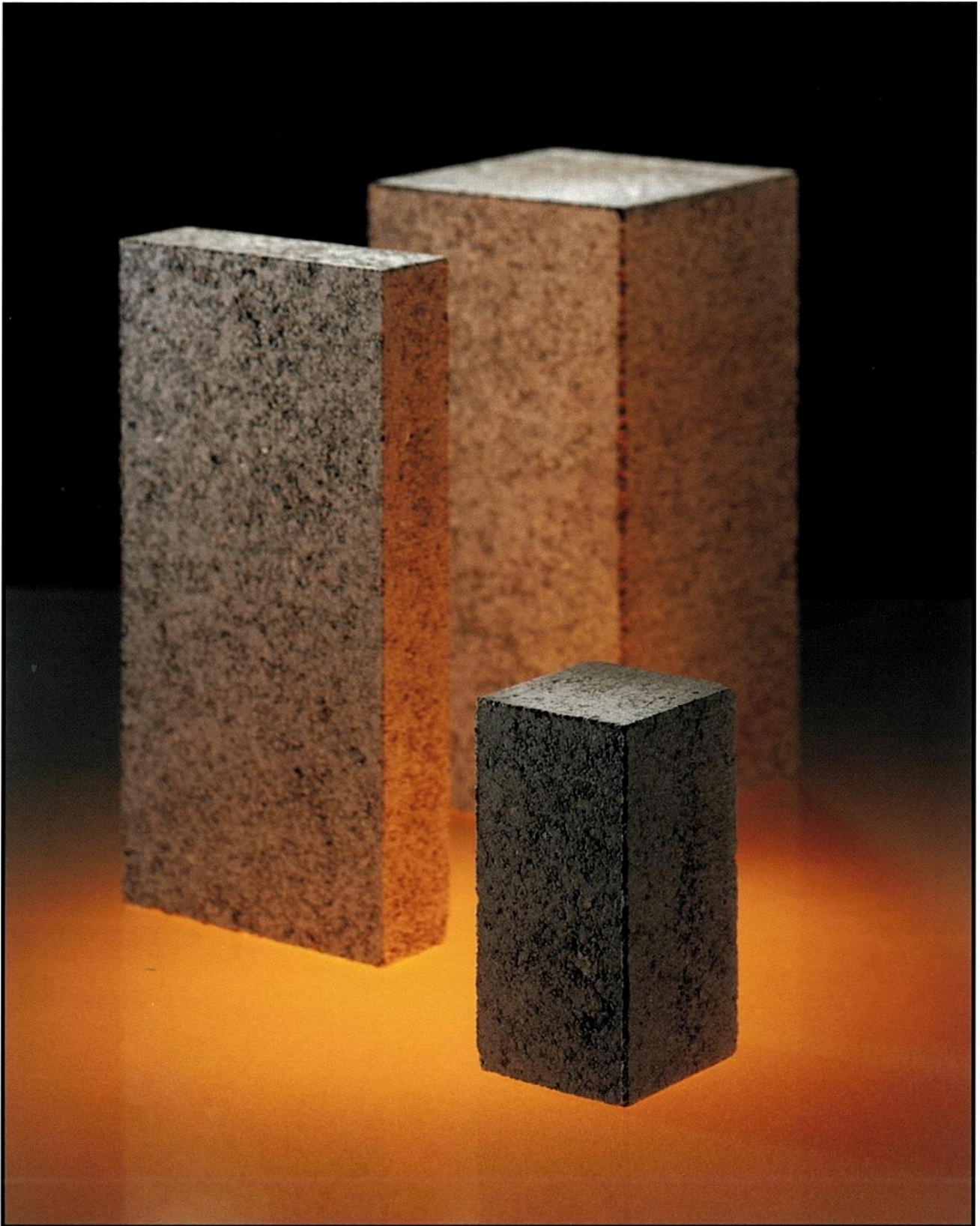


# Unsere SiC-Kühlkokillen verbessern Ihren Guss...

Our SiC-quenching plates (chills) improve your castings...



