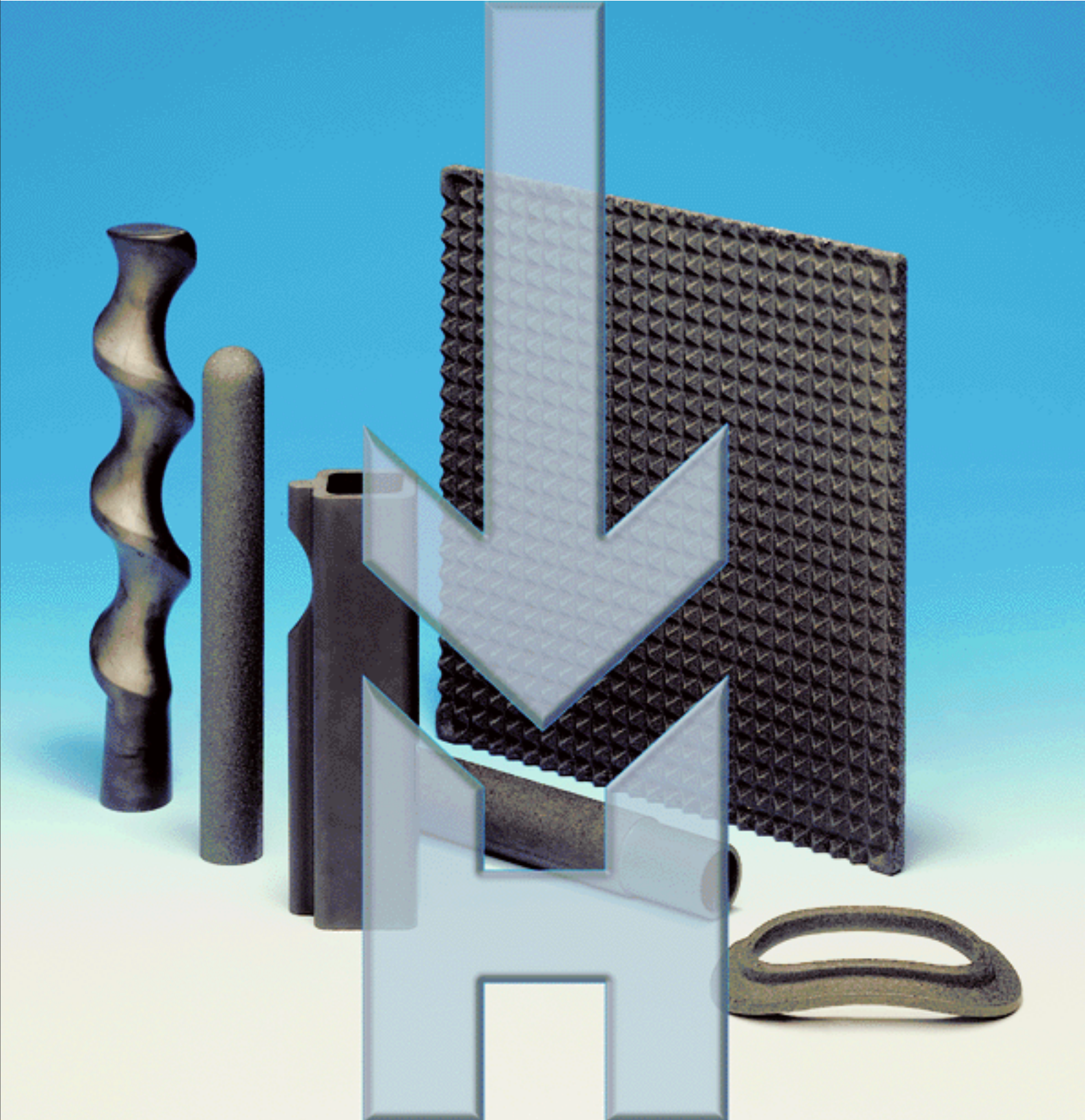


**HALDENWANGER**

**Halsic-R/-RX/-I/-S**





**HALSIC** ist der Name für 4 außergewöhnliche keramische Hochleistungswerkstoffe von W. HALDENWANGER aus der Werkstoffgruppe Siliciumcarbid (SiC). Sie haben folgende gemeinsame Eigenschaftsmerkmale: Absolute Formstabilität trotz höchster mechanischer Belastung im Hochtemperatureinsatz – sehr gute Temperaturwechselbeständigkeit aufgrund geringer Wärmeausdehnung und hoher Wärmeleitfähigkeit – sehr hohe Verschleißfestigkeit – extrem hohe Korrosionsbeständigkeit – geringes spezifisches Gewicht.

#### Halsic-R

- Rekristallisiertes Siliciumcarbid (RSiC)
- Kompakte SiC-Matrix mit offener Porosität
- Klassische Hochtemperatur-Konstruktionskeramik
- Große Bauteilgeometrien herstellbar
- Zuverlässige Haftung von Engoben
- Anwendungstemperaturen: 1.600 °C (oxidierend) bzw. ca. 2.000 °C (unter Inertgas)
- Beständig gegenüber starken Säuren u. Laugen

#### Halsic-RX

- Chemisch dotiertes rekristallisiertes SiC (RSiC<sub>dot</sub>)
- Kompakte SiC-Matrix mit offener Porosität
- Sehr gute Oxidationsbeständigkeit
- Gegenüber Halsic-R mehrfach erhöhte Haltbarkeit
- Idealer Werkstoff für Porzellanschmelzbrand
- Große Bauteilgeometrien herstellbar
- Zuverlässige Haftung von Engoben
- Anwendungstemperaturen: bis 1.650 °C (oxidierend)

#### Halsic-I

- Siliciuminfiltriertes reaktionsgebundenes SiC (SiSiC)
- Porenfreie reaktionsgebundene SiC-Matrix mit metallischem Restsilicium
- Mechanisch höchstbelastbare Hochtemperaturkeramik
- Extrem gute Oxidationsbeständigkeit
- Große Bauteilgeometrien herstellbar
- Anwendungstemperaturen: bis 1.350 °C
