

SIMAX®: Physikalische und chemische Eigenschaften

PHYSIKALISCHE DATEN

Lineare Wärmeausdehnungszahl		
α (20 °C; 300 °C) nach ISO 7991	$3,3 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$	
Transformationstemperatur T_g	525 °C	
Glastemperatur bei	10^{13} (obere Kühltemperatur)	560 °C
Viskosität η in dPa . s:	$10^{7,6}$ (Erweichungstemperatur)	825 °C
	10^4 (Bearbeitungstemperatur)	1.260 °C
Kurzfristige zulässige höchste Arbeitstemperatur		500 °C
Dichte ρ bei 20 °C		2,23 g. cm ⁻³
Elastizitätsmodul E (Young's modulus)		64.103 MPa
Poissonsche Konstante μ		0,20
Wärmeleitzahl λ (20 °C bis 100 °C)		1,2 W.m ⁻¹ .K ⁻¹
Temperatur für spezifischen elektrischen Widerstand		
$10^8 \Omega \cdot \text{cm}$ (DIN 52326) t_{kl00}		250 °C
Logarithmus des elektrischen	bei 250 °C	8
Volumenwiderstandes ($\Omega \cdot \text{cm}$)	bei 350 °C	6,5
Dielektrische Eigenschaften (1 MHz, 25 °C)		
Permittivität ϵ		4,6
Dielektrischer Verlustkoeffizient $\tan \delta$		$37 \cdot 10^{-4}$
Bruchindex ($\lambda = 587,6 \text{ nm}$) n_d		1,473
Fotoelastische Konstante (DIN 52314) K		$4,0 \cdot 10^{-6} \text{ mm}^2 \cdot \text{N}^{-1}$

DRUCKFESTIGKEIT DER ROHRE UND KAPILLARE SIMAX®

Errechnung der Druckfestigkeit (p) bei bekannter Wanddicke (t) und gegebenem Außendurchmesser (D):

$$p = \frac{Wd \cdot 20 \cdot \frac{K}{S}}{Ad - Wd}$$

Errechnung der Wanddicke (t) bei gegebener Druckfestigkeit (p) und Außendurchmesser (D):

$$Wd = \frac{OD \cdot p}{20 \cdot \frac{K}{S} + p}$$

D = Außendurchmesser in mm

t = Wanddicke in mm

p = Druckfestigkeit in bar

K/S = zuläss. Beanspruchung in $\text{N} \cdot \text{mm}^{-2}$

Zulässige Beanspruchung des Borosilicatglases 3,3 SIMAX® : $K/S = 7 \text{ N} \cdot \text{mm}^{-2}$ gemäß der Norm ČSN EN 1595: Druckgefäße aus Borosilicatglas 3,3; Allgemeine Grundsätze für Konstruktion, Herstellung und Prüfung.

Die Druckfestigkeit (p) beeinflusst unter anderem:

- der Unterschied zwischen der Innen- und Außenwand
- die Oberflächenqualität
- die Bearbeitung der Endstücke
- die Einhaltung der Montagebedingungen laut Anordnung über Druckgefäße
- die Rohrlänge

Die genaue Errechnung kann im Bedarfsfall der Hersteller erstellen.

Weiter muss berücksichtigt werden:

- ČSN EN 1595:1998 Druckgefäße aus Borosilicatglas 3,3 Allgemeine Grundsätze für Konstruktion, Herstellung und Prüfung
- ČSN EN 12585:1999 Glasapparaturen, Rohre und Formstücke DN 15 bis 1000. Kompatibilität und Austauschbarkeit

