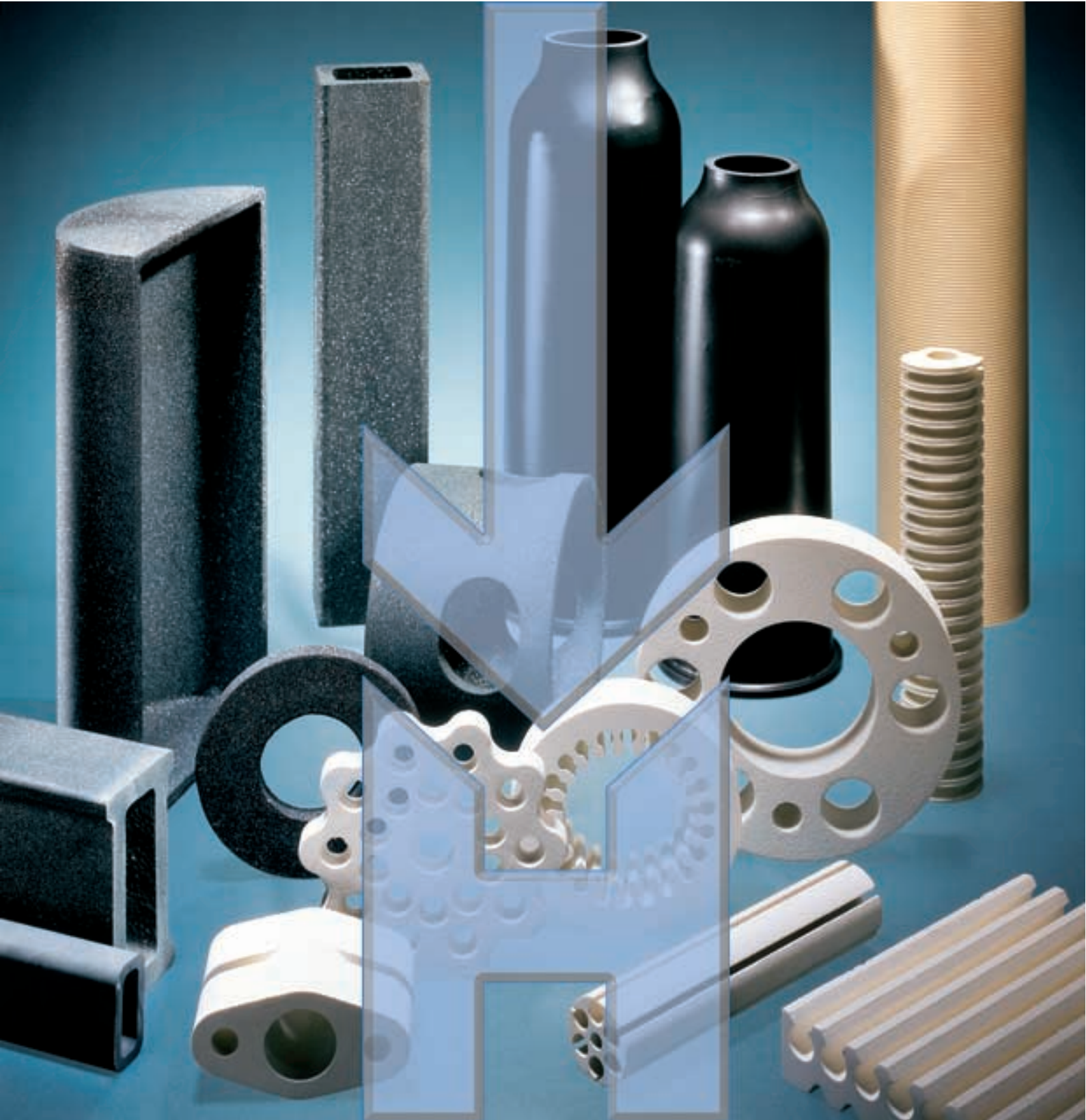


HALDENWANGER

Keramik im Ofenbau



INHALT

EINLEITUNG

3 BEDEUTUNG der Keramik für den Ofenbau

WERKSTOFFE

4-5 KURZBESCHREIBUNG unserer keramischen Werkstoffe

6-7 ISOLATIONSMASSEN

8 FEUERFESTKITTE

9 Physikalische EIGENSCHAFTEN

PLANUNG

10 KERAMIK-ROHRE Auswahl aus unserem Fertigungsprogramm

11 TOLERANZEN nach DIN 40680

PRAXIS

12-13 EINSATZBEISPIELE der keramischen Werkstoffe

14-15 KERAMISCHE TRAGROLLEN

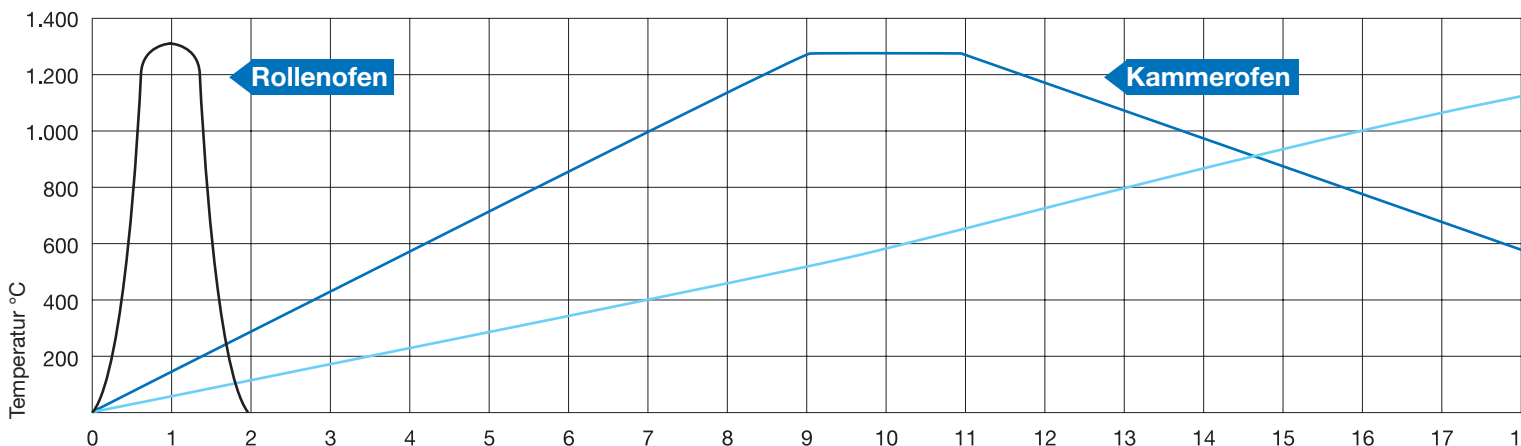
16-17 ANWENDUNGSBEISPIELE keramischer Bauteile

18 ABMESSUNGEN von Muffelprofilen

LÖSUNGEN

19 TECHNISCHE KERAMIK

Optimale Energienutzung: Das steile Temperaturprofil des Rollenofens.



