

FOTOS: S&B MINERALS

Kostenreduzierung bei der Kernherstellung durch Verwendung moderner Additive

VON OLEG PODOBED, MARL

Die S&B Industrial Minerals GmbH, Marl, gehört mit IKO Technologie zu den größten Lieferanten für Gießereihilfsstoffe, speziell für den Bereich Grünformverfahren (bentonitgebundene Formstoffe). Die Produktpalette wird ständig erweitert, um den Bedürfnissen der Kunden besser entsprechen zu können. Hierbei werden auch die vielfältigen Einflussmöglichkeiten der Gussfehlerprävention ausgeschöpft.

Problemstellung

Das Erreichen von bereits im Gusszustand glatten und fehlerfreien Oberflächen ist

eines der wichtigsten Ziele der Gießereien. Die Fehlerneigung steht in direktem Zusammenhang mit

- > der Legierungsart,
- > den Gießparametern Temperatur und Gießgeschwindigkeit,
- > der Komplexität und Gestalt des Gussteils,
- > den verwendeten Formen und Kernen sowie
- > verfahrensspezifischen Charakteristika.

Um dem Ziel glatter und fehlerfreier Gussteiloberflächen näher zu kommen, arbeitet S&B im Bereich der Kerntechnologie an folgenden Forschungsschwerpunkten:

- > Einflussnahme des Kernsandes auf den bentonitgebundenen Umlaufformstoff;
- > Kernsand als Glanzkohlenstoffquelle (Ursache für die Glanzkohlenstoffeinschlüsse);
- > Kernsand und die Gasentwicklung vs. Grünsand (sowohl die Gasfehlerproblematik als auch Umweltaspekte werden betrachtet);
- > Einflussnahme auf die kernsandbedingten Gussfehler als unterstützende Maßnahme bei der gesamten Qualitätssicherung.

Eine recht häufige Fehlererscheinung, die besonders bei der Kernherstellung aus chemisch gebundenen Formstoffen auftritt, stellt die Blattrippenbildung dar. Eine Umfrage in Großbritannien ergab z. B., dass 85 % der befragten Gießereien Blattrippen als Problem beim Polyurethan-Cold-Box-Verfahren ansehen. Blattrippen entstehen durch das Eindringen des flüssigen Metalls in Risse an der Form- bzw. Kernoberfläche. Ursachen für diese Rissbildung sind die thermische Belastung des Formstoffes und die progressive, sprunghafte Quarzsandausdehnung beim Gießen und Erstarren. Ausdehnungsfehler können außerdem Maßabweichungen und Verformungen verursachen.

Die Energie der Schmelze wird zum großen Teil von der Gießform (Formstoff) aufgenommen (beim Gießen und Erstarren), was große Temperatur- und damit auch Spannungsgradienten zur Folge hat. Dabei laufen unterschiedliche Ausdehnungs-, aber auch Schrumpfungsvorgänge in einzelnen Oberflächenschichten ab. Der Vorgang kann im Allgemeinen in drei Stufen beschrieben werden [1]:

- > Ausdehnung des Basissandes;
- > Ausdehnungsbehinderung der heißen Kernoberflächen durch die Festigkeit der darunter liegenden kälteren Kernschichten;
- > gewisse Ausdehnungsminderung des Sandkornverbandes durch Lockern, Erweichen oder Reißen der intergranularen Binderbrücken.

Maßgebend für die Gussfehlerbildung ist die Ausdehnungsgeschwindigkeit in den ersten Sekunden der thermischen Belastung. Die Schmelze hat in diesem Zeitraum die Möglichkeit, jegliche Kernoberflächenfehler konturgetreu abzubilden. Die weiteren Prozesse, die erst nach der Bildung der fest erstarrten Randschale des Gusstückes stattfinden, können keinen Einfluss mehr auf die betrachtete Problematik ausüben.

Das ungünstige Ausdehnungsverhalten von Quarzsanden (β - α -Umwandlung) wird durch seine niedrige Wärmeleitfähigkeit begünstigt. Dabei trägt der in der Oberflä-

chenschicht entstehende Wärmestau dazu bei, dass sich in dieser Zone der Volumensprung besonders bemerkbar macht.

