer Landparzelle in Schaffhausen trug CHF 6 Mio. zu diesem Ergebnis bei. Der freie Cashflow vor Akquisitionen fällt mit – CHF 64 Mio. saisonbedingt tief aus. Für das zweite Halbjahr 2014 wird ein deutlich positiver Cashflow erwartet.

Die Zahl der Mitarbeitenden erhöhte sich von 13.400 auf 13.800. Der Anstieg um 630 Mitarbeitende infolge der Akquisition von Hakan Plastik (Türkei) im Juli 2013 wurde teilweise durch die Devestition des Kokillenguss-Geschäfts in Herzogenburg (Österreich) im Januar 2014 kompensiert. Diese führte zu einer Reduktion von 340 Mitarbeitenden.

Trotz eines harten Winters in den USA und der anhaltenden Investitionsflaute in der Halbleiterindustrie steigerte **GF Piping Systems** den Umsatz um 12% auf CHF 742 Mio. Bereinigt um Akquisitionen und Währungseffekte beläuft sich das organische Wachstum auf 7%. Dieses stammt mehrheitlich aus Europa und China sowie guten Erfolgen in den Bereichen Haus technik, Schiffbau und Kühlung.

Das Betriebsergebnis legte um 4% auf CHF 70 Mio. zu, gegenüber CHF 67 Mio. im Vorjahr. Das Wachstum beim Verkaufserlös glich negative Währungseffekte bei den Umsätzen in türkischer Lira und in US-Dollar aus.

GF Hakan Plastik erzielte ein starkes Umsatzwachstum, insbesondere in den Exportmärkten. Zudem wurden Massnahmen ergrif-

fen, um das Fremdwährungs-Exposure deutlich zu senken und die Preise im Lokalmarkt zu erhöhen, mit dem Ziel, die Profitabilität im zweiten Halbjahr steigern zu können.

GF Automotive wies für das erste Halbjahr einen Umsatzrückgang auf CHF 718 Mio. aus. Bereinigt um Währungseffekte und Devestitionen entspricht dies einem organischen Wachstum von 1%. Das Produktionsvolumen wurde zwar um 4% gesteigert, dies führte aber nur zu einer einprozentigen Umsatzsteigerung, da der Preisrückgang bei Metallen an die Kunden von GF Automotive weitergegeben wird. Die Division profitierte von einem leichten Aufschwung in der europäischen Automobilindustrie sowie einem starken Marktumfeld in China.

GF Automotive steigerte ihr Betriebsergebnis auf CHF 49 Mio. gegenüber CHF 35 Mio. im Vorjahr. Dieser Anstieg um 40% resultierte aus der besseren Auslastung der Produktionsstätten in Europa, der Portfolioanpassung und dem 2013 lancierten Kostensenkungsprogramm.

GF Machining Solutions vergrößerte den Auftragseingang um 2% beziehungsweise um 5% in lokalen Währungen, hauptsächlich aufgrund der Konjunkturerholung in Europa sowie einem stabilen Bestelleingang aus China. Der Umsatz entwickelte sich im ersten Halbjahr verhaltener als die Aufträge, da Lieferungen aus verschiedenen großen Verträgen erst im zweiten Halbjahr erfolgen. In CHF entspricht dies einem Umsatz von CHF 420 Mio., er liegt damit auf Vorjahresniveau. In lokalen Wäh-

rungen beträgt der Anstieg 3%. Hauptsächlich infolge von Währungseffekten fiel das Betriebsergebnis von CHF 20 Mio. gegenüber CHF 22 Mio. im Vorjahr etwas geringer aus.

Strategische Massnahmen zur Wertsteigerung und Reduzierung der Zyklichkeit

GF Piping Systems ist erstmals die größte Division von GF. Durch diese wichtige Veränderung im Portfolio kann die Zyklichkeit des Konzerns insgesamt reduziert und die Profitabilität gesteigert werden.

GF Automotive ging Anfang Juli eine strategische und finanzielle Partnerschaft mit Mecor Eckel ein, dem führenden deutschen Hersteller von Leichtmetall-Druckgussformen. Diese Partnerschaft erlaubt es, das Know-how in den Bereichen Formenbau und Komponentenherstellung zu bündeln, wovon die Kunden von GF profitieren. Der Abschluss der Transaktion dürfte in den nächsten Wochen erfolgen.

GF Machining Solutions erwarb Anfang Juli die Liechti Engineering AG, den führenden Spezialisten im Bereich 5-Achsen-Fräsmaschinen zur Herstellung von Schlüsselkomponenten für Flugzeugtriebwerke und Turbinen zur Energieerzeugung. Mit dieser Übernahme verstärkt GF Machining Solutions markant ihre Präsenz und ihr Produktportfolio im vielversprechenden und weniger zyklischen Luftfahrtsektor.

Ausblick

Wir erwarten eine unterschiedliche Nachfrage mit einer leichten

Kennzahlen per 30. Juni 2014

Mio. CHF	Konzern		GF Piping Systems		GF Automotive		GF Machining Solutions	
	2014	2013	2014	2013	2014	2013	2014	2013
Auftragseingang	1 909	1 896	750	674	702	774	458	448
Umsatz	1 879	1 837	742	665	718	752	420	420
EBITDA	193	181	94	88	79	69	26	28
EBIT	132	118	70	67	49	35	20	22
Konzernergebnis	92	83						
Freier Cashflow	-64	7						
Return on Sales (EBIT-Marge) %	7,0	6,4	9,4	10,1	6,8	4,7	4,8	5,2
Return on Invested Capital (ROIC) %	17,2	14,5	16,5	16,7	21,1	14,4	12,4	13,3
Personalbestand	13 801	13 397	6 035	5 359	4 735	5 055	2 880	2 837

Erholung in Europa und eher geringen Wachstumsquoten in mehreren Ländern Asiens und Südamerikas. Trotz eines traditionell schwächeren zweiten Halbjahres erwarten wir jedoch für die kommenden sechs Monate ein vergleichbares Ergebnis wie in der ersten Jahreshälfte.

Der US-Markt von GF Piping Systems erholt sich allmählich von den schlechten Wetterbedingungen im ersten Quartal. GF Machining Solutions verfügt über einen ho-

hen Auftragsbestand, und die Automobilbranche, einschließlich des Lastwagensektors, dürfte das weitere Wachstum von GF Automotive begünstigen. Zudem steigern die beiden Akquisitionen von GF Automotive und GF Machining Solutions deren Wettbewerbsfähigkeit und dürften im zweiten Halbjahr sowohl einen Umsatz- als auch einen Gewinnbeitrag leisten.

GF hält an der Umsetzung seiner Strategie fest und wird die Produktivität in Europa laufend aus-

bauen und in Wachstumsmärkten expandieren. Die für 2015 formulierten Ziele eines ROIC von 16% bis 20% und eines ROS im Bereich von 8% bleiben unverändert.

