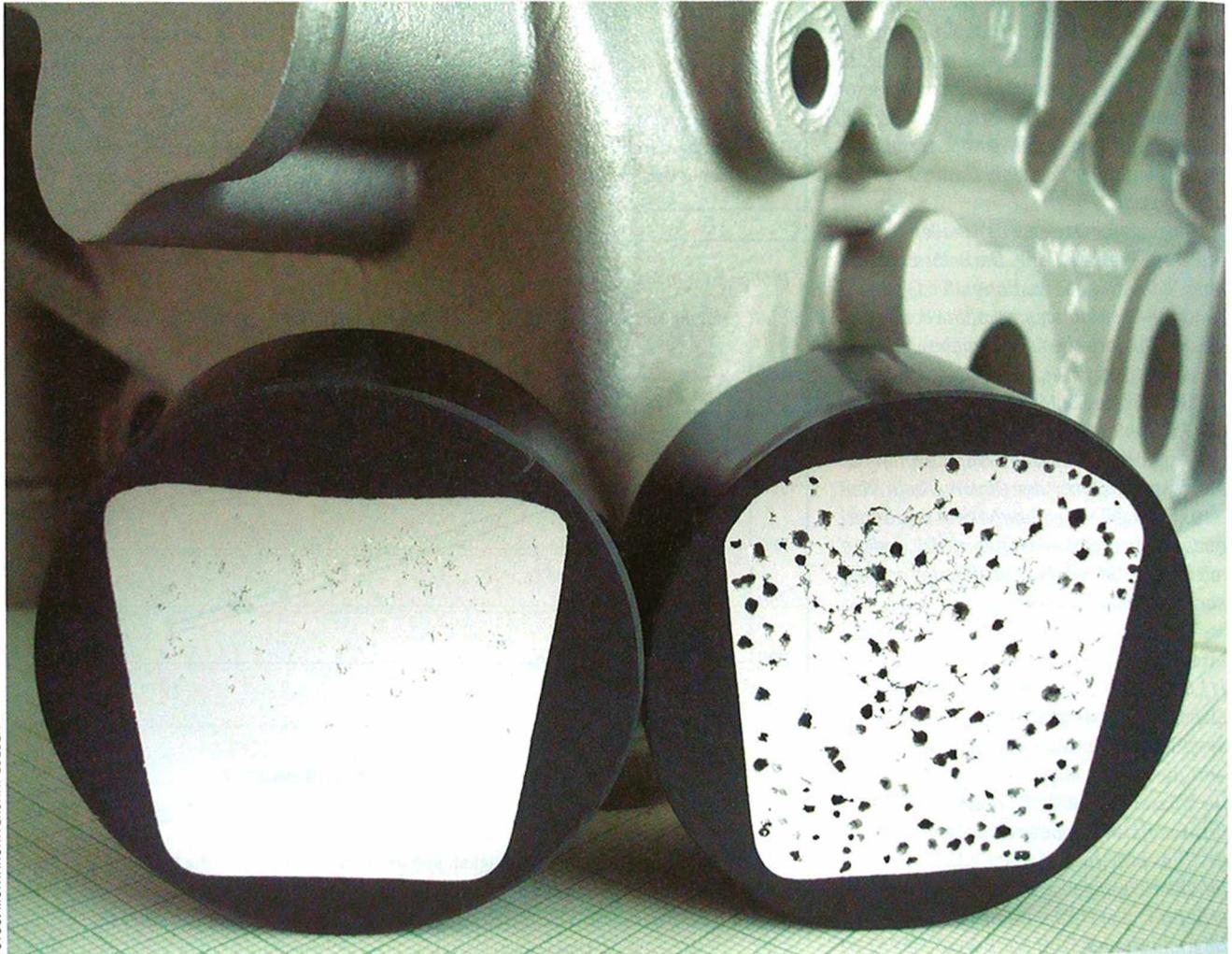


Die Eignung des Unterdruckdichtetests zur Bestimmung der Schmelzeinheit von Al-Legierungen



FOTOS: MONTANUNIVERSITÄT LOEBEN

Bifilme und andere Einschlüsse verschlechtern die Eigenschaften eines Gussteils – Unterdruckdichteprobe geben einen raschen Überblick (links gute, rechts schlechte Schmelzequalität).

VON KATHARINA HABERL, PETER SCHUMACHER UND GEORG GEIER, LOEBEN

Die Qualität der Schmelze einer Gießerei ist von entscheidender Bedeutung, insbesondere in Bezug auf die mechanischen Eigenschaften von Bauteilen. Einflussfaktoren auf die Qualität der Schmelze sind Gasgehalt und harte Einschlüsse bzw. Oxideinschlüsse. Auf Grund des zunehmenden Wissens über den Einfluss der Oxide auf die Schmelzequalität und deren Wechselwirkung mit der Gasporbildung soll ihre Rolle genauer untersucht werden. Hierfür wird die Eignung des Unterdruckdichtetests zur Bestimmung der Schmelzequalität näher betrachtet.

Einleitung und theoretischer Hintergrund

Aluminium neigt stark zur Bildung von Oxiden, da es sehr sauerstoffaffin ist. Kommt es zu einer Reaktion des Luftsauerstoffs mit der Badoberfläche, so entsteht augenblicklich ein Oxid an der Oberfläche. Dieser Film kann je nach Legierungsbestandteilen und Verweildauer in Kontakt mit Sauerstoff unterschiedlich stark ausgeprägt sein [1]. Hat sich einmal ein Film an der Oberfläche gebildet, so geht dieser nicht wieder in Lösung in die flüssige Metallschmelze.

Durch Oberflächenturbulenzen können aus den Oxidfilmen der Oberfläche gefalte-

te Oberflächenfilme – so genannte Bifilme – entstehen [2]. Auch kommt es vor, dass hochgeschleuderte flüssige Metalltröpfchen wieder in das Schmelzebad fallen. Bild 1 verdeutlicht die Entstehung von überlappenden Bifilmen und Tröpfchen durch die Wirkung von Oberflächenturbulenzen. Im Gussstück führen diese Vorgänge zu nichtmetallischen Einschlüssen, die den Gefügeverbund unterbrechen. Sie stellen somit Gussfehler dar, die als scharfe Kerben wirken können [3, 4].