Die Ausdehnung der Quarzsande wird auch erheblich durch die Festigkeitsänderungen der Binderbrücken geprägt. Diese geben bei den vorherrschenden hohen Temperaturen die Lösungsmittel ab, schrumpfen und entfestigen zugleich. Hinzu kommt der besondere Einfluss von verfestigten Harzen, welche bei der Erwärmung eine plastische Phase durchlaufen und damit die Beweglichkeit ausgedehnter Sandkörner erleichtern. Theoretisch sollen also die Harze in der Lage sein, die entstehenden Spannungen ohne zusätzliche Maßnahmen auszugleichen und die Blattrippenproblematik damit endgültig zu lösen.

Cold-Box-Kerne, die mit heute üblichen dünnflüssigen Bindersorten hergestellt werden, enthalten nur kurze Binderbrücken mit entsprechend geringen Auswirkungen auf die Blattrippenproblematik. Beim Verdichten des Kernes (beim Schießen) wird das Flüssigharz aus Kornberührungstellen herausgequetscht, so dass sich keine längeren Brücken ausbilden können. Höhere Harzmengen können zwar die Ausdehnung der Quarzsande stärker kompensieren, sie sind jedoch meistens unwirtschaftlich, führen zur Bildung verschiedener Gasfehler und zur Umweltverschmutzung und erschweren das Entkernen. Lediglich bei der Harzhüllung des Sandes, wie z. B. beim Croning®-Verfahren, gelten die oben beschriebenen positiven Zusammenhänge weitgehend.

Vermeiden der Blattrippenbildung

Es existiert offensichtlich keine universelle Lösung des Problems. In der Praxis wirkt man deswegen der Blattrippenbildung auf unterschiedliche Art entgegen:

- > Verringerung der Ausdehnung durch Abpuffern (z. B. Holzmehl);
- > Unterdrückung der Ausdehnung durch erhöhte Verformbarkeit (Harztyp, Harzmenge);
- > Erhöhung der Wärmeleitfähigkeit (Grundkernstoffauswahl);
- > Verwendung von ausdehnungsarmen Formgrundstoffen (wie z. B. Chromitsand);
- > Veränderung der Oberflächenspannung an der Kontaktgrenze Schmelze/Kern (Schlichten);
- > Einsatz von Regenerat;
- > Komplexe Wirkung (Einsatz mehrerer Maßnahmen gleichzeitig).

Der gleichzeitige Einsatz mehrerer Maßnahmen wird am häufigsten genutzt, da einzelne Maßnahmen leider nur einen Teil der Problematik sicher entschärfen. Außerdem spielen die Fehleraffinität und Wirtschaftlichkeit eine wichtige Rolle. So kön-

nen z. B. durch die Verwendung von Chromitsand sowie anderer Spezialsande zwar die Blattrippen fast vollständig vermieden werden, allerdings müssen die Kerne unbedingt geschlichtet werden, da ansonsten die Chromitsande aufgrund ihrer chemischen Zusammensetzung viel stärker durch Eisenschmelze benetzt werden.

Dazu kommt eine im Vergleich zu anderen Sanden fast doppelt so hohe Dichte der Chromitsande, was einen negativen Einfluss sowohl auf den Kernkastenabrieb als auch auf den Umlaufformstoff hat. Das gleiche Volumen eines Chromitsandkernes erfordert eine höhere Binderzugabe als bei der Verwendung anderer Sande und bedeutet eine verstärkte Gasentwicklung. Zudem sind Chromitsande nur begrenzt verfügbar und müssen importiert werden.

Die Entwicklung von Antrapex

Bei S&B wurde ein spezielles Additiv entwickelt, das unter dem Namen Antrapex vertrieben wird. Antrapex ist ein Gemisch aus synthetischen organischen und anorganischen Komponenten, das dem Kernsand zugesetzt wird, um sowohl die Blattrippenbildung zu vermeiden als auch die Gussoberfläche zu verbessern. Dabei gelingt es in einigen Fällen sogar, auf das Schlichten der Kerne zu verzichten.