**...denn mit uns gießen Sie gut - Glück auf!**

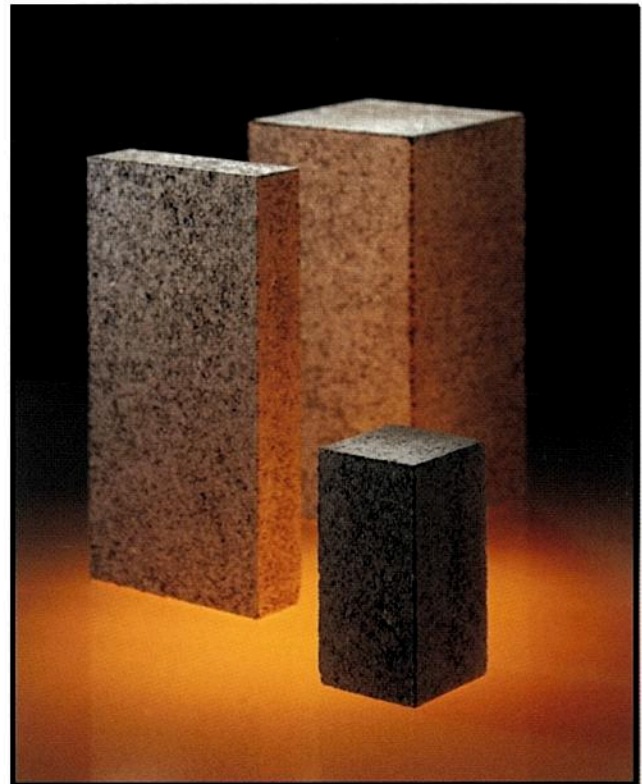
...because with hofmann quality your casting quality is assured!