- Korrosionsbeständig gegen starke Säuren und Laugen

#### Halsic-S

- Drucklos gesintertes Siliciumcarbid (SSiC)
- Dichte gesinterte SiC-Matrix mit sehr geringem Anteil an geschlossener Porosität
- Mechanisch extrem belastbare Hochtemperaturkeramik
- Extrem gute Oxidationsbeständigkeit
- Anwendungstemperaturen: bis 1.600 °C
- Korrosionsbeständig gegen starke Säuren und Laugen

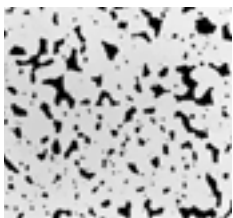
# HALSIC-WERKSTOFFE

Physikalische Eigenschaften* der W. HALDENWANGER - Halsic - Werkstoffe					
	Dimension	Halsic-R RSiC rekristallisiert	Halsic-RX RSiC <sub>dot</sub> chemisch dotiert	Halsic-I SiSiC reaktions- gebunden siliciuminfiltriert	Halsic-S SSiC drucklos gesintert
Phasenanteile: SiC Si metallisch	Vol.-%	≥ 99	≥ 99 <sup>1)</sup>	88 - 92 12 - 8	≥ 99
Rohdichte 20 °C	g · cm <sup>-3</sup>	2,7	2,7	3,1	3,1
Wasseraufnahmefähigkeit	Gew.-%	5	5	≤ 0,1	≤ 0,1
Biegefestigkeit bei 20 °C <sup>2)</sup>	MPa	80 - 100	80 - 100	240 - 280	350 - 400
Biegefestigkeit bei 1.300 °C <sup>3)</sup>	MPa	90 - 110	90 - 110	250 - 300	370 - 420
Wärmeausdehnung 20 - 1.000 °C, linear	10 <sup>-6</sup> · K <sup>-1</sup>	4,5	4,5	4,3	5,0
Wärmeleitfähigkeit 200 °C <sup>4)</sup>	W · m <sup>-1</sup> · K <sup>-1</sup>	35	35	100	124
Wärmeleitfähigkeit 1.200 °C <sup>4)</sup>	W · m <sup>-1</sup> · K <sup>-1</sup>	26	26	32	33
Elastizitätsmodul statisch, 20 °C	GPa	280	280	370	420 <sub>dyn</sub>
Temperaturwechselbeständigkeit	-	sehr gut	sehr gut	sehr gut	sehr gut
maximale Anwendungstemperatur <sup>5)</sup>	°C	ca. 1.600 <sup>6)</sup> ca. 2.000 <sup>7)</sup>	ca. 1.650 <sup>6)</sup>	ca. 1.350	ca. 1.600

