

## Summary of our ceramic materials

### IMPERVIOUS MATERIALS

#### Alsint 99.7

Best high temperature ceramic material for kiln construction with 99.7%  $Al_2O_3$  (the difference is mainly MgO and  $SiO_2$ )

- Type C 799 according to DIN EN 60672
- Refractoriness up to 1800°C
- High mechanical strength
- High electrical resistivity
- High creep resistance

#### Recommended applications:

- High working temperature, chemical attack, e.g. hydrogen and other reducing gases
- Clean kiln atmosphere
- Thin-walled designs with high thermal shock resistance

#### Pythagoras 1800 Z

Impervious, mullite high performance material

- Refractoriness up to 1600°C
- Very high thermal shock resistance
- High mechanical strength
- High electrical insulation even at high temperatures
- Most suitable material for radiant heating tubes
- Kiln tubes made of Pythagoras 1800 Z can be very thin-walled

#### Pythagoras

Most economical, mullite material for kiln components

- Type C 610 according to DIN EN 60672
- Application temperatures up to 1400°C
- Very good chemical resistance against gases free of fluorine
- For kilns operating under normal conditions, Pythagoras has good thermal shock resistance and good mechanical strength
- Pythagoras is a very economical material that is used as impervious protection sheaths and insulators for temperature measurement

#### Zirconia MgO-PSZ

Magnesium partially stabilized zirconia for wear resistance application

- Main application for mechanical engineering and wire draw cones
- Long term application up to 500°C
- High flexural- and abrasion strength

#### Zirconia CaO-FSZ

Calcium full stabilized zirconia for high temperatures

- High temperature material up to 2000°C
- Excellent chemical resistance against aggressive atmosphere and melting, i.e. application for thermo couples in crystallization

#### Halsic-I

Silicon infiltrated reaction bonded Silicon Carbide (SiSiC)

- Reaction bonded SiC matrix, free of pores, with residual metallic Silicon
- High temperature ceramics for highest mechanical loads
- Extremely good oxidation resistance
- Large sized components possible
- Application temperatures up to 1350°C
- Corrosion resistant against strong acids and alkaline solutions
- High thermal conductivity

### POROUS MATERIALS

#### Alsint porous

High purity, porous 99.5%  $Al_2O_3$

- Better thermal shock resistance than Alsint 99.7
- Refractoriness similar to Alsint 99.7
- Chemical resistance similar to Alsint 99.7
- Alsint porous is mainly used for the manufacture of ignition dishes and crucibles

#### Sillimantin 60 NG

A specially developed material for use in kiln manufacture with an  $Al_2O_3$  content between 73-75 %

- Low porosity
- Good thermal shock resistance
- No reactions with the heating elements
- Working temperatures of up to 1650°C
- Special shapes possible for bridging long distances between supports
- Excellent chemical resistance, no contamination of the kiln atmosphere through evaporation
- Suitable for kilns with a high temperature gradient
- Sillimantin 60 NG can be used under severe conditions as the outer protective tube in temperature monitoring devices

#### Sillimantin 60

Most frequently used ceramic material in kiln designs

- Type C 530 according to DIN EN 60672
- Application temperatures up to 1350°C
- Refractoriness up to 1300°C (subject to loading for roller applications)
- No reactions with heating elements
- This material can be formed using most moulding methods
- Numerous special designs are possible as well as a wide range of standard tubes
- This material is used successfully in laboratory and industrial kilns

#### Sillimantin KS

Most economical for support tubes

- Refractoriness up to 1350°C
- Good mechanical strength

#### SiC

Conventional, clay-bonded silicon carbide

- High thermal conductivity allows the manufacture of thick-walled components having high mechanical strength
- Furnace tubes with high thermal shock resistance
- Can be used in oxidising atmospheres up to 1400°C
- High mechanical strength due to large wall thickness
- Sighting tubes for optical temperature measurement
- Outer protection tubes for temperature measurement up to 1200°C in light and heavy metal smelt

#### Fused Silica

Minimum 99.7%  $SiO_2$

- Very low thermal expansion
- Excellent thermal shock resistance
- Can be used continuously at temperatures up to 1000°C

This material is used for:

- Rollers in glass tempering furnaces
- Crucible for the Solar and Semiconductor Industry
- Riser tubes for continuous casting
- Crucibles withstanding high thermal shock

#### Halsic-R

Recrystallised Silicon Carbide (RSiC)

