

# Reduzierung von Grünsandemissionen um mindestens 25% – Fallstudie

*Reduction of Greensand Emissions by minimum 25% – Case Study*



**Dipl.-Ing. Cornelis Grefhorst,**  
Studium der Analytischen Chemie an der Laborhochschule in Arnheim / NL und der Gießertechnik an der Technischen Hochschule in Utrecht/NL. Danach 5 Jahre Tätigkeit im Entwicklungsbereich Papierindustrie und 13 Jahre als Laborleiter einer Gießerei. Seit 1994 Spezialisierung auf tongebundene Formstoffe in der Zulieferindustrie. Seit 1998 Manager R&D Bentonite Division bei IKO- bzw. S&B Industrial Minerals GmbH in Marl/D.

**Dr.-Ing. Oleg Podobed,**

Absolvent der Fachrichtung Gießertechnik an der Nationalen Technischen Universität der Ukraine in Kiew. Danach von 1996 bis 1998 Assistent am Lehrstuhl für Gießereiwesen der Eisen- und Nichteisenmetalle, anschließend Austauschwissenschaftler und Doktorand am Gießerei-Institut der TU Bergakademie Freiberg/D. Seit Oktober 2001 Mitarbeiter für den Bereich Marketing Development bei IKO- bzw. S&B Industrial Minerals GmbH in Marl/D.



**MITAUTOREN:**

**Wim Senden u. Resat Ilman,**  
Componenta Foundry, Heerlen/NL

**Vic Lafay,**  
S&B Industrial Minerals North America

**Prof.i.R. Dr.-Ing.habil. Werner Tilch,**  
TU Bergakademie Freiberg/D

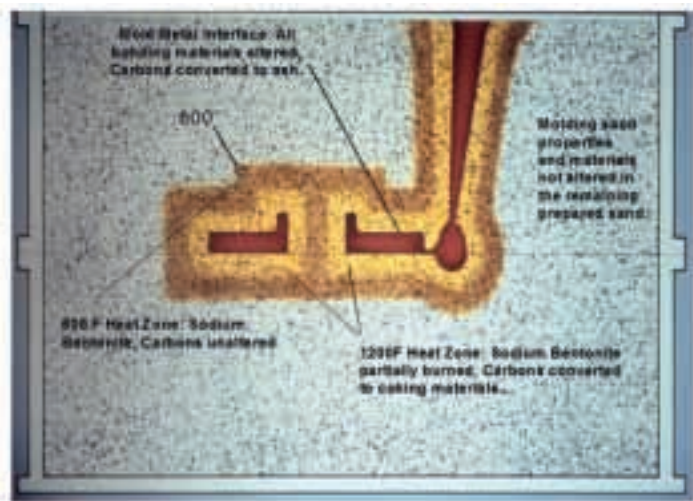


Abb. 1: Die Verkokung von Kohlenstoff setzt Emissionen in Form von Cracking-Produkten und Kohlenmonoxid frei (600°F = 315°C, 1200°F = 650°C).

Wird eine Grünsandform hergestellt, so geschieht dies allein durch die mechanische Verdichtung an der Formmaschine, ohne daß Katalysatoren oder Hitze bzw. Wärme für das Erreichen der Festigkeit erforderlich wären. Dieses Konzept der Formherstellung führt zu Effizienz und Nachhaltigkeit bei der Produktion von Gussteilen.

Üblicherweise werden dem Formsand Steinkohlenstaub oder Kohlenwasserstoffharze zugesetzt. Diese organischen Additive führen zu einer Verbesserung der Guss-Oberfläche und gleichzeitig zur Reduktion bestimmter Gussfehler. Diese Zusätze erleichtern auch die Trennung von Guss und Formsand beim Auspacken.

Im Formfüllungsprozess kommt es durch den Einfluss der heißen Metallschmelze zu einer partiellen Verbrennung der organischen Zusätze sowie zu einem Cracking-Prozess. Dabei entstehen Emissionen, die gesundheitsschädliche Komponenten enthalten. Diese Emissionen wirken sich sowohl auf die Gesundheit der Gießerei-Mitarbeiter als auch auf die umgebende Umwelt negativ aus. Die entstandenen Emissionen können zum Beispiel aromatische Kohlenwasserstoffe, wie z.B. Benzol oder auch Kohlenmonoxid enthalten. Sie kontaminieren den Altsand und begrenzen so die Wiederverwertbarkeit des Formstoffes.

Das Verhältnis von Bindeton (Bentonit) zu kohlenstoffhaltigen Additiven beträgt üblicherweise 75 zu 25 Prozent.

## Entwicklung von Formsand ohne Glanzkohlenstoffbildner

Auch wenn dem tongebundenen Formsand keine glanzkohlenstoffbildenden Produkte beigemischt werden, ist dieser nicht vollkommen frei von organischen Bestandteilen. Man muss sich darüber im Klaren sein, dass chemische Binder, die zur Kernherstellung verwendet werden, beim Giessprozess im Kontakt mit der heißen Metallschmelze thermisch zersetzt werden. Die aus den Kernen entstehenden Gase können dann im bentonitgebundenen Formsand kondensieren. Die Adsorptionsfähigkeit bentonitgebundener Sande kann also die Emissionen und Gerüche organischer Bindersysteme abfangen und es gibt viele Veröffentlichungen, die dieses Konzept beschreiben.

In der Gießereiindustrie kommen jedoch auch schon Formsandsysteme zum Einsatz, die keine zusätzlichen organischen Bestandteile enthalten. Diese Systeme basieren auf Mineralen,

Der Beitrag beschreibt die Entwicklung eines Produktes für einen bentonitgebundenen Formsand, bei dem die Anteile an Kohle bzw. Glanzkohlenstoffbildnern (GKB) ganz oder teilweise durch anorganische Komponenten ersetzt wurden und dessen Einführung in einen laufenden Giesserei-Prozess.