Bei der Entwicklung des Additivs wurde von folgenden Anforderungen und zu berücksichtigende Fakten ausgegangen:

- > Prozesssicherheit;
- > Blattrippenunterdrückung;
- > mit oder ohne Schlichte;

- > benötigte Bindermenge;
- > Dosiermenge und Dosierbarkeit der Additive;
- > Begasung, Verfestigung;
- > Festigkeitsniveau des Kernes nach Additivzugabe;
- > Bench-life, Lagerfähigkeit;
- > Emissionsverhalten;
- > Maßhaltigkeit der Gussteile;
- > Einfluss auf den Umlaufformstoff;
- > Wirtschaftlichkeit.

Zusätzlich wurden die meisten auf dem Markt vorhandenen Lösungen und Produkte in zahlreichen Labor- und Gießtests untersucht und miteinander verglichen.

Der Einsatz von Antrapex

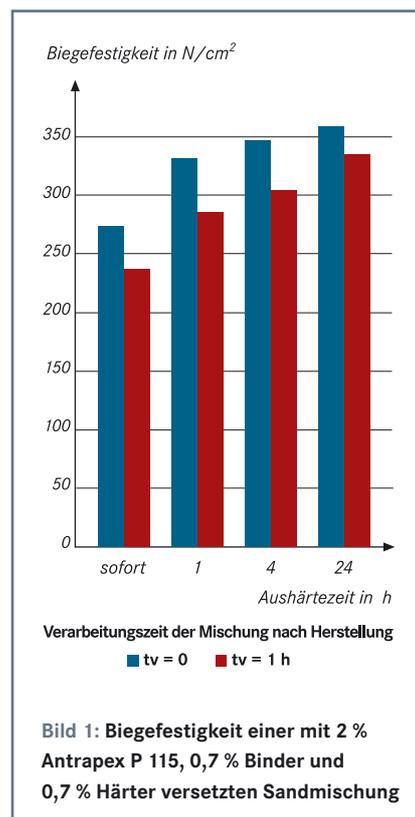
Das Verhalten des Additivs bei der Verarbeitung. Das Additiv Antrapex wird in 20-kg-Papiersäcken oder in Big-Bags beliebiger Größe geliefert. Es lässt sich sowohl mit Hilfe einer Schnecke als auch im freien Fall fördern und dosieren. Eine genaue Zeit- oder Volumendosierung wird gewährleistet. Das Additiv verteilt sich beim Mischen innerhalb weniger Sekunden sehr homogen im Basissand. Die Kernsandmischung klebt weder im Mischer noch im Fördersystem, an den Düsen oder am Kernkasten. Das Schießen der Kerne läuft problemlos ab. Unmittelbar nach der Kernentnahme weisen die Kerne eine hohe Oberflächenfestigkeit/Abriebfestigkeit sowie vollständige scharfe Konturen auf. Die Kontrolle der Additivverteilung kann leicht visuell vorgenommen werden.

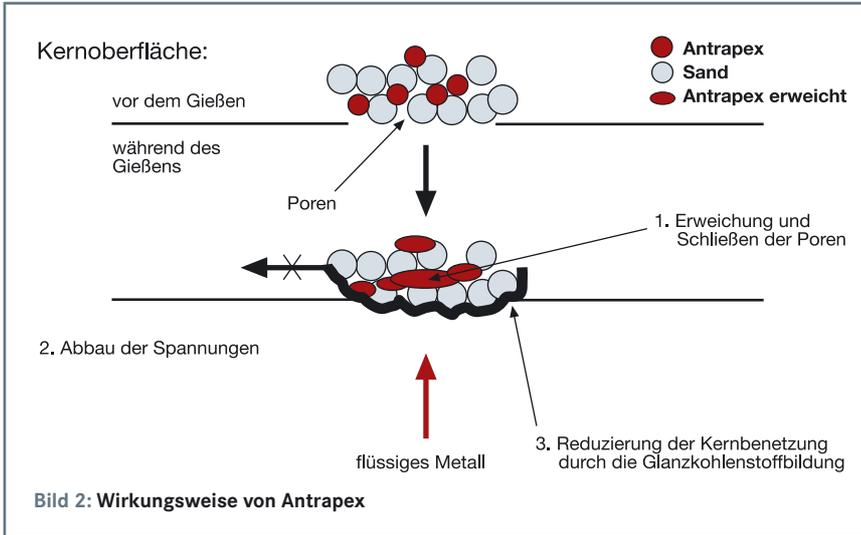
Die Festigkeitsuntersuchungen (Kaltbiegefestigkeit) der mit Antrapex hergestellten Kernsandmischung belegen die guten Festigkeitseigenschaften und ein günstiges Bench-Life-Verhalten (**Bild 1**).