BESTÄNDIGKEIT GEGEN TEMPERATURÄNDERUNGEN

Beständigkeit gegen Temperaturwechsel ist laut ISO 718 der Unterschied zwischen dem heißen Testkörper und dem kalten Wasserbad (Zimmertemperatur), wobei der 50 % der Proben erste Anrisse zeigen, wenn sie schnell ins Wasserbad eingetaucht werden. Die Temperaturbeständigkeit bei Rohren, Kapillaren und Stangen ist abhängig von der Wanddicke, Form und Größe der gekühlten Fläche, dem Oberflächenzustand, der Spannung und der Endbearbeitung. Ungleichmäßiges, schnelles Erwärmen oder Abkühlen führt wegen der entstandenen Spannung leicht zum Springen. Es wird empfohlen, den Temperaturunterschied 120 °C nicht zu überschreiten. Bei stärkeren Wänden ist dieser Temperaturunterschied auf niedrigere Werte beschränkt. Für Beispiele der Beständigkeit gegen Temperaturänderungen der Rohre und Stangen aus Borosilicatglas 3.3. SIMAX® sind einige Messwerte angegeben. Diese Werte können als Kennziffern erachtet werden, zwischen den Teilen mit gleichen Abmessungen sind wesentliche Unterschiede möglich:

Wanddicke in mm	Temperaturbeständigkeit in K
1	303
3	175
5	136
7	115

Die genaue Errechnung kann im Bedarfsfall der Hersteller vornehmen.

CHEMISCHE ZUSAMMENSETZUNG

(Hauptkomponente in Masse-%)

SiO ₂	B ₂ O ₃	Na ₂ O + K ₂ O	Al ₂ O ₃
80.6	13	4	2.4

CHEMISCHE BESTÄNDIGKEIT

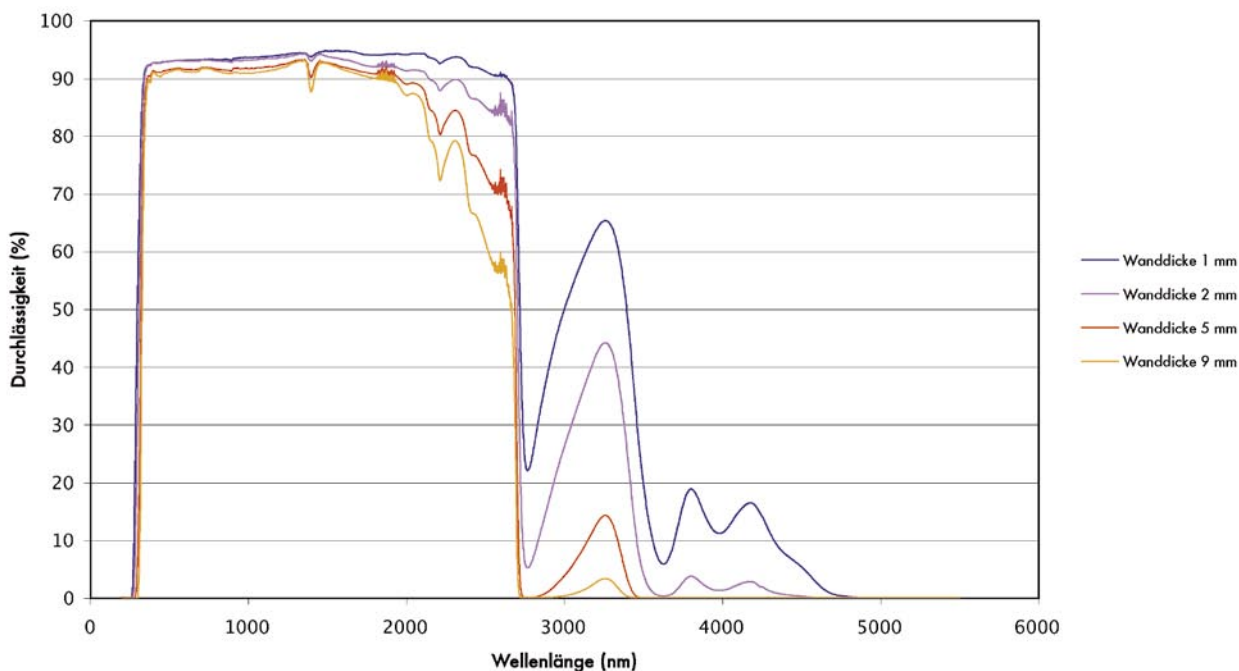
Beständigkeitsklasse gegen Wasser (ISO 719)	HGB 1
Beständigkeitsklasse gegen Säure (ISO 1776 a DIN 12116)	Klasse S1
Beständigkeitsklasse gegen Lauge (ISO 695)	Klasse A2

Das Borosilicatglas 3,3 SIMAX® ist hochbeständig gegen Einwirkung von Wasser, neutrale und saure Lösungen, starke Säuren und ihre Mischungen, gegen Chlor, Brom, Jod und organische Substanzen. Auch bei langfristigen Einwirken und Temperaturen über 100 °C überragt es mit seiner chemischen Beständigkeit die meisten Metalle und anderen Rohstoffe.