Prinzipiell wird zwischen zwei Extremformen von Oxiden unterschieden [5]:

- > alte Oxide;
- > neue Oxide (Bifilme).

Alte Oxide entstehen bereits vor oder während des Schmelzens und haben eine voluminöse Morphologie. Neue Oxide bilden sich während des Füllens und des Gießens und haben eher eine flächige Morphologie wie die oben beschriebenen Bifilme. Es ist jedoch möglich, dass die eingeschlossene Atmosphäre bzw. Luft mit dem Bifilm so reagiert, dass sich ein geschlossener Bifilm bildet, der eher einem alten Oxid ähnelt [6, 7]. Für die Keimbildung von Wasserstoffporen sind jedoch Bifilme (neue Oxide) besser geeignet.

Porositäten haben negative Auswirkungen auf das Gussstück. Sie verschlechtern neben den mechanischen Eigenschaften (Bruchdehnung, Zugfestigkeit, Dauerschwingfestigkeit) auch die Gebrauchseigenschaften. Es gibt zwei extreme Fälle von Porositäten:

- > Gasporositäten und
- > Schwindungsporositäten.

Ihre Bildung kann nicht voneinander getrennt betrachtet werden. In der Regel hat eine Pore einen Anteil von Gas- und Schwindungsporosität. Dies wird in Bild 2 schematisch verdeutlicht. Auf der x-Achse ist der Gasdruck in der Schmelze P_g aufgetragen, auf der y-Achse die hydrostatische Spannung P_s . Den Zusammenhang von P_g und P_s beschreibt Gleichung (1) [9]:

$$P_f = P_g + P_s \quad (1)$$

P_f ist der kritische Keimbildungsdruck, der für die Bildung einer Porosität erforderlich ist. In der Praxis liegen üblicherweise beide Bildungsanteile P_g und P_s vor.

Ist eine Schmelze z. B. vakuumentgast, geht der Gasdruck P_g gegen null und nur durch das Aufbringen einer hydrostatischen Zugspannung kommt es zum „Aufreißen“ der Schmelze; ein Mikrolunker entsteht. Dieser Fall entspricht dem Verlauf von A nach F in Bild 2. Im Gegensatz dazu entstehen in einer gut gespeisten Schmelze nur vernachlässigbare Schrumpfungsspannungen P_s , die gegen null gehen, sodass P_g die Gasporienbildung bestimmt. In realen Bauteilen ist die Gasblasenbildung durch die Speisung entlang von Erstarrungsgefügen (z. B. bei schwammartigem Gefüge) behindert. In diesem Fall bewegt sich die Kurve von A nach B. Es formt sich eine Pore an Keim 1. Dadurch geht die hydrostatische Zugspannung der Schmelze augenblicklich auf C zurück. Die folgende Diffusion des Gases in die Pore lässt die Umgebung an Gas verarmen, P_g geht auf D zurück. Schmelze, die sich weit entfernt von diesem Ereignis befindet, hat keine hydrostatische Zugspannung und geht zu E. Weiterhin kommt es zur Bildung neuer Gasporien an Keimen. Der Schmelze,

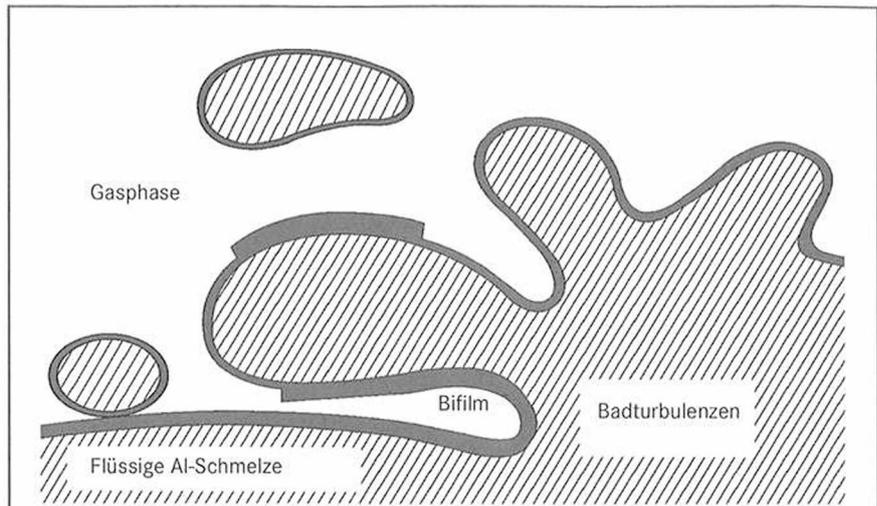


Bild 1: Darstellung einer Schmelzbadoberfläche bei Oberflächenturbulenzen nach Campbell [2]

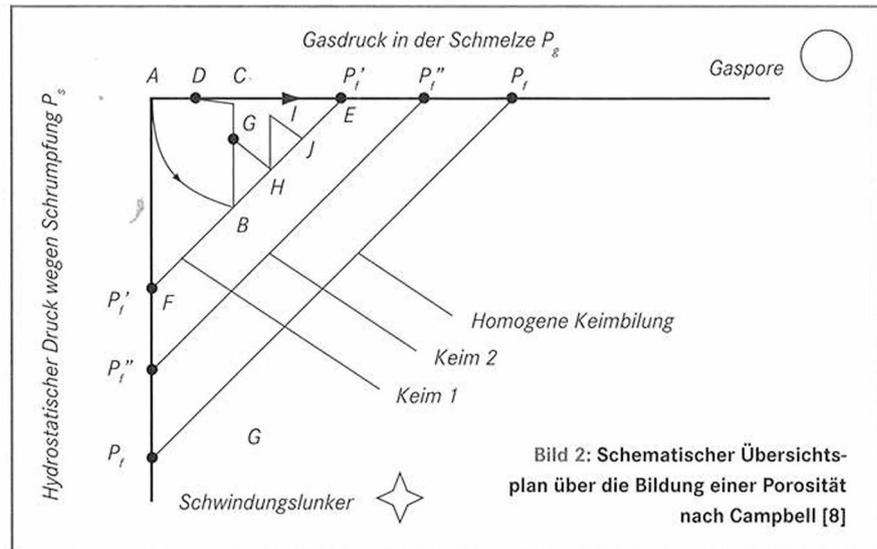


Bild 2: Schematischer Übersichtsplan über die Bildung einer Porosität nach Campbell [8]

