

EINE ALUMINIUM-FEINGUSS-GIESSEREI- VERBESSERUNGEN BEI ENTGASUNG UND KORNFEINUNG VON ALUMINIUMSCHMELZEN

Autoren: Robert Zebick; Atlantic Casting & Engineering and Brian Began; Foseco Foundry Division, Vesuvius PLC

Die Anforderungen an die Entgasung, die chemische Reinigung und die Kornfeinung von geschmolzenen Aluminiumlegierungen für den Feinguss sind seit langem bekannt. Die Weiterentwicklung der Anforderungen der Gießereikunden, die heute größere Gussteile oder kompliziertere Geometrien als die vorherige Generation benötigen, erfordert eine bessere und gleichmäßigere Schmelzebehandlung der Aluminiumlegierungen. Verschiedene technologische Fortschritte in jüngster Zeit haben dazu geführt, dass die Entgasung, die chemische Reinigung und die Kornfeinung leistungsfähiger und dabei umweltfreundlicher sind, als dies in der Vergangenheit möglich war.

Dieser Beitrag berichtet über die Bemühungen von Atlantic Casting & Engineering (ACE) in Clifton, NJ, ein verbessertes Verfahren zur Behandlung von Aluminiumlegierungen einzuführen, um mit den Anforderungen der Industrie Schritt zu halten. Neben dem Umsetzungsprozess werden auch die Gründe sowie der Bewertungsprozess für die Verbesserungen dokumentiert und die wirtschaftlichen, technischen und ökologischen Vorteile erörtert, die mit der vollständigen Einführung des neuen Behandlungsverfahrens erzielt wurden.

EINFÜHRUNG

Die Gießerei Atlantic Casting & Engineering befindet sich in Privatbesitz und produziert seit über 80 Jahren Gussteile. Die Gießerei stellt präzise und geometrisch komplexe Gussteile her, in erster Linie für den Luft- und Raumfahrtmarkt, aber auch für das Militär, die Elektronik, das Transportwesen, die Medizintechnik und verschiedene andere Märkte. Der Betrieb verfügt über zwei verschiedene Verfahren zur Herstellung von Formen, wobei Teile bis zu einem Würfel von 75 cm bearbeitet werden können. ACE vergießt pro Tag etwa 3500 kg Aluminium. Der Betrieb umfasst verschiedene Pasten- und Flüssigwachsspritzmaschinen mit einer Schließkraft von 5 bis 100 Tonnen. Der Bereich für die Einbettmasse umfasst sowohl automatische als auch manuelle Tauchverfahren, gefolgt von einer Entparaffinierung in Autoklaven. In sieben elektrischen Schmelzöfen werden täglich ca. 3.500 kg Metall aus bis zu 15 verschiedenen Aluminiumlegierungen verarbeitet. Die Gießerei verfügt über eine Vielzahl von Anlagen für die Endbearbeitung, Wärmebehandlung und das Richten von Gussteilen sowie über eine komplette CNC-Maschinenwerkstatt.

VERFAHREN DER SCHMELZBEHANDLUNG

Die Gießerei schmilzt und gießt eine Reihe von Aluminiumlegierungen, darunter A201, A203, A205, C355, A356 und F357. Diese Schmelzen werden in einem von sechs elektrisch widerstandsbeheizten Tiegelöfen mit einem Fassungsvermögen von 100 bis 500 kg geschmolzen und behandelt. Alle Mittel zur Schmelzbehandlung werden vor dem Gießen direkt in den Ofen und nicht in die Gießpfanne gegeben.

In der Vergangenheit hat die betreffende Gießerei metallische AlTiBor-Gießlinge mit 5 % Titan und 1 % Bor in die Schmelze genutzt. Die Zugabe von 0,25 % bezogen auf die Schmelzemenge erfolgte vor dem Entgasungsprozess, bei dem ein einfacher Rotor in Form eines Zahnrades verwendet wurde, das mit einer simplen pneumatisch angetriebenen Entgasungseinheit verbunden war. Diese wurde über einen

Flaschenzug angehoben, abgesenkt und transportiert. Als Spülgas wurde während der 30-minütigen Rotorentgasung hochreines Argon eingesetzt.

Zusätzlich zur Rotorentgasung wurden Hexachlorethan-Entgasungstabletten getaucht, um jede Schmelze sowohl zu reinigen als auch zusätzlich zu entgasen. Die Behandlungen mit Hexachlorethan-Entgasungstabletten dauerten jeweils 10 Minuten bei einer Zugabemenge von 0,15 %.

Früher verwendete man zur Bewertung der Kornfeinung ausschließlich die Funkenspektroskopie des Titans. Hierbei wurde ein typischer Zielwert von 0,15 % (+/- 0,02 %) Titan festgelegt. Für die Bewertung der Entgasungseffizienz wurde eine standardmäßige Unterdruckdichtprobe (UDIP) durchgeführt, bei dem die Probe sieben Minuten lang unter Vakuum bei 70 (+/- 10) mbar erstarrte. Abbildung 1 zeigt ein Bild der Vorrichtung für den Unterdrucktest.

Nach dem Erstarren wurden die spezifische Dichte der Probe mittels hydrostatischem Verdrängungsverfahren bestimmt. Die Mindestanforderungen für das spezifische Gewicht der einzelnen gegossenen Legierungen sind in Tabelle 1 aufgeführt.



Abbildung 1. Abb. des UDIP-Geräts, das zur Bewertung der Entgasungseffizienz verwendet wird

Legierung	Spezifische Dichte (Minimum)
201	2,70 g/cm ³
A203	2,70 g/cm ³
A205	2,80 g/cm ³
C355	2,65 g/cm ³
A356	2,65 g/cm ³
F357	2,65 g/cm ³

Tabelle 1. Legierungen und Mindestwerte für das spezifische Gewicht

THERMISCHE ANALYSE

Es ist erwiesen, dass sich die Kornfeinung positiv auf die Speisung, das Fließverhalten und die mechanischen Eigenschaften von Aluminiumgussstücken auswirken kann. Daher kann eine unzureichende Kornfeinung zu Lunkern in Aluminiumgussteilen führen. Darüber hinaus ist bekannt, dass ein zu hoher Sr-Gehalt in Aluminium-Silizium-Legierungen zu Porosität führen kann, die sich auch im Aluminiumguss bemerkbar macht. Deshalb wurde beschlossen, die Kornfeinung und den Grad der eutektischen Modifikation zu bewerten, um zu sehen, ob eine verbesserte Praxis möglich ist.