hofmann  
**CERAMIC**  
GERMANY

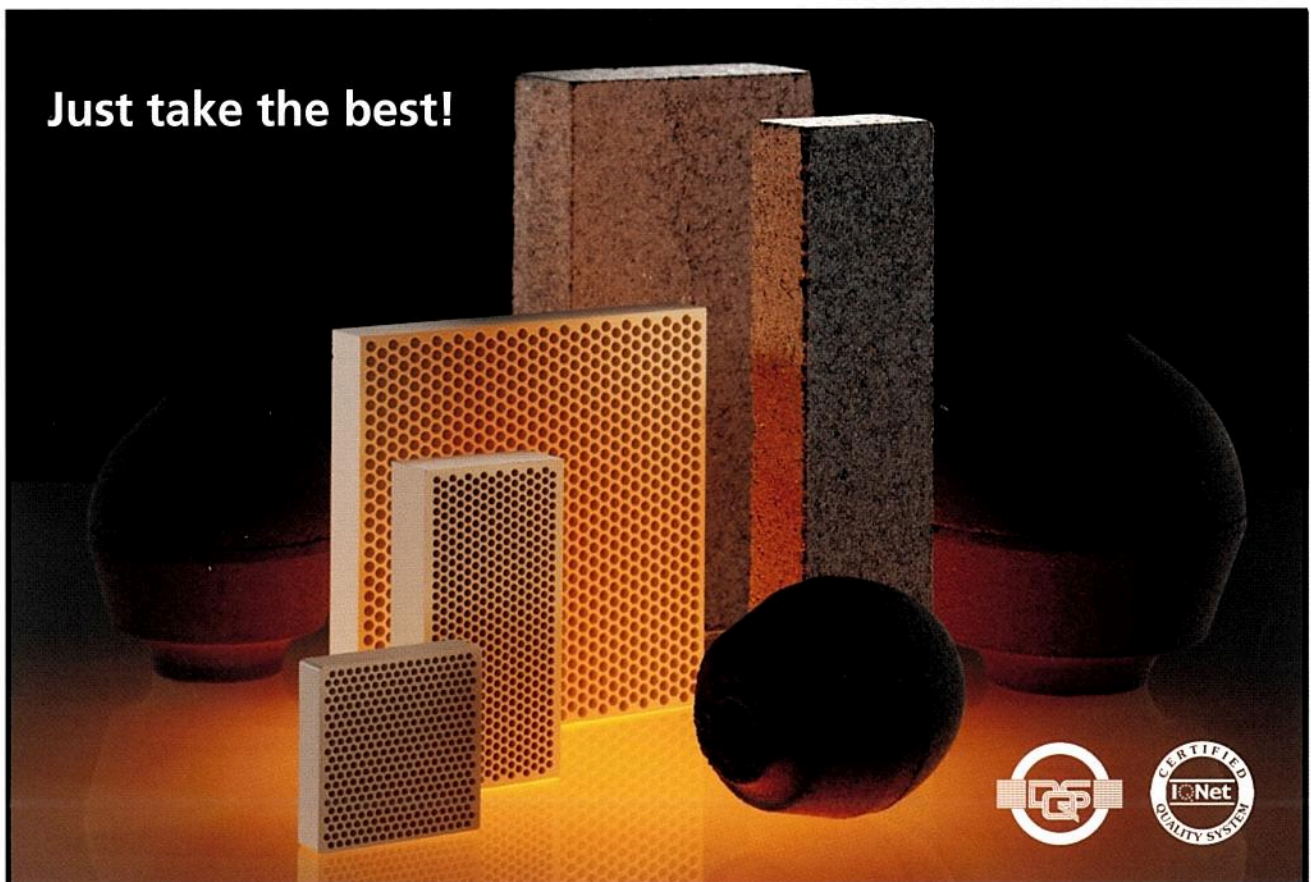
# SiC-Kühlkokillen

## SiC-Chill-plates

- **Keine extrem harten Randzonen**  
· No extremely hard surfaces
- **Gleichmäßiges Gefüge über den Querschnitt**  
· Uniform microstructure
- **Unter normalen Bedingungen keine Kondenswasserbildung**  
· Not normally prone to condensation water
- **Top Gussoberflächen**  
· Superior surface finish
- **Wirksame Lunkervermeidung**  
· Eliminates shrinkage
- **Niedrige Bearbeitungskosten**  
· Reduces machining costs



**Just take the best!**



## SiC-Kühlkokillen u. SiC-Kühlmasse

Mai 2010

### Zwei wichtige Beiträge zur Erstarrungslenkung

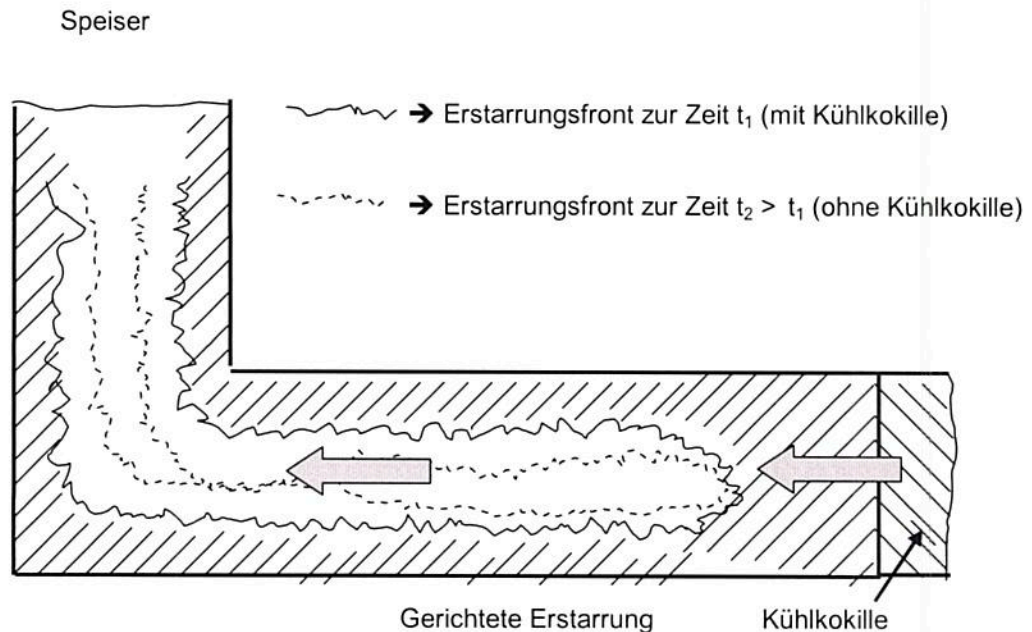
#### *Einleitung*

Wie bereits zu erfahren war, wird durch die Notwendigkeit des Leichtbaues und der dadurch, zur Erhaltung der nötigen Stabilität, erzwungenen komplizierten Geometrie der Gußstücke, ein Aufeinandertreffen unterschiedlicher Wandstärken immer öfters zu beobachten sein. Es wird immer seltener vorkommen, dass Bauteile mit "ausgeglichenen" Wandstärken von den Konstrukteuren gefordert werden.