\* Die genannten Eigenschaftswerte unserer Erzeugnisse gelten nur für Prüfkörper. Die Übertragung dieser Werte auf andere Formen und Abmessungen ist nur bedingt zulässig.

1) inkl. chemische Dotierungselemente, 2) 4-Punkt-Biegefestigkeit, 3) 3-Punkt-Biegefestigkeit, 4) Laserflashmethode, 5) abhängig von mechanischer Belastung und Atmosphäre, 6) in oxidierender Atmosphäre, 7) in Inertgasatmosphäre

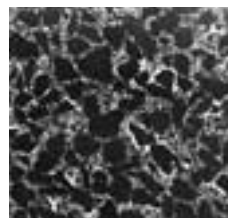
## Halsic-R



Halsic-R (RSiC) 200 µm

rekristallisiertes SiC  
kompakte SiC-Matrix mit einem typischen offenen und vergleichsweise groben Porenaufbau

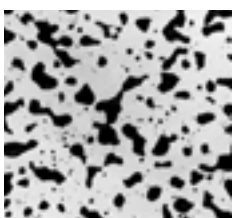
## Halsic-I



Halsic-I (SiSiC) 50 µm

reaktionsgebundenes siliciuminfiltriertes SiSiC  
porenfreies SiSiC-Gefüge bestehend aus einer reaktionsgebundenen SiC-Matrix (grau) und dem infiltrierten, metallischen Silicium (weiß)

## Halsic-RX



Halsic-RX (RSiC<sub>dot</sub>) 200 µm

rekristallisiertes und dotiertes SiC  
Matrix eines Tragbalkens nach ca. 2.000 Zyklen im Porzellanschnebrand (1.420 °C, 5-7h kalt-kalt):  
völlig intakte SiC-Matrix mit abgerundeter Porosität

## Halsic-S



Halsic-S (SSiC) 50 µm

drucklos gesintertes SSiC  
SiC-Gefüge mit abgeschlossener Porosität und einer charakteristischen, sehr feinen Porenradialverteilung

# HALSIC-PRODUKTGRUPPEN

## Brennbalken und Profilträger

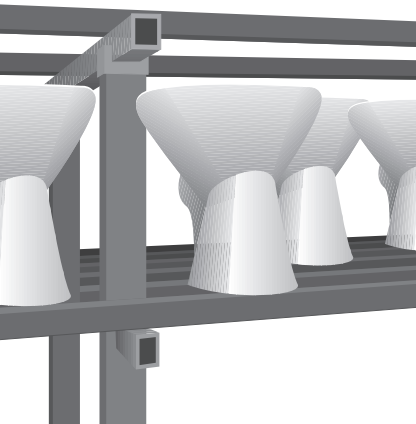
Brennbalken und Profilträger in Qualität Halsic-I werden vorzugsweise zum ein- und mehretagigen Brennen großformatiger keramischer Bauteile bis zu Temperaturen von 1.350 °C eingesetzt (z.B. für Sanitärkeramik, Hochspannungsisolatoren, Ziegelsteine, großformatiges Steingut oder Steinzeug, etc.). Balken und Profile in Qualität Halsic-R und Halsic-RX können bis zu Temperaturen von ca. 1.600 °C bzw. 1.650 °C eingesetzt werden (z.B.

