

Neue Konzepte für Schichten und Additive als ganzheitlicher Ansatz für fehler- und rückstandsfreie Gussteile *)

New Coatings and Additives Concepts as an entire Approach for Defect and Residue free Castings



Dr. rer. nat. Reinhard Stötzel,

studierte in Siegen/D Chemie und beschäftigte sich zunächst in seiner beruflichen Laufbahn als Product Manager mit keramischen Filtern bei Foseco. Im zweiten Schritt übernahm er als verantwortlicher Entwickler den Gesamtbereich der Gießereiprodukte. Nach zweijähriger selbstständiger Tätigkeit als Unternehmensberater übernahm er 2001 bei ASK Chemicals, Hilden, die Leitung des Sektors Schichten mit dem Aufgabenbereich Entwicklung, Anwendung und internationale Vermarktung. Seit 2009 ist er als Global Product Manager Coatings und Additive weltweit verantwortlich.

Mitautoren:

- Dipl.-Ing. Christian Koch,
- Dipl.-Ing. Jörg Brotzki,
- Dipl.-Ing. Jaime Prat,
- alle ASK Chemicals, Hilden.

Schlüsselwörter: Form- und Kernschichten, Sandadditive, Gussfehler, Blattrippen.

1. Einführung

Aufgrund der starken Nachfrage nach guten, hochwertigen Gussteilen stehen Gießkapazität und -qualität im Mittelpunkt der Anstrengungen der Gießerei-unternehmen.

Dabei ist es von entscheidender Bedeutung, über neue Konzepte zu verfügen, mit denen die gesetzten Ziele mit nachhaltigen Lösungen schnell erreicht werden können, und zwar durch Optimierung der Gießereiprozesse und insbesondere über die verwendeten Kern- und Formschichten oder Sandadditive [1].

Profunde Kenntnisse der Gießereiprozesse und die Möglichkeit zur Steigerung des Service Level (Senkung der Kosten und Steigerung der Produktivität, Flexibilität und Qualität) sind überlebenswichtig für den Gießereibetrieb.

Erfolgreiche Gießereien nutzen die Chancen von Hebeleffekten, d.h. die Erforschung kleiner Änderungen mit großer Wirkung. Einer dieser Hebel ist die richtige Auswahl und Verwendung von Sandadditiven und Schichten.

Die in der Kernherstellung oder Formung eingesetzten Sandadditive und Schichten machen lediglich ca. 1 % der gesamten Kosten eines Gussteils aus. Andererseits kann die falsche Wahl oder Verwendung einer Schichte zu immensen Entgratungskosten von bis zu 5–10% der Gießkosten führen.

2. Methodik und Ergebnisse

Bei der Herstellung bestimmter Typen von Eisengussteilen unter Einsatz von chemisch gebundenen Sandkernen war die Blattrippenbildung schon immer ein Problem. Motorblöcke und Zylinderköpfe können in den engen Öl- und Wasserkanälen Blattrippen aufweisen, die schwierig zu entfernen sind und zum Blockieren und Ausfall des Motors führen können. Belüftete Bremsscheiben können in ihren Lüftungsöffnungen Blattrippen aufweisen, die ebenfalls schwierig zu entfernen sind und zu un-

gleichmäßiger Erhitzung und Verwindung der Scheibe beim Bremsen führen können. Bei vielen unterschiedlichen Gussteiltypen mit kerngefertigten Durchlasskanälen und ungünstiger Geometrie oder ungünstigem Sand/Metall-Verhältnis können Mängel infolge von Blattrippenbildung auftreten.

Die Blattrippenbildung wurde lange Zeit als „Ausdehnungsfehler“ bezeichnet, verursacht durch die nicht-lineare Ausdehnung des Quarzsandes, wenn dieser beim Gießvorgang durch das flüssige Metall erhitzt wird. Der Sand erfährt dabei in seiner Kristallstruktur eine Veränderung von Niedrig- oder Alpha-Quarz zu Hoch- oder Beta-Quarz, was zu einer schnellen Ausdehnung führt, gefolgt von einer Schrumpfung und dann wieder einer weiteren Ausdehnung, während der Quarz in Tridymit und dann in Cristobalit übergeht. Diese ungleichmäßige Ausdehnung und Schrumpfung von Quarzsand steht im Kontrast zu den gleichförmigeren und geringeren Ausdehnungsraten anderer Gießereizusatzstoffe (Abb. 1).