Quelle: GF Pressemitteilung, Schaffhausen, 17. Juli 2014

Weitere Informationen erhalten Sie bei:
Beat Römer
Leiter Konzern-Kommunikation
Tel.: +41 (0)52 631 26 77
E-Mail: media@georgfischer.com,
www.georgfischer.com



Partnerschaft mit führendem Formenbauer Mecco Eckel stärkt Wettbewerbsfähigkeit des Leichtmetallangebots von GF Automotive

GF Automotive, eine Division von Georg Fischer, stärkt seine Position als führender Anbieter von Leichtbauteilen im Druckguss durch eine strategische und finanzielle Partnerschaft mit dem führenden Formenbauer Mecco Eckel GmbH (Deutschland).

Know-how im Formenbau ist essentiell in der Gestaltung von Gusskomponenten, in der Produktionseffizienz und verkürzt deutlich die Zeitspanne von der ersten Designidee bis zur Serienreife der Leichtbau-Druckgussteile. Die Partnerschaft mit Mecco Eckel ermöglicht eine frühzeitigere Einbindung beim Design der Gussteile, schnellere Prozesse bei der Umsetzung des Designs in der Produktion sowie nahtlose Lieferungen und Services für die Kunden. Beide Parteien haben sich als Bestandteil der Zusammenarbeit darauf geeinigt,

dass das Management-Team unter der Leitung von Erhard Stark seine erfolgreiche Tätigkeit fortsetzt, um die Kontinuität des Unternehmens und des hohen Servicestandards für die Kunden zu gewährleisten.

Im Zuge der Partnerschaft übernimmt GF eine Mehrheitsbeteiligung in Höhe von 51%. Der Abschluss der Transaktion ist – die Genehmigung durch die zuständigen Behörden vorausgesetzt – in den nächsten zwei Monaten vorgesehen. Über den Kaufpreis und weitere Details zur Partnerschaft wurde Stillschweigen vereinbart. „Wir sind stolz, Mecco Eckel im Kreise der GF Familie willkommen heissen zu dürfen, ein Unternehmen, mit dem GF Automotive in den vergangenen zwanzig Jahren erfolgreich zusammengearbeitet hat“, sagt Yves Serra, CEO von GF. „Das Know-how von Mecco Eckel

und jenes von GF Automotive ergänzen sich optimal. Diese Kombination wird unser Kundenangebot beträchtlich aufwerten.“

„Der Zusammenschluss mit GF erfolgt im Interesse unserer Kunden zur optimalen und innovativen Entwicklung von Druckgussformen und deren Aluminiumprodukte“, erklärt Erhard Stark. „GF ist ein Unternehmen, das die langjährige Partnerschaft und die hohe Kompetenz der Mitarbeiter von Mecco Eckel schätzt.“

Mecco Eckel ist ein bekannter und führender Spezialist im Werkzeug- und Formenbau für die Automobilindustrie und erzielt einen Umsatz in Höhe von EUR 35 Mio. An den beiden Standorten in Biedenkopf-Wallau und Leipzig werden 130 Mitarbeitende beschäftigt.

Quelle: GF-Presseaussendung v. 9. Juli 2014



Nemak als einer der besten Zulieferer des Volkswagen Konzerns ausgezeichnet

Nemak wurde vor kurzem im Rahmen des „Volkswagen Group Award 2014“ als einer der besten Zulieferer ausgezeichnet. Martin Winterkorn, Vorstandsvorsitzender der Volkswagen Aktiengesellschaft und Francisco Garcia Sanz, Vizepräsident im Bereich Beschaffung, überreichten den Preis an Armando Tamez, CEO von Nemak, auf einer Galaveranstaltung im Leipziger Porschewerk, an der

250 Gäste aus 28 Ländern teilnahmen.

Nachdem Tamez den Preis entgegengenommen hatte, erklärte er: „Wir fühlen uns sehr geehrt und freuen uns über die seitens des Volkswagen Konzerns ausgedrückte, wichtige Anerkennung unserer Qualität, Leistung, Flexibilität sowie unserer Lokalisierungsstrategie zur Unterstützung des Volkswa-

gen Konzerns weltweit. Diese Auszeichnung ist für uns ein klares Zeichen dafür, dass wir für unsere Kunden als strategischer Partner agieren und motiviert uns weiterhin zu stetigen Verbesserungen.“

Mit diesem Preis würdigt der Volkswagen Konzern seine Zulieferer für deren unternehmerische Gesamtleistung. Die Gewinnerfirmen zeichnen sich durch Innovationskraft, Produktqualität, Entwick-

lungskompetenz und Projektmanagement aus.

Nemak ist der Hauptlieferant von Zylinderköpfen und Motorblöcken für die Standorte des Volkswagen Konzerns in Nordamerika, Europa und Südamerika. Die Produkte werden in die Fahrzeuge der Marken VW, Audi, Seat, Skoda, Lamborghini und Porsche eingebaut. Darüber hinaus baut Nemak gegenwärtig ein neues Werk in Russland, um die Aktivitäten des Volkswagen Konzerns in diesem Markt zu unterstützen und so die strategische Partnerschaft mit Volkswagen zu stärken.



Nemak ist spezialisiert auf die Entwicklung und Produktion von Aluminiumkomponenten für die Automobilindustrie weltweit. Ihr Schwerpunkt liegt bei komplexen Teilen aus Aluminiumguss, einschließlich Zylinderköpfen, Motorblöcken, Getriebegehäuse und Strukturkomponenten.

Nemak beschäftigt weltweit über 20.000 Mitarbeiter in 35 Produktionsstätten in 15 Ländern und erzielte 2013 einen Umsatz von 4,4 Mrd. USD.

Kontaktdaten:

Ricardo Martinez Salas | Global Head of Communications
Tel: +52 (81) 8748 5281 | E-Mail: ricardo.martinez@nemak.com

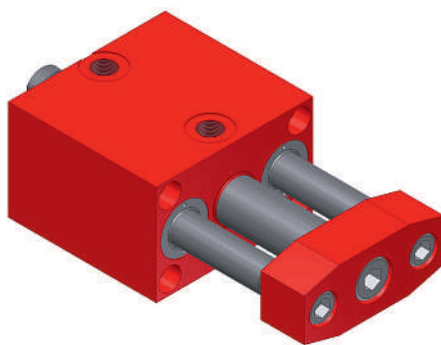
Quelle: Nemak-Presseaussendung,
Monterrey, Mexiko, 21.07.2014



HYDROPNEU GmbH präsentierte energieoptimierten Kernzugzylinder

Zum ersten Mal wurde auf der EUROGUSS in Nürnberg ein energieoptimierter Kernzugzylinder der neuentwickelten Baureihe 58 präsentiert. Übliche Kernzugzylinder an Druckgussformen werden aufgrund Ihrer Anbindung in der Regel ziehend eingesetzt. Das bedeutet, dass in dem Augenblick, in dem der Anwender die größte Kraft zum Losbrechen eines Kerns oder Schiebers benötigt, nur die kleinere Kraft der Ringfläche des Hydraulikzylinders zur Verfügung steht. Dadurch wird sein Leistungsvermögen relativ uneffektiv genutzt.