Porzellanindustrie, Technische Keramik, etc.).

Hohlprofilträger in der oben angeführten Qualität können in verschiedenen Querschnitten und in Längen bis zu 3.500 mm hergestellt

werden. Sie werden als hochbelastbare Einzelträger oder in Systembauweise als Brennwagenaufbauten oder als Tragkonstruktion im Ofen- und Anlagenbau verwendet. Aufgrund der mit Halsic-Trägern erreichbaren freien Spannweiten ermöglichen sie eine Optimierung des nutzbaren Setzvolumens im Ofen.

Die Kombination verschiedener Werkstoffqualitäten in Aufbausystemen (z.B. Cordieritstützen, Halsic-I-Balken und Cordierit-Platten für den Sanitärbrand oder Cordierit-Stützen, Halsic-I-Profilbalken und Sillimantin-Rohre für die Ziegelindustrie oder oxidgebundene SiC-Säulen und Halsic-RX-Balken für die Isolatorenfertigung, etc.) führt zu technisch anspruchsvollen und gleichzeitig wirtschaftlichen Lösungen.



## Rollen und Rohre

Rollen aus den Siliciumcarbid Werkstoffen Halsic-I können bis zu Temperaturen von 1.350 °C, aus Halsic-R und Halsic-RX sogar bis 1.600 °C bzw. 1.650 °C eingesetzt werden. Sie ermöglichen aufgrund ihrer hohen Tragfestigkeit selbst bei sehr hohen Temperaturen und gleichzeitig stark oxidierenden Ofenatmosphären den Einsatz in Rollenöfen für die Produktion von Sanitärkeramik, Geschirrporzellan und Technischer Keramik.

Bei Anwendungen in der Metallwärmebehandlung oder Sintermetalltechnik, bei denen ein direkter Kontakt zwischen SiC-Bauteilen und Metallen entsteht, sind besondere Vorsichtsmaßnahmen zu treffen. Bei Temperaturen oberhalb von 900 °C kommt es zwischen SiC und Metallen unterschiedlicher Legierungen zu Kontaktreaktionen, die sowohl den Werkstoff SiC als auch das Metall zerstören. Es werden niedrig schmelzende Eutektikas gebildet. Dieser Vorgang ist unabhängig von der jeweiligen Ofenatmosphäre und wird durch Sauerstoffausschluß noch verstärkt. Zur Vermeidung dieser Reaktionen können spezielle keramische Plasmaschichten auf das SiC aufgebracht werden (siehe Hinweis auf Seite 6 „Oberflächenbehandlung“). Auch durch Werkstoffkombinationen können SiC-Bauteile, die weiterhin Ihre mechanisch tragende Funktion behalten, mit oxidkeramischen Werkstoffen geschützt werden, die nicht so stark korrodiert werden. Diese runden in idealer Weise das Rollenprogramm von **W. HALDENWANGER** ab. Mit insgesamt 10 verschiedenen Werkstoffqualitäten steht ihnen die weltweit größte Auswahl an keramischen Ofenrollen zur Verfügung. Bei diesen handelt es sich um die Werkstoffe: **Sillimantin 60, Sillimantin 65, Sillimantin 60 NG, Quarzgut, Pythagoras und Korund-Mullit, Halsic-I, Halsic-R, Halsic-RX sowie plasmabeschichtetes Halsic.**

Zur Aufnahme der Rollen in den mechanischen Antriebssystemen werden diese an den Enden teilweise geschliffen und/oder gebohrt (runde oder ovale Löcher, Schlitze etc.). Standardmäßig können Ofenrollen in den genannten Qualitäten mit Durchmessern von 20 bis 60 mm und Längen bis über 3.300 mm hergestellt werden. Einseitig geschlossene Rohre in Qualität Halsic-I bzw. Halsic-S (gasdicht) und Halsic-R bzw. Halsic-RX (porös) können u.a. als Thermoelementschutzrohre oder Heizstrahlrohre eingesetzt werden. Diese Rohre können zusätzlich auch mit Flansch geliefert werden. Rohre mit axial angeordneten Lochreihen werden als Brenner- oder Kühlrohre eingesetzt.