Innerhalb des 5. Framework-Programmes (2000–2004) wurde von der EU das GO-APIC-Projekt gefördert. Ziel des GO-APIC-Projektes war die Entwicklung eines Grünsandsystems ohne organische Additive, dessen Ergebnisse während des 66. Gießerei-Weltkongresses 2004 in Istanbul [1] vorgestellt wurden. Damals startete S&B Industrial Minerals zusammen mit der TU Bergakademie Freiberg und der Universität Krakau eine Fortsetzung des Projektes. Zum einen sollte die Emissionsreduzierung aus bentonitgebundenen Formsanden weiter optimiert werden, zum anderen sollte eine Messtechnik etabliert werden, die Veränderungen bei der Umstellung von herkömmlichen Formsandsystemen auf ein GKB-freies Sandsystem entsprechend sichtbar machen kann.

## Einleitung

Bei Bentonit im tongebundenen Formsand handelt es sich zunächst um ein rein anorganisches Bindersystem, aus dem beim Abguss keine organischen Emissionen freigesetzt werden. Nur ein geringer Teil des Tonminerals wird im Gussprozess irreversibel geschädigt, der größte Teil (über 90%) kann als anorganischer Binder wieder verwendet werden (siehe **Abb. 1**).

\*) Vorgetragen von C. Grefhorst auf dem 69. World Foundry Congress, 16./20.10.2010, Hangzhou, China

die keine organischen flüchtigen Bestandteile freisetzen, welche Glanzkohlenstoff bilden. (Glanzkohlenstoff hat eine graphit-ähnliche Struktur und wird beim Gießprozess aus der heißen, an Kohlenstoff übersättigten Gasatmosphäre auf der Formoberfläche im Kontakt mit der Schmelze abgeschieden). Durch den fehlenden Glanzkohlenstoff und die fehlenden spezifischen Eigenschaften der Kohle beim Erhitzen (Aufblähen, plastisches Verhalten, Bildung von Verkokungsrückstand) entsteht u.U. eine Situation, in der sich möglicherweise die Guss Oberfläche verschlechtert und verstärkte Sandanhaftungen am Gussstück können die Folge sein.

Im Rahmen des GO-APIC-Projektes wurden verschiedene anorganische Additive als Ersatz für die organischen Komponenten getestet. Während viele von diesen, eingearbeitet in den Formsand, zur Verringerungen der mechanischen Festigkeitswerte führten, ergab ein entsprechender Zusatz von Prozesskohlenstoff, eingearbeitet in den Bentonit, ein neuwertiges und optimal wirkendes Bindemittel für Formsande. Die Kombination mit einem spezifischen natürlichen Tektosilikat als Ersatz für den Verkokungsrückstand im Formsand wirkte im Guss-Prozess wie gewünscht. Bei besonderen Anforderungen bezüglich des Auspackverhaltens können zur Verbesserung weitere Additive zugefügt werden.

Gießversuche ergaben, dass der Einsatz eines Formsandsystems ohne organische Additive keinen Einfluss auf die Oberflächenstruktur von Gußeisen mit Kugelgraphit hat.

Das oben beschriebene System wurde optimiert und zwischen Mai 2007 und Dezember 2008 in der Gießerei *Componenta* in Heerlen/NL eingeführt. Seit Dezember 2008 bewährt sich dieses Formsandsystem auf Basis eines anorganischen Bindersystems.

## Fallstudie *Componenta*

In der *Componenta*-Gruppe bilden umweltfreundliche Aspekte die Grundlage vieler Entscheidungen. Zusätzlich wurden Management-Systeme eingeführt, die besonders umweltfreundliche Gesichtspunkte unterstützen. Die Nutzung optimierter Produkte sowie die Reduzierung nicht wieder verwertbarer Materialien helfen dabei, die Produktion nachhaltiger zu gestalten. Eine weitere Forderung des Managements zielt darauf ab, nur die Menge an Materialien und Energien zu verbrauchen, die unbedingt notwendig ist.

- Das Kerngeschäft der Gruppe umfasst Gießereien und Produktionsstätten in Finnland, Schweden, den Niederlanden und der Türkei
- Der Nettoumsatz beträgt 635 Mio. €
- Mitarbeiteranzahl: 5.100 (inklusive nicht fest eingestelltes Personal)
- Zur Produktpalette gehören endgefertigte Gussteile sowie bearbeitete, oberflächenbehandelte und vorgefertigte Komponenten
- Kunden sind global operierende Firmen in den Bereichen Off-Road, Schwertransporter, Automobile, sowie Gussteile für Dieselmotoren, Windkraftanlagen und die Bauindustrie
- Die Aktien von *Componenta* werden an der Börse in Helsinki (OMX Nordic Exchange) gehandelt
- Die Aktien von *Componenta* Döktas werden an der Börse Istanbul gehandelt

Mit diesem Handlungsspielraum im Hintergrund entschied *Componenta* Heerlen, die klassischen GKB-enthaltenden Produkte durch eine Neuentwicklung von S&B zu substituieren und dadurch den schädlichen Einfluss auf die Umwelt und die Arbeitsbedingungen im Werk zu minimieren. Das Produkt ist unter dem Namen ENVIBOND® bei S&B Industrial Minerals GmbH erhältlich.