Ein THERMATEST 5000 NG III Thermoanalysegerät (TA) wurde verwendet, um Kornfeinung und Veredlung der behandelten Schmelzen zu bewerten, nachdem sie für den Guss vorbereitet sind. Bei der thermischen Analyse werden Daten über die Temperatur in Abhängigkeit der Zeit einer erstarrenden Schmelzprobe erfasst und die Kurve algorithmisch mit einer Reihe bekannter Kurven verglichen. Ein Foto der betreffenden TA-Einheit ist in Abbildung 2 zu sehen.

Der Algorithmus der Thermoanalyse bewertet die Abkühlkurve der Probe und berechnet eine Kornfeinungszahl (KF) auf einer Skala von 1-9 zur Bewertung der Korngröße. Ein Wert von 1 bezieht sich auf eine Kurve, die perfekt mit solchen ohne Kornfeinung vergleichbar ist. Im Gegensatz dazu wird eine KF von 9 erreicht, wenn diese Kurve der Probe mit Kurven einer „perfekten“ Kornfeinung von Schmelzen mit der gleichen

Legierungszusammensetzung übereinstimmt. Eine bildliche Darstellung der Kornfeinungsgrade ist in Abbildung 3 zu sehen.

Das TA-Gerät ist auch in der Lage, die Wirksamkeit der eutektischen Veredlung zu bewerten. Wie bei der Kornfeinung vergleicht das TA-Gerät experimentell abgeleitete Temperatur-Zeit-Kurven mit bekannten Standards und berechnet eine Punktzahl auf einer Skala von 1-7. Die Skala zur Messung des eutektischen Gefüges ist die Veredlungszahl (V). Diese unterscheidet sich insofern von der Kornfeinung, als eine Punktzahl von 7 nicht für eine perfekte Veredlung steht, sondern eher für einen Zustand, in dem zu viel Sr hinzugefügt wurde und eine eutektische Schrumpfung zu erwarten ist. In der Regel streben Gießer von AlSi7Mg Legierungen, die das Si-Eutektikum in ihren Schmelzen bewusst veredeln, einen Bereich von 4 bis 5,5 für die Veredlungszahl an. Niedrigere Werte deuten auf eine unzureichende Veredlung, höhere Werte auf eine zu starke Sr-Veredlung hin.