Um die gießtechnischen Schwierigkeiten (Lunker, Spannungen usw.) an den kritischen Punkten zu vermeiden, können zum Beispiel Knotenpunkte aufgelöst werden. Oftmals ist dies aber nicht möglich, so dass der Gießereifachmann, wie im Kapitel der Speiser beschrieben, Wärmezentren außerhalb des Gußstückes schafft oder mit Hilfe von Kühlelementen Wärmezentren im Inneren der Gußstücke verhindert, um die sonst auftretenden Probleme zu vermeiden. Können also keine Speiser eingesetzt werden, so ist zu überlegen, ob die Probleme mit Hilfe von Kühlelementen beseitigt werden können.

Hierbei werden zwei Arten von Kühlelementen unterschieden: innere und äußere Kühlelemente. Innere Kühlelemente sind Elemente aus Metall (z.B. Kühlnägel), welche im Formhohlraum durch Einstecken fixiert werden und eine örtlich begrenzte Abschreckwirkung haben. Äußere Kühlelemente, auch Kühlkokillen genannt, werden von außen an die Gußstückoberfläche angelegt und erzeugen so künstliche Endzonen. Die Erstarrungsfront eilt an den Flächen, an denen Kühlkokillen angelegt worden sind, schneller voran.

Durch die Kombination von Speiser und Kühlkokille kann somit die Erstarrung gelenkt werden. Hieraus resultiert der Begriff "Erstarrungslenkung". Dies ist an dem einfachen Beispiel in Bild 1 dargestellt worden.



**Bild 1: Beispiel zur Erstarrungslenkung**

In Bild 1 ist deutlich zu erkennen, dass durch den Einsatz der Kühlkokille die Erstarrungsfront an der Anlagefläche der Kokille schneller voranschreitet, als dies ohne Kühlkokille der Fall wäre. Ohne Kühlkokille kann es dazu kommen, dass kritische Bereiche bereits von den Erstarrungsfronten abgeschnürt werden und somit die Gefahr der Lunkerentstehung gegeben ist. Durch den Einsatz der Kühlkokille eilt die Erstarrungsfront aber in einer Geschwindigkeit voran, die es ermöglicht, dass dieser Bereich vor einer "Einschnürung" durch aufeinanderstoßende Fronten erstarrt. Dadurch bleibt auch die Wirksamkeit des Speisers bis zur vollkommenen Erstarrung des Gußstücks gewährleistet. Aber nicht nur zur Vermeidung von Lunkern können Kühlkokillen einen wichtigen Beitrag leisten, sondern auch zur Vermeidung von Warmrissen und zur Steigerung der Härte, z.B. bei verschleißfesten Oberflächen, können sie hervorragend eingesetzt werden.

Warmrisse werden durch Zugspannungen verursacht. Diese entstehen beim Abkühlen und der durch starre Formen und Kerne bedingten Schwindungsbehinderung immer dann, wenn die Temperaturänderungsgeschwindigkeiten (Temperaturgradienten) in benachbarten Bereichen unterschiedlich sind. Hierbei können die noch weichen Korngrenzen den Zugspannungen nicht standhalten. Werden die unterschiedlichen

Temperaturgradienten benachbarter Bereiche durch das Anlegen von Kühlkokillen angeglichen, ist die Gefahr der Warmrissbildung minimiert. In der Praxis bedeutet dies, dass die Abkühlung dickwandigerer Gußstückbereiche durch den Einsatz von Kühlkokillen an die der dünneren Querschnitte angeglichen wird.