Durch das Einwirken von Wasser und Säuren wird in dem Glas nur eine geringe Menge, überwiegend einwertiger Ionen frei. Dabei bildet sich auf der Glasoberfläche eine sehr schwache, durchlässige Silicatgelschicht, die das weitere Einwirken verhindert. Fluorwasserstoffsäure, heiße Phosphorsäure und alkalische Lösungen wirken auf die Glasoberfläche in Abhängigkeit von Konzentration und Temperatur.

LICHTDURCHLÄSSIGKEIT

Durchlässigkeit des Spektrums



BEARBEITUNGSANWEISUNGEN

Die Materialeigenschaften der Rohre, Kapillare und Stangen SIMAX® garantieren eine gute Bearbeitungs-fähigkeit beim für technisches Glas üblichen Formen und Teilen. Zur Beseitigung der zeitweiligen Spannung, die bei der Bearbeitung entsteht, ist es angebracht, das Glas gut auf die Temperatur von 550 °C zu durchwärmen und auf dieser Temperatur während max. 30 Minuten zu belassen.; bei dünnwandigen Produkten genügt in der Regel ein Bruchteil dieser Zeit. Im Hinblick auf die chemische Beständigkeit des Glases sollte die stabilisierungszeit möglichst kurz sein. Für das anschließende Abkühlen werden Kühlungsgeschwindigkeiten laut folgender Tabelle empfohlen:

ABKÜHLUNGSGESCHWINDIGKEIT

Wand dicke in mm	Temperaturbereich		
	560-490 °C	490-440 °C	440-20 °C
3	14.0 °C/min	28.0 °C/mm	zu 447 °C/min
6	3.0 °C/min	6.0 °C/min	zu 111 °C/min
12	0.6 °C/min	1.6 °C/min	zu 28 °C/min

Falls das Produkt mehrmals gekühlt werden muss, sollte die Summe aller Stabilisierungszeiten bei 550 °C nicht zwei Stunden übersteigen. Produkte SIMAX® können ohne Spannung mit Borosilikatglas desselben Typs zusammengebaut, bei gleichen Temperaturen bearbeitet und stabilisiert werden. Rohre, Kapillare und Stangen SIMAX® können mit Diffusionsfarben auf der Silber- und Kupferbasis und mit Siebdruckfarben bedruckt werden.

Kavalier SIMAX®: Technische Bedingungen

LÄNGE

Standardlänge:

Rohre	1500 +10 mm – 0 mm
Kapillare	1500 ±10 mm
Stangen:	Durchmesser 3 bis 6 mm 1500 ±20 mm
	Durchmesser 7 bis 16 mm 1500 ±10 mm
	Durchmesser 18 bis 30 mm 1500 ±30 mm

Profilsortiment 1500 ±20 mm

Sonder-Rohrlängen (abhängig von dem Außendurchmesser) können auf Wunsch in den Längen von 1000 bis 7500 mm bestellt werden.

UNRUNDHEIT

Unrundheit laut ISO 1101 hängt vom Außendurchmesser ab. Die folgenden Grenzwerte sind stabil festgesetzt:

Rohr

Ø <180 mm $s_{\max}$ 0,7 % des Außendurchmessers

Kapillare

Ø <10 mm $s_{\max}$ 1,0 % des Außendurchmessers

Stangen

Ø <20 mm $s_{\max}$ 1,0 % des Außendurchmessers

20 mm ≤ Ø ≤30 $s_{\max}$ 1,5 % des Außendurchmessers

UNTERSCHIEDLICHKEIT DER WANDDICKE

Der Unterschied der maximalen und Mindestwanddicke an einer beliebigen Rohrstelle darf nicht 12 % der Sollwanddicke übersteigen.