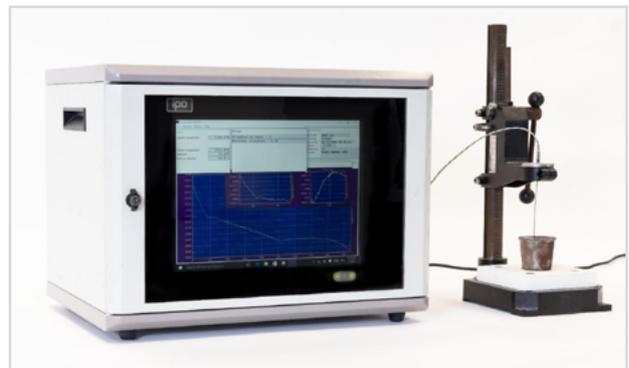


Abbildung 2. Thermoanalyse, die bei der Schmelzbewertung verwendet wurde

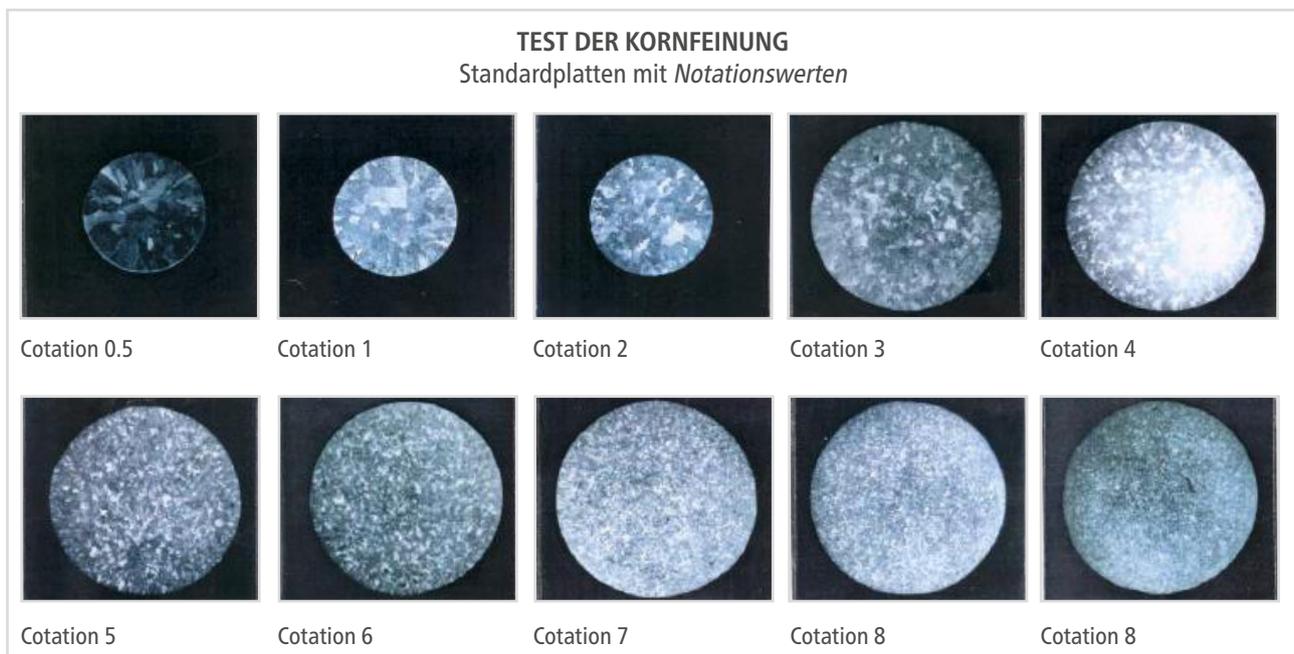


Abbildung 3. Bildliche Darstellung der von der TA gemessenen Kornfeinungsgrade

Die Ergebnisse der TA-Bewertung des bei ACE etablierten Verfahrens sind in Tabelle 2 dargestellt. Es ist anzumerken, dass in der Regel keine Veredlung des eutektischen Gefüges erfolgt, so dass für V ein niedriger Wert von nahezu 1 zu erwarten war.

Die Ergebnisse der TA-Analyse zeigen deutlich, dass die Kornfeinung weiter verbessert werden kann, da der Höchstwert von 9,0 in keiner der drei untersuchten Schmelzen erreicht wurde. Daher wurde ein Projekt zur Verbesserung der Kornfeinung initiiert.

CHEMISCHE KORNFINEINER

Bevor es die Kornfeinung mit metallischen Zusätzen wie TiBor gab, wurde die Kornfeinung überwiegend durch Salztabletten erreicht. Die Salztabletten zersetzten sich und reagierten bei Behandlungstemperatur der Aluminiumlegierungen, um in-situ Keime zu bilden. Beispiele für aus Salzen erzeugte Keime sind unter anderem $TiAl_3$, TiB_2 und AlB_2 . Diese Beispiele für mögliche Keime wurden für die Auflistung gewählt, da sie die gleichen Keime sind, die sich aus metallischem TiBor bilden. Weitere Informationen über die Kornfeinung finden sich in dem von Began und Careil verfassten Artikel.⁵

Die Tabletten zur Kornfeinung schwimmen in der Schmelze auf und mussten aufwendig manuell getaucht werden. Dieser Arbeitsschritt war zeitintensiv und die Wirkung oft vom Bediener abhängig. Die elementare Fe-Verunreinigung durch die gusseisernen Tauchglocke führte sowohl zu chemischen Problemen als auch zu Problemen mit den mechanischen Eigenschaften des Aluminiums. TiBor als Vorlegierung metallischer Form überwand die Auftriebsprobleme der Tabletten. Obwohl es teurer und weniger effektiv als die Kornfeinung mit Tabletten war, fand es weite Verbreitung, da es das Problem der Fe-Kontamination vorerst löste und einfach und schnell anzuwenden ist.

In den letzten zehn Jahren wurde ein neuartiger chemischer Kornfeiner in Granulatform entwickelt, der eine Verbesserung gegenüber TiBor in metallischer Form darstellt. Ein kürzlich erschienener Artikel dokumentierte den technischen und finanziellen Erfolg der Umstellung von TiBor Vorlegierung auf den neuen Kornfeiner NUCLEANT 1582 in der Gießerei Littlestown in Littlestown, PA.⁶ Das Granulat kann ohne gusseiserne Werkzeuge eingesetzt werden, so dass die mit dem Tauchen von Tabletten verbundenen Probleme der Fe-Kontamination überwunden sind. Im Gegensatz zu den Tabletten kann das Granulat in eine Schmelzebehandlungsstation (MTS – Metal Treatment Station) integriert werden, so dass bei der Anwendung nur Graphit und inerte Keramiken der Schmelze in Berührung kommen. Der chemische Kornfeiner hat den zusätzlichen Vorteil, dass er ein sehr starkes Reinigungsflussmittel ist und mit Oxiden reagiert und sie vom Aluminium trennt.

Die Zugabe des chemischen Kornfeiners erfolgt überwiegend mit MTS 1500. Dabei wird während der bekannten FDU Rotorentgasung vorübergehend ein kontrollierter Strudel in der Schmelze erzeugt, indem die Prallplatte deaktiviert und die Drehzahl von Graphitschaft und -rotor erhöht wird. Eine SPS-Steuerung startet die Zugabe des Behandlungsgranulats in den Strudel. Dort wird es bis zur vollständigen Reaktion mit der Schmelze vermischt, bevor die Prallplatte wieder aktiviert wird und den Strudel effektiv stoppt. Danach wird die Rotorentgasung bis zum Erreichen der geforderten Schmelzequalität fortgesetzt. Die Schmelze in der Pfanne oder im Tiegel kann vergossen oder in den Gießofen umgefüllt werden.