Die Gießerei *Componenta* Heerlen ist aufgeteilt in 2 Produktionslinien: eine Furanharzlinie sowie eine Linie mit tongebundenem Formsand auf einer HWS-Anlage. Die auf der HWS-Anlage produzierten Formen (860 x 630 x 330/330 mm) wiegen ca. 580 kg, das Gussgewicht beträgt 120 kg. Es werden 130 Formen pro Stunde gefertigt. Die Auffrischung erfolgt nur über den

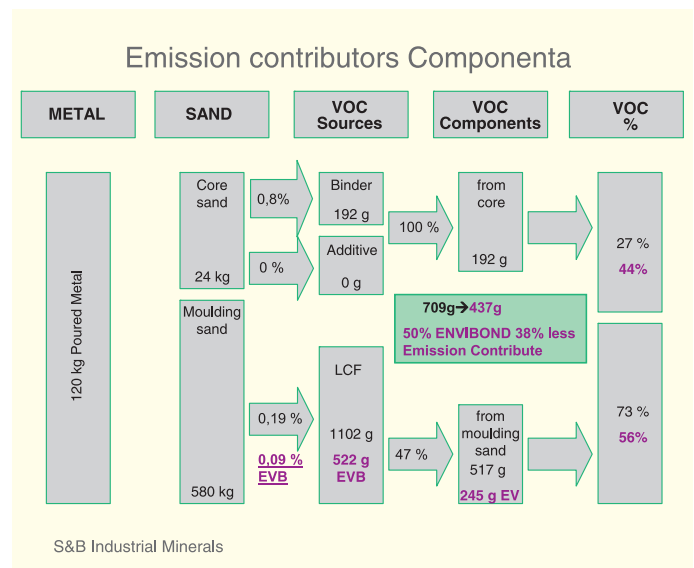


Abb. 2: Eine Übersicht über die wesentlichen Emissionsverursacher: GK-Bildner und Kernbinder. *Componenta* arbeitet mit einem sehr geringen Gehalt an PUR Cold-Box Binder, jeweils 0,4% an Teil 1 und Teil 2 (verringert zusätzlich die Emissionen).

Das Beispiel demonstriert die Emissionsentwicklung einer Form mit einem mittleren Gewicht von 580 kg und einem Kerngewicht von 24 kg, vor und nach der Einführung von 50% ENVIBOND®. Der Eintrag von GKB hat sich von 0,19% auf 0,09% reduziert.

Später wurde *Componenta* auf 100% ENVIBOND® umgestellt.

Kernsandeintrag. Der Formsandumlauf beträgt 1,5 Umläufe pro Schicht (8 Std.). Typische Gussstücke sind Hydraulik-Komponenten, Radnaben und Getriebegehäuse.

Zunächst wurde untersucht, welchen Einfluss die Glanzkohlenstoff-Bildner auf den Anteil der Emissionen haben (nicht alle Emissionen aus dem Formsandsystem werden von den Kernbindemitteln freigesetzt). Für die Kalkulation der Menge an flüchtigen organischen Anteilen im aufbereiteten Formsand, das Emissionspotential, wurde angenommen, dass der Anteil an VOC (Volatile Organic Compounds) von den GK-Bildnern (GKB) 73% beträgt. Ein Austausch der traditionellen GKB durch 50% ENVIBOND® ergab eine gesamte Emissions-Potential-Reduktion von 38%.

## Einführung eines Formsandes ohne Glanzkohlenstoffbildner

Ursprünglich wurden bei *Componenta* zwei Produkte, ein Gemisch aus 50% GKB/C-Träger und 50% Bentonit sowie ein reiner Bentonit eingesetzt. Die Zugabe dieser Komponenten erfolgte aus 2 Silos in einen Mischer. Zunächst folgte eine Umstellung auf ein gebrauchsfertiges Gemisch aus 22% GKB und 78% Bentonit. Mit dieser Umstellung wurde der zweite Silo für ENVIBOND® frei. Die Einführung startete mit einem Anteil von 10% ENVIBOND® und erfolgte dann in weiteren Schritten mit einer Steigerung von 10% pro Monat. In jeder Phase der Einführung wurden alle Prozessparameter des Formsandes gesammelt und dokumentiert. Zusätzlich wurden von einem externen Dienstleister Emissions- und Geruchsmessungen an der Formanlage sowie an der Auspackstation vorgenommen. So ergab sich ein umfangreiches Bild der Emissionsentwicklung und der Veränderungen in jeder Phase der Umstellung.

Am Beginn der Umstellungsserie wurden im Formsand ein Glühverlust (Loss on Ignition) von 4% und ein Aktivtongehalt von ca. 8,5% festgestellt. Während der schrittweisen Einführung auf 100% ENVIBOND® reduzierte sich der Glühverlust auf 2,5%. Dieser Restglühverlust ist auf den Anteil an Graphit, den Glühverlust des Bentonits und auf Kernbinderreste zurückzuführen. Der verbleibende Anteil an TOC (gesamter organischer Kohlenstoff) lag bei 1%.

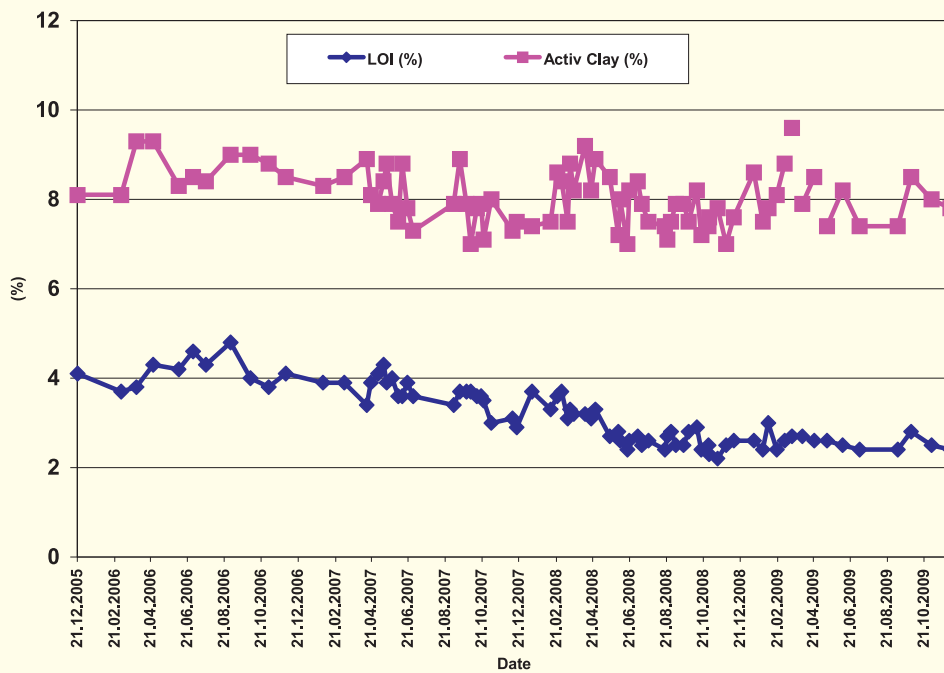


Abb. 3: Die Einführung begann im Mai 2007. Nach der Umstellung auf 100% ENVIBOND® im Dezember 2008 wurde kein GK-Bildner mehr zugesetzt.