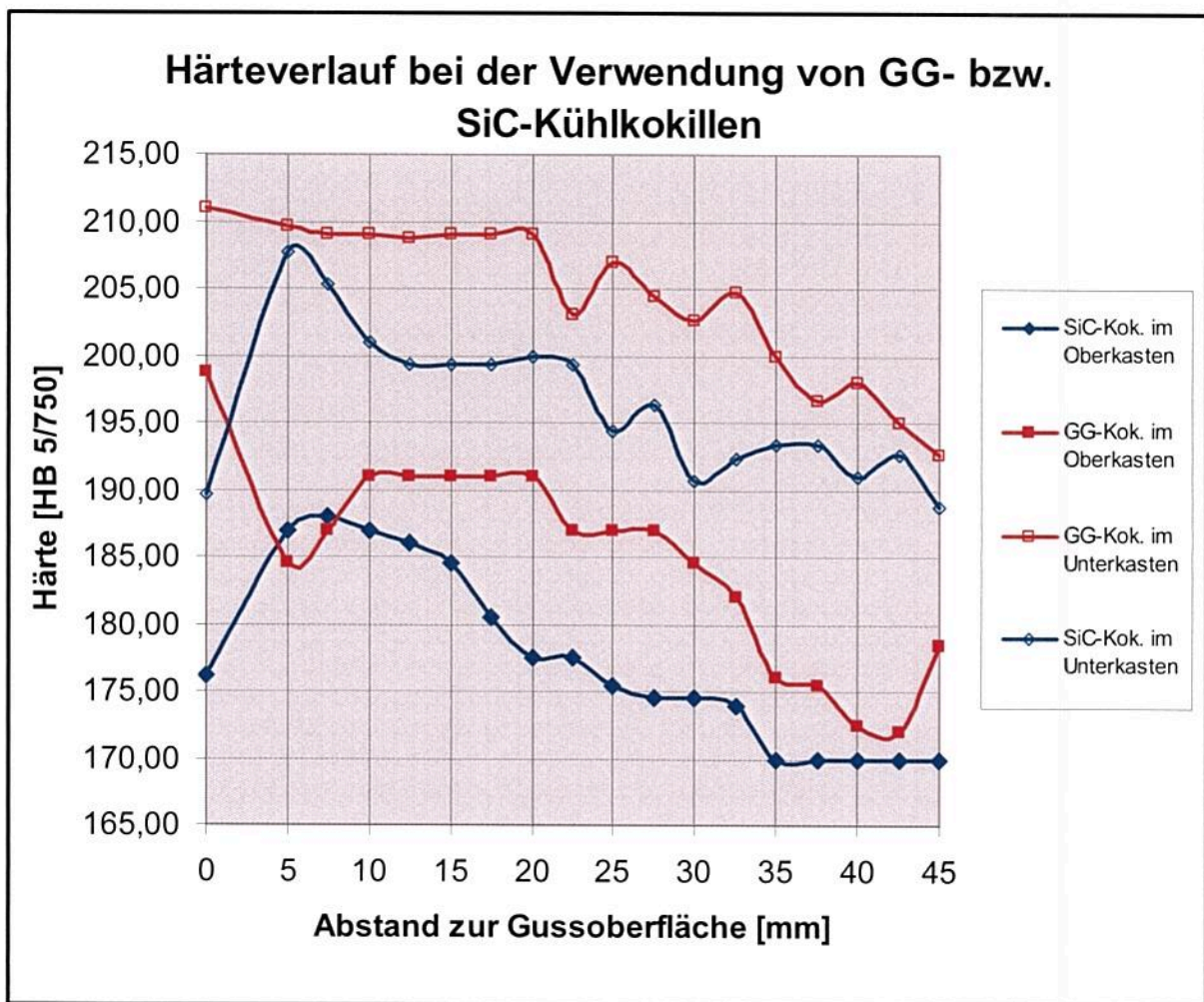
Die Kühlkokille muß also die Schmelz- und Überhitzungswärme des Gußstückes aufnehmen. Aus diesem Grunde muß die Kühlkokille, dem Gußstückbereich entsprechend, groß genug dimensioniert sein, da nach ihrer Aufheizung die Abkühlwirkung gleich null ist. Die Wirkung der Kokille kann unter ungünstigen Umständen sogar ins Gegenteil umschlagen, falls sie zu stark aufgeheizt wird. Als Faustregel gilt, dass die Dicke der Kokille etwa ein Drittel bis die Hälfte der betreffenden Gußstückwandstärke betragen sollte. Die Wirksamkeit der Kühlkokille ist aber nicht nur von ihrer Größe abhängig, sondern auch von ihren Materialeigenschaften, da die Wirkung auf den Gesetzen der Wärmelehre beruht. Somit spielen auch die Wärmeleitfähigkeit und die Wärmekapazität des Kokillenwerkstoffes eine wichtige Rolle.