BEDEUTUNG

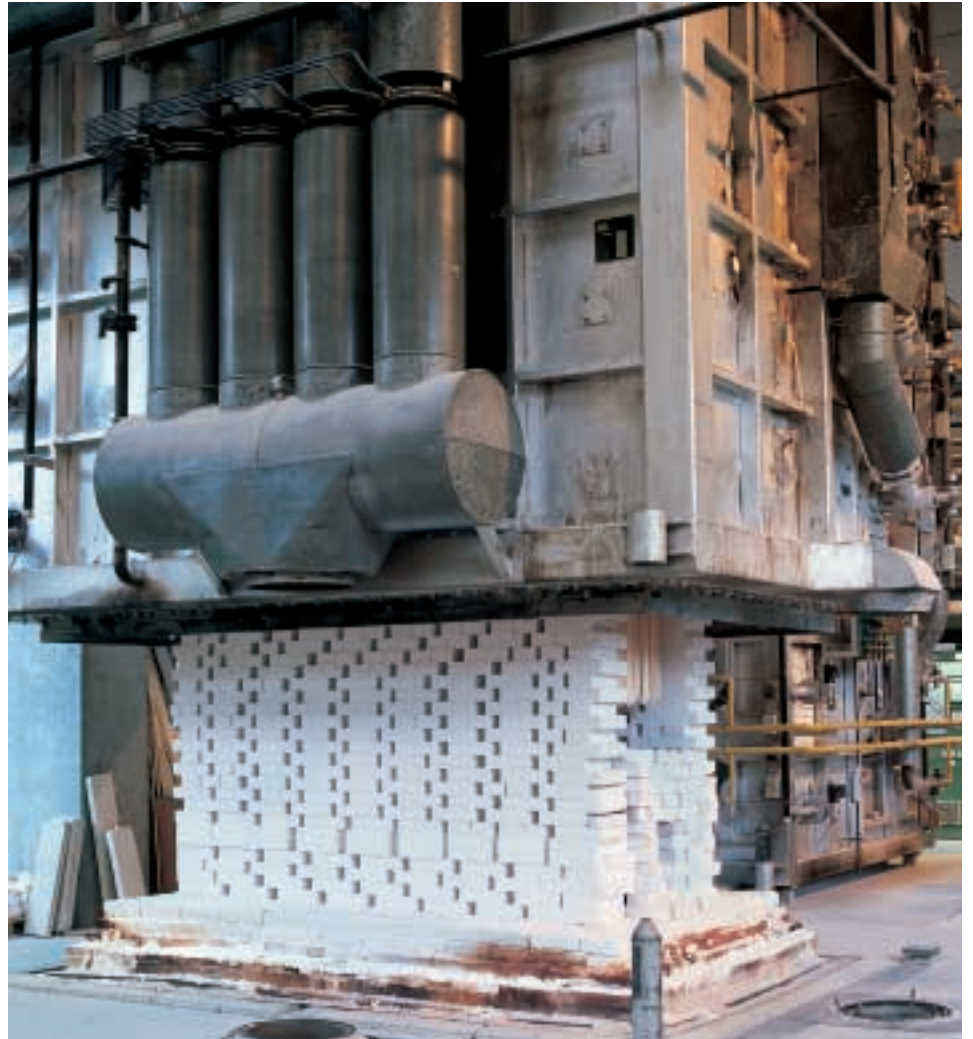
der Keramik für den Ofenbau

Wärmebehandlungen sind in Industrie und Forschung wichtige Verfahrensschritte. Wärmebehandlung ist auch immer gleichzusetzen mit Energieverbrauch. Energie wird immer wertvoller – d.h. immer teurer – werden. Deshalb hat sich der Ofenbau in den letzten Jahren entscheidend verändert und wird sich weiterhin im oben genannten Sinne ändern. Voraussetzung hierfür ist ein Austausch von bisherigen, metallischen Bauelementen durch feinkeramische Komponenten bzw. Werkstoffe.

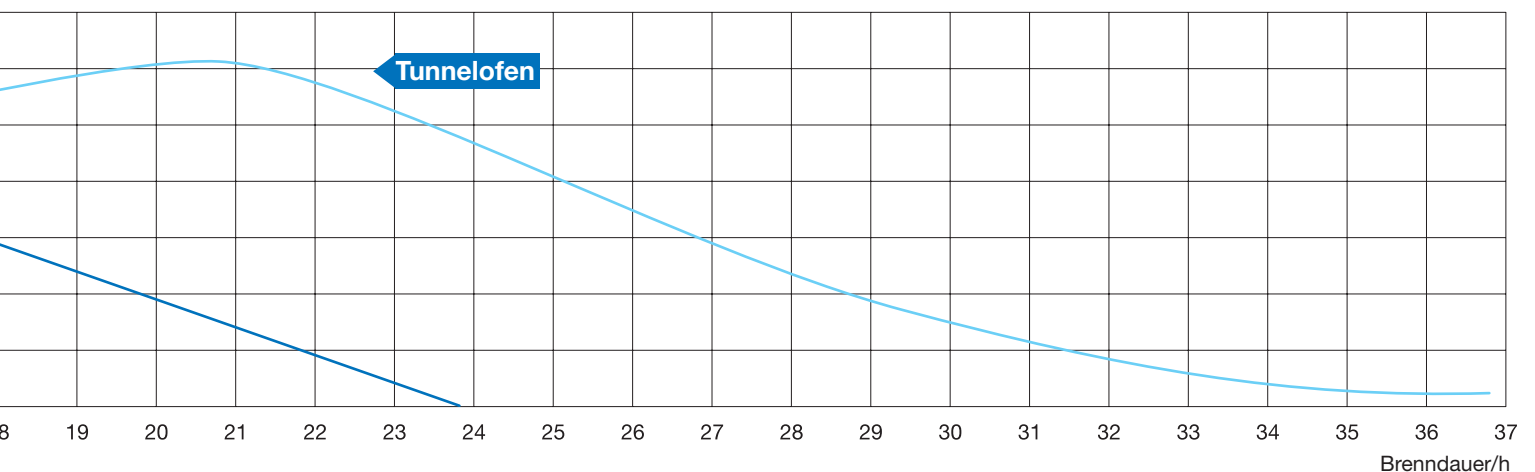
HALDENWANGER ist der Hersteller von hochfeuerfester Feink Keramik.

HALDENWANGER Feink Keramik ermöglicht:

- Konstruktionen mit geringen Wandstärken und damit kleiner Wärmekapazität
- Konstruktionen hoher Temperaturwechselbeständigkeit und damit hohen Aufheizgeschwindigkeiten
- Leichte, aber mechanisch und thermisch stabile Brennhilfsmittel und Konstruktionsteile, die schnellbrandgeeignet sind
- Dünnwandige, freitragende Konstruktionen



Haubenofen



KURZBESCHREIBUNG

unserer keramischen Werkstoffe

DICHTE WERKSTOFFE

Alsint 99,7

Bester, hochfeuerfester, gasdichter, keramischer Werkstoff für den Ofenbau mit 99,7% Al_2O_3 (Rest im Wesentlichen MgO und SiO_2).

- TYP C 799 nach DIN VDE 0335
- Feuerstandsfestigkeit belastungsfähig bis 1700 °C
- Gute Temperaturwechselbeständigkeit, da gute Wärmeleitfähigkeit
- Große mechanische Festigkeit
- Hohe elektrische Isolations-eigenschaft

Einsatz empfehlenswert bei:

- Hoher Arbeitstemperatur, chemischem Angriff, z. B. Wasserstoff und anderen reduzierenden Gasen
- Forderung nach hochreiner Atmosphäre im Ofen
- Dünnwandigen Konstruktionen mit guter Temperaturwechselbeständigkeit

Pythagoras 1800 Z

Gasdichter, mullitischer Hochleistungswerkstoff.

- Feuerstandsfestigkeit bis 1600°C
- Sehr hohe Temperaturwechselbeständigkeit
- Hohe mechanische Festigkeit
- Hohe elektrische Isolation auch bei erhöhten Temperaturen
- Abdampfungen extrem gering, darum keine Verunreinigung der Ofenatmosphäre; Reaktionen mit dem Heizleiter treten nicht auf
- Optimaler Werkstoff für Heizstrahlrohre
- Heizstrahl- und Arbeitsrohre aus Pythagoras 1800 Z lassen sich sehr dünnwandig herstellen.

Pythagoras

Wirtschaftlichster, gasdichter, mullitischer Ofenbauwerkstoff.

- TYP 610 nach DIN VDE 0335
- Anwendungstemperatur bis 1400°C
- Chemische Beständigkeit gegenüber fluorfreien Gasen sehr gut
- Für normalbeanspruchte Öfen besitzt Pythagoras eine gute Temperaturwechselbeständigkeit und gute mechanische Festigkeit.
- In der Temperaturmessung ist Pythagoras ein sehr wirtschaftlicher Werkstoff für gasdichte Außenschutzrohre und Isolierstäbe.

Halsic-I

Siliciuminfiltriertes, reaktionsgebundenes Siliciumcarbid (SiSiC).

- Porenfreie reaktionsgebundene SiC -Matrix mit metallischem Restsilicium
- Mechanisch höchstbelastbare Hochtemperaturkeramik
- Extrem gute Oxidationsbeständigkeit
- Große Bauteilgeometrien herstellbar
- Anwendungstemperatur bis 1350°C
- Korrosionsbeständig gegen starke Säuren und Laugen
- Hohe Wärmeleitfähigkeit

Halsic-S

Drucklos gesintertes Siliciumcarbid (SSiC).

- Dicht gesinterte SiC -Matrix mit sehr geringem Anteil an geschlossener Porosität
- Mechanisch extrem belastbare Hochtemperaturkeramik
- Extrem gute Oxidationsbeständigkeit
- Anwendungstemperatur bis 1600°C
- Korrosionsbeständig gegen starke Säuren und Laugen

PORÖSE WERKSTOFFE

Alsint porös

Hochreines, poröses 99,5%iges Al_2O_3

- Verbesserte Temperaturwechselbeständigkeit gegenüber Alsint 99,7
- Feuerstandsfestigkeit ist mit der von Alsint 99,7 vergleichbar
- Chemische Beständigkeit ähnlich Alsint 99,7
- Reduzierende Gase, selbst reiner Wasserstoff, greifen Alsint porös nicht an, durchströmen aber den Formkörper
- Alsint porös wird hauptsächlich zu Glühshalen und Tiegeln verarbeitet, aber auch poröse Außenschutzrohre für Thermo-elemente sind im Einsatz. Isostatische Formgebung ist möglich, so daß auch großformatige Rohre hergestellt werden können.