Legierung	Kornfeinung (KF)	Veredlung (V)
355	6,9	2,51
356	6,2	1,27
357	7,5	N/A

Tabelle 2. Ergebnisse der TA-Bewertung mit dem etablierten Verfahren

EXPERIMENTELLES VERFAHREN

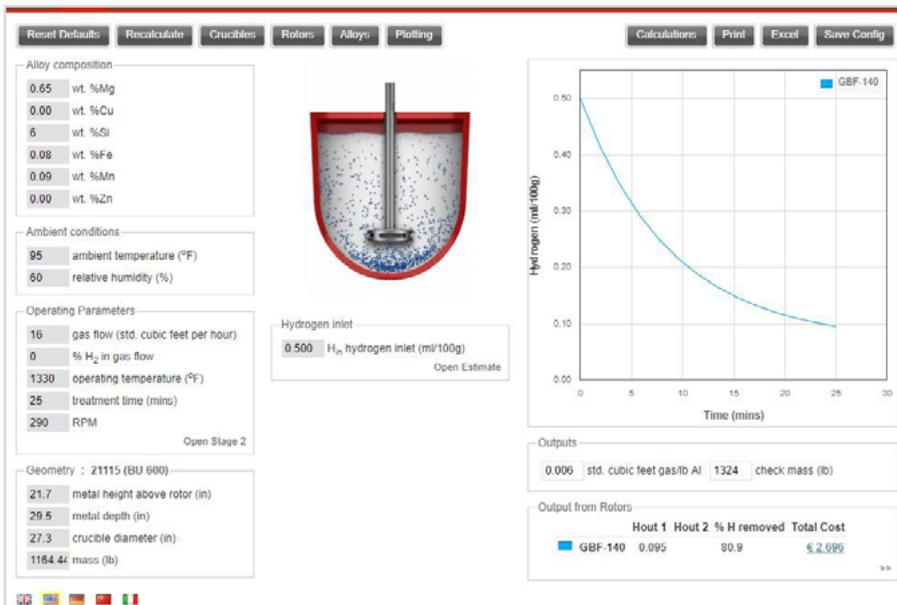
ENTGASUNGSSIMULATION

Um eine optimale Wasserstoffentfernung zu erreichen, wurde ein Entgasungsmodell verwendet, mit dem die minimale Zykluszeit bestimmt wird. 7 Die Parameter wurden für die Legierung 357 eingegeben, da diese im Allgemeinen die schwierigste der oben genannten Legierungen in Bezug auf die Zykluszeit ist.

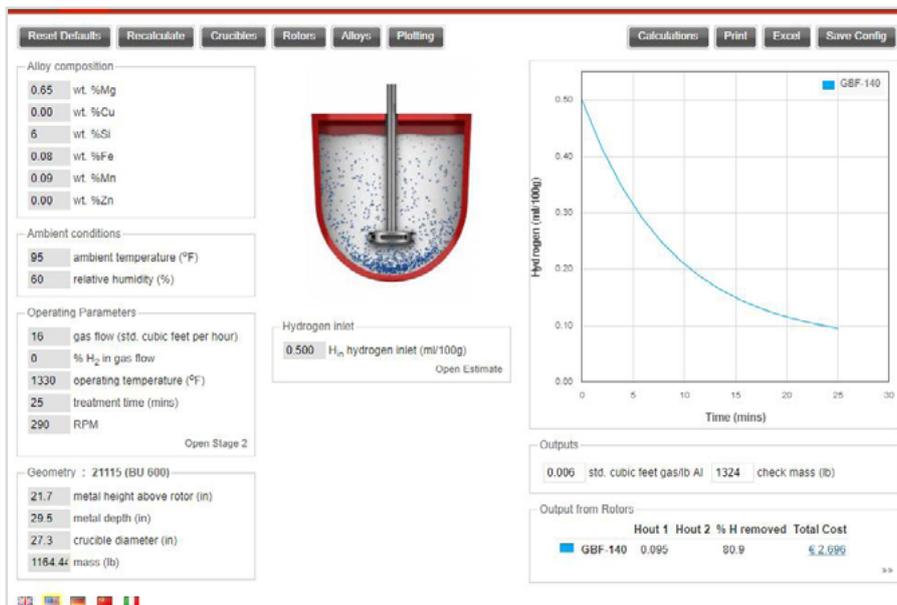
Die Berechnung erfolgte mit gewählten Extrembedingungen, bei denen die Entgasung am schwierigsten ist, z.B. hohe Lufttemperatur und -feuchtigkeit. Die Parameter für den neuen Prozess sind in Tabelle 3 aufgeführt. Es wurde auch ein Modell für das bisherige Verfahrens erstellt, wobei die für den alten Prozess verwendeten Rotordaten wie Drehzahl, Durchflussmenge usw. eingesetzt wurde. Die Ergebnisse des Modells für das bisherige und das neu vorgeschlagene Verfahren sind in den Abbildungen 4(a) und 4(b) dargestellt.

1200 lb Tiegel	XSR 220 Rotor
357 (AlSi7Mg0,6) Legierung	0,50 ml H ₂ / 100 g Al Startwert
1330° F (721 °C) Schmelztemperatur	600 s Mindest- behandlungszeit
60 % relative Luftfeuchtigkeit	95° F (35 °C) Umgebungstemperatur

Tabelle 3. Parameter für die Entgasungssimulation



(a) Simulation des bisherigen Entgasungsprozesses



(b) Simulation des vorgeschlagenen Entgasungsprozesses

Abbildung 4. Ergebnisse der Entgasungssimulation in einem 1200 lb-Ofen

Die Ergebnisse der Entgasungssimulation bestätigten, dass das neue Rotordesign und die gewählten Parameter selbst unter schwierigen Startbedingungen in der Lage sein sollten, die Schmelze in etwa sechs bis acht Minuten zu entgasen. Ein durchschnittlicher Zyklus von 13 bis 15 Minuten sollte demnach mehr als ausreichend sein, um eventuell auftretenden Rotor- oder Prallplattenverschleiß oder Abweichungen bei der Positionierung des Entgasungsgerätes zu kompensieren. Die für das bisherige Verfahren durchgeführte Prozessmodellierung deutet darauf hin, dass 25 Minuten für die Entgasung der Schmelze unter ähnlichen Bedingungen notwendig sind. Eine Zeit von 30 Minuten unter diesen Bedingungen war angemessen, obwohl die Erfahrung gezeigt hat, dass bei Verschleiß des Rotors und/oder der Prallplatte häufig eine Wiederholung der Entgasungsbehandlung erforderlich war.

Abbildung 5 zeigt eine schematische Darstellung der für Versuche konzipierten MTS-Entgasungsgerätes

Der FDU Minidegasser MTS 1500 kann entweder mit einem Gabelstapler oder einem Kran direkt auf den zu behandelnden Schmelzofen oder Transportpfanne gesetzt werden. Schaft, Rotor und Prallplatte werden zu Beginn der Behandlung automatisch in die Schmelze absenkt und nach der Entgasung wieder in Grundstellung gefahren. Während der Behandlung fließt Spülgas durch den Grafitschaft in die Schmelze und wird

durch den patentierten Rotor verteilt. Die MTS-Einheit verfügt über einen Vorratsbehälter zur Aufnahme des Kornfeiners und einer Dosierschnecke, welche bei jeder Behandlung konstante Mengen liefert.