die sich zwar in der Nähe des Ereignisses, aber nicht in der unmittelbaren befindet und deren hydrostatische Zugspannung daher davon betroffen ist, wird eine Senkung von P_s auferlegt, die sie aber nicht bis zu C führen muss. Man bewegt sich in diesem Fall nur bis G. Ein weiteres Keimbildungsereignis kann dann an H vorkommen, dann an I, J usw.

Der Unterdruckdichtetest ist gut gespeist und hat daher nur einen geringen Anteil an P_s , dieser ergibt sich in Abhängigkeit von der Erstarrungsmorphologie. Der Unterdruckdichtetest ist daher bestens geeignet, um Gasporositäten zu bestimmen.

Durchgeführte Versuche zur Messung der Schmelzequalität

Die Messung der Schmelzequalität ist nicht trivial, denn die neuen Oxide bzw. Bifilme, die die Schmelzequalität stark beeinflussen, können mitunter sehr dünn sein. Daher lassen sich Bifilme durch viele Messme-

thoden nicht bestimmen. Dafür eine geeignete Messmethode zu finden, ist schwierig, denn unterschiedliche Arten der Verunreinigungen werden von differenzierten Messmethoden erfasst, wobei die Schmelzequalität nicht nur von einem Parameter beschrieben werden kann.

Zur Bestimmung der Schmelzequalität wurde bewusst eine Sekundärlegierung LM25 gewählt, die eine Vielzahl von möglichen Verunreinigungen aufweisen kann. Die folgenden Versuche wurden durchgeführt:

- > erweiterter UD-Test (Unterdruckdichtetest);
- > PoDFA (Porous Disc Filtration Analysis);
- > Zugversuche und
- > Schwingversuche.

Die Proben wurden in der Gießerei Nema Linz GmbH, Linz, Österreich, an den Produktionsabschnitten Transportpfanne, Gießofen vor dem Impellern und Gießofen nach dem Impellern entnommen.

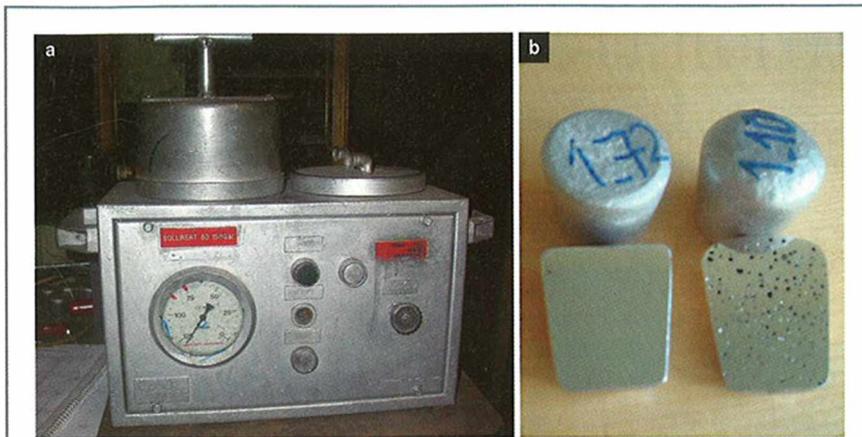


Bild 3: UD-Gerät (a) und UD-Proben (b, links: kleiner Gasgehalt, rechts: großer Gasgehalt)

Unterdruckdichtetest (UD-Test)

Dieses Verfahren ist, mit geringen Variationen in der Durchführung, auch als Straube-Pfeiffer-Test, Fosco-Portec-Test oder IDECO-Test [10] bekannt.

Das UD-Gerät dient im konventionellen Gießereibetrieb zur qualitativen Kontrolle des Gasgehaltes in flüssigen Metallen. Eine Schmelzprobe wird geprüft, indem man diese in einer Vakuumkammer unter genormt reduziertem Druck (80 mbar) erstarren lässt (UD-Gerät und UD-Proben siehe Bild 3). Bei Anwesenheit von gelöstem Gas wird die Probe aufgewölbt, da das gelöste Gas an Keimen als Pore frei wird und sich ausdehnt [11]. Das als Poren ausgeschiedene Gas in der Probe bewirkt eine Änderung der Gesamtdichte, dies drückt sich im Dichteindex DI aus. Dieser wird nach folgender Gleichung berechnet:

$$DI = (\rho_{Atm} - \rho_{UD}) \cdot 100 / \rho_{Atm} \quad (2)$$

ρ_{Atm} ist die Dichte einer Probe, die unter atmosphärischem Druck erstarrt ist, ρ_{UD} ist die Dichte der Probe, die unter Unterdruck erstarrt ist. Üblicherweise wird ein Dichteindex von rund 1 eingestellt. Dies entspricht ungefähr einem Wasserstoffgehalt von 0,1 ml/100 g. Bild 4 nach [12] verdeutlicht den Zusammenhang zwischen der gemessenen Dichte der UD-Probe und dem Wasserstoffgehalt, gemessen mit einer Alscan-Sonde. Davon unabhängige Messungen mit einem Wasserstoffmessgerät mit elektrochemischem Sensor bestätigen dies [13].

Der theoretisch berechnete Gasgehalt stimmt jedoch bei geringen Wasserstoffkonzentrationen nicht exakt mit dem praktisch gemessenen Gasgehalt überein (siehe Bild 4). Der theoretisch errechnete Wasserstoffgehalt (aus dem DI) ist niedriger als der tatsächliche Gehalt, gemessen z. B. nach dem Chapel-Verfahren oder durch Messung mittels Alscan-Sonde. Je niedriger der DI

wird, desto größer wird diese Diskrepanz. Gründe hierfür sind die Erschwerung der Porenkeimbildung bei kleinem Dichteindex, da bei der Entgasungsbehandlung gleichzeitig Gasgehalt und Porenkeimstellen reduziert werden. Damit bestehen zu wenige Stellen, an welchen die Keimbildung stattfindet und sich somit Gasblasen zum Ausgleich des H_2 -Haushaltes bilden könnten.