SKA 100 NG

Hochreines, poröses 99,5%iges Al_2O_3 .

- Feuerstandsfestigkeit liegt bei 1700 °C
- Hohe Temperaturwechselbeständigkeit
- Gute chemische Beständigkeit
- SKA 100 NG ist sowohl in Schutzgasöfen in reduzierender Atmosphäre, als auch in Wasserstoffatmosphäre einsetzbar.

Parallel zu Alsint gilt für SKA 100 NG:

- Keine Reaktion mit Heizleitern, keine Verunreinigung der Ofenatmosphäre durch Abdampfung
- SKA 100 NG ist der geeignete poröse Schutzrohrwerkstoff für chemisch sehr stark beanspruchte Thermo-elemente.

Sillimantın 60 NG

Speziell für den Ofenbau entwickelter Werkstoff mit 73-75% Al₂O₃.

- Geringe Porosität
- Sehr gute Temperaturwechselbeständigkeit
- Reaktionen mit Heizleitern treten nicht auf
- Einsetzbar bis 1650 °C Arbeitstemperatur
- Formteile zur freitragenden Überbrückung großer Strecken
- Hervorragende chemische Beständigkeit obgleich porös, keine Verunreinigungen der Ofenatmosphäre durch Abdampfungen
- Für Öfen mit großen Temperaturgradienten
- Sillimantın 60 NG ist ein Schutzrohrwerkstoff für hohe Beanspruchung in der Temperaturmessung.

Sillimantın 60

Gebräuchlichster Keramikwerkstoff im Ofenbau.

- TYP C530 nach DIN VDE 0335
- Anwendungstemperatur bis 1400°C
- Feuerstandsfestigkeit bis 1300 °C (belastungsabhängig bei Tragrollen)
- keine Reaktionen mit Heizleitern
- Dieser Werkstoff kann mit fast allen Formgebungsverfahren verarbeitet werden.
- Neben einem großen Rohrprogramm ist eine Fülle von Sonderanfertigungen möglich.
- Es hat sich immer wieder gezeigt, daß dieser Werkstoff sowohl im Industrieofenbau, als auch in Laboröfen erfolgreich eingesetzt wird.

Sillimantın 65

Speziell für Tragrollen entwickelter Werkstoff mit 78 – 80% Al₂O₃.

- Feuerstandsfestigkeit bis 1350 °C (belastungsabhängig bei Tragrollen)
- Reaktionen mit Glasuren treten kaum auf, da feinporig
- Rollenwerkstoffe s. Seite 14

Sillimantın KS

Preisgünstigster, poröser Werkstoff für Tragrohre.

- Feuerstandsfestigkeit bis 1300°C
- Gute mechanische Festigkeit
- Die Wirtschaftlichkeit konnte sowohl durch große Produktionsstückzahlen, als auch durch eine Standardisierung auf gebräuchlichste Durchmesser erreicht werden. Siehe hierzu die lagermäßigen Abmessungen auf Seite 10.

SiC

Konventionelles, tongebundenes Siliziumcarbid.

- Große Wärmeleitfähigkeit, deshalb sind dickwandige, mechanisch feste Körper herstellbar
- Ofenrohre mit hoher Temperaturwechselbeständigkeit
- Einsatz in oxidierender Atmosphäre bis 1400 °C
- Durch große Wandstärke wird hohe mechanische Festigkeit erreicht
- Sichtrohre für die optische Temperaturmessung
- Außenschutzrohre zur Temperaturmessung in Leicht- und Schwermetallschmelzen bis 1200 °C

Quarzgut

99,8% SiO₂

- Sehr kleine Wärmeausdehnung
- Hervorragende Temperaturwechselbeständigkeit
- Dauereinsatztemperatur bis 1000°C

Findet Verwendung als:

- Rollen in Glastemperöfen
- Tiegel für HF-Schmelzen
- Tauchgußrohre für das Stranggußverfahren
- Glühgefäße, die hoher Temperaturwechselbelastung ausgesetzt sind

Halsic-R

Rekristallisiertes Siliciumcarbid (RSiC).

- Kompakte SiC-Matrix mit offener Porosität
- Klassische Hochtemperatur-Konstruktionskeramik
- Große Bauteilgeometrien herstellbar
- Zuverlässige Haftung von Engoben
- Anwendungstemperaturen 1600°C (oxidierend) bzw. ca. 2000 °C (unter Inertgas)
- Beständigkeit gegenüber starken Säuren und Laugen

Halsic-RX

Chemisch dotiertes, rekristallisiertes SiC (RSiC_{dot}).

- Kompakte SiC-Matrix mit offener Porosität
- Sehr gute Oxidationsbeständigkeit
- Gegenüber Halsic-R mehrfach erhöhte Standzeit
- Idealer Werkstoff für Porzellanschnellbrand
- Große Bauteilgeometrien herstellbar
- Zuverlässige Haftung von Engoben
- Anwendungstemperatur bis 1650 °C (oxidierend)

ISOLATIONSMASSEN

Isolationsmassen dienen zum Festlegen und Einbetten elektrischer Heizwicklungen auf keramischem Material. Eine Ausnahme bildet unsere Isolationsmasse SKA 90 (s. rechte Spalte).

Isolationsmassen werden auch zum Verkitten von Fugen und Rissen und zum Ausbessern von Öfen verwendet. Brennunterlagen lassen sich ebenfalls aus Isolationsmassen herstellen. Die Isolationsmassen werden mit Wasser angeteigt und erhärten durch Erwärmung. Ihre Endfestigkeit erreichen sie erst nach Erhitzen auf die in der Tabelle angegebene Festbrenntemperatur (Seite 7).

Die Nachschwindung bei diesem Prozeß ist gering. HALDENWANGER-Isolationsmassen sind elektrolytfrei. Die gute elektrische Isolation bleibt darum auch bei höchsten Temperaturen erhalten.

1 Hinweise für die Verarbeitung der Isolationsmassen

Das Pulver wird mit elektrolytfreiem Wasser angeteigt und gut gemischt. Der Brei soll am Handrücken nicht kleben: dann ist die Verarbeitbarkeit gut. Nach Abschluß der Einbettarbeiten lasse man die Isolationsmasse ca. 24 Stunden bei etwa 50 °C trocknen. Danach kann das Material durch schaben, feilen, bohren bearbeitet werden.

Die endgültige Festigkeit erreicht die Isolationsmasse nach Erwärmen auf die jeweilige Festbrenntemperatur. Das Ofenrohr muß dabei von einer Wärmeisolation umgeben sein.

Das erstmalige Anheizen hat mit Vorsicht zu geschehen. Die bei den Isolationsmassen 1000 und 1000 F

beim Erhitzen auftretende Schwärzung durch Verkohlung der organischen Bindemittel verschwindet bis zum Erreichen der Festbrenntemperatur. Zuviel angeteigte Masse kann getrocknet werden und ist dann wieder gebrauchsfähig. Verunreinigungen können die Isolationsmassen unbrauchbar machen.

2 Hinweise für die Praxis des Ofenbaus

Der Abstand zwischen den Heizwicklungen muß gleichmäßig sein und ist mittels einer Lehre zu kontrollieren. Dann erst mit Isolationsmasse einbetten.

Chrom-Nickel-Draht-beheizte Öfen für mehr als 1000°C sollten nicht mit Netzspannung betrieben werden.

Spannungen von 110 V (und niedriger) ergeben eine längere Lebensdauer der Heizwicklung. Die Isolationsmassen sollen möglichst mit elektrolytfreiem Wasser angeteigt werden.

Die im normalen Leitungswasser enthaltenen Salze verschlechtern den elektrischen Widerstand der Isolationsmassen. Das ist besonders bei Öfen für hohe Temperaturen zu beachten.

Wird Isolationsmasse mehrfach angeteigt, sollte grundsätzlich elektrolytfreies Wasser benutzt werden.

Isolationsmasse 150

Unsere Isolationsmasse 150 dient zum Einbetten von Heizleiterdrähten mit ca. 1-3 mm Durchmesser.