Abb. 4: Vor der Einführung von ENVIBOND® wurden Formsandproben entnommen und für Vergleichsmessungen zurückgestellt. Auch die Emissionsmessungen wurden komplettiert und Vergleichs-Gusstücke aus der Phase vor der Umstellung aufbewahrt.

Componenta wurden diese Unterschiede beim Auspackverhalten beobachtet, führten jedoch nicht zu größeren Problemen.

Vor der Einführung von ENVIBOND® in das Grünsandsystem wurden größere Proben entnommen und gelagert; diese Proben wurden später nach jeder Phase der Umstellung zeitgleich gemessen. Die gelagerten Sandproben wurden nach Zugabe von 0,2% Wasser mit einem Labormischer wiederaufbereitet.

Die Ergebnisse der Vergleichsmessungen sind in **Tabelle 1** dargestellt.

Technologische Parameter	2007	2008	Diff. %
Prüfkörpergewicht [g]	143,0	142,5	-0,3
Verdichtbarkeit [%] (100 N/cm <sup>2</sup> )	41,4	41,2	-0,5
Wassergehalt [%]	3,4	3,6	5,6
Gründruckfestigkeit [N/cm <sup>2</sup> ]	17,4	17,1	-1,7
Grünzugfestigkeit [N/cm <sup>2</sup> ]	3,2	2,9	-7,8
Trockendruckfestigkeit [N/cm <sup>2</sup> ]	40,7	47,0	15,5
Nasszugfestigkeit [N/cm <sup>2</sup> ]	0,29	0,30	2,4
Gasdurchlässigkeit	153	158	3,3
Shatter-Index [%]	77,5	77,9	0,5
Fließbarkeit nach Orlov [%]	79,9	76,2	-4,6
Abriebfestigkeit nach 2 min. [%]	3,65	2,68	-26,6
Abriebfestigkeit nach 5 min. [%]	24,3	20,0	-17,7
Deformation [mm]	0,37	0,39	5,4
Grünscherfestigkeit [N/cm <sup>2</sup> ]	5,36	5,49	2,4

Tabelle 1: Der Formsand ohne GKB zeigt leichte Unterschiede in den Eigenschaften im Vergleich zu den klassischen Formsanden.

Es kann erwartet werden, dass die Reduzierung der organischen Komponenten einen Effekt auf die Formsandeigenschaften bei hohen Temperaturen bzw. im Temperaturbereich bis zur Abkühlung hat. In **Tabelle 2** sind die Werte der Formsandeigenschaften bei höheren Temperaturen aufgeführt. Für die Beurteilung des Auspackverhaltens (Trennung Sand/Guss) ist zum Beispiel die Heißdruckfestigkeit ein wichtiger Parameter. Es scheint so zu sein, dass der Zerfall eines neu aufbereiteten Formsandes in einem Temperaturbereich bis 400°C besser ist, und bei Temperaturen ab 400°C aufwärts schlechter wird (**Abb. 5**). Dies wird verständlich, wenn man bedenkt, dass zum Beispiel der Kohlenstoff erst bei höheren Temperaturen reagiert. In der Gießerei

Technologische Parameter	2007	2008	Diff. (%)
Verdichtbarkeit (%)	41	40,9	-0,2
Wassergehalt (%)	3,38	3,45	2,1
Prüfkörpergewicht (g)	143	143	0,0
Gründruckfestigkeit (N/cm <sup>2</sup> )	17,7	16,6	-6,2
Heißdruckfestigkeit (N/cm <sup>2</sup> )			
150°C / 3h	38,7	38,1	-1,6
350 °C / 1.5h	37,5	30,7	-18,1
550°C / 45 min	21	28,3	34,8
750 °C / 30 min	14,9	14,9	0,0
Heißscherfestigkeit (N/cm <sup>2</sup> )			
Aufheiztemperatur 15 s	2,3	2,1	-8,7
Aufheiztemperatur 60 s	3,7	4,7	27,0
Ausdehnung (mm)			
30 s Aufheizung	0,15	0,17	13,3
60 s Aufheizung	0,33	0,33	0,0
180 s Aufheizung	0,6	0,58	-3,3
Druckspannung (N/cm <sup>2</sup> )			
30 s	9,22	9,09	-1,4
60 s	18,3	20,8	13,7
max	22,9	26,7	16,6

Tabelle 2: Hochtemperatureigenschaften des Formsandes

Zur Bestimmung der Dilatation wurde ein Prüfkörper des Formsandes mit einer Flamme einseitig erhitzt (**siehe Abb. 6**) [2]. Es bestand kein Unterschied in der Ausdehnung des emissionsarmen Formsandes im Vergleich mit dem klassischen Formsand. Der fehlende Unterschied kann mit dem höheren Anteil an Graphit (stärkere Verdichtung) und dem gleichzeitigen Fehlen der thermischen Reaktion der GKB [3][4] erklärt werden. Im Gießprozess (keine Flamme, d.h. kein Sauerstoff) wird dieser Effekt noch geringfügiger sein. Bei *Componenta* wurde festgestellt, dass nach Einführung von 100% GKB-freiem Formsand der Anteil an Schülpen angestiegen ist (Unterkasten, hinter dem Einguss). Es wurde eine Änderung des Eingussystems auf 2 Ein-

güsse und eine Bentonitmodifikation vorgenommen. Die Tendenz von Grauguss in Bezug auf Penetration verschwand vollständig, vermutlich infolge des geringeren Wassergehaltes und der besser und homogener verdichteten Formen.