## Vergleich der verschiedenen Kokillenwerkstoffe

Als Kokillenwerkstoff kommen heute überwiegend drei verschiedenen Werkstoffe zum Einsatz: Graphit, Grauguß und SiC. Der Graphit besitzt von allen drei Werkstoffen, gefolgt von Grauguß, die höchste Wärmeleitfähigkeit und Wärmekapazität. Folglich geht von einer Graphitkokille auch die höchste Abschreckwirkung aus.

Aufgrund dieser hohen Abschreckwirkung kristallisiert der Graphit im Wirkungsbereich einer Graphitkokille zu einem Großteil in der Form D bis E und auch die Grundmasse ist durch einen hohen Ferritgehalt gekennzeichnet. Ein ähnliches Bild ergibt sich bei der Verwendung einer Graugußkokille. Durch diese Tatsache werden bei der Verwendung dieser Werkstoffe sehr hohe Randhärten erzielt, welche bei einer nachfolgenden spanenden Bearbeitung zu einem hohen Werkzeugverschleiß führen, wodurch sich der Anteil der anfallenden Werkzeugkosten stark erhöht. Die hierbei auftretende Randhärte fällt stark zum Inneren des Gussstückes ab wie in Bild 2 zu erkennen ist.

Wird an Stelle einer Graphit- oder Graugußkokille eine SiC-Kühlplatte verwendet, welche im Vergleich zu ihrer Wärmeleitfähigkeit eine relativ hohe Wärmekapazität aufweist, fällt die Randhärte geringer aus. Der Härteverlauf zeigt jedoch, dass die Härte im Inneren, nach etwa 5mm, ihren Maximalwert erreicht und danach flach abfällt (Bild 2). Durch diesen Härteverlauf ist der Werkzeugverschleiß bei einer Zerspanung der Oberfläche geringer als bei der Verwendung üblicher Kokillenwerkstoffe, wodurch der Anteil der Werkzeugkosten gesenkt werden kann.



**Bild 2: Härteverlauf bei GJL-250 in Abhängigkeit verschiedener Kokillenwerkstoffen**

Interessant an Bild 2 ist auch, dass durch den Einsatz der Kokillen im Oberkasten niedrigere Werte erzielt wurden. Dies liegt daran, dass durch die Anbringung im

Oberkasten die Kokillen durch die Strahlungswärme des flüssigen Eisens vor dem Kontakt mit diesem „vorgewärmt“ wurden und somit die Abschreckwirkung vermindert wurde.

Untersuchungen, welche sich mit dem Einfluß von SiC-Kokillen auf die mechanischen Eigenschaften einer Aluminiumlegierung (AlSi7Mg0,6) befassten, haben gezeigt, dass die mechanischen Eigenschaften (Zugfestigkeit und Dehnung) wesentlich geringere Schwankungen als bei der Verwendung von Graugußkokillen aufwiesen.

Die Verarbeitungshinweise und weitere Vorteile der SiC-Abschreckplatten bzw. -Masse finden Sie auf den nachfolgenden Datenblättern.

