Internet-PDF aus "GIESSEREI" (2012), Heft 11, Seiten 34 – 39

© Giesserei-Verlag, Düsseldorf

FOTOS: ASK CHEMICALS

Die Gussteilqualität ist beim Sandgießverfahren wesentlich von den Eigenschaften des Formsandes abhängig. Ein neues Sandadditiv verhindert die Blattrippenbildung beim Gussteil.

Neues Sandadditiv

Verminderte Blattrippenbildung auch ohne feuerfeste Schlichte

VON JAIME PRAT, LAS ARENAS, SPANIEN, REINHARD STÖTZEL UND ISMAIL YILMAZ, HILDEN

Stand der Technik

Eine Reihe von Materialien unterschiedlicher Art werden in Sandadditiven zur Vermeidung der Blattrippenbildung verwendet. Hierzu gehören organische Materialien wie Holzmehl, Stärke/Dextrin und pulverförmige bituminöse Kohle. Diese organischen Materialien sind gegen Blattrippenbildung besonders effektiv, erhöhen aber auch die Gasbildung und können zu Metallpenetration beitragen, da sie beim Verbrennen Lücken zwischen den Sandkörnern hinterlassen.

Auch anorganische Materialien werden als Quarzsandadditive oder -austauschstoffe verwendet. Hierzu gehören u. a. Zircon- oder Chromitsand-, Quarzglas- oder künstlich hergestellte Zuschlagstoffe, die geringere Ausdehnungsraten als Quarzsand selbst haben. Sie werden normalerweise in relativ hohen Prozentanteilen eingesetzt und können die Kernformstoffkosten beträchtlich erhöhen.

Häufig werden auch Substanzen, die mit der Oberfläche des Quarzsandes reagieren und sie weicher/elastischer machen, erfolgreich eingesetzt. Rote und schwarze Eisenoxide sowie sonstige Eisen- und andere Metalloxide kommen seit mehreren Jahrzehnten zum Einsatz.

Die meisten der auf dem Markt erhältlichen Additive sind relativ komplex auf-

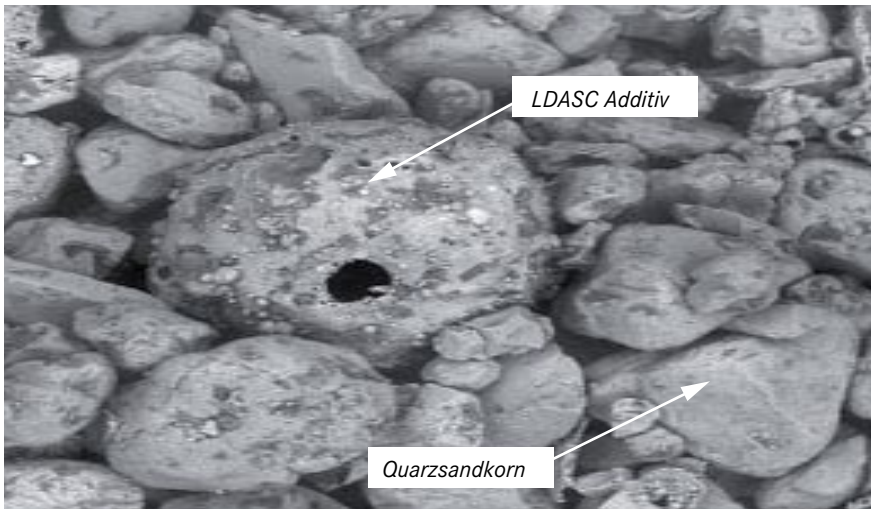


Bild 1: Gemisch aus LDASC und Quarzsand.

gebaut. Das heißt, sie sind aus einer Vielzahl von Stoffen zusammengesetzt, mit dem Ziel, die einzelnen positiven Eigenschaften zu vereinen.

In jüngerer Vergangenheit wurden andere, sogenannte „Engineered Sand Additives" (ESAs) entwickelt. Sie haben den Vorteil, dass sie auch bei schwierigen Anwendungen sehr effektiv sind und in relativ geringen Zugabemengen (üblicherweise 2-8 %) verwendet werden können.