Aufgrund ihrer Zusammensetzung ist sie bis etwa 1350 °C einsetzbar. Ihre Festbrenntemperatur beträgt 1000°C. Über die Verarbeitung lesen Sie bitte unter „Isolationsmassen“ nach.

Isolationsmassen 60 – 1000 F

Bei Heizdraht-Durchmessern von 1mm und größer, empfehlen wir die Isolationsmasse 60 für Temperaturen bis 1350 °C und die Isolationsmasse 1000 für Temperaturen bis 1800 °C. Heizdrähte mit weniger als 1 mm Durchmesser sollten bei Temperaturen bis 1350 °C mit Isolationsmasse 250 und für Temperaturen bis 1800 °C mit Isolationsmasse 1000 F eingebettet werden.

Isolationsmasse SKA 90

Diese Isolationsmasse wurde speziell auf Widerstandsfähigkeit gegen Schlackenangriff entwickelt. Unter anderem werden Tiegel ausgekleidet, in denen Edelmetalle geschmolzen werden. Schmelztiegel ohne Auskleidung verunreinigen die Edelmetall-Schmelze. Neben der ausgezeichneten Korrosionsbeständigkeit ist die außergewöhnliche Temperaturwechselbeständigkeit der Isolationsmasse SKA 90 hervorzuheben.

Lieferbare Isolationsmassen

Isolations- masse Nr.	Feuerfestigkeit Seegerkegel klein bei 150 °C Aufheiz- geschwindigkeit	Festbrenn- temperatur	Richtanalyse		Kornverteilung		max. Anwendungs- temperatur
					µm	%	
60 grobe Körnung	SK 38 = 1825 °C	1000 °C	Al ₂ O ₃ 90,50 % SiO ₂ 9,00 %	> 355 4,80 > 200 78,60 > 100 92,70 > 90 94,10 < 90 5,90		1350 °C	
150 mittlere Körnung	SK 38 = 1825 °C	1000 °C	Al ₂ O ₃ 90,50 % SiO ₂ 9,00 %	> 355 7,30 > 200 11,80 > 100 49,40 > 90 63,50 < 90 36,50		1350 °C	
250 feine Körnung	SK 38 = 1825 °C	1000 °C	Al ₂ O ₃ 90,50 % SiO ₂ 9,00 %	> 355 6,50 > 200 10,00 > 100 15,00 > 90 23,20 < 90 76,80		1350 °C	
1000 grobe Körnung	SK 42 = 2000 °C	1300 °C	Al ₂ O ₃ 99,70 % SiO ₂ 0,01 %	> 355 37,50 > 200 71,00 > 100 87,60 > 90 92,70 < 90 7,30		1800 °C	
1000 F feine Körnung	SK 42 = 2000 °C	1300 °C	Al ₂ O ₃ 99,70 % SiO ₂ 0,01 %	> 355 0,25 > 200 2,25 > 100 36,55 > 90 54,15 < 90 45,85		1800 °C	
SKA 90	SK 38 = 1825 °C		Al ₂ O ₃ 95,00 % SiO ₂ 4,75 %	> 355 40,10 > 200 81,20 > 100 93,40 > 90 94,50 < 90 5,50		1750 °C	

FEUERFESTKITTE

Vorsicht:

- Kitte sind keine Isolationsmassen!
- Kitte eignen sich nicht zum Festlegen von Heizleitern aller Art.
- Kitte haben keine ausreichenden elektrischen Isoliereigenschaften für den Ofenbau.

WH-Feuerfestkitt 1500

Arbeitsvorschrift

WH-Feuerfestkitt ist ein anorganischer Kleber mit Temperaturbeständigkeit bis über 1500 °C.

Die zu kittenden Flächen müssen sorgfältig von Schmutz, Fett und Öl gesäubert werden. Die zur Reinigung verwendeten Chemikalien (wie Benzin, Aceton, Seifenpulver) vor dem Auftragen des WH-Feuerfestkittes vollständig entfernen. Flächen müssen restlos trocken sein.

Die Masse wird je nach gewünschter Konsistenz aus 2 bis 4 Volumenteilen Pulver und 1 Volumenteil Flüssigkeit homogen gemischt.

Beide zu verbindenden Flächen sind zu bestreichen. Der Kitt bindet chemisch ab (Topfzeit ca. 1 Stunde). Gute mechanische Festigkeit des WH-Feuerfestkittes wird nach 24 bis 36 Stunden Lufttrocknung erreicht. Durch Erwärmung kann die Aushärtung beschleunigt und optimale mechanische Festigkeit erreicht werden.

In einem Versuch wurde die mechanische Festigkeit von WH-Feuerfestkitt in Abhängigkeit von der Einbrenntemperatur ermittelt.

Sillimantinit-Vierkantstäbe wurden an definierten Flächen zusammengekittet und auf ca. 1500 °C erwärmt. Anschließend wurden die Kittstellen der entsprechenden Paare bei Raumtemperatur bis zum Bruch belastet.

Es zeigte sich die Linearität zwischen mechanischer Festigkeit und Einbrenntemperatur.

WH-Feuerfestkitt 1800

Dieser Feuerfestkitt dient vor allem zur Kittung von Teilen bei hohen Temperaturen von mindestens 1700 °C.

Er wird als gebrauchsfertiger Einkomponenten-Kitt geliefert und erreicht nach ca. 24 Stunden Trocknung, bei 100 °C eine gewisse Festigkeit. Bei Temperaturerhöhung fällt die Festigkeit bis ca. 800 °C ab, darüber erfolgt stetige Festigkeitssteigerung, um dann bei 1800°C den höchsten Wert zu erreichen.

Feuerfestkitt 1800 ist stets verschlossen aufzubewahren. Eine sich eventuell bildende Haut aus erhärtetem Kitt ist vor neuerlichem Gebrauch zu entfernen.

WH-Feuerfestkitt 1300/1800

Dieser Kitt wird ebenfalls gebrauchsfertig geliefert. Die Einsatzgebiete sind die gleichen wie beim Feuerfestkitt 1800. Allerdings tritt hier bei Temperaturerhöhung eine stetige Erhöhung der Festigkeit ein. Ein Abfall bis ca. 800 °C, wie beim Feuerfestkitt 1800, gibt es also nicht. Es muß darauf hingewiesen werden, daß dieser Kitt hygroskopisch ist. Zusätzlich kann er auf Metalle korrodierend wirken. Zum Einbetten metallischer Teile oder Heizleiter ist der Kitt also nicht geeignet.

WH-Feuerfestkitt 98

Der Feuerfestkitt 98 wird als Einkomponenten-Kitt geliefert. Er muß mit Wasser zu einer breiigen Konsistenz angerührt werden und ist dann verarbeitungsfähig. Die Topfzeit beträgt ca. 1 Stunde. Danach bindet der Kitt ab. Er hat gegenüber dem Feuerfestkitt 1500 den Vorteil, daß er bis zu 1700°C eingesetzt werden kann. Die Nachschwindung beim Brand ist sehr gering (ca. 2%).

Unter bestimmten Voraussetzungen kann Feuerfestkitt 98 auch als elektrischer Isolator eingesetzt werden.