Bei der kompakten Zylindereinheit wird durch Umkehr der Wirkrichtung beim Lösen von Schiebern und Ziehen von Kernen dagegen die gesamte Kolbenfläche eingesetzt und damit die maximal mögliche Kraft des Zylinders genutzt. Durch den Einsatz der Kolbenringfläche können dann beim



Schließen mit der bisher benötigten hydraulischen Leistung höhere Geschwindigkeiten und damit kürzere Zykluszeiten erzielt werden, oder es besteht die Möglichkeit, den höheren Wirkungsgrad für eine Energieeinsparung zu nutzen. Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass die nun von der Druckgussform abgewandten Kolbenstangendichtungen einer geringeren thermischen Belastung ausgesetzt sind.

Bei der neuen Baureihe setzt HYDROPNEU auf zwei parallel laufende kleine Kolben, die in einer kompakten Einheit zusammengefasst sind. Damit kann die Einheit wie ein konventioneller Zylinder befestigt werden und alle Bewegungen erfolgen achsparallel ohne zusätzliche Kräfte oder Momente. In einem gewissen Umfang kann die neue Zylinder Baureihe 58 sogar Führungsaufgaben für den Schieber übernehmen, was den Aufbau der Druckgussform vereinfachen kann.

Quelle: Hydropneu
Presseaussendung vom 5.5.2014

Kontaktadresse:

HYDROPNEU GmbH
zH Hrn. Rüdiger Hellstern
D-73760 Ostfildern | Sudetenstr. 1
Tel.: +49 (0)711/34 29 99-0
Fax: +49 (0)711/34 29 99-1
E-Mail: info@hydropneu.de
www.hydropneu.de



ASK Chemicals startet Casting Academy im Rahmen der Metal + Metallurgy China in Beijing

Als internationaler Anbieter innovativer Gießereihilfsmittel für die Herstellung anspruchsvoller Gussstücke ging ASK Chemicals im Rahmen der Metal + Metallurgy China erstmals mit einem umfangreichen Vortragsprogramm an den

Start. Die eintägige Veranstaltung bot neben Vorträgen zu ASK-Chemicals-Produkten und -Technologien auch Gastvorträge von Mingzhi Technology und der AUDI AG. Die Auftaktveranstaltung fand bei Kunden großen Anklang. Der

Global Player plant, seine jüngst ins Leben gerufene Casting Academy in China als Podium für Wissenstransfer zu etablieren.

Die Experten von ASK Chemicals verfügen über langjährige Erfah-

rung in allen Fertigungsschritten einer modernen Gießerei. Deshalb hat sich das Unternehmen schon früh als kompetenter Prozessbegleiter und -berater einen exzellenten Ruf erworben – ein Grund mehr, dieses Wissen im geeigneten Rahmen zu teilen, denn technologischer Vorsprung braucht intensiven Austausch über Innovationen und deren Anwendungen.

Diese Brücke schlägt ASK Chemicals mit seiner neuen, jährlich stattfindenden ASK Chemicals Casting Academy in China. Zum Auftakt standen insgesamt neun Vorträge auf dem Tagungsprogramm – zu Anwendungen und Erfahrungen im Einsatz von Schlichten und Additiven, anorganischer Bindemitteltechnologie, No-Bake-Binder sowie zu den Design Services des Hauses. Dr. Roman Viets von der AUDI AG, Deutschland, hielt einen Vortrag zum Thema „Audi Motorenguss – Anforderungen an die Supplier Excellence“, und Qiu He von Mingzhi Techno-



Großes Interesse bei der ersten ASK Chemicals Casting Academy, China. Dr. Roman Viets, Leiter des Guss-teams bei der AUDI AG, hielt einen Vortrag zum Thema „Audi Motorenguss – Anforderungen an die Supplier Excellence“.

Foto ASK

logy präsentierte neue Möglichkeiten der anorganischen Kernfertigung.

Jay Tang, Geschäftsführer ASK Chemicals China, betonte die Wichtigkeit eines solchen Wissenstransfers für die chinesische Gießerei-Industrie: „Ziel unserer Akademie ist es, das Networking der chinesischen Gießer zu fördern und damit aktuelles Wissen aktiv auszutauschen und erfahrbar zu machen“, so Jay Tang.

Quelle: ASK Presseaussendung vom 10. Juni 2014

Kontaktadresse:

ASK Chemicals GmbH
zH Frau Verena Skelnik
Manager Marketing & Communications
D-40721 Hilden | Reisholzstr. 16–18
Tel.: +49 (0)211-71103-0
Fax: +49 (0)211-71103-70
E-Mail: info@ask-chemicals.com
www.ask-chemicals.com



Solventless Cold-Box-Technologie jetzt auch für Eisenguss erhältlich

ASK Chemicals ist es gelungen, die erfolgreiche ECOCURE SL Technologie für den Eisenguss weiterzuentwickeln. Mit der Solventless Cold-Box-Technologie von ASK Chemicals ist es möglich, die Emissionen stark zu reduzieren und dabei die Leistungseigenschaften zu verbessern.

Durch die starke Reduktion von Lösungsmitteln im Teil 2 des Solventless-Systems wird der Emissionsausstoß im gesamten Prozess reduziert. ECOCURE SL für den Eisenguss bietet daneben eine Reihe überzeugender Leistungseigenschaften: So können mit der neuen Technologie Gas-, Kondensat- und Qualm-Bildung im Gießprozess reduziert werden. Darüber hinaus werden besonders hohe Sofortfestigkeiten (Abb. 1) sowie eine reduzierte Klebeneigung erzielt. Die Reduzierung des Lösungsmittelanteils bei dieser Technologie ermöglicht zudem eine Verringerung des Aminbedarfs.

Das neue System für den Eisenguss hat schon jetzt seine Stärken unter Beweis gestellt. Im Schulterchluss mit seinen Kunden hat ASK Chemicals das neue System erfolgreich an ihre spezifischen Bedingungen angepasst, so dass bereits kurz nach der Einführung verschiedene Eisengussteile wie z.B. Bremsscheiben, Getriebe- und Kurbelgehäuse oder Hydraulikgussteile mit der neuen ECOCURE SL Technologie gefertigt werden.

Die Solventless Cold-Box-Technologie ist dank ihrer Vorteile bestens geeignet, um die aktuellen und künftigen Anforderungen von

Gießereien im Hinblick auf die stetig wachsende Nachfrage nach leistungsfähigen und zugleich umweltfreundlichen Cold-Box-Lösungen voll zu erfüllen.