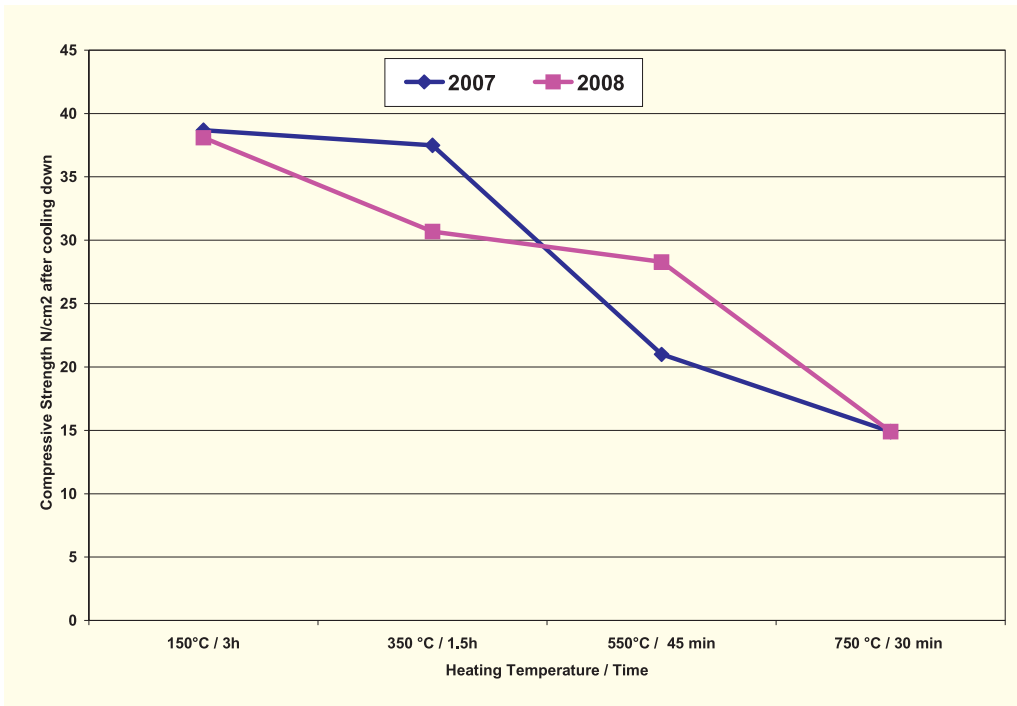


Abb. 5: Festigkeitsverhalten beim Auspacken; im Bereich der hohen und niedrigen Temperaturen verhalten sich beide Systeme gleich. Dazwischen unterscheiden sich die Proben: Probe 2008 besser bei 350°C, Probe 2007 besser bei 500°C (besserer Zerfall = niedrigere Festigkeit)