- Siehe auch die WH-Feuerfestmasse SKA 98 auf Seite 6



Physikalische EIGENSCHAFTEN

Einheit	Dichte Werkstoffe						Poröse Werkstoffe									
	Alsint 99,7	Pythagoras 1800Z	Pythagoras	Halsic-I	Halsic-S	Alsint porös	Sillimantin 60 NG	Sillimantin 60	Sillimantin 65	Sillimantin KS	SiC (tongebunden) ¹⁾	Quarzugut	Halsic-R	Halsic-RX		
Al ₂ O ₃ -Gehalt	%	99,7	76	60	-	-	99,5	72-74	72-74	78-80	70	-	-	-	-	
Alkali-Gehalt	%	0,05	0,5	3,0	-	-	0,05	≤ 1	≤ 1	≤ 1	≤ 1	-	-	-	-	
SiC-Gehalt	%	-	-	-	88-92	≥ 99	-	-	-	-	-	70-90	-	> 99	> 99	
Si-Gehalt (frei)	%	-	-	-	8-12	-	-	-	-	-	-	-	-	≤ 0,1	≤ 0,1	
Typ nach DIN VDE 0335	-	799	-	610	-	-	-	-	530	-	-	-	-	-	-	
Wasseraufnahmefähigkeit	%	≤ 0,2	≤ 0,2	≤ 0,2	≤ 0,1	≤ 0,1	2-7	6	9	11	9	8-13	4-6	5	5	
Leckrate bei 20 °C	hPa · dm ³ · s ⁻¹	10 ⁻¹⁰	-	10 ⁻¹⁰	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Rohdichte	g · cm ⁻³	3,75-3,94	3,0	2,6	3,1	3,1	3,0-3,6	2,65	2,35	2,45	2,35	2,2-2,5	1,92-2,00	2,7	2,7	
Biegefestigkeit 20 °C (3-Punkt)	MPa	300	150	120	240-280 ²⁾	350-400 ²⁾	70-110 ²⁾	60	45	55	45	30	30-40	80-100 ²⁾	80-100 ²⁾	
Biegefestigkeit 1300 °C (3-Punkt)	MPa	-	-	-	250-300	370-420 ²⁾	-	-	-	-	-	-	45-60 ³⁾	90-110	90-110	
Elastizitätsmodul	GPa	300-380	150	100	370	420	-	85	60	75	60	-	30-40	280	280	
Härte nach Mohs	-	9	8	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Wärmeausdehnung 20 - 700 °C	10 ⁻⁶ · K ⁻¹	7,8	5,6	5,4	3,7	4,5	7,8	5,2	5,3	5,3	5,3	5	-	3,9	3,9	
Wärmeausdehnung 20 - 1000 °C	10 ⁻⁶ · K ⁻¹	8,6	6,0	6,0	4,3	5,0	8,6	5,7	5,7	6,3	5,7	5	0,5-0,9	4,5	4,5	
Wärmeleitfähigkeit 20 - 100 °C	W · m ⁻¹ · K ⁻¹	25	6	2	100	124	-	-	1,4	1,4	1,4	-	-	35	35	
max. Anwendungstemperatur ⁴⁾	°C	1700	1600	1400	1350	1600	1700	1650	1350	1400	1350	1300	1000	1600 ⁵⁾ 2000 ⁶⁾	1650 ⁵⁾ 2000 ⁶⁾	
Dauertemperatur für Thermo-schutzrohre nach DIN 43 724	°C	1600	-	1500	-	-	-	-	1600	-	-	-	-	-	-	
Dauertemperatur für Isolierrohre nach DIN EN 50 113	°C	1800	-	1500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Elektrische Durchschlagsfestigkeit nach IEC 672-2	kV · mm ⁻¹	17	17	17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Spezifischer elektrischer Widerstand bei Gleichspannung, 20 °C	Ω · cm	10 ¹⁴	10 ¹³	10 ¹³	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Temperaturwechselbeständigkeit	-	gut	gut	gut	sehr gut	sehr gut	gut	gut	sehr gut	sehr gut	sehr gut	sehr gut	sehr gut	sehr gut	sehr gut	
Mittlerer Porendurchmesser	µm	-	-	-	-	-	1-3	8,5	2	8,5	2	3	≤ 0,2	24	24	
Spezifische Wärmekapazität 20-100 °C	Jkg ⁻¹ · K ⁻¹	900	900	900	900	1000	-	900	800	900	-	-	-	-	-	

Die in der Tabelle genannten Eigenschaftswerte unserer Erzeugnisse beziehen sich auf Prüfungen mit Prüfkörpern. Die Übertragung dieser Werte auf andere Formate und Abmessungen ist wegen der Abhängigkeit der Eigenschaftswerte von Formgebungsverfahren, Geometrie, Oberflächenbeschaffenheit und Nachbearbeitung nur bedingt zulässig. In der Praxis weisen daher z.B. Alsint 99,7-Formteile Festigkeitswerte zwischen 160 und 340 MPa auf. ¹⁾ Eigenschaften zur allgemeinen Orientierung, da verschiedene Qualitäten, ²⁾ 4-Pkt.-Biegefestigkeit, ³⁾ bei 700 °C, ⁴⁾ belastungsabhängig, ⁵⁾ in oxidierender Atmosphäre, ⁶⁾ unter Schutzgas, Vakuum.

KERAMIK-ROHRE

Auswahl aus unserem Fertigungsprogramm

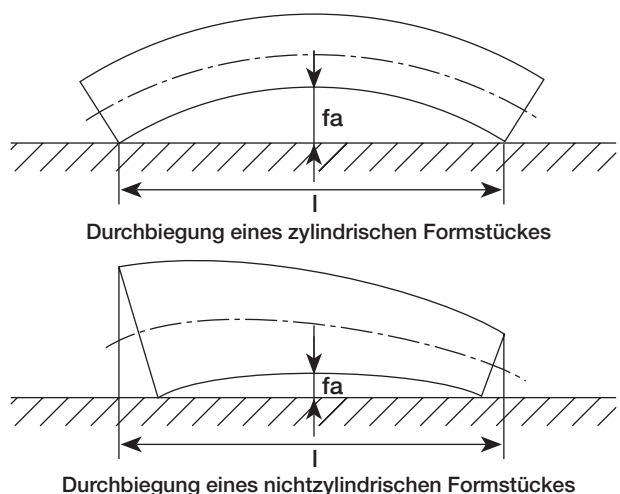
Dichte Werkstoffe	Alsint 99,7			Pythagoras			Pythagoras 1800Z
	Typ C799 nach DIN VDE 0335 Al ₂ O ₃ -Gehalt 99,7%			Typ C610 nach DIN VDE 0335 Al ₂ O ₃ -Gehalt etwa 60% Alkali-Gehalt 3%			Al ₂ O ₃ -Gehalt etwa 76% Alkali-Gehalt 0,33%
	Außen x Innen Ø mm			Außen x Innen Ø mm			Außen x Innen Ø mm
0,8 x 0,3	26 x 20	120 x 100	0,8 x 0,3	20 x 15	80 x 70	48 x 40	
1,3 x 0,7	28 x 22	120 x 105	1,3 x 0,7	22 x 17	85 x 75	53 x 43	
1,6 x 1,0	30 x 23	130 x 110	1,6 x 1,0	24 x 18	90 x 75	60 x 52	
1,8 x 1,2	35 x 27	140 x 120	1,8 x 1,2	24 x 19	90 x 80	63 x 53	
2,0 x 1,0	38 x 30	140 x 125	2,0 x 1,0	26 x 18	95 x 85	70 x 60	
2,7 x 1,7	42 x 34	150 x 130	2,7 x 1,7	26 x 20	100 x 85	73 x 63	
3,0 x 2,0	46 x 38	155 x 135	3,0 x 2,0	28 x 22	105 x 90	75 x 65	
4,0 x 2,0	50 x 40	160 x 140	4,0 x 2,0	30 x 23	110 x 95	80 x 70	
5,0 x 3,0	55 x 45	170 x 150	5,0 x 3,0	31 x 25	115 x 100	82 x 72	
6,0 x 4,0	60 x 50	175 x 155	6,0 x 4,0	35 x 27	120 x 100	85 x 74	
8,0 x 5,0	65 x 56	180 x 160	8,0 x 5,0	38 x 30	125 x 105	86 x 76	
9,0 x 6,0	70 x 60	185 x 165	9,0 x 6,0	40 x 32	130 x 110	87 x 77	
9,6 x 6,4	72 x 62	190 x 170	9,6 x 6,4	45 x 38	140 x 120	88 x 78	
10,0 x 6,0	75 x 65	200 x 175	10,0 x 6,0	48 x 40	140 x 125	93 x 83	
12,0 x 8,0	80 x 70	220 x 200	12,0 x 8,0	50 x 40	150 x 130	95 x 85	
12,7 x 8,9	85 x 75	240 x 220	12,7 x 8,9	52 x 42	160 x 140	100 x 90	
14,0 x 10,0	90 x 80	260 x 240	14,0 x 10,0	55 x 46	170 x 150	105 x 90	
15,0 x 10,0	95 x 85	270 x 250	15,0 x 10,0	58 x 50	180 x 160	115 x 105	
17,0 x 12,0	100 x 85	300 x 280	15,0 x 11,0	60 x 50	190 x 170	120 x 110	
17,5 x 11,1	105 x 90	320 x 300	17,0 x 12,0	65 x 55	200 x 180		
20,0 x 15,0	110 x 95	420 x 380	17,0 x 13,0	70 x 60	240 x 220		
24,0 x 18,0	115 x 100	450 x 430	17,5 x 11,1	75 x 65	300 x 280		
Poröse Werkstoffe	Sillimantinit 60 NG	Sillimantinit 60	Sillimantinit KS	SKA 100 NG	Siliciumcarbid	Quarzugut	
	mittelfeine Struktur Al ₂ O ₃ -Gehalt etwa 73–75%	Typ C530 nach DIN VDE 0335 mittelfeine Struktur Al ₂ O ₃ -Gehalt etwa 73–75%	mittelfeine Struktur Al ₂ O ₃ -Gehalt etwa 70%	mittelfeine Struktur Al ₂ O ₃ -Gehalt etwa 99,5%	feine und grobe Struktur SiC-Gehalt 70% tongebunden	Rollen zum Tempern von Flachgas	
	Außen x Innen Ø mm	Außen x Innen Ø mm	Außen x Innen Ø mm	Außen x Innen Ø mm	Außen x Innen Ø mm	Ø mm	
	20 x 15	20 x 15	15 x 7	26 x 18	17 x 12	20	
	22 x 17	22 x 17	20 x 12	28 x 22	20 x 15	25	
	24 x 19	24 x 19	20 x 15	30 x 23	22 x 17	30	
	26 x 18	26 x 18	25 x 15	35 x 26	24 x 19	35	
	28 x 22	28 x 22	25 x 18	40 x 32	26 x 18	40	
	30 x 23	30 x 23	30 x 20	50 x 40	26 x 20	45	
	35 x 27	35 x 27	35 x 25	55 x 45	28 x 22	50	
	40 x 32	40 x 32	40 x 30	60 x 49	30 x 23	55	
	50 x 40	50 x 40	45 x 35	65 x 54	31 x 25	60	
	60 x 50	60 x 50	50 x 40	70 x 58	33 x 28	65	
70 x 60	70 x 60	55 x 45	75 x 62	35 x 27	70		
80 x 70	80 x 70	60 x 48	80 x 66	40 x 32	75		
90 x 75	90 x 75		85 x 71	45 x 35	80		
100 x 85	100 x 85		90 x 74	50 x 40	85		
110 x 95	110 x 95		95 x 79	55 x 45	90		
120 x 100	120 x 100		100 x 84	60 x 50	95		
130 x 110	130 x 110		105 x 89	65 x 55	100		
140 x 120	140 x 120		110 x 94	70 x 60			
160 x 140	160 x 140		115 x 99	75 x 65	Zwischengrößen auf Anfrage		
200 x 175	200 x 175		120 x 104	80 x 70			
250 x 230	250 x 230		125 x 109	85 x 75			
330 x 310	330 x 310		130 x 114	90 x 75			