Erweiterter UD-Test. Die Gasporen, die sich im flüssigen Metall bilden, entstehen an Keimstellen. Als Keimstellen werden in der Schmelze vorhandene Oxide (Bifilme) und andere Einschlüsse bevorzugt. Somit stellt jede Gaspore in der UD-Probe einen vorhandenen Oxidfilm bzw. anderen keimbildungsrelevanten Einschluss dar, der durch den stark erniedrigten Druck aktiviert wurde, eine Pore zu bilden. Durch die Auswertung der Anzahl der Gasporen kann schnell auf die Anzahl der Bifilme bzw. anderer Einschlüsse als Keimbildner geschlossen werden [14].

Für den erweiterten UD-Test wurden die UD-Proben mit zwei verschiedenen Verfahren ausgewertet, um die Porenverteilung und -geometrie zu bestimmen. Diese waren:

- > bildanalytische Auswertung der Poren und
- > Computertomographie.

Bildanalytische Auswertung der Poren. Die Poren des Schliffes der UD-Proben wurden mikroskopisch ausgewertet, und die Anzahl der Poren pro mm^2 wurde ermittelt (Bild 5). Die Porenauswertung erfolgte analog zum VD-G-Merkblatt P 201.

Um der Problematik der Mikro- bzw. Makrolunker und der Porenunterscheidungen entgegenzuwirken (siehe auch Bild 2), wurden die folgenden Kriterien in der bildanalytischen Auswertung berücksichtigt:

- > Maximaldurchmesserkriterium (um Makrolunker auszuschließen) – die Fläche der Pore muss kleiner sein als 7 mm^2 ;
- > Minstdurchmesserkriterium (um Mikrolunker auszuschließen) – der Durchmesser der Pore muss mindestens der Größe des Sekundärdendritenarmabstandes entsprechen;
- > Rundheitskriterium (um Mikrolunker auszuschließen) – die Rundheit der Poren (Circularity) muss mindestens 0,5 betragen (1,0 höchstmöglicher Wert, entspricht Kreis).

Das Ergebnis der Messung war die Anzahl der Poren pro Fläche. Damit konnten die Porendichte im Schriff sowie die Größenverteilung gemessen werden. In der diesem Beitrag zugrunde liegenden Arbeit wird auf die Porendichte im Querschliff näher eingegangen.

Computertomographie CT. Mit Hilfe der Stereographie der Poren kann durch die geometrischen Bedingungen in den Schliff-

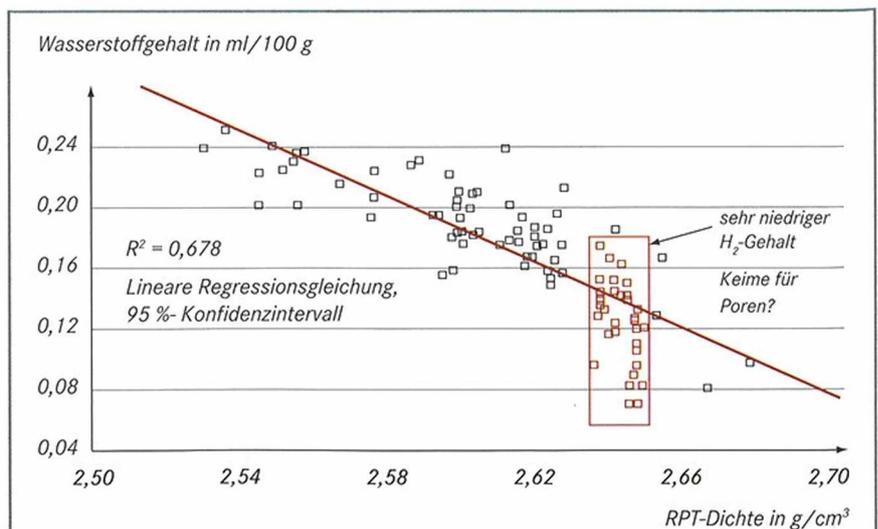


Bild 4: Zusammenhang Wasserstoffgehalt und Dichte der UD-Probe nach [12]

bildern nicht von jeder Pore exakt der maximale Porendurchmesser gemessen werden. Hierfür sind dreidimensionale Untersuchungsmethoden notwendig. Mit Hilfe der CT können Porendurchmesser, -größe und -volumen bestimmt werden, wenn die Grenzfläche zwischen Gasporen bzw. Mikrolunker eindeutig definiert werden kann. Wird die Grenzflächenerkennung zu weit definiert, können je nach Einstellung der Parameter der Bildauswertung der CT-Datenrückgewinnungssoftware unterschiedliche Porendurchmesser und -anzahlen entstehen, insbesondere bei kleinen Porendurchmessern.

Die CT-Untersuchungen wurden vom Österreichischen Gießerei-Institut ÖGI in Leoben durchgeführt. In Zusammenarbeit mit dem Kompetenzzentrum für Virtual Reality und Visualisierung VRVis in Wien wurde eine Software mit besonderen Transferfunktionen erstellt, mit der die Grenzflächen nahezu eindeutig beschrieben werden können. Dies erlaubt auch eine eindeutige Unterscheidung zwischen Mikrolunker und Gasporen.

Eine typische Übereinstimmung von Metallographie und CT ist in Bild 6 zu erkennen. Die Messung der Porenverteilung mit Hilfe der CT stellt jedoch den Schwerpunkt einer weiteren Veröffentlichung dar.