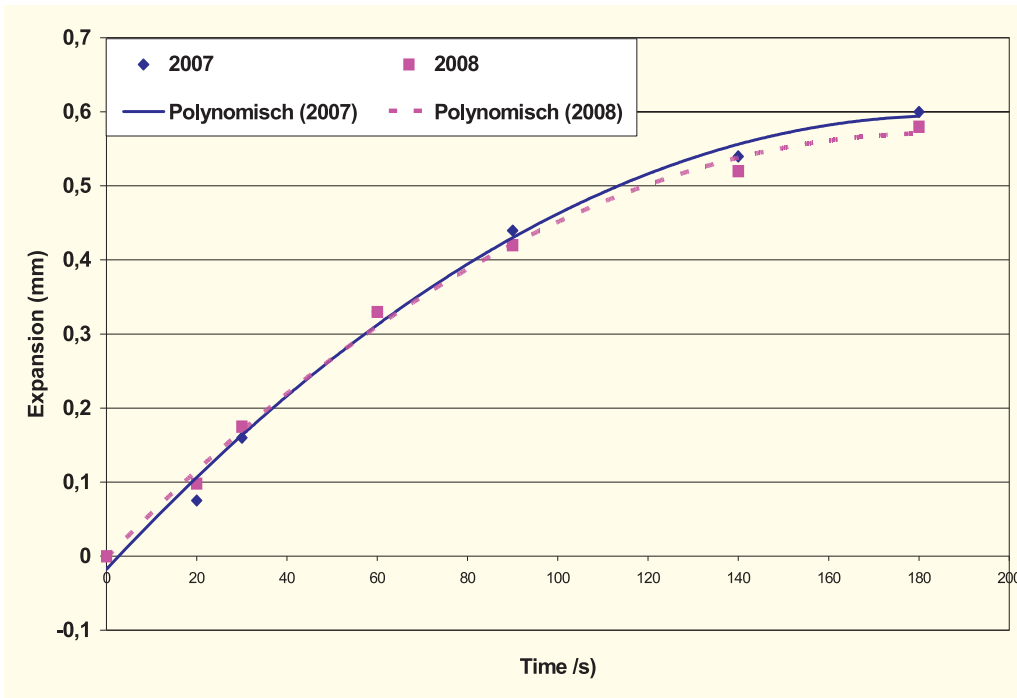


Abb. 6: Ähnliche Ausdehnungskurven bei beiden Formsanden: Proben 2007 und 2008

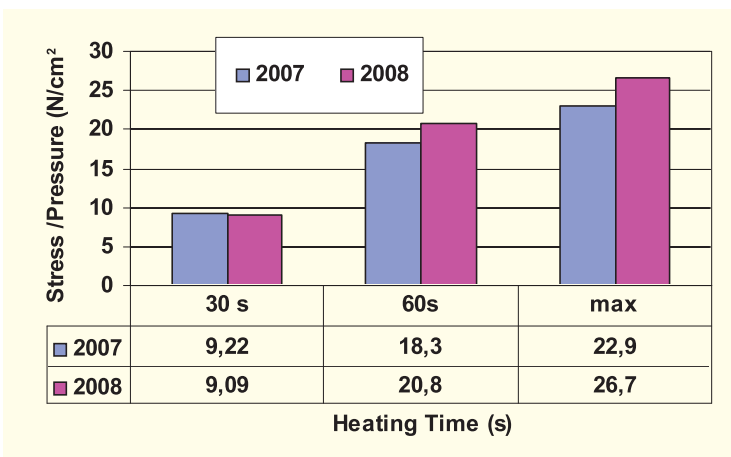
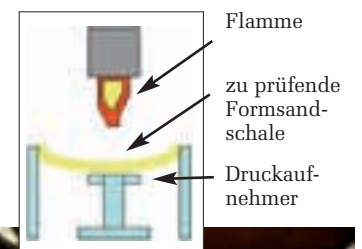


Abb. 7: Messung der Druckspannung einer Formsandschale während der Aufheizung. Das Fehlen von GKB erhöht in geringem Maße die Spannung, messbar anhand des Sensors unterhalb der Sandschale.

### Umwelt-, Gesundheits- und Sicherheitsaspekte

Was die Sicherheit beim Transport, der Lagerung und dem allgemeinen Umgang mit einem GKB-freien Gemisch angeht, wirken sich ENVIBOND® und die darin enthaltenen feinsten Anteile in allen oben genannten Bereichen positiv aus, da es keine gefährlichen Komponenten enthält. Bei einem GKB-freien Produkt kann es auch nicht zu einer Staubexplosion oder zu einer Selbstentzündung durch Reaktionen mit Sauerstoff kommen.

Um die umwelt- und gesundheitsbedingten Vorteile GKB-freier Formsande zu ermitteln, wurden diese im Vergleich zum klassischen Formsand in einer Pilotsituation gemessen (Abb. 8).

Ein zweiter Weg, um Änderungen bei der Einführung eines GKB-freien Systems zu erkennen, ist die Vorort-Messung der Gießerei-Emissionen. Dabei ist es wichtig, die gleichen Prozessparameter vor und nach Umstellung des Systems zu gewährleisten. Vergleichsmessungen umfassten hier sowohl den kernlosen als auch den kernintensiven, also produktionsstypischen Gießablauf. Die externen Messungen wurden vom Dienstleister Pro-Monitoring durchgeführt.

Abb. 8 zeigt den Aufbau des Pilotmesssystems. Ein Standard-Prüfkörper mit einem Gewicht von 200 g wurde mit 3 Rammschlägen verdichtet und in Gusseisen mit einer Temperatur von 1.400°C umgossen. Das System war so abgedichtet, dass alle entstehenden Gase nur über ein Metallrohr entweichen konnten. Alle Gase wurden über ein Adsorptionsröhrchen mit Aktivkohle geleitet, welche schließlich auf den Gehalt an BTEX (Benzol, Toluol, Ethylbenzol, Xylol) analysiert wurde.

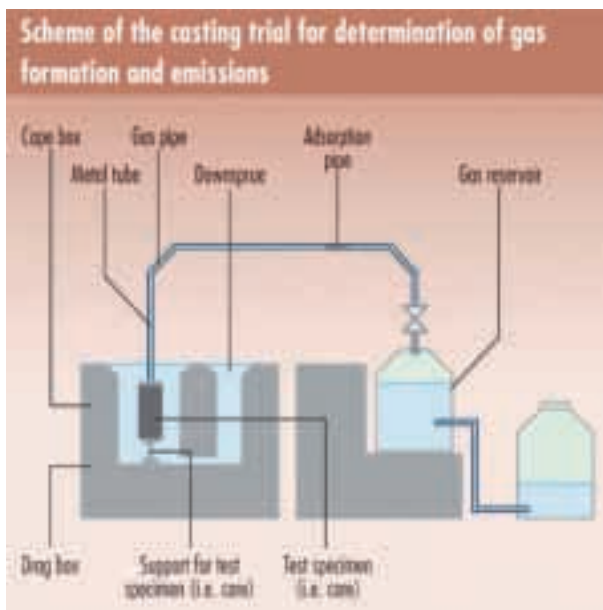


Abb. 8: Aufbau zur Freisetzung und Messung der Gehalte an BTEX sowie der Gasentwicklung. Ein Formsandtestkörper mit einem Gewicht von ca. 200 g wurde mit Graugusschmelze (1.400°C) umgossen (Ergebnisse siehe Tabelle 3).

Probe	Prüfkörpergewicht [g]	Gasvolumen [dm³/kg]	Emissionen [mg/kg Formsand]			
			Benzol	Toluol	Ethylbenzol	Xylol
2008	191.29	20.91	141.15	16.73	0.52	3.66
2008	191.13	20.93	116.15	14.13	0.52	3.14
<b>Mittelwert 2008</b>	-	<b>20.92</b>	<b>128.65</b>	<b>15.43</b>	<b>0.52</b>	<b>3.40</b>
2007	189.32	25.35	206.53	28.52	1.58	7.92
2007	191.70	25.04	206.57	22.95	0.52	5.74
<b>Mittelwert 2007</b>	-	<b>25.20</b>	<b>206.55</b>	<b>25.74</b>	<b>1.05</b>	<b>6.83</b>

Tabelle 3: Durch die Einführung des emissionsreduzierten Produktes (ENVIBOND®) wurden das Gasvolumen um 20% und die Benzol-Emissionen um ca. 40% reduziert. (Das Gas enthält ebenso anorganische flüchtige Bestandteile).