max. Länge auf Anfrage, max. Durchmesser auf Anfrage

TOLERANZEN

nach DIN 40680

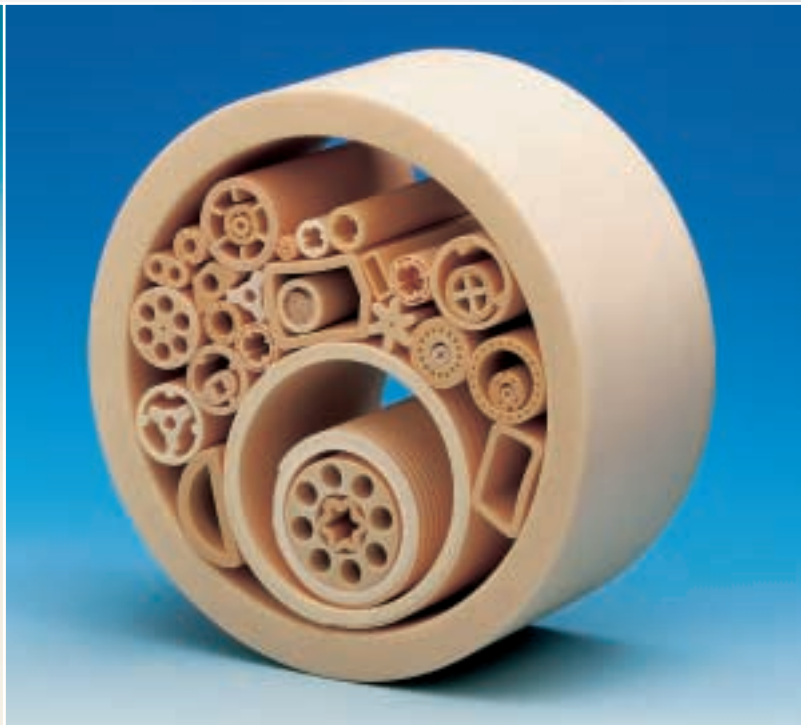
Durchmessertoleranzen-Durchbiegungstoleranzen ohne Schleifbearbeitung nach DIN 40680, Stand 1983										
Nennmaß für Durchmesser oder Längen in mm	grob		Genauigkeit		Nennmaß für Längen in mm	grob		Genauigkeit		mittel
	Zulässige Abweichung in mm	Zulässige Abweichung in mm	Zulässige Abweichung in mm	Zulässige Abweichung in mm		Zulässige Durchbiegung fa in mm	Zulässige Durchbiegung fa in mm	Zulässige Durchbiegung fa in mm	Zulässige Durchbiegung fa in mm	
über bis 4	± 0,4		± 0,15		über bis 30	1,7		0,15		
über 4 bis 6	± 0,6		± 0,20		über 30 bis 40	1,8		0,20		
über 6 bis 8	± 0,7		± 0,25		über 40 bis 50	1,9		0,25		
über 8 bis 10	± 0,8		± 0,30		über 50 bis 60	2,0		0,30		
über 10 bis 13	± 1,0		± 0,35		über 60 bis 70	2,1		0,35		
über 13 bis 16	± 1,2		± 0,40		über 70 bis 80	2,1		0,40		
über 16 bis 20	± 1,2		± 0,45		über 80 bis 90	2,2		0,45		
über 20 bis 25	± 1,5		± 0,50		über 90 bis 100	2,3		0,50		
über 25 bis 30	± 1,5		± 0,55		über 100 bis 110	2,4		0,55		
über 30 bis 35	± 2,0		± 0,60		über 110 bis 125	2,5		0,65		
über 35 bis 40	± 2,0		± 0,65		über 125 bis 140	2,6		0,70		
über 40 bis 45	± 2,0		± 0,70		über 140 bis 155	2,7		0,80		
über 45 bis 50	± 2,5		± 0,80		über 155 bis 170	2,9		0,85		
über 50 bis 55	± 2,5		± 0,90		über 170 bis 185	3,0		0,90		
über 55 bis 60	± 2,5		± 1,00		über 185 bis 200	3,1		1,00		
über 60 bis 70	± 3,0		± 1,20		über 200 bis 250	3,5		1,25		
über 70 bis 80	± 3,5		± 1,40		über 250 bis 300	3,9		1,50		
über 80 bis 90	± 4,0		± 1,60		über 300 bis 350	4,3		1,75		
über 90 bis 100	± 4,5		± 1,80		über 350 bis 400	4,7		2,00		
über 100 bis 110	± 5,0		± 2,00		über 400 bis 450	5,1		2,25		
über 110 bis 125	± 5,5		± 2,20		über 450 bis 500	5,5		2,50		
über 125 bis 140	± 6,0		± 2,50		über 500 bis 600	6,3		3,00		
über 140 bis 155	± 6,5		± 2,80		über 600 bis 700	7,1		3,50		
über 155 bis 170	± 7,0		± 3,00		über 700 bis 800	7,9		4,00		
über 170 bis 185	± 7,5		± 3,40		über 800 bis 900	8,7		4,50		
über 185 bis 200	± 8,0		± 3,80		über 900 bis 1000	9,5		5,00		
über 200 bis 250	± 9,0		± 4,20		über 1000	1,5 + 0,8% · l		0,5% · l		
über 250 bis 300	± 10,0		± 4,60		Für engere Toleranzen erbitten wir Ihre Anfrage					
über 300 bis 350	± 11,0		± 5,00		Herstellverfahren		Genauigkeitsgrad			
über 350 bis 400	± 12,0		± 5,50				grob		mittel	
über 400 bis 450	± 13,0		± 6,10		Gegossen, gedreht, stranggepreßt für Teile mit einem Hüllmaß von 30 mm und darüber		Anwendung üblich			
über 450 bis 500	± 14,0		± 6,80		Stranggepreßt für Teile mit einem Hüllmaß bis 30 mm, undosiert gepreßt, dosiert halbfeucht gepreßt, dosiert trocken gepreßt, weiß bearbeitet				Anwendung üblich	
über 500 bis 600	± 15,0		± 7,60							
über 600 bis 700	± 16,0		± 8,30							
über 700 bis 800	± 17,5		± 9,00							
über 800 bis 900	± 19,0		± 9,50							
über 900 bis 1000	± 20,0		± 10,00							
über 1000	± 0,02 · d		± 0,01 · d							
Genauigkeit	grob		mittel							
VDE 0335, Typ	530/610	799	530/610	799						
Herstellverfahren										
Gegossen	•	•								
Gedreht	•									
Stranggepreßt Hüllmaß 30 mm u. darüber	•	•								
Stranggepreßt Hüllmaß bis 30 mm			•	•						
Undosiert gepreßt			•							
Dosiert halbfeucht gepreßt										
Dosiert trocken gepreßt				•						
Weiß bearbeitet			•	•						
Die für die Genauigkeit "grob" festgelegten Werte gelten nicht für Erstfertigung, hier sind Sonderverabredungen erforderlich.										
• Herstellverfahren üblich										



EINSATZBEISPIELE

der keramischen Werkstoffe





Keramische TRAGROLLEN

HALDENWANGER ist weltweit der einzige Hersteller von Ofenrollen, der in der Lage ist, das komplette Programm von Rollen-Werkstoffen anzubieten. Dies ist nur möglich, weil in unserem Hause sowohl das Fertigungs-Know-How für Mullit, als auch für den hochfeuerfesten Werkstoff SiC vorhanden ist.