DAS NEUE VERFAHREN

Nach Abschluss der Modellierung wurden die neu ermittelten Parameter im Vergleich zum bisherigen Verfahren getestet. Das neue Verfahren zeichnet sich wie folgt aus:

- Behandlungen mit einem für den Krantransport geeigneten MTS-Gerät und einem effektiveren Rotordesign
- Behandlungsparameter entsprechend der Entgasungssimulation
- Kornfeinung und Reinigung über die automatische Granulatzugabe
- Argon bleibt Spülgas
- Der Behandlungszyklus wird auf 10 Minuten für die 600 lb und auf 15 Minuten für die 1200 lb-Tiegel reduziert
- Kein Einsatz von TiBor Vorlegierung und Hexachlorethan-Tabletten

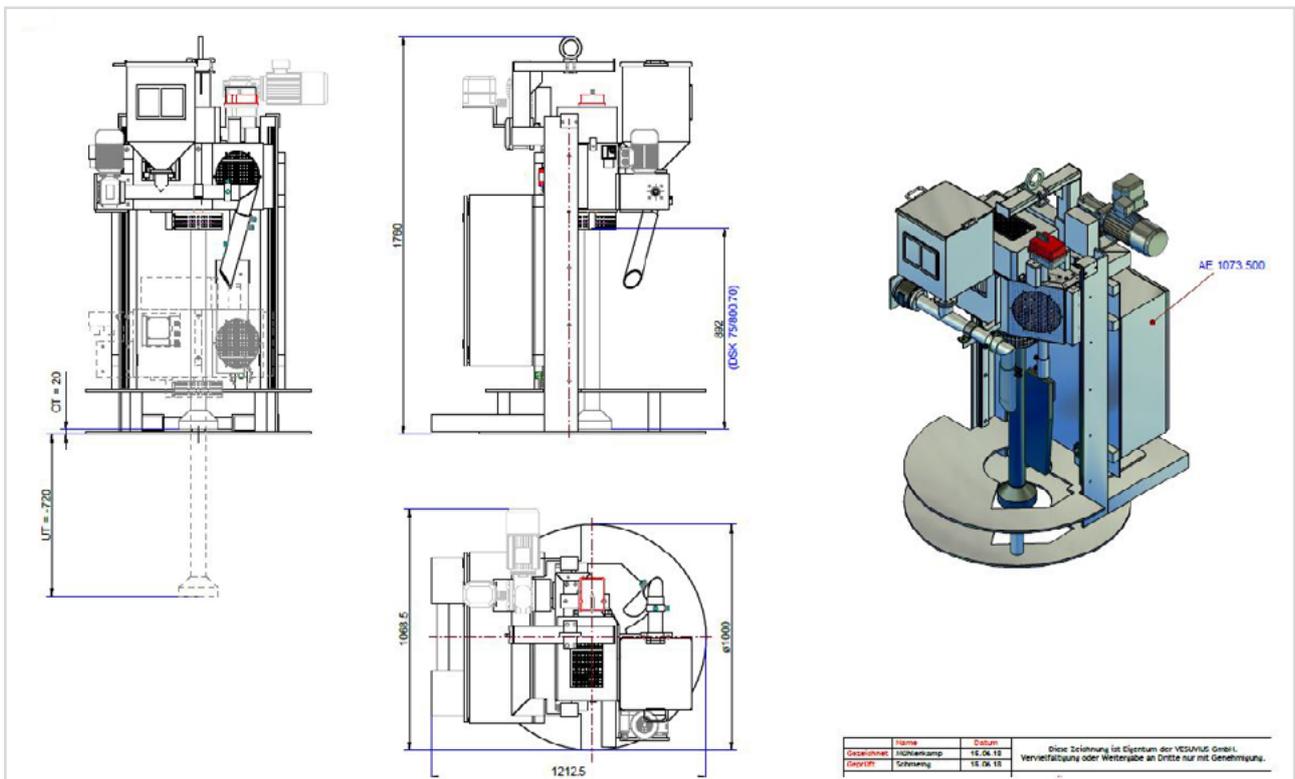


Abbildung 5. Maßzeichnung für den FDU Minidegasser MTS 1500

KORNFEINUNG

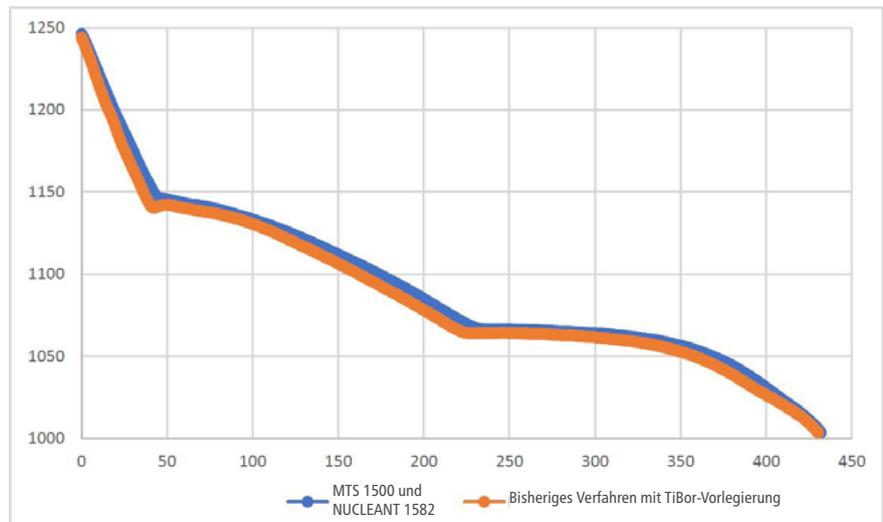
Während der Versuche wurde auch die Wirksamkeit des MTS-Verfahrens im Hinblick auf die Kornfeinung überprüft. Es wurden sowohl der 600 lb als auch der 1200 lb Schmelze 0,06 % des Gewichts als chemischer Kornfeiner zugesetzt. Die Ergebnisse der Überprüfung mittels Thermoanalyse sind in Tabelle 4 aufgeführt. Bei jeder Behandlung mit NUCLEANT 1582 wurde ein perfekter GF-Wert von 9,0 erreicht.