Quelle: ASK Presseaussendung vom 18. Juni 2014

Kontaktadresse:

ASK Chemicals GmbH
zH Frau Verena Skelnik
Manager Marketing & Communications
D-40721 Hilden | Reisholzstr. 16–18
Tel.: +49 (0)211-71103-0
Fax: +49 (0)211-71103-70
E-Mail: info@ask-chemicals.com
www.ask-chemicals.com

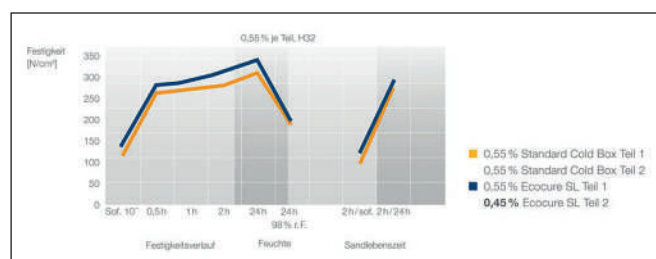


Abb. 1: Verbesserte Leistungsmerkmale der neuen Solventless Cold-Box-Technologie

**Mitglieder-
informationen**

Neues Firmenmitglied

Albertuswerke GmbH, D-30916
Isernhagen, Stahlstraße 6

Neues persönliches Mitglied

Dipl.-Kfm. Ing. **Josef Preiß**, Geschf.
d. AAGM Aalener Gießereimaschi-
nen GmbH, D-73441 Böpfingen,
Gewerbehof 28
Privat: wie oben

Personalia – Wir gratulieren zum Geburtstag



Herrn Dipl.-Ing.
**Hans-Joachim
Zirl**, Geschäftsführer der Zirl
Guss Ges.mbH,
A-8055 Graz, Plachelhofstr. 16–18,
nachträglich **zum**

75. Geburtstag am 12. Juni 2014.

Hans-Joachim Zirl wurde am 12. Juni 1939 in Graz geboren und absolvierte hier auch die Grundschulen. Nach der mit Auszeichnung abgelegten Reifeprüfung folgte er dem Wunsch seines Vaters und ging im Herbst 1957 nach Leoben, um die Studienrichtung Hüttenwesen an der damaligen Montanistischen Hochschule zu belegen. Seine bekanntesten Lehrer

waren dort die unvergesslichen Professoren Mitsche, Trenkler und Schwarz-Bergkamp. Das Österreichische Gießereinstitut lernte er schon bald im Rahmen eines Feriapraktikums kennen. An der Lehrkancel für Metallkunde – bei Prof. R. Mitsche – war Zirl später ein Jahr lang wissenschaftliche Hilfskraft. Seine Gießereiausbildung, damals als Zusatzsemester eingerichtet, erhielt Zirl bei Prof. Karl Zeppelzauer. Im Herbst 1964 ging Zirl nach München und belegte an der Technischen Hochschule München das Arbeits- und Wirtschaftswissenschaftliche Aufbaustudium. Nach dessen Abschluss als Dipl. Wirtsch.Ing. trat er bei der Georg Fischer AG in Schaffhausen in die Stahlgießerei ein. Nach Ablauf eines Jahres kehrte er nach Graz zurück und nahm seine Tätigkeit in der väterlichen *Eisengießerei Herbert Zirl* auf, die zunächst durch einen neunmonatigen Wehrdienst beim Bundesheer unterbrochen wurde. In den 70iger Jahren widmete sich Zirl vor allem der Modernisierung des väterlichen Betriebes. Die Erzeugung von Sphäroguss, später auch von Stahlguss, wurde aufgenommen. In diese Zeit fällt auch seine Tätigkeit als Mitglied des Fachverbandsausschusses der Gießereiindustrie Österreichs.

Anfang der 80iger Jahre wurde das Familienunternehmen insolvent. Die von Hans Zirl gegründete Zirl Guss GmbH schaffte den wirtschaftlichen Neustart und war im folgenden Jahrzehnt mit der Produktion von Stahlguss, unlegiert bis hochlegiert, zu einer Zeit erfolgreich, als andere österreichische Gießereien mit ähnlichem Programm ihre Tätigkeit schon eingestellt hatten. Das Jahr 1992 brach-

te durch den Fall aller Einfuhrbeschränkungen von Importen aus osteuropäischen Ländern eine neuerliche Wende. Der Preisverfall bei Stahlguss und die damit einhergehenden Auftragsausfälle zwangen Zirl zunächst zu neunmonatiger Kurzarbeit. Im Dezember 1992 musste sich Zirl schweren Herzens entschließen, den Standort Graz aufzugeben und die Gussfertigung in Länder mit niedrigeren Personalkosten zu verlagern. Im Zuge seiner Handelstätigkeit bewegt sich Zirl heute als Einkäufer viel auf dem Boden der alten Donaumonarchie, neuerdings auch im asiatischen Raum, insbesondere in China. Als Verkäufer pflegt er Kontakte zu Kunden in Österreich und in den alten Mitgliedsländern der Europäischen Union.

Das Land Steiermark ehrte Hans Zirl anlässlich seines siebzigsten Geburtstages durch Verleihung des Goldenen Ehrenzeichens des Landes Steiermark. Aus der Hand des Rektors der Montanuniversität Leoben empfing Hans-Joachim Zirl am 4. April 2014 das Goldene Ingenieurdiplom anlässlich des 50. Jahrestages der Ablegung der II. Staatsprüfung der Studienrichtung Hüttenwesen. Schließlich ehrte auch die Stadt Graz DI Hans-Joachim Zirl an dessen 75. Geburtstag durch die Verleihung des Ehrenzeichens der Landeshauptstadt Graz in Gold.

Frau Dr.techn. **Marta Maria Sipos**, Furtenbach GmbH, A-2700 Wr.Neustadt, Neunkirchner Straße 88, **zum 50. Geburtstag** am 4. Oktober 2014.

**Den Jubilaren
ein herzliches Glückauf!**

Wir trauern um



Herrn Dr.jur. **Kurt Krenkel**, Wien, der am 8. Mai 2014 im 84. Lebensjahr verstorben ist. Dr. Kurt Krenkel war 31 Jahre, davon 24 Jahre als Geschäftsführer, im Fachverband der Gießerei-Industrie in der Wirtschaftskammer Österreich tätig und befand sich seit 1. November 1994 im Ruhestand.

Am 4. November 1994 wurde ihm auf Entschließung des Herrn Bundespräsidenten für seine Verdienste um die österreichische Gießereiindustrie und für seine internationale Tätigkeit im Rahmen der europäischen Gießereiindustrie das Goldene Ehrenzeichen der Republik Österreich verliehen.

Die Gieß-Familie wird dem Verstorbenen immer ein ehrendes Gedenken bewahren!

Bücher und Medien



Anlagenrecht im Praxis-Check

Neues für Industrieanlagen, Umweltverträglichkeitsprüfungen und Betriebsnachfolgen



In dieser Publikation hat Frau Dr. Elisabeth Fuherr von der Umweltpolitischen Abteilung der WKÖ sämtliche Vorträge des „Symposiums Anlagenrecht“

vom 1. Oktober 2013 in Aufsatzform gesammelt und im Verlag der Service GmbH der Wirtschaftskammer Österreich herausgebracht.

Wien im April 2014, Paperback, Format 14,8 x 21 cm, 146 Seiten. Preis: € 32,-/ € 38,- für Mitgl./ Nichtmitgl., inkl. USt. zzgl. Porto/ Versand. Bestellmöglichkeiten: WKÖ-Webshop unter <http://webshop.wko.at>, E-Mail: mservice@wko.at, Tel.: +43 (0)5 90 900 5050.

Im Fokus stehen folgende Themen:

- **Das neue Industrieemissionsregime**
Keine Angst vor Umweltinspektionen NEU? Die Umsetzung der neuen IndustrieemissionsRL der EU bringt eine ganze Reihe von Änderungen, die Betriebe beachten müssen. Was genau kommt auf Betriebe und Behörden zu und wie können die neuen Belastungen in Grenzen gehalten werden?
- **Better Regulation im Betriebsanlagenrecht**
Die GewO-Novelle 2013 bringt lang ersehnte Erleichterungen für Anlagenbetreiber durch Abbau bürokratischer Hürden. Auch Betriebsübernahmen werden deutlich vereinfacht, was dem Umstand, dass in den nächsten Jahren rund 44% der KMUs von Überga-

be- oder Nachfolgefragen betroffen sein werden, Rechnung trägt.