Ein Beispiel ist das Additiv Isoseal 2000 (im Folgenden mit „ESA 2000" gekennzeichnet), beschrieben im europäischen Patent EP 0891954. Es enthält Aluminium-Silicat-Keramiken mit geringer Dichte, die beim Erhitzen zusammenfallen bzw. sich plastisch verformen, wodurch die Ausdehnung des Quarzes kompensiert wird. Gleichzeitig bilden sie aber eine Sperre gegen Metallpenetration (**Bild 1**).

Das ESA 2000-Additiv war zudem in der Lage, bei Verwendung in Anteilen bis zu 50 Vol.-% (20 % Massenanteil) die thermischen Eigenschaften des Sandgemischs dahingehend zu verändern, dass die Speisung verbessert und die Schwindung unterdrückt werden. Diese Erkenntnis eröffnet dem Gießer ein weiteres interessantes Anwendungsfeld.

Bei den Versuchen wurde auch schnell erkannt, dass bei dieser Entwicklungsstufe die Verwendung in Anteilen unter 10 %* im Sandgemisch die Blattrippenbildung nicht immer vollständig verhinderte und eine Zugabemenge von 20 % nicht mehr wirtschaftlich darstellbar war. Es bestand also der Bedarf, ein LDASC-basiertes Additiv zu entwickeln, das in Anteilen unter 10 % erfolgreich genutzt werden kann.

KURZFASSUNG:

Zur Unterdrückung von Blattrippenfehlern ist der Einsatz von Sandadditiven im Bereich der Cold-Box-Anwendung weit verbreitet. Meist werden dabei Sandadditive in Kombination mit feuerfesten Schlichten verwendet, die die Oberflächengüte verbessern und die Metallpenetration reduzieren/verhindern sollen. Diese gängige Praxis ermöglicht die Herstellung hochqualitativer Gussteile mit dem bekannten Nachteil des erhöhten Aufwandes in der Prozesskette.

ASK Chemicals hat jetzt ein neues Produkt entwickelt, das die positiven Effekte von Additiven und Schlichten in einem einzigen Produkt vereint. Dieses neuartige Additiv besteht hauptsächlich aus Aluminium-Silicat-Keramik mit geringer Dichte („Low Density Alumina Silicate Ceramic" - LDASC) und einer geringen Menge Flussmittel.

Die durchgeführten Versuche haben reproduzierbar gezeigt, dass dieses Material einzigartige Ausdehnungs- und Schwindungseigenschaften besitzt, die zum einen die Blattrippenbildung verhindern und zum anderen hervorragende Oberflächen bei den Gussteilen ergeben. Eine Reihe von Gusssteilen für die Automobilindustrie wie Bremsscheiben, Bremszylinder und Achsschenkel konnten ohne Schlichten der Kerne mit guten Ergebnissen hergestellt werden. Dieser Beitrag beschreibt die Entwicklung des neuen Additives und zeigt seine potentiellen Vorteile in punkto Qualität und Kosten auf.

Bei der Additiv-Entwicklung angewandte Methodik

Die Herausforderung für ASK Chemicals bestand nun darin, ein neues Sandadditiv auf der Basis der LDASC-Technologie zu entwickeln, das in der Lage sein sollte, die Blattrippenbildung bei seinem Einsatz in geringen Anteilen zu verhindern, dabei aber unverändert eine gute Oberflächengüte ohne Verwendung einer Schlichte zu liefern. Zunächst wurden Versuche durchgeführt, um eine Reihe unterschiedlicher LDASC-Rohmaterialien hinsichtlich bestimmter chemischer und thermischer Eigenschaften zu charakterisieren (**Tabelle 1**).

Tabelle 1: Zur Charakterisierung der LDASC-Rohmaterialien durchgeführte Untersuchungen.

Untersuchung der chemischen Zusammensetzung
Fe_2O_3
CaO
MgO
Na_2O
K_2O
TiO_2
Al_2O_3
Untersuchung der thermischen Eigenschaften
Schwindungsanfangstemperatur
Schwindungsendtemperatur
Erweichungstemperatur
Kugelbildungstemperatur
Halbkugelbildungstemperatur
Schmelztemperatur

Tabelle 2: Thermische Analyse der LDASC-Proben.

Kenntemperatur	*Temperatur in °C*				
	Probe 73	Probe 74	Probe 75	Probe 76	Probe 77
Schwindungsanfangstemperatur	1045	935	1025	990	1155
Schwindungsendtemperatur	1295	1160	1270	1235	1550
Erweichungstemperatur	1340	1250	1445	1355	-

Tabelle 3: Schwindungsanfangstemperaturen und Blattrippenbildung der LDASC-Proben.