- Compact SiC matrix with open porosity
- Classic ceramic for high temperature applications
- Large sized components possible
- Reliable bonding of coatings
- Application temperatures: 1600°C (oxidising) and approx. 2000°C (under protective atmosphere)
- Resistant against strong acids and alkaline solutions

#### Halsic-RX

Chemically doped recrystallised SiC (RSiCdoped)

- Compact SiC matrix with open porosity
- Very good oxidation resistance
- Multiple increased life time compared to Halsic-R
- Ideal material for porcelain fast firing
- Large sized components possible
- Reliable bonding of coatings
- Application temperatures up to 1650°C (oxidising)

## Kurzbeschreibung unserer keramischen Werkstoffe

### DICHTE WERKSTOFFE

#### Alsint 99,7

Hervorragender 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 EN 60672
- Feuerstandsfestigkeit belastungsfähig bis 1.800°C
- Hohe mechanische Festigkeit
- Hohe elektrische Isolationsfähigkeit
- Geringe Kriechverformung

Einsatz empfehlenswert bei:

- Hoher Arbeitstemperatur, chemischem Angriff, z. B. durch Wasserstoff und andere reduzierende Gase
- Erfordernis hochreiner Atmosphäre im Ofen
- Dünnwandigen Konstruktionen mit guter Temperaturwechselbeständigkeit

#### Pythagoras 1800 Z

Gasdichter, mullitischer Hochleistungswerkstoff

- Feuerstandsfestigkeit bis 1.600°C
- Sehr hohe Temperaturwechselbeständigkeit
- Hohe mechanische Festigkeit
- Hohe elektrische Isolation, auch bei erhöhten Temperaturen
- Optimaler Werkstoff für Heizstrahlrohre
- Heizstrahl- und Arbeitsrohre aus Pythagoras 1800 Z lassen sich sehr dünnwandig herstellen

#### Pythagoras

Wirtschaftlichster, gasdichter, mullitischer Ofenbauwerkstoff

- TYP C 610 nach DIN EN 60672
- Anwendungstemperatur bis 1.400°C
- Chemische Beständigkeit gegenüber fluorfreien Gasen sehr gut
- Für normal beanspruchte Öfen besitzt Pythagoras eine gute Temperaturwechselbeständigkeit und gute mechanische Festigkeit
- In der Temperaturmessung ein sehr wirtschaftlicher Werkstoff für gasdichte Außenschutzrohre und Isolierstäbe

#### Zirkonoxid MgO-PSZ

Magnesium teilstabilisiertes Zirkonoxid für Verschleißanwendungen

- Hauptsächliche Verwendung im Maschinenbau und in der Drahtverarbeitung
- Langzeiteinsatz bis 500°C
- Hohe Biege- und Abriebfestigkeit

#### Zirkonoxid CaO-FSZ

Calcium vollstabilisiertes Zirkonoxid für Hochtemperaturanwendungen

- Hochfeuerfest bis 2.000°C
- Sehr gute chemische Beständigkeit gegenüber aggressiven Atmosphären und Schmelzen, z. B. Einsatz zur Temperaturmessung in Kristallzuchtöfen

#### Halsic-I

Siliciuminfiltriertes, reaktionsgebundenes Siliciumcarbid (SiSiC)

- Porenfreie reaktionsgebundene SiC-Matrix mit metallischem Restsilicium
- Mechanisch höchstbelastbare Hochtemperaturkeramik
- Extrem gute Oxidationsbeständigkeit
- Große Bauteilgeometrien herstellbar
- Anwendungstemperatur bis 1.350°C
- Korrosionsbeständig gegen starke Säuren/Laugen
- Hohe Wärmeleitfähigkeit

### 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
- Alsint porös wird hauptsächlich zu Glühshalen und Tiegeln verarbeitet

#### Sillimantin 60 NG

Speziell für den Ofenbau entwickelter Werkstoff mit 73-75 %  $Al_2O_3$

- Geringe Porosität
- Sehr gute Temperaturwechselbeständigkeit
- Reaktionen mit Heizleitern treten nicht auf
- Einsetzbar bis 1.650°C Arbeitstemperatur
- Formteile zur freitragenden Überbrückung großer Strecken
- Hervorragende chemische Beständigkeit obgleich porös, keine Verunreinigungen der Ofenatmosphäre durch Abdampfungen
- Für Öfen mit großen Temperaturgradienten
- Schutzrohrwerkstoff für hohe Beanspruchung in der Temperaturmessung