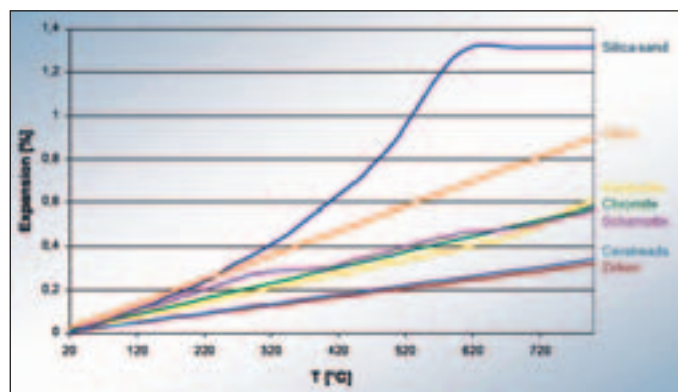


Abb.1: Wärmeausdehnungskurven von diversen Gießereizusatzstoffen [2].

Eine Reihe von unterschiedlichen Ansätzen ist praktiziert worden, um den Problemen der Blattrippenbildung entgegenzuwirken [4]. Hochreiner Quarzsand kann ganz oder teilweise durch andere Zusatzstoffe wie See- oder Ufersand, Zirkon, Chromit, Olivin, Quarzglas oder künstlich hergestellte Materialien ersetzt werden. Die geringere und gleichförmigere Ausdehnung dieser Materialien kann die Blattrippenbildung minimieren oder sogar vollständig verhindern. Aber diese Materialien sind meist auch teurer als Quarzsand und können in der Formerei oder bei der Kernherstellung eigene Probleme mit sich bringen.

In großem Umfang sind Sandadditive eingesetzt worden, um die Blattrippenbildung unter Kontrolle zu halten. Sie fallen je nach ihrer chemischen Zusammensetzung und Aktivität in unterschiedliche Kategorien. Eisenoxide gehörten zu den ersten Sandadditiven [4]. Sie bewirken eine geringfügige Volumenabnahme, wenn sie Sauerstoff verlieren, und haben auch einen „Fließ-“ oder Dämpfeffekt auf die Oberfläche der Sandkörner. Rote Eisenoxide (Fe₂O₃) werden typischerweise in Anteilen von 1–2% eingesetzt, sind aber sehr fein und können die Form- und Kernfestigkeit beeinträchtigen. Schwarzes Eisenoxid (Fe₃O₄) ist etwas gröber und kann in Anteilen von 1–4% verwendet werden. Rotes Eisenoxid hat sich auch in Verbindung mit anderen Sandadditiven [5] als wirksam erwiesen. Allerdings kann es sein, dass Eisenoxide wegen ihres Säuregrades mit bestimmten Bindersystemen nur begrenzt kompatibel sind.

*) Vorgetragen auf den 9. Formstofftagen am 28. Februar 2012 in Duisburg. Abdruck mit freundlicher Genehmigung des Veranstalters.

Organische Materialien wie Dextrin, Stärke und Holzmehl werden ebenfalls in relativ geringen Anteilen von 0,5–2% verwendet. Bei hohen Temperaturen brennen sie aus und ergeben eine Volumenminderung und damit ein „Polster“. Wie im Falle der Eisenoxide können diese Materialien nachteilige Auswirkungen auf die Festigkeit der Form und des Kerns haben, denn ihre Feinheit erhöht den Harzbedarf und verringert die Festigkeit.

Eigens formulierte sogenannte *Engineered Sand Additives (ESAs)* sind entwickelt worden, um einige der negativen Aspekte der Eisenoxide und Stärken abzustellen. Meist haben sie eine Partikelgröße, die der von Sand ähnlich ist, und wirken sich daher weniger stark auf die Festigkeit von Form und Kern aus. Allerdings müssen sie normalerweise in größeren Anteilen eingesetzt werden, um gegen Blattrippenbildung wirksam zu sein. Ein Typ von ESAs hat die Form von Hohlkugeln [6]. Man geht davon aus, dass diese, wenn sie einem Pressdruck ausgesetzt werden, zusammengedrückt werden und eine Volumenminderung und damit ein Polster bewirken. Andere ESAs haben einen niedrigen Ausdehnungsfaktor und sollen bei hohen Temperaturen wie ein Fließmittel wirken.