Probe	Probe 73	Probe 74	Probe 75	Probe 76	Probe 77
Schwindungsanfangstemperatur in °C	1045	935	1025	990	1155
Bewertung Blattrippenbildung[1)]	10	6	10	7	10

[1)] *Skala von 0-10, 0 sehr gut, 10 sehr schlecht*

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

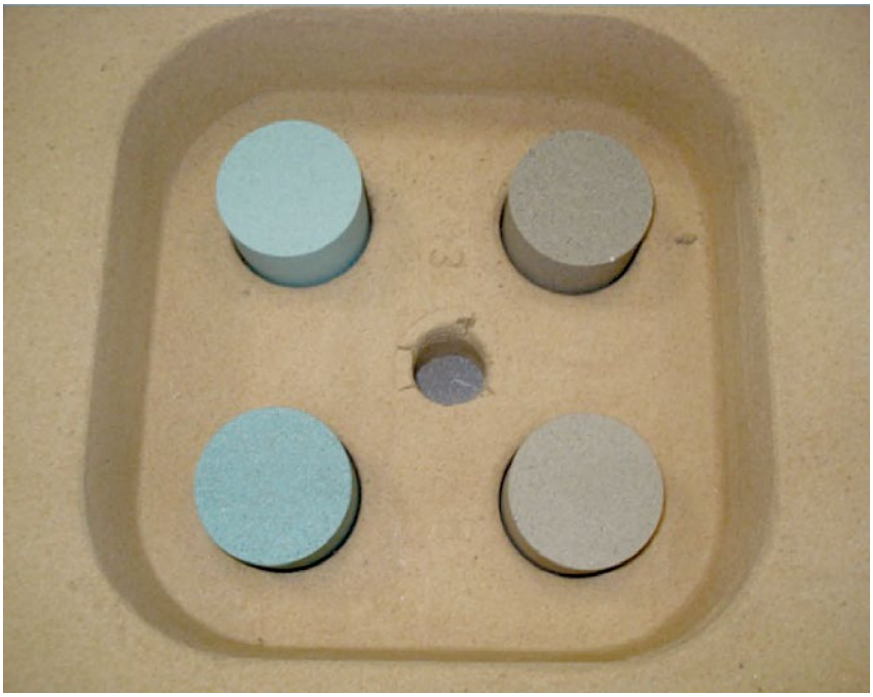


Bild 2: Versuchsgießform und 2 × 2"-Versuchskerne, wie zur Beurteilung der Blattrippenbildung verwendet.

dung der Probe in Abhängigkeit von der Temperatur unter Verwendung eines Bildanalysesystems ermittelt werden.

Die Proben wurden in Schritten von 25 °C/min auf eine maximale Temperatur von 1550 °C erhitzt (**Tabelle 2**).

Ausgehend von den aufgezeichneten Bildern wurden die Schwindungstemperaturkurve erzeugt und die folgenden Kenntemperaturen ermittelt:

> Schwindungsanfangstemperatur: die Umrissfläche der Probe beträgt 99 % der ursprünglichen Probefläche,
> Schwindungsendtemperatur: die Schwindung der Probe endet,
> Erweichungstemperatur: die Kanten der Probe beginnen sich abzurunden,
> Kugelbildungstemperatur: das Profil der Probe erreicht annähernd Kugelform,
> Halbkugelbildungstemperatur: die Probe erreicht annähernd Halbkugelform und
> Schmelztemperatur: die Probe erreicht die Form einer abgerundeten Kappe mit ~1/3 des Volumens einer Kugel.

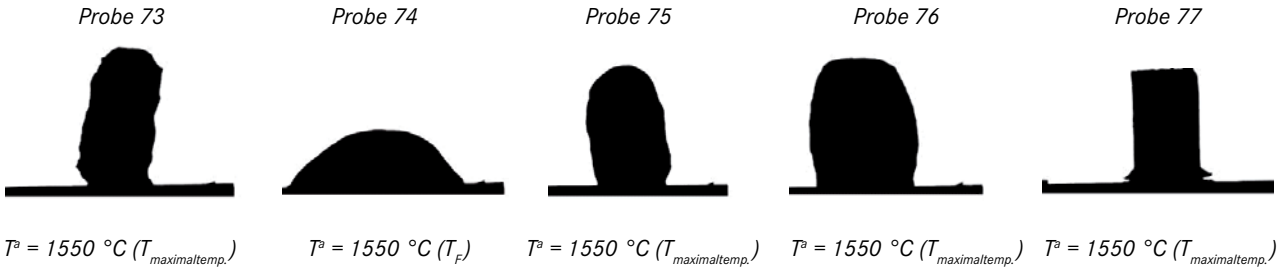


Bild 3: Endprofile der Proben.