Rollenöfen für den Schnellbrand von Wand- und Bodenplatten werden seit gut 25 Jahren eingesetzt. Bei dieser Ofenart wird das Brenngut mittels rotierender keramischer Rollen durch den Ofen befördert. Seit dieser Zeit beliefert HALDENWANGER die verschiedenen Ofenhersteller und auch die Ofenbetreiber mit oxid- und nicht-oxidkeramischen Rollen. Damals betrug der Rollendurchmesser noch 55 mm bei Längen um 2000 mm. Aus Kapazitätsgründen kam dann aus der Wand- und Bodenplattenindustrie die Forderung nach leistungsfähigeren Ofeneinheiten. Das hatte zur Folge, daß die Öfen breiter und damit die Rollen länger wurden. Heute ist man bei Rollendurchmessern von 30, 33,7, 40, 42, 45 und 50 mm bei maximalen Rollenlängen von ca. 3700 mm angelangt. Dies entspricht einer nutzbaren Ofenbreite von ca. 2500 mm.

Auch die Toleranzen der Tragrollen sind in letzter Zeit wesentlich enger geworden. So sind für den Rollendurchmesser heute +/- 0,2 bis +/- 0,3 mm üblich. Die Durchbiegungen liegen heute bei 1,0 bis 1,5 mm, was einem TIR von 2 – 3 mm entspricht. Außerdem wird die Rolle noch in ihrer Konizität von einem Ende zum Anderen spezifiziert. Sie sollte nicht mehr als 1 mm betragen.

Unsere Produktionskapazität erlaubt es, praktisch alle marktgängigen Abmessungen herzustellen und zu liefern.



Die Tragrollen müssen eine gute Feuerstandsfestigkeit aufweisen, die den einwandfreien Betrieb bei einer gegebenen Temperatur und Belastung gewährleistet. Ebenso besteht die Forderung, daß Rollen während des laufenden Ofenbetriebes gewechselt werden können. Wegen des damit verbundenen, hohen Temperaturgradienten, den Rollen zu ertragen haben, kommt nur ein ausreichend temperaturwechselbeständiger Werkstoff in Frage.

Oxidkeramische Rollen, das sind unsere Werkstoffe Sillimantintin 60, Sillimantintin 65, Sillimantintin 60 NG, finden Anwendung in Rollenöfen zum Brand von Wand- und Bodenplatten. Nichtoxidkeramische Rollen, das sind unsere Werkstoffe Halsic-R (RSiC) und Halsic-I (SiSiC), finden Anwendung in Rollenöfen zum Brennen von Sanitärkeramik und Porzellan. Diese Materialien werden infolge der besseren Kriechbeständigkeit gegenüber den oxidkeramischen Rollen eingesetzt.

Vor dem Einbau der Rollen in den Ofen ist darauf zu achten, daß die Rollen trocken sind. Das gilt vor allem dann, wenn Rollen während des Betriebes ausgetauscht werden. Die Trocknung wird üblicherweise durch Lagerung der Rollen auf oder über dem Ofen erreicht (Ausnutzung der Abwärme).

Im Ofen treten Wärmeverluste durch die offenen Rollenenden auf. Durch Einsatz von keramischen Faserstopfen werden die Rollen an beiden Enden abgedichtet. Die Stopfen haben üblicherweise eine Länge von 100 bis maximal 200 mm.

Die oxidkeramischen Rollen müssen sowohl beim Auf- als auch beim Abheizen rotieren. Dies ist zu beachten, wenn ein Rollenofen angefahren oder



stillgelegt wird, oder wenn technische Störungen auftreten.

Rollenstillstand bei oxidischen Werkstoffen, selbst über kürzere Zeitabschnitte, führt zur Durchbiegung. Der Antrieb der Rollen darf keinesfalls, wie immer wieder beobachtet, bei 500-600°C Ofentemperatur abgeschaltet werden. Stillstand der Rollen bei der genannten Temperatur schädigt die Rollen! Es ist mit erheblichem Bruch beim Wiederanfahren des Ofens zu rechnen. Auch bei kurzzeitigen Ofenstörungen muß stets für rotierende Rollen gesorgt werden.

HALDENWANGER Keramikrollen werden eingesetzt für das Brennen von:

- Wand- und Bodenplatten bis 1300°C
- Geschirrporzellan bis 1420 °C
- Sanitärporzellan bis 1300 °C
- Ferrite bis 1350 °C auf Brennunterlagen
- Metallen in der Wärmebehandlung bis 1200 °C.

Keramische Tragrollen für Glastemperöfen

Auch bei Rollenöfen für die Temperung von Flachglas erfolgt der Transport der Glasscheiben durch den Ofen mittels ortsfester, rotierender Rollen. Das Tempergut läuft direkt, also ohne Unterlagen über die Transportrollen.

Die Durchlaufzeit kann über die Umdrehungsgeschwindigkeit der Rollen sowie durch den Einsatz unterschiedlicher Heizsysteme geregelt werden.

Dieser thermischen Nachbehandlung müssen aufgrund neuerer Bestimmung alle großformatigen Glasscheiben unterworfen werden. (Einscheiben Sicherheitsglas)

Ziel dieses Prozesses ist es, durch die Wärmebehandlung Spannungen im Glas zu erzeugen, so daß bei Zerstörung keine scharfen Splitter entstehen. Die Scheibe muß, ähnlich dem Verbund-Sicherheitsglas, in viele kleine ungefährliche Partikel zerfallen.

Wegen der Empfindlichkeit der Glasoberfläche muß die Oberfläche der zum Einsatz kommenden keramischen Rollen sehr glatt und frei von kleinsten Erhebungen und Graten sein. Die Durchbiegung und die Rundlaufgenauigkeit sind ebenfalls sehr wichtige Faktoren.

Zusätzlich muß das keramische Material eine gute Temperaturwechselbeständigkeit besitzen, um prozessbedingte Temperaturänderungen zu überstehen.

Als Rollenwerkstoff kommt hier unser Quarzglas zum Einsatz. Verwendet werden Quarzglasvollrollen und auch Quarzglasrollen, die mit komplett montierten Metallendkappen geliefert werden können.

ANWENDUNGSBEISPIELE

keramischer Bauteile

Anhand von konkreten Beispielen werden Sie erkennen, wie wir Probleme anfassen und lösen. Es wird gezeigt, wie wir in Zusammenarbeit mit Kunden zu optimalen Problemlösungen kommen. Die folgenden Seiten erläutern den praktischen Einsatz unserer Keramik im Ofenbau.



Glühgefäße und Schmelztiegel

Glühgefäße und Schmelztiegel aus Keramik werden in fast allen Industriezweigen benötigt. Welcher der HALDENWANGER-Werkstoffe eingesetzt wird, hängt von der chemischen oder thermischen Beanspruchung ab. Die vielfältigen Größen und Geometrien werden von Ihnen vorgegeben. Ihre Produktqualität, Ihre Kosten sind mit unseren vielfältigen Möglichkeiten positiv zu beeinflussen. Gemeinsame Werkstoffwahl und Festlegung der Geometrie ist dafür Voraussetzung.

Quarzgut

Es sind Arbeitstemperaturen bis 1000 °C möglich. Der kleine WAK und die dadurch bedingte gute Temperaturwechselbeständigkeit lassen kurze Aufheizzeiten zu.

Alsint-porös

Alsint-porös ist oberhalb 1300 °C, auch in reduzierender Atmosphäre der richtige Werkstoff. Die chemische Beständigkeit dieses Werkstoffes ist das wesentliche Merkmal. Die Aufheizgeschwindigkeiten müssen an diesen Werkstoff angepaßt werden! Über die Geometrie und die Wandstärke kann die Temperaturwechselbeständigkeit ebenfalls beeinflußt werden.