- **Neuerungen im UVP-Recht**
Die relevanten Änderungen des UVP-G durch die letzten Novellen werden ebenso vorgestellt wie die Schwerpunkte der neuen Unionsvorgaben durch die umfassende Revision der UVP-Richtlinie.

Stahl-Metallurgie für Einsteiger



Von Prof. John D. Verhoeven von der Iowa State University, USA. Amerikanische Originalauflage 2007: „Steel Metallurgy for the Non-Metallurgist“. 1. Auflage der deutschen Ausgabe 2013 im Wieland Verlag GmbH, D-83043 Bad Aibling, Rosenheimerstr. 22, www.wieland-verlag.com. Hardcover, Format 17 x 23 cm, 316 Seiten mit zahlr. Abb. u. Tabellen. ISBN 987-3-938711-50-7, Preis € 39,90.

John D. Verhoeven gelingt es, Einsteigern in die Stahlkunde ein umfassendes und tiefgehendes Verständnis für die komplizierten Zusammenhänge zu vermitteln. Dabei versteht er es, auch schwierige Sachverhalte verständlich darzulegen. Über 200 Schaubilder und Tabellen runden dieses einmalige Buch ab. Es ist ein Lehrbuch im besten Sinn – für Studenten und interessierte Laien.

John D. Verhoeven ist einer der weltweit anerkannten Wissenschaftler auf dem Gebiet der Stahlmetallurgie. Der heute emeritierte Professor unterrichtete an der Iowa State University und forschte am Ames-Laboratorium der US-Energiebehörde. Er veröffentlichte mehr als 200 wissenschaftliche Arbeiten.

Fachkunde für gießereitechnische Berufe

Technologie des Formens und Gießens, herausgegeben von einem Autorenkollektiv (DI V. Buck, DI J. Ludwig, DI B. Mellert, Dr.-Ing. H. Polzin, DI M. Pröm, DI H. Rödter,



DI R. Roller) im Verlag EUROPA-Lehrmittel, D-42781 Haan-Gruiten, Düsseldorf, Str. 23. 7. überarbeitete u. erweiterte Auflage 2013, Hardcover,

Format 17,5 x 24,5 cm, 446 Seiten mit zahlreichen farbigen Abb. u. Tabellen u. einer CD mit Bildern u. Prüfungsfragen. ISBN 978-3-8085-1797-0, Preis € 56,00.

Standardwerk – Lehrbuch für die Grund- und Fachstufe der Ausbildung, Nachschlagewerk für die Meister- und Techniker Ausbildung aller gießereitechnischen Berufe.

Umfasst die Grund- und Fachstufe der Technologie sowie die berufsspezifische Technische Kommunikation. Entsprechend den Lehrplänen sind auch die Grundlagenfächer abgedeckt. Die neuesten Normen sind den einzelnen Kapiteln zugrunde gelegt.

Das vorliegende klar strukturierte Lehrbuch ist über die Ausbildung hinaus ein nützlicher Begleiter jedes Gießereifachmannes. Den Autoren ist es gelungen, mit diesem Lehrbuch umfassende Fachkenntnisse praxisnah und graphisch anschaulich aufbereitet darzustellen.

Fachkunde Modellbau



Technologie des Modell- und Formenbaues, herausgegeben von einem Autorenkollektiv (DI E. Baschin, DI V. Buck, DI M. Pröm, DI H. Rödter, DI R. Win-

chow, DI R. Roller), Verlag EUROPA-Lehrmittel, D-42781 Haan-Gruiten, Düsseldorf, Straße 23. 6. überarbeitete u. erweiterte Auflage 2012, Hardcover, Format 17,5 x 24,5 cm, 486 Seiten mit zahlreichen farbigen Abb. und Tabellen. ISBN 978-3-8085-1246-3, Preis € 56,00.

Als Standardwerk hat sich das Fachbuch seit Jahrzehnten etabliert. Inhalte wie Grundlagen des Modellbaus, Fertigungen von Modelleinrichtungen, rechnergestütz-

te Verfahren, Rapid Prototyping, Karosseriemodell-, Formen- und Gießereimodellbau sowie die Werkstoffkunde finden sich in dem Buch. Die Neuordnung des Berufs wurde einerseits in den Zuordnungen der Lernfelder sowie in neuen Teilkapiteln im Karosseriemodellbau, rechnergestützte Verfahren, Messtechnik, Lehrenbau und der Werkstoffkunde berücksichtigt.

Auf eine Gliederung der Inhalte nach Lernfeldern wurde aus methodischen Gründen verzichtet. Die technische Kommunikation ist integrativ den jeweiligen Fachkapiteln zugeordnet. Zu allen Kapiteln sind Wiederholungsfragen vorhanden.

Induktives Schmelzen und Warmhalten

Grundlagen – Anlagenaufbau – Verfahrenstechnik



Von Dr.-Ing. Erwin Dötsch, Vulkan Verlag GmbH, D-45128 Essen, 2. überarbeitete Auflage 2013, 328 Seiten, gebunden, DIN A5, mit interaktivem eBook (Online-Lesezugriff im MediaCenter), ISBN: 978-3-8027-2385-8, Preis € 75,00.

Die starke Nachfrage führte zu dieser Neuauflage des in 2009 erschienenen Fachbuches über das Induktive Schmelzen und Warmhalten.

Darin sind die innerhalb der letzten vier Jahre erzielten anlagen- und verfahrenstechnischen Fortschritte auf dem Gebiet der Induktionsschmelztechnologie verarbeitet. Das bezieht sich vor allem auf den Einsatz des Induktionsofens in der Elektrostahlerzeugung, wo sich dieses umwelt- und netzfreundliche Schmelzaggregat zu einer vorteilhaften Alternative zum Elektrolichtbogenofen entwickelt hat.

Darin sind die innerhalb der letzten vier Jahre erzielten anlagen- und verfahrenstechnischen Fortschritte auf dem Gebiet der Induktionsschmelztechnologie verarbeitet. Das bezieht sich vor allem auf den Einsatz des Induktionsofens in der Elektrostahlerzeugung, wo sich dieses umwelt- und netzfreundliche Schmelzaggregat zu einer vorteilhaften Alternative zum Elektrolichtbogenofen entwickelt hat.

Bezeichnend dafür ist die in jüngster Zeit erfolgte Leistungssteigerung der Umrichter-Stromversorgung, die von maximal 18 MW zur Zeit der 1. Auflage des Buches auf nunmehr 42 MW zur Versorgung von 65-t-Tiegelöfen angestiegen ist.

Praxiswissen Industriebrenner



Herausgegeben von Anne Giese, Jörg Leicher u. Joachim G. Wünnig in 1. Auflage 2014, Vulkan Verlag GmbH, D-45128 Essen, 300 Seiten, gebunden, DIN A4,

mit interaktivem eBook (Online-Lesezugriff im MediaCenter), ISBN: 9783802729744, Preis € 100,00.