Legierung	Kornfeinungszahl (GF)	Veredlungszahl (ES)
355	9,0	1,69
356	9,0	1,00
357	9,0	k.A.
355	9,0	2,98
355	9,0	2,06
357	9,0	k.A.

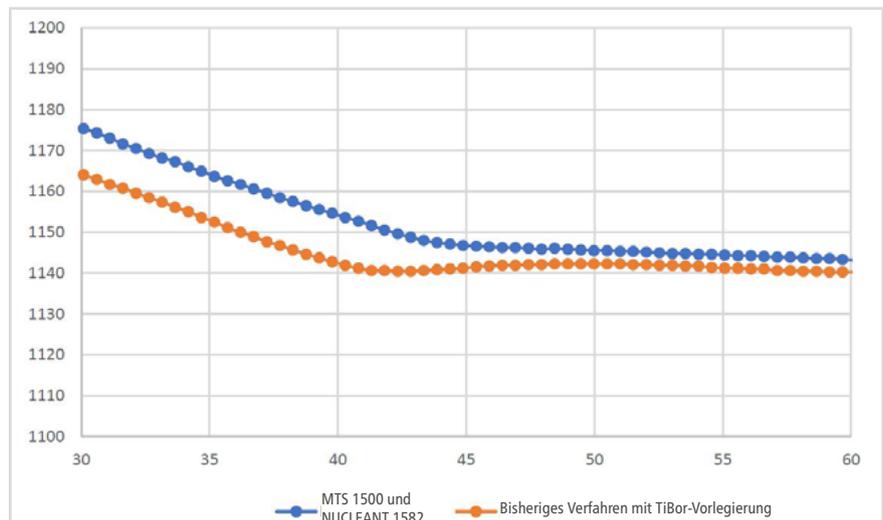
Tabelle 4. Vergleich der TA-Auswertung

Die TA-Kurven von Legierungen 356 (AlSi7Mg) aus dem herkömmlichen Verfahren (orange) und nach NUCLEANT 1582 (blau) werden in Abbildung 6 übereinandergelegt und dargestellt. Abbildung 6(a) zeigt die gesamte TA-Kurve und Abbildung 6(b) zeigt eine Vergrößerung des Liquidusbereichs der Kurve. Der Liquidusbereich ist der Teil der Kurve, in dem das Primäraluminium erstarrt. Der TA-Wert für die blaue Linie (NUCLEANT 1582) betrug 9, während der TA-Wert für die orangefarbene Linie (TiBor Vorlegierung) bei 6,2 lag (siehe auch Tabelle 2 bzw. Tabelle 4, Legierung 356).

In Abbildung 6(b) ist deutlich zu sehen, dass die orangefarbene Linie fällt, dann wieder leicht ansteigt, bevor sie weiter fällt. Dieses Phänomen, bei dem die Abkühlungskurve zwischenzeitlich ansteigt, wird metallurgisch als Unterkühlung bezeichnet und zeigt eine Verbesserung der Kornfeinung. Im Gegensatz dazu ist in der blauen Linie keine Unterkühlung zu erkennen.



(a) Komplette TA-Kurven



(b) Bereich der Primäraluminium-Erstarrung

Abbildung 6. Vergleich der TA-Kurven

WASSERSTOFFGEHALT

Die Wirksamkeit der Kornfeinung wurde überprüft, und die Entfernung von Wasserstoff bewertet. Die Zykluszeiten senkte man mit dem bisherigen Verfahren von 30 Minuten auf eine durchschnittliche Zykluszeit von 13 Minuten gesenkt. Anfängliche Bedenken hinsichtlich der Vergleichbarkeit erfüllten sich glücklicherweise nicht. Die neuen Parameter übertrafen sogar bei jedem Versuch die Spezifikation für das spezifische Gewicht gemäß dem internen Prüfprotokoll. Darüber hinaus wurde ein Wasserstoffsensoren eingesetzt, um den Wasserstoffgehalt zu vergleichen. Weitere Informationen über den neuartigen Wasserstoffsensoren, der zur Bestätigung der Leistung verwendet wurde, finden Sie in dem von Sigworth & Began zitierten Artikel über die Arbeit von Fray und Mitarbeitern.⁸

Die Ergebnisse der bei den Tests gemessenen Wasserstoffkonzentrationen sind in Tabelle 5 aufgeführt. Bei den Ergebnissen handelt es sich um Wasserstoffkonzentrationen auf der Grundlage der Nernst'schen Gleichung, die an zwei verschiedenen Tagen gemessen wurden. Im Gegensatz zur spezifischen Dichte, bei der ein höherer Wert bevorzugt wird, werden bei den Wasserstoffkonzentrationen niedrigere

Werte angestrebt. Das neue Verfahren weist etwas bessere Wasserstoffkonzentrationen auf, wobei auch die drei Messungen mit dem alten Verfahren gute Werte zeigten.

VORTEILE FÜR UMWELT UND SICHERHEIT

Die Eliminierung von Hexachlorethan-Entgasungstabletten bringt erhebliche Umwelt- und Sicherheitsvorteile mit sich. Hexachlorethan-Entgasungstabletten zersetzen sich in Aluminium, wobei gasförmige Chlor-Ionen abgespalten werden. Diese Chlor-Ionen gelten als giftig, krebserregend und reagieren stark mit vielen Materialien. Hexachlorethan-Tabletten wurden in den Vereinigten Staaten ab 1999 aufgrund der zahlreichen schädlichen Nebenwirkungen schrittweise aus der Gießereiindustrie verbannt. Selbst wenn Hexachlorethantabletten keine Chlor-Ionen abspalten, sind sie bei Berührung gefährlich, da Stoffe von der Haut aufgenommen werden und laut Wikipedia eine Schädigung des zentralen Nervensystems verursachen können.⁹

Legierung	Altes Verfahren [ml/100g]	MTS 1500 (April 2018) [ml/100g]	MTS 1500 (Oktober 2018) [ml/100g]
355	0,10	0,07 / 0,05 / 0,08	k.A.
356	0,12	0,10	0,06
357	0,08	0,08	0,04 / 0,06 / 0,06

Tabelle 5. Ergebnisse der Auswertung für Wasserstoffkonzentrationen

ERGEBNISSE

Die Bewertung der neuen Schmelzbehandlung war ein Erfolg, so dass diese Praxis fünf Monate später eingeführt wurde. Ein tabellarischer Datensatz ist in Tabelle 6 enthalten.

