GIESSEREI 64 RUNDSCHAU

2017

Fachzeitschrift des Vereins Proguss austria | www.proguss-austria.at

JHG. 64







Anzeigenschluss für die GIESSEREI RUNDSCHAU Ausgabe Nov / Dez / Jan

17. November 2017

Kontakt:
Mag. Dietburg Angerer
+43 (0) 664/1614308
angerer@proguss-austria.at

+GF+

Hochwertige Gewindefittings und PRIMOFIT-Klemmverbinder aus Temperguss

Georg Fischer Fittings GmbH 3160 Traisen fittings.ps@georgfischer.com www.fittings.at



Fachbeiträge & Kurzinformationen

Proguss austria Mitglieder sind jederzeit eingeladen, der Redaktion der GIESSEREI RUNDSCHAU Fachbeiträge zu Schwerpunktsthemen der GIESSEREI RUNDSCHAU oder interessante Kurzinformationen (kostenfrei) für die Rubriken "Aus den Betrieben" und "Firmennachrichten" aus ihrem Arbeitsumfeld anzubieten.

Chefredaktion: Mag. Dietburg Angerer | angerer@proguss-austria.at | +43 664 1614 308

INHALT 04/2017

04 | Vorwort

Fachbeiträge

06 | Computertomographische Ermittlung und festigkeitsbezogene Bewertung von Porosität in Aluminiumgussteilen

17 | Wärmehaushalt in Druckgießformen – Besseres Prozessverständnis durch die Ermittlung realer Daten für den Wärmeübergang

25 | Ultraschallbehandlung von Aluminiumschmelzen: Untersuchung des Effekts einer künstlichen Aufgasung nach einer US-Behandlung

32 | Kornfeinung von Kupferlegierungen - eine Erststudie

39 | Von der Simulation zum optimierten Ofen: Bis zu 15-prozentige Energieeinsparung durch Prozessoptimierung bei einem Aluminiumschmelzofen

Aktuelles

44 | Aus der Berufsgruppe der Gießereiindustrie

50 | News

56 | Firmennachrichten

70 | Veranstaltungskalender

74 | Vereinsnachrichten

Literatur

75 Bücher und Medien

Impressum

79 | Impressum



04
Vorwort
Wolfgang Rathner

<u>06</u>

Fachbeiträge





50

News
Wie externe Gelder für Innovationen optimieren?
Antworten für die Gießereitechnik

56

Firmennachrichten



ZUKUNFT BRAUCHT INNOVATION

- LESS ENERGY | + MORE POWER



Wolfgang Rathner Geschäftsführer

Fill Gesellschaft m.b.H. Fillstraße 1 4942 Gurten

Tel. +43 7757 7010 E-Mail: wolfgang.rathner@fill.co.at

Web: www.fill.co.at

Sehr geehrte Leserin, geschätzter Leser,

als langjähriger Zulieferer der Gießereiindustrie darf ich mich im Vorwort der Gießerei Rundschau 09/2017 an Sie wenden.

Vor mehr als 30 Jahren entstanden bei Fill die ersten Anlagen zum Gießen und Bearbeiten von Aluminiumbauteilen. Innovationsfreude Pioniergeist bestimmten von Anfang an das Handeln und ließen viele neue Ideen entstehen. In enger Zusammenarbeit mit Gießereifachleuten, Instituten und Universitäten lernten die Maschinenbauer von Fill den Anspruch auf metallurgische Eigenschaften verstehen. Im Laufe der Jahre entwickelten sie sich zu Experten für die gesamte Prozesskette - vom Gießen, Kühlen über das Entkernen bis zum Vorbearbeiten und Fertigbearbeiten. Mittlerweile liefert Fill Hightech-Komplettlösungen für das Aluminium-Schwerkraft-, Nieder- und Gegendruckgießen und gilt als Weltmarktführer in der Gießereitechnik, der Entkerntechnologie und der nachgelagerten Vorbearbeitung. Selbst für komplexeste Automatisierungsprozesse übernimmt Fill die Gesamtverantwortung und garantiert dadurch seinen Kunden in der Automobilindustrie einen entscheidenden Wettbewerbsvorteil. Anlagen von Fill zählen heute zu den modernsten und gelten als Vorzeigeprojekte für die intelligente Verknüpfung im Sinne von Industrie 4.0.

Die Gießerei Rundschau bietet für Fill die ideale Plattform, um über neue Technologien und Innovationen zu informieren. Der derzeit stattfindende Digitalisierungswandel, d. h. die Nachhaltigkeit der Produkte vom Anfang der Prozesskette bis hin zum Endverbraucher zu gewährleisten, stellt nicht nur Fill als Maschinenbauer vor neue Herausforderungen, sondern die gesamte Gießerei-, Automobil- und Zulieferindustrie.

Neben intensiver Forschung und Entwicklung sehen wir es als eine wesentliche Aufgabe, die Leserinnen und Leser der Gießerei Rundschau über die Innovationen der "smart production" am neuesten Stand zu halten.

Kaum ein Thema polarisiert die Diskussionen über Mobilität so sehr wie die E-Mobilität. Während bei Verbrennungskraftmaschinen aktuell nur wenige Entwicklungsprojekte am Markt sind, werden wir im Bereich E-Mobilität laufend mit frischen Ideen und Projekten konfrontiert. Mit Kompetenz, Know-how und innovativen Konzepten für die Herstellung neuer Produkte, wie zum Beispiel Strukturbauteile oder Batteriewannen, begleitete Fill die Automobil- und Zulieferindustrie von Anfang an bei der Umstellung

auf Elektromobilität, um so einen etwaigen Rückgang bei Verbrennungskraftmaschinen zu kompensieren.

Manchmal erfordert Zukunft auch Wege abseits bestehender Pfade. Wie auch immer sich der Wandel vollziehen wird, auch in Zeiten der Digitalisierung werden wir unsere Kunden und Partner bestmöglich unterstützen und uns gemeinsam den zukünftigen Herausforderungen stellen.

Fill your future

COMPUTERTOMOGRAPHISCHE **ERMITTLUNG UND FESTIGKEITS-BEZOGENE BEWERTUNG VON**

POROSITÄT IN ALUMINIUMGUSSTEILEN

Determination and evaluation of porosity with reference to strength properties of Aluminium castings by Computer Tomography.

Autoren: Prof. Dr.-Ing. habil. Dr.-Ing. E. h. Rüdiger Bähr, Dr.-Ing. Chris Rehse

Schlüsselwörter: Gussteilporosität, CT-Analyse, Festigkeitseinfluss

EINLEITUNG

Porosität in Gussteilen (Abb. 1) ist ein gravierender Qualitätsmangel, der die Gebrauchseigenschaften der Gussteile empfindlich einschränkt. Dies betrifft nicht zuletzt die Festigkeitswerte, die je nach Legierungstyp durch Poren mehr oder weniger stark herabgesetzt werden. Das Augenmerk der Gießer ist daher seit jeher auf die Vermeidung bzw. Verringerung von Porosität in Gussteilen sowie auf den Einsatz effektiver Methoden zu deren zuverlässigem und schnellem Nachweis gerichtet.

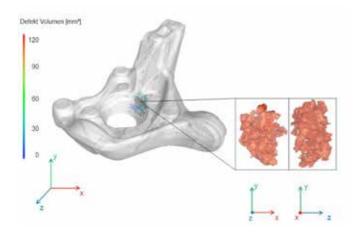


Abb. 1: Porosität in einem gegossenen Fahrwerksteil aus Aluminium (CT-Aufnahme)

Der Einfluss von Poren auf die statischen und zyklischen Festigkeitseigenschaften hängt signifikant von Volumenanteil, Form, Lage und Verteilung der Poren im Gussteil ab (siehe z.B. [1, 2]). Darüber hinaus haben die Kerbempfindlichkeit der betreffenden Gusslegierung sowie lokale Spannungsüberhöhungen am Ort der Poren, z.B. im Bereich der Spannungsgradienten von Bauteilkerben, einen maßgeblichen Einfluss darauf, wie stark sich Poren auf die Festigkeitseigenschaften auswirken [3, 4]. Daher werden je nach den örtlichen Betriebsbeanspruchungen des Gussteils bereichsweise nur bestimmte maximale Porositätsgrade, Porengrößen und Mindestrandabstände zugelassen [5 bis 10].

Mit der in neuerer Zeit mittels der Inline-Computertomographie (CT) möglichen produktionsbegleitenden Qualitätskontrolle der Gussteile und dem damit verbundenen Übergang von der herkömmlichen 2D- zur CT-gestützten 3D-Beschreibung der Porenmorphologie ergeben sich neuartige Möglichkeiten für eine Auswahl der geprüften Gussstücke nach i.O.- und n.i.O.-Teilen. Voraussetzung dafür sind quantitative Bewertungskriterien und mathematische Modelle, mit denen die detektierte Porosität hinsichtlich ihrer Wirkung auf die Festigkeits- und Versagenseigenschaften von Gussteilen umfassend und sicher bewertet werden kann. Dies erfordert die Klärung der Frage, welche der oben genannten Merkmale der Porenmorphologie von maßgeblichem Einfluss auf die Festigkeitseigenschaften sind und in welcher Form diese in ein geeignetes mathematisches 3D-Bewertungs- bzw. Auswahlkriterium einfließen können.

In diesem Beitrag werden unter den infrage kommenden 3D-Porenmerkmalen die maßgeblich festigkeitsmindernden Parameter identifiziert, für diese

statistisch abgesicherte Korrelationsbeziehungen zu den im einachsigen Zugversuch ermittelten Festigkeitskenngrößen hergestellt und mathematische Beziehungen zur quantitativen Berechnung des Porositätseinflusses auf die statischen Festigkeitswerte angegeben. Für die zyklische Festigkeit wird ein konstitutives Schädigungsmodell vorgestellt, auf dessen Grundlage der Einfluss von Poren auf Schwingfestigkeit und Lebensdauer unter Berücksichtigung der Kerbempfindlichkeit der betreffenden Legierung und des Spannungszustandes, in den die Poren eingebettet sind, abgeschätzt werden kann.

EXPERIMENTELLE UNTERSUCHUNGEN

Das umfangreiche Versuchsprogramm, ausführlich beschrieben in [11], beinhaltete die Herstellung und Untersuchung von mehr als 600 Probestäben aus der Legierung AlSi7Mg0,3 (EN AC-42100) für Zugversuche und Dauerschwingversuche mit gezielt unterschiedlicher Porosität mit und ohne Wärmebehandlung, die zerstörungsfreie Porositätsanalyse mittels Nano-CT, dabei die Ermittlung von acht den globalen Bereich eines Probestabes kennzeichnenden Porenparametern sowie von sieben an Bruchflächen auftretenden (mesoskopischen und mikroskopischen) Porenparametern, deren gemittelte Werte mit den statischen Festigkeitsgrößen korreliert wurden.

Die Detektion der Porosität in den Probestäben wurde mit einem hochauflösenden Nanotom-S-Computertomograph der General Electric Company durchgeführt (Abb. 2).



Abb. 2: Poren mit verschiedenen Werten für den shape factor s nach Gleichung (4) [19]

Es handelt sich dabei um ein Nanofocus-System mit einer 180 kV/15 W-Röntgenröhre. Die maximale Voxelauflösung liegt je nach Bauteilabmessungen, Wandstärke, Rekonstruktionsdurchmesser und Beschleunigungsspannung bei weniger als 0,5 μm. Ein aus der Röhre austretender kegelförmiger Röntgenstrahl durchdringt den zu prüfenden Probestab innerhalb des zuvor festgelegten Bereichs (ROI-Region Of Interest) und trifft auf den Flächendetektor. Während des

Scans wird der Probestab um 360° gedreht. Insgesamt wurden 1080 Bilder der jeweiligen Position des Stabes aufgenommen und anschließend zu einem Volumen rekonstruiert.

Die rekonstruierten Daten der Probestäbe wurden anschließend mit dem Visualisierungs- und Analyseprogramm VG Studio Max 2.2 der Volume Graphics GmbH ausgewertet. Die automatische Porenanalyse bzw. das Defektanalysemodulder Software ermittelte dabei für jeden Probestab die nachfolgend aufgeführten gemittelten (globalen) Porenparameter (makroskopische Analyse), die zur Bestimmung des Einflusses auf die Festigkeitskennwerte herangezogen wurden:

- *NoP*: Anzahl der Poren im gesamten Probestab;
- V_n [mm³]: Volumen der einzelnen Pore;
- P_{3D} [%]: 3D-Porosität, Verhältnis zwischen Volumenanteil der Poren im Objekt zum Gesamtvolumen des Objekts;
- \mathbf{d}_{p} [mm]: Porendurchmesser (minimaler Durchmesser einer die Pore umschließenden Kugel, Abb.

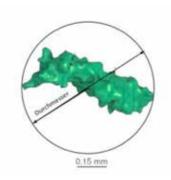


Abb. 3: Durchmesser der porenumschließenden Kugel

- S_n [mm²]: Oberfläche der Pore;
- \blacksquare Ψ [-]: Sphärizität der Pore; Verhältnis zwischen der Oberfläche einer Kugel mit demselben Volumen wie die detektierte Pore und der Oberfläche dieser Kugel. Für die ideale Kugelform der Pore ist, für von dieser abweichende Porenformen.
- \blacksquare d_a [mm]: Minimaler Abstand einer Pore zum Rand;
- A_{pp} [mm²]: Zusätzlich eingeführter 2D-Porenparameter zur Beschreibung der festigkeitsreduzierenden Querschnittsminderung. Er beschreibt die durch die Poren verringerte, mittels CT bestimmte wahre Querschnittsfläche des Probestabes orthogonal zur Belastungsrichtung.

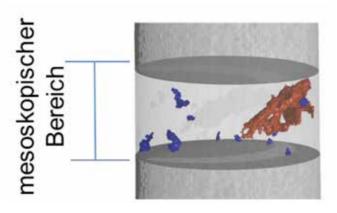


Abb. 4: Mesoskopischer Bereich in einem Probestab

Neben diesen globalen Mittelwerten über den Gesamtstab wurden die Bruchflächenbereiche an den Probestäben manuell vermessen (mesoskopische Analyse). Das Abmaß dieser Bereiche innerhalb eines Probestabs (Abb. 4) betrug 100 Voxel (ca. 2 mm). Damit sollte vor allem die Wechselwirkung zwischen den Poren untersucht werden. Zusätzlich wurden in separaten Analysen die vorstehend genannten Porenparameter für die bruchauslösenden Poren (Einzelwerte) im Probestab identifiziert (mikroskopische Analyse, Abb. 5).

Alle Ergebnisse wurden hinsichtlich ihrer Aussagekraft auf die Abschwächung der Festigkeitswerte mit der Software SPSS (PASW Statistics V.22) umfassend statistisch ausgewertet. Mit den Porositätsanalysen im makroskopischen Bereich und im Bruchflächenbereich (mesoskopischer und mikroskopischer Bereich) wurde der Zusammenhang zwischen den gemittel-ten (globalen) und den Einzelporenparametern untersucht, um deren Wirkung auf die Festigkeitswerte, getrennt nach statischen und zyklischen Kennwerten, zu ermitteln. Nachfolgend werden die dabei erzielten wichtigsten Ergebnisse diskutiert und zu verallgemeinerten Aussagen zusammengefasst.

WIRKUNG GLOBALER PORENPA-RAMETER AUF DIE FESTIGKEITS-**KENNWERTE**

Die statistischen Analysen zwischen den mit dem CT ermittelten Porenparametern und den statischen Festigkeitswerten führten in Abhängigkeit vom betrachteten Probenbereich (makroskopisch, mesoskopisch, mikroskopisch) zu unterschiedlichen Ergebnissen. Bivariante Korrelationsanalysen ergaben, dass für die makroskopische Analyse bei überwiegend runden Poren (Gasporen) als signifikante Parameter lediglich die mit dem CT ermittelte Volumenporosität P₂₀ sowie die

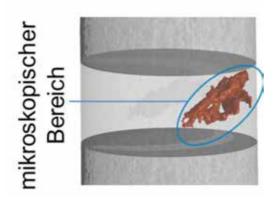


Abb. 5: Mikroskopischer Bereich in einem Probestab

Sphärizität Ψ der Poren heranzuziehen sind.

Die 3D-Porosität betreffend ist zu bemerken, dass diese nicht die Porenverteilung im Gesamtvolumen des betrachteten Probenbereichs widerspiegelt. Diese kann sowohl feinverteilt, in einem Nest gebündelt oder in einer Kombination aus beidem vorliegen. Mittels statistischer Analysen konnte erstmals gezeigt werden, dass gerade die Art der Porenverteilung sowohl die statischen Festigkeitsgrößen 0,2%-Dehngrenze und Zugfestigkeit als auch die zyklische Festigkeit (Schwingfestigkeit und Bruch-Schwingspielzahl) hochsignifikant beeinflusst. Bei gleicher Porosität erreichen Proben mit vereinzelter Porosität die höchsten Festigkeiten und Bruchlastspielzahlen.

WIRKUNG MIKROSKOPISCHER PORENPARAMETER AUF DIE **FESTIGKEITSKENNWERTE**

Bei der Untersuchung des Einflusses von jeweils nur eines ganz bestimmten Porenmerkmals auf die Festigkeitswerte ergaben sich die größten Regressionskoeffizienten (als Maß der Korrelationsstärke) für die mikroskopische Bereichsanalyse, wobei von den in Abschnitt 2 aufgeführten Merkmalen die Parameter Porenvolumen $V_{p'}$ Porendurchmesser $d_{p'}$ Querschnittsminderung A_{ppp} Sphärizität Ψ und Randabstand d_a als signifikant erkannt wurden. Für die bruchauslösenden Poren stehen diese Parameter im Fokus der folgenden Betrachtungen.

Porenvolumen V

Die Analysen ergaben, dass mit steigendem Porenvolumen einer bruchauslösenden Pore die Zugfestigkeit signifikant abnimmt (s. Abb. 6). Dies gilt allerdings nur für den Bereich vergleichsweise sehr kleiner Porenvolumina, während sich zu größeren V₂-Werten hin die Zugfestigkeit weitgehend unabhängig vom Porenvolumen erweist. Einen weniger signifikanten Einfluss hat das Porenvolumen auf die 0,2%-Dehngrenze und die Bruchdehnung.

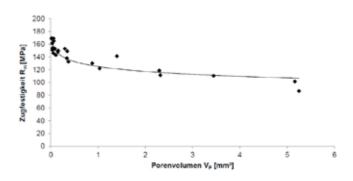


Abb. 6: Abhängigkeit der Zugfestigkeit vom Porenvolumen (Legierung AlSi7Mg0,3; Gusszustand)

Porendurchmesser d_n

Die Versuchsergebnisse zeigen, dass mit zunehmendem Porendurchmesser die Zugfestigkeit R_ abfällt (Abb. 7). Ebenfalls wurde (bei geringerer Varianz in den Ergebnissen) eine Reduzierung von 0,2%-Dehngrenze und Bruchdehnung festgestellt. Damit werden Arbeiten auf Basis metallographischer Schliffbildanalysen [12, 13] bestätigt.

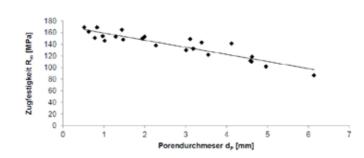


Abb. 7: Abhängigkeit der Zugfestigkeit vom Porendurchmesser (Legierung AlSi7Mg0,3; Gusszustand)

Querschnittsminderung A_{rar}

Als signifikantester, den Festigkeitsabfall charakterisierender Porenparameter erwies sich bei den Korrelatiosanalysen die Querschnittsminderung A_{roc} (durch die Poren reduzierte Probenquerschnittsfläche orthogonal zur Belastungsrichtung), wie in Abb. 8 für die Zugfestigkeit veranschaulicht. Damit werden die Arbeiten von *Ammar* et al. [14, 15] sowie die Ergebnisse einer Reihe weiterer Arbeiten [12, 16 bis 18] bestätigt.

Die aus der CT-Analyse als 2D-Größe hervorgehende Probenquerschnittsminderung A_{FPF} entspricht, bezogen auf die betrachtete Probenfläche, der aus dem metallographischen Schliffbild ermittelten prozentualen Flächenporosität, welche sich bezüglich ihres Einflusses auf die Festigkeitseigenschaften somit als vollwertig geeignet erweist, zuverlässige Aussagen über die Wirkung einer realen 3D-Porenmorphologie zu liefern. Um bei der CT-Analyse dieser flächenhaften Größe der Dreidimensionalität näherungsweise gerecht zu werden, empfiehlt es sich, A_{EDE} in drei zueinander senkrechten Schnittebenen zu bestimmen und den Mittelwert der Auswertung zugrunde zu legen.

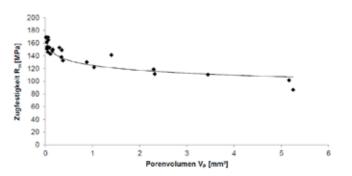


Abb. 8: Abhängigkeit der Zugfestigkeit von der Querschnittsminderung

Sphärizität Ψ

Erstmals wurde der Einfluss der die 3D-Porenform charakterisierenden Sphärizit Ψ auf die Zugfestigkeit experimentell untersucht (Abb. 9). Wie man sieht, führt eine Zunahme der Sphärizität (0<Ψ≤ 1), entsprechend einer Annäherung der Pore an die Kugelform mit Ψ =1 zu einem Anstieg der Zugfestigkeit. Gleiches wurde für die 0,2%-Dehngrenze und die Bruch-dehnung nachgewiesen.

Dies entspricht bei herkömmlicher 2D-Auswertung dem Einfluss des Rundheitsfaktors (shape factor) der Poren s, wie er bei Schindelbacher [19], Stroppe [20, 21] und Heinrietz [22] vorkommt, in Analogie zur Größe 1/Ψ. Auch diese Arbeiten bestätigen, dass mit zunehmender Zerklüftung der Poren, d.h. bei zunehmenden Werten von s bzw. $1/\Psi$, die Zugfestigkeit abnimmt.

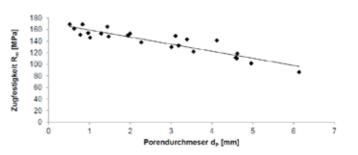


Abb. 9: Abhängigkeit der Zugfestigkeit von der Sphäri-

Randabstand d

Die bivarianten Korrelationsanalysen zwischen den statischen und zyklischen Festigkeitsgrößen und dem Randabstand d_{α} einzelner Poren wiesen diesen als signifikanten Porenparameter aus. In Abb. 10 ist der experimentell ermittelte Einfluss des Randabstandes auf die Zugfestigkeit R_m dargestellt. Diese fällt innerhalb eines begrenzten Bereichs mit zunehmender Annäherung an den Probenrand stark ab. Wird die dimensionslose Größe $d = d_a / d_a$ mit dem Porendurchmesser betrachtet, so setzt dieser Effekt nach Angaben in der Literatur für annähernd kugelförmige Poren ab einem Verhältnis *d*≤2 ein. Die eigenen Untersuchungen zeigten bei unterschiedlichen Porenausprägungen (unterschiedliche Sphärizitäten Ψ) leichte Effekte ab d≤1 und kritische Effekte ab *d*≤0,3.

Fachbeiträge | Giesserei Rundschau 04/2017 JHG 64

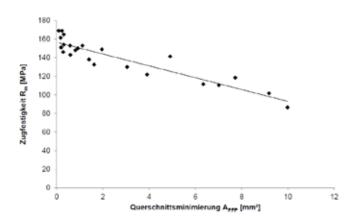


Abb. 10: Abhängigkeit der Zugfestigkeit vom Randabstand der Pore

SCHLUSSFOLGERUNGEN FÜR **BEWERTUNGSANSÄTZE**

Als signifikantester, den Festigkeitsabfall charakterisierender Porenparametern erwies sich – wie oben bemerkt – die durch die Poren verminderte Probenquerschnittsfläche orthogonal zur Belastungsrichtung, welche den größten Einfluss auf 0,2%-Dehngrenze, Zugfestigkeit und Bruchdehnung sowie auch $E \approx E^0(1-P)$. auf Schwingfestigkeit und Lebensdauer hat. Diese Erkenntnis ist insofern von Bedeutung, als man sich bei der Bewertung des Porositätseinflusses auf die Fes-2D-Analyse beschränken kann.

Nimmt man die Regressionskoeffizienten als Maß für die Korrelationsstärke zwischen den Porenparame- $s = U_p^2 / (4\pi S_p) \ge 1$ tern und den Festigkeitskennwerten, beeinflussen neben A_{EPE} die Sphärizität Ψ sowie der Randabstand die Festigkeitswerte hochsignifikant. Sie beschreiben in

der genannten Reihenfolge den Festigkeitsabfall am genauesten. Sie bilden die Grundlage für eine neuartige, in [11] entwickelte bauteilspezifische Bewertungsroutine für die computertomographisch ermittelte Porosität.

MATHEMATISCHE BERECHNUNGSMODELLE

Porositätseinfluss auf die statischen Festigkeitsgrößen

Bislang sind nur wenige analytische Modelle bekannt, mit denen die Reduzierung der statischen Festigkeitskenngrößen aus der ermittelten Porosität quantitativ berechnet werden kann. Ansätze zur Bewertung porenbehafteter Probekörper unter Nutzung des CT entwickelten u.a. Chabod et al. [23], Oberdorfer et al. [24] sowie Kobayashi et al. [25]. Diese sowie die Untersuchungen von Nicoletto et al. [26], Hangai et al. [27, 28], Geier et al. [29] sowie Irfan et al. [30] ergaben, dass der Übergang von der 2D- zur 3D-Analyse grundsätzlich zu einem erhöh-ten Informationsgehalt führen kann. Die Autoren stellen die Vor- und Nachteile der 2D- und 3D-Porenanalyse vergleichend dar.

Zu den ersten mathematischen Ansätzen zur Berechnung des Einflusses der Volumenporosität und der Porenform auf die statischen Festigkeitseigenschaften gehören die von Stroppe [20] angegebenen Beziehungen, nach denen unabhängig vom Werkstoff die durch Porosität verursachte Verringerung von 0,2%-Dehngrenze $R_{n0,2}$, Zugfestigkeit R_m , Bruchdehnung A sowie Elastizitätsmodul E unmittelbar aus dem Porenvolumenanteil P = P%/100 und einem 2D-Poren-Rundheitsfaktor s (shape factor) berechnet werden können. Sie lauten:

$$R_{p0,2} = R^0_{p0,2} (1-P) \tag{1}$$

$$R_m = R^0_m (1 - s \cdot P) \tag{2}$$

$$E \approx E^0(1-P). \tag{3}$$

Die Größen mit dem hochgestellten Index 0 bezeichnen die Werte für die (annähernd) porenfreie Legietigkeitsgrößen mittels Inline-CT auf eine vereinfachte rung. Der Rundheitsfaktor s der Poren in Gleichung (2) beschreibt die 2D-Porenform und ist wie folgt definiert (Abb. 11):

$$s = U_{n}^{2} / (4\pi S_{n}) \ge 1$$
 (4)

U Umfang, S Flächeninhalt der Pore im metallographischen Schliffbild.

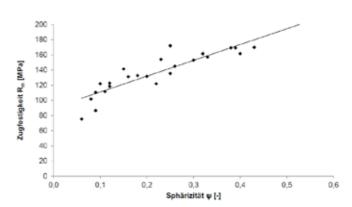


Abb. 11: Wöhler-Linien der Legierungen AlSi7Mg0,6 T6 (EN AC 42000 T6) und AlSi11MgSr (EN AC 44000) von ungekerbten Proben (K, = 1,0) mit 0 % und 8 % Gasporen (**s=1**) [36]

Für kugelförmige Poren (kreisförmige Porenschnittfläche) ist s = 1. Wie man sieht, wirkt sich die Porenform in erster Näherung nur auf die Zugfestigkeit aus, nicht auf Dehngrenze und Elastizitätsmodul. Mit den aus den Gleichungen (1) bis (3) folgenden Größen kann auch die Bruchdehnung A für den porenbehafteten Zustand wie folgt berechnet werden [20]:

$$A = (R_{00.2} / E) \cdot (R_{m/} R_{00.2})^{1/n}$$
 (5)

mit dem Verfestigungsexponenten

$$n = \frac{\log (R_m / R_{p0,2})}{\log (EA / R_{p0,2})}$$

Die Gleichungen (1) bis (3) gelten exakt für räumliche Porositäten, sie wurden jedoch wegen seither noch fehlender geeigneter 3D-Analyseverfahren ausschließlich auf metallographisch ermittelte 2D-Porositäten angewandt. Auf diese Weise konnten – wie aus *Tabelle 1* hervorgeht – die experimentellen Ergebnisse der von Schindelbacher [19] an einer Al-Gusslegierung (Druckguss) mit Porositäten bis zu 27 % und Rundheitsfaktoren bis s = 2,1 durchgeführten Untersuchun- P Porosität = P% / 100 gen sehr gut beschrieben werden. Auch die Ergebnisse der an Gusseisen EN-G|S-400 mit Porositäten bis zu 40 % erwiesen sich in vorzüglicher Übereinstimmung s Rundheitsfaktor (shape factor) der Poren nach Gleimit den vorstehenden Berechnungsgleichungen.

Dies unterstreicht den mittels CT erhaltenen Befund, wonach die flächenhafte Größe A_{roc} , welche der aus dem Schliffbild ermittelten prozentualen Flächenporosität entspricht (s. die Abschnitte 4 und 5), zuverlässige Aussagen über die festigkeitsbeeinflussende Wirkung einer realen 3D-Porenmorphologie liefert.

Porositätseinfluss auf die Schwingfestigkeit

Die Beeinträchtigung der Schwingfestigkeit eines Gussteils durch Porosität hängt nicht nur vom Werkstoff, sondern in starkem Maße von Spannungsüberhöhungen am Ort der Poren ab. Der Einfluss von Porosität auf die Materialermüdung kann daher nicht ohne Berücksichtigung der wechselseitigen Beeinflussung der von den Poren ausgehenden inneren Kerbwirkung mit der durch die Geometrie des Bauteils oder durch mechanisch eingebrachte Kerben hervorgerufenen äußeren Kerbwirkung bewertet werden. Erfahrungsgemäß wird die Empfindlichkeit einer Legierung gegen äußere Kerben mit der Zunahme der Porosität geringer bzw. der Porositätseinfluss geht bei Vorhandensein von Kerben im Allgemeinen zurück. Maßgebend dafür ist die Kerbempfindlichkeit der betreffenden Legierung, weshalb Porosität hinsichtlich ihrer Wirkung auf das Ermüdungsverhalten je nach Legierungstyp differenziert zu bewerten ist.

Von Stroppe et al. [21] wurden erstmals mathematische Beziehungen angegeben, nach denen für ein gekerbtes Gussteil aus einer Al-Legierung deren Kerbempfindlichkeitszahl aus den im Zugversuch ermittelten Festigkeitskenngrößen berechnet und auf Grundlage eines konstitutiven Schädigungsansatzes der Einfluss von Poren und Kerben auf das Schwingfestigkeitsverhalten von Aluminiumgusslegierungen abgeschätzt werden kann. Es ergeben sich folgende Zusammenhänge:

Bezeichnet σ_{α} die Schwingfestigkeit (Nennspannungsamplitude) einer Al-Gusslegierung im ungekerbten und porenfreien Zustand, so kann damit die Schwingfestigkeit σ für den gekerbten, porenbehafteten Zustand nach folgender Beziehung berechnet werden:

$$\sigma = \sigma_0 \{ [1 - (\eta/3)] - [1 - 2\eta(1 - \eta)] \cdot (s + 1)P \}$$
 (6)

chung (4), **Abb. 11**

η Kerbempfindlichkeit der Al-Legierung (vom Werkstoff sowie vom lokalen Spannungsgradienten abhängig, s. unten).

Von Stroppe [32] wurde auf Basis der Bruchmechanik ein analytisches Modell entwickelt, wonach für Al-Legierungen die in Gleichung (6) vorkommende

$$\eta = \frac{K_f - 1}{K_t - 1} \ (0 \le \eta \le 1) \tag{7}$$

K₁ (statische) Formzahl der Kerbe

K, Kerbelwirkungszahl bei schwingender Belastung:

$$K_{\iota} = \sigma_{\sigma} / \sigma \quad (1 \le K_{\iota} \le K_{\iota}) \tag{8}$$

K, hängt wie die Kerbformzahl K von der Beanspruchung des Bauteils sowie von der Kerbgeometrie ab, zusätzlich aber noch vom Werkstoffverhalten, das auch von Spannungsgradienten bestimmt wird. Für $K_{\epsilon} = 1$ ist $K_{\epsilon} = 1$ und $\eta = 0$ (völlig kerbunempfindlicher Werkstoff); für $K_t = K_t$ ist $\eta = 1$ (voll kerbempfindlicher Werkstoff).

Für die näherungsweise Berechnung von K, wurde in [21] für Al-Gusslegierungen der Ansatz vorgeschlagen:

$$K_f = 1 + \frac{K_t(K_t - 1)}{1 + K_t M^2 S / n} \tag{9}$$

 $S = R_{n0.2} / R_m$ Streckgrenzenverhältnis

n Verfestigungsexponent in der Fließkurve des Werkstoffs (s. oben)

M Mittelspannungsempfindlichkeit der Legierung.