Die gefertigten Kerne können mit Wasser- oder Alkoholschlichte geschlichtet werden. Die Kerne sollten gemäß den allgemeinen Vorschriften für Cold-Box-Kerne gelagert werden. Das Additiv stellt hinsichtlich des Schlichtens und der Lagerung von Kernen keine besonderen Anforderungen.

Das Verhalten des Additivs beim Gießen

Antrapex-Teilchen, die im Kernformstoff verteilt sind, erhöhen den Abstand zwischen den Sandkörnern dank ihres granularen Kornaufbaus. Beim Gießen erweichen diese Teilchen, die erhitzten Sandkörner können besser abgleiten, die Ausdehnungsspannungen werden reduziert und der Blattrippenbildung wird entgegen gewirkt. Zudem werden durch das Erweichen der Antrapex-Teilchen die Porenräume geschlossen, so dass die Form durch das flüssige Metall weniger benetzt wird, was wiederum zu geringerer Penetration und zu einer Verbesserung der Gussoberfläche führt. Bedeutsam ist, dass diese Pro-





zesse direkt zu Beginn der Quarzausdehnung ablaufen. Der anschließend entstehende Glanzkohlenstoff verstärkt die Trennwirkung zwischen Metall und Kernsand, verbessert die Oberflächenqualität und bildet eine der Grundlagen für das schlichtefreie Gießen (Bild 2).

Verhalten des Additivs nach dem Gießen. Antrapex bildet nach der thermischen Belastung eine reduzierende Atmo-

sphäre und Rückstände, die aus einem Gerüst aus C-Atomen bestehen. Dieses Gerüst fördert die notwendige Festigkeit der tiefer liegenden Kernschichten, verbessert die Warmfestigkeit der Cold-Box-Sande, ohne das Auspackverhalten zu verschlechtern, und sorgt für das Erreichen enger Maßtoleranzen der Gussstücke. Ein ähnlicher Vorgang findet auch bei der Verwendung von Glanzkohlenstoffbildnern im Formsand statt. Fließt dieser Kernsand

nach seinem Zerfall in den Formsand (bentonitgebundener Formstoff), wirkt er sich günstig auf den Formsand aus. Zudem kann der Anteil an niederflüchtigen Komponenten im Glanzkohlenstoffbildner reduziert werden. Wird der Kernsand thermisch regeneriert, fördert der C-Rückstand den Verbrennungsvorgang.

Möglichkeiten und Bedingungen für den schlichtefreien Kerneinsatz

In einigen Fällen gelingt es, auf das Schichten der Kerne komplett zu verzichten. Allgemeine Voraussetzungen dafür sind:

- > hohe Oberflächenqualität und Abriebfestigkeit der Kerne;
- > kein zu grober Kernsand (Penetrationsgefahr);
- > hoher Sinterpunkt des Kernsandes;
- > optimale Gestaltung und guter Zustand der Kernwerkzeuge;
- > keine Beschädigungen bzw. möglichst keine Reparaturstellen an der Kernoberfläche;
- > vollständiges Aushärten der Kerne (mind. 8 h, besser 24 h), d. h. nicht direkt nach Entnahme aus der Kernmaschine in die Gießform einsetzen;
- > kein direkter Aufprall des flüssigen Metalls auf die Kernoberfläche im Anschnittbereich und kurze Gießwege.