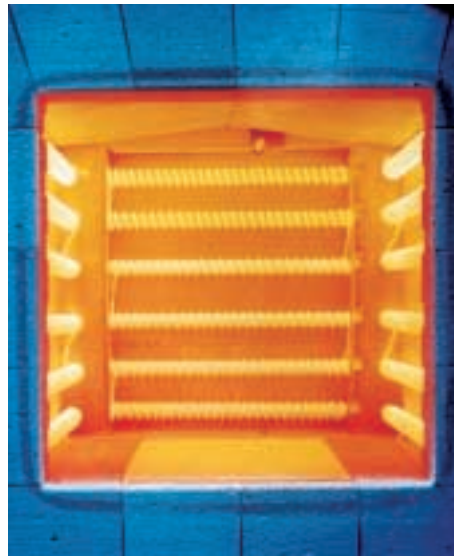


Tragrohre

Zum Bau von Öfen mit freiliegenden Heizleiterwendeln werden sogenannte Tragrohre benötigt. Unser Werkstoff Sillimantin KS hat sich seit Jahren bewährt und wird von vielen namhaften Ofenbauunternehmen eingesetzt. Alle gängigen Tragrohrabmessungen können ab Lager geliefert werden. Sondermaße aus Sillimantin 60 werden angefertigt (siehe Tabelle Seite 10).

Ist der übliche Werkstoff Sillimantin KS für Ihren speziellen Fall nicht ausreichend, so gibt es folgende weitere Möglichkeiten:

- Alsint 99,7 mit größerer Tragfähigkeit, größerer Stützweite (ohne Durchbiegung) gasdicht und chemisch inert.
- Pythagoras hat als dichter Werkstoff eine höhere Feuerfestigkeit als Sillimantin KS.
- Sillimantin 60 NG verbindet die hohe Feuerstandsfestigkeit von Alsint mit einer guten Temperaturwechselbeständigkeit.



Brennstützen

In der Keramik-Industrie und auch in der Elektro-Industrie werden für Warenaufbauten sogenannte Brennstützen benötigt. In der Keramik-Industrie werden üblicherweise Rohrabschnitte, z. B. 55 x 45 x 200 bis 300 mm zur Distanzierung der Brennplatten verwendet. In der Ferrit-Fertigung setzt man für den gleichen Zweck viereckige Vollkörper verschiedenster Abmessungen ein. Auch sie haben die Aufgabe, die Brennplatten mit den darauf befindlichen Ferriten zu tragen. Hohe mechanische Festigkeit der Keramik ermöglicht kleine Brennstützen. Das Ergebnis ist eine Verbesserung des Brennhilfsmittel-Brenngutverhältnisses.



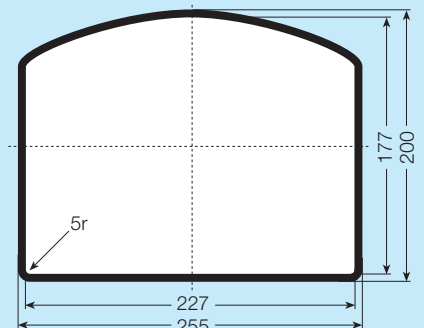
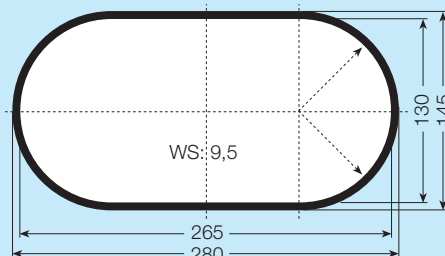
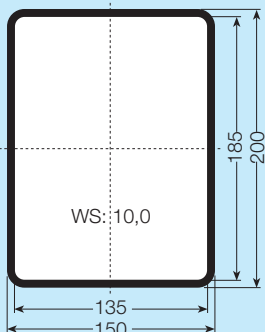
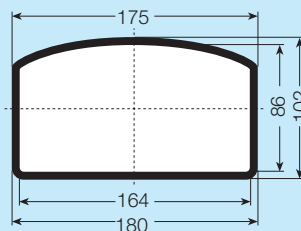
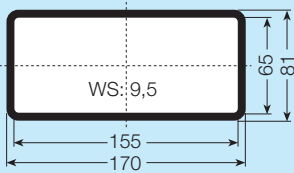
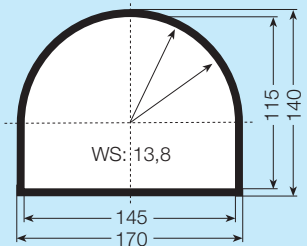
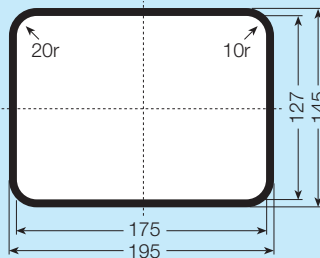
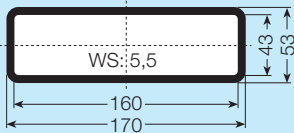
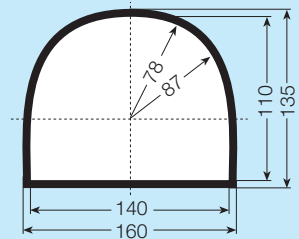
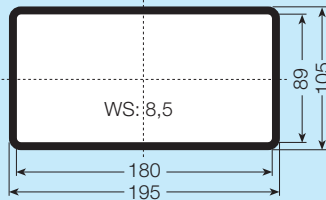
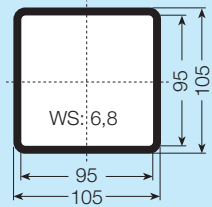
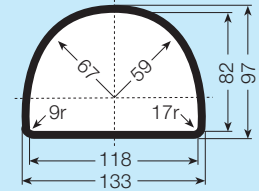
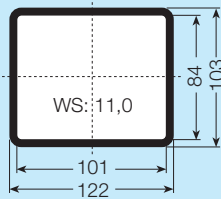
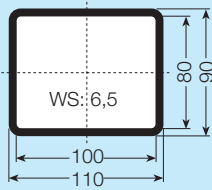
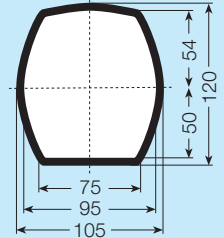
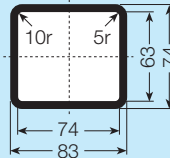
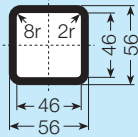
Brennaufbauten

Für unser weiteres Fertigungsprogramm über nichttoxische Werkstoffe (Halsic), verweisen wir auf unseren Prospekt „Halsic-R/Halsic-RX, Halsic-I/Halsic-S“

ABMESSUNGEN

von Muffelprofilen, beidseitig offen

Abmessungen für den Werkstoff Sillimantın 60 entsprechen den angegebenen Zahlen der dargestellten Muffeln. Für den Werkstoff Sillimantın 60 NG müssen die angegebenen Maße minus 5% verwendet werden.



TECHNISCHE KERAMIK

Dieser Prospekt hat Ihnen gezeigt, mit welchen Mitteln wir Probleme im Ofenbau lösen. Doch ist damit die Leistungsfähigkeit von HALDENWANGER nicht erschöpft. Überall, wo es gilt „schwierige Probleme“ mit technischer Keramik zu lösen, ist HALDENWANGER der Name.

Technische Keramik hat seit jeher ihren festen Platz bei vielen Fertigungsprozessen. Jedoch kommen immer neue Einsatzbereiche hinzu. Von der Weltraumforschung bis zum Maschinenbau, von der Chemie bis zur kompliziertesten Elektronik.

Weitere Anwendungsgebiete für HALDENWANGER Technische Keramik:

- Anwendung im Maschinenbau, von Achswellen bis zu Zylinderauskleidungen
- Anwendung in der Feuerfesttechnik, von Brennplatten bis zu Wärmetauschern
- Einsatz in der chemischen Technik von Abdampfschalen bis zu Verbrennungsschiffchen
- Anwendung in Elektronik und Starkstromelektrik von Isolierperlen bis zu Bauteilen für Elektronikröhren

Generell und überall gilt es, HALDENWANGER schon im Planungsstadium einzuschalten.

HALDENWANGER ist der Spezialist für technische Keramik.

Denken Sie daran, wenn Sie demnächst ein Problem haben, das Sie mit Keramik lösen wollen.



Sonderbauteile für kundenspezifische Anwendungen

Alsint 99,7 Isolierring (320 mm Ø, 4 mm Wandstärke für den Satelliten „COS-B“)