Wie in [32] gezeigt wurde, gilt für Al-Gusslegierungen in guter Näherung:

$$M \approx 0.25 + 8.10^{-4} R_{-} / MPa$$
. (10)

Damit kann aus den Gleichungen (7) und (9) die Kerbempfindlichkeit *n* für eine bestimmte Kerbgeometrie ermittelt werden. Der so berechnete Wert für η kann in bestimmten Fällen den (theoretischen) Maximalwert 1 auch übersteigen.

Aus der oben stehenden allgemeinen Beziehung (6) folgt für P=0, d.h. für den allein auf die Kerbung der Probe zurückzuführenden prozentualen Abfall der Schwingfestigkeit:

$$(\Delta \sigma / \sigma_{\alpha})_{\pi} = -(\eta/3) \cdot 100\%. \tag{11}$$

Beim Vorhandensein von scharfen Kerben ergibt sich demnach wegen im porenfreien Zustand ein Festigkeitsabfall um bis zu 33 %, in guter Übereinstimmung mit Ergebnissen von Versuchen an gekerbten Proben

Für den durch die Porosität P verursachten prozentualen Abfall der Schwingfestigkeit folgt aus Gleichung

$$(\Delta \sigma / \sigma_s)_s = -[1-2n(1-n)]\cdot (s+1)P\cdot 100\%.$$
 (12)

In Übereinstimmung mit der Erfahrung ist der Einfluss von Porosität am größten in Gussteilen ohne Kerben $(\eta = 0)$ sowie in Bauteilbereichen von maximaler Kerbempfindlichkeit $\eta = 1$. In beiden Fällen geht Gleichung (12) über in die Beziehung

$$(\Delta \sigma / \sigma_o)_{p} = -(s+1)P \cdot 100\%. \tag{13}$$

Den geringsten Einfluss auf die Schwingfestigkeit haben Poren für $\eta = 0.5$. Der Abfall der Schwingfestigkeit ist in diesem Fall mindestens von der Größe (bei Gasporen mit s=1). Er ist damit genau so groß wie der Einfluss auf die 0.2%-Dehngrenze bei statischer Belastung gemäß Gleichung (1).

Die mit dem Abfall der Schwingfestigkeit von σ_{α} auf σ verbundene Verringerung der Lebensdauer N (Schwingspielzahl beim Bruch) berechnet sich allgemein nach der Beziehung

$$N = N_o(\sigma / \sigma_o)^k \tag{14}$$

 N_{α} zu σ_{α} gehörige Schwingspielzahl

k Neigungsexponent der Wöhler-Linie (doppelt-logarithmische Darstellung).

In Abb. 12 sind die in [34] experimentell untersuchten 50%-Wöhler-Linien für die ausgehärtete höherfeste Legierung AlSi7Mg0,6-T6 (EN AC 42000 T6) sowie für AlSi11MgSr (EN AC 44000) von extrem niedriger Festigkeit dargestellt, jeweils für axiale Zug-Druck-Belastung von Proben mit 0 % und 8 % kugelförmigen Poren (s = 1) im ungekerbten Zustand $(K_r = 1)$. Abb. 13 zeigt analog dazu die experimentell ermittelten Wöhler-Linien beider Legierungen für den gekerbten Zustand mit $K_r = 2,5$. Wie man sieht, fällt durch den Einfluss der Poren und Kerben bei beiden Legierungen die Schwingfestigkeit unterschiedlich stark ab.

Zur Verifikation der oben angegebenen theoretischen Beziehungen werden nachfolgend die in Abb. 12 und Abb. 13 dargestellten experimentellen Wöhler-Linien

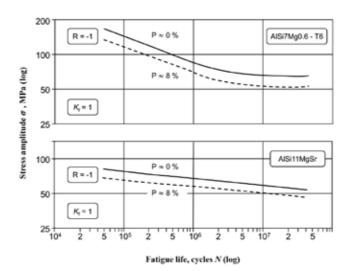


Abb. 12: Wöhler-Linien der Legierungen AlSi7Mg0,6 T6 (EN AC 42000 T6) und AlSi11MgSr (EN AC 44000) von ungekerbten Proben ($K_r = 1,0$) mit 0 % und 8 % Gasporen **(s=1)** [34]

aus den in Tabelle 2 angegebenen statischen Festigkeitswerten beider Legierungen berechnet. Als Festigkeitswert σ_a wird der Wert bei der Schwingspielzahl $N_0 = 10^6$ zugrunde gelegt. Zunächst erfolgt für beide Legierungen die Berechnung des Abfalls der Schwingfestigkeit σ_a für die ungekerbten Proben ($K_a = 1$; $K_a = 1$, η = 0) mit 8 % kugelförmigen Poren (P = 0.08; s = 1).

Legierung AlSi7Mg0,6 T6 (EN AC 42000 T6), $\sigma_a \approx 80$ MPa bei $N_a = 10^6$, Abb. 12 oben: Nach Gleichung (6), die in diesem Fall in die Gleichung (13) übergeht, ergibt sich bei 8 % Poren ein Festigkeitsabfall um 16 % (experimentell ermittelt: 17 %), entsprechend einem Abfall von $\sigma_a \approx 80 \ MPa$ auf $\sigma_a \approx 67 \ MPa$. Mit dem Neigungsexponenten der Wöhler-Linie im Zeitfestigkeitsbereich k = 4.0 ist damit nach Gleichung (14) eine Verringerung der Lebensdauer von $N_0 = 10^6$ auf $N_0 \approx$ 5·10⁵ verbunden, wie auch aus der Verschiebung der zu P = 8 % gehörigen Wöhler-Linie gegenüber ihrem Verlauf für **P** = **0** % hervorgeht.

Legierung AlSi11MgSr (EN AC 44000), $\sigma_0 \approx 65 MPa$ bei N_o = 10⁶ Abb. 12 unten: Bei 8 % Porosität fällt nach (13) die Schwingfestigkeit ebenfalls um 16 % auf $\sigma_0 \approx$ 55 MPa ab, in sehr guter Übereinstimmung mit dem Experiment. Der Neigungsexponent der extrem flach verlaufenden Wöhler-Linie hat hier den Wert k = 16, womit als veränderte Lebensdauer nach (14) $N_a \approx 7.10^4$ folgt, entsprechend einer Verringerung gegenüber N_{α} um den Faktor 14 (experimentell ermittelt: Faktor 15).

Abb. 13 zeigt analog die Wöhler-Linien beider Legierungen für den gekerbten Zustand mit K. = 2,5. Hierfür liefert die Rechung folgende Ergebnisse:

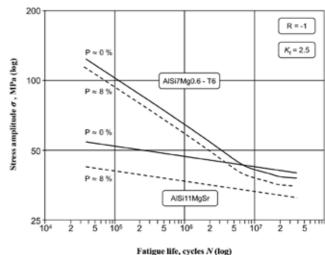


Abb. 13: Wöhler-Linien der Legierungen AlSi7Mg0,6 T6 (EN AC 42000 T6) und AlSi11MgSr (EN AC 44000) von gekerbten Proben ($K_r = 2,5$) mit 0 % und 8 % Gasporen (s=1)[34]

Legierung AlSi7Mg0,6 T6 (EN AC 42000 T6), Abb. 13 oben: Nach Gleichung (9) folgt mit den Werten aus Tabelle 2 $K_r = 1.6$ und damit nach (7) $\eta = 0.40$. Nach Gleichung (6) fällt für **P = 0%** die Schwingfestigkeit von $\sigma_a \approx 80 \text{ MPa}$ auf $\sigma_a \approx 69 \text{ MPa}$ und bei 8 % Gasporen auf $\sigma_a \approx 63 \text{ MPa}$ ab, letzteres entsprechend einem Abfall gegenüber σ_a um 21 %, wovon nach Gleichung (11) 13 % auf die Kerbung der Probe und nach Gleichung (12) 8 % auf die Porosität entfallen. Experimentell wurde ein porositätsbedingter Abfall um 7 % ermittelt. Die Lebensdauer fällt nach Gleichung (14) von $N_0 = 10^6$ auf 3,8·10⁵, also um den Faktor 2,6 ab (experimentell ermittelt: Faktor 2,5).

Legierung AlSi11MgSr (EN AC 44000) im gekerbten Zustand (Abb.13 unten): Mit $K_{\star} = 2,5$ und den Werten aus Tabelle 2 folgt $K_r = 2,52$ und damit $\eta \approx 1$ (maximale Kerbempfindlichkeit). Im porenfreien Zustand fällt die Schwingfestigkeit nach Gleichung (6) von $\sigma_0 \approx 65 \text{ MPa}$ auf $\sigma \approx 43$ MPa und bei 8 % Gasporen auf $\sigma \approx 33$ MPa (d.h. um 49 %) ab, wovon nach Gleichung (11) 33 % auf die Kerbung der Probe und nach Gleichung (12) ebenso wie im ungekerbten Zustand 16 % auf die Poren entfallen. Bei dieser Legierung von sehr geringer Festigkeit und maximaler Kerbempfindlichkeit wirkt sich die Porosität also voll auf die Herabsetzung der Schwingfestigkeit aus.

Wie sich zeigt, stimmen die Ergebnisse der theoretischen Berechnung nach den angegebenen mathematischen Beziehungen für alle Abhängigkeiten von den relevanten Einflussparametern bei beiden untersuchten Legierungen von extrem unterschiedlicher Festigkeit vorzüglich mit den Versuchsergebnissen überein.

Die theoretischen Ansätze widerspiegeln qualitativ und quantitativ die bekannte, für die Praxis bedeutsame Tatsache, wonach aufgrund unterschied-licher Kerbempfindlichkeit bei Gussteilen aus einer höherfesten Legierung im Bereich von Kerben Porosität nicht so streng zu bewerten ist wie in Bereichen ohne Kerben, während bei den Legierungen von niedriger Festigkeit Poren auch bei einer erhöhten Spannungskonzentration als kritisch zu bewerten sind.

STRATEGIEN ZUR BEWERTUNG **VON GUSSTEIL-CT-SCANS**

Aufbauend auf den experimentellen Ergebnissen in [11] wurde von Rehse et al. [11, 35] eine neuartige Strategie zur Bewertung des Porositätseinflusses auf die Bauteilfestigkeit unter Einbeziehung der statischen Lastkollektive eines Bauteils ausgearbeitet, in der die lokale innere Beanspruchung an der Porenstelle mittels der Finite-Elemente-Methode (FEM) berechnet und der durch die Pore reduzierten Festigkeit gegenübergestellt wird. Dabei bilden die als modell-relevant und statistisch signifikant erkannten Porenparameter Querschnittsminderung, Sphärizität und Randabstand der Pore (s. die Abschnitte 3 und 4) einen von der Legierung abhängigen Porenvektor p, der in eine Funktion F(p), den sog. Abschwächungsfaktor, einfließt, welcher sich als lineare Funktion der drei vorstehend genannten sowie weiterer Poren-parameter darstellen lässt und auf empirischem Wege sowie auch anhand von künstlichen parametrisierten Porenmodellen bestimmt werden kann.

Die Verifikation des Konzepts erfolgte an den Legierungen AlSi7Mg0,3-F-T6 (EN AC-42100) und Al-Si10Mg-F-T6 (EN AC-43000), für welche der Einfluss von Schwindungs- und Gasporen auf die statischen und zyklischen Festigkeiten untersucht wurde. Diese Legierungen weisen einen bedeutenden Anteil an der Produktion von Fahrwerks- und Motorkomponenten auf. Die dabei erhaltenen Ergebnisse bilden eine wichtige Grundlage zur Ausarbeitung von Prüfvorschriften für die Herstellung von masse- und topologieoptimierten Gussteilen und deren Inline-CT-Prüfung, für die Reduzierung von Sicherheitsbeiwerten sowie die Produktivitätssteigerung durch die Minimierung von Ausschuss.

Mit der von Duczek et al. [36] entwickelten sog. Finite-Poren-Methode können mittels FEM die Spannungen und Verformungen im realen Bauteil unter Berücksichtigung der aus CT-Messungen erhaltenen Porosität berechnet werden. Bereits im Entwurfsprozess eines Gussteils lassen sich beliebige virtuelle Porenmorphologien (z.B. aus der Gießsimulation) berücksichtigen und deren Einfluss auf die Festigkeit untersuchen und hinsichtlich gießtechnischer Kriterien optimieren. Dabei wird auf bekannte und bewährte Methoden und Softwaretools der Bruchmechanik und der Lebensdauerermittlung zurückgegriffen.

Herrn Professor H. Stroppe sei für seine Unterstützung und wertvollen Hinweise gedankt.

Tabellenverzeichnis

P [%]	0	1.52.5	3.54.5	5.58.5	1218	1527
S	1.78	1.78	1.78	1.79	1.98	2.1
R _{p0,2} [MPA]	170	160/ 165155	160/ 172149	160/ 170150	155/ 170140	135/ 140130
R _m [MPA]	300	286/ 290282	267/ 270265	251/ 258243	205/ 201200	170/ 175165
A [%]	1.7	1.6/ 1.71.5	1.45/ 1.651.25	1.1 1.21.0	0.7/ 0.750.65	0.53/ 0.650.4

Tabelle 1: Abhängigkeit der 0,2%-Dehngrenze $R_{p0,2}$, Zugfestigkeit R_m und Bruchdehnung A von der 2D-Porosität Pund vom Rundheitsfaktor (shape factor) s; Legierung AlSi9Cu3(Fe); experimentell nach [19] / berechnet nach [20]; $E^0 = 75 \, GPa$

Legierungen	R _m [MPA]	R _{p0,2} [MPA]	A [%]	E [GPa]	М	n	S	
AlSi7Mg0,6-T6 (EN AC 42000 T6)	288	252	1.4	74	0.48	0.094	0.875	
AlSi11MgSr (EN AC 44000)	131	86	2.4	77	0.35	0.137	0.656	

Tabelle 2: Mechanische Eigenschaften der untersuchten Legierungen [34]

Literaturverzeichnis

- [1] B. Nogovicin. "Theorie und Praxis des Druckgusses". Schiele & Schön, Berlin, 2011.
- [2] F. Ostermann. "Anwendungstechnologie Aluminium". 2. Aufl., Springer-Verl., Berlin, 2007.
- [3] B. Atzori, P. Lazzarin, S. Filippi. International Journal of Fatigue 23 (2001) 4, 355.
- [4] P. Lazzarin, P. Livieri. International Journal of Fatigue 23 (2001) 3, 225.
- [5] PV 6093, Porositätsbestimmung nach VW 50093, 2012.
- [6] PV 6097, Porositätsbestimmung nach VW 50097, 2012.
- [7] P 201, Volumendefizite von Gussstücken aus Nichteisenmetallen, 2002.
- [8] P 202, Volumendefizite von Gussstücken aus Aluminium-, Magnesium- und Zink-Gusslegierungen, 2013.
- [9] DBL 4949 Standardporenklasse für Druckgussteile, 2001.
- [10] VW 50096, Gussqualität für Zylinderköpfe, 2006.
- [11] Ch. Rehse. "Bewertung computertomographisch ermittelter Porosität in Gussteilen hinsichtlich ihrer Auswirkung auf deren Festigkeitseigenschaften". Diss., Universität Magdeburg, Fak. f. Maschinenbau, 2015.
- [12] G. Sigworth (Hrsg.). "Understanding Quality in Aluminum Castings". Paper 11-013, 2011.

16 | Fachbeiträge | Giesserei Rundschau 04/2017 JHG 64 | Fachbeiträge | 17

- [13] M. Wohlfart, P. Kaizinger, S. Redik, W. Eichlseder. Giesserei Rundschau 52 (2011) Jg. 58, 216.
- [14] H. Ammar, H. Samuel, F. Samuel. Materials Science and Engineering A (2008), Jg. 473, 1-2, 65.
- [15] H. Ammar, H. Samuel, F. Samuel. Internat. Journal of Fatigue 30 (2008) 1024.
- [16] M. Kobayashi, Y. Dorce, H. Toda, H. Horikawa. Materials Science & Technology, Vol. 26 (2010) No. 8, 962.
- [17] Y. Murakami. KEM (1991), Jg. 51 52, 37.
- [18] Y. Murakami, M. Endo. Internat. Journal of Fatigue 16 (1994) 163.
- [19] G. Schindelbacher. "Einfluss unterschiedlicher Porosität auf die mechanischen Eigenschaften der Legierung GD-AlSi9Cu3". Giesserei-Praxis (1993) Nr. 19, 381.
- [20] H. Stroppe. "Einfluss der Porosität auf die mechanischen Eigenschaften von Guss-legierungen". Giessereiforschung 52 (2000) 2, 58.
- [21] H.Stroppe, C.M. Sonsino, R. Bähr. "Einfluss von Poren und Kerben auf die Ermü-dungsfestigkeit von Aluminiumgussteilen". Giesserei 98 (2011) 8, 20 23.
- [22] A. Heinrietz. "Detektion und Einfluss von Schwindungsporen und nichtmetallischen Einschlüssen auf die Schwingfestigkeit von Aluminiumgussteilen". Fraunhofer LBF, IFG, Salzburg 2012.
- [23] A. Chabod, N. Vanderesse, J.-Y. Buffiere, E. Maire. "Fonderie Fondeu daujourd hui" (2009) No. 290, 13.
- [24] B. Oberdorfer, E. Kaschnitz, A. Keßler, W. Stets. "Neue Methode zur erweiterten Qualitätsbeurteilung von Aluminiumgussstücken mittels Computertomographie". Giesserei Rundschau 60 (2013) 5/6, 156 ff.
- [25] M. Kobayashi, Y. Dorce, H. Toda, H. Horikawa. Materials Science & Technology, Vol. 26 (2010) No. 8, 962.
- [26] G. Nicoletto, Anzelotti, R. Konečná. "X-ray computed tomography vs. metallography for pore sizing and fatigue of cast alloys". Procedia Engineering 2 (2010) 1, 547 554.
- [27] Y. Hangai et al. Materials Transactions 51 (2010) 9, 1574.
- [28] Y. Hangai et al. Metal and Mat. Trans. 40 (2009) 12, 2789.
- [29] G. Geier et al. In: Shape Casting. 3rd Int. Symposium. The Minerals, Metals and Materials Society (TMS 2009), 2009, 113 139.
- [30] M. Irfan, D. Schwam, A. Karve, R. Ryder. Materials Science and Engineering A, Jg. 535 (2012) 108.
- [31] Wang Zehua et al.: "Effect of shrinkage porosity on mechanical properties of ferritic ductile iron". China Foundry (2013) Vol. 10, No. 3, 141 147.
- [32] H. Stroppe. "Berechnung der Wöhler-Linie für Aluminium-Gusslegierungen aus dem statischen Zugversuch und dem Dendritenarmabstand". Materialwiss. und Werkstofftechnik 40 (2009) No. 10, 738 742.
- [33] A. Thum, W. Buchmann. "Dauerfestigkeit und Konstruktion". VDI-Verlag Berlin 1932.
- [34] C.M. Sonsino, J. Ziese. "Schwingfestigkeit von Aluminiumguss-Legierungen in verschiedenen Porositätszuständen und Aussagen zum Bauteilverhalten". VDI-Berichte Nr. 852 (1991) 203 224.
- [35] Ch. Rehse, D. Schmicker, R. Bähr, B. Reimann, B. Hagner. "Ein Bewertungskonzept für computertomographisch ermittelte Porositäten in Gussteilen hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf lokale Beanspruchbarkeit". Giesserei Rundschau 98 (2011) 20 25.
- [36] S. Duczek, H. Berger, E. Ambos, U. Gabbert,. "Eine neue Methode zur Berücksichti-gung des Einflusses der Porosität in Al-Druckgussteilen auf die Festigkeit Ein Beitrag zum Leichtbau". Giesserei Rundschau 62 (2015) Heft 9/10.

WÄRMEHAUSHALT IN DRUCKGIESS-FORMEN - BESSERES PROZESS-VERSTÄNDNIS DURCH DIE ERMITTLUNG REALER DATEN FÜR DEN WÄRMEÜBERGANG

Heat Balance in HPDC-Tools – Better Process Understanding by the Acquisition of Real Heat Transfer Data

Autoren: Peter Hofer, Reinhold Gschwandtner, Gerhard Schindelbacher

Österreichisches Gießerei-Institut-Leoben



KURZFASSUNG

Die numerische Simulation ist seit nunmehr drei Jahrzehnten zur Optimierung von Gießprozessen, insbesondere der Formfüllung und Erstarrung, nicht mehr wegzudenken. Zudem werden immer neue Themen- und Fragestellungen anhand der Prozesssimulation bearbeitet. Hierbei sind vor allem die Berechnung von Bauteilverzug und -eigenspannungen sowie die Schädigung der Formen zu nennen. Vor allem letztere stellt den Anwender vor neue Problemstellungen. So reicht es beispielsweise für die Schädigungsvohersage nicht mehr, den Wärmehaushalt der Form über den Gesamtzyklus auszubalancieren, sondern man muss die Temperaturen zu jedem Zeitpunkt des Zyklus in möglichst guter zeitlicher und räumlicher Auflösung berechnen können, um Spitzenwerte und die daraus resultierenden Belastungen nicht heraus zu mitteln. Um dieser Anforderung Rechnung zu tragen, ist die genaue Kenntnis der Wärmeübergangsverhältnisse im Prozess unabdinglich. Am Österreichischen Gießerei-Institut wurden in den letzten Jahren sehr umfangreiche

Untersuchungen zum Wärmeübergang anhand verschiedenster Versuchseinrichtungen sowie anhand verschiedener Druckgieß-Werkzeuge durchgeführt. Wärmeübergänge verschiedener innerer Kühlungen und Oberflächenkühlungen wurden im Prüfstandsversuch gemessen und mittels inverser Simulation quantifiziert.

EINLEITUNG

Der Druckgießprozess ist ein zyklisches Verfahren, bei dem in jedem Prozesszyklus Wärme eingebracht und wieder abgeführt wird. Den Hauptwärmeeintrag liefert dabei die Schmelze, welche ihre thermische und latente Wärme beim Erstarren an die metallische Form abgibt. Um einen thermisch quasistationären Zustand zu erreichen, muss diese Wärme wieder abgeführt werden. Dies geschieht durch eine Temperierung der Werkzeuge mittels flüssiger Medien (Öl, Wasser), welche in dafür eingebrachten Kanälen strömen, über die Wärmestrahlung, Wärmeleitung und konvektive Wärmeabgabe des Werkzeuges an die Umgebung und an kältere Anlagenteile sowie über die Wärmeabfuhr von der Formoberfläche durch oberflächliches Kühlen beim Auftragen des Trennmittels sowie beim Ausblasen der Form. Erfolgt das Auftragen des Trennmittels mittels Trennmittel-Wassergemisch, sorgt dies aufgrund der hohen Verdampfungsenthalpie des Wassers für besonders hohe Wärmeabfuhrraten. Der hohen Wärmeabfuhr durch die Kühlung mit flüssigen Medien steht eine gewisse thermische Trägheit des Gesamtsystems aufgrund der limitierten Wärmetransporteigenschaften, insbesondere jener des Werkzeugstahles, entgegen. Über innere Kühlungen, den Einfluss einer begrenzten Wärmeleitfähigkeit auf

das thermo-mechanische Verhalten eines Druckgusswerkzeuges sowie über den Einfluss diverser Kühlmethoden auf die erzielbare Wärmeabfuhr wurde bereits ausführlich berichtet [1, 2].

Fachbeiträge | Giesserei Rundschau 04/2017 | HG 64

Neben der inneren Kühlung eines Werkzeuges spielt aber auch die Sprühkühlung eine wesentliche Rolle für den Wärmehaushalt. Am Österreichischen Gießerei-Institut wird im Rahmen eines aktuellen Forschungsprojektes der Wärmeübergang beim Sprühen anhand von Prüfstandsuntersuchungen genauer betrachtet. Ziel hierbei ist es, die zum Einsatz kommenden Technologien im Hinblick auf die Prozessparameter zu charakterisieren und mittels inverser numerischer Simulation der Prüfstandversuche wiederum Eingangsdaten für die numerische Prozessvorhersage zu generieren. Zum besseren Verständnis des Gesamtprozesses werden zudem numerische Studien an einfachen Referenzmodellen durchgeführt. Da das oberflächliche Sprühen der Druckgießform mit Wasser-Trennmittelgemischen im Wechsel mit der Schmelzebeaufschlagung beim Gießen zu einer starken thermischen Wechselbelastung führt, ist der Sprühprozess stark formenbelastend. Da die Vorhersage thermischer Spannungen auf dem Temperaturfeld beruht, welches zeitlich rasch veränderlich ist, muss die Wärmeabfuhr ebenfalls zeitlich sehr gut aufgelöst beschrieben werden, was nur unter Kenntnis des Wärmeübergangskoeffizienten möglich ist. Eine genaue Ermittlung desselben ermöglicht damit über- $\Delta T = (T_{oberfläche1} - T_{oberfläche2})$ haupt erst eine Vorhersage der auftretenden Spannungen, was wiederum für ein zielgerichtetes Entgegenwirken notwendig ist.

THEORETISCHE GRUNDLAGEN

Wann immer Wärme an der Grenzfläche zweier Festkörper oder in der Grenzschicht zwischen einem Festkörper und einem Fluid übertragen wird, spricht man von Wärmeübergang. Der Wärmeübergang ist ein komplexer Vorgang, der physikalisch war noch nicht bis ins letzte Detail verstanden ist, sich aber modellhaft mathematisch beschreiben lässt, indem man die Vorgänge an der Grenzschicht mittels eines Parameters - den Wärmeübergangskoeffizienten beschreibt. Zur Abschätzung des Wärmeübergangskoeffizienten durch theoretische Betrachtungen oder dimensionslose Kennzahlen kann auf vorhandene Literatur zurückgegriffen werden [3].

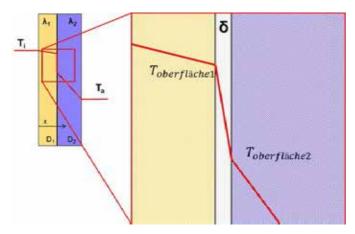


Bild 1: Wärmeübergang in einer Grenzschicht

Bild 1 zeigt schematisch die Grenzschicht zweier Körper und die zugehörigen Temperaturverläufe. Der Temperaturabfall in der Grenzschicht ist charakteristisch für Wärmeübergangsphänomene. Mathematisch wird die Grenzschicht jedoch nicht phänomenologisch betrachtet, sondern modellhaft angenommen, dass an derselben Stelle x zwei verschiedene Temperaturen auftreten. Der Wärmestrom über die Grenzschicht wird somit zu:

$$Q = \alpha \cdot A \cdot \Delta T$$
 Glg. (1)

wobei gilt:

$$\Delta T = (T_{\text{oberfläche1}} - T_{\text{oberfläche2}})$$
 Glg. (2)

bzw.

$$\Delta T = (T_{\text{oberfläche}} - T_{\text{medium}}).$$
 Glg. (3)

Dabei bezeichnet Q den Wärmestrom, A die Fläche und ΔT den Temperaturunterschied zwischen den Oberflächen bzw. zwischen Oberfläche und Kühlmedium. Der Parameter α ist der Wärmeübergangskoeffizient, welcher wiederum eine Funktion zahlreicher weiterer Parameter wie der Temperatur, der Oberflächenbeschaffenheit, des Kontaktdrucks etc. sein kann. Besonders interessant für die Simulation von Kühlvorgängen ist jedoch die Temperaturabhängigkeit des Wärmeübergangs. Diese Temperaturabhängigkeit lässt sich wiederum nicht mit einer mathematischen Funktion beschreiben, da sie selbst von den physikalischen Gegebenheiten abhängt und stark nichtlineares Verhalten zeigt. Im Falle einer Kühlung mit Wassersprays ist diese Temperaturabhängigkeit besonders stark ausgeprägt, wenn die Oberflächentemperatur über der Siedetemperatur des Wassers liegt. Liegt diese über einem bestimmten Wert, so bildet sich eine stabile Dampfschicht, welche den wei-

teren Zutritt von Wasser auf die Oberfläche verhindert (Leidenfrost-Effekt) und somit die Kühlwirkung mindert. Unterhalb einer gewissen Temperatur bricht dieser stabile Dampffilm zusammen und der Wärmübergang erreicht sein Maximum bei jener Temperatur, bei der gerade so viel Wasser auf die Oberfläche trifft, wie verdampfen kann. Bei weiterer Abkühlung der Oberfläche kann immer weniger des nachgelieferten Wassers verdampfen, die Wärmabfuhr ist nicht mehr durch die Verdampfungsenthalpie des Wassers bestimmt, sondern durch konvektive Wärmeabfuhr. Die Lage dieser Punkte ist wiederum von der kinetischen Energie, welches dem Kühlmedium zum Benetzen der Oberfläche zum Verfügung steht und den Benetzungseigenschaften desselben abhängig. Beim Sprühen von Druckgießformen spielen demnach neben der Temperatur der Form auch der Sprühdruck, der Abstand des Sprühkopfes von der Formoberfläche, die beigemengte Wassermenge, sowie die Tröpfcheneigenschaften des Wasser-Trennstoffgemisches eine wesentliche Rolle. Es liegt daher auf der Hand, dass die Wärmeübergangseigenschaften stark von der verwendeten Sprühtechnologie, dem Chemismus des eingesetzten Trennmittels und den Sprühparametern abhängen. Eine experimentelle Bestimmung zu Ermittlung der genauen Werte ist daher unabdinglich. Eine ausführliche Zusammenfassung der involvierten Vorgänge sowie experimentelle Befunde im Hinblick auf die Parameter des Sprühnebels sind in [4] gege-

MODELLIERUNG VON SPRÜH-**VORGÄNGEN IN DER DRUCK-GUSS-PROZESSSIMULATION**

Um dem oben erwähnten Umständen der stark veränderlichen Wärmeübergangsbedingungen beim Sprühen im Druckguss in der numerischen Simulation Rechnung zu tragen, stehen mehrere Strategien zur Verfügung. Die einfachste Methode ist es, den Wärmeübergang über den Prozessschritt des Formsprühens zu mitteln und mit einem konstanten Wert zu rechnen. Bei geeigneter Wahl des Wärmeübergangskoeffizienten lässt sich damit eine realitätsgetreue Errechnung der globalen Gesamtwärmebilanz erzielen. Zeitlich und örtlich lokal können sich dabei aber große Unterschiede ergeben. Um die zeitliche und örtliche Auflösung zu verbessern muss daher mit einem variablen Wärmeübergangskoeffizienten gerechnet werden. Hier ist es wiederum am einfachsten, den Wärmeübergangskoeffizienten als Funktion der Temperatur in der Datenbank der Software zu hinterlegen.

Weitere Möglichkeiten sind, den Sprühprozess mittels dimensionsloser Kennzahlen zu beschreiben und den Wärmeübergangskoeffizienten vom Programm ermitteln zu lassen, beziehungsweise eine vollständige strömungs- und wärmetechnische Beschreibung des Sprays im Programm zu implementieren. Die letzten beiden Methoden werden aufgrund des großen rechnerischen und modellierungstechnischen Aufwandes in der Praxis jedoch kaum eingesetzt.

Im Folgenden werden für ein einfaches Referenzmodell die Konsequenzen aus der Rechnung mit konstanten bzw. temperaturabhängigen Werten für den Wärmeübergangskoeffizienten aufgezeigt. Das Modell besteht aus einem pseudo-2-dimensionalen Ausschnitt aus einer Druckgießform (Werkstoff 1.2343), welche eine lokale Stichkühlung, eine Grundtemperierung und eine Schmelzeauflage (AlSi12) von 3 mm Dicke (symmetrisch) aufweist. Die Anordnung ist in Bild 2 dargestellt.

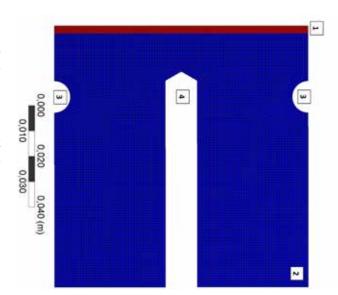


Bild 2: Vernetzte Geometrie des Referenzmodells; (1) Schmelze, (2) Stahl, (3) Grundtemperierung, (4) Stichkühlung.

Die Form durchläuft in der Simulation 12 Zyklen zu je 40 Sekunden, wobei eine Sprüh- und Ausblasphase sowie eine Phase mit offener Form mit eingeschlossen sind. Tabelle 1 zeigt die einzelnen Zyklusschritte. Die jeweiligen Wärmeübergangskoeffizienten sind in der Tabelle 2 angegeben. Mit Ausnahme der Sprührandbedingung wurden sämtliche Randbedingungen über alle Zyklen konstant gehalten. Das Sprühen wurde im ersten Schritt mit einem konstanten Wärmeübergangskoeffizienten modelliert welcher zwischen 1.000 und 1.000.000 W/m²K variiert wurde.

Schritt	Zeit
Kavität gefüllt, Form geschlossen, Erstarrung	0-10 sek.
Form auf, Zeit bis Bauteilentnahme	10-20 sek.
Sprühen	variabel, siehe Text
Ausblasen	variabel, siehe Text
Form auf, Zeit bis Form schließen	variabel, siehe Text
Form geschlossen, Warten auf Schuss	30-40 sek.