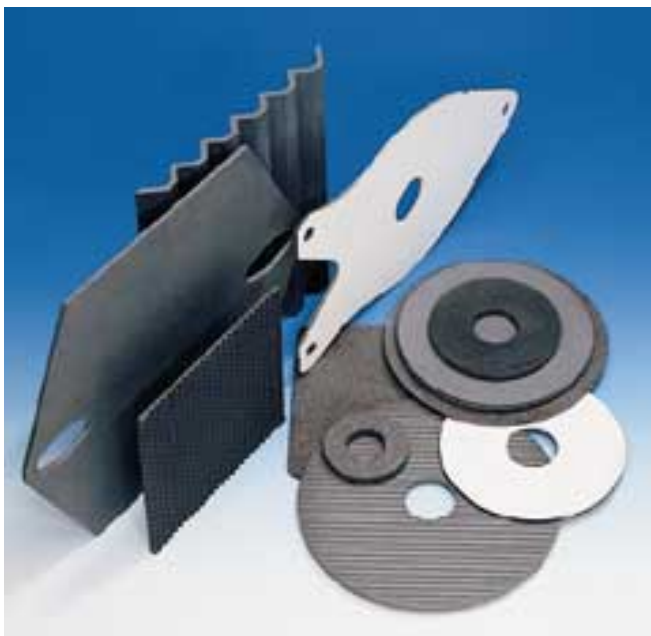
## Platten und Tellerständer

Brennhilfsmittel aus Halsic-R und Halsic-RX haben eine exzellente Formbeständigkeit und sind aufgrund ihrer hohen Wärmeleitfähigkeit besonders gut für schnelle Brennzyklen geeignet. Während sie überwiegend als Brennplatte im Rechteckformat verwendet werden, benutzt man in der Geschirrporzellanfertigung zunehmend auch Setzringe und Tellerständer.

Brennplatten werden in Größen bis über 3.000 cm<sup>2</sup> gefertigt und haben je nach Setzfläche eine Dicke von 5 bis 8 mm. Halsic-R und Halsic-RX Brennhilfsmittel sind völlig befallfrei. Bei Bedarf werden sie einseitig oder beidseitig mit einer Engobe geliefert. Mit der Entwicklung von Halsic-RX ist es uns gelungen, ein Brennhilfsmittel zu entwickeln, welches gegenüber dem bekannten SiC eine mehrfach höhere Standzeit besitzt.

Für besondere Anwendungsfälle liefern wir Halsic-Brennplatten mit verstärkten Ecken sowie mit Bohrungen für den mechanischen Zusammenhalt des Plattenteppichs im Rollenofen (Porzellan-Schnellbrand). Darüber hinaus stellen wir Platten mit einseitigem oder allseitig umlaufendem Rand her.

Für Anwendungen bei denen es auf extreme Planizität und Oberflächengüte der Brennunterlagen ankommt, liefern wir auch geschliffene Platten.



## Sonderteile

Neben den beschriebenen Standard-Produktgeometrien lassen sich unsere Werkstoffe aufgrund verschiedener Formgebungsverfahren in einer Vielfalt von Formen und Größen herstellen. Je nach Anwendungsbedingung und Einsatztemperatur bieten sich die gasdichten Werkstoffe Halsic-I (1.350 °C) und Halsic-S (1.600 °C) bzw. die porösen Werkstoffe Halsic-R (1.600 °C) und Halsic-RX (1.650 °C) an.