Praktische Erfahrungen, Leistungsmerkmale und Vorteile für den Anwender

Anwendung 1

- > *Gießerei:* Eisengiesserei Baumgarte GmbH, Bielefeld
- > *Gussortiment:* Kernintensiver Guss verschiedener Größen, überwiegend aus Gusseisen mit Lamellengraphit
- > *Kernherstellungstechnologie:* Cold-Box-Verfahren
- > *Problem:* Im Bereich Gießerei/Putzerei Auftreten von Blattrippen (sortimentbezogen) und damit verbundene Nacharbeit
- > *Zielsetzung:* Reduzieren der Nacharbeit
- > *Lösung:* siehe **Tabelle 1**

Trotz Binderersparnis bleiben die Festigkeiten auf einem noch höheren Niveau. Die Kerne sind beispielhaft in **Bild 3** dargestellt. Zu einem späteren Zeitpunkt werden Versuche durchgeführt, um Additiv- und Aminmengen weiter zu reduzieren.

Anwendung 2

- > *Gießerei:* Walter Hundhausen GmbH, Schwerte
- > *Gussortiment:* Kernintensiver Guss; Gussteile für PKW und Nutzfahrzeuge (Radnaben, Gehäuse, Achsenbauteile),

Tabelle 1: Problemlösung bei der Eisengiesserei Baumgarte GmbH, Bielefeld

<i>Parameter</i>	<i>Situation vorher</i>	<i>Situation nachher</i>
Quarzsand	Neusand H33, 100 % bzw. 90 % H33 + 10 % Cold-Box-Regenerat	unverändert
Harz/Härter	je 0,8 %	0,7 % (entspricht ca. 10 bis 15 % Einsparung)
Schlichte	ja	ja
Additiv	imprägniertes Holzmehl	Antrapex
Additivmenge	1,5 bis 2 %	2 %
Aminmenge		unverändert
Kernstabilität	unter Umständen Kernbruch nach der Kernentnahme	Kernbruch verringert
Blattrippen	kleine Kerne – geringe Blattrippenbildung; große Kerne – Blattrippenbildung	30 bis 50 % reduziert
Gasentwicklung		nicht gemessen
Nacharbeit		weniger

Maschinenbau und Hydraulik, überwiegend aus Gusseisen mit Kugelgraphit

- > Gussteile pro Jahr: ca. 70 000 t
- > Kernherstellungstechnologie: Cold-Box, z. T. Maskenformverfahren
- > Gießtemperatur: bis 1450 °C
- > Problem: im Bereich Gießerei/Putzei - Auftreten von Blattrippen und damit verbundene Nacharbeit
- > Zielsetzung: Reduzieren der Nacharbeit, Erhöhung der Produktivität und Kostensenkung durch schlichtefreien Kerneinsatz
- > Lösung: siehe **Tabelle 2**

Es werden Versuche durchgeführt, um Additiv- und Bindermengen weiter zu reduzieren (abhängig vom Gussteil). Außerdem wurde erwartet, dass im Falle einer kompletten Umstellung reine C-Träger eingespart werden könnten (Reduzierung der Gemisch-Zugabe).

Die **Bilder 4a** und **4b** zeigen ein Beispiel und das Ergebnis schlichtefreier Fertigung. Bei dem in **Bild 4c** dargestellten Kern konnten beispielsweise die erforderliche Begasungszeit und die Aminmenge halbiert werden – ohne Festigkeits- und Qualitätseinbußen.