## Abschreckplatten aus Siliziumcarbid

### *Vorteile von SiC-Abschreckplatten*

- CERAMIC** An SiC-Abschreckplatten scheidet sich bei längerem Stehen der Formen (insbesondere im Oberkasten) bis zum Abguß im Gegensatz zu Graugußkokillen kein Kondenswasser ab, welches zur Blasenbildung am Gußstück führt.
- CERAMIC** SiC-Abschreckplatten sind leichter als Graugußkokillen, so dass eine Befestigung im Oberkasten leichter zu realisieren ist.
- CERAMIC** Wegen der geringen Wärmeausdehnung können SiC-Abschreckplatten dicht an dicht eingesetzt werden.
- CERAMIC** Durch gleichmäßiges Schlichten von Form und Abschreckplatten sind weniger Unebenheiten als bei Graugußkokillen am Gußstück vorhanden.
- CERAMIC** Gleichmäßigere mechanischen Eigenschaften (Zugfestigkeit und Dehnung) im Wirkungsbereich der SiC-Abschreckplatte.
- CERAMIC** Geringerer Werkzeugverschleiß und somit geringere Werkzeugkosten durch eine geringere Randhärte am Gußstück (im Vergleich zur Verwendung von Grauguß- bzw. Graphitkokillen).
- CERAMIC** Glattere Oberflächen an Al-Gußstücken, weil auf eine Riffelung der Kühlplatten verzichtet werden kann.
- CERAMIC** Nach mehrmaligem Gebrauch beschädigte SiC-Abschreckplatten können, genauso wie SiC-Briketts, im Kupolofen als Si-Lieferant eingesetzt werden.



## Verarbeitungshinweise

Die SiC-Abschreckplatten sollten so geschichtet werden, dass die Poren durch die Schlichte geschlossen sind, um ein Eindringen von flüssigem Metall zu vermeiden. Es ist darauf zu achten, dass die aufgetragene Schlichte vor dem Abguß vollkommen abgetrocknet ist.

Der SiC-Gehalt der Abschreckplatten beträgt 65% bis 70%. In Tabelle 1 auf der folgenden Seite sind die wichtigsten physikalischen Daten und in Tabelle 2 die lieferbaren Abmessungen aufgetragen. Wir können darüber hinaus jede andere Abmessung sowie auch Sonderausführungen (abgerundete Kanten, Abschrägungen usw.) anfertigen. Auch Sonderqualitäten mit anderen SiC-Gehalten sind möglich.

### Abschreckplatten aus Siliziumcarbid

Rohdichte	g/cm <sup>3</sup>	2,35
Kaltdruckfestigkeit	N/mm <sup>2</sup>	70
Feuerfestigkeit	SK	38
Wärmeausdehnung bei 1000 °C	%	0,45
Wärmeleitfähigkeit	W/Km	
bei 200°C		6,6
bei 600°C		6,0
bei 1000°C		5,8
Mittl. spez. Wärme bei 1100°C	kJ/kg	1,15

Tabelle 1: *Physikalische Daten*

250 x 125 x 65mm	170 x 125 x 65mm	100 x 70 x 50mm
200 x 100 x 100mm	150 x 80 x 40mm	100 x 50 x 50mm
200 x 100 x 50mm	150 x 50 x 50mm	100 x 50 x 40mm
200 x 100 x 40mm	150 x 50 x 40mm	100 x 50 x 30mm
200 x 100 x 30mm	140 x 70 x 40mm	100 x 40 x 40mm
200 x 50 x 50mm	100 x 100 x 50mm	100 x 40 x 30mm
200 x 50 x 30mm	100 x 100 x 40mm	50 x 50 x 50mm
200 x 40 x 30 mm	100 x 100 x 30mm	40 x 40 x 10mm

Die Toleranz auf die angegebenen Maße beträgt ±2%.