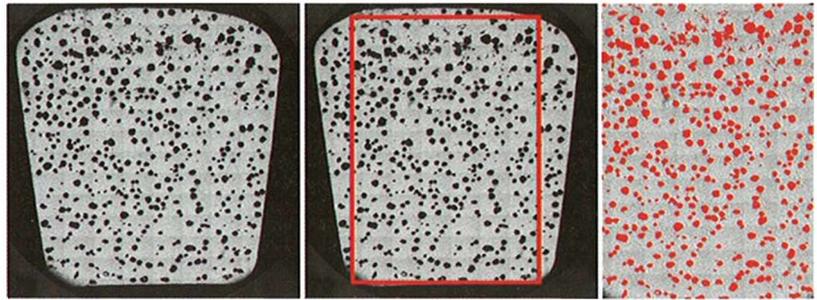
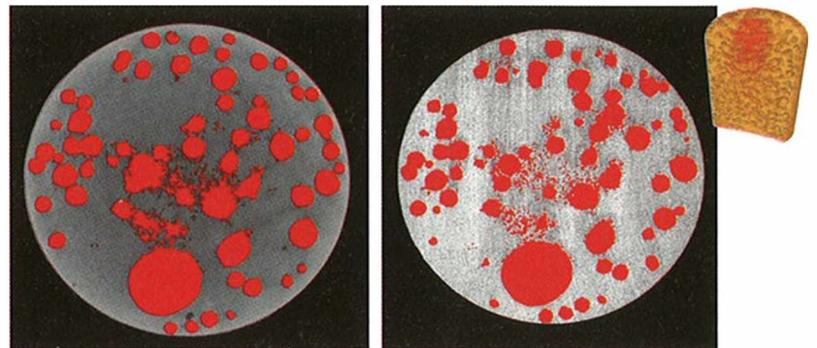


Bild 5: Bildanalytische Auswertung der Schliffe der UD-Proben



Computertomographie: 26,8 %

Metallographie: 26,4 %

Bild 6: Bildanalytische Auswertung der Fläche der Poren an nahezu identischer Position im Querschliff

PoDFA (Porous Disc Filtration Analysis)

Mit der PoDFA-Messung können ungelöste harte bzw. voluminöse Verunreinigungen in der Metallschmelze qualitativ durch eine Filtration bestimmt werden.

Die Porous Disc Filtration Analysis wird üblicherweise als der gesamte Flächenanteil von Einschlüssen in einer normierten Schliffgröße eines Durchflussversuches dargestellt (Bild 7).

Während des Filtriervorgangs bildet sich ein Filterkuchen oberhalb des Filters aus, in dem auch Partikel, die kleiner als der Porendurchmesser des Filters sind, aufgefangen werden. Jedoch haben Bifilme auf Grund ihrer geringen Steifigkeit nur einen beschränkten Anteil am Filterkuchen. Des Weiteren können Bifilme wegen ihrer flächigen Morphologie nur schwer detektiert werden. Bei der Porous Disc Filtration Analysis gibt es unter den gemessenen Verunreinigungen keine eigene Kategorie für Bifilme. Das typische Spektrum einer AlSiMg-Schmelze enthält als wesentliche Verunreinigungen: Al-Oxid, Al-Carbid, Ti-Borid, Al-Nitrid, Mg-Oxid und Spinell.

Es ist zu beachten, dass das Ergebnis nichts über die Größenverteilungen der detektierten Verunreinigungen aussagt, wobei die Größe der Partikel auf Grund der Kerbwirkung einen wichtigen Einfluss auf

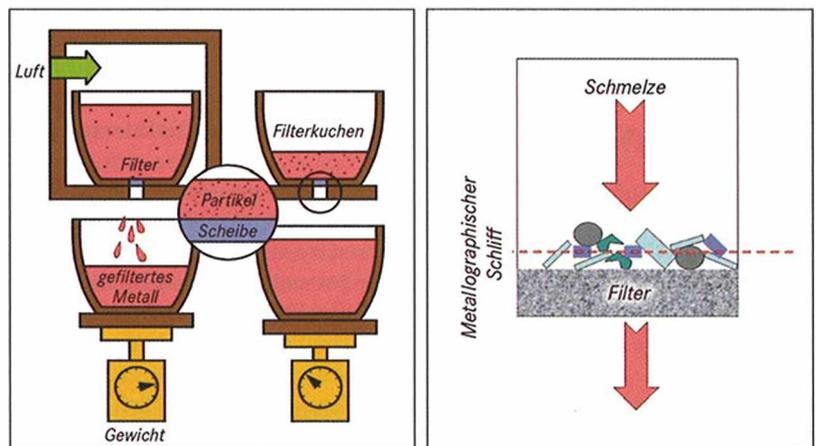


Bild 7: Schematischer Überblick PoDFA-Einrichtung [15] und schematische Darstellung des Filterkuchens mit Querschliffgröße für die Auswertung

die mechanischen Eigenschaften hat. Alle detektierten Einschlüsse stellen grundsätzlich eher harte Kerben dar.

Das Auswertergebnis ist die Summe der in der Schmelze befindlichen Verunreinigungen in mm^2/kg .

Mechanische Prüfungen

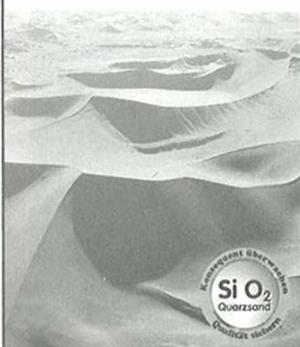
Es wurden Zugversuche und Schwingversuche durchgeführt. Die Zugproben wurden im Labor der Nematik Linz GmbH auf einer Zwick/Roell Z050 geprüft (Prüfnorm EN 10002). Die Schwingversuche wurden im Schwinglabor des ÖGIs mit einem akkre-

ditierten Prüfverfahren (nach DIN 50100) auf einer Resonanzprüfmaschine Bauart Mikrotron 9201/129 (Russenberger Prüfmaschinen AG) durchgeführt.

Bei der Auswertung der Zugversuche wurde beachtet, dass als sensibelster Messwert die Bruchdehnung besondere Bedeutung und Aussagekraft hat.