Die erfolgreiche Einführung des neuen Verfahrens brachte die folgenden technischen und technologischen Vorteile mit sich:

- Perfekte Kornfeinung bei jeder Behandlung, gemessen mit dem Gerät THERMATEST 5000 NG III, einschließlich 7 weiterer Tests, die 5 Monate nach der Einführung als Teil des Verifizierungsprozesses durchgeführt wurden
- Keine einzige Dichte-Probe außerhalb der Spezifikation seit der Einführung! 25 % der Behandlungen mit dem bisherigen Verfahren würden bei der Prüfung des spezifischen Gewichts versagen, so dass pro Tag 2 weitere Schmelzen behandelt und vergossen werden könnten.

- Reduzierung der durchschnittlichen Entgasungszeit pro Tag um 69 %.
- 30 % mehr vergossenes Metall pro Tag.
- Wirksame Beseitigung von Hexachlorethan-Pillen ohne negativen Einfluss, die zu mehr Sicherheit und Umweltschutz führt.

Darüber hinaus wurden durch das neue Verfahren die folgenden wirtschaftlichen Vorteile erzielt:

- Wegfall der täglichen Ausgaben von 28,80 \$ für Hexachlorethan-Tabletten
- Einsparung von 84,42 \$ pro Tag beim Umstieg von metallischem TiBor auf NUCLEANT 1582
- Argon-Einsparungen von ca. 4,65 \$ pro Schmelze

	Altes Verfahren	MTS Prozess	Kommentare
Chlorkosten (\$/lb. Al)	3,20 \$	-	N/A
Chlorverbrauch	0,15 %	-	N/A
Chlor \$/Tag	28,80 \$	-	100% Reduzierung
Durchschnittliche Zykluszeit (min.)	30	13	57 % Reduzierung
Durchschnittliche Gesamtschmelze pro Tag	8	8	N/A
Wiederholung der Behandlung	2	-	Durchschnittlicher Wert
Schmelzen innerhalb Spezifikation	6	8	N/A
Erfolgsquote	75 %	100 %	N/A
Gesamtentgasungszeit (Minuten pro Tag)	338	104	69 % Reduzierung
Schmelze (lbs./Tag)	6000	7800	30 % mehr gegossenes Metall
TiBor Zugabe	0,25 %	-	N/A
COVERAL MTS 1582	-	0,06 %	N/A
Kosten Kornfeinung pro Tag	104,55 \$	20,13 \$	84,42 \$ oder 81 % Reduzierung
Argon Verbrauch pro Behandlung	11,05 \$	6,40 \$	42 % Reduzierung

Tabelle 6. Vergleich der Behandlungsdaten

Die Einführung des neuen Verfahrens wurde auf mögliche Nachteile und andere Auswirkungen überprüft, in der Hoffnung, dass sich die mechanischen Eigenschaften, insbesondere die Dehnung, aufgrund der veränderten Kornfeinung verbessern könnten (wie in der erwähnten Arbeit der Gießerei Littlestown, PA); die vor und nach der neuen Prozessanpassung geprüften mechanischen Eigenschaften blieben jedoch statistisch unverändert. Aus einem anderen Blickwinkel betrachtet ist die Beibehaltung der mechanischen Eigenschaften ohne Hexachlorethan-Tabletten jedoch positiv, da die mechanischen Eigenschaften und die Reinigung von Aluminiumschmelzen der Hauptgrund für einige Gießereien sind, um ihre Verwendung trotz der unzähligen gesundheitlichen Probleme nicht einzustellen.

Die Prallplatte ist ein zusätzlicher Ausgabeposten (schätzungsweise 1500 \$ pro Jahr), so dass diese neuen Kosten von den Gesamteinsparungen abgezogen werden müssen. Schließlich kosten die Grafitverschleißteile für das neue System pro Stück mehr als die bisherigen Komponenten. Die jährlichen Ausgaben dürften aber geringer sein, da die neueren Verschleißteile dicker sind und länger halten, kürzere Zyklen und eine längere Nutzungsdauer haben. Wenn, wie in unserem Fall geschehen, die Bediener diese Komponenten versehentlich falsch handhaben, kann dies jedoch zu einem leichten Rückgang der Einsparungen (und möglicherweise zu einem Anstieg der Ausgaben) führen. Im ersten Jahr wird deshalb ein Anstieg der Grafitausgaben auf fast 1500 \$ geschätzt.

Die größte Schwierigkeit, die das neue System mit sich bringt, ist jedoch die Sperrigkeit des neuen Geräts, welches ein

verstärktes Hebezeug und mehr Vorsicht seitens der Bediener erfordert, da es größer und schwerer ist als das bisherige (Gerät). Die Vorteile des neuen Systems, darüber ist man sich einig, überwiegen allerdings die wenigen Hindernisse, die mit dem neuen Gerät bzw. Verfahren eingeführt wurden, bei weitem.

Eine ungefähre Amortisationstabelle ist in Abbildung 7 dargestellt. Nachdem alle Kosteneinsparungen durch die geringeren Argonkosten, den Wegfall der Chlortabletten und die niedrigeren Kosten für die Kornfeinung durch die geringfügig höheren Ausgaben für Grafit und Prallplatte ausgeglichen wurden, kann die Amortisation auf etwa 16,5 Monate berechnet werden.