Tabelle 2: Problemlösung bei der Walter Hundhausen GmbH, Schwerte		
Parameter	Situation vorher	Situation nachher
Quarzsand	Neusand H32, 100 % bzw. Neusand und Raspelsand	unverändert
Harz/Härter	je 0,65 bis 0,8 %	bis zu 10 % Einsparung
Schlichte	ja	ja
Additiv	imprägniertes Holzmehl	Antrapex
Additivmenge	0,5 bis 2 %	reduziert
Aminmenge		Aminmenge und Begasungsdruck wurden reduziert
Blattrippen		kaum
Gasentwicklung		geringer
Nacharbeit		weniger

Anwendung 3

- > Gießerei: Componenta B.V.-Weert (Niederlande)
- > Gussortiment: Kernintensiver Guss;
- > Gussteile für PKW und Nutzfahrzeuge, Maschinenbau
- > Kernherstellungstechnologie: Cold-Box-Verfahren, Gießtemperatur bis 1450 °C

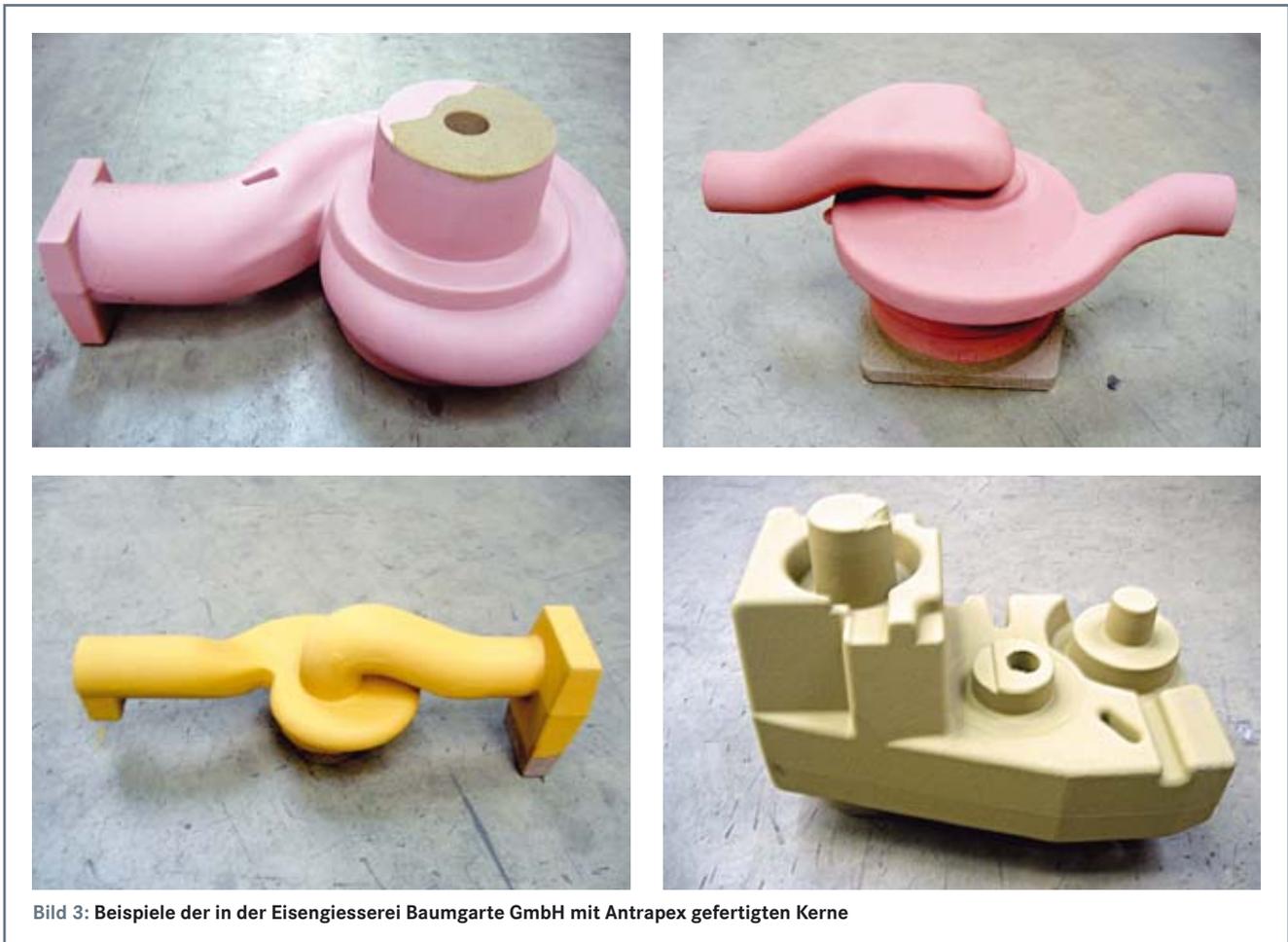


Bild 3: Beispiele der in der Eisengießerei Baumgarte GmbH mit Antrapex gefertigten Kerne