Typische Anwendungen für die Halsic-Sonderteile im industriellen Anlagenbau sind Bauteile für Brenner, Wärmetauscher und Hochtemperaturkonstruktionselemente. Sie werden aber auch im Maschinen- und Armaturenbau eingesetzt, wenn die Einsatzbedingungen einen temperatur-, oxidations-, korrosions- oder abrasionsbeständigen Werkstoff erfordern. Halsic-Werkstoffe besitzen darüber hinaus eine sehr hohe mechanische Festigkeit, eine ausgezeichnete Wärmeleitfähigkeit, eine extrem hohe Härte und beste Temperaturwechselbeständigkeit.



# ZUSATZBEARBEITUNG / QUALITÄTSSICHERUNG

## Mechanische Bearbeitung

Produkte aus Halsic-Sonderwerkstoffen werden als Konstruktionselemente im Ofen- und Anlagenbau, als Brennhilfsmittel im automatisierten Ofenbetrieb oder als Maschinenbauteile eingesetzt. Um die hierzu erforderlichen engen Maßtoleranzen der Fertigprodukte zu erreichen, werden Halsic-Produkte häufig mechanisch bearbeitet. Dies kann sowohl vor dem Brennen im sogenannten Grünzustand oder nach dem Brand mit Diamant-Werkzeugen geschehen.

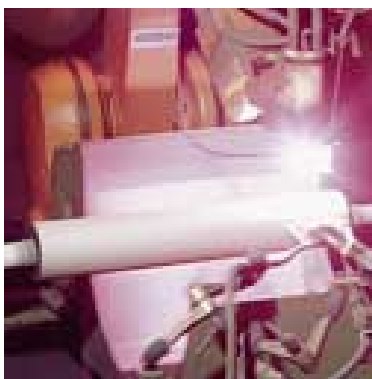


Bearbeitung: Schleifen

Die häufigsten Bearbeitungsmethoden sind: Ablängen, Anschleifen, Bohren und Schlitzen. Weiterhin führen wir auch Rund- und Flächenschleifen sowie das Finishen von Oberflächen aus.

## Oberflächenbehandlung

Im Kontakt mit Brenngut, der Ofenatmosphäre oder Metallschmelzen kann es in einigen Anwendungen zu unerwünschten Reaktionen mit SiC-Werkstoffen kommen. Um diese zu verhindern, ist es möglich, die Halsic-Produkte vor chemischen Reaktionen zu schützen. Dies erfolgt durch spezielle Oberflächenbehandlungen wie: das Auftragen einer keramischen Schutzengobe mittels Tauchen, Aufstreichen oder Spritzen, sowie das Aufbringen einer keramischen Schutzschicht mittels thermischem Spritzverfahren (atmosphärisches Plasmaspritzen).



Plasmaschichtung

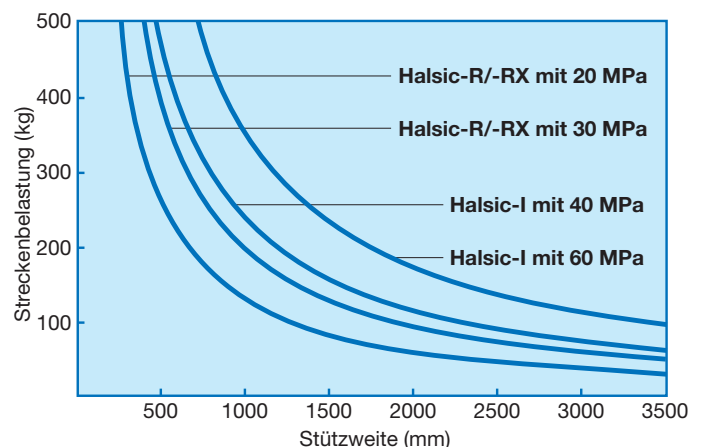
## Statische Berechnung von Aufbausystemen

Der Einsatz von Halsic-Konstruktionsteilen in Aufbausystemen erfordert eine sorgfältige statische Berechnung aller tragenden Bauteile. Wir führen diese Berechnungen für unsere Kunden durch und legen gemeinsam die für den Anwendungsfall erforderlichen Querschnitte der Bauteile fest.