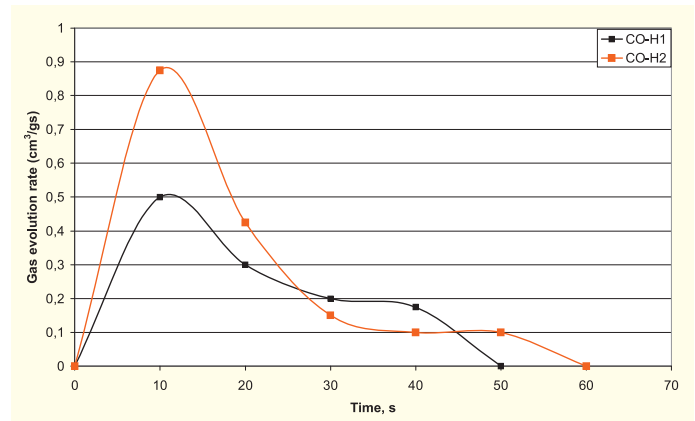


Abb. 9: Gasvolumen dV/dt vor und nach Einführung von ENVIBOND®: rot 2007, schwarz 2008

Bei den Emissionsmessungen sollte beachtet werden, dass es sich bei den Verhältnissen, die beim Testabguss entstehen, in Bezug auf erreichte Temperaturen und Formsandbelastung um Extrembereiche handelt. Der Prüfkörper wird an der Oberfläche mit 1.400°C schockartig, im Zentrum relativ langsam bis auf 900°C aufgeheizt.

In dieser Situation erreicht der gesamte Formsand einen Temperaturbereich zwischen 400 und 900°C. Dabei wird ein Großteil der flüchtigen Bestandteile freigesetzt. Die hierbei entwickelten Emissionen können nicht auf die im Gussprozess entstehenden übertragen werden.

Der Vergleich beider Sande ergibt eine Reduzierung der Emissionen um 38% (Tabelle 3).

Um eine bessere Gussqualität zu erhalten, ist die Reduzierung des entstehenden Gasvolumens ein Vorteil. Wichtiger jedoch ist die Kinetik der Gasentwicklung. Betrachtet man die Gasentwicklung als Funktion der Zeit (dV/dt), so liegt das Maximum beim klassischen Formsand bei 0,88 cm³/g, das Maximum des emissionsreduzierten Formsandes liegt bei 0,5 cm³/g.

Überraschend war der Unterschied im Benzolgehalt aus der Gasphase, im Vergleich zum Benzolgehalt im Formsand. Der Anteil an Benzol im Formsand lag bei < 1mg/kg, während der Anteil an emittiertem Benzol bei 110–210 mg/kg lag. Nur ein geringer Anteil an Benzol wird im Grünsand adsorbiert.

	2007	2008	90 kg Gussgewicht, 43 Formen/h
Gieß- und Abkühlstrecke	BTX	BTX	
Benzol	100	60	Benzol, Ausgangsbasis 100
Toluol	53	0	
Xylol	40	0	
Auspackstrecke			
Benzol	67	53	
Toluol	67	67	
Xylol	67	0	
Gieß- und Abkühlstrecke	OU 2007	OU 2008	
1. Messung	1814	1986	
2. Messung	3058	3087	
3. Messung	2362	534	
			Tendenziell keine Änderung
Auspackstrecke			
1. Messung	6232	3883	
2. Messung	4492	1825	
3. Messung	16483	1536	
			Tendenziell geringere Geruchsentwicklung während des Auspackens

Tabelle 4: BTEX- und Geruchsmessungen an 2 Stellen im Gießprozess, an der Gieß- und Abkühlstrecke sowie an der Auspackstrecke.

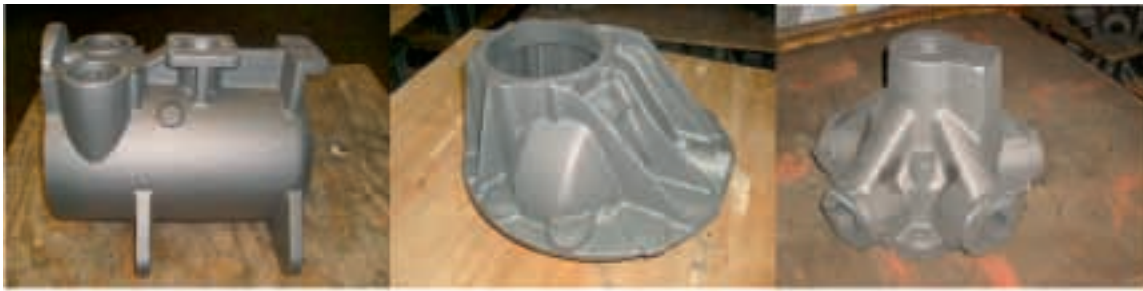


Abb. 9: Typische Gussteile, produziert in ENVIBOND®-haltigem Formsand

Zusätzlich zu den oben genannten Messungen wurden BTX-Emissionen sowie die Geruchsentwicklung im laufenden Produktionsprozess, an der Gieß- und Abkühlstrecke (PC-Linie) sowie an der Auspackstrecke gemessen. Während eines definierten Prozesses mit 90 kg Gussgewicht wurden beim kernlosen Guss 3 Proben innerhalb von 20 min. genommen. Die entstehenden Emissionen wurden auf BTX [mg] sowie Geruchseinheiten (OU) pro Form berechnet. Aus dem Ablauf von Geruchsmessungen ist bekannt, dass Kondensate von Kernbindern im Formsand Einfluss auf die Messungen und die gesamte Installation haben können, eine Art Memory-Effekt (der gesamte Messaufbau kann daher mit Staub und Kondensaten belastet sein). Dies bedeutet, dass die Ergebnisse von Geruchsmessungen größere Unsicherheiten beinhalten können als die BTX-Werte (siehe **Tabelle 4**).