Zur Prüfung der Schwingfestigkeitsproben wurden Zug-Schwell-Prüfungen durchgeführt. Für die Auswertung wurde eine Log-Normalverteilung herangezogen und ein Wahrscheinlichkeitsnetzdiagramm erstellt, aus dem die ertragbaren Schwing-

Perfekte Formen



erreichen Sie mit unserem Quarzsand - kontrollierte Qualität in allen Sorten.

QWB
QUARZWERK
BAUMS
 GmbH & Co.KG

Werk: Verwallung:
 Letter Bruch 13 Brondschachtstraße 2
 48653 Coesfeld 44149 Dortmund
 Tel. 02546/79 57 Tel. 02 31/65 20 00
 Fax 02546/1733 Fax 02 31/6 54 73

Sensor control

Sie investieren in Ihre Sandaufbereitung?

Wir beraten Sie gerne wenn folgende Baugruppen und Systeme in Ihrem Plan stehen:

- Feuchtigkeitsregelsysteme
- autom. Sandprüfsysteme
- Steuerungen
- Verwiegung
- pneumatische Injektion von Bindemitteln
- Temperaturmessung
- Befeuchtungsstrecken
- Füllstandsüberwachung in Behältern und Silos
- Datenbankssoftware für die Analyse

SENSOR CONTROL GmbH
 Robert-Bosch-Str.5
 D-56566 Neuwied
 Tel. 0 26 31 / 96 40 00
 Fax. 0 26 31 / 96 40 04
 info@sensor-control.de
 www.sensor-control.de

gute Qualität

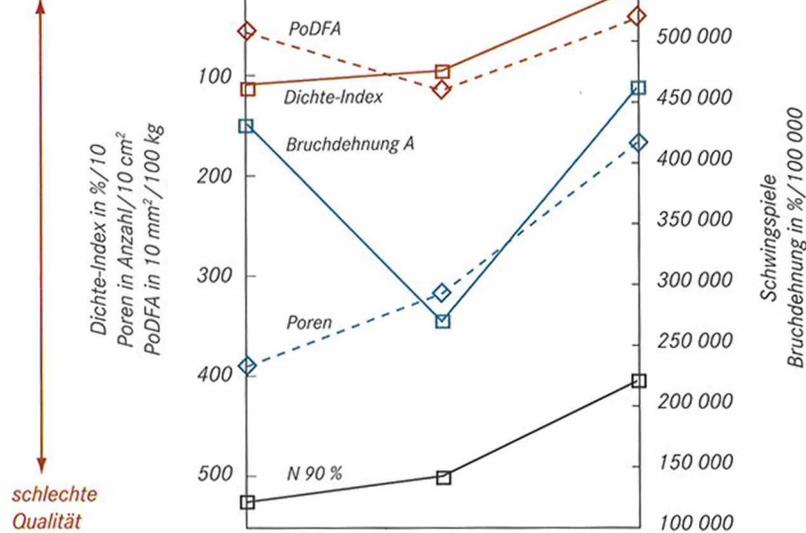


Bild 8: Trendlinien der einzelnen Versuche für die LM25 zeigen einen Anstieg der Schmelzequalität von der Transportpfanne über den Gießofen vor dem Impellern bis hin zum Gießofen nach dem Impellern. Eine Ausnahme stellen Bruchdehnung und PoDFA dar - hierbei kommt es zu einer Verschlechterung im Gießofen vor dem Impellern durch das Aufwirbeln von abgesetzten Partikeln.

sie bei einer Überlebenswahrscheinlichkeit von 90 % herausgelesen werden konnten.

Ergebnisse und Diskussion

Bild 8 zeigt eine Zusammenstellung der Ergebnisse entlang des metallurgischen Schmelzverlaufs für die Legierung LM25. Die Darstellung ist so gewählt, dass eine gute Qualität im oberen Bereich des Bildes und eine schlechte Qualität im unteren Bereich zu finden ist. Die Werte sind normiert worden, so dass es möglich ist, die Messergebnisse auf zwei Achsen darzustellen: links befinden sich die Reinheitswerte, rechts befinden sich die mechanischen Kennwerte.

Die Qualität der Schmelze in der Transportpfanne bzw. im Gießofen vor dem Impellern war erwartungsgemäß schlecht, woraus sich niedrige Schwingenspielzahlen, eine hohe Anzahl an Poren im Querschliff der UD-Probe, ein hoher DI, eine niedrige Bruchdehnung (beim Gießofen vor dem Impellern) und ein hoher Wert bei PoDFA (beim Gießofen vor dem Impellern) in der Probe ergeben. Im Gießofen nach dem Impellern zeigte sich eine bessere Qualität, gekennzeichnet durch hohe Schwingenspielzahlen, eine niedrige Anzahl an Poren im Querschliff der UD-Probe, einen niedrigen DI, eine hohe Bruchdehnung und einen niedrigen Wert bei PoDFA. Dies ist darauf zurückzuführen, dass sich bei einem geringeren Gasgehalt

eine günstigere Porenverteilung und geringere Porendurchmesser einstellen. Besondere Beachtung verdient auch der Sumpf im Gießofen. Da es sich bei der Legierung um eine Sekundärlegierung handelt, ist dieser Einfluss ausgeprägt und es kommt nach dem Umfüllvorgang aus der Transportpfanne zu einer Anreicherung mit Partikeln aus dem Sumpf im Gießofen.

Dichteindex DI

Der DI wird mit zunehmend fortschreitendem Verlauf der Schmelzebehandlung geringer. So beträgt er in der Transportpfanne 10,8 und im Gießofen vor dem Impellern durch natürliche Entgasung noch 9,2 - nach dem Impellern jedoch nur 0,8. Dies ist im Gießofen vor dem Impellern auf den Ausgleich mit der Atmosphäre und im Gießofen nach dem Impellern auf die Spülbehandlung zurückzuführen.

PoDFA

Hier ist ein deutlicher Einfluss des Gießofensumpfes nach dem Umfüllvorgang Transportpfanne/Gießofen zu beobachten. In der Transportpfanne beträgt der Wert 0,6 mm²/kg. Es kommt zu einer Anreicherung des Metalls mit (harten) Einschlüssen, der Wert des Gießofens vor dem Impellern beträgt 1,1 mm²/kg. Durch das Impellern werden Verunreinigungen in die Krätze gespült bzw. sinken bei längerem Abstehen ab, der Wert im Gießofen nach dem Impellern beträgt 0,4 mm²/kg.