#### Sillimantin 60

Gebräuchlichster Keramikwerkstoff im Ofenbau

- TYP C 530 nach DIN EN 60672
- Anwendungstemperatur bis 1.350°C
- Feuerstandsfestigkeit bis 1.300°C (belastungsabhängig bei Tragrollen)
- Keine Reaktionen mit Heizleitern
- Kann mit fast allen Formgebungsverfahren verarbeitet werden
- Neben einem großen Rohrprogramm ist eine Fülle von Sonderanfertigungen möglich
- Wird sowohl im Industrieofenbau als auch in Laboröfen erfolgreich eingesetzt

#### Sillimantin KS

Preisgünstigster poröser Werkstoff für Tragrohre

- Feuerstandsfestigkeit bis 1.350°C
- Gute mechanische Festigkeit

#### SiC

Konventionelles, tongebundenes Siliciumcarbid

- Hohe Wärmeleitfähigkeit, deshalb sind dickwandige, mechanisch feste Körper herstellbar
- Ofenrohre mit hoher Temperaturwechselbeständigkeit
- Einsatz in oxidierender Atmosphäre bis 1.400°C
- Durch große Wandstärke wird eine hohe mechanische Festigkeit erreicht
- Sichtrohre für die optische Temperaturmessung
- Außenschutzrohre zur Temperaturmessung in Leicht- und Schwermetallschmelzen bis 1.200°C

#### Quarzgut

Mindestens 99,7%  $SiO_2$

- Sehr geringe Wärmeausdehnung
- Hervorragende Temperaturwechselbeständigkeit
- Dauereinsatztemperatur bis 1.000°C

Findet Verwendung als:

- Rollen in Glastemperöfen
- Tiegel für Siliziumschmelzen für die Solar- und Halbleiterindustrie
- 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
- Anwendungstemperatur bis 1.600°C (oxidierend) bzw. ca. 2.000°C (unter Inertgas)
- Beständigkeit gegenüber starken Säuren und Laugen

#### Halsic-RX

Chemisch dotiertes, rekristallisiertes SiC (RSiCdot)

- Kompakte SiC-Matrix mit offener Porosität
- Sehr gute Oxidationsbeständigkeit
- Gegenüber Halsic-R mehrfach erhöhte Standzeit
- Idealer Werkstoff für Porzellanschmelzen
- Große Bauteilgeometrien herstellbar
- Zuverlässige Haftung von Engoben
- Anwendungstemperatur bis 1.650°C (oxidierend)