Brenner sind heute mehr denn je Schlüsselkomponenten für den effizienten und schadstoffarmen Betrieb von Thermoprozessanlagen. Gesetzliche Grenzen für Schadstoffemissionen, die Forderungen nach reduziertem Brennstoffverbrauch und mehr Flexibilität sind die treibenden Kräfte für eine stetige Weiterentwicklung dieser immer komplexer werdenden Systeme. Auf der anderen Seite bieten neue Technologien wie neuartige Messverfahren oder auch computergestützte Simulationsverfahren neue Möglichkeiten, Brennersysteme auszulernen und zu optimieren.

In der vorliegenden Sonderpublikation „Brennertechnik“ soll dem Leser anhand einer Auswahl relevanter Artikel aus der Fachzeitschrift „gwi – gaswärme international“ in übersichtlicher Form ein Abriss der Entwicklungen im Bereich der industriellen Brennertechnik der letzten fünf Jahre gegeben werden. Berichte aus der industriellen Praxis stehen neben innovativen Entwicklungen aus Forschung und Entwicklung, um dem Leser die aktuellen Möglichkeiten für eine effiziente und schadstoffarme Verbrennung in Industrieöfen zu erläutern. Ergänzt wird diese Übersicht durch einen kurzen Überblick zum Thema Messen-Steuern-Regeln sowie einen einleitenden Artikel, in dem die Grundlagen der Brennertechnik für Industrieöfen kompakt zusammengefasst sind.



YOUCAST –

2. Ausgabe des BDG-Nachwuchsmagazins

Das YOUCAST-Magazin richtet sich an

Schülerinnen und Schüler im Alter von 14 bis 21 Jahren in Deutschland. Die zweite Ausgabe des YOUCAST-Magazins stellt die Ausbildungsberufe Gießereimechaniker, Werkstoffprüfer und Technischer Modellbauer vor und bietet Informationen über den Ablauf von Bachelor- und Masterstudiengängen inklusive Hinweisen zu den jeweiligen Hochschulen.

Vor allem aber kommen Jugendliche zu Wort, die einen Einblick in ihren Tagesablauf geben und aus ihrer Sicht darstellen, warum sie sich zum Beispiel für den Beruf des Druckgießers entschieden haben. Ergänzend wird natürlich gezeigt, wofür Gussteile heute und auch in Zukunft eigentlich gebraucht werden: Im Klartext für die Jugendlichen heißt das: Zukunftssichere Jobs und viel Gestaltungsspielraum für die eigene berufliche Zukunft.

Die soeben erschienene zweite Ausgabe des neuen YOUCAST-Magazins informiert Jugendliche nicht nur über die zahlreichen interessanten Ausbildungsperspektiven der deutschen Gießerei-Industrie. Es geht auch um Sound und Heavy Metal! Da geht noch was, könnte man meinen, wenn man diese neue Ausgabe des YOUCAST-Magazins durchblättert. In der Welt der Gießereien geht auch der Rock'n Roll richtig gut ab. Wer hätte es geahnt: Ob Fender- oder Framus-Gitarre, winzige, blank polierte Gussteile sorgen mit dafür, dass der Sound, der Groove der E-Klumpfen richtig gut rüber kommt. Motto: Ohne Guss ist nichts mit Heavy Metal! Auch kurzweilige bunte Geschichten bietet die zweite Ausgabe von YOUCAST jungen Lesern, die sich für Ausbildungsmöglichkeiten in der Branche interessieren.

YOUCAST erscheint in einer Auflage von über 15.000 Exemplaren in ganz Deutschland. YOUCAST berichtet über Leichtbau und Ressourcenschutz, Ausbildung, Weiterbildung und Studium, über Karriereperspektiven in der Gießerei-Industrie.

YOUCAST bildet dabei das Lebensgefühl einer interessierten Zielgruppe ab, die ihre Zukunft mitgestalten will, sich für ihre beruflichen Perspektiven interessiert und die hier und jetzt mit Freunden Spaß haben will.

RA Max Schumacher, Sprecher der Hauptgeschäftsführung des BDF: „Häufig kennen die Jugendlichen und ihre Eltern, aber auch die Berufsberater und Lehrer die Möglichkeiten in unserer Branche zu wenig. Neben den handwerklichen Anforderungen sind vor allem Kreativität, Teamgeist und Begeisterungsfähigkeit gefragt. Das ist besonders interessant für viele junge Frauen. Auch das ist ein wichtiger Punkt für den Nachwuchs.“ Mit der YOUCAST haben die bundesweit rund 600 Gießereien Deutschlands nun die Möglichkeit, lokal in Schulen, beim Tag der offenen Tür, Girls Day etc., für sich als Ausbildungsbetriebe bzw. als zukünftige Arbeitgeber zu werben. Ergänzend wird das Magazin auf Berufsbildungsmessen und regionalen Infoveranstaltungen verteilt.

Auf der Webseite www.powerguss.de, die auch eine eigene Ausbildungsplatzbörse enthält, gibt es die YOUCAST als PDF: <http://powerguss.bdguss.de/e-paper/youcast2/pdf/youcast2.pdf> und auch als ePaper: <http://powerguss.bdguss.de/e-paper/youcast2/epaper/>.

Die YOUCAST erscheint zweimal im Jahr und ist Bestandteil der aktuellen Imagekampagne „Guss – ein starkes Stück Zukunft“ des Bundesverbandes der Deutschen Gießerei-Industrie.

Sonderdruck Zink

aus Handbuch Konstruktionswerkstoffe.



Aus dem Handbuch Konstruktionswerkstoffe, herausgegeben von Elvira Möller im Carl Hanser Verlag, München 2013, hat die Initiative Zink den Beitrag Zink und seine Legierungen von Sabina Grund u. Helmut Jeschke als Sonderdruck herausgebracht. Das 16-seitige Heftchen im Format 19,5 x 27 cm behandelt die Kapitel Eigenschaften von Zinkdruckguss-Legierungen / Bearbeitung u. Verarbeitung von Zinkdruckgussteilen / Beispielhafte Anwendungen / Weiterführende Informationen.

Die Broschüre kann von der Initiative Zink in der Wirtschaftsvereinigung Metalle e.V., D-40474

Düsseldorf, Am Bonnhof 5, Tel.: +49 (0)211-47 96 0, Fax: +49 (0)211-47 96 25 176, E-Mail: information@initiative-zink.de, www.initiative-zink.de, bezogen werden.

Casting Adviser

NEU: Der BDG-Casting Adviser – das Programm für den Gusskonstrukteur in Deutsch und Englisch!

Der Casting Adviser ist ein Programm, das den Konstrukteur und Gussanwender darin unterstützt, eine bauteil- und belastungsgerechte Auswahl aus der Vielzahl an Gusswerkstoffen und Gießverfahren zu treffen und sich näher mit diesen vertraut zu machen.