- > **Problem:** im Bereich Gießerei/Putzerei
- Auftreten von Blattrippen und damit verbundene Nacharbeit
- > **Zielsetzung:** Reduzieren der Nacharbeit

Die Ergebnisse der Anwendung von Antrapex zeigt **Bild 5**.

Zusammenfassung

Die Suche nach innovativen und wirtschaftlichen Lösungen im Bereich der Form- und Kernstofftechnologie ist und bleibt ein hoch aktuelles Thema. Angesichts des steigenden Bewusstseins vieler Gießereien in Fragen des Umweltschutzes und der nachhaltigen Gussteilfertigung sollten die angebotenen Lösungen vor allem auch umweltfreundlich sein.

Dies gilt insbesondere für die Entwicklung von Additiven. Das neu entwickelte Additiv Antrapex bewirkt darüber hinaus:

- > homogene Verteilung des Additives durch seinen granularen Aufbau (kompatibel zum Kornspektrum des Formgrundstoffes), hervorragendes Schießverhalten und Füllungsvermögen des Kernsandess;
- > scharfe Konturenausbildung des Kerns, hohe Abriebfestigkeit und Oberflächen-güte; kein kernsandbedingter Kernbruch mehr;

Die Suche nach innovativen und wirtschaftlichen Lösungen im Bereich der Form- und Kernstofftechnologie ist und bleibt ein hoch aktuelles Thema.

- > hohe Festigkeiten und bench-life des Kernsandess, da das Material chemisch inert ist;
- > ca. 20 % höhere Festigkeiten des Formstoffes im Vergleich zu Formstoffen mit Holzmehl, dadurch bietet sich die Möglichkeit, den Bindergehalt um 10 bis 20 % zu reduzieren - mit einem nachhaltigen Effekt sowohl auf die Wirtschaftlichkeit als auch auf die Umwelt;
- > niedrigere Gasentwicklung (ca. 50 %),

- und geringere Binder-Zugabe (10 bis 20 %);
- > Begasungszeiten und Aminmengen können gesenkt werden, dies bringt weitere Umweltvorteile;
- > es besteht die Möglichkeit, ein bestimmtes Kernsortiment schlichtefrei zu verarbeiten;
- > Nacharbeit und Kontrollaufwand werden minimiert, keine Engpässe in der Putzerei;
- > sehr gutes Preis-Leistungs-Verhältnis.

Weitere Untersuchungen und Produktoptimierungen haben als Ziel, Spezialsande durch Antrapex-haltige Kernformstoffe auf der Basis von Regenerat und Neusand zu substituieren.

Dr.-Ing. Oleg Podobed, S&B Industrial Minerals GmbH, Marl

Literatur:

- [1] *Giesserei* 66 (1979) Nr. 21, S. 775-787.
- [2] *Giesserei Rundschau* 51 (2004) Nr. 7/8, S. 135-139.

Der Beitrag basiert auf einem Vortrag, der auf den 6. Formstoff-Tagen (14. und 15. Februar 2006) an der Universität Duisburg-Essen vorgetragen wurde.



Bild 4: Beispiele der in der Walter Hundhausen GmbH mit Antrapex gefertigten Kerne: a) schlichtefreier Kern und b) damit gefertigtes Gussteil; c) Kern, bei dem die erforderliche Begasungszeit und die Aminmenge halbiert werden konnten



Bild 5: In der Componenta B.V. mit Antrapex gefertigter Cold-Box-Kern mit einem Gewicht von 166 kg