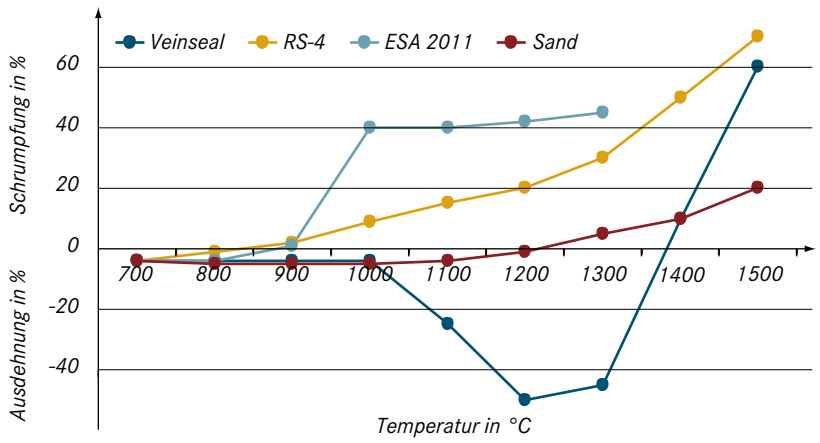


Bild 4: Schwindungsverhalten diverser Sandadditivgemische mit Quarzsand.

Die thermischen Untersuchungen wurden in einem Misura-Erhitzungsmikroskop durchgeführt. Dieses Erhitzungsmikroskop ist ein Gerät, mit dem das Verhalten einer Probe während des Erhitzungszyklus visuell aufgezeichnet werden kann. Während des Schmelzversuchs werden die Umrisse der Probe auf einem Computer aufgezeichnet. Ausgehend von den aufgezeichneten Bildern kann die Entwicklung der Schwin-

Hiervon ausgehend wurden die chemischen Eigenschaften der LDASC-Materialien den Schwindungsanfangstemperaturen gegenübergestellt. Außerdem wurden Blattrippenbildungsversuche an 2 × 2"-Probekörpern (2 Zoll Durchmesser × 2 Zoll Höhe) durchgeführt, um zu ermitteln, ob ein Zusammenhang zwischen der Blattrippenbildung und den thermischen Eigenschaften besteht. Jede Kernprobe enthielt 5 % LDASC und 95 % Quarzsand (**Bild 2**).

Tabelle 3 gibt den Zusammenhang zwischen Schwindungsanfangstemperatur und Blattrippenbildung wieder. Sie zeigt, dass die Tendenz zur Blattrippenbildung bei abnehmender Schwindungsanfangstemperatur geringer wird. Außerdem wirken die Na- und K-Verunreinigungen als Flussmittel auf den Sand und bewirken eine stärkere Penetration und eine schlechtere Oberfläche. **Bild 3** zeigt die Endprofile der einzelnen Proben nach den Misura-Versuchen.

Im nächsten Schritt wurde der Einfluss unterschiedlicher Flussmitteltypen auf die Proben untersucht. Nach mehreren Versu-

chen konnte festgestellt werden, dass 6 % Li_2CO_3 in der Probe 77 stets eine ähnliche Schwindungsanfangstemperatur ergaben wie bei der Probe ohne Zusatz. Allerdings verringerte sich die Schwindungsendtemperatur gegenüber der Probe ohne Zusatz um 230 °C, was bedeutet, dass die Schwindung während des Gießvorgangs viel schneller einsetzen würde. Zu Vergleichszwecken wurde auch der LDASC-Probe 73 Lithiumcarbonat zugegeben (Tabelle 4).

In gleicher Weise wurde die thermische Analyse im Misura-Mikroskop dazu verwendet, zu Vergleichszwecken die Kurven für kantengerundeten und runden Sand sowie für andere mineralische Sandadditive zu erstellen (Bild 4).