Bruchdehnung

Auch hier ist ein deutlicher Einfluss des Sumpfes erkennbar. So beträgt die Bruchdehnung der Proben aus der Transportpfanne 4,3 %, die der Proben aus dem Gießofen vor dem Impellern nur noch 2,7 %. Durch das Impellern werden Verunreinigungen in die Krätze gespült bzw. sinken bei längerem Abstehen ab, die Bruchdehnung der Proben aus dem Gießofen nach dem Impellern beträgt 4,6 %. Harte Einschlüsse haben einen wesentlichen Einfluss auf die Bruchdehnung.

Es ergibt sich damit ein qualitativer Zusammenhang zwischen PoDFA und Bruchdehnung: Für niedrige Werte aus der PoDFA-Messung ergeben sich tendenziell hohe Bruchdehnungswerte, wobei die beste Schmelzequalität im Gießofen nach dem Impellern erreicht wird. Die schlechteste Qualität hat die Schmelze im Gießofen vor dem Impellern.

Poren/Fläche

Die ausgewertete Anzahl der Poren/Fläche aus dem erweiterten UD-Test zeigt eine deutliche Verbesserung mit fortschreitender Schmelzebehandlung. So beträgt sie in der Transportpfanne 39 Poren/cm² und im Gießofen vor dem Impellern noch 32 Poren/cm², nach dem Impellern doch nur 17 Poren/cm². Dies ist auf die Reduzierung der Anzahl der vorhandenen Oxide dank Erhöhung der Schmelzeinheit zurückzuführen.

Schwingspielzahl

Die erreichte Schwingspielzahl der Proben bis zum Bruch steigt mit zunehmendem Verlauf der Schmelzebehandlung an. So beträgt die Schwingspielzahl bei einer Überlebenswahrscheinlichkeit von 90 % in der Transportpfanne 120 000 und im Gießofen

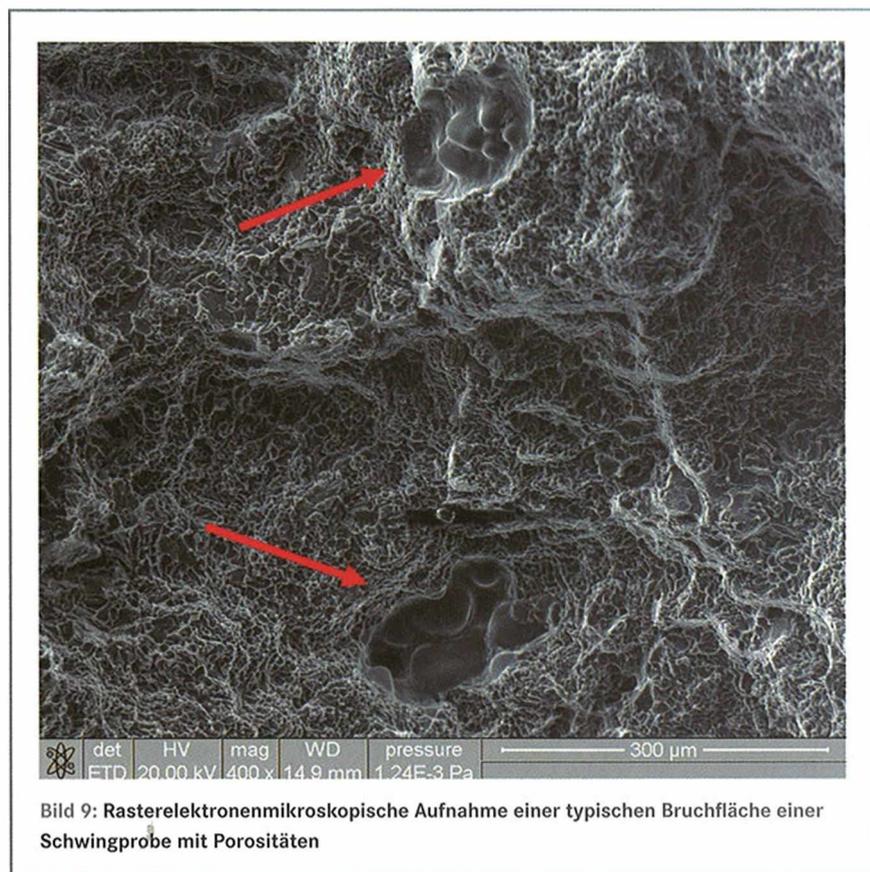


Bild 9: Rasterelektronenmikroskopische Aufnahme einer typischen Bruchfläche einer Schwingprobe mit Porositäten

vor dem Impellern noch 140 000, nach dem Impellern steigt sie auf 220 000. Dies ist auf die Reduzierung der Anzahl der vorhandenen Oxide zurückzuführen. Oxide führen zu Poren, die einen negativen Einfluss auf die Schwingspielzahl haben [16, 17].

Es ergibt sich qualitativ ein guter Zusammenhang zwischen den Ergebnissen des erweiterten UD-Tests und der Schwingversuche: Für niedrige Werte aus der Messung der Poren/Fläche ergeben sich ten-

denziell hohe Schwingspielzahlen, wobei die beste Schmelzequalität im Gießofen nach dem Impellern erreicht wird, die schlechteste Qualität hat die Schmelze in der Transportpfanne. Rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen bestätigten [13], dass die Bruchauslöser bei den Schwingversuche eher Poren waren. Bild 9 zeigt die Aufnahme einer typischen Bruchfläche einer Schwingprobe. Die Bruchauslöser der Zugversuche hingegen waren



Wenn Qualität und Performance an erster Stelle stehen...



Wenn es um Kostensenkung in der Guss-Produktion bei gleichzeitiger Steigerung der Produktqualität geht, ist ein starker Partner mit intelligenten, flexiblen Lösungen gefragt. Seit mehr als 70 Jahren vertrauen unsere Kunden auf innovative, hochwertige Keramik-Produkte und eine partnerschaftliche Zusammenarbeit.