### Gussqualität

Nach der Umstellung auf einen GKB-freien Formsand gibt es keinen Unterschied in der Qualität der Gussoberfläche. Es wurde jedoch festgestellt, dass es, abhängig von der Geometrie des Gusstückes, zu mehr Sandanhaftungen nach Reduktion der GKB um 50% kam. Dies konnte durch eine stückweise Reduzierung des Vorgemisches abgefangen werden. Die Reduzierung resultiert in einem geringeren Aktivtongehalt (< 8,5%), womit wiederum die Sandanhaftungen verringert werden. Außerdem führte die Reduzierung der GKB um mehr als 70% zu einem Spannungsriss im Bereich des Eingusses am Boden des Formhohlraumes. Dieser Fehler konnte durch einen breiteren Einguss sowie einen höheren Aktivierungsgrad des Bentonites beseitigt werden. Mit der kompletten Umstellung auf ein GKB-freies Formsandsystem für Grauguss trat keine Penetration mehr auf.

### Zusammenfassung

Während einer Periode von 1,5 Jahren wurde in der Gießerei *Componenta*, Heerlen/NL, das klassische Formsandsystem schrittweise auf ein emissionsreduziertes Formsandsystem mit ENVIBOND® umgestellt. Die Entwicklung von ENVIBOND® begann im Rahmen des EU GO-APIC-Projektes und wurde in einem Folge-Projekt bei S&B Industrial Minerals fortgeführt. Im Zuge der Umstellung erhöhte sich der Anteil an Ausschuss bei *Componenta* nicht. Es wurde eine leicht höhere Tendenz zu Spannungsfehlern (Schülpen) festgestellt, Penetrationsfehler wurden deutlich reduziert.

Die Vorteile in Bezug auf Gesundheit und die Minderung von Emissionen wurden klar herausgestellt. Der Anteil an Benzol-Emissionen wurde um 40% reduziert, ebenfalls ergab sich eine Reduzierung der Geruchsentwicklung, die jedoch statistisch nicht nachgeprüft werden konnte. Deutlich sichtbar war eine verminderte Rauchentwicklung an der Kühlstrecke.

Die Einführung des neuen Systems brachte für die Gießerei auch finanzielle Vorteile (höherer Produktpreis bei gleichzeitig niedrigerem Verbrauch, reduzierte Wartungsintervalle der Filtereinheiten etc.)

### Übersicht über die wissenschaftlichen Ergebnisse im Vergleich beider Formsandsysteme

- Keine wesentlichen Änderungen der Formsandeigenschaften, das emissionsreduzierte System hat einen verbesserten Abrieb (**Tabelle 1**)

- Keine Änderung im Ausdehnungsverhalten (**Abb. 6**)
- Geringe Änderungen im Zerfallsverhalten (**Abb. 5**), besserer Zerfall bei niedrigeren Temperaturen, etwas schlechterer Zerfall bei höheren Temperaturen
- Höherer Anteil an Spannungen während der Aufheizung auf hohe Temperaturen (**Abb. 7**)
- Die Adsorption von Benzol im Formsand ist minimal (Konzentration im Formsand < 1 mg/kg; Emissionsmessungen: Abguss Prüfkörper, worst-case Szenario 100 – 200 mg/kg)
- Die Kinetik der Gasentwicklung hat sich von 0,88cm<sup>3</sup>/g auf 0,5 cm<sup>3</sup>/g grundlegend geändert
- Die Tendenz eines emissionsreduzierten Grünsandes, die Geruchsentwicklung zu reduzieren, konnte statistisch nicht nachweisbar erbracht werden. Grund hierfür sind der Memory-Effekt und die Belastung durch Verunreinigungen des Kernbinders und anderer Komponenten im System
- Der Gehalt an Benzol-Emissionen wurde um 40% reduziert

Die Umstellung auf einen emissionsreduzierten Formsand in der Gießerei *Componenta* in Heerlen/NL erbringt einen enormen Beitrag zur Entwicklung der Nachhaltigkeit in der Gießerei-Industrie. Dies trägt dazu bei, den Rohstoff- und Energieverbrauch sowie den Anteil an Abfall zu reduzieren und gleichzeitig eine Verbesserung der Arbeits- und Umweltbedingungen zu erreichen.

### Dank

Die Autoren danken den Mitarbeitern von *Componenta* in Heerlen und dem Management für ihren Beitrag und die kontinuierliche Unterstützung; ohne diese wäre die Umstellung auf ein emissionsfreies Formsandsystem nicht möglich gewesen. Dank gebührt außerdem der TU Bergakademie Freiberg, im besonderen Herrn Prof. Dr.-Ing. W. Tilch für die Unterstützung und die erweiterten Formsanduntersuchungen. Ebenfalls wäre ohne die Mithilfe solch erfahrener Ingenieure wie Dr. Oleg Podobed und Vic LaFay, insbesondere bei der Produktentwicklung und -innovation das Projekt nicht in diesem Maße erfolgreich gewesen.

### Literatur

- Grefhorst, C. u. Lemkow, U.: Greensand without organic additives for the production of iron castings. Proceedings of the 66th World Foundry Congress, Istanbul 2004, Vol1, S 489–501
- Boenisch, D.: Höhere Gussgenauigkeit durch ausdehnungsarme Formteile. Untersuchungen mit dem Formstoffdilatometer. *Giesserei* 66 (1979) Nr. 21
- Patterson, W., u. Boenisch, D.: Das Schülpendiagramm für Nassgussande, *Giesserei* 51 (1964), S. 634–641, (Druckspannungsmessung – Stress Measurement of greensand)
- Patterson, W., u. Boenisch, D.: Wirkung des Kohlenstaubes im Nassgussand, *Giesserei* 54 (1967), S. 465–471

### Kontaktadresse:

S&B Industrial Minerals GmbH  
D-45772 Marl, Schmielenfeldstraße 78  
Tel: +49 (0)2365 804 224  
Fax: +49 (0)2365 804 287  
Mobile: +49 (0)172 83 75 067  
c.grefhorst@sandb.com  
www.ikominerals.com | www.sandb.com