Tabelle 1: Zyklusdaten für das Referenzmodel

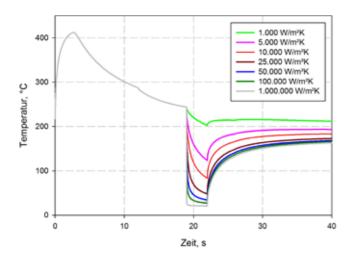


Bild 3: Temperaturverläufe im Referenzmodell an der Spitze der Kühlbohrung für verschiedene Wärmeübergänge beim Sprühen.

Bild 3 zeigt die errechneten Temperaturkurven (Zyklus Nr. 1) an jenem Punkt der Formoberfläche, der genau vor der Spitze der Kühlbohrung liegt. Wie ersichtlich, nehmen die Temperaturen nach dem Sprühen mit steigendem Wärmeübergangskoeffizienten ab. Die Abnahme der Temperaturen erfolgt jedoch nicht linear; es stellt sich vielmehr eine Annäherung an eine bestimmte Endtemperatur ein. Die Wärmeabfuhr wird durch die Temperaturdifferenz bestimmt (Glg.: 3) und wird mit abnehmender Temperaturdifferenz immer kleiner, wodurch sich die erreichbare Endtemperatur asymptotisch an die Temperatur des Kühlmediums annähert. Die Temperaturentwicklung an der Oberfläche hängt zudem davon ab, wieviel Wärme von der Form an die Oberfläche geleitet wird. Da die Wärmeleitfähigkeit des Formwerkstoffs im Allgemeinen wesentlich geringer ist, als die Wärmeabfuhr durch das Medium [2], kann in endlicher Zeit nur eine bestimmte Wärmemenge durch die Sprühkühlung abgeführt werden, ungeachtet dessen, wie hoch der äußere Wärmeübergang ist. In endlicher Zeit kann also immer nur endlich viel Wärme abgeführt werden, eine weitere Erhöhung der abgeführten Wärmemenge ist also nur durch längere Kühlzeiten erreichbar. Des Weiteren ist die Wärmeleitfähigkeit des Werkzeugwerkstoffes selbst temperaturabhängig, womit

Wärmeübergang	Wärmeübergangskoeffizient
	W/m²K
Schmelze - Form	10.000
Sprühmedium - Form	variabel, siehe Text
Blasluft - Form	temperaturabhängig
Umgebung-Form	temperaturabhängig
Öltemperierung - Form	2500

Tabelle 2: Wärmeübergangsdaten für das Referenzmodell

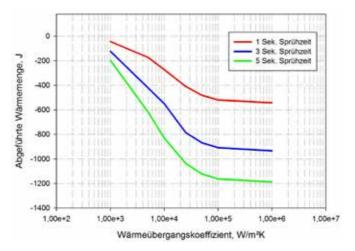


Bild 4: Abhängigkeit der Wärmeabfuhr beim Sprühen (Referenzmodell) von der Sprühdauer und dem Wärmeübergangskoeffizienten.

eine weitere Quelle für nichtlineares Verhalten im System vorhanden ist. Der Zusammenhang zwischen abgeführter Wärmemenge, Wärmeübergangskoeffizient und Sprühzeit für das Referenzmodell, ist in Bild 4 dargestellt.

Für die folgenden Betrachtungen werden zwei Varianten herausgegriffen. Es handelt sich dabei um jene mit einem Wärmeübergangskoeffizienten von 10.000 bzw. 50.000 W/m2K. Diese Werte wurden deswegen ausgewählt, weil es sich dabei um Werte handelt, welche häufig als obere bzw. untere Grenze für den Wärmeübergang beim Sprühen angewendet werden [5].

Aus der Simulation lassen sich die zu- und abgeführten Wärmemengen auslesen und die Wärmebilanz aufstellen. Nach insgesamt 12 Temperaturzyklen erreichen beide Varianten einen nahezu quasistationären Zustand. Die Wärmebilanz ist in Tabelle 3 darge-

		-
Variante	10.000 W/m ² K	50.0000 W/m ² K
	[Joule]	[Joule]
Schmelze:	1248	1319
Temperierungen:	-686	-547
Ausblasen:	-9	-5
Sprühen:	-606	-819
Bilanz:	-65	-61
Temperaturänderung Werkzeug,		
1-12 Zyklus [K]:	-34	-40

Tabelle 3: Vergleich der Wärmebilanzen des Referenzmodells (12. Zyklus) für verschiedene Wärmübergänge beim Sprühen

Wie in Tabelle 3 ersichtlich, verliert die Form bei beiden Varianten im Verlauf der Zyklen an Temperatur, was an der willkürlichen Wahl des Ausgangstemperaturfeldes bei der Modellierung liegt. Der Temperaturunterschied zwischen den Varianten ist allerdings gering: obwohl die Wärmeübergangskoeffizienten sich um einen Faktor 5 unterscheiden, beträgt die Temperaturdifferenz im Mittel nur 6 Kelvin. Dies liegt daran, dass die höhere Wärmeabfuhr über die Oberfläche durch einen höheren Wärmeeintrag über die Schmelze und die Grundtemperierung kompensiert wird. Als Konsequenz ergibt sich hinsichtlich der globalen Wärmebilanzen und Temperaturfelder nur ein geringer Unterschied. Die Gegenüberstellung der Temperaturfelder am Ende des 12. Zyklus ist in Bild 5 dargestellt.

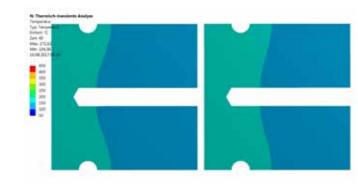


Bild 5: Temperaturfelder am Ende des 12. Zyklus; links: 50.000 W/m²K, rechts: 10.000 W/m²K.

Wie oben erwähnt können diese kleinen Unterschiede hinsichtlich der globalen Bilanz aber zu deutlichen zeitlichen und lokalen Unterschieden führen, was vor allem bei der Berechnung der Spannungen zu beachten ist. Im Referenzmodell wurden zur Veranschaulichung dessen die thermischen Spannungen berechnet. Interessant hierbei sind vor allem die Spannungen, die im Bereich vor der Kühlbohrungsspitze auftreten, da dort die größten Temperatur- und Spannungsgradienten auftreten. Die Berechnung der Spannungen im Referenzmodell erfolgte rein elastisch. Entfestigende Effekte oder Dehnungsakkumulation wurden daher nicht berücksichtigt. Bild 6 zeigt die Gegenüberstellung der Temperaturen, Bild 7 jene der thermischen Spannungen (Normalspannung parallel zur Formoberfläche) zum Zeitpunkt des Sprühendes (im vorliegenden Modellfall nach 2. Sek. Sprühen), gegenübergestellt für 10.000 bzw. 50.000 W/m²K.



Bild 6: Temperaturfelder zu Sprühende (12. Zyklus); links: 50.000 W/m²K, rechts: 10.000 W/m²K.



Bild 7: Normalspannung an der Formoberfläche zu Sprühende (12. Zyklus); links: 50.000 W/m²K, rechts: 10.000 W/m²K.

Die Temperatur- und Spannungsverläufe für die beiden Varianten sind in Bild 8 dargestellt. Wie in Bild 8 ersichtlich, sind die Temperaturunterschiede zwischen den Varianten im Großteil des Zyklus gering (ähnliche globale T-Felder!), unmittelbar nach dem Sprühen ergeben sich jedoch große Temperaturdifferenzen, welche sich in großen Spannungsunterschieden und hohen Spannungsspitzen niederschlagen. Es lässt sich damit am Referenzmodell zeigen, dass eine genaue zeitliche und räumliche Auflösung der Wärmeübergänge für die Spannungssimulation unabdinglich ist.

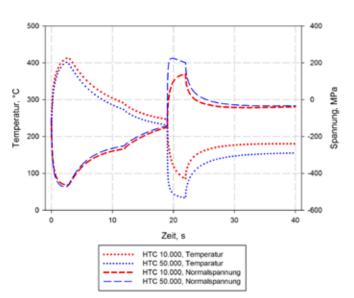


Bild 8: Vergleich der Temperatur- und Spannungsverläufe vor der Bohrungsspitze (12. Zyklus).

EXPERIMENTELLE BESTIMMUNG VON TEMPERATURFELDERN UND ERMITTLUNG VON WÄR-**MEÜBERGANGSKOEFFIZENTEN DURCH INVERSE SIMULATION**

Um an die realen Werte der Wärmeübergangskoeffizienten zu gelangen ist es notwendig, diese experimentell zu ermitteln. Da Wärmeübergangskoeffizienten jedoch nicht direkt gemessen werden können muss eine Ermittlung selbiger entweder über die Messung von Wärmeströmen oder über eine Messung von Temperaturen und anschließende inverse Simulation, erfolgen. Bei der inversen Simulation werden zunächst Temperaturfelder aufgenommen. Im zweiten Schritt wird ein Simulationsmodell des Messaufbaus erstellt wobei die gemessenen Temperaturfelder als Randbedingungen aufgebracht werden. Das Ergebnis der Rechnung ist dann die Antwort des Systems auf diese Randbedingung in Form eines Reaktionswärmestromes. Aus diesem wird der Wärmeübergangskoeffizient als Funktion der Temperatur errechnet.

Arbeiten dieser Art wurden am Österreichischen Gießerei-Institut sowohl für innere Kühlungen als auch für Sprühkühlungen bereits in der Vergangenheit durchgeführt [1, 6]. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurden Wärmeübergangskoeffizienten beim Sprühen anhand eines Plattenprüfstandes ermittelt. Es handelt sich dabei um eine Platte aus dem Werkstoff 1.2343, welche mit elektrischen Heizpatronen beheizt und mit einem handelsüblichen Sprühkopf mit einer

Einzeldüse für Wassertrennmittelsprays (Fa. Wollin, Lorch, Deutschland) gekühlt wurde. Die Aufnahme der Temperaturen erfolgte mit einer Thermokamera, wobei die Temperaturfelder mit einem Referenzthermoelement im Zentrum des Sprühflecks abgeglichen wurden, um die sich von Versuch zu Versuch verändernde Emmisivität der Oberfläche messtechnisch berücksichtigen zu können. Variiert wurden im Zuge der Versuche der Typus der verwendeten Sprühdüse, der Sprühabstand und der Luftdruck. Unterschiedliche Wassermengen wurden über verschiedene Dosierblenden realisiert. Bild 9 zeigt den Messaufbau.



Bild 9: Aufbau des Sprühprüfstandes; (1) beheizte Platte, (2) Sprühkopf, (3) Durchführung der el. Heizdrähte.

Die Rückrechnung der Wärmeübergangskoeffizienten aus den gemessenen Thermokameraaufnahmen erfolgte mit der Software ANSYS Workbench 16.0. Es wurden die Wärmeübergangskoeffizienten für eine Reihe von Sprühvarianten (Einzeldüse) örtlich aufgelöst und temperaturabhängig ermittelt. Je nach Fragestellung wird der Wärmeübergangskoeffizient entweder als Funktion der Position (Zentrumsabstand) am Sprühfleck und der Temperatur oder nur als Funktion der Temperatur über den Sprühfleck gemittelt benötigt. In dieser Arbeit soll nur der Einfluss

eines gemessenen Wärmeübergangskoeffizienten auf das numerische Referenzmodell (siehe oben) gezeigt werden. Es wurde dazu der temperaturabhängige Wärmeübergang aus der inversen Simulation für eine bestimmte Düsenvariante (Dosierblende 0,8 mm, 4 bar Wasserdruck, 6 bar Luftdruck) in das Referenzmodell anstelle des konstanten Wärmeübergangswertes eingesetzt und Temperaturfelder sowie Spannungen berechnet. Bild 10 zeigt die Ergebnisse im Vergleich zu zwei Varianten mit konstantem Wärmeübergang. Es ist ersichtlich, dass sich die Ergebnisse der Rechnung mit realen Daten gut zwischen den erzielten Ergebnissen mit gemeinhin als Ober- bzw. Untergrenze für den Wärmeübergang angenommenen Werten, einfügen.

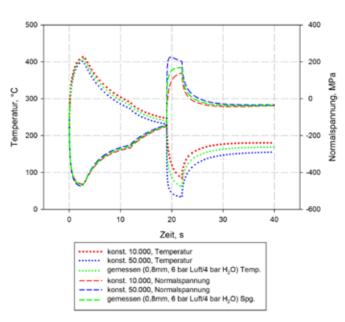


Bild 10: Vergleich der Vergleich der Temperatur- und Spannungsverläufe vor der Bohrungsspitze (12. Zyklus) bei konstantem und temperaturabhängigen Wärmeübergangskoeffizienten.

ZUSAMMENFASSUNG

Es konnte gezeigt werden, dass die in der Praxis als Schätzwerte für den Wärmeübergang beim Sprühen bewährten Daten zur Berechnung globaler Temperaturfelder in der Formfüllungs- und Erstarrungssimulation eine akkurate Vorhersage erlauben. Die Genauigkeit dieser Schätzwerte ist jedoch nicht mehr ausreichend, sobald die Temperaturfelder als thermische Lasten für eine anschließende Spannungs- oder Schädigungsrechnung der Druckgießform zur Anwendung kommen. Dies liegt an den zeitlich und örtlich lokalen Temperaturspitzen die in Spannungsmaxima resultieren, welche wiederum nicht ausgemittelt werden dürfen. Eine genaue Kenntnis der Wärmeübergangsdaten ist also erforderlich. Diese Werte können für einzelne Konfigurationen der Sprühköpfe und Prozessparameter jedoch so stark schwanken, dass eine experimentelle Ermittlung unabdinglich ist. Die Berechnung aus den gemessenen Temperaturfeldern mittels inverser Simulation ist dafür ein probates Mittel. Die im Rahmen der Versuchsreihe ermittelten Werte für die Wärmeübergangskoeffizienten zeigten eine starke Abhängigkeit von der Oberflächentemperatur (Leidenfrost-Effekt) und liegen für konventionelle Düsen-/Parametersettings tatsächlich im Bereich der bisher oft angenommenen Werte. Eine Anwendung dieser Ergebnisse auf das Referenzmodell wurde durchgeführt und zeigt plausible Ergebnisse. Weitere Untersuchungen wie beispielsweise die experimentelle Verifizierung der Spannungs- und Temperaturfelder an einfachen Prüfaufbauten, soll die ermittelten Daten weiter validieren.

24 Fachbeiträge | Giesserei Rundschau 04/2017 JHG 64

Literaturverzeichnis

- [1] P. Hofer, K.-P. Tucan, R. Gschwandtner, D. Künstner, G. Schindelbacher, "Untersuchung des Einflusses lokalen Kühlens und Nachverdichtens auf die Gefügeeigenschaften von Druckgussbauteilen", Gießerei-Rundschau, Vol. 60 (7/8), 211-217, 2013.
- [2] P. Hofer, W. Gössl, K. P. Tucan, R. Gschwandtner, G. Schindelbacher, P. Schumacher, "Wolfram-Verbundwerkstoffe als Formenmaterial im Druckguss", Gießerei-Rundschau Vol. 62 (3/4), 74-79, 2015.
- [3] Verein Deutscher Ingenieure (Hrsg.) VDI-Wärmeatlas, Springer Verlag Berlin Heidelberg New York, Zehnte bearbeitete und erweiterte Auflage, 2006.
- [4] F. Puschmann, "Experimentelle Untersuchung der Spraykühlung zur Qualitätsverbesserung durch definierte Einstellung des Wärmeübergangs", Dissertation Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Magdeburg, 2003.
- [5] A. Long et al., "Determination of the heat transfer coefficient at the metal die interface for high pressure die cast AlSi9Cu3Fe", Applied Thermal Engineering Vol.31, 3996-4006, 2011.
- [6] P. Hofer, E. Kaschnitz, W. Ecker, M. Leindl, "Simulation des Wärmeübergangs beim Sprühen im Druckgießprozess", Gießerei-Rundschau Vol. 54 (9/10), 166-168, 2007.



Dipl.-Ing. Dr.mont. Peter Hofer

Peter Hofer, geboren am 14.07.1981, studierte von 2000-2005 Metallurgie an der Montanuniversität Leoben und ist seit 2005 am Österreichischen Gießerei-Institut beschäftigt. 2012 promovierte er zum Thema "Simulation von Verzug und Eigenspannung im Druckguss" und leitet seither die Versuchsgießerei im Bereich Dauerformguss/Nichteisenmetalle am Österreichischen Gießerei-Institut.



Ing. Reinhold Gschwandtner

Geboren am 09.10.1978 in Leoben, sammelte nach abgeschlossener Matura im Bereich Elektrotechnik, in der Zeit von 1999 bis 2005, Erfahrung als Prüf.-Mess- und Regelungstechniker im Hochtemperaturofenbau und der HT-Laserspeckle-Extensometrie bzw. dem Anlagenbau. Seit 2005 am ÖGI für den Bereich Dauerformguss, als Gusstechnologe für alle Verfahren, sowie der Regelungstechnik für die Wärmebehandlung, tätig.



Dipl.- Ing. Gerhard Schindelbacher

Absolvent der Montanuniversität Leoben, Fachgebiet Metallurgie. Seit 1985 Leiter der NE-Metall-Gusswerkstoffe am Österreichischen Gießerei-Institut (ÖGI) Leoben, seit 1998 Institutsleiter und seit 2007 auch Geschäftsführer des Vereins für praktische Giessereiforschung.

ULTRASCHALLBEHANDLUNG **VON ALUMINIUMSCHMELZEN:**

UNTERSUCHUNG DES EFFEKTS EINER KÜNSTLICHEN AUFGASUNG NACH EINER US-BEHANDLUNG *)

Evaluation of the effect of artificial re-gassing of aluminium melts after ultrasonic treatment *)

Autoren: A.K. Cziegler¹, T. Pabel², D. Habe² and P. Schumacher^{1,2}

- ¹ Chair of Casting Research, Montanuniversitaet Leoben, Franz-Josef-Straße 18, Leoben, Styria, A-8700, Austria
- ² Austrian Foundry Research Institute, Parkstraße 21, Leoben, Styria, A-8700, Austria
- ¹andreas.cziegler@unileoben.ac.at(+4338424023303), 2thomas.pabel@ogi.at, ² daniel.habe@ogi.at, ^{1,2} peter. schumacher@unileoben.ac.at
- *) Die Autoren bedanken sich bei Taylor&Francis für die Genehmigung zur Nachveröffentlichung: A.K. Cziegler, T. Pabel, D. Habe & P. Schumacher (2016): Evaluation of the effect of artificial re-gassing of aluminium melts after ultrasonic treatment, International Journal of Cast Metals Research, DOI: 10.1080/13640461.2016.1194567

Schlüsselwörter: Aluminium; Ultraschall; Wasserstoff; Entgasung; Aufgasung; Bifilm

KURZFASSUNG

Eine Ultraschallbehandlung stellt eine effiziente Möglichkeit zur Entgasung von

Aluminiumschmelzen dar. Während die Entgasungswirkung allgemein anerkannt ist, ist der Effekt einer Aufgasung nach einer Ultraschallbehandlung kaum untersucht. Diese Arbeit verfolgt das Ziel, den Effekt

einer künstlichen Aufgasung nach einer Ultraschallbehandlung zu untersuchen. Die Ergebnisse zeigen eine Zunahme der Porosität im Falle einer Zunahme des Wasserstoffgehaltes nach einer Ultraschallbehandlung. Es wird angenommen, dass eine Ultraschallentgasung zu einer Erhöhung potentieller Keimstellen für Gasporositäten durch Aufbrechen bzw. Aufklappen von Bifilmen führt.

EINLEITUNG

Wasserstoff ist das einzige Gas, das in signifikanten Mengen in flüssigem Aluminium löslich ist [1]. Aufgrund der hohen Wasserstofflöslichkeit in der Schmelze, des sprunghaften Abfalls der Löslichkeit bei der Erstarrung und der geringen Löslichkeit im Festen, scheidet sich Wasserstoff während der Erstarrung aus. Erstarrt das Metall während des Ausscheidevorgangs, bleiben Gasporositäten zurück [1,2]. Aufgrund der Tatsache, dass Gasporositäten im Zusammenhang mit in der Schmelze vorhanden Oxiden zu sehen sind [1], führen Oxide, genauer Bifilme, zu einer verstärkten Porenbildung [3], die eine der größten Defekte in Gussteilen darstellen, mit negativen Auswirkungen auf die Zugfestigkeit, Dehnung und Bruchfestigkeit

Um den Wasserstoffgehalt der Schmelze zu senken, da schon Gehalte über 0.1 mL/100 g [4] als qualitätsmindernd angesehen werden können, wurden zahlreiche Entgasungsmethoden entwickelt, wobei hierbei die Impellerbehandlung sowie die Vakuumentgasung zu nennen sind [5].

Eine Entgasung von Metallschmelzen mittels Ultraschallbehandlung (US) basiert auf der Bildung von Kavitäten [6-9]. Diese bilden sich unter der Zunahme des Druckes in der Schmelze, hervorgerufen durch US-Wellen, bei Überschreiten der Kavitationsschwelle. Die gebildeten Kavitäten können sich unterschiedlich verhalten: 1) ein Teil oszilliert mit der Freguenz, die der eingebrachten US-Frequenz entspricht, während der Gasgehalt innerhalb der Kavitäten konstant bleibt, 2) ein weiterer Teil wächst unter Zugspannungen und der Diffusion gelöster Gase in die Kavitäten an, darunter sind Gaskavitäten zu verstehen, 3) diejenigen Kavitäten, die nicht vollständig mit Gas gefüllt sind, kollabieren unter der Druckbelastung der Schallwellen. Dies führt einerseits zur Bildung sehr feiner Kavitäten und anderseits wird die Energie resultierend aus dem Kollabieren umgewandelt in Druckimpulse mit bis zu 1000 MPa und Jet-Strömungen mit bis zu 100 m/s. Diesen Effekt bezeichnet man als Dampfkavität. Die gebildeten feineren Kavitäten wiederum erleichtern die Bildung von neuen Kavitäten [6].

Die Kavitationsschwelle wird durch Verunreinigungen, genauer durch gelösten Wasserstoff und nichtmetallische Einschlüsse, beeinflusst [6,7]. Schlecht benetzbare oxidische Partikel [3] mit adsorbiertem Wasserstoff sind Voraussetzung für die Bildung von Kavitäten und die darauf basierende Entgasung [6,7,10]. Der Entgasungsmechanismus im Zuge einer US-Behandlung kann in drei Schritte unterteilt werden: 1) Keimbildung von Kavitäten auf schlecht benetzbaren oxidischen Partikeln mit adsorbiertem Wasserstoff und Wachstum der Gasblasen aufgrund der Diffusion von Wasserstoff aus der Schmelze in die Blasen, 2) Zusammenschluss der einzelnen Gasblasen zu größeren, 3) Aufsteigen der Gasblasen an die Oberfläche der Schmelze und Übergang in die Gasphase [11].

Während die Entgasungswirkung einer US-Behandlung allgemein bekannt ist [2,6-13], ist die Wirkungsweise möglicher Keimstellen für Gasporositäten in Verbindung mit einer Aufgasung nach einer US-Behandlung kaum untersucht, welches das Ziel dieser Arbeit darstellt.

EXPERIMENTELLE METHODEN

1.1 US-Equipment

Die Versuche wurden durchgeführt unter der Verwendung eines US-Generators der Firma soniKKs Ultrasonic Technology (soniKKs digital K5) mit einem

Frequenzbereich von 20 bis 100 kHz und einer maximalen Leistung von 2000 W. Des Weiteren wurde ein piezoelektrischer Konverter (20 kHz) sowie eine Titansonotrode mit einem Durchmesser von 20 mm verwendet (soniKKs, Deutschland). Der Aufbau des US-Equipments ist in Abb. 1 zu sehen.

Der US-Konverter hat die Aufgabe die Netzfrequenz von 50 Hz auf 20 kHz zu transformieren [14]. Die hochfrequente elektrische Schwingung des Generators wird mittels des US-Konverters in mechanische Schwingungen übertragen. Der Vorteil von piezoelektrischen Konvertern liegt in ihrer Effizienz und kompakten Bauform, deren Nachteil jedoch in ihrem engen Arbeitsbereich in Bezug auf die Frequenz und der notwendigen zusätzlichen Kühlung [15]. Aus diesem Grund wurde der US-Konverter mit N2 mit einer Durchflussrate von 10 L min-1 gekühlt. Die Ausgangsamplitude der Sonotrode konnte über den Konverter im Bereich von 16 bis 21 µm variiert werden. Um eine Überlastung des Equipments zu verhindern, wurde im Rahmen dieser Arbeit eine Amplitude von 16 µm als angemessen gewählt. Die vom US-Konverter ausgehende mechanische Schwingung wird auf die Titan-Sonotrode übertragen, deren Aufgabe es ist, die Schwingungen in die Schmelze zu transferieren. Diese wurde auf einem Hebemechanismus befestigt, der es erlaubte, die Sonotrode vertikal zu bewegen.

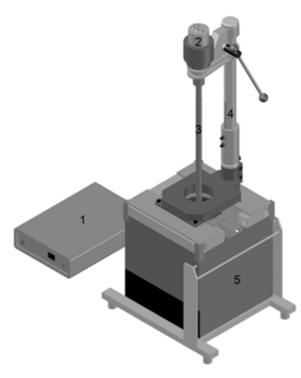


Abb. 1: Schematische Darstellung des US-Equipments: 1) - US-Generator, 2) - US-Konverter, 3) - US Sonotrode (Titan), 4) - Hebemechanismus, 5) - Widerstandsofen mit A6 Tiegel.

1.2 Schmelzprozess

Im Rahmen der US-Versuche wurde Reinaluminium (Al 99.7E) eingesetzt. Je Schmelzversuch wurden 1600 g in einem Widerstandsofen (Nabertherm, Deutschland) in A6 Tiegel (MorganMMS, England) bei 780°C erschmolzen. Als antiquierte, jedoch effiziente Wasserstoffquelle wurden Kartoffelscheiben herangezogen. Zur Aufgasung vor der US-Behandlung wurden 10 g in die Schmelze getaucht, nach der US-Behandlung 8.75 g für jeweils 1 min.

Der Wasserstoffgehalt der Schmelze wurde mittels Alspek H-Lanze (Foseco, Deutschland) gemessen. Zusätzlich wurde zur qualitativen Analyse der Unterdruck-Dichte-Test (UD) (MK, Deutschland) herangezogen, wobei die UD-Apparatur bei 80 mbar betrieben wurde.

Die US-Sonotrode wurde vor jeder Behandlung für 1 min. über der Schmelze vorgewärmt und danach 10 mm unter die Badoberfläche getaucht. Die US-Behandlung erfolgte für 2 x 30 Sekunden mit einer Pause von 30 Sekunden, wobei die Sonotrode in der Schmelze belassen wurde.

Die Bestimmung des Dichteindex (DI) erfolgte nach dem archimedischen Prinzip [16] gemäß Gleichung (1):

$$DI = \frac{D_{Atm} - D_{UD}}{D_{Atm}} \times 100$$

wobei D_{Atm} die Dichte der Probe unter Atmosphärenbedingungen ist (g cm⁻³) und **D**_{up} die Dichte der Probe, erstarrt unter reduziertem Druck von 80 mbar (g cm⁻³).

1.3 Probenvorbereitung und Porositätenauswertung

Die UD-Proben wurden vertikal geschnitten und metallographisch bearbeitet. Zur Porositätenauswertung wurde ein Lichtmikroskop (Zeiss Axio Imager.A1m) mit der Software (Nikon NIS-Elements BR 3.0) herangezogen. Bestimmt wurden die Fläche der einzelnen Porositäten, der Feret-Durchmesser, der Durchmesser eines Kreises gleicher Projektionsfläche (EQPC) und der Formfaktor (f). Der Feret-Durchmesser bezeichnet den maximalen Abstand zweier Tangenten an die Porenkontur. Der Formfaktor *f* bezeichnet das Verhältnis zwischen dem Umfang eines flächengleichen Kreises zum tatsächlichen Umfang der Pore und kann gemäß Gleichung (2) bestimmt werden [17]:

$$f = \frac{4\pi A}{P^2} \tag{2}$$

wobei A die Porenfläche und P der Umfang der Pore

Der Nachteil der metallographischen Porositätenauswertung liegt jedoch in der Tatsache, dass nur eine Ebene der Probe ausgewertet werden kann. Des Weiteren wirkt sich die metallographische Bearbeitung der Probe auf die detektierten Poren aus. Aus diesem Grund erfolgte zusätzlich zur Auswertung mittels Lichtmikroskop eine computertomographische Auswertung, um die Flächenporosität bezogen zur Probenguerschnittsfläche zu bestimmen. Hierfür wurde eine Computertomographie-Anlage (CT) (v|tome|x c) (GE Measurement & Control Solutions, USA) mit einer 240 kV Microfokus-Röntgenröhre, einem Brennfleck von 4 - 200 µm und einer Detailerkennbarkeit von bis zu 5 µm am Österreichischen Gießereiinstitut (ÖGI) eingesetzt. Um die Porenfläche in mm2 zu bestimmen, wurde die eine Pore beschreibende Anzahl der Pixel mit einer Voxelgröße von 0.056852152 multipliziert. Die Anzahl der virtuellen Schnitte lag je nach Probe zwischen 700 - 1000.

ERGEBNISSE UND DISKUSSION

1.4 Effekt einer künstlichen Aufgasung nach einer US-Behandlung

Die Ergebnisse der UD-Messungen im Vergleich zur quantitativen Wasserstoffbestimmung mittels Alspek H-Lanze sind in Tabelle 1 angeführt. Während der DI im Zuge der US-Behandlung stark abnimmt und nach der erneuten Aufgasung wiederum stark ansteigt, ändert sich der mittels Alspek H-Lanze gemessene Wasserstoffgehalt der Schmelze nicht signifikant. Die Diskrepanz verdeutlicht sich bei Betrachtung der gemessenen Dichten der Proben, erstarrt unter 80 mbar und der Wasserstoffmessungen in Tabelle 1, beispielsweise 2.59 g cm⁻³ und 0.17 mL/100 g im Vergleich zu 2.58 g cm⁻³ und 0.26 mL/100 g. Ein Hauptgrund für die geringe Korrelation zwischen den gemessenen DI und der Wasserstoffmessungen kann in der geringen Eintauchtiefe der Alspek H-Lanze gesehen werden. Gemäß dem Alspek H-Benutzerhandbuch [18] sollte mindestens 15 cm unter die Badoberfläche getaucht werden. Aufgrund der eingesetzten Masse von 1600 g Reinaluminium konnte nur eine Eintauchtiefe von 5-7 cm realisiert werden. Des Weiteren kann angenom-

	Test-serie	serie H-Gehalt/ ρ/gcm ⁻³ (80 μ/100 g mbar)	DI/%	Luftdruck/hPa		
			ilibar)		rel./hPa	abs./hPa
Ausgangs-	1	0.19			1012.8 (Testserie 1)	
zustand	2	0.31				
Vor US	1	0.21	Feb.19	17.54	1013.8 (Testserie 2)	
	2	0.32	02.Okt	20.66]	1012
Nach US	1	0.17	Feb.59	Mär.63]	
Nacii 03	2	0.26	Feb.58	Mär.86	1	
Erneute	1	0.19	02.Jän	23.65]	
Aufgasung	2	0.28	Jän.90	27.55		

Tabelle 1: Wasserstoff- und DI-Messungen beider Testserien.

men werden, dass die Wasserstoffmessung durch die Verwendung von Reinaluminum und die inkonstante Temperaturführung während der Versuche beeinflusst wurde. Da der Wasserstoffgehalt der Schmelze stark von der Schmelzetemperatur abhängig ist, ist anzunehmen, dass die Abnahme der Schmelzetemperatur während der Versuchsdurchführung sowohl die DI-Messungen beeinflusst hat sowie auch für die geringe Ansprechrate der Alspek H-Lanze verantwortlich ist, beispielsweise 0.31 mL/100 g bei 767°C vor der Zugabe der Wasserstoffquelle im Vergleich zu 0.32 mL/100 g bei 721°C nach der Zugabe. Des Weiteren muss erwähnt werden, dass die Aufgasung mit Kartoffelscheiben zwar eine effektive, jedoch antiquierte Methode zur Erhöhung des Wasserstoffgehalts von Aluminiumschmelzen darstellt.