Hofmann CERAMIC GmbH
Mühlweg 14
35767 Breitscheid
Tel. 02777 - 9145-0
Fax 02777 - 9145-55
info@hofmann-ceramic.de
www.hofmann-ceramic.de
www.giessfilter.com



Bild 10: Rasterelektronenmikroskopische Aufnahme einer typischen Zugprobenbruchfläche mit Einschluss

eher harte Einschlüsse, welche die Ergebnisse von PoDFA maßgeblich beeinflussen. Bild 10 zeigt die Aufnahme einer typischen Bruchfläche einer Zugprobe mit harten Einschlüssen.

Zusammenfassung

Die Schmelzeinheit der Al-Gusslegierung LM25 (Sekundärlegierung) wurde an Hand von unterschiedlichen Messmethoden bestimmt. Die Eignung des erweiterten UD-Tests wurde speziell untersucht. Besonderes Augenmerk wurde auf die Einflüsse der Oxide als Porenkeim gelegt.

Der UD-Test gibt Aufschluss über die Anzahl von Keimbildnern für Gasporen.

Der Dichteindex der UD-Proben verhält sich proportional zum H_2 -Gehalt (wenn dieser ausreichend hoch ist).

Es zeigt sich, dass bezüglich der Oxide in der Schmelze zwischen neuen und alten Oxiden unterschieden werden muss [5]. Die neuen Oxide haben einen Einfluss auf die Poren als Bifilm, die alten Oxide neigen zur Bildung harter Einschlüsse [5, 13, 18].

Die Ergebnisse der diesem Beitrag zugrunde liegenden Arbeit zeigen, dass an Hand des erweiterten UD-Tests ein guter Aufschluss über die Anzahl der Keimbildner von Gasporen gegeben werden kann [20]. Da die Schwingenspielzahl von Poren dominiert wird, korreliert diese gut mit Porenzahl und Dichteindexwerten des UD-Tests.

Harte Einschlüsse können nicht mit dem UD-Test bestimmt werden, hierfür eignet sich besser das PoDFA-Verfahren.

Bei niedrigem H_2 -Gehalt, wie er industriell als Standard erreicht wird, wird die Bruchdehnung von harten Einschlüssen bestimmt. Die Bruchdehnung korreliert daher qualitativ mit den PoDFA-Resultaten.

Zur weiteren Bestimmung der Keimbildung von Poren sind weiterführende CT-Untersuchungen erforderlich.

Der Gießerei Nemak Linz sei an dieser Stelle für die Möglichkeit der Durchführung dieser Versuche im Rahmen einer Diplomarbeit sowie für die finanzielle Unterstützung und die hervorragende Zusammenarbeit gedankt. Besonderer Dank gilt auch dem Österreichischen Gießereinstitut ÖGI und dem VRVIS Wien für die gute Zusammenarbeit sowie der Österreichischen Forschungsförderungsgesellschaft FFG für die finanzielle Unterstützung von Teilen dieser Arbeit.

*Katharina Haberl und Peter Schumacher, Lehrstuhl für Gießereikunde, Montanuniversität Leoben, sowie Georg Geier, Österreichisches Gießerei-Institut, Leoben, Österreich
Vorgetragen auf der Großen Gießereitechnischen Tagung 2008, 16. bis 18. April 2008 in Aachen*

Literatur:

- [1] Campbell, J.: *Castings*. Butterworth-Heinemann, Oxford 2003. S. 12.
- [2] Wie [1]. S. 17.
- [3] Brunnhuber, E. (Herausgeber): *Giesserei Lexikon*. Schiele & Schön, 1994, S. 864.
- [4] Hufnagel, W.: *Aluminium-Taschenbuch*. Aluminium-Verlag GmbH, Düsseldorf 1983. S. 377.
- [5] Wang, Q. G.; Crepeau, P. N.; Griffiths, J. R., u. a.: *Shape casting: The John Campbell Symposium*. Edited by Crepeau, P.; Tiryakioglu, M. (Herausgeber). TMS, Warrendale, Pennsylvania, 2005. S. 205-213.
- [6] *Met. and Mat. Trans.* 32A (2001), S. 349-357.
- [7] Griffiths, W.; Raiszadeh, R.; Omotunde, A.: *Shape casting: 2nd International Symposium*. Edited by Crepeau, P.; Tiryakioglu, M.; Campbell, J. (Herausgeber). TMS, Warrendale, Pennsylvania, 2007, S. 35-42.
- [8] Campbell, J.: *Castings*. Butterworth-Heinemann, Oxford 2003. S. 225.
- [9] *Metals* 4(4), *Trans. AIME* (1952), S. 409-420.
- [10] Campbell, J.: *Castings*. Butterworth-Heinemann, Oxford 2003. S. 65.
- [11] Brunnhuber, E. (Herausgeber): *Giesserei Lexikon*. Schiele & Schön, 1994. S. 1262.
- [12] Dasgupta, S.; Parmenter, L.; Apelian, D., u. a.: *Proc. 5th International Molten Aluminum Processing Conference*. AFS, Des Plaines 1998. S. 283-300.
- [13] Haberl, K.: *Schmelzeinheit einer Al-Gusslegierung am Beispiel AlSi7MgCu0,5 und LM25*. Diplomarbeit Montanuniversität Leoben, Leoben 2007.
- [14] Dispinar, D.: *Determination of metal quality of aluminium and its alloys*. PhD-Thesis, Birmingham 2005. S. 15.
- [15] *Hydro Aluminium: Präsentation Information zur Schmelzeinheit*.
- [16] *Giesserei* (2003) Nr. 5, S. 70-75.
- [17] *Giesserei Praxis* (2006) Nr. 3, S. 70-76.
- [18] Byczynski, G. E.; Campbell, J.: *Shape casting: The John Campbell Symposium*. Edited by Crepeau, P.; Tiryakioglu, M. (Herausgeber). TMS, Warrendale, Pennsylvania, 2005, S. 235-244.