Man gibt das Anforderungsprofil in zwei Schritten ein: zunächst die geforderten mechanischen Kennwerte und ggf. weitere Eigenschaften. Im zweiten Schritt macht man dann Angaben zur Geometrie, zu Toleranzen und anvisierten Stückzahlen des Bauteils. Als Ergebnis erhält man eine Auflistung von in Frage kommenden Gusswerkstoffen und Gießverfahren, zu denen man bei Bedarf weiterführende Informationen anfordern kann.

Bei der Vorgehensweise kann man zwischen einer einfachen und schnellen Abfrage und einer detaillierten und genauen erweiterten Abfrage wählen. Zudem erlauben die Regler eine Variation der Parameter zur präziseren Eingrenzung des Anforderungsprofils.

Auch eine Rückwärtssuche ist möglich, hier erhält man durch Eingabe einer Werkstoffbezeichnung, einer Werkstoffnummer oder Norm als Ergebnis die genormten Werkstoffkennwerte und -eigenschaften. Hierfür schöpft der Casting Adviser aus einer Datenbank von über 500 Gusswerkstoffen.



Zugang zum Casting Adviser: http://www.kug.bdguss.de/casting_adviser/ (Anfragen bleiben anonym und werden nicht gespeichert)

Masing Handbuch Qualitätsmanagement

Herausgegeben von Prof. emerit. Dr.-Ing. Tilo Pfeifer u. Prof. Dr.-Ing.

Robert Schmitt, Lehrstuhl Fertigungsmesstechnik und Qualitätsmanagement am Werkzeugmaschinenlabor WZL der RWTH Aachen, 6., überarbeitete Auflage, 05/2014, 1152 Seiten, fester Einband, durchgängig vierfarbig. ISBN: 978-3-446-43431-8. Carl Hanser Verlag GmbH & Co. KG, D-81679 München, Kolbergerstraße 22, Tel.: +49 (0)89 99830-0, Fax: +49 (0)89 984809, E-Mail: info@hanser.de. Preis inkl. E-Book € 179,99.



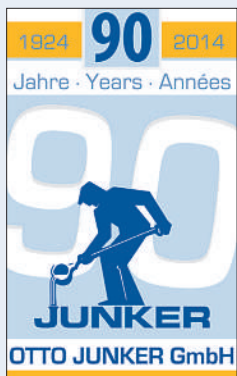
Das Handbuch basiert in seiner neuen Auflage auf den Beiträgen der 5. Auflage, die jedoch durchgehend überarbeitet wurden, um die aktuellen Ent-

wicklungen im Qualitätsmanagement zu berücksichtigen. Die schon von Professor Walter Masing begründete bewährte Struktur wurde allerdings weiterhin beibehalten: Qualitätsmanagement als Grundlage für den Unternehmenserfolg und als wichtigste Aufgabe der Unternehmensführung, Qualitätsmanagement-Systeme sowie Qualitätsmanagement im Produktlebenszyklus materieller und immaterieller Produkte.

In 49 Kapiteln haben über 50 führende Experten aus Wissenschaft, Verbänden und Industrie ihr Erfahrungswissen und ihre Sichtweisen zu diesen unterschiedlichen Aspekten des Qualitätsmanagements dokumentiert.

In der 6. Auflage wurden die Kapitel den geänderten Normen, Standards und gesetzlichen Regeln angepasst. Neue Sichtweisen auf das Geschäftsprozessmanagement und auf die Verantwortung der obersten Leitung wurden eingearbeitet. Ebenfalls neu ist das Layout komplett in Farbe und die Möglichkeit, das Werk zusätzlich zur Printausgabe über das Internet downloaden und auf allen mobilen Endgeräten nutzen zu können.

Das Ziel des Werkes hat sich dabei nicht verändert. Sein Anspruch lautet auch weiterhin, dem Leser zu den grundlegenden Fragen des Qualitätsmanagements Antworten und für die unternehmensrelevanten Aufgaben praktische Hilfestellung zu geben.



90 Jahre Otto Junker

Innovationen und Know-how prägen den Erfolg

Otto Junker behauptet über 90 Jahre seine international führende Position als Hersteller komplexer Industrieofenanlagen für die Metallurgie und ist darüber hinaus als Lieferant einbaufertiger Edelstahl Gussteile erfolgreich tätig.

Anlässlich des 90-jährigen Firmenbestehens findet am 5. September 2014 in Lammersdorf/D eine Ofenbautagung statt, die am Vortag mit einer feierlichen Abendveranstaltung eröffnet wird. Dabei stehen die Verdienste des Firmengründers und die erfolgreichen technischen Entwicklungen des Unternehmens, sowie ein Ausblick auf die künftigen Herausforderungen im Mittelpunkt.

Im Rahmen der Ofenbautagung werden Kunden und Partner mit interessanten Vorträgen über Neuentwicklungen und Trends informiert. Ergänzt wird das Tagungsprogramm durch Vorführungen und Demonstrationen an Hand von Versuchseinrichtungen und Modellen sowie einer Betriebsbesichtigung.

Am 6. September wird im Rahmen eines Familientages mit allen Mitarbeitern und deren Angehörigen das Jubiläum gefeiert.

Weltweit befinden sich mehrere tausend Industrieöfen von OTTO JUNKER im Einsatz. Die Anlagen dienen zum Schmelzen, Gießen und für die Wärmebehandlung von metallischen Werkstoffen und werden überall dort benötigt, wo passgenaue Schmiede- oder Gussstücke sowie hochwertige Halbzeuge wie Platten, Bänder, Folien, Profile oder Rohre aus den verschiedensten Metallen gefragt sind.

Schon die Anfangsjahre des 1924 in Lammersdorf in der Eifel gegründeten Unternehmens standen ganz im Zeichen der Metallverarbeitung. Otto Junker rief den Betrieb ins Leben, um die von seinem Vater erfundene wassergekühlte Kokille zu vermarkten. Engagiert hat sich der Firmengründer in der Folgezeit beim Ausbau des Unternehmens um die Entwicklung und Fertigung neuartiger Maschinen und Anlagen eingesetzt und dabei eine enge Beziehung zur RWTH Aachen gepflegt, getragen von dem Grundsatz, dass die ständige technische Entwicklung unverzichtbar ist für ein erfolgreiches Unternehmen.

So war es nur folgerichtig, dass die 1970 von ihm gegründete Stiftung, die nach dem Tod von Dr. Otto Junker als alleinige Eigentümerin der OTTO JUNKER GmbH fungiert, die Förderung von Wissenschaft und Technik sowie des Ingenieur Nachwuchses an der RWTH als Stiftungszweck hat. Die enge Kooperation mit den Bereichen Elektrotechnik und Hüttenwesen der Hochschule in Aachen ist nach wie vor Basis für wichtige Innovationen.

Die Anforderungen an den Industrieofenbau sind hoch. Neben der exakteren Einhaltung der Prozessparameter und dem Druck nach stetiger Leistungssteigerung rücken zunehmend Fragen rund um die Energieeffizienz in den Vordergrund. Schließlich werden ca. 40 % des industriellen Energiebedarfs von Industrieöfen verbraucht und fast 70 % des Energieverbrauches einer Gießerei werden für den Schmelzprozess verwendet. Otto Junker hat mit der Entwicklung und dem Einsatz energiesparender Ofentechnik sowohl auf dem Gebiet der Schmelzanlagen als auch der Wärmebehandlungsanlagen einen wesentlichen Beitrag zur Energieeffizienz geleistet. Die erreichten Einsparungen gegenüber konventionellen Technologien und Anlagen können bis zu 30 % betragen.