Die vertikal geschnittenen UD-Proben der Testserie 1 sind in Abb. 2 zu sehen. Des Weiteren ist die Porositätenauswertung mittels Lichtmikroskop in Tabelle 2 zusammengefasst. Die UD-Proben der Testserie 2 wurden mittels CT ausgewertet, deren Ergebnisse in Tabelle 3 angeführt sind. Anhand von Tabelle 2 ist ersichtlich, dass die Anzahl der Poren im Zuge der US-Behandlung von 43 (3.7/100 mm2) auf 28 (2.4/100 mm2) abnimmt und nach der erneuten Aufgasung auf 87 (7.5/100 mm2) ansteigt. Die Abnahme der Porenanzahl kann auf die Entgasungswirkung der US-Behandlung zurückgeführt werden, genauer auf die Entfernung des gelösten Wasserstoffs und die Benetzung nichtmetallischer Einschlüsse. Die signifikante Zunahme der Porosität nach der erneuten Aufgasung der Schmelze deutet jedoch auf eine hohe Anzahl potentieller Keimstellen für Gasporositäten hin. Da Silva et al. [2] haben angenommen, dass die Anzahl der Oxideinschlüsse nach einer US-Entgasung höher

ist als nach einer konventionellen Impeller-Behandlung. Nach Campbell [3] sind diejenigen Oberflächen von Bifilmen, die in Kontakt mit der Schmelze stehen, gut benetzbar und daher als Keimstellen für Gasporositäten schlecht geeignet. Das Gegenteil gilt für die Oberflächen, die nicht in Kontakt mit der Schmelze stehen. Nachdem eine erhöhte Porosität infolge eines erneuten Aufgasens nach einer US-Behandlung festgestellt wurde, kann angenommen werden, dass eine US-Entgasung durch ein Aufbrechen bzw. Aufklappen von Bifilmen zu einer höheren Anzahl an potenten Keimstellen für Gasporositäten führen kann.

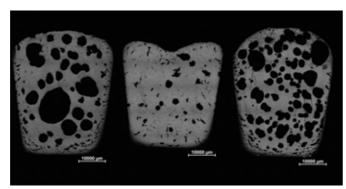


Abb. 2: Querschnittsfläche der UD-Proben der Testserie 1: vor der US-Behandlung (links), nach der US-Behandlung (mitte), nach erneuter Aufgasung (rechts).

Im Gegensatz zur Zunahme der Anzahl der Porositäten konnte infolge eines erneuten Aufgasens nach der US-Behandlung eine Verringerung der durchschnittlichen Porenfläche sowie einer Abnahme des EQPC, des Feret-Durchmessers und eine Zunahme des Formfaktors f festgestellt werden. Es kann daher angenommen werden, dass eine US-Entgasung zu einer feineren Porenausbildung führen kann. Es muss jedoch angemerkt werden, dass die Auswertung an

hand vertikal geschnittenen UD-Proben stark von zwischen der maximalen und minimalen Flächenpoder Schnittebene abhängt, was sich bei Betrachtung der Porositätenauswertung mittels CT im Vergleich

rosität in Tabelle 3 verdeutlicht.

	Poren-anzahl	Daran/100 mm ²	porositati /0	Porentlache/m	mittlerer EQPC/mm	mittlerer Feret/mm
Vor US	43	Mär.70	37.34	36.73	Feb.73	Mär.48
Nach US	28	Feb.41	Mai.23	Jän.80	Jän.32	Jän.89
Nach Aufgasung	87	Jul.50	38.73	Mai.62	Feb.15	Feb.85

Tabelle 2: Ergebnisse der Porositätenauswertung der Testserie 1.

	max. Flächenporosit ät/%	min. Flächenporosit ät/%	mittlere Flächenporosit ät/%
Vor US	30.Apr	20.Apr	20.Apr
Nach US	05.Feb	01.Jun	02.Aug
Nach Aufgasung	53.2	21.Mai	31.2

Tabelle 3: Ergebnisse der Porositätenauswertung mittels CT der Testserie 2.

ZUSAMMENFASSUNG

- 1. Eine US-Behandlung kann als effiziente Entgasungsmethode für geringe Schmelzvolumina angesehen werden. Für eine 1600 g Aluminiumschmelze konnte nach 60 Sekunden ein ansprechendes Entgasungsniveau erreicht werden.
- 2. Eine erneute Aufgasung der Schmelze nach der US-Behandlung führte zu einer Zunahme der Porosität, jedoch zu kleineren und feineren Poren.
- 3. Es wird angenommen, das eine US-Behandlung durch Aufbrechen bzw. Aufklappen von Bifilmen zu einer Erhöhung potenter Keimstellen für Gasporositäten führt. Diese Oberflächen, die nicht in Kontakt mit der Schmelze standen, können als Keimstellen für Gasporositäten wirken, falls der Wasserstoffgehalt nach einer Entgasungsbehandlung zunimmt.

DANKSAGUNG

Die Autoren danken soniKKs Ultrasonic Technology für die Bereitstellung des Ultraschall-Equipments und die Herstellung der Titan-Sonotrode sowie dem Österreichischen Gießereiinstitut (ÖGI), vor allem Dipl.-Ing. Dr. Thomas Pabel, Bsc., Dipl.-Ing. Heidy Natalia Villa Sierra und Daniel Habe für die Unterstützung im Rahmen dieser Arbeit.

Kontaktadresse:

Andreas Cziegler

Lehrstuhl für Gießereikunde, Montanuniversitaet Leoben, Franz-Josef-Straße 18, Leoben, A-8700 +4338424023303 andreas.cziegler@unileoben.ac.at

Literaturverzeichnis

- 1. X.-G. Chen, F.-J. Klinkenberg, S. Engler: 'Qualitätskontrolle der Aluminiumschmelze Ein Überblick', Gießerei-Praxis, 1993, 1/2, S. 14-26.
- 2. M. da Silva, L. Rebolledo, T. Pabel, T. Petkov, X. Planta, J. Tort, D. Eskin: 'Evaluation of effect of ultrasonic degassing on components produced by low pressure die casting', Int. J. Cast Met. Res., 2015, 28, (4), S. 193-200.
- 3. J. Campbell: 'Complete casting handbook', 1st edn, 2011, Oxford, Butterworth-Heinemann, S. 21, 426-427, 433.
- 4. X.-G. Chen, F.-J. Klinkenberg, S. Engler, L. Heusler, W. Schneider: 'Vergleich verschiedener Verfahren zur Wasserstoffbestimmung in Aluminiumgußlegierungen', Giesserei, 1994, 81, (3), S. 53-60.
- 5. J. Campbell: 'Complete casting handbook', 1st edn, 2011, Oxford, Butterworth-Heinemann, S. 888-896.
- 6. G.I. Eskin: 'Broad prospects for commercial application of the ultrasonic (cavitation) melt treatment of light alloys', Ultrason. Sonochem., 2001, 8, S. 319-325.
- 7. G.I. Eskin, D.G. Eskin: 'Production of natural and synthesized aluminium-based composite materials with the aid of ultrasonic (cavitation) treatment of the melt', Ultrason. Sonochem., 2003, 10, S. 297-301.
- 8. G.I. Eskin: 'Prospects of ultrasonic (cavitational) treatment of the melt in the manufacture of aluminum alloy products', Metallurgist, 1998, 42, (8), S. 284-291.
- 9. A.R. Naji Meidani, M. Hasan: 'A study of hydrogen bubble growth during ultrasonic degassing of Al-Cu alloy melts', J. Mat. Process. Tech., 2004, 147, S. 311-320.
- 10. G.I. Eskin: 'Cavitation mechanism of ultrasonic melt degassing', Ultrason. Sonochem., 1995, 2, (2), S. 137-141.
- 11. H. Xu, Q. Han, T.T. Meek: 'Effects of ultrasonic vibration on degassing of aluminium alloys', Mat. Sci. Eng. A, 2008, 473, S. 96-104.
- 12. H. Puga, J. Barbosa, E. Seabra, S. Ribeiro, M. Prokic: 'The influence of processing parameters on the ultrasonic degassing of molten AlSi9Cu3 aluminium alloy', Mat. Letters, 2009, 63, S. 806-808.
- 13. N. Alba-Baena, D. Eskin: 'Kinetics of ultrasonic degassing of aluminium alloys', TMS annual meeting (San Antonio; TX; USA; March 2013) Light Metals, 2013, S. 957-962.
- 14. F. Uyma: 'Untersuchungen auf dem Gebiet der Al-Mg-Si- und Al/Mg2Si-in-situ Legierungen', PhD thesis, TU Bergakademie Freiberg, Freiberg, Germany, 2007, S. 48.
- 15. D.G. Eskin, G.I. Eskin: 'Ultrasonic treatment of light alloy melts', 2nd edn, 2015, Boca Raton, CRC Press, 6, 307-320.
- 16. S. Haase (eds.): 'Gießereilexikon', 19th edn, 2008, Berlin, Schiele & Schön, 75.
- 17. https://www.sympatec.com/EN/ImageAnalysis/Fundamentals.html (26.02.2014).
- 18. ALSPEK H© User Manual from FOSECO Ltd. Revision 1.2, 2006.



Dipl.-Ing. Andreas Cziegler

Studium der Metallurgie an der Montanuniversität Leoben mit den Schwerpunkten Gießereitechnik, Eisen-/Stahlmetallurgie sowie Nichteisenmetallurgie. Seit Juni 2015 Universitätsassistent am Lehrstuhl für Gießereikunde, Montanuniversität Leoben.



Univ.-Prof. Dr. Peter Schumacher

Vorstand des Lehrstuhls für Gießereikunde, Department Metallurgie, Montanuniversität Leoben und Geschäftsführer des Vereins für praktische Gießereiforschung – Österreichisches Gießerei-Institut, Leoben.



Daniel Habe

Nach Abschluss der Lehre als Radio- und Videomechaniker war Daniel Habe im Bereich der Faserverbundwerkstoffindustrie in Deutschland selbstständig, danach im Bereich Qualitätssicherung bei der Firma O.ST. Feinguss GmbH in Kapfenberg tätig. Berufsbegleitender Abschluss der HTL BULME Graz im Bereich Elektrotechnik. Seit 2006 ist er Sachbearbeiter für Computertomographie am Österreichischen Gießerei-Institut Leoben.



Dipl.-Ing. Dr.mont. Thomas Pabel, BSc

Studium der Werkstoffwissenschaft und Promotion in Gießereiwesen sowie postgraduales Metallurgiestudium an der Montanuniversität Leoben. Seit 2002 wissenschaftlicher Sachbearbeiter in der Abteilung Nichteisenguss als Schadensanalytiker, in der Werkstoffentwicklung und Leiter des Ausbildungszentrums am Österreichischen Gießerei-Institut in Leoben.

KORNFEINUNG VON KUPFER-LEGIERUNGEN – EINE ERSTSTUDIE *)

Grain refinement of Cu alloys - a preliminary investigation

Autoren: A.K. Cziegler¹, P. Schumacher^{1,2}

- ¹ Lehrstuhl für Gießereikunde, Montanuniversitaet Leoben, Franz-Josef-Straße 18, Leoben, A-8700
- ² Österreichisches Gießereiinstitut, Parkstraße 21, Leoben, A-8700

Schlüsselwörter: Kupfer; Kornfeinung; Wachstumsbehinderung; Q-Faktor

*) Basierend auf dem Vortrag: Cziegler, A.K., & Schumacher, P. (2016). Preliminary Investigation of the Grain Refinement Mechanism in Cu Alloys. in M. Tiryakioğlu, M. Jolly, & G. Byczynski (Hrsg.), Shape Casting: 6th International Symposium, TMS 2016 145th Annual Meeting & Exhibition. (S. 159-166)

KURZFASSUNG

Im Gegensatz zum System der Aluminiumlegierungen, in dem das Gebiet der Kornfeinung umfassend untersucht und deren Wirkung allgemein bekannt ist, ist das System der Kupferlegierungen nur zu einem geringen Maße untersucht, vor allem in Bezug auf deren grundlegenden Mechanismus zur Kornfeinung. Es wird angenommen, dass die Kornfeinungswirkung möglicher Zusätze in großem Maße vom Legierungssystem, dem Gehalt der Legierungselemente, den Verunreinigungen und den Prozessbedingungen abhängt. Da Kornfeinung nicht nur über effiziente Keimbildung, sondern auch über die Wachstumsbehinderung bestimmt wird, ist das Ziel dieser Arbeit, einen ersten grundlegenden Beitrag zur Klärung der wachstumsbehindernden Wirkung der Legierungselemente des Kupfers zu leisten. Aufbauend auf der Bestimmung der Wachstumsbehinderungsfaktoren (Q-Faktor) wurde unter definierten Prozessbedingungen des TP-1 Kornfeinungstests die Korrelation zwischen Q und der Korngröße binärer Kupferlegierungen untersucht.

EINLEITUNG

Im Gegensatz zum System der Aluminiumlegierungen, in dem umfassende Arbeiten auf dem Gebiet der Kornfeinung durchgeführt wurden, ist das System der Kupferlegierungen nur zu einem geringem Maße untersucht, insbesondere in Hinblick auf das Verständnis des grundlegenden Kornfeinungsmechanismus [1]. Als Ausgangspunkt im Bereich der Kupferlegierungen können die Arbeiten von Cibula [2] und Dennison/ Tull [3] in den 50er Jahren genannt werden. Von 1960 bis 1980 wurden weitere Untersuchungen von Henke [4], Röhrig [5], Couture und Edwards [6], Romankiewicz et al. [7] sowie von Reif, Weber und Mannheim [8,9] durchgeführt. Jüngere Arbeiten finden sich bei Bustos [10], Sadayappan et al. [11] (2004) und Balart et al. [12] (2014).

Die Literaturstudien [1-12] zeigen, dass die Kornfeinungswirkung in Kupferlegierungen in großem Maße vom jeweiligen Legierungssystem, den Legierungselementen und deren Konzentrationen sowie von möglichen Verunreinigungen und den Gießbedingungen abhängig ist. Daraus kann geschlossen werden, dass die jeweiligen Kupferlegierungen in Bezug auf die Kornfeinungswirkung möglicher Zusätze getrennt betrachtet werden müssen [8].

Aus der Literaturstudie [1-12] geht hervor, dass eine kornfeinende Wirkung in Kupferlegierungen generell durch eine Verringerung der Gießtemperatur und der Haltezeit erzielt werden kann. Aufgrund der limitierenden Wirkung in Bezug auf die Prozessführung, wird dieser Methode jedoch geringere Bedeutung zugemessen [4,8]. Des Weiteren wurde festgestellt, das Fe- und Co-Zusätze in Bezug auf eine weite Legierungsspanne eine kornfeinende Wirkung aufweisen. Die erforderlichen Konzentrationen von 3-4 % Fe bzw. Co können jedoch für eine große Anzahl an Legierungen aufgrund eines möglichen Einflusses auf die mechanischen Eigenschaften als zu hoch angesehen werden [4,8].

In Bezug auf die Kornfeinung von Reinkupfer wurde festgestellt, dass Fe-Zusätze ≤ 2.5 %, Zusätze von Li und/oder Bi in Gehalten von 0.05 % bzw. 0.05 bis 0.5 %, eventuell in Kombination mit Sb in Gehalten von 0.5 % kornfeinend wirken. Des Weiteren konnte eine kornfeinende Wirkung von 0.5 % Sb mit 0.01 % W, 0.02 % Fe oder 0.02 % Co festgestellt werden [4,8].

Eine Kornfeinungsmethode, generell anwendbar auf eine weite Legierungsspanne, wurde von Reif und Weber patentiert [13,14]. Das Kornfeinungsmittel basiert auf dem Typ A (Zr) + B (Mg) + C (Fe) + D (P), wobei Element (A) durch Ti, Element (B) durch beispielsweise Li oder Ca, Element (C) durch beispielsweise Zr und Cr sowie Element (D) durch Al bzw. Si ersetzt werden kann. Der weitere Bereich an potentiellen Kornfeinern zeigt jedoch das geringe Verständnis des Kornfeinungsmechanismus in Kupferlegierungen.

Ziel dieser Arbeit soll es sein, einen ersten grundlegenden Beitrag zur Klärung des Kornfeinungsmechanismus in Kupferlegierungen zu leisten.

EXPERIMENTELLE METHODEN

Im ersten Schritt wurde der Wachstumsbehinderungfaktor (Q-Faktor) der Legierungselemente des Cu unter der Verwendung von binären Phasendiagrammen [15] berechnet. Unter der Annahme, dass sowohl die Liquidus- als auch die Soliduslinien Geraden sind, können sowohl die Steigung der Liquiduslinie *m*, als auch der Verteilungskoeffizient k unabhängig von der Legierungszusammensetzung betrachtet werden [16]:

$$Q = m \cdot (k - 1) \cdot c_0 \tag{1}$$

wobei co die Konzentration des jeweiligen Legierungselements darstellt.

Aufbauend auf der Berechnung des Q-Faktors der Legierungselemente des Kupfers wurden Schmelzversuche durchgeführt. Hierfür wurden Zn, P und Fe als repräsentative Legierungselemente mit unterschiedlicher wachstumsbehindernden Wirkung gewählt. Die nominellen Zusammensetzungen der Legierungsserien sind in Tabelle 1 angeführt. Im Rahmen der Schmelzversuche wurde Reinkupfer (99.9 wt%) unter der Verwendung eines AG 5 Tongraphittiegels in einem Induktionsschmelzofen bei 1200°C erschmolzen. Zum Schutz der Schmelze vor einer unkontrollierten Sauerstoffaufnahme wurde der Tiegel mit einem Feuerfeststein abgedeckt und mit Ar (1-4 l/min) gespült. Nach dem Legieren mit Cu-15P, Cu-25Fe Vorlegierungen bzw. mit Reinzink, wurde die Schmelze für 10 sec. gerührt und die Schmelzetemperatur auf 1150 ± 10°C abgesenkt. Der Abguss erfolgt in vorgewärmte (316°C), graphitgeschlichtete TP-1 Kellen mit sofortiger Überführung zur TP-1 Testapparatur der Aluminium Association® [17].

Die TP-1 Proben wurden in einer Höhe von 38 mm getrennt und metallographisch bearbeitet. Zur Messung der Korngröße wurden die Proben für 10 sec. mit Kupferammoniumchlorid + NH3 - Lösung geätzt. Die Korngrößenauswertung erfolgte auf Basis der Norm ASTM: E112-13.

P (wt%)	0.003	0.016	0.031	0.063	0.125	0.251	
	(0.1 K)	(0.5 K)	(1 K)	(2 K)	(4 K)	(8 K)	
Fo (+0/.)	0.009	0.044	0.088	0.175	0.351	0.701	
Fe (wt%)	(0.1 K)	(0.5 K)	(1 K)	(2 K)	(4 K)	(8 K)	
7 · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	0.1	0.5	1	1.5	2		
Zn (wt%)	(0.2 K)	(0.8 K)	(1.6 K)	(2.4 K)	(3.1 K)		

Tabelle 1: Nominelle Konzentrationen der Legierungselemente und dazugehörige Q-Faktoren

ERGEBNISSE

Die Daten für den Verteilungskoeffizienten k, die Steigung der Liquiduslinie m und die normierten Q-Faktoren der Legierungselemente für eine Konzentration von 1 wt% sind in Tabelle 2 angeführt. Bemerkenswert ist, dass vorrangig sauerstoffaffine Elemente, beispielsweise P, Li und Ca relativ hohe **Q**-Faktoren > 20 K/wt% aufweisen, wohingegen der Großteil der Legierungselemente Q-Faktoren im Bereich um 10 K/wt% und darunter aufweist.

Fachbeiträge | Giesserei Rundschau 04/2017 JHG 64

Element	k	m [K/wt%]	Q/c0 [K/wt%]	System
Р	0.16	-37.82	31.88	eutektisch
Be	0.40	-51.28	30.77	peritektisch
Li	0.28	-32.21	23.31	eutektisch
Ca	0.14	-23.83	20.43	eutektisch
Fe	5.88	2.34	11.41	peritektisch
Sr	0.04	-10.92	10.43	peritektisch
Zr	0.08	-9.58	8.80	eutektisch
Ti	0.33	-11.29	7.58	peritektisch
Sn	0.19	-7.16	5.78	peritektisch
Co	1.86	4.40	3.80	peritektisch
Bi	0.18	-4.39	3.60	eutektisch
Pb	0.03	-3.43	3.34	eutektisch
Ag	0.33	-4.59	3.06	eutektisch
Cr	0.51	-5.03	2.45	eutektisch
Zn	0.31	-2.29	1.57	peritektisch
Al	0.50	-3.07	1.53	eutektisch

Tabelle 2: Q-Faktoren im System Cu.

Der Verlauf der Korngröße in Abhängigkeit des Q-Faktors für binäre Cu-Zn-, Cu-Fe- und Cu-P-Legierungen ist in Abb. 1 ersichtlich. Die durchschnittliche Korngröße von unlegiertem Reinkupfer (99.9 wt%) wurde mit 568 ± 38 μm bestimmt. Die Zugabe von nominell 0.5 wt% (0.8 K) Zn führt zu einem bemerkenswerten Anstieg der Korngröße auf 1303 ± 274 μm. Eine weitere Erhöhung der Zn-Konzentration bringt keine signifikante Veränderung der Korngröße mit sich. Ähnliche Ergebnisse zeigt die Zugabe von Fe zu Reinkupfer (99.9 wt%). Während die Korngröße bis zu einem Fe-Gehalt von 0.18 wt% (2 K) annähernd konstant bleibt (544 ± 49 µm), kann bei einem Fe-Gehalt von 0.35 wt% (4 K) ein signifikanter Anstieg festgestellt werden (990 ± 256 μm). Bei einer weiteren Erhöhung auf 0.70 wt% (8 K) nimmt die Korngröße geringfügig ab (872 ± 134 μm). Als einziges Legierungselement zeigt P eine geringfügige Abnahme der Korngröße mit zunehmendem Le-

gierungsgehalt. Die Korngröße verringert sich im Vergleich zum Referenzwert (568 ± 38 µm) auf 365 ± 121 µm bei einem nominellen P-Gehalt von 0.25 wt% (8 K).

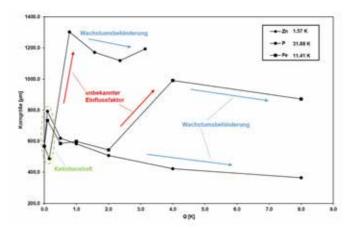


Abb. 1: Korngröße binärer Kupferlegierungen in Abhängigkeit von Q.

DISKUSSION

1.1 Q-Faktor

Der **Q**-Faktor ist jener Parameter, der den Einfluss der jeweiligen Legierungselemente auf die Korngröße beschreibt. Je höher der Q-Faktor eines Legierungselements, umso größer ist dessen Wirkung auf die Abnahme der Korngröße durch Erhöhung der konstitutionellen Unterkühlung zur Aktivierung einer größeren Anzahl an Keimzentren und durch Wachstumsbehinderung [18,19]. Eine erste empirische Bestimmung der wachstumsbehindernden Wirkung der Legierungselemente des Cu wurde von Northcott [20] durchgeführt. Hierbei konnte ein empirisch bestimmter Wachstumsbehinderungsfaktor für P mit 23, für Fe mit 10 und für Zn mit 3 angegeben werden [21]. In dieser Arbeit, unter der Verwendung von binären Phasendiagrammen, konnte P als das wachstumsbehindernd stärkste Element, bestimmt werden. Als das gängigste Desoxidationsmittel [22] würde ein üblicher Restphosphorgehalt nach einer Desoxidation von 0.015 bis 0.04 wt% [22] einem **Q**-Faktor von 0.5 bis 1.3 K entsprechen. Weitere Legierungselemente mit einem hohen **Q**-Faktor sind vorrangig sauerstoffaffine Elemente, u.a. Li und Ca, womit Desoxidationseffekte und Legierungsverluste berücksichtigt werden müssen. Bemerkenswert ist, dass die Hauptlegierungselemente des Cu [23], u.a. Sn und Zn sowie Al und Pb niedrige Q-Faktoren aufweisen. Als einziges Hauptlegierungselement weist Be mit 30.77 K einen relativ hohen Q-Faktor auf, wobei die gesundheitlichen Auswirkungen von Be berücksichtigt werden müssen [24].

1.2 Korngröße vs. Q

Der Verlauf der Korngröße binärer Cu-Zn-, Cu-Fe- und Cu-P-Legierungen in Abhängigkeit des **Q**-Faktors ist in Abb. 1 zu sehen. Sprunghafte Änderungen der Korngröße bei geringen Q-Werten im Vergleich zum Ausgangszustand können aufgrund von Desoxidationsreaktionen auf eine Beeinflussung des Keimhaushalts der Schmelze zurückgeführt werden. Bemerkenswert ist jedoch vor allem der signifikante Anstieg der Korngröße bei nominell 0.5 wt% Zn (Q = 0.8 K) und 0.35 wt% Fe (Q = 4 K). Einzig P zeigt eine Abnahme der Korngröße mit zunehmendem Legierungsgehalt, so wie es auch für das System der Aluminiumlegierungen von Spittle und Sadli [25] bestimmt wurde, in dem die Korngröße mit zunehmendem Legierungsgehalt, bzw. Q-Faktor auf ein Plateau über 5 K abnimmt.

Die gegensätzliche Entwicklung der Korngröße im System Cu wurde ebenfalls in der Arbeit von Bustos [10] untersucht, in der die Korngröße bei 0.1 wt% Zugabe in großem Maße von Legierungselement zu Legierungselement variiert. Des Weiteren konnte ein Einfluss der Abkühlbedingungen auf die Wirkungsweise der jeweiligen Elemente in Bezug auf die Korngröße festgestellt werden. Aufgrund der in der Literatur [10] und in dieser Arbeit gewonnenen Ergebnisse, stellt sich die Frage, warum die Korngröße mit dem **Q**-Faktor nicht in dem Maße korreliert, wie es für Aluminiumlegierungen festgestellt wurde [25,26].

Unter der Vernachlässigung der Zugabe von Kornfeinungsmittel wird die Korngröße von der Legierungszusammensetzung (Q-Faktor) sowie den Abkühlbedingungen (Abkühlrate *T*) bestimmt [26,27]. Des Weiteren werden die Abkühlbedingungen über die Wärmeleitfähigkeit im Festen und Flüssigen beeinflusst sowie über die Freisetzung latenter Wärme [28]. Unter den definierten Abkühlbedingungen des TP-1 Tests (T ~ 3.6 K/s) kann angenommen werden, dass die tatsächliche Abkühlrate in großem Maße durch die Wärmeleitfähigkeit der Festphase (λ_c) bestimmt wird, genauer über die feste Randschale an der Kellenwand, da die Wärmeleitfähigkeit des Cu in großem Maße vom jeweiligen Legierungselement beeinflusst wird. Vor allem ist anzumerken, dass λ_c schon bei geringen Konzentrationen maßgeblich beeinflusst wird: Rein-Cu (391 W/mK bei 20°C), CuZr0.1 (360 W/mK), Cu-Fe1P0.03 (216 W/mK), CuSn1.25Fe0.75P0.03 (173 W/ mK) [29].

Unter der Berücksichtigung der Ergebnisse dieser Arbeit kann angenommen werden, dass λ_c der festen

Randschale in Abhängigkeit des jeweiligen Legierungselements und der Konzentration einen signifikanten Einfluss auf die Abkühlrate im Zentrum der Probe hat, womit eine geringere Anzahl an Keimstellen aktiviert

Darauf aufbauend kann auf Basis eines isothermen Schmelzmodells von Maxwell und Hellawell [30] die folgende Hypothese getroffen werden: Unter der Annahme eines isothermen Schmelzmodells bestimmt die Unterkühlung die Aktivierung der Keimstellen im Zentrum der Probe. Die Gesamtunterkühlung der Schmelze ΔT , die sich aus der thermischen Unterkühlung ΔT_{\star} und der konstitutionellen Unterkühlung ΔT_{\star} zusammensetzt, kann als Gleichgewicht von latenter Wärmefreisetzung ΔH_m und der Wärmeabfuhr über die feste Randschale verstanden werden. Des Weiteren ist ΔH_m eine Funktion der Anzahl der aktivierten Keimstellen N und der Wachstumsbehinderung (Q) in Abhängigkeit des Legierungselements. Die Wärmeabfuhr über die Randschale wird durch λ_{c} in Abhängigkeit des jeweiligen Legierungselements bestimmt. In Abhängigkeit von λ_c kann die Wärmeabfuhr über die feste Randschale zum limitierenden Faktor in Bezug auf die Aktivierung der Keimstellen im Zentrum der Probe werden. Der Zusammenhang ist in Abb. 2 dargestellt.

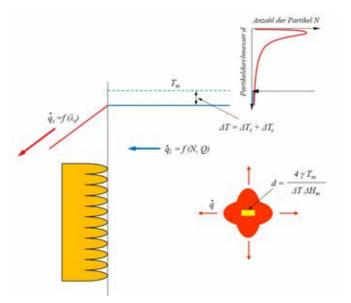


Abb. 2: ΔT als Funktion von Wärmefreisetzung und Wärmeabfuhr über die feste Randschale.

ZUSAMMENFASSUNG

- 1. In einer ersten Annäherung wurden die Q-Faktoren der Hauptlegierungselemente des Cu unter der Verwendung binärer Phasendiagramme bestimmt.
- 2. P, Be, Li und Ca wurden als diejenigen Elemente, mit der höchsten wachstumsbehindernden Wirkung identifiziert. Die gesundheitlichen Folgewirkungen von Be und die hohe Sauerstoffaffinität der anderen Legierungselemente muss jedoch berücksichtigt werden.
- 3. Gießversuche unter Verwendung des TP-1 Kornfeinungstests zeigten, dass die Korngröße in binären Kupferlegierungen nicht in dem Maße korreliert, wie es für Aluminiumlegierungen bestimmt wurde. Während P zu einer Abnahme der Korngröße mit zunehmendem Legierungsgehalt führt, bewirkt die Zugabe von Zn und Fe eine Kornvergröberung.
- 4. Es wird angenommen, dass die Korngröße binärer Kupferlegierungen über den Zusammenhang zwischen der tatsächlichen Abkühlrate und Q bestimmt wird. Des Weiteren wird angenommen, dass die tatsächliche Abkühlrate im Probenzentrum in großem Maße durch die Wärmeabfuhr über die feste Randschale bestimmt wird. Diese wiederum wird von der Wärmeleitfähigkeit der festen Phase λ_c in Abhängigkeit des Legierungselements und dessen Gehaltes bestimmt. Die sich in einem isothermen Schmelzemodell einstellende Unterkühlung, die die Anzahl der aktivierten Keimstellen und damit die Korngröße bestimmt, hängt davon ab, welcher Faktor in Abhängigkeit des Legierungselements und dessen Gehaltes dominiert.

DANKSAGUNG

Diese Arbeit wurde von der Österreichische For- Andreas Cziegler schungsförderungsgesellschaft (FFG), Wien, unterstützt.

Kontaktadresse:

Lehrstuhl für Gießereikunde, Montanuniversitaet Leoben, Franz-Josef-Straße 18, Leoben, A-8700 +4338424023303 andreas.cziegler@unileoben.ac.at

Literaturverzeichnis

- 1. J. Campbell, Complete casting handbook, (Oxford, UK: Butterworth-Heinemann, 2011), S. 315.
- 2. A. Cibula., Grain-refining additions for cast copper alloys, Journal of the institute of metals, 82 (1953-54), S. 513-524.
- 3. J.P. Dennison, E.V. Tull, The refinement of cast grain-size in copper-aluminium alloys containing 7-9 per cent. Aluminium, Journal of the institute of metals, 85 (1956-57), S. 8-10.
- 4. R. Henke, Kornfeinung von NE-Metallgußlegierungen, Gießerei-Praxis, 1 (1965), S. 14-20.
- 5. K. Röhrig, Kristallisatoren für NE-Metallschmelzen, Metall, 20 (1966), S. 1266-1272.
- 6. A. Couture, J.O. Edwards, Kornfeinung von Kupfer-Sandgußlegierungen und ihr Einfluß auf die Güteeigenschaften, Gießerei-Praxis, 21 (1974), S. 425-435.
- 7. F. Romankiewicz, R. Ellerbrok, S. Engler, Einfluß einer Kornfeinung mit Zirconium auf Erstarrungsmorphologie, Speisungsvermögen und Festigkeitseigenschaften von Messing CuZn30 und Siliciummessing CuZn15Si4, Gießereiforschung, 1 (1987), S. 25-33.