	Jährliche Einsparung
Argon	8.462,38 \$
Chlortabletten	7.488,00 \$
Kornfeinung	21.949,20 \$
Prallplatte	-1.500,00 \$
Grafitverschleißteile	-1.459,90 \$
Summe	34.939,68 \$
Amortisation (Jahre)	1.37
Amortisation (Monate)	16.50

Abbildung 7. Tabelle zur Amortisationsberechnung

ZUSAMMENFASSUNG

Mit großem Erfolg, führte ein Feingussbetrieb in Clinton, NJ eine neuartige Methode bei der Kombination eines chemischen Kornfeiners NUCLEANT 1582 und der bewährten FDU Rotorentgasung ein. Die neue Behandlungsmethode führte zu einer verbesserten Kornfeinungspraxis, welche die Kosten senkte, die Produktivität steigerte und die Prozessstabilität beim Wasserstoffgehalt der Schmelze verbesserte. Sie brachte Umwelt- und Sicherheitsvorteile mit sich und eliminierte Abfälle. Die kalkulierte Amortisation einer neuen MTS-Anlage wurde auf etwa 16,5 Monate berechnet.

DANKSAGUNG

Die Autoren möchten Jason Allen von Foseco für die Erstellung der TA-Grafiken und Ben Groth von Foseco für die Erstellung der Mikrofotografien danken. Außerdem möchten die Autoren Joe Spadacinni von Weaver Materiel Services und Vernon Edwards von Atlantic Casting & Engineering für die Erfassung eines Großteils der TA-Daten danken.

Nachdruck mit Genehmigung des Investment Casting Institute

REFERENCES

1. Limmaneevichitr, C., & Eidhed, W. Effect of Flux Compositions on Grain Refinement in Al-Si-Mg Alloy. TMS Light Metals Proceedings. p. 1107. San Francisco, CA: TMS (2005)
2. Dahle, A.K., Tondel, P.A., Paradies, C.J., & Arnberg, L. (1996). Effect of Grain Refinement on the Fluidity of Two Commercial Al-Si Foundry Alloys. Metallurgical and Materials Transactions A, Vol 27A. pp. 2305-2313 (August 1996)
3. Liao, H., Song, W., Wang, Q., Zhao, L., Fan, R., & Jia, F. Effect of Sr Addition on Porosity Formation in Directionally Solidified A356 Alloy. International Journal of Cast Metals. Res., 26(4). pp. 201-208. (2013)
4. Bian, X., Zhang, Z, & Liu, X., Effect of Strontium Modification on Hydrogen Content and Porosity Shape of Al-Si Alloys. Materials Science Forum. pp. 331-337, 361-366. (2000)
5. Began, B, & Careil, P. Theory and practice of grain refining for aluminum alloys – utilizing COVERAL MTS 1582. Foseco Foundry Practice Issue 268. pp 4-11 (2019)
6. Stonesifer, J. & Began, B. Degassing and Flux Grain Refining in a Continuous Treatment Well at Littlestown Foundry. 123rd Metalcasting Congress Proceedings (pp. 5-7). Atlanta, GA: American Foundry Society. (2019)
7. Simon, R., & Began, B. An Introduction to Self-Monitoring Adaptive Recalculating Treatment Technology (SMARTT) in Degassing Aluminum. Conference Proceedings. (pp. 2-7). Newport, KY: Investment Casting Institute. (2017)
8. Sigworth, G., & Began, B. Control and Measurement of Hydrogen in Aluminum. AFS 116th Metalcasting Congress Proceedings (pp. 8-9). Columbus, OH: American Foundry Society. (2012)
9. <https://en.wikipedia.org/wiki/Hexachloroethane>

KONTAKT



JACOB JOHNSON

APPLICATION ENGINEERING
MANAGER

jacob.johnson@vesuvius.com

+1 440-863-2744

FOSECO. Your partner to build on.

Alle Rechte vorbehalten. Der Inhalt darf weder ganz noch auszugsweise ohne schriftliche Genehmigung des Inhabers des Urheberrechts reproduziert, gespeichert oder in irgendeiner Form oder auf irgendeine Weise weitergegeben werden, einschließlich Fotokopie und Aufzeichnung. Alle hierin enthaltenen Aussagen, Hinweise und Daten sollen als Richtungsweiser dienen. Wenn auch die Richtigkeit und Zuverlässigkeit (im Hinblick auf die praktischen Erfahrungen des Herstellers) angenommen werden, garantieren weder der Hersteller, noch der Lizenzgeber, noch der Verkäufer oder der Herausgeber, weder ausdrücklich noch stillschweigend,

(1) ihre Richtigkeit/Zuverlässigkeit

(2) dass die Anwendung der Produkte keine Rechte Dritter verletzt

(3) dass für die Einhaltung örtlicher Gesetze keine weiteren Sicherheitsvorkehrungen erforderlich sind.

Der Verkäufer ist nicht zur Vertretung oder zum Vertragsabschluss im Namen des Herstellers/Lizenzgebers ermächtigt. Allen Verkäufen des Herstellers/Verkäufers liegen dessen Verkaufsbedingungen, erhältlich auf Anforderung, zugrunde.

*Foseco, das Logo, COVERAL, HOLCOTE, INSTA, KAPEX, SEDEX, SEMCO and SOLOSIL are Trade Marks of the Vesuvius Group, registered in certain countries, used under licence.

©Foseco International Ltd. 2021

CLUSTREG und ROTAREG sind Warenzeichen der KLEIN Anlagenbau AG.

HINWEIS

Die Herausgeber bemühen sich, stets die neuesten Erzeugnisse und technischen Entwicklungen von Foseco herauszustellen. Deshalb kann es vorkommen, dass das eine oder andere Erzeugnis im Lande des Lesers noch nicht verfügbar ist. Auskünfte erteilen gerne die in den jeweiligen Ländern ansässigen Foseco Werke oder Vertretungen.



Foseco International Limited
P.O. Box 5516
Tamworth
Staffordshire
England B78 3XQ
Registered in England No. 468147

VESUVIUS