Auch andere Strategien sind genutzt worden. Die Beschichtung oder „Besprengung“ der Form- oder Kernoberfläche kann etwas Schutz gegen Blattrippenbildung bewirken, da die so aufgebraute Schicht durch ihren geringeren Ausdehnungsfaktor und ihren Isoliereffekt den Wärmestrom in den umgebenden Sand verlangsamen kann. Sand mit kantigerer Form der einzelnen Körner kann verwendet werden, um die Kerndichte zu verringern und so Raum für die Ausdehnung zu schaffen. Das Einblasen der Kerne kann mit einem niedrigeren Einblasdruck als normal erfolgen, um gezielt Kerne mit geringerer Dichte zu erhalten, wodurch die Ausdehnung erleichtert wird.

3. Messung der Blattrippenbildung

Über die Jahre sind Testgussteile entwickelt worden, um die Charakteristiken der Blattrippenbildung von unterschiedlichen Sand- und Bindersystemen [7] zu messen. Generell werden zwei Typen von Testgussteilen verwendet: das Stufenkegel- und das 2x2-Penetrationsgussteil (50 mm x 50 mm). Der Stufenkegelkern und das zugehörige Gussteil sind in **Abb. 2** zu sehen, und die 2x2-Penetrationsform, die zugehörigen Kerne und das zugehörige durchtrennte Gussteil zeigt **Abb. 3**.

Der Grad der Blattrippenbildung wird visuell ermittelt und mit einer Zahl von 1 bis 5 bewertet, wobei 1 für praktisch keine Blattrippenbildung und 5 für sehr starke Blattrippenbildung steht. Diese Messmethode ist zu einem gewissen Teil subjektiv, doch eine zusätzliche Quantifizierung kann durch Ermittlung der Schwere und der Lage der Blattrippe sowie durch Be-



Abb. 2: Stufenkegelkern (links), Gussteil (Mitte) und durchtrenntes Gussteil (rechts).



Abb. 3: Kerne und Form des 2x2-Tests (links) und durchtrenntes Gussteil (rechts) mit dem Blattrippendefekt

rechnung eines Beurteilungswertes der Blattrippenbildung anhand einer gewichteten Formel vorgenommen werden. Studien von Giese und Thiel [8] haben gezeigt, dass „die Defektmängelanalyse als taugliche Methode zur Bewertung von Gießereimaterialien zwecks Vermeidung von kernbedingten Defekten betrachtet werden kann.“

Der 2x2-Gussteiltest hat den Vorteil, dass pro Gießvorgang vier separate Kerne getestet werden können, wenngleich sie im Normalfall eher paarweise getestet werden, um eine höhere Genauigkeit zu gewährleisten. Der 2x2-Gussteiltest scheint auch insofern der strengere Test zu sein, als dabei Blattrippen auch dann noch zu Tage treten, wenn Stufenkegelkerne mit gleicher Zusammensetzung scheinbar frei von Defekten sind.

- **Additiv zum Schutz gegen Blattrippenbildung und Penetration mit Potenzial für den Einsatz in unbeschichteten Kernen**
In den letzten Jahren sind in den Gießereunternehmen erhebliche Anstrengungen unternommen worden, um den Beschichtungsprozess zu eliminieren. In einigen Bereichen ist dieses Ziel erfolgreich umgesetzt worden, beispielsweise bei weniger beanspruchten Sphärogussteilen.

	Kein Add.	1% W	1% RIO	2,5% ESA 1	4% ESA 2	6% ESA 3	6% ESA 4
EU Haltern H32 Sand, 1,6% Ecocure 30/60, DMEA Penetration Blattrippen- bildungs- Oberflächen- Finish							
	1,25	2,5	1,5	1,25	1,75	1,75	1,5
	3,25	3,25	2,75	1,0	1,0	2,75	1,0
	2,75	2,75	2,5	2,5	2,5	2,0	2,25
SA Veiga Sand, 1,2% 405/605 Binder, DMPA Penetration Blattrippen- bildungs- Oberflächen- Finish							
	1,25	1,75	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25
	2,75	3,0	1,75	1,25	1,0	1,5	1,0
	2,0	2,25	2,5	2,5	2,5	2,0	1,75