- 8. R. Mannheim, W. Reif, G. Weber, Untersuchung der Kornfeinung von Kupfer-Zinn-Legierungen mit Zirconium und/oder Bor und Eisen sowie ihres Einflusses auf die mechanischen Eigenschaften, Gießereiforschung, 1 (1988), S. 1-16.
- 9. W. Reif, G. Weber, A new grain refiner for copper-zinc alloys containing 25-42 % zinc, Metall, 11 (1987), S. 1131-1137.
- 10. O.C. Bustos, Untersuchung zur Kornfeinung von Reinstkupfer durch chemische Zusätze und Deutung der Vorgänge, (Doktorarbeit, TU Berlin, 1990).
- 11. M. Sadayappan, J.P. Thomson, M. Elboujdaini, G. Ping Gu, M. Sahoo, Grain refinement of permanent mold cast copper base alloys, (Report MTL Report 2004 – 6 (TR-R), Materials Technology Laboratory, 2004).
- 12. M.J. Balart, J.B. Patel, Z. Fan, Grain refinement of phosphorus deoxidised copper, Materials Science Forum, 790-791 (2014), S. 161-166.
- 13. W. Reif, Kornfeinung von Aluminium-, Blei-, Zinn-, Kupfer- und Nickellegierungen ein Überblick, Gießerei, 76 (2) (1989), S. 41-47.
- 14. G. Weber, W. Reif, Grain refining of copper-based alloys, Int. patent, 1987, no. 8521134.
- 15. T. Massalski et al., eds., Binary Alloy Phase Diagrams, 2nd edition (Materials Park, OH: ASM International, 1990).
- 16. M. A. Easton, D. H. St John, A model of grain refinement incorporating alloy constitution and potency of heterogeneous nucleant particles, Acta Mater., 2001, 49, S. 1867-1878.
- 17. "Standard test procedure for aluminum alloy grain refiners (TP-1)", The Aluminium Association, 2012.
- 18. H. Men, Z. Fan, Effects of solute content on grain refinement in an isothermal melt, Acta Materialia, 59 (2011), S. 2704-2712.
- 19. D. Shu, B. Sun, J. Mi, P.S. Grant, A quantitative study of solute diffusion field effects on heterogeneous nucleation and the grain size of alloys, Acta Materialia, 59 (2011), S. 2135-2144.
- 20. L. Northcott, The influence of alloying elements on the crystallisation of copper. Part I. Small additions and the effect of atomic structure, Journal of the Institute of the Metals, 62 (1938), S. 101-136.
- 21. M.J. Balart, J.B. Patel, F. Gao, Z. Fan, Grain refinement of DHP copper by elemental additions, International Journal of Cast Metals Research, 28 (4) 2015, S. 248-256.
- 22. J.R. Davis et al., eds., Copper and Copper Alloys, (Materials Park, OH: ASM International, 2001), S. 181-182.
- 23. J.R. Davis et al., eds., Copper and Copper Alloys, (Materials Park, OH: ASM International, 2001), S. 3, 35-53.
- 24. http://www.bgfa.ruhr-uni-bochum.de/publik/info0204/beryllium.php (03.04.2015).
- 25. J.A. Spittle, S.B. Sadli, Effect of alloy variable on grain refinement of binary aluminium alloys with Al-Ti-B, Mater. Sci. Technol., 11 (1995), S. 533-537.
- 26. A.L. Greer, A.M. Bunn, A. Tronche, P.V. Evans, D.J. Bristow, Modelling of inoculation of metallic melts: Application to grain refinement of aluminium by Al-Ti-B, Acta materialia, 48 (2000), S. 2823-2835.
- 27. F. Hodaj, F. Durand, Equiaxed grains in multicomponent alloys: Effect of the growth rate, Acta Materialia, 45 (1997), S. 2121-2127.
- 28. T.E. Quested, A.L. Greer, Grain refinement of Al alloys: Mechanisms determining as-cast grain size in directional solidification, Acta Materialia, 53 (2005), S. 4643-4653.
- 29. J.R. Davis et al., eds., Copper and Copper Alloys, (Materials Park, OH: ASM International, 2001), S. 355-481.

30. I. Maxwell, A. Hellawell, A simple model for grain refinement during solidification, Acta Metallurgica, 23 (1975), S. 229-237.



Dipl.-Ing. Andreas Cziegler

Studium der Metallurgie an der Montanuniversität Leoben mit den Schwerpunkten Gießereitechnik, Eisen-/Stahlmetallurgie sowie Nichteisenmetallurgie. Seit Juni 2015 Universitätsassistent am Lehrstuhl für Gießereikunde, Montanuniversität Leoben.



Univ.-Prof. Dr. Peter Schumacher

Vorstand des Lehrstuhls für Gießereikunde, Department Metallurgie, Montanuniversität Leoben und Geschäftsführer des Vereins für praktische Gießereiforschung - Österreichisches Gießerei-Institut, Leoben.

7. Zinkdruckguss-Wettbewerb anlässlich der EUROGUSS 2018

Weitere Informationen unter www.ZINK.de

Einsendeschluss 20. Oktober 2017

VON DER SIMULATION ZUM OPTIMIERTEN OFEN: BIS ZU

15-PROZENTIGE ENERGIEEINSPARUNG **DURCH PROZESSOPTIMIERUNG BEI EINEM ALUMINIUMSCHMELZOFEN**

From the Simulation top the optimized Furnace: up to 15% Energy Savings as a Result of Proces Optimization on Aluminium Melting Furnace

Autor: Prof. Dr.-Ing. Hubertus Semrau

KURZFASSUNG

Sensorische Erfassung des Schmelzgutes erlaubt effiziente Ausrichtung eines schwenkbaren Brennersystems Um das Energiesparpotential bei Aluminiumschmelzprozessen zu ermitteln, den Abbrand zu minimieren und die Grundlagen für ein modernes

insgesamt vier Jahren 2016 abgeschlossen wurde, ermöglichten eine deutliche Verkürzung der Einschmelzzeit. So konnte eine Energieeffizienzsteigerung von bis zu 15 Prozent realisiert werden.

Wärmerückgewinnungssystem zu schaffen, haben Forscher in einem Verbundprojekt von Industrie und Wissenschaft ein System zur Überwachung und Steuerung des Schmelzprozesses entwickelt (Abb. 1). Konsortialführer war dabei der Schmelzofenbauer ZPF GmbH, der auch den Anstoß für das Vorhaben gegeben hatte. Die Untersuchungen im Rahmen des BM-Wi-geförderten Projekts, das nach einer Laufzeit von insgesamt vier Jahren 2016 abgeschlossen wurde, ermöglichten eine deutliche Verkürzung der Einschmelzzeit. So konnte eine Energieeffizienzsteigerung von bis zu 15 Prozent realisiert werden.



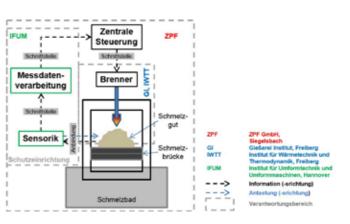


Abb. 1: Um das Energiesparpotential bei Aluminiumschmelzprozessen zu ermitteln, haben Forscher in einem Verbundprojekt von Industrie und Wissenschaft ein System zur Überwachung und Steuerung des Schmelzprozesses entwickelt.

EINLEITUNG

"Um nachhaltige Verbesserungen zu erzielen, muss das gesamte Ofensystem optimiert werden. Das war die wesentliche Erkenntnis aus dem 2011 abgeschlossenen Vorgängerprojekt, das sich hauptsächlich mit neuen Brenneranordungen und alternativem Feuerfestmaterial befasste", berichtet Sven-Olaf Sauke, der das Projekt planerisch begleitete.

"Mit dem Anfang 2012 gestarteten Forschungsvorhaben und Ende 2013 wieder aufgenommenen Projekt EDUSAL II sind wir einen weiteren Schritt in diese Richtung gegangen." Der Fokus lag dabei einerseits auf der Entwicklung einer Messtechnik zur sensorischen Erfassung des Ofenraums. Dadurch sollte die örtliche Lage des Restmaterials auf der Schmelzbrücke nachgewiesen und mengenmäßig bestimmt werden. Zum anderen galt es herauszufinden, wie ein



Fachbeiträge | Giesserei Rundschau 04/2017 JHG 64

Abb. 2: Das am IFUM in Hannover ausgewählte Kamerasystem für das Vermessen der Höhenänderungen im Aluminiumofen wurde im Rahmen von Versuchen an der TU in Freiberg erprobt. Hierzu wurde zunächst die optimale Kameraposition über dem Chargierdeckel des Ofens ermittelt, in der die Kamera anschließend fest positioniert wurde.







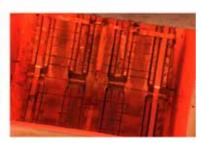


Abb. 3: Bei den Industrieversuchen war die Umgebungstemperatur deutlich höher als im Labor, weshalb die Kamera über Druckluft gekühlt werden musste. Insgesamt wurden in 45 Minuten 8 Testbilder aufgenommen. Dabei leuchtete die Umgebung umso heller, je länger das Aluminium-Masselpaket der Schmelzbehandlung ausgesetzt war. Um eine Überbelichtung zu vermeiden, wurde die Belichtungszeit im Laufe der Schmelzbehandlung angepasst.

dynamisches Brennersystem anhand der Messdaten auf das Schmelzgut ausgerichtet werden kann und ob sich dadurch die Effizienz des Gesamtsystems steigern lässt.

OPTISCHES MESSVERFAHREN ZUR ERFASSUNG DES OFENINNENRAUMS

Die Projektpartner haben jeweils zu einem Teilvorhaben in ihrem Bereich geforscht. So wurden am Institut für Umformtechnik und Umformmaschinen der Leibniz Universität Hannover (IFUM) grundlegende messtechnische Untersuchungen zur Energieeinsparung und Automatisierung bei Al-Schmelzprozessen durchgeführt. Dazu musste zunächst eine entsprechende Sensortechnik entwickelt werden, die den thermischen Bedingungen im Ofenumfeld standhält. Als dafür am besten geeignet erwies sich ein optisches Kameraverfahren (Abb. 2 und 3).

"Die darauf beruhende, eigens für das Projekt umgerüstete Kamera ermöglichte erstmals eine Überwachung und Bewertung des laufenden Schmelzvorgangs. Allerdings limitiert die Leistungsfähigkeit der technischen Elemente derzeit noch die Anwendbarkeit", erläutert Sauke.

Da die Geschwindigkeit bei der Analyse der Messdaten entscheidend, diese jedoch bei der verwendeten Bildverarbeitungssoftware unzureichend war, entwickelten die Forscher einen speziellen Auswertungsalgorithmus. Dieser importiert im ersten Schritt die von der Kamera erstellten Daten und erzeugt daraus eine Tabelle, in der die Informationen aus allen drei während eines Aufnahmezeitpunkts erzeugten Bildaufnahmen festgehalten sind. Alle Koordinaten, die sich außerhalb der Grenzbereiche des Aluminium-Masselpakets befinden, werden vom Programm automatisch gelöscht und die verbliebene Oberfläche im dritten Schritt in neun definierte Regionen eingeteilt. So lässtsich das Fließverhalten der Schmelze und die Lage der verbliebenen Aluminiumreste systematisch bestimmen (Abb. 4 und 5).





Abb. 4: Zur Volumenanalyse des Aluminium-Masselpakets wurden 49 Gitterpunkte und 9 Regionen definiert.

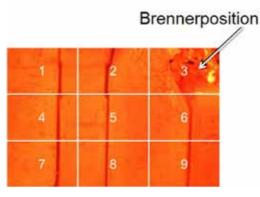


Abb. 5: Ist der nicht drehbare Brenner in der Nähe von Region 3 installiert, beginnt das Abschmelzen in diesem Bereich. Die durchschnittlich höchste Aluminiummenge sammelt sich in diesem Fall im Kantenbereich, das heißt in den Regionen 7 und 8.

SIMULATIONEN ZUR FAHRWEISE **DES DYNAMISCHEN BRENNER-SYSTEMS**

Für die weitere Verarbeitung wurden die zyklisch erhobenen Messdaten mit Hilfe einer speziellen Software in ein 3D-Modell umgewandelt. Dieses wurde in ein Koordinatensystem umgewandelt, welches zur Ansteuerung des beweglichen Brennersystems benötigt wurde. Der Einfluss der Badfüllung auf die Abgasaustrittstemperatur und die Einschmelzzeit des Blocks stellte sich als gering heraus. Weiterhin wurde untersucht, inwiefern sich das Schwenken des Brenners und die damit verbundene Vergrößerung des Wirkbereichs auf die Temperaturverteilung auf der Schmelzbrücke auswirken. Dabei konnte im Vergleich zu einer statischen Positionierung eine starke Steigerung der Schmelzleistung nachgewiesen werden. "Somit ist deutlich weniger Zeit für das Aufschmelzen der Aluminiumreste erforderlich, was in Summe eine erhebliche Verbesserung der Energieeffizienz bedeutet", resümiert Sauke das Ergebnis der Simulationen.

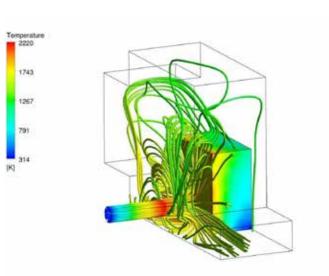


Abb. 6: Stand der Technik bei Aluminiumschmelzöfen sind derzeit statische Brennersysteme, bei denen die Brenner ortsfest eingebaut sind. Für das Forschungsprojekt EDUSAL II wurden am IWTT der TU in Freiberg das Abschmelzverhalten und die Brennerpositionen mit Hilfe von Simulationen berechnet.

Die Simulationen wurden ausnahmslos am Institut für Wärmetechnik & Thermodynamik (IWTT) der TU Bergakademie Freiberg durchgeführt (Abb. 6).

Bei den zur Optimierung eingesetzten numerischen Simulationen zur Fahrweise des dynamischen Systems wurden sowohl der Warmhalte- als auch der Schmelzbetrieb berücksichtigt. Darüber hinaus wurden am IWTT Untersuchungen zum eingesetzten Brennersystem durchgeführt sowie Möglichkeiten zur Reduzierung des Gasverbrauchs untersucht. Ergänzend hierzu wurden am Gießereiinstitut (GI) der TU Bergakademie Freiberg Untersuchungen zur Abbrandminimierung und ein Großteil der Heißversuche unter Laborvoraussetzungen durchgeführt.

ANNAHMEN UNTER REALEN INDUSTRIEBEDINGUNGEN BESTÄTIGT

ZPF unterstützte das Verbundprojekt bei Grundlagenfragen, kümmerte sich um die Softwareentwicklung sowie den Aufbau und die Erprobung einzelner Systemkomponenten. Auch die Testphase mit einem Demonstrator und die industrielle Umsetzung und Erprobung übernahm das Unternehmen aus Siegelsbach (Abb. 7).





Abb. 7: Um den Gasbrenner exakt auf das Schmelzgut ausrichten zu können, wurde bei ZPF ein Demonstrator mit dynamischem Brennersystem entwickelt, der die Position des Schmelzgutes mit Hilfe eines Überwachungssystems detektiert.

"Für die Feldversuche wurde ein Demonstrator aufgebaut, der stark an eine Serienanlage angelehnt war. Der Schmelzofen vom Typ SG 1,5T5 mit einer Schmelzleistung von 1,5 t/h und einem Warmhaltebadinhalt von 5 t wurde aber projekttypisch mit einer großen Anzahl an Sonderbauteilen ausgestattet, etwa den benötigten Messmitteln", so Sauke. Über zwei Stellmotoren konnte das System anhand der Koordinaten, die vom Messsystem an die Brennersteuerung übermittelt wurden, in die gewünschte Lage geschwenkt werden. Die Schmelzzeiten konnten dadurch - ohne Beeinträchtigung der Qualität - bei niedrigerem Gasverbrauch verkürzt werden.

Kontaktadressen:

Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover Institut für Umformtechnik und Umformmaschinen An der Universität 2, 30823 Garbsen

Tel.: 0511 762-2164/-2264, Fax: 0511 762-3007 Internet: www.ifum.uni-hannover.de

TU Bergakademie Freiberg

Institut für Wärmetechnik und Thermodynamik Gustav-Zeuner-Str.7, 09599 Freiberg

Tel.: 03731 3939-40, Fax: 03731 3939-42 Internet: www.tu-freiberg.de

"Unsere ursprünglichen Erwartungen einer 10 bis 15-prozentigen Energieeinsparung haben sich erfüllt, wobei die Messdaten des beweglichen Brenners den Schluss zulassen, dass diese Effizienzsteigerung auf einer Verkürzung der Einschmelzzeit beruht", freut sich Sauke über den Erfolg des Projekts. Mit der Bestätigung der Annahmen unter realen Industriebedingungen ist der Grundstein für eine neue Verfahrensweise gelegt. Um weitere Schlussfolgerungen zu einer optimierten Fahrweise ziehen zu können, gilt es jedoch noch einiges zu verbessern und weitere Langzeitversuche zu unternehmen.

"In einem weiteren F+E-Projekt, das nach Möglichkeit 2017 starten soll, wird das Hauptaugenmerk auf den variablen Brennerpositionen und der Identifizierung von Verbesserungsmöglichkeiten bei der Messsensorik liegen", gibt Sauke einen Ausblick auf die Zukunft. So soll unter anderem eine Onlineüberwachung eingesetzt werden, um die Systemsicherheit zu erhöhen. Das mittel- bis langfristige Ziel ist, dass die Erkenntnisse in die Entwicklung von Ofenanlagen - nicht nur bei ZPF - einfließen sollen. "Wenn die Technik serienreif ist, können alle Betreiber von Aluminiumschmelzöfen davon profitieren. Auch ein Einsatz in anderen Industriezweigen, in denen eine Prozessüberwachung für den Heißbereich benötigt wird, ist denkbar."

Weitere Informationen im Internet: www.zpf-gmbh.de

Gießerei-Institut

Bernhard-von-Cotta-Straße 4, 09599 Freiberg

Tel.: 03731 3924-41, Fax: 03731 3924-42 Internet: www.tu-freiberg.de

ZPF GmbH

Petersäcker 4-6, 74936 Siegelsbach

Tel.: 07264 9597-0, Fax: 07264 9597-19

E-Mail: info@zpf-gmbh.de Internet: www.zpf-gmbh.de Die Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover wurde 1871 gegründet und ist heute mit knapp 27.000 Studenten, die dort unter dem Motto "Mit Wissen Zukunft gestalten" ausgebildet werden, die zweitgrößte Hochschule Niedersachsens. Das Angebot der neun Fakultäten mit mehr als 150 Instituten umfasst eine Vielzahl wissenschaftlicher Disziplinen, von den Natur- und Ingenieurwissenschaften über die Sprach- und Kulturwissenschaften sowie Rechts-, Wirtschaftsund Sozialwissenschaften bis hin zu Gartenbauwissenschaften, Landschaftsarchitektur und Umweltentwicklung. Das Institut für Umformtechnik und Umformmaschinen (IFUM) gehört zur Fakultät für Maschinenbau und befasst sich neben der Grundlagenforschung mit der Untersuchung aktueller umformtechnischer Problemstellungen aus der Industrie. Sowohl bei der Lösung spezifischer Fragestellungen als auch bei der Erarbeitung übergreifender Konzepte unterstützt das IFUM kleine und mittelständische Unternehmen als Forschungspartner mit grundlagen- und anwendungsorientiertem Wissen im Bereich der Umformtechnik.

Die TU Bergakademie Freiberg betreibt seit ihrer Gründung 1765 praxisnahe Ausbildung und Forschung, die sich an den Bedürfnissen der Wirtschaft orientiert. Ihr klar definiertes Profil mit den vier Gebieten Geo, Material/Werkstoffe, Energie und Umwelt greift die aktuellen Themen moderner Industrienationen auf. Als Campusuniversität besitzt sie die Vorzüge kleiner Universitäten: eine übersichtliche Struktur mit sechs Fakultäten und dem Interdisziplinären Ökologischen Zentrum (IÖZ). Die heutige Arbeit der Freiberger Universität wird entscheidend von der Forschung geprägt, wobei die Kooperation mit der Industrie und anderen Forschungseinrichtungen sowie die interdisziplinäre Zusammenarbeit der Institute an der Hochschule eine wichtige Rolle spielen. In dem abgeschlossenen Projekt hat sich die enge Zusammenarbeit mit dem Institut für Wärmetechnik und Thermodynamik (IWTT) und dem Gießerei Institut (GI) ausgezahlt. Auch diese Institute unterstützen Industriebetriebe bei Forschungsfragen und entsprechenden Aufgabenstellungen.

Die ZPF GmbH ging 2013 aus der 1993 gegründeten ZPF therm Maschinenbau GmbH hervor und legt - wie der Vorgängerbetrieb - seinen Schwerpunkt auf die Entwicklung, Konstruktion und Fertigung hocheffizenter Aluminiumschmelzöfen. Daneben umfasst das Produktspektrum auch Späneschmelz- und Warmhalteöfen. Die Anlagen werden im Werk im baden-württembergischen Siegelsbach produziert und soweit möglich bereits vormontiert an metallverarbeitende Unternehmen weltweit geliefert



Prof. Dr.-Ing. Hubertus Semrau

Geschäftsführender Gesellschafter ZPF Therm Maschinenbau GmbH, Siegelsbach

Freier Berater Sächsisches Ministerium für Wirtschaft und Arbeit (SMWA) Geschäftsführer CDP Aluminiumtechnik GmbH und PSW GmbH, Brand-Erbisdorf

Produktionsleiter Otto Fuchs Metallwerke GmbH & Co. KG Produktionsleiter Thyssen BLW Präszisionsschmiede GmbH, München

Abteilungsleiter Vertrieb Hauptabt. Excimerlaser der Siemens AG, Karlstein

Abteilungsleiter Fertigungstechnologie Laser Zentrum Hannover e.V.

Wissenschaftlicher Mitarbeiter Institut für Fertigungstechnik und spanende Werkzeugmaschinen (IFW) der Universität Hannover

Honorarprofessur Universität Hannover

AUS DER BERUFSGRUPPE DER **GIESSEREIINDUSTRIE**

Die Gießereiindustrie Österreichs im Jahr 2016

ALLGEMEINE WIRTSCHAFTLICHE DATEN

Österreichs Wirtschaft verzeichnete 2016 ein kräftigeres Wachstum als in den letzten Jahren. Gemäß den Prognosen beschleunigt sich das reale BIP-Wachstum über den Prognosezeitraum weiter: laut WIFO soll Österreich in den Jahren 2017 und 2018 um 2,0% bzw. 1,8% wachsen.

Nach etwa +1,7% im Jahr 2016 erwartet das WIFO nun im Zuge des internationalen Aufschwungs einen Anstieg der österreichischen Exporte real um rund 3,7%. Getra-gen wird diese Annahme auch von einer steigenden Nachfrage aus dem Euroraum.

Die Investitionen entwickelten sich in den letzten Jahren trotz niedriger Zinsen deutlich schwächer als in früheren Aufschwungphasen. Laut WIFO sind die Bruttoanlageinvestitionen real um 2,9% im Jahr 2016 gestiegen, getrieben insbesondere durch Fahrzeugin-

Trotz einer weiterhin deutlichen Steigerung der Beschäftigung, verharrt die Arbeitslosenquote auf einem für Österreich hohen Niveau. Das Arbeitskräfteangebot steigt durch die Migration, das steigende Pensionsantrittsalter und die höhere Frauenbeschäftigung.

Die Inflation bleibt über den Prognosezeitraum in Österreich konstant bei +1,7% für 2017 als auch für 2018. Sowohl internationale (steigende Rohstoff- und Importpreise) als auch nationale (Anhebung des ermäßigten Umsatzsteuersatzes) Faktoren spielen hierbei eine Rolle.

Prognose für Österreich Veränderung ggü. Vorjahr in %	2016	2017	2018	
BIP-Wachstum, real	+1,5	+2,0	+1,8	 Wachstum 2016 erstmals wieder über 1 %, gleich hoch wie das Wachstum des Durchschnitts der EU. Wachstumstreiber 2017 und 2018 sind der Außenbeitrag und die Industrieproduktion.
Private Konsumausgaben, real	+1,5	+1,3	+1,2	Konsum bleibt stabil, allmählich laufen die Sondereffekte durch die Steuerreform aus.
Bruttoanlageinvestitionen, real	+2,9	+2,6	+2,4	 Nach Jahren schwacher Investitionsentwicklung sollten die Investitionen im Prognosezeitraum deutlicher zunehmen. Erholung der Investitionen im Jahr 2016 getrieben von Son-dereffekt "Fahrzeuginvestitionen".
Exporte (Waren), real	+1,5	+3,7	+3,6	Außenwirtschaft trägt wieder wesentlich stärker zum Wachstum bei.
Unselbständig aktiv Beschäftigte	+1,6	+1,6	+1,3	Beschäftigung steigt bis 2018
Arbeitslosigkeit, in %	6,0	5,9	5,9	Arbeitslosenquote bleibt hoch

Ouelle: WIFO, März 2017

POSITION DER GIESSEREIBRANCHE

Die österreichische Gießereiindustrie hat sich im vergangenen Jahr weiter als verlässlicher Partner, speziell für den Automobilbereich, positioniert. Ein Großteil der von uns produzierten Waren wird in der Automobilindustrie eingesetzt und hier findet glücklicherweise nach wir vor ein Wachstum statt.

Einerseits ist ein Schwerpunkt in diesem Bereich die verstärkte Produktion von größeren Bauteilen, Strukturelementen und Türen, andererseits ist es aber auch die zunehmende Digitalisierung im Automobilbereich (Kameras, Softwarelösungen) ein Treiber von vermehrten Einsatz von kleinen bis mittelgroßen Leichtmetallgussteilen.

Leider hat sich speziell die Entwicklung im Energiebereich negativ auf die Branche ausgewirkt und alle Zulieferungen in dieses Segment stagnieren. Eine unmittelbare Erholung ist kurzfristig nicht in Sicht, wird aber langfristig erhofft.

Glücklicherweise hat auch der Bereich des sonstigen Maschinenbaus leichte Zuwachsraten, sodass von einer zufriedenstellenden Situation gesprochen werden

Problematisch sind weiterhin die Überkapazitäten in allen Bereichen, die sich sehr stark auf das Preisniveau auswirken, sodass der Kostendruck unvermindert hoch ist. Kritisch stellt sich für die Branche die Entwicklungen im Bereich E-Mobilität dar, welche zu einer Reduktion der eingesetzten Gusskomponenten führen dürfte. Hier ist abzuwarten, wie die zukünftigen tatsächlichen Entwicklungen verlaufen. Der Trend zu kleinervolumigen turbogeladenen Aggregaten macht sich auf jeden Fall jetzt schon bemerkbar. Prototypen, die früher als Achtzylinder gebaut wurden, werden jetzt als Sechszylinder gebaut und Sechszylindermotoren zwischenzeitlich schon als Vierzylinder. Dementsprechend leichter sind die eingesetzten

Komponenten im Motorenmanagement. Ziel der Automobilindustrie ist es hier den Leichtbau zu generieren, wobei sich die Branche in seiner Gesamtheit diese Tendenz nach wie vor zu Nutze macht. Speziell durch hohe Innovation und F&E Tätigkeit werden immer leichtere Fertigprodukte entwickelt, bei gleichzeitiger Steigerung der Motorleistung. Diese Entwicklung unterstützt die Rohstoffeffizienz und die Gewichtseinsparung in der Automobilindustrie.

Mit den Forschungsaktivitäten der österreichischen Gießereiindustrie ist es möglich, diese technologischen Entwicklungen voranzutreiben und sich für die Anforderungen der nächsten Zeit zu positionieren. Österreich hat international als Lieferant von hochqualifizierten Produkten einen anerkannten Ruf und kann so seine Position im internationalen Wettbewerb halten.

PRODUKTION

Die Gesamtproduktion im Jahre 2016 beträgt ca. 314.859 t und ist gegenüber 2015 um 1,7% gestiegen. Der gesamte Umsatz der Branche weist gegenüber 2015 einen Anstieg von 0,8% auf und beträgt ca. 1,39 Mrd. €.

Der Eisenguss weist für 2016 eine Gesamtproduktion von 155.416 t auf und ist um -0,3% gesunken. Der Umsatz ist um 1,1%, auf ca. 395 Mio. € gestiegen.

Die Produktion beim Duktilen Gusseisen beträgt 101.770 t, das entspricht einem Rückgang von -3,8% gegenüber 2015.

Der Stahlguss ist auf 11.284 t gestiegen, das entspricht einem Zuwachs von 18,7% gegenüber 2015.

Im Bereich Grauguss ist die Produktion gegenüber 2015 um 4,2% gestiegen und weist 42.362 t auf.

Im Nichteisenguss ist die Produktion um 3,8% und der Umsatz um 0,6% gestiegen.

	2015	5	20	16
Werkstoffsparte	t	€	t	€
Eisen- und Stahlguss	155.886	390.833.828	155.416	395.260.220
Nichteisenmetallguss	153.563	991.430.727	159.443	997.547.256
Summe	309.449	1.382.264.555	314.859	1.392.807.476

GUSSPRODUKTION UNTERTEILT NACH WERKSTOFFEN UND GIESSVERFAHREN

	t	t	Veränderung
	2015	2016	in %
Grauguss	40.637	42.362	4,2
Duktiles Gusseisen	105.745	101.770	-3,8
Stahlguss	9.504	11.284	18,7
Eisenguss	155.886	155.416	-0,3
Zink-Druckguss und Schwermetallguss gesamt	12.814	12.347	-3,6
Leichtmetallguss	140.749	147.096	4,5
davon Al-Druckguss	64.219	69.607	8,4
davon Al-Kokillenguss	68.772	70.299	2,2
davon Al-Sandguss	1.122	934	-16,8
davon Mg-Guss (überwiegend Druckguss)	6.636	6.256	-5,7
Metallguss	153.563	159.443	3,8
Total	309.449	314.859	1,7

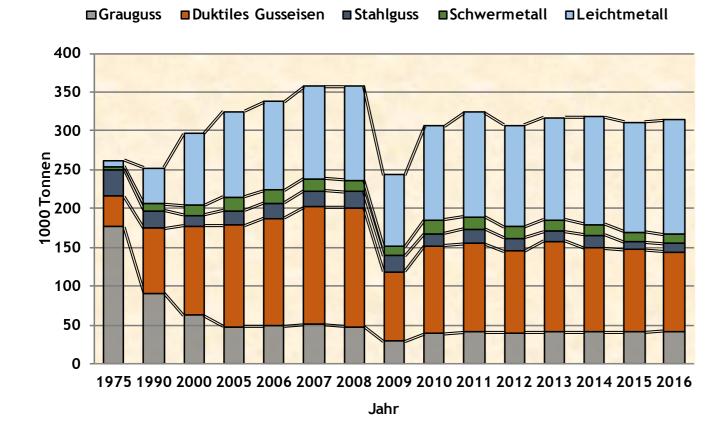


Bild 1: Entwicklung der Produktionsmenge, unterteilt nach Gussarten

GIESSEREIBETRIEBE UND BESCHÄFTIGTE

Die Struktur, der im Jahr 2016 von der Berufsgruppe Gießereiindustrie betreuten Mitgliedsunternehmen, gliedert sich - bezogen auf ihre Produktion - folgendermaßen auf:

Gesamt	.38
Gießereien, die Eisen- u. NE-Metallguss erzeugen	3
Reine NE-Metallgießereien	21
Reine Eisengießereien	14

Ende des Jahres 2016 gab es in Österreich 38 von uns betreute industrielle Gießereibetriebe.

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

Bundesland	Anzahl der Betriebe	Beschäftigte
Wien	3	26
Niederösterreich	10	2.285
Oberösterreich	11	2.446
Steiermark	7	1.362
Salzburg	1	257
Kärnten + Tirol	2	256
Vorarlberg	4	196
Österreich	38	6.828

Insgesamt gab es 2016 in der Gießereiindustrie 6.828 Beschäftigte.

Gegenüber dem Vorjahr hat sich die Struktur der österreichischen Gießereiindustrie etwas verändert: 21 Betriebe beschäftigen mehr als 100 Mitarbeiter und der Anteil der Gießereien mit bis zu 100 Mitarbeiter hat sich gegenüber 2015 verringert.

38	Gießerein gesamt		
5	Gießerein unter	20	"
5	Gießerein mit	21 - 50	"
7	Gießerein mit	51 - 100	"
7	Gießerein mit	101 - 200	II .
11	Gießerein mit	201 - 500	"
3	Gießerein mit	500 - 1.000	Beschäftigten

Kontaktadresse:

Berufsgruppe der Gießereiindustrie Österreichs,

Wirtschaftskammer Österreich,

A-1045 Wien, Wiedner Hauptstraße 63

Tel.: +43 (0)5 90 900-3463, Fax: +43 (0)5 90 900-279

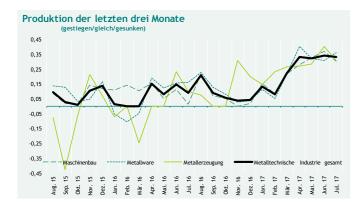
E-Mail: giesserei@wko.at Internet: www.diegiesserei.at

KONJUNKTURBERICHT

SOLIDE WACHSTUMSPHASE IN **DER METALLTECHNISCHEN IN-DUSTRIE - DER HÖHEPUNKT IST** WAHRSCHEINLICH ÜBERSCHRIT-**TEN**

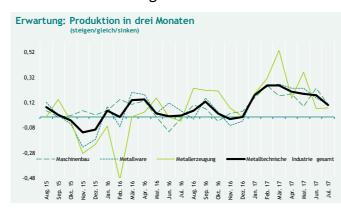
Die gute Nachricht ist, die Metalltechnische Industrie bewegt sich nach wie vor im Wachstumsbereich. Es gibt momentan wenig Anzeichen dafür, dass der positive Konjunkturverlauf in den nächsten Monaten abreißen könnte. In den letzten drei Monaten ist der Optimismus laut dem Konjunkturtest für die Metalltechnische Industrie etwas zurückgegangen, das heißt das Wachstum wird in den nächsten Monaten etwas an Dynamik verlieren.