Gegenüber Metallen haben keramische Werkstoffe eine größere Streubreite ihrer physikalischen Eigenschaften, weshalb höhere Sicherheitszuschläge gemacht werden müssen. Je nach Einsatz rechnet man deshalb mit mehrfacher Sicherheit bei der Auslegung von Tragbalken und Rollen, was an einem Beispiel dargestellt wird.

Das Belastungsdiagramm zeigt die Abhängigkeit der Streckenbelastung von der Stützweite. Dabei wurde beim Halsic-R/-RX eine maximale Biegezugspannung von 20 und 30 MPa zugrunde gelegt, beim Halsic-I eine maximale Biegezugspannung von 40 und 60 MPa. Die jeweils niedrigere Biegezugspannung zugrunde gelegt führt zu einer erhöhten Sicherheit im Bauteil.

## Belastungsdiagramm (Balkenquerschnitt 40 x 40 mm)



## Qualitätssicherung

Der gleichbleibend hohe Qualitätsstandard unserer Halsic-Produkte wird durch ein umfassendes Qualitätsmanagement sichergestellt, welches nach der internationalen Norm ISO EN 9001 aufgebaut und entsprechend zertifiziert wurde.



# TEMPERATURMESSUNG

## Thermoelementschutzrohre

Die steigenden Anforderungen an die Temperaturmessung bei hohen Temperaturen unter selbst extremen Einsatzbedingungen führte zu der Entwicklung von Thermoelementschutzrohren aus hochreinen SiC-Werkstoffen. Es handelt sich um die porösen Werkstoffe Halsic-R und Halsic-RX sowie um die gasdichten Werkstoffe Halsic-I und Halsic-S. Thermoelementschutzrohre aus diesen Qualitäten sichern aufgrund ihrer herausragenden Eigenschaften hohe Standzeiten selbst unter extremen Einsatzbedingungen.



### Gemeinsame Werkstoffeigenschaften

- sehr gute Beständigkeit gegen Erosion und Korrosion
- hohe mechanische Festigkeit
- sehr hohe Temperaturbeständigkeit
  - Halsic-I: 1.350 °C
  - Halsic-R (oxidierende Atmosphäre): 1.600 °C
  - Halsic-R (Schutzgas): > 2.000 °C
  - Halsic-RX (oxidierende Atmosphäre): 1.650 °C
  - Halsic-S: 1.600 °C
- ausgezeichnete thermische Leitfähigkeit
- hervorragende Temperaturwechselbeständigkeit
- sehr gute Oxidationsbeständigkeit
- sehr gute Beständigkeit gegen Säuren
- gute Beständigkeit gegen Laugen



### Anwendungsbeispiele

**Thermoelementschutzrohre für Temperaturmessungen bei hohen Staubbelastungen, korrosiven Umgebungen und hohen Temperaturen:**

- Kessel und Öfen aller Art
- Rauchgaskanäle
- Feuerräume
- Rauchgasentschwefelungs- und DENOX-Anlagen

**Thermoelementschutzrohre für Temperaturmessung in Metallschmelzen:**

- Zinn
- Blei
- Zink
- Aluminium (einsetzbar nur mit spezieller Plasmbeschichtung)

Tabelle mit Standard-Abmessungen

Außen-Rohr Halsic-R Halsic-RX Ø außen x Ø innen mm	maximale Längen Halsic-R Halsic-RX mm	Außen-Rohr Halsic-I Ø außen x Ø innen mm	maximale Längen Halsic-I mm
20 x 10	1.350	20 x 13	2.000
25 x 15	1.800	25 x 18	2.000
30 x 20	1.850	30 x 20	2.000
34 x 24	2.100	34 x 24	2.250
40 x 28	2.250	40 x 30	2.500
55 x 41	2.250	55 x 42	2.500
60 x 46	2.250	60 x 46	2.500

Andere Durchmesser und Längen sind auf Anfrage lieferbar.