Nach der Feststellung, dass das Verhalten von Probe 77 mit 6 % Li_2CO_3 den Kurven von anderen gegen Blattrippenbildung effektiven Sandadditiven am nächsten kam, wurden Proben zur Bewertung von Blattrippenbildung und Penetration für das neue Additiv (nunmehr als Isoseal 2011 oder ESA 2011 bezeichnet) vorbereitet.

Tabelle 4: Auswirkungen der Zugabe von Li_2CO_3 zu den Proben 73 und 77.

Kenntemperatur	Probe 77	Probe 73 + 6 % Li_2CO_3	Probe 77 + 6 % Li_2CO_3
Schwindungsanfangstemperatur in °C	1155	1085	1215
Schwindungsendtemperatur in °C	1550	1210	1320
Erweichungstemperatur in °C		1240	1335
Schmelztemperatur in °C		1295	1350

Tabelle 5: Ergebnisse der Gießversuche.

Gemisch	*100 %* Probe 77	*94 %* Probe 73 + 6 % Li_2CO_3	*94 %* Probe 77 + 6 % Li_2CO_3	*94 %* Probe 77 + 6 % Li_2CO_3	*94 %* Probe 74 + 6 % Li_2CO_3	*100 %* Sand
Zugabe zum Sand in %	10	5	5	3	5	0
Bewertung Blattrippenbildung	7	0	0	1	0	10
Bewertung Oberflächenfinish	1	0	0	0	0	0

Skala von 0-10, 0 sehr gut, 10 sehr schlecht

Gießversuche

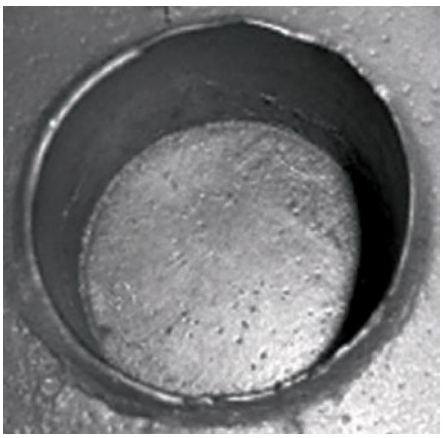
Es wurden Kerne aus 94 % kantengerundetem Sand C-70, 1,5 % des Phenol-Urethan-Cold-Box-Binders 418/618 und 5 % des Additivs ESA 2011 (94 % LDASC-Probe 77 + 6 % Li_2CO_3) hergestellt und für die Gießversuche verwendet. Die Proben wurden in Gusseisen mit Lamellengraphit (Grauguss) abgegossen. Die Gussteile wurden vorsichtig gereinigt und die Blattrippenbildung und die Oberflächen (SF) auf einer Skala von 0 bis 10 bewertet (Tabelle 5). Es wurde festgestellt, dass mit den 6 % Lithiumcarbonat als Bestandteil des Anti-Blattrippen-Additivs keine Blattrippenbildung auftrat, unabhängig von der verwendeten LDASC-Probe. Außerdem zeigten alle Gussteile eine ausgezeichnete glatte Oberfläche.

Dagegen ergaben die Proben aus Kernen ohne Additive (100 % Sand) und die Proben mit alleiniger Verwendung von LDASC als Additiv erhebliche Blattrippenfehler mit der Bewertung 10 bzw. 7.

Im nächsten Schritt wurden Gießversuche durchgeführt, um das ausgewählte Additiv mit den beiden vorstehend erwähnten anorganischen Additivsystemen zu vergleichen (Bild 5).

Nach den erfolgreichen Laborversuchen und den Technikumsversuchen war es an der Zeit, Versuche in der Industrie durchzuführen. Dabei lag der Fokus zunächst auf Gießereien, die mit 70 AFS-GFN-Sand einen feinen Quarzsand verwenden.

Anschließend wurden die Versuche auf andere, gröbere Sande erweitert (Bilder 6 bis 8).