Produktionswachstum



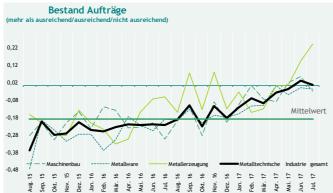
Das Produktionswachstum ist weiterhin auf konstant hohem Niveau, seit April liegt der Saldo bei +0,33, das heißt es herrscht ein deutlicher Überhang von Firmen die aktuell wachsen. Im Juli ist der Anteil der wachsenden Firmen von 42% auf 39 % runtergegangen, auch der Anteil der Firmen mit Produktionsrückgängen ist gleichzeitig gesunken. Alle drei Branchen sind auf ähnlichem Wachstumsniveau, die Metallwarenproduzenten wachsen momentan noch etwas stärker. Aller Voraussicht nach sollte der Höhepunkt der Konjunktur aber hinter uns liegen.

Produktionserwartung



Die heiß gelaufene Konjunktur im ersten Halbjahr beginnt voraussichtlich abzukühlen, der Optimismus ist seit einigen Monaten etwas rückläufig. Mit einem weiteren Produktionsanstieg rechnen nun nur noch 18 % der Unternehmen der Metalltechnischen Industrie, im Mai waren es noch 25 %. Wenige Unternehmen (8 %) erwarten Rückgänge in den nächsten drei Monaten. Nach wie vor sollte die Branche im dritten Quartal wachsen, das Tempo wird aber etwas rausgenommen.

Auftragslage



Das Niveau der Auftragsbestände ist seit letzten Herbst stetig angewachsen, wir können daher von einem nachhaltigen Aufschwung ausgehen. Bemerkenswert ist die hervorragende Auftragslage in der Metallerzeugung. 85 % der Unternehmen geben die Auftragsbestände momentan als ausreichend oder mehr als ausreichend an. Nur 15 % bezeichnen sie als nicht ausreichend. Das ist historisch gesehen ein sehr niedriger Wert. Wir rechnen daher mit einer soliden Konjunkturentwicklung auch in den nächsten Monaten.

WAS IST DER KONJUNKTURTEST UND WIE LESE ICH IHN?

Der WIFO-Konjunkturtest ist eine monatliche Befragung von österreichischen Unternehmen zur Einschätzung ihrer wirtschaftlichen Lage. Ziel der Erhebung ist es, die aktuelle und bevorstehende Entwicklung der Konjunktur zu erfassen, und zwar mit einem deutlichen Zeitvorsprung gegenüber der amtlichen Statistik. Im Zuge der Auswertung werden so genannte Salden ermittelt. Das heißt, vom Anteil der positiven Antworten auf eine Frage wird der Anteil der negativen Antworten abgezogen. In der Praxis zeigen die so ermittelten Salden eine hohe Korrelation mit den tatsächlichen Wachstumsraten des von der Statistik Austria ermittelten Produktionsindex.



DER NEUE WEBAUFTRITT VON **PROGUSS-AUSTRIA**

Geschätzte Leserinnen und Leser,

Wir freuen uns, Ihnen unter www.proguss-austria.at unsere neue Vereins-Webseite präsen-

Ihr PROGUSS-AUSTRIA Team

NEWS

WIE KANN MAN EXTERNE GELDER FÜR INNOVATIONEN OPTIMIEREN? ANTWORTEN FÜR DIE GIESSEREITECHNIK

News | Giesserei Rundschau 04/2017 JHG 64

Autor: Peter Berger

Dieser Artikel bietet Ihnen Konzepte, Ihre Innovationsleistung zu erhöhen und zeigt Ihnen, wie Sie Geldmittel optimieren können, um Innovationen auch finanzieren zu können. Innovationen sind in allen Branchen, aber vor allem in traditionellen Bereichen wie der Gießereitechnik ein Erfolgstreiber. Der Billigste zu sein, ist längst kein Erfolgskonzept mehr. Artikel von Peter Berger, Unternehmensberater in Wien richtet sich an Praktiker.

Kurzfassung

Es gibt attraktive Geldquellen für Ihre F&E-Projekte in Gießereibetrieben

In Österreich gibt es - wenn bestimmte Bedingungen erfüllt und die richtigen Anträge an geeignete Institutionen gestellt werden - die Möglichkeit, Geldbeträge von 10% bis zu 70% der F&E-Kosten zu lukrieren. Dazu müssen teilweise kumulierbare Förderanträge und Anträge zur Rückvergütung von Steuern geschickt kombiniert werden. Zwischen 10% und 12% der F&E-Aufwände aus Vorjahren können über den Antrag auf "Forschungsprämie" als Steuergutschrift erhalten werden. Verschiedene Förderstellen ermöglichen den Antrag auf Förderung von zukünftigen F&E-Projekten. Hier sind es Kostenbeiträge, aber auch Investitionszuschüsse und geförderte Finanzierungen, die österreichische Unternehmen erhalten können. Interessiert? Dann lesen Sie weiter!

Das Interesse war groß, als Peter Berger am 28.April 2017 im Rahmen des Gießereitages 2017 am Standort der Firma Fill in Gurten, Oberösterreich, die Vortragsserie mit genau dem Vortrag eröffnete, den er hier ausführlich in Textform darstellt. Für die Bera-

tungsfirma KEY Consult in Wien ist das Thema Förderberatung der Kern ihrer Geschäftstätigkeit. Herr Berger ist Partner der KEY Consult, aber auch Unternehmensberater für den Bereich "Optimierung der Absatz- und Innovationswirkung" und kennt die Themen, die Unternehmen im Zusammenhang mit optimalen Innovationsprozessen treiben. Das sind zum einen die Frage, was sollen wir entwickeln, um nachhaltig im Wettbewerb erfolgreich zu sein, zum anderen ist es der Kostendruck, der mit den Aufwänden rund um das Thema "Innovation Excellence" zu bewältigen ist. Zu beiden Themen möchte dieser Artikel Informationen und Anregungen bereitstellen.

Externe Gelder für Innovationen optimieren

Im Kern jeder Entwicklung steht neben dem Erfolg, den eine Innovation dem Unternehmen in Form von höheren Erträgen und einer nachhaltig besseren Wettbewerbsposition bringen soll, die Frage, wie finanzieren wir Innovationsprojekte. Dieser Artikel soll vor allem die Quellen aufzeigen, die Herr Berger bei seinem Fachvortrag bereits vorgestellt hat.

Hier geht es nicht um Finanzierung über Banken oder aus dem eigenen Cashflow, über Kooperationsprojekte oder Crowdfunding. Herr Berger möchte aufzeigen, welche Instrumente der Förderdschungel bietet und worauf man achten muss, wenn es darum geht, die richtige Förderstrategie zu erarbeiten. Er zeigt Antragsmöglichkeiten, aber auch die Fallstricke und greift dabei auf das Wissen eines der führenden österreichischen Beratungsunternehmen im Bereich der Innovationsförderungen zurück, auf das Knowhow der KEY Consult Unternehmensberatung in Wien. KEY beschäftigt sich seit mehr als 20 Jahren mit dem Thema "Finanzierung von Innovationsprojekten" und kann dabei auf mehr als 1.000 Projekte bei fast 400 Beratungskunden zurückgreifen.

Spezifikum Giesserei: Innovationsgrad Entwicklung und Optimierung neuer Produkte und Verfahren zur Simulation.. Modelle/Werkzeuge/Material Sande, Energieeinsparung, Umweltschutz,.

Bearbeitungsverfahren, Prüfverfahren,

Fertigungsüberleitung,...

Abb. 1: Spezifikum Giesserei: Innovationsgrad

Die Forschungsprämie - Geld für die Innovationsaufwände der letzten Jahre

Beginnen wir mit der Mär, dass es kein Geld für Innovationsaufwände der Vergangenheit gibt. Einfach falsch, wenn man die Forschungsprämie richtig anwenden kann. In Österreich gibt es hierzu die steuerliche Forschungsförderung in Form der Forschungsprämie, die jedoch seit dem Jahr 2013, für Geschäftsjahre die nach dem 31.Dezember 2011 beginnen, ein Gutachten erfordert, welches bestätigt, dass es sich bei den beantragten Projekttätigkeiten tatsächlich um Forschung und Entwicklung gehandelt hat. Die auch §108c-genannte Möglichkeit einer Steuergutschrift für F&E-Aufwände der Vergangenheit ist aber an ein paar in der Praxis nicht immer verstandene Bedingungen geknüpft. Lassen Sie uns dies anhand einfacher Fragen beantworten:

Frage 1: Gibt es Geld für F&E-Aufwände der Vorjahre?

Antwort 1: Ja, wenn Sie Anspruch auf eine Forschungsprämie haben!

Diese Frage kann für die meisten Unternehmen grundsätzlich mit "Ja" beantwortet werden. Es geht hier nicht darum, Gesetztestexte zu zitieren. Es geht um einfache praxisgerechte Antworten: Wenn Sie F&E-Leistungen im Sinne des österr. Steuerrechtes erbracht haben, können Sie eine Steuerrückvergütung beantragen. Voraussetzung ist, dass Ihr Körperschaftssteuerbescheid noch nicht rechtskräftig ist. Ob das so ist, fragen Sie am besten Ihren Steuerberater oder Wirtschaftsprüfer.

Frage 2: Was muss meine F&E-Leistung sein, um die Forschungsprämie beantragen zu können?

Antwort 2: Unter Einsatz wissenschaftlicher Methoden neues, verwertbares Wissen schaffen!

Nehmen wir an, Ihr Körperschaftssteuerbescheid ist noch nicht rechtkräftig und sie haben F&E-Leistungen erbracht, dann könnten Sie einem Anspruch auf eine Steuergutschrift schon einen Schritt näher sein, als Sie glauben. Wenn Sie die folgenden vier Kriterien erfüllen, haben Sie eine gute Chance, dass auch Ihr Unternehmen zu den möglichen Empfängern einer Steuergutschrift in Form der Forschungsprämie gehören wird:

- Ein in Österreich steuerpflichtiges Unternehmen
- Sie führen F&E-Leistungen durch
- Was Sie entwickeln, ist neu für Ihr Unternehmen und neu für den Markt und
- Es sind direkte Kosten dafür angefallen.

Ja? Dann sollten Sie weiterlesen, denn für Aufwände, die diesen Kriterien entsprechen, können Sie für die Geschäftsjahre 2012-2015 10%, für die Geschäftsjahre 2016 und 2017 12% und ab 2018 14% der relevanten Kosten als Steuergutschrift erhalten.

Frage 3: Wie kann ich die Forschungsprämie beantra-

Antwort 3: Durch die Beantragung eines Jahresgutachtens und die Abgabe eines §108c-Antrages

Grundsätzlich kann jeder, der weiß wie, diesen Antrag stellen. Der Antrag auf Jahresgutachten wird über FinanzOnline eingebracht, der Forschungsprämienantrag über das Formular §108c. Das Geheimnis liegt in den Details. Zuerst gilt es zu bestimmen, für welche Jahre Sie die Forschungsprämie noch beantragen können. Sie können den Antrag ab dem ersten Tag des Folgejahres für das vergangene Jahr stellen. Dem Autor sind Fälle bekannt, in denen auch länger als ein Jahr zurück eine Forschungsprämie erfolgreich beantragt oder ein abgelehnter oder gekürzter Antrag noch gerettet werden konnte. Die Beschreibung der F&E-Tätigkeit muss dabei in max. 3.000 Zeichen nach einer vorgegebenen Struktur ohne Grafiken oder Bilder erfolgen. Eine Herausforderung, die Techniker wirklich fordert und Kaufleute an ihre Grenzen bringt. Nicht selten sind dann schlecht formulierte Texte der

diese Texte an Experten der FFG gesandt, die diese auf Übereinstimmung mit den Vorgaben der Forschungsprämienverordnung prüfen. In der Gießereitechnik braucht es einiges an Erfahrung, um beurteilen zu können, welche Projekte F&E-Kriterien entsprechen. Dazu unten mehr.

News | Giesserei Rundschau 04/2017 JHG 64

Der finanzielle Teil des Forschungsprämienantrages, die sogenannte "Bemessungsgrundlage" beschreibt die Aufwände, die für die beschriebenen Forschungsschwerpunkte in Summe angefallen sind. Hier sind es vor allem direkte Personal- und Sachaufwände, aber auch Investitionen, Finanzierungskosten und Gemeinkosten, die in Frage kommen. Eingegangene Förderungen sind abzuziehen. Ohne detaillierte Kenntnis der steuerrechtlichen Grundlagen ist diese Aufgabe kaum korrekt zu erfüllen.

Frage 4: Was sind typische F&E-Aufwände in der Gießereitechnik?

Antwort 4: Vieles, was wissenschaftlich-methodisch zu neuem Erkenntnisgewinn führt!

Im Kern ist es die Entwicklung neuer Materialen, Produkte und Verfahren, die man prüfen sollte. Dazu gehören die Entwicklung neuer Legierungen und der Einsatz von Legierungen für neue Anwendungsgebiete, die Entwicklung neuer Verarbeitungs- und Bearbeitungsprozesse und der Einsatz neuer Werkstoffe, Werkzeuge und Verfahren, um diese Prozesse zu ermöglichen. Beispiele sind die Entwicklung neuartiger Sande oder Trennmittel, die Entwicklung innovativer Steigerkonzepte oder Gießverfahren, die Entwicklung bahnbrechender Verarbeitungsmethoden bis hin zur Industrie 4.0-Automatisierung, die Entwicklung neuer Produkte zu deren Herstellung Gießtechnik benötigt wird. Die Ansätze sind vielfältig, die Beurteilung oft komplex. Die Basis bietet das Frascati-Manual der OECD, in dem Forschung und experimentelle Entwicklung beschrieben wird.

Frage 5: Warum empfiehlt Peter Berger, einen Profi zu nutzen?

Antwort 5: Weil es einiges an Risiko birgt, ohne Erfahrung loszulegen!

Alles in allem ist es ein für viele Unternehmen ein lohnender Einsatz, die Potenziale zur Beantragung einer Forschungsprämie im eigenen Unternehmen

Grund für eine Ablehnung. Über FinanzOnline werden zu sichten und mit einem Profi zu besprechen. Aus der Begleitung mehrerer Verfahren, in denen zuerst positive Bescheide ausgestellt wurden, im Zuge einer Betriebsprüfung aber plötzlich diese Bescheide wegen "neuer Erkenntnisse" abgelehnt und die bereits gutgeschriebenen Beträge wieder rückgefordert wurden, empfiehlt Herr Berger, mit Profis zu sprechen, die den Prozess kennen. Nicht selten ist es auch die Problematik, dass sich Techniker sehr schwer tun, die F&E-Tätigkeit nach den Vorgaben des Steuerrechts zu beschreiben und Finanzfachleute oder Steuerexperten oft nur vage verstehen, wo die F&E-Potenziale liegen. Herr Berger berichtet über Fälle, in denen es nachträglich im Rahmen von Bescheidbeschwerden oder Einwendungen in Betriebsprüfungen gelungen ist, diese Potenziale zu erkennen und die damit verbundenen Steuergutschriften zu erhalten. "Nicht selten war eine Ablehnung der Forschungsprämie oder eine existenzgefährdende Rückforderung von Steuergeldern der Einstieg in eine erfolgreiche Zusammenarbeit zwischen externen Experten und den betroffenen Gießereibetrieben."

Die Forschungsprämie - Potenzial für innovative Gießereien

Die Forschungsprämie ist ein Antrag auf Steuerrückvergütung in der Höhe von 10% bis 2015 und 12% seit 2016 für bestimmte F&E-Aufwände und kann durch Gießereien für vergangene Geschäftsjahre beginnend nach dem 31.12.2011 beantragt werden. Der Antrag beinhaltet die strukturierte Beschreibung der F&E-Tätigkeit des betroffenen Jahres und die Darstellung der dazu nachweisbaren Kosten.

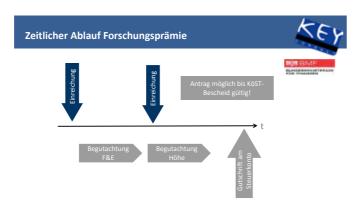


Abb. 2: Grafik Ablauf Forschungsprämie

Die Forschungsförderung - Gelder für die Innovationsprojekte der Zukunft

Sie planen F&E-Projekte und fragen sich, ob es dafür Förderungen gibt. Gibt es! Herr Berger ist überzeugt, dass der Standort Österreich hier Voraussetzungen bietet, die einige Standortnachteile durchaus wettmachen können. Entgegen der oben beschriebenen Forschungsprämie, die eine Rückvergütung für die gesamte F&E-Tätigkeit ermöglicht, ist die Forschungsförderung in der Regel an ein spezifisches Projekt gebunden.

Die Förderlandschaft ist zwar komplex, trotzdem versprechen Förderungen ab etwa 20% der Kosten bis zu 50% und darüber hinaus interessante Chancen, externe Zuschüsse für F&E-Projekte zu erhalten. Die Förderungen sind in der Regel an bestimmte Bedingungen gebunden und beinhalten meist eine Kombination aus "verlorenen Zuschüssen" – also Geldbeträgen, die bei widmungsgemäßer Verwendung im Unternehmen verbleiben und geförderten Krediten, die vor allem von Start-up-Unternehmen durchaus gerne in Anspruch genommen werden. Hier ein paar Tipps aus der Praxis.

"Viele Unternehmen scheuen die Komplexität einer Förderung!" berichtet Herr Berger. "Die Unsicherheit, ob sich der Aufwand eines Antrages rechnet! Die Frage, welche administrativen Aufwände notwendig sind, um das Förderprojekt zu dokumentieren, um Kosten nachweisen zu können. Das unangenehme Gefühl, Besuch von der Förderstelle zu bekommen und sich überprüfen zu lassen. Alles halb so wild, wenn man weiß wie!" Herr Berger ist überzeugt, dass es in jedem Fall wert ist, sich die Potenziale von Förderungen mit einem Profi anzusehen. Selbst wenn man intern bereits Experten hat, kennt Herr Berger Fälle, wo externe Berater frischen Wind in die eigenen Förderungen bringen.

Es gibt keine Garantie für eine Förderzusage, und die Gremien bei Fördergebern entscheiden oft hinter verschlossenen Türen. Hat man langjährige Erfahrungen wie die Firma KEY Consult in Wien, die sich seit mehr als 20 Jahren mit dem Thema "Innovationsförderungen" beschäftigt, lernt man aus den Entscheidungen der Förderstellen und ist in der Lage, die oft komplexen Förderrichtlinien und Programme auf erfolgreiche Anträge umzulegen.

Spannend ist die Frage des technischen und kaufmännischen Risikos in diesen Projekten. Potenzielles technisches Scheitern ist für viele F&E-Förderprojekte ein mögliches, ja vorausgesetztes Risiko. Ohne beherrschbares Risiko gibt es in der Regel keine Förderung. Jedes Programm ist hier aber individuell

Lassen Sie uns auch hier wieder anhand einfacher Fragen beantworten, was man zu Förderungen wis-

Frage 1: Gibt es Zuschüsse für F&E-Aufwände?

Antwort 1: Ja, wenn Sie Förderungen beantragen!

Fördergeber haben meist sehr ähnliche Antrags- und Prüfungsverfahren. Die Vergabe von Förderungen wird über EU-Richtlinien geregelt und der Begriff "de-minimis" ist hier entscheidend. Diese Einschränkung der Inanspruchnahme von Förderungen trifft aber nicht auf alle Förderungen zu. Innovationsgetriebene Förderungen sind oft ausgenommen, oder de-minimis-Beschränkungen werden für regionale Fördergebiete und bestimmte Vorhaben ausgesetzt oder eingeschränkt. Es lohnt sich, die betreffenden Förderrichtlinien genau zu prüfen, oder besser einen Experten zu Rate zu ziehen, um böse Überraschungen zu vermeiden.

Frage 2: Wie hoch sind die Zuschüsse aus Förderungen für F&E-Projekte?

Antwort 2: Das hängt von Projekt, Programm und beantragendem Unternehmen ab!

Förderungen können geplante Kosten für F&E-Aufgaben betreffen. Eine Regel ist, je kleiner das Unternehmen und je enger Kooperationen mit universitären Einrichtungen als Basis für die F&E-Leistung sind, umso höher die Förderung. Es sind praktisch immer zukünftig geplante Aufwände für F&E-Zukunftsprojekte, die für Förderungen in Frage kommen. Kosten dürfen in der Regel erst ab eingebrachtem Antrag geltend gemacht werden.

Frage 3: Wie komplex ist ein Förderantrag?

Antwort 2: Weniger komplex als Sie denken, wenn Sie wis-

Das Prozedere ist für die Vielzahl an Fördergebern in Bund und Ländern recht vergleichbar. Diese Anträge bestehen eigentlich immer aus einer umfangreichen Beschreibung des geplanten Projektes und hier insbesondere aus der Darstellung der geplanten Innovation, dem Prozess, wie diese technologische Neuheit systematisch erarbeitet werden soll und einem schlüssigen Konzept der wirtschaftlichen Nutzung dieser Entwicklung. Die Administration der Förderanträge erfolgt in

der Regel über ein Erfassungstool der Förderinstitute, das Online bearbeitet werden kann. Erfolgt eine Förderzusage, erhält das beantragende Unternehmen in der Regel einen Fördervertrag und Vorgaben über die Dokumentation der technisch-organisatorischen Fortschritte und der Ausgaben im Projekt.

Frage 4: Wie komplex ist die Abwicklung von Förderun-

Antwort 4: Wiederum: weniger komplex als Sie denken, wenn Sie wissen wie!

Die Aufgabe des Fördernehmers ist es, nachzuweisen, dass er die Fördergelder widmungsgemäß verwendet hat. Je nach Dauer des Projektes kann es zu mehreren Zwischenberichten, Endberichten und Ergänzungsbzw. Fortsetzungsanträgen kommen. Die Eingabe der Berichte erfolgt in der Regel über ein Online-Tool des Fördergebers. Es kann zu Überprüfungen durch den Fördergeber vor Ort kommen. Nicht widmungsgemäß verwendete Zuschüsse müssen in der Regel zurückgezahlt werden und verringern die Chance auf weitere Anträge enorm.

Innovationsförderungen - Kosten- und Investitionszuschüsse für Gießereien

Die Förderlandschaft ist komplex und Förderungen nicht in Anspruch zu nehmen, ist ein Wettbewerbsnachteil. Bund und Länder bieten verschiedene Institute, die als Fördergeber Zuschüsse für geplante F&E-Projekte bieten. Die dafür notwendigen Programme sind in der Regel durchaus erfolgversprechend. In der Regel sind es immer die Kosten ab dem Einreichdatum des Antrags, die geltend gemacht werden können. Je nach Unternehmensgröße und Förderprogramm können Förderungen von 10% bis zu 60% und tlw. darüber hinaus erzielt werden. Förderungen sind oft kombinierbar, wenn man eine gute Förderstrategie entwickelt. Wenn Sie unsicher sind, begleiten sie Förderberater gerne durch den Antragsund Berichtsdschungel.

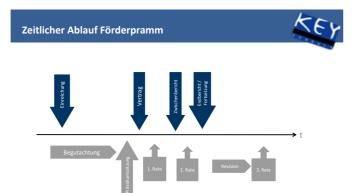


Abb. 3: Grafik Ablauf Förderprojekte KEY Consult

Die richtige Föderstrategie optimiert externe Zuschüsse

Das Fördermanagement ist nicht nur auf F&E-Projekte beschränkt, auch wenn diese hier das Kernthema sind. Aus diesem Grund beschäftigen größere Konzerne teils international tätige Funding-Abteilungen. Soweit muss es für österreichische Unternehmen nicht gehen. "Sich einmal mit einem erfahrenen Fördermanager zu unterhalten, macht absolut Sinn", ist Peter Berger überzeugt.

Förderungen sind kombinierbar, teilweise additiv beantragbar und mit der Forschungsprämie (siehe oben) ergänzbar. Herr Berger berichtet über Fälle, in denen die Kostenzuschüsse zur F&E-Tätigkeit von Unternehmen 60-70% erreichen können. Die optimale Ausschöpfung von Zuschüssen erfordert aber eine geschickte Planung und Kombination mehrerer Quellen und Verfahren. Obwohl die einzelnen Fördergeber durchaus gute Informationen über ihre eigenen Förderprogramme bieten, gibt es in der Regel nur sehr wenige Experten, die mit einem umfassenden Überblick diese verschiedenen Programme kombinieren können. Herr Berger konstruiert einen Fall, der zum Schutz von Kunden und Ihren Projekten fiktiv ist, in der Praxis aber zu durchaus real sein könnte:

Die optimale Förderstrategie

Am Anfang steht die Analyse der F&E-Tätigkeit eines Unternehmens. Dazu gehört der Blick in die Vergangenheit ebenso wie der Blick in die Zukunft! Was wurde in den letzten 2-3 Jahren entwickelt und was plant das Unternehmen für die nächsten Jahre? Dazu reicht ein offenes Gespräch, es schadet aber auch nicht, die Projekte und Ideen aufzulisten und eine F&E-Roadmap zu erstellen. Bei größeren Gießerei-Unternehmen durchaus üblich, kleinere geben es da pragma-

tisch einfacher. Liegen diese Informationen vor, wird ein guter Förderstratege die Projekte zu Themengebieten zusammenfassen - "clustern". Zu jedem Themengebiet geht es jetzt darum, die Förderlandschaft nach Förderprogrammen zu durchforsten und festzustellen, für welche Programme das Unternehmen bzw. das Vorhaben in Frage kommt. Dabei ist die Frage nach den "de-minimis-Regeln" ein wichtiger Teilaspekt. Dort wo de-minimis-Einschränkungen anzuwenden sind, muss genau geprüft werden.

Steht der Überblick über die potenziellen Programme, geht es um die geschickte Kombination zu einer Förderstrategie. In der Regel muss man diese Strategie auf mehrere Jahre auslegen und Programme geschickt kombinieren, um ein Optimum gewährleisten zu können. Experten berücksichtigen, dass es um widerspruchsfreie Antragspolitik geht. "Man ist gut beraten, nicht bereits in einer älteren Beschreibung zur Forschungsprämie Maßnahmen anzuführen, die man im Jahr darauf einer Förderstelle als Zukunftsprojekt verkaufen möchte! So setzt das Finanzamt Experten der FFG (Forschungsförderungsgesellschaft) zur technischen Prüfung der F&E-Leistung ein. "Keine gute Idee, das nicht zu berücksichtigen!" ist Herr Berger überzeugt.

Hier ein Beispiel: Ein Unternehmen entwickelt Messverfahren, Produkt- und Prozessinnovationen und investiert in neue Anlagen. Das Messverfahren ist in dieser Form vollkommen neu und kombiniert Online-Tools mit elektronischen Systemen. Es bietet sich an, das Messsystem fördern zu lassen. In Folge wird die Entwicklung neuer Produkt-Innovationen gefördert und fallweise wird auch das neue Fertigungsverfahren förderbar sein. Bisher sprechen wir über parallel und sequenziell aufgesetzte geförderte Projekte, die über mehrere Jahre laufen können. Entspricht

die neue Fertigung Industrie-4.0-Regeln, gibt es die Möglichkeit, zusätzlich Investitionszuschüsse zu beantragen. Und in jedem Jahr, in dem F&E-Tätigkeiten stattfinden, können alle F&E-Aufwände – nicht nur die der oben beschriebenen geförderten Projekte – im Rahmen der Forschungsprämie zu Steuergutschriften führen. Die kombinierten Förderprogramme zahlen über mehrere Jahre in das Förderbudget ein und verbessern so das Ergebnis. "Theorie? Nein!" sagt Herr Berger. Experten wie die Damen und Herren von KEY Consult wissen, wie man diese Themen angeht!

Viele Unternehmen haben es aufgegeben, Förderungen zu beantragen, weil das eigene Personal sich nicht mit der administrativen Belastung von Förderungen beschäftigen will. Herr Berger hält dem die Aussage eines Geschäftsführers eines Gießerei-Unternehmens entgegen, der dazu eine klare Meinung hat: "Keine Förderungen in Anspruch zu nehmen, ist ein Wettbewerbsnachteil. Prozesse in anderen Bereichen müssen ein Vielfaches an Erträgen erwirtschaften, um nicht in Anspruch genommene Förderungen zu kompensieren!" Denken Sie darüber nach und prüfen Sie ihre Potenziale! Experten unterstützen Sie gerne!"

Kontaktadresse:

Alexander Farkas - Fördermanagement Tel: +43 1 796 58 19 - 20 E-Mail: af@key.at Ing. Peter Berger, BA, CMC - Vertrieb Tel: +43 664 386 2025 E-Mail: pb@key.at



Ing. Peter Berger, BA, CMC

Nach 25 Jahren internationale Erfahrung in der Industrie ist Herr Berger seit 7 Jahren Unternehmensberater für die Bereiche Optimierung Absatz- und Innovationsleistung. Herr Berger hat ca. 200 Vertriebs- und Innovationsprojekte begleitet. Seine Mission: Ab heute realisieren Sie mehr Chancen in Vertrieb und Innovation.

FIRMENNACHRICHTEN

Firmennachrichten | Giesserei Rundschau 04/2017 JHG 64

ACR - Austrian Cooperative Research Haus der Forschung, Sensengasse 1, 1090 Wien

Telefon: +43/1/219 85 73-12 Mobil: +43/676/643 66 01 Internet: www.acr.ac.at





Abb. 1: Materialanalysen am Österreichischen Gießereiinstitut (ÖGI). Die gewonnenen Daten sind unverzichtbar für Material- und Legierungsentwicklungen. Foto: ACR/schewig-fotodesign

FORSCHUNG MIT UND FÜR KMU

Die ACR – Austrian Cooperative Research ist ein Netzwerk von 18 außeruniversitären Forschungsinstituten mit rund 800 MitarbeiterInnen und bearbeitet über 20.000 Aufträge pro Jahr. 2016 erwirtschaftete das ACR-Netzwerk einen Umsatz von 61,4 Millionen Euro. "Über zwei Drittel ihrer Leistungen erbringen die ACR-Institute für kleinere und mittlere Unternehmen.

Sie fungieren dabei wie ausgelagerte Forschungsabteilungen, die nach Bedarf in Anspruch genommen werden können", erläutert ACR-Geschäftsführer Johann Jäger. Das ACR-Netzwerk mit seinen sehr verschiedenen Forschungsinstituten bietet angewandte Forschung, Entwicklung & Innovation, Technologietransfer, Förderberatung, Schulungen und in der gesamten EU anerkanntes hochwertiges Prüfen und Messen in den fünf Bereichen: Nachhaltiges Bauen;

Umwelttechnik und erneuerbare Energien; Produkte, Prozesse, Werkstoffe; Lebensmittelqualität und -sicherheit; Innovation und Wettbewerbsfähigkeit.

Dem ÖGI steht damit als Mitglied in der ACR ein breites Netzwerk für themenübergreifende Projekte und Fragestellungen zur Verfügung.

Kleineren und mittleren Unternehmen Forschung und Innovation zugänglich zu machen ist ein wesentliches Anliegen der ACR. Ein wichtiges strategisches Ziel dabei ist die themen- und schwerpunktübergreifende Zusammenarbeit der Mitglieds-Institute. "Der besondere Vorteil der ACR ist die starke Vernetzung der Forschungsinstitute untereinander und der interdisziplinäre Austausch", ist sich Jäger sicher. Im Fokus steht immer der Nutzen für das Unternehmen. Viele Projekte werden auch von der FFG oder anderen Fördergebern unterstützt. Zum Beispiel mit dem Innovationsscheck, der besonders niederschwellig ansetzt. Damit trägt die ACR wesentlich dazu bei, dass Innovation auch in mittelständischen Unternehmen präsent ist und der Zugang zu Forschung und Entwicklung erleichtert wird. Gleichzeitig sind ACR-Institute wichtige Schnittstellen zu Universitäten und Großbetrieben.

Forschung nah am Markt

Forschung, Entwicklung und Innovation ist auf allen Ebenen essenziell, um Österreich als Wissenschaftsund Wirtschaftsstandort attraktiv zu halten. "Viele Forschungsthemen, vor allem aus dem universitären Bereich, sind für die Wirtschaft jedoch nicht oder nur wenig relevant, oder Ergebnisse und Know-how versanden, weil der Wissenstransfer nicht gelingt", so Jäger. "Umso wichtiger für die Wirtschaft ist daher die außeruniversitäre und anwendungsorientierte Forschung, wo Ergebnisse immer sofort für das Un-

ternehmen nutzbar sind." Um dabei so effizient wie möglich zu sein hat die ACR mit Unterstützung des BM-WFW 2012 die Initiative gestartet, gemeinsam genutzte Infrastruktur zu fördern. Diese wurde vergangenes Jahr um die "Strategischen Projekte" ergänzt. Mit den strategischen Projekten setzt sich das ACR-Netzwerk nicht nur für gemeinsame Lösungen unterschiedlichster fachlicher Disziplinen ein, in den Projekten werden auch Synergien von mehreren Instituten genutzt, um dadurch Mehrwert für die Unternehmen zu schaffen.

Simulation flüssiger Schmelzen

Bei einem strategischen Projekt mit Beteiligung des ACR-Mitglieds Österreichisches Gießereiinstitut (ÖGI) geht es um Thermophysik. Materialanalysen in extremen Temperaturbereichen gehören zu den schwierigsten Aufgabenstellungen in diesem Bereich, gleichzeitig ermöglichen nur sie eine Abschätzung des zu erwartenden Materialverhaltens. Die gewonnenen Daten sind unverzichtbare Basis etwa bei Materialund Legierungsentwicklungen aber auch bei Entwicklungen temperaturbeanspruchter Bauteile wie z.B. Motorkomponenten. Ziel dieses Projekts ist daher die Messung thermophysikalischer Simulationsparameter von flüssigen und erstarrenden Schmelzen im Hochtemperaturbereich sowie von Kunststoffen und Legierungen im Tieftemperaturbereich.