Tabelle 1: xxxxx

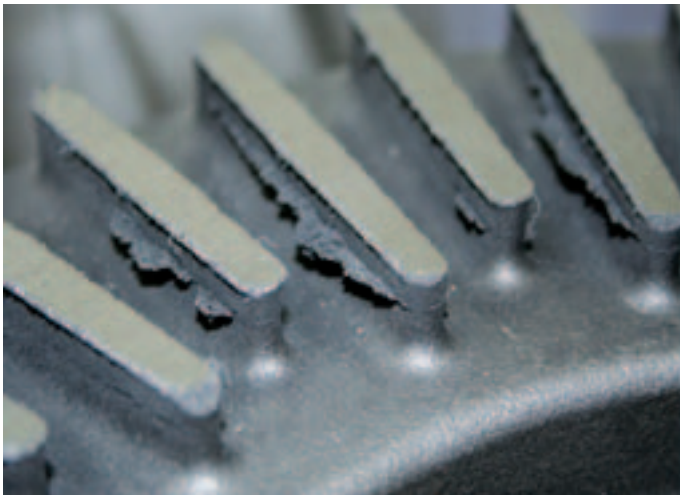


Abb. 4: Bremsscheibe mit Blattrippenbildung



Abb. 5: MIRATEC BD verhindert Blattrippen-Defekte an der Trennlinie

ASK Chemicals ist es gelungen, neue Typen von Additiven zu entwickeln, die es Gießereiunternehmen ermöglichen, Gießfehler erheblich zu reduzieren und zunehmend mit unbeschichteten Kernen zu arbeiten.

Veino Ultra ist eine solche Entwicklung, die einen bemerkenswerten Schutz gegen Blattrippenbildung bietet.

• **Schlichte zum Schutz vor Blattrippenbildung**

Zu den speziellen Anforderungen an die Gussqualität gehört, dass keine Blattrippen entlang der Trennlinie des Kernkastens vorhanden sein dürfen.

Bei der Herstellung der Kerne ist es daher unbedingt erforderlich, Verformungen der Kerne während des Trocknungsvorgangs zu vermeiden.

Beispiele mit den Schichten der Generation MIRATEC BD zeigen, dass die Schlichte die Blattrippenbildung beseitigt und die Kerne aufgrund der verbesserten Auftragseigenschaften mit einer verkürzten Taktzeit, die um 100% verbessert wurde, getaucht werden können, ohne dass es zu einer Tropfenbildung auf dem Kern kommt.

Schichten mit hoher Gasdurchlässigkeit gegen Schülpenbildung

Schülpen und Gasfehler gehören zu den besonders unangenehmen Defekten in Seriegießereien, da sie zu Ausschuss führen.

ASK hat im Rahmen eines Entwicklungsprojekts verschiedene, äußerst gasdurchlässige Schichten entwickelt, mit deren Hilfe diese Defekte vermieden werden.

Gussteile, bei denen die Kerne infolge einer kritischen geringen Formfüllung in speziellen Bereichen einer hohen thermischen Beanspruchung ausgesetzt sind, neigen zur Schülpenbildung. Auf der Basis der Schlichte MIRATEC MB 501, mit der (insbesondere beim Serieguss) gute Ergebnisse erzielt werden, was die Vermeidung von Blattrippenbildung und Penetration anbelangt, wurde das Merkmal „erhöhte Gasdurchlässigkeit“ implementiert. Ferner sollte die Schlichte eine kurze Abtropfdauer und eine geringe Glänzzeit aufweisen, da eine Verringerung der Taktzeit während des Tauchvorgangs wünschenswert ist.

Die neue Schlichte, welche diesen Anforderungen genügt, heißt MIRATEC AH 501. Durch die Einführung dieser Schlichte konnten die Schülpendefekte sowohl bei einem Hydraulik-Gussteil (Kern-Paket ColdBox + Maskensand) als auch bei einem Achsgehäuse (ColdBox-Kern) beseitigt werden.

Ferner gelang es mit dieser Schlichte, die Taktzeit des Tauchprozesses im Vergleich zu der ursprünglichen Schlichte auf die Hälfte zu verkürzen.