Sand 4 + 5 % neues Additiv 2011

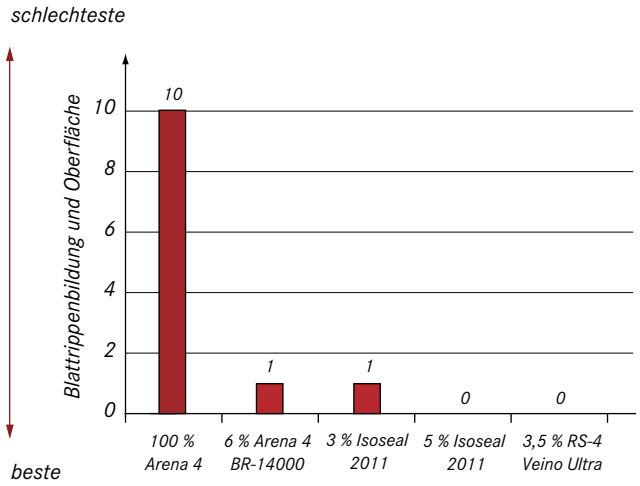
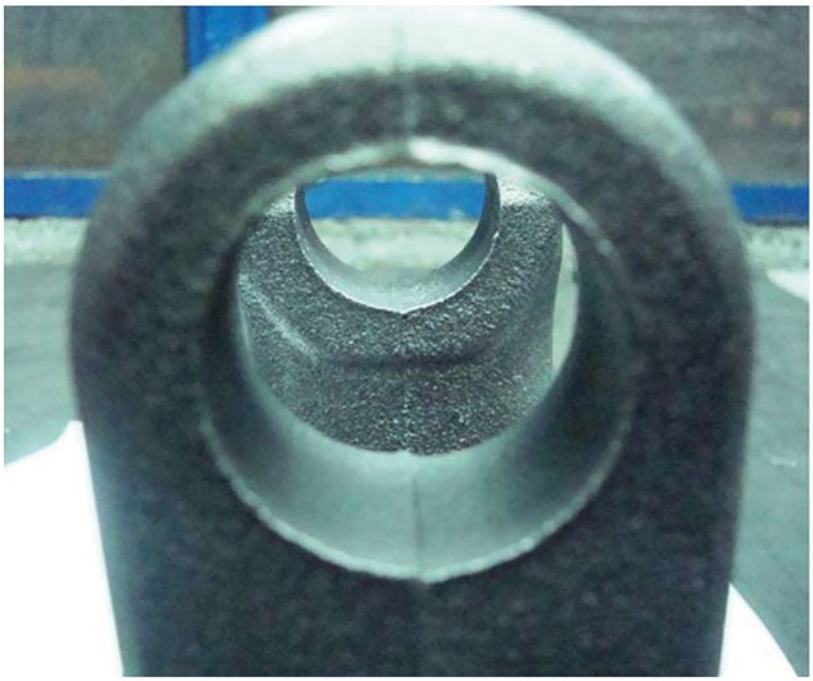


Bild 5: Gießergebnisse mit dem Additiv ESA 2011 und ein Vergleich mit Ergebnissen anderer Additive.

Tabelle 6: Eigenschaften von Grünsand mit 2,5 % verbranntem ESA 2011.

Bentonit Sand	Geko S LA 32	Geko S LA 32
Additiv	**ohne Additiv**	**2,5 % verbranntes Additiv**
Wassermenge in g	63	70
Wasser in %	1,7	1,8
Verdichtbarkeit	46	47
Durchlässigkeit	220	215
Grün-Scherbelastung in kPa	3,1	3
Grün-Druckbelastung in kPa	102	100
Gewicht der Probe in g	149	146



70 AFS GFN-Sand + 5 % ESA 2011, vertikale Formanlage

Bild 6: Kardangelenk, das in einer vertikal geteilten Formanlage mit einem Kern hergestellt wurde, der 5 % neues 2011-Additiv enthielt.

Gasbildung
Das ESA 2011-Additiv führt im Vergleich zum reinen Sandgemisch zu keiner zusätzlichen Gasbildung (**Bild 9**).

Auswirkung auf die Kerndichte
Zugaben von 5 % ESA 2011-Additiv verringern das Gewicht des Kerns um ca. 10 %. Das bedeutet, dass aus der gleichen Masse Sandgemisch mehr Kerne hergestellt werden können und dass diese leichter sind und einfacher gehandhabt werden können.

Auswirkung des Additivs auf Grünsand
Es wurde eine Laborstudie durchgeführt, bei der die Auswirkungen der Verbrennung des Kerns und der Verkohlung des Additivs mit anschließender Zugabe zum Formsand in einem Anteil von 2,5 % simuliert wurden. Es wurden keine (nachteiligen) Effekte festgestellt (**Tabelle 6**).