Mehr Informationen zum Forschungsnetzwerk, seinen Instituten und aktuellen Forschungsprojekten online unter www.acr.ac.at

Quelle:

Ihr Netzwerk für Forschung und Entwicklung! www.acr.ac.at

VDI Verein Deutscher Ingenieure e. V. VDI Platz 1, 40468 Düsseldorf

Telefon: +49 211 6214-276 Telefax: +49 211 6214-156 Internet: www.vdi.de



ADDITIVE FERTIGUNG: PULVER-EIGENSCHAFTEN ENTSCHEI-DEND FÜR BAUTEILQUALITÄT

Drei neue Richtlinien der Reihe VDI 3405 erschienen

Die Wechselwirkungen zwischen der Fertigungsanlage, den Prozessparametern und den Pulvereigenschaften beim Laser-Sintern von Kunststoffen und dem Laser-Strahlschmelzen von Metallen stehen einer guten einer guten Reproduzierbarkeit hinsichtlich Oberfläche, Formtreue und den mechanischen Eigenschaften entgegen. Ein wichtiger Schritt hin zu einer größeren Prozessstabilität ist es, Metall- und Kunststoffpulver mit reproduzierbaren Eigenschaften zu verarbeiten. Dazu hat der VDI jetzt drei neue Richtlinien der Reihe VDI 3405 veröffentlicht.

Ziel der Richtlinie VDI 3405 Blatt 2.3 für Metallpulver ist es, Vorgehensweisen und Methoden zu beschreiben, die relevante Kenngrößen zur Pulvercharakterisierung liefern, um damit die Reproduzierbarkeit und Prozesssicherheit der gesamten additiven Fertigungskette zu steigern. Die Richtlinie wendet sich an Hersteller und Nutzer von Metallpulvern zur Verwendung in pulverbettbasierten additiven Fertigungsanlagen wie dem Laser-Strahlschmelzen (LBM) und dem Elektronen-Strahlschmelzen (EBM). Sie wendet sich auch an mit der Qualitätssicherung von additiv hergestellten Bauteilen befassten Personen sowie an Anbieter für Mess- und Prüftechnik zur Charakterisierung von Pulverwerkstoffen.

VDI 3405 Blatt 1.1 widmet sich der Qualifizierung von Pulvern für das Laser-Sintern von Kunststoffbauteilen. In dieser Richtlinie werden konkrete Kenngrößen und Anwendungsempfehlungen gegeben, um die Werkstoffe für die Anwendung zu qualifizieren. Die Kenngrößen und Empfehlungen wurden mit Blick auf den Werkstoff Polyamid 12 (PA12) erstellt. Polyamid 11 (PA11) wurde teilweise ebenfalls explizit berück-

sichtigt. Ergänzend zu den in VDI 3405 Blatt 1 aufgeführten verschiedenen Prüfverfahren für mit dem Laser-Sinter-Verfahren additiv hergestellte Bauteile wird spezifiziert, welche Kenndaten ein Werksprüfzeugnis für das zu verarbeitende Material enthalten soll und welche weiteren Faktoren die Verarbeitbarkeit des Pulvers beeinflussen.

Die ebenfalls erschienene Richtlinie VDI 3405 Blatt 2.2 mit dem Materialkenndatenblatt von Inconel® 718 zeigt die in einem Ringversuch ermittelten Materialkennwerte von mit dem Laser-Strahlschmelzen hergestellten Bauteilen aus der Nickellegierung Werkstoffnummer 2.4668. Dabei wurden die in VDI 3405 Blatt 2 beschriebenen Prüfverfahren und -Methoden angewandt. Da es sich dabei ausschließlich um Verfahren handelt, die dem anerkannten Stand der Technik entsprechen, ist der Vergleich mit den Kenndaten von herkömmlichen Fertigungsverfahren möglich.



Abb. 1: Neue Richtlinien der Reihe VDI 3405: Additive Fertigungsverfahren - Pulvereigenschaften entscheidend für Bauteilgualität (Bild: EOS GmbH)

Herausgeber der Richtlinie der Reihe <u>VDI 3405</u> ist die VDI-Gesellschaft Produktion und Logistik (GPL). VDI 3405 Blatt 2.3 und Blatt 1.1 sind ab sofort als Entwurf jeweils zum Preis von EUR 53,70 beim Beuth Verlag (+49 30 2601-2260) erhältlich. Die Einspruchsfrist für Blatt 2.3 endet am 30.09.2017 und für Blatt 1.1 am 31.01.2018. Die Möglichkeit zur Mitgestaltung der Richtlinie durch Stellungnahmen besteht durch Nutzung des elektronischen Einspruchsportals. VDI 3405 Blatt 2.2 ist als Weißdruck zum Preis von EUR 38,70 erhältlich. Weitere Informationen unter www.vdi. de/3405.

Quelle:

Presseinfo VDI-Gesellschaft Produktion und Logistik

Fachlicher Ansprechpartner Dr.-Ing. Erik Marquardt marquardt@vdi.de

Der VDI – Sprecher, Gestalter, Netzwerker

Die Faszination für Technik treibt uns voran: Seit 160 Jahren gibt der VDI Verein Deutscher Ingenieure wichtige Impulse für neue Technologien und technische Lösungen für mehr Lebensqualität, eine bessere Umwelt und mehr Wohlstand. Mit rund 155.000 persönlichen Mitgliedern ist der VDI der größte technisch-wissenschaftliche Verein Deutschlands. Als Sprecher der Ingenieure und der Technik gestalten wir die Zukunft aktiv mit. Mehr als 12.000 ehrenamtliche Experten bearbeiten jedes Jahr neueste Erkenntnisse zur Förderung unseres Technikstandorts. Als drittgrößter technischer Regelsetzer ist der VDI Partner für die deutsche Wirtschaft und Wissenschaft.

Bain & Company Germany, Inc. Karlspatz 1, 80335 München

Telefon: +49 (0)89 5123 1246 Mobil: +49 (0)151 5801 1246 Internet: www.bain.de

BAIN & COMPANY (4)



EUROPÄISCHE LKW-HERSTELLER PROFITIEREN VON STEIGENDEM KOSTENBEWUSSTSEIN IN CHINA

- Mehr als 20 Prozent der chinesischen Flottenmanager wollen in Zukunft hochwertigere Lkw kaufen
- Die Kundenloyalität in China gegenüber europäischen Lkw-Herstellern ist hoch
- Obere Mittelklasse und Premium-Lkw mit guten Wachstumschancen
- Hersteller müssen Kosten senken, Servicenetz ausbauen und Verkaufsstrategie neu ausrichten

Der Markt für schwere Lkw in China verspricht in den kommenden Jahren ein gesundes Wachstum. Mehr als 20 Prozent der dortigen Flottenmanager wollen in Zukunft hochwertigere Fahrzeuge kaufen als bisher - und das quer über alle Marktsegmente hinweg. Beflügelten in der Vergangenheit vor allem Baustellenfahrzeuge den Markt, sind es in Zukunft vor allem Logistikunternehmen im Langstreckenverkehr. Dies

zeigt die Studie "China's Truck Market: New Chances for Europeans" der internationalen Managementberatung Bain & Company, für die 360 Lkw-Käufer in China befragt wurden.

"Vor nicht allzu langer Zeit waren die meisten in der Branche davon überzeugt, dass importierte Premium-Lkw auf dem chinesischen Markt kaum eine Chance haben würden", erklärt Dr. Jörg Gnamm, Bain-Partner und Co-Autor der Studie. "Doch die Fuhrparkmanager in China achten inzwischen viel stärker auf die Gesamtkosten. Gleichzeitig sind sie europäischen Marken gegenüber ausgesprochen loyal. Dadurch eröffnen sich für europäische Lkw-Hersteller ernst zu nehmende Wachstumschancen in China."

Betriebskosten wichtiger als Kaufpreis

Die Entscheidungskriterien der Lkw-Käufer haben sich deutlich verschoben. Zwar sind für 34 Prozent der Befragten noch immer Leistung und Qualität eines Lkw ausschlaggebend für den Kauf. Doch verglichen mit der letzten Bain-Studie aus dem Jahr 2013 ist das ein Minus von 19 Prozentpunkten. Deutlich wichtiger sind

sind diese ein wesentliches Kaufkriterium, was im Vergleich zu 2013 einem Plus von 12 Prozentpunkten entspricht. Das sind gute Nachrichten für die europäischen Hersteller, deren Lkw bis zu dreimal so teuer sind wie vergleichbare Modelle chinesischer Anbieter.

Loyalität wesentlicher Faktor

Insbesondere mittlere und große Flotten in China sind auf Expansionskurs. Die meisten Befragten wollen ihre Flotte innerhalb der einheimischen Marken upgraden oder zur oberen Mittelklasse wechseln. Dort eröffnen sich dann attraktive Chancen für europäische Hersteller. Denn die Nutzer europäischer Lkw sind sehr zufrieden – und loyal. Sie würden ihre Marke überdurchschnittlich oft weiterempfehlen. Umgekehrt gibt es unter den Kunden der chinesischen sowie der Joint-Venture-Marken sehr viele Kritiker.

"Die mittleren und großen Fuhrparks in China professionalisieren sich immer mehr", stellt Dr. Eric Zayer fest, Bain-Partner und Co-Autor der Studie. "Machen die europäischen Hersteller dort ihre Hausaufgaben, haben sie exzellente Wachstumschancen – gerade weil sich auf dem weltweiten Lkw-Markt ansonsten kaum noch Marktanteile gewinnen lassen."

In die richtigen Maßnahmen investieren

Wollen die europäischen Lkw-Bauer langfristig wettbewerbsfähig bleiben, müssen sie ihre Herstellungskosten senken. Die Laufzeit eines Premium-Lkw ist zwar im Durchschnitt fast doppelt so lang wie die der Konkurrenzprodukte in den unteren und mittleren Preissegmenten. Auch verbraucht ein Premium-Lkw bis zu zehn Liter weniger Kraftstoff. Doch zur gehobenen Mittelklasse – entstanden durch Joint Ventures chinesischer Lkw-Hersteller mit europäischen und japanischen – ist der Abstand deutlich geringer: Hier können die Europäer nur noch rund 25 Prozent mehr Fahrleistung bieten. Und beim Kraftstoffverbrauch haben sie nur einen geringen Vorsprung.

Kosten senken müssen die europäischen Lkw-Hersteller insbesondere in solchen Bereichen, die nicht relevant sind für die Gesamtbetriebskosten des Fahrzeugs. Eine Möglichkeit sind Sourcing und Montage in asiatischen Low-Cost-Ländern oder in China selbst. Zudem sollten die Hersteller ihr Servicenetz in China dichter knüpfen, insbesondere entlang der wichtigen Frachtrouten. Und schließlich müssen sie ihre Verkaufsargumentation weiterentwickeln: weg von

inzwischen die Gesamtbetriebskosten. Für 33 Prozent der Betonung der überlegenen Leistung und Qualität der Fahrzeuge, hin zu Gesamtkostenaspekten sowie darauf aufbauenden Finanzierungsangeboten. "Wer in die richtigen Maßnahmen investiert, kann in den nächsten Jahren mit einem überdurchschnittlichen Wachstum auf dem chinesischen Markt rechnen", betont Branchenkenner Gnamm.

Bain & Company



Bain & Company ist eine der weltweit führenden Managementberatungen und unterstützt Unternehmen bei wichtigen Entscheidungen zu Strategie, Operations, Informationstechnologie, Organisation, Private Equity, digitale Strategie und Transformation sowie M&A – und das industrie- wie länderübergreifend.

Quelle:

Presseinfo Bain & Company Germany Leila Kunstmann-Seik E-Mail: leila.kunstmann-seik@bain.com StrikoWestofen GmbH Hohe Straße 14 51643 Gummersbach

Internet: www.strikowestofen.com



DER ZUKUNFT VORAUS

Steigende Relevanz von Elektromobilität bietet Chancen für den Leichtmetallguss

Die Automobil-Industrie verzeichnet einen starken Trend in Richtung Elektromobilität. Auch wenn Zahlen und Zeitpunkte variieren, rechnet die Branche mit einem deutlichen Anstieg an zugelassenen Elektrofahrzeugen spätestens ab 2025. Mit der Marktdurchdringung der E-Autos wird auch der Einsatz von Leichtmetallgussteilen deutlich steigen. Sie verringern das Gewicht des Fahrzeuges und erhöhen so die erzielbaren Reichweiten. Der bevorstehende Strukturwandel ist somit eine Wachstumschance für die Aluminiumguss-Industrie. Wettbewerbsfähig bleibt, wer die Kosten pro Gussteil im Rahmen hält ein Ansatzpunkt für die Anlagenhersteller.



Abb. 1: Überzeugt von grüner Technologie: Am Gummersbacher Sitz von Anlagenhersteller StrikoWestofen steht den Mitarbeitern ein elektrisch betriebener Firmenwagen zur Verfügung

Nicht nur die Automobilindustrie, sondern auch deren Zulieferer und Ausrüster erleben momentan einen Strukturwandel. Das Thema Elektromobilität gewinnt zunehmend an Relevanz. Als sicher gilt, dass die Industrie für E-Autos spätestens ab dem Jahr 2025

einen enormen Aufschwung erleben wird. Diese Entwicklung bringt neue Chancen für die Leichtmetallguss-Industrie mit sich: Um größere Reichweiten und günstigere Batterien für Elektrofahrzeuge anbieten zu können, braucht es weniger Gewicht – und somit leichte Bauteile. Hier steht der Aluminiumguss in direkter Konkurrenz zu alternativen Fertigungsverfahren und Materialien. Seine Wettbewerbsfähigkeit definiert sich daher über Kosten pro Gussteil.

Anlagenhersteller in der Pflicht

Bei der gängigen Aluminiumgussteil-Herstellung entfallen etwa 65 Prozent aller Kosten auf das verwendete Metall, wobei hier bereits der Metallverlust in der Gießerei berücksichtigt ist. Weitere 15 Prozent verursacht die verbrauchte Energie, davon wiederum die Hälfte Schmelzprozess und Warmhalten der Schmelze. Ebenfalls rund 15 Prozent Anteil haben die Personalkosten, hinzu kommen noch fünf Prozent Investitionskosten für die Anlagen selbst. Entscheidenden Einfluss auf die Kosten pro Gussteil haben demnach insbesondere die Anlagenhersteller. "Wollen wir im Zuge des Strukturwandels zu den Gewinnern gehören, liegt es an uns, hier entsprechende Lösungen zu liefern", ist sich auch Rudi Riedel sicher. Der Geschäftsführer von StrikoWestofen, Hersteller thermischer Prozesstechnik mit Sitz in Gummersbach, definiert gleich eine Reihe von Einflussfaktoren: Bedienerfreundliche, wartungsarme und energieeffiziente Produkte, Automatisierungslösungen, ausführliche Beratung bei der Gesamtanlagenkonzeption sowie Prozessoptimierung, schneller Rol und eine starke internationale Präsenz mit gleichbleibender Serviceund Produktqualität – dies seien nur einige der Bereiche, in denen sich der Anlagenhersteller in der Pflicht sieht.

Zukunftsfähige Technologie schon heute

Um Leichtmetallgussteile sowohl wirtschaftlich als auch hochwertig produzieren zu können, braucht es Anlagen "aus einem Guss". Im Fokus stehen hier das

Schmelzen und Dosieren sowie die Wärmebehandlung. Das Konzept von StrikoWestofen zielt dabei auf die Gewährleistung einer hohen Verfügbarkeit des Gesamtprozesses ab, wobei die Optimierung einzelner Prozessschritte nicht außer Acht bleibt. Für den Bereich Schmelzen bedeutet das etwa eine Steigerung der Metallausbeute. Das Unternehmen setzt hier auf gezielte Temperatur- und Strömungsführung, modernste Brenner-technologien sowie minimierten Luftüberschuss. Die Energieeffizienz seiner "StrikoMelter"-Schmelzöfen optimiert der Hersteller außerdem durch Abwärme-Nutzung. Auch im Bereich Dosieren stehen, neben Dosiergenauigkeit und Prozesssicherheit, die Themen Metallausbeute und Energieeffizienz im Vordergrund. Die entsprechenden Produkte – wie der Dosierofen "Westomat" oder das Schmelze-Transportsystem "Schnorkle" - sind daher als geschlossene Systeme konzipiert, bei denen die Entnahme der Schmelze unter der Badoberfläche erfolgt.

Während der Fertigung von Aluminiumgussteilen für E-Autos liegt zudem besonderes Augenmerk auf der abschließenden Wärmebehandlung. Ausgangspunkt für StrikoWestofen ist hier die ganzheitliche Betrachtung des Prozesses, sodass eine genaue Abstimmung aller notwendigen Schritte erfolgen kann. Eine fortschreitende Automatisierung aller Abläufe soll dabei sicherstellen, dass Kapazitäten jederzeit optimal genutzt und so wiederum Zeit, Energie und Arbeitskraft eingespart werden. "Bezahlbarkeit bleibt das Strichwort", fasst Riedel zusammen. "Solange Bauteile aus Aluminium- oder Magnesiumguss nicht nur qualitativ überzeugend, sondern auch bezahlbar bleiben, sehen wir im starken Wachstum der Elektromobilität eher Chance als Gefahr". Seinen Optimismus machte das Unternehmen kürzlich manifest: Auf dem Hof des Gummersbacher Hauptsitzes parkt nun ein elektrisch betriebener Firmenwagen an seiner eigenen E-Zapfsäule.

Weitere Informationen zu zukunftsfähigen Technologien für den Leichtmetallguss sind direkt beim Hersteller in Gummersbach erhältlich – per Mail (sales@ strikowestofen.com) oder telefonisch (+49 2261 – 70 910).

Quelle:

Presseaussendung Strikowestofen

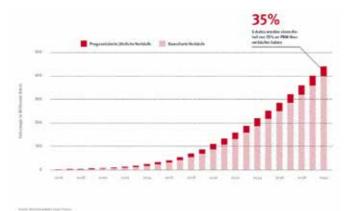


Abb. 2: Strukturwandel: Elektromobilität gewinnt immer mehr an Relevanz. Es gilt als sicher, dass die Industrie spätestens ab dem Jahr 2025 einen deutlichen Aufschwung erlebt.

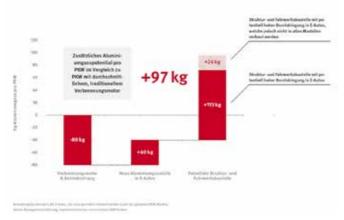


Abb. 3: Für die Leichtmetall-Industrie birgt der Trend zur Elektromobilität große Chancen. Die Wettbewerbsfähigkeit von Bauteilen aus Aluminiumguss definiert sich hier über Kosten pro Gussteil.

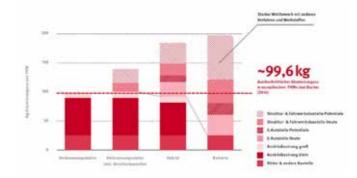


Abb. 4: Verschiedene Szenarien: Der Anteil von Aluminiumgussteilen an zukünftigen PKW wird durch die Wettbewerbsfähigkeit der Aluminiumguss-Industrie bestimmt.

FOUNDRY DIVISION

Vesuvius GmbH Gelsenkirchener Straße 10 46325 Borken / Germany

Telefon: +49 2861 83 0 Fax: +49 861 83 338 Internet: www.foseco.de



NEUES SCK SPEISERSYSTEM VON FOSECO

Nach intensiven Studien stellt die Foseco Gruppe ihr neues SCK (=Sleeve Construction Kit) Speisersystem für den Handformguss vor.

Diese Neuentwicklung basiert auf einer modularen Bauweise, die es ermöglicht, durch gezielte Kombination von einigen wenigen Komponenten eine Vielzahl an Speisern zu kreieren. Dabei wird der Modulbereich von 5,4 bis 6,9 cm abgedeckt.

Das SCK Speisersystem setzt sich aus 3 Grund- und diversen Zusatzkomponenten zusammen. Diese werden ohne Verklebung durch ein Stecksystem verbunden und können direkt in der Form montiert werden.

Die Grundkomponenten beinhalten ein hochisolierendes Unterteil aus einer KALMIN Rezeptur, durch dessen Einsatz eine minimale Aufstandsfläche und ein sehr kleiner Durchtritt möglich ist. Eine integrierte Bruchkante erleichtert das Trennen des Gussteiles vom Speiser. Weiterhin zählen ein Deckel und ein Oberteil aus hochexothermen FEEDEX HD Material

zu den Grundkomponenten. Zur Erweiterung des Systems kommen verschiedene Zusatzkomponenten zum Einsatz. Diese lassen sich in das System integrieren, somit können das berechnete Modul und das benötigte Volumen eingestellt werden.

Das SCK-Speisersystem ist für den Einsatz in Eisen- und Stahlgießereien konzipiert. Für Stahlanwendungen wird ein Unterteil aus einer hochtemperaturbeständigen Rezeptur verwendet. Der Speiserhalsdurchmesser ist dabei der Stahlanwendung angepasst. Das neuartige System wurde durch umfangreiche Entwicklungsprojekte in Kundengießereien in der Praxis getestet und mit Hilfe der Erstarrungssimulation verifiziert.

Das neue SCK-Speisersystem kann für Speisung direkt auf dem Gussteil, aber auch als Seitenspeiser angewendet werden. Weitere Auskünfte erteilt Ihnen gerne das Produktmanagement der Vesuvius GmbH, FO-SECO Foundry Division, Borken.

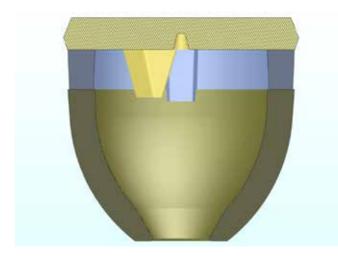


Abb. 1: 3-teiliges SCK Speisersystem

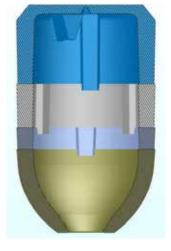


Abb. 2: 4-teiliges SCK Speisersystem

Das neue Speisersystem bietet vielseitige Vorteile:

- Individuelle Zusammenstellung der Bauteile (je nach benötigtem Modul & Volumen)
- Geringere Artikelvielfalt durch modulares System
- Bei kritischen Teilen können durch zusätzliche Ringe die Speisungssicherheit oder das Volumen erhöht werden
- Kleinstmögliche Aufstandsfläche und geringster Durchtritt
- Minimierung der Putzkosten
- Einfache Montage der einzelnen Bauteile durch Fixierhilfen

- Geringes Gewicht somit bessere Arbeitsplatzergo-
- Gute Verdichtbarkeit im Bereich des Speiserhalses
- Integrierter Williamskeil für gleichmäßiges Erstarrungsverhalten
- Konstante Volumina
- Erweiterbares System

Quelle:

Presseaussendung Foseco Steffen Franke, Produkt Manager Speiser- und Anschnitttechnik Email: steffen.franke@foseco.com

INTER MANUTENTION SYSTÈME

Zone Industrielle **Rue Saint Gilles** 28800 BONNEVAL/France

Internet: www.imsmanut.com



INTER MANUTENTION SYSTÈME **IST SEIT MEHR ALS 43 JAHREN** DER PARTNER FÜR DAS HAND-LING VON LASTEN AM ARBEITS-**PLATZ**

Wenn es sich um das Handling von Lasten am Arbeitsplatz handelt geht kein Weg an I.M.S. vorbei. I.M.S. ist der Spezialist von Zug- und Schubgeräten zum Verfahren von Lasten auf Rollen und von Systeme zum Andienen von Lasten am Arbeitsplatz, bis zu einem Gesamtgewicht von 2 Tonnen je Ladungsträger.

Mit den batteriebetriebenen Verfahr-Systemen können Lasten bis zu 14 Tonnen mit 24 V Technologie beguem verfahren werden. Der "Kleine" MC 500, mit seiner minimalsten Abmessung kann immer noch 1 Tonne bewegen. Hinzu kommt, dass auch mehrere kleine Wagen hintereinander gekoppelt werden können und trotzdem effizient verfahren werden kann. Mit Hilfe einer Freilauffunktion können alle Geräte ohne Last auch stromlos bewegt werden. Dies vergrößert den Aktionsradius erheblich. Die Andockvorrichtungen werden den Kundenvorgaben angepasst und bieten so individuelle Lösungen.

Mit dem patentierten EZ-Loader zeigt I.M.S. eine ökologische und energiesparende Lösung zum Positionieren von Lasten am Arbeitsplatz. Ladungsträger bis 2000 kg können so, ohne ständigen Energieanschluss, einem Mitarbeiter zugeführt werden. Mit Hilfe des Drehtellers wird eine Palette oder ein Ladungsträger herangeführt und mit Hilfe des EZ-Loader Systems auch noch beim Be- und Entladen in Lagen, immer in einer ergonomisch sinnvollen Höhe gehalten.

Der EZ - Loader wird dabei einmalig mit Druckluft auf das Referenzgewicht eingestellt. Danach kann der EZ Loader ohne weitere Energieanschlüsse betrieben werden. Dies garantiert eine höchstmögliche Flexibilität in der Positionierung und auch im schnellen Wechsel zwischen verschiedenen Arbeitsplätzen.

Diverse Optionen machen eine Anpassung an die kundenspezifischen Anwendungen möglich.

Besuchen Sie uns auf der Motek in Stuttgart, Halle 7, Stand 603 und lassen sich von der Funktionalität der Produkte überzeugen. Oder vereinbaren Sie einen Vorführtermin mit unserem Ansprechpartner Theodor Klapatsch unter der Mobil-Nr.: 01525 88 13 300.







Georg Fischer AG Amsler-Laffon-Strasse 9 8201 Schaffhausen Schweiz

Firmennachrichten | Giesserei Rundschau 04/2017 JHG 64





GF ERWIRBT LEICHTMETALL-DRUCKGUSS-SPEZIALISTEN IN RUMÄNIEN

GF Automotive, eine Division von GF, akquiriert Eucasting Ro SRL, einen Aluminium-Druckguss-Spezialisten mit zwei Produktionsstätten in Rumänien. Die Akquisition entspricht der Strategie von GF Automotive, ihre Präsenz im Wachstumsmarkt der Leichtmetall-Komponenten auszubauen.

Eucasting wurde 1960 in Italien von der Familie Mapelli gegründet. 2006 begann das Unternehmen mit der Expansion nach Rumänien und errichtete dort ein Druckgusswerk in Pitesti, 100 km westlich von Bukarest. Aufgrund der starken Nachfrage nach Aluminium-Gusskomponenten wurde 2010 ein zweites Werk in Scornicesti, rund 50 km südlich von Pitesti, eröffnet.

Mit rund 500 Mitarbeitenden erwirtschaftet Eucasting einen Umsatz von ca. CHF 50 Mio. Sechzig Prozent des Umsatzes stammen aus dem Automobilbereich, ge-

folgt von Beleuchtungslösungen und weiteren industriellen Anwendungen. Der Abschluss der Transaktion ist für November 2017 vorgesehen. Die Parteien haben über die finanziellen Details der Transaktionen Stillschweigen vereinbart.

Yves Serra, CEO von GF, erklärt: "Wir freuen uns, Eucasting in der GF Familie willkommen zu heissen. Sowohl die Kundenbasis als auch die Standorte des Unternehmens stellen eine sehr gute Ergänzung für GF Automotive dar, und wir freuen uns darauf, die rasche Entwicklung des Unternehmens zu unterstüt-

Federica Mapelli, Eigentümerin der Eucasting Ro SRL, sagt: "Wir sind begeistert, Teil von GF Automotive zu werden und gemeinsam die nächsten Schritte in unserer Entwicklung zu planen. Dank des grossen Knowhows und der Leichtbau-Kompetenz von GF Automotive werden wir unsere bestehenden und zukünftigen Kunden in Zukunft noch besser bedienen können."

GF Automotive gehört zu den weltweit führenden

Automobilzulieferern und ist eine technologisch wegweisende Entwicklungspartnerin und Herstellerin von Komponenten für Pkw, Lkw und industrielle Anwendungen. Die Division produziert Gusslösungen aus Eisen, Aluminium und Magnesium an elf Standorten in Deutschland, Österreich, China und den USA.

Quelle:

GF Presseaussendung

Kontaktadresse:

Beat Römer Leiter Konzern-Kommunikation Telefon: +41 52 631 2677 E-Mail: media@georgfischer.com www.georgfischer.com



AVION Europa GmbH & Co. KG Röhrenspring 18, 58093 Hagen

Telefon: 02331 396345-0, Fax: 02331 396345-5

E-Mail: info@avion-europe.de Internet: www.avion-europe.de

VORBERICHT ZUM HÄRTEREI KONGRESS 2017 (25. BIS 27.10.2017 IN KÖLN)

Gegen Ablagerungen im Ölbad: Neuer Filter verdoppelt die Lebensdauer des **Abschrecköls**

Für die Wärmebehandlungs- und die Härtereibranche ist sauberes Öl von entscheidender Bedeutung für einen optimal funktionierenden Abschreckprozess. Viele Härtereibetriebe verzichten allerdings aus Kostengründen darauf, einen Ölfilter zu installieren oder nachzurüsten. Ohne Filter können sich aber Reststoffe im Ölbecken ablagern und dadurch die Ölpumpe oder sogar die behandelten Werkstücke beschädigt werden. Die amerikanische SBS-Corporation hat nun mit dem SmartFilter eine einfach zu installierende Nachrüstlösung entwickelt, mit der Rückstände effizient aus dem Abschrecköl gefiltert werden können. Die Avion Europa GmbH ist alleiniger Distributor im deutschsprachigen Raum und stellt den SmartFilter auf dem diesjährigen Härterei Kongress in Köln erstmalig vor.

Durch die häufige Anwendung von Abschrecköl ohne Filtersystem im Härtereiprozess dickt dieses im Laufe der Zeit ein und wird klebrig. Dies hat zur Folge, dass es seinen Zweck nicht mehr zur Gänze erfüllen kann und die Qualität der behandelten Werkstücke leidet. Auf Ölfiltersysteme wird aus Kostengründen häufig

verzichtet, da die bisher verfügbaren Lösungen nur schwer in die Anlagen integriert werden können. Kundenspezifische Anpassungen waren meist nicht erhältlich oder sehr kostenintensiv.

Neues Filtersystem verlängert die Lebensdauer des Öls

Der SmartFilter mit integriertem Manometer zur Druckkontrolle lässt das Öl permanent zirkulieren, wodurch Kohlenstoffreste und andere Schmutzpartikel kontinuierlich herausgefiltert werden – somit bleibt nicht nur das Öl sauber, es fallen auch weniger nachträgliche Reinigungsmaßnahmen an den Werkstücken an. Die Lebensdauer des Abschrecköls kann so nachweislich um das Doppelte gesteigert werden.

Das SmartFilter-System ist in vier verschiedenen Ausführungen lieferbar. Der Simplex - die kleinste Größe - wird für Ölbäder bis zu 9.400 Liter verwendet. Er entfernt Ruß, Kohlenstoff und kleinere Mengen von Metallablagerungen. Der Duplex verfügt über zwei separate Tanks, die wechselweise arbeiten, und ist somit für die kontinuierliche Anwendung bei Becken bis zu 9.400 Liter geeignet. Bei diskontinuierlicher Verwendung kann er für Ölbäder mit bis zu 18.900 Litern Volumen eingesetzt werden. Der Triplex hat insgesamt drei Tanks – zwei sind in Betrieb, während der dritte gewartet wird oder sich im Standby-Modus befindet, wodurch er für Becken mit 18.900 Litern im kontinuierlichen Betrieb verwendet werden kann. Bei gleichzeitiger Beschickung aller drei Tanks können bei unterbrochenem Betrieb Becken bis zu 28.400 Litern

gefiltert werden. Als größte Variante wird der Quadplex angeboten, der für Becken mit einem Volumen von bis zu 37.800 Litern eingesetzt wird. Selbst große Mengen Kohlenstoff- und Metallablagerungen werden durch das System zuverlässig herausgefiltert.

Steht ein Filterwechsel an, gibt der SmartFilter sowohl ein akustisches als auch ein optisches Warnsignal ab - lange Wartungszeiten und aufwändige Reparaturen gibt es keine. Durch diese Möglichkeit der effizienten Ölfilterung wird nicht nur die Produktivität gesteigert, es werden auch Kosten eingespart und die Umwelt geschont, da die Produktionsqualität länger konstant bleibt und das Öl seltener ausgetauscht werden muss.

Die Avion Europa GmbH & Co.KG stellt den Smart Filter auf dem diesjährigen Härterei Kongress in Köln in Halle 4.1, Stand B-070 erstmalig vor. Geschäftsführer Roland Caminades steht interessierten Besuchern für erste Gespräche zur Verfügung.



Das Ölfiltersystem lässt sich bequem über PLC-Steuerung und HMI-Touchscreen bedienen.