• **Rückstandsfreie Gussteile mit MIRATEC TS**

Die OEM-Kunden verlangen von den Gießereien die Lieferung von Gussteilen, bei denen die Menge an Rückständen einen vorgegebenen Grenzwert nicht überschreitet. Für

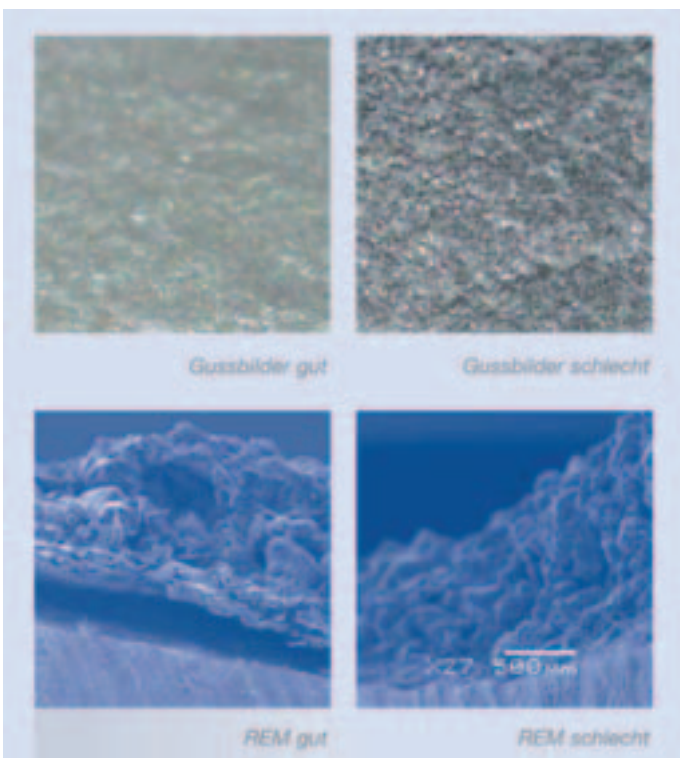


Abb. 6: Vergleich von MIRATEC TS (links) und einer herkömmlichen Schlichte (rechts)