Fazit

Durch die vorgestellten Untersuchungen konnten folgende positive Eigenschaften des Additivs ESA 2011 im Labor und in der Praxis nachgewiesen werden:

> Es ist möglich, blattrippenfreie Gussteile ohne Schlichten durch Zugabe des neuen Additivs herzustellen.
> Die besten Ergebnisse bei der Herstellung von Grauguss wurden bei Zugabe von 5 % des Additivs mit 65/70 AFS-GFN-Sand erzielt.
> Bei der Herstellung von Gusseisen mit Kugelgraphit (Sphäroguss) konnten die besten Ergebnisse mit einem AFS-55-Sand erzielt werden.
> Gute Ergebnisse wurden mit Chromitgemischen bei großen Zylinderköpfen erzielt.
> Keine zusätzliche Gasbildung.
> Sehr gute Kernkastensauberkeit.

55 AFS GFN-Sand, geschlichtet

55 AFS GFN-Sand + 5 % ESA 2011, ohne Schlichte -1,5 % Cold-Box-Binder

Bild 7: Vergleich der erzielten Oberflächenfinishs eines Gussteils, das mit einem geschlichteten Kern ohne Additiv hergestellt wurde (links) und eines Gussteils, bei dem das neue ESA 2011-Additiv zum Einsatz kam.

95 % Sand, der aus einer Grünformanlage zurückgewonnen wurde + 5 % ESA 2011-Additiv, 1,6 % Cold-Box-Binder

130 kg schwere Eisenbahnbremsscheibe

Bild 8: Eisenbahnbremsscheiben, die unter Verwendung des ESA 2011-Additivs hergestellt wurden.

> Geringere Kerngewichte.
> Einflussnahme auf das Erstarrungsverhalten des Gießwerkstoffes möglich.

Der Beitrag basiert auf einem Vortrag, der anlässlich des 70. World Foundry Congress 2012 (25. bis 27. April 2012 in Monterrey, Nuevo Leon, Mexiko) gehalten wurde.

Jaime Prat, ASK Chemicals España, S.A., Las Arenas, Spanien, Dr. Reinhard Stötzel und Ismail Yilmaz, ASK Chemicals, Hilden

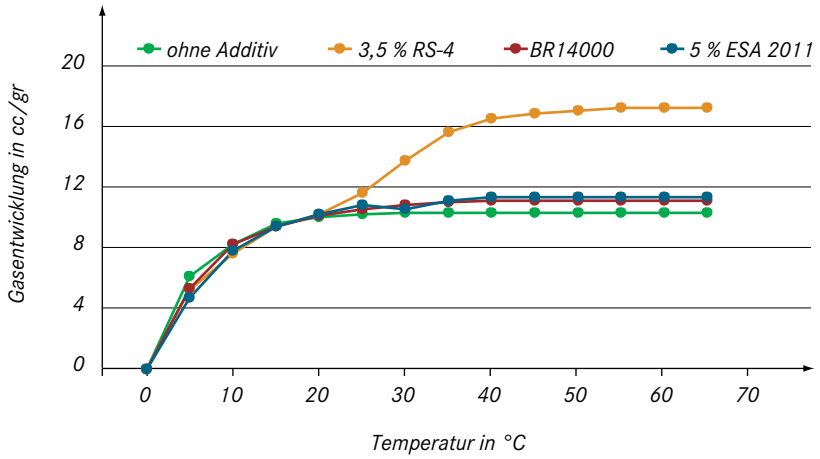


Bild 9: Gasbildung bei der Verwendung von 100 % Quarzsand und Sandadditiven.

Literatur:

[1] US-Patent 4735973.
[2] Europäisches Patent 0891954.
[3] Spanisches Patent 2116245.
[4] Prat, J.; Iglesias, L.; Arrieta, M., u. a.: New casting solutions: Numerically simulated Exactcast™ core-sleeves eliminate critical problems with automobile high-security components (patentiert). WFC 2004, Istanbul, Türkei.
[5] Prat, J.; Arrieta, M.; Galaz, J., u. a.: Improving casting performance through customized insulating shapes and advanced simulation techniques. WFC 2006, Harrogate, GB.
[6] Tordoff, W. L.; Tenaglia, R. D.: Test casting evaluation of chemical binder systems. AFS Transactions 2007.
[7] Showman, R.; Horvath, L.; Clifford, S., u. a.: A Systematic approach to veining control. AFS Casting Congress, Proc. 11-005.
[8] Europäisches Patent 027700038.