Härterei Kongress 2017 Was:

25. Oktober bis 27. Oktober 2017 Wann: Wo: Messe Köln, Halle 4.1, Stand

B-070

Ansprechpartner:

Roland Caminades

Weitere Informationen:

www.avion-europe.de und www.hk-awt.de

Quelle:

Aussendung ABOPR Pressedienst B.V. Leonrodstraße 68, 80636 München

Telefon: 089 500315-20 Fax: 089 500315-15 E-Mail: info@abopr.de Internet: www.abopr.de



GROSSE GIESSEREITECHNISCHE **TAGUNG 2018**



Österreich · Schweiz · Deutschland

Kontakt und weitere Auskünfte:

Verein Deutscher Gießereifachleute (VDG) Bundesverband der Deutschen Gießerei-Industrie (BDG)

Gabriela Bederke gabriela.bederke@bdguss.de Tel: +49 (0)211/68 71-332 Fax:+49 (0)211/68 71-40-332 Österreichisches Gießerei-Institut (ÖGI)

Michaela Luttenberger office@ogi.at Tel: +43 (0) 3842 43101-0 Fax: +43 (0) 3842 43101-1













VERANSTALTUNGSKALENDER

Weiterbildung / Seminare / Tagungen / Kongresse / Messen

Der Verein Deutscher Gießereifachleute bietet in seiner VDG-Akademie im Jahr 2017 folgende Weiterbildungsmöglichkeiten an:

2017

September

DATUM	ORT	THEMA
20./22.09.	Duisburg	Grundlagen d. Gießereitechnik (QL)
21./22.09.	Bad Dürkheim	Technologie des Feingießens – Innovation d. fundiertes Wissen (S)
25./28.09.	Dortmund	Prozesswärme-Akademie "Wärmebehandlung von Stahl Prozess und Anlagentechnik"
28.09.	Linz	Umweltmanagementsysteme ISO 14001 (www.ars.at)

Oktober

DATUM	ORT	THEMA
04./06.10.	Bad Dürkheim	Formfüllung, Erstarrung, Anschnitt- u. Speisertechnik bei Gusseisenwerkstoffen (S)
12./13.10.	Aalen	Fertigungsgerechte Projektierung v. Gussteilen aus Grau- u. Sphäroguss (PS)
04./19.10	Wien	Lehrgang Energiebeauftragter (www.ars.at)
24.10.	Wien	Weiterbildung für Abfallbeauftragte (www.ars.at)
25./27.10.	Düsseldorf	Führungstraining für Meister (WS)

November

DATUM	ORT	THEMA
06.11.	Braunschweig	GOM Inspect Einführungsseminar (www.gom.com/de/events)
06./07.11.	Düsseldorf	Qualitätssicherungsfachkraft f. Gießereien – Teil 2 (ZL)
07./08.11.	Düsseldorf	Fortbildungslehrgang f. Immissionsschutzbeauftragte in Gießereien (FL)
08./09.11.	Düsseldorf	FMEA für Gießereiprodukte u. gießereispezifische Prozesse (WS)
09.11.	Höhr-Grenzhausen	Gießfehler im LM-Guss u. deren Ursachen (S)
09./10.11.	Ratingen	Schmelzen von Kupfer-Gusswerkstoffen (QL)
16.11.	Göppingen	GOM Inspect Einführungsseminar (www.gom.com/de/events)
22./24.11.	Duisburg	Grundlagen d. Gießereitechnik f. Al-Gusslegierungen (QL)
27.11.	Düsseldorf	Eigenschaften u. Schmelztechnik der Al-Gusslegierungen (QL)

DATUM	ORT	THEMA
29./30.11.	Düsseldorf	Metallurgisch bedingte Gussfehler in Eisengusswerkstoffen (S)
04.11.	Braunschweig	GOM Inspect Einführungsseminar (www.gom.com/de/events)

Dezember

DATUM	ORT	THEMA
04.12.	Braunschweig	GOM Inspect Einführungsseminar (www.gom.com/de/events)
04./05.12.	Düsseldorf	Formstoffbedingte Gussfehler (S)
06./08.12.	Duisburg	Grundlagen d. Gießereitechnik (QL)
11./13.12.	Düsseldorf	Führungskompetenz f. d. betriebliche Praxis (WS)

Änderungen von Inhalten, Terminen u. Veranstaltungsorten vorbehalten!

IV=Informationsveranstaltung, MG=Meistergespräch, PL=Praxislehrgang, PS= Praxisseminar, QL=Qualifizierungslehrgang, S=Seminar, WS=Workshop, ZL=Zertifikatslehrgang

Ansprechpartner bei der VDG-Akademie:

Dipl.-Bibl. Dieter Mewes, Leiter. der VDG-Akademie, Tel.: +49 (0)211 6871 363, E-Mail: dieter.mewes@vdg-akademie.de

Frau Mechthild Eichelmann, Tel.: 256, E-Mail: mechthild.eichelmann@vdg-akademie.de

Frau Andrea Kirsch, Tel.: 362, E-Mail: andrea.kirsch@vdg-akademie.de

Frau Corinna Knöpken, Tel.: 335, E-Mail: corinna.knoepken.@vdg-akademie.de

Martin Größchen, Tel.: 357, E-Mail: martin.groesschen@vdg-akademie.de

Die VDG-Akademie ist seit dem 4. September 2008 nach der Anerkennungs- und Zulassungsverordnung für die Weiterbildung (AZWV) zertifiziert.

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

NATIONALE UND INTERNATIONALE VERANSTALTUNGEN

2017

September

DATUM	ORT	THEMA
23./26.09.	Castle Seggau	12th International Seminar "Numerical Analysis of Weldability"
23./27.09.	Krakau	73rd World Foundry Congress "Creative Foundry" (www.73wfc.com)
25./29.09.	Düsseldorf	Schweißen & Schneiden 2017 (www.schweissen-schneiden.com)
26./27.09.	Leoben	27. Spektrometertagung (www.spektrometertagung2017.org)
27./29.09.	Dresden	Werkstoffwoche 2017 (www.werkstoffwoche.de)

Oktober

DATUM	ORT	THEMA
12.10	Duisburg	4. Ruhr-Symposium – Funktionale Materialien für Batterien
12./13.10.	Bad Dürkheim	Konstruieren in Guss (www.vdg-akademie.de)
16.10.	Wien	"Zukunft der Mobilität – Trends bis 2050" (WKÖ, Wiedner Hauptstra- ße 63
17./19.10.	München	2. Int. Fachmesse f.d. Mobilität 4.0 (www.emove360.com)
23./24.10.	Linz	3-Länder-Korrosionstagung (www.asmet.at/3LKT2017)
25./27.10	Köln	Härterei Kongress 2017, Messe Köln, Halle 4.1, Stand B-070 (www.avion-europe.de)
26./27.10.	Freiberg/Sa.	Ledebur-Kolloquium (Info: Claudia.dommaschk@gi-tu-freiberg.de)

November

DATUM	ORT	THEMA
08./09.11.	Krefeld	Softwarelösungen f. Gießereien
13./15.11.	Schkopau	6. Leichtbau-Tagung: Großserienfähiger Leichtbau im Automobil (www.leichtbau.fraunhofer.de/leichtbautagung2017

Dezember

DATUM	ORT	THEMA
06.12.	Graz	13. Werkstofftagung d. IMAT (www.imat.tugraz.at)

Über die Veranstaltungen und Seminare der MAGMA GmbH, Aachen/D, gibt die Internetseite www.magmasoft.de/de/academy, Auskunft.

2018

DATUM	ORT	THEMA	
16./18.01.	Nürnberg	EUROGUSS (www.euroguss.de) mit Int. Deutschem DG-Tag	
26./27.04.	Salzburg	Große Giessereitechnische Tagung (Österreich, Schweiz, Deutschland)	
07./08.03	Aachen	Aachener Gießereikolloquium	
07./08.03	Aachen	2. Formstoff-Forum	
18./22.09.	Stuttgart	Int. Messe f. Metallbearbeitung (www.messe-stuttgart.de/amb/)	
23./27.09.	Krakow/PL	73rd World Foundry Congrss "Creative Foundry" (www.73wfc.com)	

2019

DATUM	ORT	THEMA	
27./30.04.	Atlanta (USA)	CastExpo	
25./29.06.	25./29.06. Düsseldorf GIFA, NEWCAST, METEC, THERMPROCESS (www.gifa.de)		
Sept.	Portoroz/SI	WFO-Technical Forum	

2020 Südkorea 74th World Foundry Congress Indien WFO-Technical Forum 75th World Foundry Congress 2022 Italien

Für diese Angaben übernimmt die Redaktion keine Gewähr!

Anzeigenschluss für die GIESSEREI RUNDSCHAU Ausgabe Nov / Dez / Jan

17. November 2017

Kontakt: Mag. Dietburg Angerer +43 (0) 664/1614308 angerer@proguss-austria.at

VEREINSNACHRICHTEN

WIR GRATULIEREN UND WÜNSCHEN **ALLES GUTE ZUM GEBURTSTAG**

Gesundheit, Glück und Wohlergehen, daran soll's im nächsten Jahr nicht fehlen.

Geburtstage im Juli 2017			3.08. Franz Kolenz
2.7.	Prof. DrIng. Eberhard Ambos	80	8.08. Karlo B. Fink
4.7.	Franz Juwan	60	9.08. Ing. Erich Obermayr
10.7	-	60	9.08. Ing. Horst Tassotti
16.7		60	12.08. DrIng. Karl-Heinz Caspers
19.7	1 3	70	12.08. DiplIng. Helmuth Huber
19.7	,	50	15.08. Ing. Peter Schwarz
23.7	3 3	50	16.08. Ing. Mag. Heinrich Obernhuber
	Hausberger		25.08 Ing. Heinz Koza
28.7	. Dr. Hanna Burda	75	Geburtstage im September 2017
28.7	. Ing. Dr. phil. Ernst Pernklau	60	-
29.7	. DiplIng. Mag. Mirjam Jan-Blazic	70	06.09. Hans Werner Schmidt
			09.09. Magnus Jundt
Geburtstage im August 2017			14.09. DrIng. Niels Ketscher
1.08	. DiplIng. Norbert Schütze	65	Geburtstage im Oktober
1.08	. Ing. Walter Slovacek	65	
2.08	. Gen.Dir. Bergrat h.c DiplIng. Josef Wöhrer	80	01.10. DiplIng. Dr. Wolfgang Giselbrecht



DEN MITGLIEDERN AUCH AN DIESER STELLE EIN HERZLICHES GLÜCKAUF!

BÜCHER UND MEDIEN

GRAPHITMORPHOLOGIE ENTSTEHUNG, EINFLUSS-GRÖSSEN, KONTROLLE



60

70

70

70

85

55 60

70

70

60

50

80

55

Werner Bauer, Leoben. Eigenverlag des Österreichischen Gießerei-Instituts (ÖGI) 2017. 149 Seiten, 123 Abbildungen, 11 Tafeln, Metallschienenrücken. 98.00 Euro

Das Buch behandelt die Graphitmorphologie von Gusseisen mit Lamellen-

oder Kugel- oder Vermiculargraphit sowie in Temperguss und Stahl und bietet eine kompakte, aber trotzdem umfassende, Darstellung der vielfältigen Ausbildungsformen des Graphits sowie der wichtigsten Hypothesen zu deren Entstehungsweise.

Der 1. Teil behandelt die Graphitkristallisation aus der Schmelze: Das Graphitkristallwachstum und die Verzweigungsmodelle bei der Entstehung von Lamellen- oder Kugel- oder Vermiculargraphit, deren unterschiedlich enge Kopplung zwischen der eutektischen Graphit- und Austenitausscheidung; die Auswirkungen der Graphitkeimbildung und -art sowie von Sauerstoff, Schwefel, Magnesium und Spurenelementen auf die Graphitkristallisation.

Weitere Unterkapitel behandeln die Zusammenhänge zwischen der Austenit- und Graphitausscheidung bzw. deren Wechselwirkungen und die damit zusammenhängende Bildung des Chunky-Graphits und des nicht-zellular erstarrten Lamellengraphits.

Der 2. Teil behandelt die Graphitausscheidung im Solidus: Die Veränderungen der Graphitausbildung bei der Abkühlung nach dem Ende der Grauerstarrung im Gusszustand bzw. nach Wärmebehandlungen sowie die bei graphitisierenden Wärmebehandlungen von weißem oder meliertem Gusseisen oder Stahl entstehenden Graphitformen.

Abschließend werden die unter verschiedenen Rahmenbedingungen entstehenden Graphitformen und die daraus zu ihrer Erklärung abgeleiteten Hypothesen zusammengefasst und deren Durchgängigkeit unter dem Aspekt der Analogien zwischen der Graphitbildung aus der Schmelze bzw. im Solidus diskutiert.

Eine Inhaltsübersicht und Bestellmöglichkeit finden Sie auf http://www.ogi.at/de/news/news.php

TASCHENBUCH DER GIESSEREI-PRAXIS 2017



Taschenbuch der Gießerei Praxis 2017 784 Seiten, stabiler Kunststoffeinband inklusive App für iOS und **Android** ISBN 978-3-7949-0906-3 € 54,90

inklusive App (mit komfortabler Stichwortsuche und weiterführenden Links)

Mit dem neuen Taschenbuch der Gießerei-Praxis 2017 liegt die jährlich aktualisierte Ausgabe des seit Jahrzehnten bewährten Nachschlagewerks für das Gießereiwesen vor - sowohl als gedruckte Version im klassischen Taschenbuchformat als auch als App für iOS und Android.

Auch in dieser Ausgabe wurde besonderer Wert auf die praxisorientierte Darstellung der Begriffe und Anwendungsbereiche gelegt, ohne dabei die Grundlagen der Gießereitechnik zu vergessen. Die Redaktion wird kontinuierlich von einem praxisnahen Expertenteam unterstützt. Dadurch ist sichergestellt, dass neue Trends, Technologien und Forschungsergebnisse mit in das Taschenbuch der Gießerei-Praxis aufgenommen werden.

Das Handbuch berücksichtigt die vielen unterschiedlichen Verfahren in der Gusstechnik, sodass die

ganze Vielfalt des Gießereiwesens in diesem Nachschlagewerk anschaulich präsentiert wird. Damit ist dieses Handbuch ein praktisches Arbeitsmittel für Spezialisten in der Gusserzeugung, des Gießereibedarfs und der Zulieferindustrie, aber auch für die Bereiche Studium, Lehre und Forschung.

Inhalt TBG 2017:

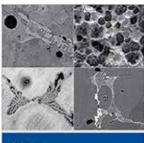
- Tabellen
- Energie, Umwelt, Betriebssicherheit
- Modell- und Formenbau
- Fertigungsverfahren
- Druckguss
- Formstoffe
- Schmelzen
- Werkstoffe
- Werkstoff- und Gussteilprüfung
- Metallographie
- Organisation, Verbände, Beratung

Neu im TBG 2017:

Kapitel Energie, Umwelt, Betriebssicherheit

Jedes Kapitel wurde um ein neues Unterthema ergänztln der deutschen Ausgabe liegt jedem Buch ein Freischaltcode für die App-Ausgabe bei.

GEFÜGE DER GUSSEISENLEGIERUNG



Sophen Renie

Gefüge der Gusselsenleglerungen

Structure of Cast Iron Alloys

sonnt knobb

Stephan Hasse ISBN: 978-3-7949-0755-7 € 128,00

eBook: ISBN: 978-3-7949-0755-7 € 101,99

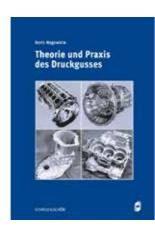
Die heute an Gusswerkstoffe gestellten Qualitätsanforderungen sind komplex und hoch. Deshalb muss die Qualität der aus diesen

Werkstoffen hergestellten Bauteile laufend überwacht werden. Eines der wichtigsten Qualitätsmerkmale stellt dabei das Gefüge des jeweiligen Werkstoffes mit

allen seinen Besonderheiten dar. Während man bei den meisten Prüfverfahren die Ergebnisse der Messwerte darstellen kann, müssen Gussgefüge beschrieben und interpretiert werden, d.h. es muss angegeben werden welche Phasen im Gefüge vorhanden sind, in welcher Menge und Form sie vorliegen, wie sie verteilt sind und welche Eigenschaften zu erwarten sind.

Um den Fachleuten in den Gießereien und in der gussverbrauchenden Industrie sowie in angrenzenden Industrien, welche sich mit Guss auseinandersetzen müssen, das Arbeiten auf diesem Gebiet zu erleichtern, werden im vorliegenden Buch die wichtigsten Eisengussgefüge mit ihren Besonderheiten beschrieben und erläutert. Besonderer Wert wird dabei neben der Beschreibung auf das Erscheinungsbild der Gefüge gelegt, welches in über 300 Bildern zum Ausdruck gebracht wird. Dies erscheint sehr wichtig, da neben normalen Gefügebestandteilen in realen Gusslegierungen vor allem Gefüge Besonderheiten einen großen Einfluss auf die zu erwartenden Eigenschaften ausüben. Dem Stand der Technik entsprechend werden deshalb nicht nur lichtmikroskopische Bilder gezeigt, sondern auch eine Vielzahl rasterelektronenmikroskopischer Aufnahmen dargestellt und beschrieben. Außerdem werden zum eindeutigen Nachweis von Gefügebestandteilen auch EDX-Analysen präsentiert. Es existieren bereits viele Fachbücher, in denen einzelne Gefüge beschrieben werden. Bisher hat sich jedoch noch kein Werk in dieser Ausführlichkeit damit befasst. Das Erkennen, Deuten und daraus folgernd das Einstellen der gewünschten Gefüge ist jedoch grundlegende Voraussetzung für eine qualitätssichere Fertigung. Demzufolge wird dieses Buch, auch den heutigen globalen Anforderungen entsprechend, in deutscher und englischer Sprache erscheinen.

THEORIE UND PRAXIS DES DRUCKGUSSES



Dr.-Ing. Boris Nogowizin Preis (gebundene Ausgabe): 168,00€ ISBN: 978-3-7949-0796-0

Preis (digitale Ausgabe): 133,99€ ISBN: 978-3-7949-0796-0

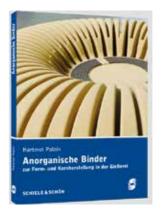
In der heutigen Zeit sind Druckgussteile in vielen technischen Bereichen fest etabliert. Ihre effiziente Nutzung basiert auf der präzisen Ausarbeitung ihrer funktionsgerechten Konstruktion, hochwertigen Materialien und Druckgießmaschinen, die das Zentrum der Druckgießtechnik darstellen. Ein permanenter Entwicklungsprozess, der durch die sich ändernden Anforderungen an das Endprodukt, die erzielbare Leistungssteigerung und die gleichzeitige Rentabilität bedingt ist, begleitet die Technologie des Druckgießverfahrens kontinuierlich. Ziel des vorliegenden Buches ist es, anhand von aktuellen Forschungsergebnissen den derzeitigen Kenntnisstand zum Druckguss zu erweitern.

Boris Nogowizin ist durch seine langjährige Erfahrung und intensive Forschung ein äußerst versierter Spezialist auf dem Gebiet des Druckgießverfahrens. Sachkundig und detailliert beschreibt er in diesem Handbuch sämtliche Zusammenhänge und Komponenten, die das Druckgießverfahren beinhaltet. Zudem wird anhand von Experimenten und der Auswertung von dokumentierten Arbeitsprozessen eine praktische Bestandsaufnahme erstellt, die der Autor mit errechneten Algorithmen und Beispielen ins Verhältnis setzt, um daraus resultierende Kongruenzen bzw. Differenzen zu verdeutlichen und dezidiert zu analysieren._Ein wesentlicher Aspekt ist die Herleitung einzelner Berechnungsmethoden, um den Einfluss der verschiedenen Parameter auf das Druckgießverfahren und die Maschinenkomponente beurteilen zu können. Zahlreiche Abbildungen und Tabellen verdeutlichen die Ausführungen zusätzlich._Dem fachkundigen Leser werden in diesem Buch nützliche Lösungen angeboten, die in der Praxis als konstruktives Hilfsmittel für die Auslegung und Berechnung von Druckgießformen und Druckgießmaschinen dienen sollen.

Dr.-Ing. Boris Nogowizin ist seit 40 Jahren im Bereich des Druckgusses tätig. Er hat Maschinenbau an der Staatlichen Technischen Universität Nowosibirsk (Russland) studiert und mit dem Diplom abgeschlossen. Danach war er 17 Jahre in der Forschung und Entwicklung von Druckgießmaschinen in der Konstruktionsabteilung einer Gießereimaschinenfabrik tätig. Er promovierte 1977 und wurde 1982 an die Staatliche Technische Universität Nowosibirsk (Russland) berufen. Dort blickt er auf 13 Jahre Lehrtätigkeit – zu nächst als Dozent und später als Professor – zurück. In dieser Zeit hat er 1991 erfolgreich seine Habilitationsschrift verteidigt. Seine Forschungen und Entwicklungen im Bereich der Druckgießmaschinen und der Druckgießtechnologie wurden in zwei Büchern und über 100 Artikeln in verschiedenen Fachzeitschriften veröffentlicht. Jetzt hat er seine umfangreichen Fach-

kenntnisse und langjährigen praktischen Erfahrungen in einem neuen Buch dargestellt.

ANORGANISCHE BINDER ZUR FORM- UND KERNHERSTELLUNG IN DER GIESSEREI



Hartmut Polzin 240 Seiten, broschiert ISBN: 978-3-7949-0824-0 € 68,00

eBook: Preis (eBook / digitale Ausgabe): 64,99€ ISBN: 978-3-7949-0874-5

Auch in Englisch erhältlich: Preis (gebundene Ausgabe): 68,00€ ISBN: 978-3-7949-0884-4

Preis (eBook / digitale Ausgabe): 64,99€ ISBN: 978-3-7949-0894-3

Die Verwendung anorganischer, chemisch härtender Binder besitzt im Gießereiwesen eine lange Tradition: Bereits seit den 30er Jahren des letzten Jahrhunderts wird Zement zur Form- und Kernherstellung genutzt, in den 50er Jahren revolutionierte das Wasserglas-CO2-Verfahren die Kernfertigung. Später wurden die klassischen anorganischen Binder jedoch zunehmend durch organische Bindersysteme verdrängt, und erst ab der Jahrtausendwende weckten ein gestiegenes Umweltbewusstsein und Druck von Seiten des Gesetzgebers das Interesse für anorganische, chemisch härtende Binder neu.

Hartmut Polzin bietet in seinem Buch einen umfangreichen Überblick darüber, was anorganische Bindersysteme heute leisten können. Der Autor schildert den gegenwärtigen Stand der Anwendung und räumt mit widersprüchlichen Informationen über das erreichbare Eigenschaftsniveau auf. Er diskutiert offene Fragen über die zukünftige Entwicklung des Verfahrens und bietet einen Ausblick darauf, welche Möglichkeiten sich in der Form- und Kernherstellung durch den verstärkten Einsatz anorganischer Binder ergeben können.

GIESSEREI-CONTROLLING ERFOLGSFAKTOREN VON GIESSEREIEN UND DEREN STEUERUNG



Mark M. Rösch

Was macht die Wirtschaftlichkeit einer Gießerei aus? Welche Maßnahmen sind zu treffen, an welchen Stellschrauben kann gedreht werden, um einen Gießereibetrieb langfristig erfolgreich zuführen?

Der Diplom-Betriebswirt und Dr. rer. oec. Mark Matthias Rösch beschäf-

tigte sich in seiner Dissertation mit diesen für ein Unternehmen existenziellen Fragen und legt hier in kompakter, leicht verständlicher Form seine Lösungsvorschläge für erfolgreiches Controlling in der Gießereibranche vor. Anhand zahlreicher Interviews mit Unternehmensleitern und Geschäftspartnern der Gießereiindustrie zeigt er die verschiedenen Steuerungsinstrumente auf, die effektiv zum Ziel führen können, identifiziert Hindernisse und Schwierigkeiten und bietet Anregungen und Lösungsvorschläge. So werden die verschiedenen, zur sinnvollen Steuerung eines Fertigungsbetriebes anwendbaren Controllingmechanismen erläutert, Faktoren für ein nachhaltig erfolgreiches Management aufgezeigt und ein Ausblick auf deren Weiterentwicklung sowie die zukünftigen Herausforderungen des Gießereimanagements gegeben.

Über den Autor:

Mark Matthias Rösch, Jahrgang 1976, Dipl.-Betriebswirt (BA) und MBA, war lange als kaufmännischer Leiter sowie als Berater in mittelständischen und großen Gießereiunternehmen tätig und legt mit diesem Werk seine Dissertation zum Dr. rer. oec. vor. Derzeit ist er mit dem Schwerpunkt Finanzen, Controlling, IT und insbesondere Restrukturierung in Deutschland, Großbritannien und China tätig.

PRAXISHANDBUCH BENTONIT-GEBUNDER FORMSTOFF



Autoren: Werner Tilch, Hartmut Polzin, Michael Franke 368 Seiten, Hardcover-ISBN 978-3-7949-0897-4 € 98,00

Auch als eBook erhältlich Preis: 94.99 €

ISBN: 978-3-7949-0900-1

Auch in Englisch erhältlich: Preis: € 98,00 ISBN: 978-3-7949-0907-0

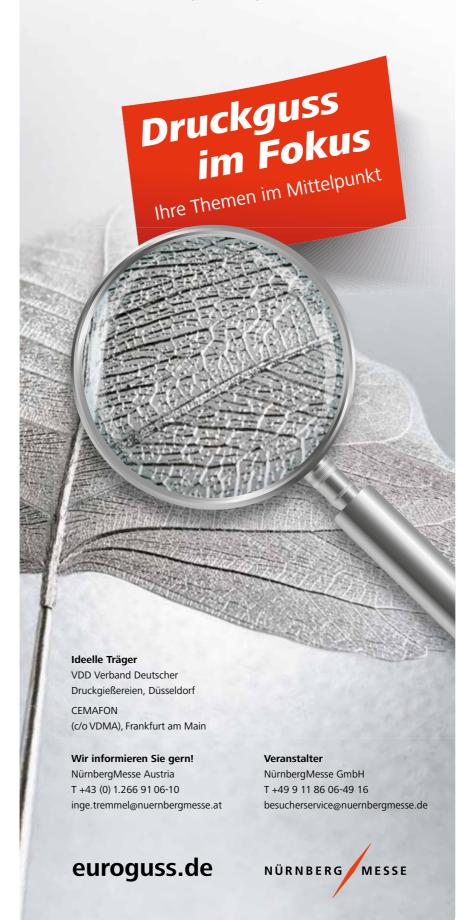
Heutzutage wird weltweit schätzungsweise 70% Bentonitgebundener Formstoff zur Herstellungverlorener Formen in der Gießerei verwendet. Das Formstoffsystem aus den Hauptkomponenten Quarzsand, Bentonit und Wasser wird durch Verdichtung verfestigt und stellt eines der produktivsten Formverfahren in der Gießerei dar. Einer der Hauptvorteile dieses Formstoffsystems besteht in der Reversibilität der Bindefähigkeit des größten Teils des eingesetzten Binders. Das dadurch entstehende Umlaufformstoffsystem ist ein wirtschaftliches und aufgrund der weitgehend anorganischen Formstoffbestandteile auch eines der umweltfreundlichsten Formverfahren zur Gussteilerzeugung. Dieser Umlaufcharakter sowie die Spezifik des Bindersystems Bentonit-Wasser bedingen, dass sich die Aufbereitung von und die Formherstellung mit bentonitgebundenen Formstoffen sehr stark von der Form- und Kernherstellung mit chemisch gebundenen Formstoffen unterscheidet.

Das vorliegende Praxishandbuch bentonitgebunder Formstoff beschreibt das Arbeiten mit diesem Formstoffsystem von der Aufbereitung der Einsatzstoffe bis zum Wiedereinsatz des vom Gussteil getrennten Altsandes. Neben den verwendeten Einsatzmaterialen Formgrundstoff, Binder Bentonit, Wasser und Zusatzstoffe stehen auch der Mischvorgang und die Formherstellung mit den dazu verfügbaren Technologien und Anlagen im Blickpunkt. Das Buch soll dem Gießerei-Mitarbeiter Hilfestellung bei der Bewältigung täglich auftretender Fragestellungen geben, Lehrende unterstützen und Studenten auf ihre spätere Tätigkeit vorbereiten. Seinem Namen wird es u.a. dadurch gerecht, dass es im letzten Abschnitt zur Untermauerung der bis dahin besprochenen Verfahrenschritte eine Reihe von Praxisblättern enthält, die bei der Umsetzung und Anwendung der Inhalte des Buches unterstützen sollen.

Nürnberg, Germany 16.—18.1.2018



Internationale Fachmesse für Druckguss: Technik, Prozesse, Produkte



IMPRESSUM AUSGABE 03/2017

Herausgeber:

Proguss austria | Verein zur Förderung der Interessen und des Images der österreichischen Gießereiindustrie | A – 1045 Wien, Wiedner Hauptstraße 63, PF 339

c/o Berufsgruppe Gießereiindustrie – Fachverband metalltechnische Industrie, Wien, sowie des Österreichischen Gießerei-Institutes und des Lehrstuhles für Gießereikunde an der Montanuniversität, beide Leoben.

Geschäftsführer:

Dipl.-Ing. Adolf Kerbl, MSc Tel. +43 (0) 5 90 900-3463 E-Mail: office@proguss-austria.at

Chefredaktion:

Mag. Dietburg Angerer angerer@proguss-austria.at Tel. +43 (0) 664 16 14 308

Design & Grafik

Relation Affairs

Sascha Sabathiel-Wostry, Dietburg Angerer office@relation-affairs.com www.relation-affairs.com

Anzeigenabwicklung und Abonnementverwaltung:

Silvia Grassl

Proguss austria/Berufsgruppe Gießereiindustrie Tel. +43 (0) 5 90 900-3463 office@proguss-austria.at

Bankverbindung des Vereins:

IBAN: AT55 3200 0000 1701 1826

BIC: RLNWATWW

Jahresabonnement:

Inland: EUR 61,00 Ausland: EUR 77,40

Das Abonnement ist jeweils einen Monat vor Jahresende kündbar, sonst gilt die Bestellung für das folgende Jahr weiter.

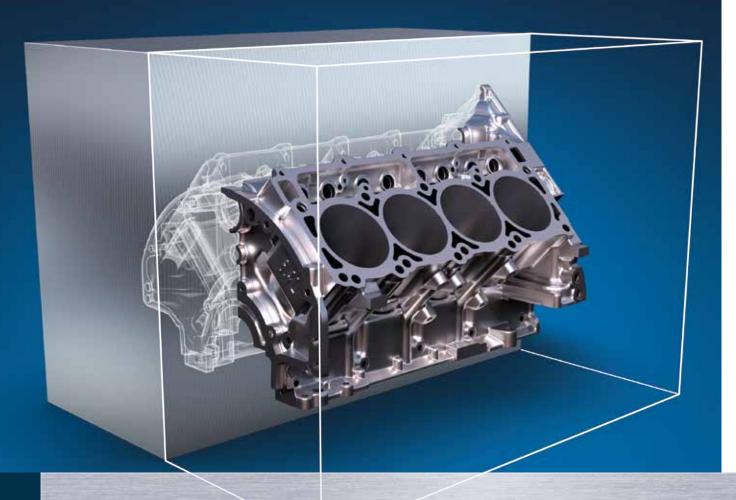
Erscheinungsweise: 5 x jährlich

Druck

Friedrich VDV Vereinigte Druckereien und Verlags GmbH & Co KG Zamenhofstraße 43, 4020 Linz

Nachdruck nur mit Genehmigung des Vereins gestattet. Unverlangt eingesandte Manuskripte und Bilder werden nicht zurückgeschickt. Angaben und Mitteilungen, welche von Firmen stammen, unterliegen nicht der Verantwortlichkeit der Redaktion.

Offenlegung nach § 25 Mediengesetz siehe www.proguss-austria.at

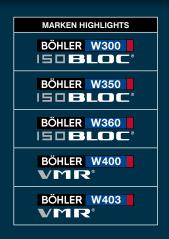


BESTFORM FÜR DEN DRUCKGUSS

Bestehen Sie auf hochreine **BÖHLER Warmarbeitsstähle** mit spezifischen Eigenschaften:

- ▶ erhöhte Brandrissbeständigkeit
- ► reduzierter Hochtemperaturverschleiß
- ▶ erhöhte Hochtemperaturfestigkeit
- ▶ höhere Arbeitshärte

und damit längere Standzeiten!



voestalpine High Performance Metals International GmbH Vertrieb Österreich: BÖHLERSTAHL DC Tower, Donau-City-Straße 7, 1220 Wien, Austria, Telefon: +43 (0)50304 30 23 DW Fax: +43 (0)50304 70 23208, verkauf@boehlerstahl.at, www.bohler.at

BÖHLER EDELSTAHL GmbH & Co KG A-8605 Kapfenberg, Mariazeller Straße 25, Telefon +43 (0)3862 20 0 Fax +43 (0)3862 20 37576, E-Mail: info@bohler-edelstahl.at, www.bohler-edelstahl.com