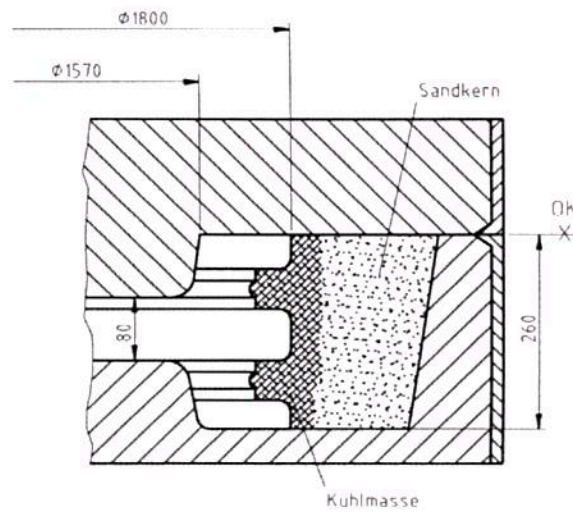
Tabelle 2: *Lieferbare Abmessungen*

## Abschreckmasse aus Siliziumcarbid

### *Vorteile der SiC-Abschreckmasse*

- CERAMIC** Die Abschreckmasse ist dort einsetzbar, wo Platten oder Speiser nicht angelegt werden können.
  
- CERAMIC** Die Abschreckmasse aus Siliziumcarbid besteht aus demselben Grundstoff wie unsere SiC-Abschreckplatten. Aus diesem Grunde besitzt sie im Wesentlichen die selben Vorteile im Bezug auf die Abschreckwirkung (abhängig vom jeweiligen Verdichtungsgrad und der Stärke der angelegten Schicht!) wie die SiC-Abschreckplatten.
  
- CERAMIC** Die formbare Abschreckmasse hat gegenüber den vorgeformten Kühlplatten den Vorteil, unabhängig vom Profil des Gußstückes an jeder Stelle anwendbar zu sein.
  
- CERAMIC** Gerade im Handformbereich entfällt eine aufwendige Anfertigung von Graugußkokillen für schwierige Gußstückkonturen, da die aufbereitete Masse an die betreffende Kontur angelegt wird und mit dem üblichen Formstoff hinterfüllt wird.
  
- CERAMIC** Aus der Masse können auch Kerne hergestellt werden, um auch dort eine gezielte Abkühlwirkung zu erzielen, wo man bisher keine Chance hatte, Kühlkokillen anzulegen.
  
- CERAMIC** Da die Zerfallseigenschaften vom verwendeten Bindersystem abhängig sind, zerfällt die Masse nach dem Guß, ohne die Qualität des Formsandes zu beeinträchtigen, da sie entweder mit Kaltharz oder Wasserglas (CO<sub>2</sub>) gebunden wird.

In Bild 1 ist ein praktisches Anwendungsbeispiel dargestellt!





**Bild 1: Anwendungsbeispiel für die SiC-Abschreckmasse**

### Technische Daten

hofmann CERAMIC	Spezifisches Gewicht	2,5 - 3,0 g/cm <sup>3</sup>
hofmann CERAMIC	Schüttdichte	1,6 – 1,8 g/cm <sup>3</sup>
hofmann CERAMIC	Farbe	grau
hofmann CERAMIC	Kornform	kompakt, dicht, wenig offene Poren
hofmann CERAMIC	Härte	9 Mohs
hofmann CERAMIC	Schmelzpunkt	ca.1700°C
hofmann CERAMIC	Feuerfestigkeit	über 1700°C
hofmann CERAMIC	pH-Wert	7

## Verarbeitungshinweise

-  6-10% Wasserglas (qualitätsabhängig) zusetzen und etwa halb so lange mischen wie bei herkömmlichen Quarzsanden (je nach Mischertyp 0,75 bis 1,5 Minuten). Fertige Masse unter starker Verdichtung verarbeiten.
-  Durch die heutzutage weiterentwickelte und verbesserten Bindersysteme können die Zugabe-Mengen an Harz und Härter verringert werden. In der Vergangenheit galt als Faustregel die Doppelte bis Dreifache Menge des bei Quarzsand üblichen Prozentsatzes an Furan- oder Phenolharz zusetzen. Durch die vielen unterschiedlichen Harze kann eine solche Faustregel in der heutigen Zeit nur noch sehr schlecht herangezogen oder ermittelt werden. Die optimale Menge an Harz und Härter kann Ihnen Ihr Lieferant relativ schnell durch Erfahrungen oder Labortests mitteilen. Hierzu stellen wir Ihnen gerne eine Probe zur Verfügung.

***!! Die Lieferung erfolgt in 50kg Papiersäcken !!***

***!! Trocken lagern !!***