## Physikalische Eigenschaften / Physical Properties

WERKSTOFF	Einheit Unit of measurement	DICHT / IMPERVIOUS						PORÖS / POROUS									MATERIAL
		Alsint 99,7	Pythagoras 1800 Z	Pythagoras	Zirkonoxid Zirconica MgO-PSZ	Zirkonoxid Zirconica CaO-FSZ	Halsic-I	Alsint porös/porous	Sillimantin 60	Sillimantin 60 NG	Sillimantin KS	SiC <sup>1</sup> tongebunden clay-bonded	Halsic-R	Halsic-RX	Quarzglas Fused Silica		
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -Gehalt	%	99,7	76 - 78	56 - 58	–	–	–	99,5	72 - 74	73 - 75	70 - 72	–	–	–	–	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> content	
Alkali-Gehalt	%	–	0,5	3	–	–	–	–	I	I	I	–	–	–	–	Alkali content	
SiC-Gehalt	%	–	–	–	–	–	88-92	–	–	–	–	70 - 90	99	99	–	SiC content	
Si-Gehalt (frei)	%	–	–	–	–	–	8-12	–	–	–	–	–	0,1	0,1	–	Si-free	
Typ nach DIN EN 60672	–	C 799	C 620	C 610	–	–	–	–	C 530	–	–	–	–	–	–	Type according to DIN EN 60672	
Wasseraufnahmefähigkeit	%	≤ 0,2	≤ 0,2	≤ 0,2	≤ 0,2	≤ 0,2	≤ 0,1	2-7	9	1-3	6	8-13	5	5	4-6	Water absorption capacity	
Leckrate bei 20 °C	hPa dm <sup>3</sup> s <sup>-1</sup>	10 <sup>-10</sup>	–	10 <sup>-10</sup>	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Leakage rate at 20 °C	
Rohdichte	g cm <sup>-3</sup>	3,75-3,94	3	2,6	5,6	5,4	3,1	3,6	2,40-2,45	2,75-2,85	2,55	2,2-2,5	2,7	2,7	1,92-2	Bulk density	
Biegefestigkeit bei 20 °C (3-Punkt)	MPa	300	150	120	500	200	240	70-110	45	60	45	30	80-100	80-90	30-40	Flexural strength 20 °C (3-point)	
Biegefestigkeit bei 1.300 °C (3-Punkt)	MPa	–	–	–	–	–	250-300	–	–	–	–	–	90-110	90-110	45-60 <sup>2</sup>	Flexural strength 1300 °C (3-point)	
Elastizitätsmodul	GPa	300-380	150	100	–	–	370	–	60	100	60	–	280	280	30-40	Young's modulus	
Härte nach Mohs	–	9	8	8	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Hardness (Mohs' scale)	
Wärmeausdehnung bei 20-700 °C	10 <sup>-6</sup> K <sup>-1</sup>	7,8	5,6	5,4	9,8	9,9	3,7	7,8	5,3	5,4	5,3	5,3	5	3,9	3,9	Thermal expansion 20-700 °C	
Wärmeausdehnung bei 20-1.000 °C	10 <sup>-6</sup> K <sup>-1</sup>	8,6	6	6	10,3	–	4,3	8,6	5,7	5,8	5,7	5	4,5	4,5	0,5-0,9	Thermal expansion 20-1000 °C	
Wärmeleitfähigkeit bei 200 °C	W m <sup>-1</sup> K <sup>-1</sup>	25	6	2	–	–	100	–	1,4	–	1,4	–	35	35	–	Thermal conductivity 200 °C	
Anwendungsgrenze für tragende Teile <sup>3</sup>	°C	1800	1600	1400	500	2000 ohne Last w/o load	1350	1700	1350	1650	1350	1300	1600 <sup>4</sup> 2000 <sup>5</sup>	ca. / approx. 1650 <sup>4</sup>	1000	Maximal approx. temperature for load-bearing elements	
Elektrische Durchschlags- festigkeit nach IEC 672-2	kV mm <sup>-1</sup>	17	15	17	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Dielectric strength according to IEC 672-2	
Spez. elektrischer Widerstand bei Gleichspannung bei 20 °C	Ω cm	10 <sup>4</sup>	10 <sup>11</sup>	10 <sup>11</sup>	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Resistivity at DC voltage 20 °C	
Temperaturwechsel- beständigkeit	–	gut good	sehr gut excellent	gut good	gut good	–	sehr gut excellent	gut good	sehr gut excellent	gut good	sehr gut excellent	sehr gut excellent	sehr gut excellent	sehr gut excellent	sehr gut excellent	Thermal shock resistance	
Mittlerer Porendurchmesser	µm	–	–	–	–	–	–	1-3	2	4,5	2	3	24	24	0,2	Diameter of pores, average	
Spezifische Wärmekapazität bei 20-100 °C	J kg <sup>-1</sup> K <sup>-1</sup>	990	900	900	–	–	–	–	800	900	–	–	–	–	–	Specific heat capacity 20-100 °C	

Die in der Tabelle genannten Eigenschaften unserer Erzeugnisse gelten nur für Prüfkörper. Die Übertragung dieser Werte auf andere Formen und Abmessungen ist nur bedingt zulässig. In der Praxis weisen z. B. Alsint-99,7-Formteile Festigkeitswerte zwischen 160 und 300 MPa in Abhängigkeit von Wandstärke, Geometrie, Oberflächenbeschaffenheit, Nachbehandlung sowie Formgebungsverfahren auf.

<sup>1</sup> Angaben zur allg. Orientierung, Eigenschaften differieren je nach Qualitäten <sup>2</sup> bei 700 °C <sup>3</sup> belastungsabhängig <sup>4</sup> in oxidierender Atmosphäre <sup>5</sup> in inerter Atmosphäre

The values listed above pertain to test specimens. They are for reference purposes only and cannot be applied unconditionally to other shapes and dimensions. In practice, Alsint 99.7 components show mechanical strength values between 160 and 300 MPa, depending on their wall thickness, actual shape, surface finish, shaping process, and post-processing. In the tables the decimal numbers are written in the German form, using commas instead of decimal points, i. e. 2,3 instead 2.3.

<sup>1</sup> since different qualities are available, values are approximate (and for reference purposes only) <sup>2</sup> at 700 °C <sup>3</sup> dependent upon load <sup>4</sup> under oxidising conditions <sup>5</sup> under inert atmosphere