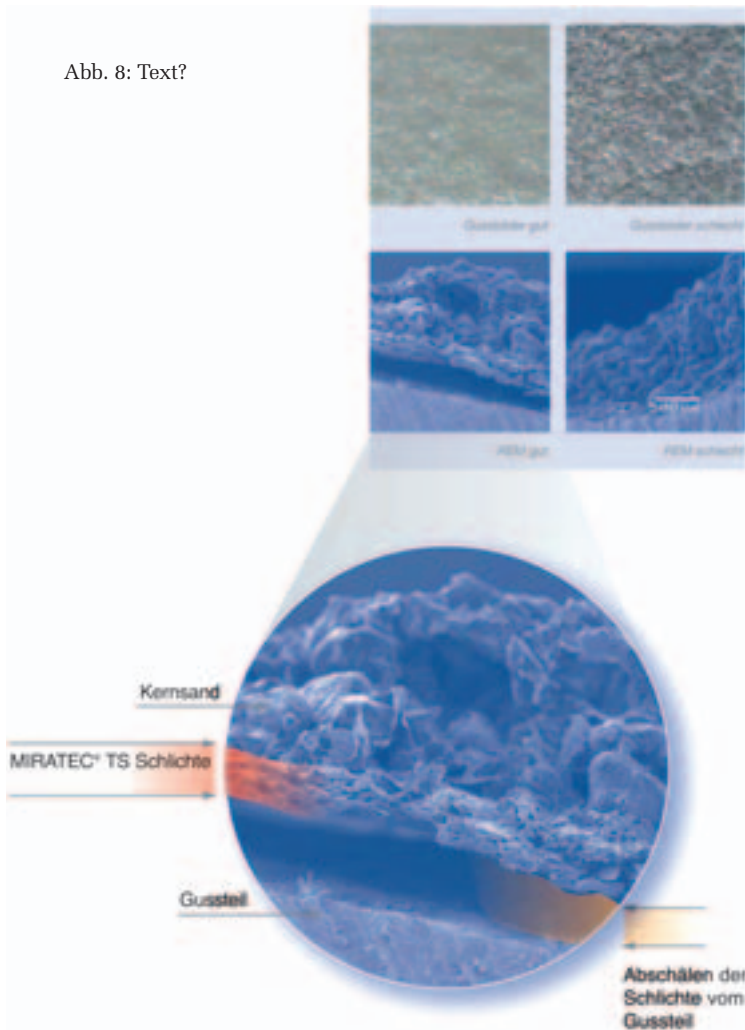


Abb. 7: Gussteiloberfläche mit MIRATEC TS

Motorblöcke können diese Grenzwerte bei nur 300 mg pro Gussteil liegen. Aufgrund dessen, dass es nahezu unmöglich ist, die Wassermäntel oder Ölleitungen durch Kugelstrahlen zu behandeln, muss von den Schlichten gefordert werden, dass sie fehlerfreie Gussteile liefern, jedoch gleichzeitig ihre Haftung auf der Gussteiloberfläche gleich null ist.

Auf der Basis guter Schutzeigenschaften gegen Blattrippenbildung und Penetration wurde eine spezielle Schlichte entwickelt, welche den Schlichterückstand nach dem Gießen auf ein Minimum reduziert. Untersuchungen mit dem Rasterelektronenmikroskop zeigen, dass die Schlichte nach dem Gießen selbstablösende Eigenschaften besitzt.

Abb. 8: Text?



Die Untersuchung zeigt, dass bei Verwendung von MIRATEC TS die Schlichte von selbst von dem Gussteil abblättert und eine sehr saubere Oberfläche zurückbleibt. Im Vergleich zu der herkömmlichen Schlichte wurde die Menge an Rückständen auf die Hälfte bis auf ein Drittel verringert.

• **Schutz gegen Graphitentartung in Sphäroguss und Guss-eisen mit Vermiculargraphit**

Es wurden Schichten entwickelt, welche den Transport von Schwefel oder Sauerstoff aus dem Formstoff in die Schmelze blockieren. Um die angestrebte Eigenschaft zu gewährleisten, stehen verschiedene Mechanismen zur Verfügung. Einer besteht darin, den Transport des Schwefels oder Sauerstoffs zur Grenzfläche mit dem Metall zu reduzieren, indem Schichten mit imprägnierenden Eigenschaften aufgebracht werden, z.B. SILICO IM 801. Ein anderer Mechanismus ist die Verwendung von Schwefel oder Sauerstoff absorbierenden Komponenten, z.B. Calciumverbindungen in der Schlichte.

4. Zusammenfassung

Neu entwickelte Schichten und Additive ermöglichen es Gießereunternehmen fehler- und rückstandsfreie Gussteile auf einfachere Weise mit geringeren Nebeneffekten herzustellen und ermöglichen sogar eine Gießproduktion ohne Verwendung von Beschichtungen.

Literaturverzeichnis

- [1] Stephan Rudolph, Gießerei-Praxis Nr. 6-1993, Seite 105
- [2] Reinhard Stötzel, Diagramm aus Tagungsband, 3. Formstofftage, Duisburg, 2000
- [3] Showman, R., Horvath, L., Clifford, S., Harmon, S., Lawson, E., „A Systematic Approach to Veining Control“, AFS Casting Congress Proceedings, 11-005.
- [4] R.W. Monroe, „Use of Iron Oxide in Mold and Core Mixes for Ferrous Castings“. AFS Transactions 1988.
- [5] S.G. Baker, J.M. Werling, „Expansion Control Method for Sand Cores“, AFS Transactions 2003
- [6] T.J. Gilbreath, P.L.Zajac, J. Bruce, „New Sand Additive Alternative for Veining and Penetration Defects in Thin-Walled Castings“, AFS Transactions 1999.
- [7] W.L. Tordoff, R.D. Tenaglia, „Test Casting Evaluation of Chemical Binder Systems“, AFS Transactions 1980.
- [8] S.R. Giese, J.Thiel, „Numeric Ranking of Step Cone Test Castings“, AFS Transactions 2007.

Kontaktadresse:

ASK Chemicals GmbH
 D-40721 Hilden | Reiholzstraße 16-18
 Tel.: +49 (0)211 711 03-0,
 Fax: +49 (0)211 711 03-70
 E-Mail: info.germany@ask-chemicals.com | www.ask-chemicals.com