Die ausgefeilte Ofentechnik von Otto Junker hat sich in der Praxis weltweit bewährt.

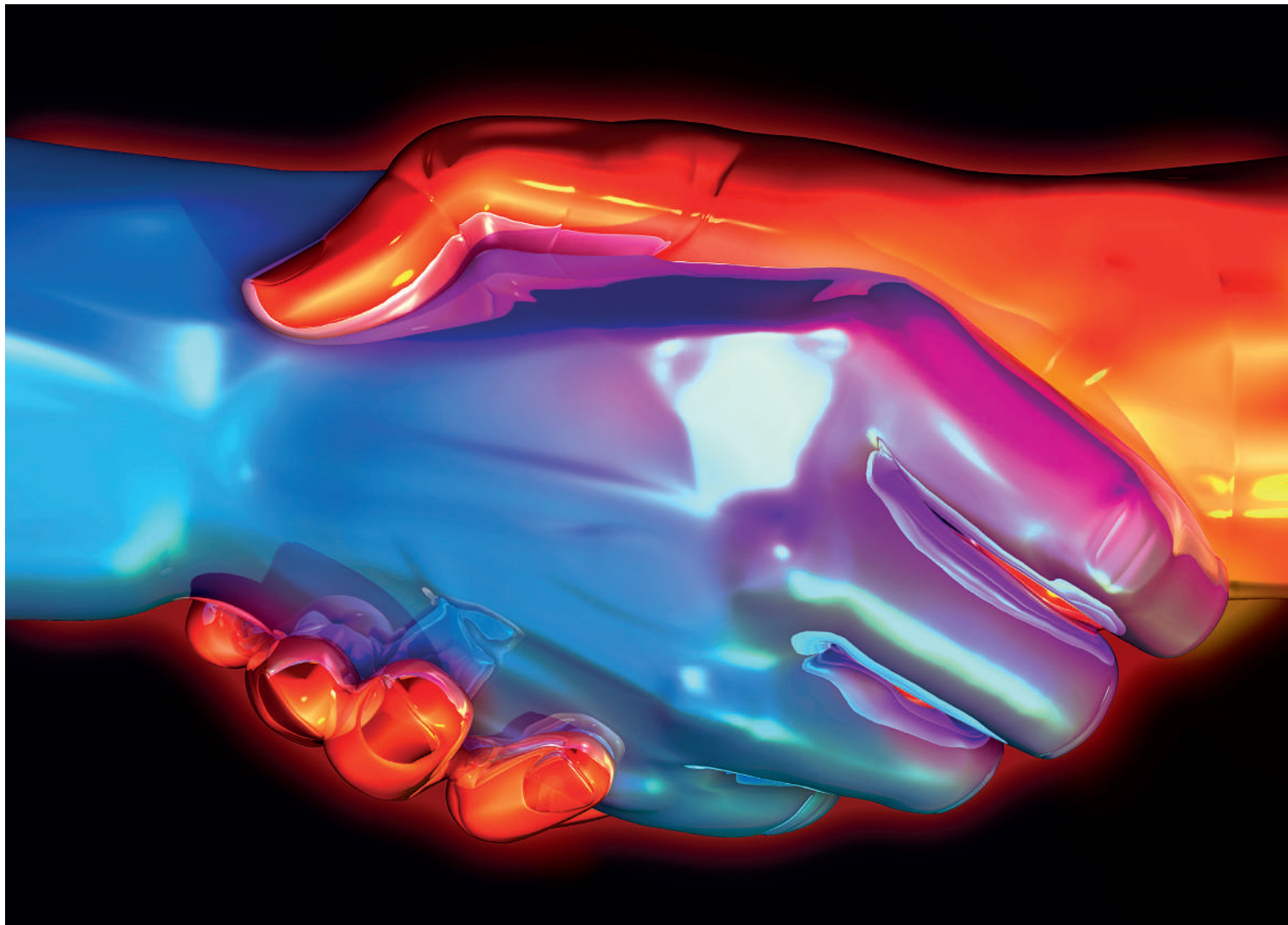
Die Produkte unserer Zeit erfordern teilweise neue metallische Werkstoffe bzw. Werkstoffe mit wesentlich verbesserten Eigenschaften, für deren Herstellungsprozess spezielle Industrieöfen notwendig sind. Diesen Anforderungen stellt sich Otto Junker mit erfolgreichen Entwicklungen: Beispiele sind Induktionsöfen für die Raffination von Silicium für die Photovoltaik und Anlagen für das qualitätsgerechte Vergüten von Bauteilen aus neuartigen Aluminiumlegierungen.

Die Erschließung neuer Anwendungsgebiete, die technologische Optimierung der Stahlgussfertigung sowie der weitere Ausbau der mechanischen Bearbeitung kennzeichnen die Arbeit der eigenen Edelstahlgießerei. Synergieeffekte werden durch die Zusammenarbeit zwischen den Anlagenbaubereichen und der Gießerei des Unternehmens erzielt.

Die Grundstrategie des Unternehmens hat sich seit seiner Gründung nicht geändert: Innovationen zur Weiter- und Neuentwicklung der Produkte und Investitionen zur Stärkung der Fertigungsbasis am Standort in Lammersdorf. Dabei stehen der Kundennutzen und die Kundenzufriedenheit im Mittelpunkt der Arbeit.

Kontaktadresse: Otto Junker GmbH | D-52152 Simmerath-Lammersdorf | Jägerhausstraße 22 | Tel.: +49 (0)2473 601 0
Fax: +49 (0)2473 601 600 | E-Mail: info@otto-junker.de | <http://www.otto-junker.de/>

Für weiterhin erfolgreiche Tätigkeit ein herzliches Glückauf!



HEISSKALT

Die Wirtschaftlichkeit eines Werkzeuges rechnet sich neben der Lebensdauer auch über eine erreichbare Zykluszeit. Diese steht in unmittelbarem Zusammenhang mit der Wärmeleitfähigkeit des Werkzeugstahles.

*Durch seine ausgewogene Legierungszusammensetzung weist der **BÖHLER W600 ISOBLOC** eine hervorragende Wärmeleitfähigkeit auf. Dadurch können Sie eine signifikante Produktivitätssteigerung in Anwendungsgebieten wie Presshärten Spritzguss und Druckguss erzielen.*

BÖHLER W600
ISOBLOC®

BÖHLER Edelstahl GmbH & Co KG, Mariazeller Straße 25, A-8605 Kapfenberg
Telefon +43-3862-200, Fax +43-3862-207576
E-Mail: info@bohler-edelstahl.at, www.bohler-edelstahl.com

BÖHLERSTAHL Vertriebs GmbH, Modecenterstrasse 14/A/4, A-1030 Wien
Telefon +43-1-33137-0, Fax +43-1-33137-213
E-Mail: leitung@boehlerstahl.at, www.boehler.at

 **BÖHLER**

STAHL FÜR DIE BESTEN DER WELT