BIEGUNG

Rohrbiegung laut ISO 1101 :

Außendurchmesser 4 – <6 mm	max. 4,0 mm/1500 mm
Außendurchmesser ≥6 – <30 mm	max. 1,5 mm/1000 mm
Außendurchmesser ≥30 – <100 mm	max. 2,0 mm/1400 mm
Außendurchmesser ≥100 – ≤180 mm	max. 2,5 mm/1400 mm

Stangen und Kapillare werden mit maximaler Biegung von 4 mm auf 1500 mm Produktlänge geliefert.

Aus dem Profilsortiment werden geliefert:

- Rohre mit Biegung von maximal 0,4 % der Soll-Länge
- Kapillare und Stangen mit Biegung maximal 0,6 % der Soll-Länge

SPANNUNG

Rohre

Außendurchmesser in mm	$\varnothing < 40$	$40 \leq \varnothing \leq 60$	$\varnothing > 60$
Innenspannung in der Rohrlänge	3.0 MPa 102.9 nm/cm	3.5 MPa 120.05 nm/cm	2.5 MPa 85.75 nm/cm
Innenspannung im Rand	4.0 MPa 137.2 nm/cm	3.5 MPa 120.05 nm/cm	2.5 MPa 85.75 nm/cm

Die Stangen werden standardgemäß ungekühlt geliefert, Stangen mit 18–30 mm Durchmesser inkl. können nach Vereinbarung gekühlt geliefert werden.

Profilsortiment – Profilierte Rohre, Kapillare und Stangen werden ungekühlt geliefert.

STEINCHEN UND FROSCHHAUT

Steinchen

Steinchen/ 1 kg Glasmasse

Größe < 0,3 mm	zulässig
Größe $\geq 0.3 - < 1.0$ mm	max. 2
Größe $\geq 1.0 - \leq 2.0$ mm	max. 1
Größe > 2.0 mm	verboten

Knoten

Knoten/ 1 kg Glasmasse

Größe < 0,3 mm	zulässig
Größe $\geq 0.3 - < 1.0$ mm	max. 4
Größe $\geq 1.0 - \leq 3.0$ mm	max. 2
Größe > 3.0 mm	verboten

Als Größe der Steinchen oder Knoten wird die Größe eines Kornes erachtet.

BLASEN

Länge

Blasenlänge ist die Länge aller Blasen ≥ 20 mm.

Erlaubte Blasenlänge ist je 0,8 m/10 m Rohr.

Blasen < 20 mm: 20 St./1 kg Glasmasse.

Breite

Blasen breiter als 1 mm sind verboten für Rohre mit $\varnothing \leq 100$ mm.

Blasen breiter als 2 mm sind verboten für Rohre mit $\varnothing > 100$ mm.

Bemerkung: Kapillarblase ist eine Blase, die sich in Richtung Produktlänge in Kapillarform mit der Länge von mehr als 2 mm hinzieht.

ENDAUSFÜHRUNG UND RECHTWINKELIGKEITS-ABWEICHUNG VON DEN STIRNFLÄCHEN

Rohre	Rohrenden	Rechtwinkeligkeitsabweichung der Stirnflächen
$4 \leq \varnothing \leq 5$	unverschmolzen	-
$5 < \varnothing \leq 100$	abgeschmolzen	2,5
$100 < \varnothing \leq 180$	abgeschmolzen	4,0

Beim Abschmelzen der Enden kann es zur Verstärkung der Wanddicke um 0,1 mm. kommen.

Kapilare und Stangen werden nichtabgeschmolzen geliefert.

Das Profil-Sortiment wird mit unverschmolzen Enden geliefert, außer innen gerillten Rohren, die mit abgeschmolzenen Enden geliefert werden.

VERPACKUNG

Die Produkte werden in Sammelverpackungen geliefert, ausreichend gesichert gegen Beschädigung bei Transport und Lagerung.