

## Comportement chimique du verre de quartz

- Le verre de quartz est exceptionnellement résistant à l'eau, aux solutions salines et aux acides. Dans la classification de classe des normes allemandes pour la durabilité chimique des verres, il est donc toujours dans la première, la meilleure classe de durabilité ; ceci s'applique également à la résistance aux alcalis.
- Contrairement au verre ordinaire, le verre de quartz n'est pas hygroscopique, il ne résiste donc pas aux intempéries. Il n'est attaqué que par l'acide fluorhydrique. Les métaux sans oxyde, à l'exception des métaux alcalins et alcalino-terreux, ne réagissent pas avec le verre de quartz, ils peuvent donc être distillés et fondus dans des récipients en verre de quartz. Le verre de quartz est sensible à tous les composés alcalins et alcalino-terreux car même des traces de ceux-ci accélèrent la dévitrification à haute température. Il est toujours conseillé d'essuyer les empreintes digitales (traces alcalines) des appareils en verre de quartz avec de l'alcool avant de les chauffer au-dessus de 900°C.
- Le tableau ci-dessous décrit le comportement approximatif des différents éléments et composés vis-à-vis du verre de quartz et du matériau de quartz.
  - **Résistance hydrolytique selon DIN 12111**  
1ère classe d'hydrolyse :  
spécification de base  
< 0,01 mg Na<sub>2</sub>O  
2 g de semoule
  - **Résistance aux acides selon DIN 12116**  
1ère classe d'acide :  
perte de poids < 0,1 mg/dm<sup>2</sup>  
de surface
  - **Résistance aux alcalis selon DIN 52322**  
1ère classe alcaline :  
perte de poids d'environ 50 mg/dm<sup>2</sup>  
de surface



## Particularités du matériau verre de quartz

### Pureté

- Récipients et systèmes dans le domaine des substances pures, en tenant compte de la résistance hydrolytique de  $< 0,01 \text{ mg Na}_2\text{O}$  selon DIN 12111 pour la médecine, l'analyse et la chimie.

### Résistance chimique

- à la plupart des fluides, qu'ils soient solides, liquides ou gazeux. Pour la production de réactifs et les installations nécessaires pour cela.

### Haute résistance aux chocs thermiques

- est garanti par le coefficient de dilatation de  $0 \dots 900^\circ\text{C}$ ,  $K -1 0,48 \times 10^{-6}$  et est requis pour de nombreux processus physico-chimiques.

### Transmission UV et IR

- dans la gamme de 200 à 3500 nm rend le matériau très utile lorsqu'il s'agit de chauffer ou d'irradier des substances de tous les états d'agrégation.

### Propriétés d'isolation électrique

- de  $10^{18} \Omega \times \text{cm}$  à  $20^\circ\text{C}$  offrent une large gamme d'applications pour les isolateurs en électricité et électronique.

## Physikalische und optische Eigenschaften

		Standardqualitäten			
		HSQ 100 HSQ 300	HSQ 351	OM100	Rotosil
Materialart		Elektrisch- geschmolzen	Flammen- geschmolzen	Opak	Quarzglas
Eigenschaften	Einheit				
<b>PHYSIKALISCH</b>					
Dichte	kg/dm <sup>3</sup>	2.203	2.203	~ 2.18	~ 2,02
E-Modul (20°C)	N/mm <sup>2</sup>	7.25E04	7.25E04		~ 6E04
E-Modul (1100°C)	N/mm <sup>2</sup>	8.2E04	8.2E04		
Zugfestigkeit	N/mm <sup>2</sup>	50	50		~ 40
Druckfestigkeit	N/mm <sup>2</sup>	1150	1150		~ 500
Biegefestigkeit	N/mm <sup>2</sup>	67	67	115	~ 67
Torsionsfestigkeit	N/mm <sup>2</sup>	30	30		
Knoop-Härte 1N Belastung	N/mm <sup>2</sup>	5800 – 6100	5800 – 6100		
Mohs-Härte		5.5 – 6.5	5.5 – 6.5		
Mikrohärte	N/mm <sup>2</sup>	8600 – 9800	8600 – 9800		
Innere Dämpfung		1E – 05	1E – 05		
Poissonsche Zahl		0.17	0.17		
Schallgeschwindigkeit für					
Transversalwellen (50°C)	m/s	3774	3774		
Longitudinalwellen (20°C) <sup>4</sup>	m/s	5720	5720		
Gasdurchlässigkeit von QG. für Helium und Wasserstoff bei verschiedenen Temperaturen:					
Normal-cm <sup>3</sup> * mm					
s * cm <sup>2</sup> * mbar					
Helium (He) 150°C		0.55	0.55		
Helium (He) 700°C		16.4	16.4		
Hydrogen (H) 150°C		< 0.01	< 0.01		
Hydrogen (H) 700°C		1.89	1.89		



## Physikalische und optische Eigenschaften

		Standardqualitäten			
		HSQ 100 HSQ 300	HSQ 351	OM100	Rotosil
Materialart		Elektrisch- geschmolzen	Flammen- geschmolzen	Opak	Quarzgut
Eigenschaften	Einheit				
<b>PHYSIKALISCH</b>					
Diffusionskoeffizient 1100°C, element	cm <sup>2</sup> /S				
Natrium (Na)		1E - 05	1E - 05		
Kalium (K)		1E - 08	1E - 08		
Aluminium (Al)		1E - 13	1E - 13		
Sauerstoff (O <sub>2</sub> )		1E - 13	1E - 13		
Mittlerer linearer Ausdehnungskoeffizient	°C				
0-100°C		0.51E - 06	0.51E - 06	0.53E - 06 (20-200°C)	0,51 E06
0-200°C		0.58E - 06	0.58E - 06	0.56E - 06 (20-400°C)	
0-300°C		0.59E - 06	0.59E - 06	0.54E - 06 (20-600°C)	0,6 E06
0-600°C		0.54E - 06	0.54E - 06	0.54E - 06 (20-800°C)	0,5 E06
0-900°C		0.48E - 06	0.48E - 06		0,4 E06
-50-0°C		0.27E - 06	0.27E - 06		
Mittlere spezifische Wärme	J/(kg K)				
0-100°C		772	772	995 (200°C) 1082 (400°C)	
0-500°C		964	964	1166 (200°C) 1226 (800°C)	
0-900°C		1052	1052	1270 (1000°C)	
Wärmeleitfähigkeit (°C)	W/(km)				
-263		0.10	0.10		
-223		0.50	0.50		
20		1.38	1.38		1,1
100		1.47	1.47		
200		1.55	1.55		1,5
300		1.67	1.67		
400		1.84	1.84		1,8
950		2.68	2.68		2,3
Untere Entspannungsgrenze (logη=13,0)	°C	1080...1125 <sup>3</sup>	1075	1070	
Obere Entspannungsgrenze (logη=7,5)		1180...1220 <sup>3</sup>	1180	1180	
Erweichungstemperatur (logη=7,5)			1730	1230 (logη=12,5)	

<b>OPTISCH</b>					
Berechnungsindices u. Dispersion					
n <sub>d</sub> (He, 587.56 nm)		1,45857	1,45857		
n <sub>e</sub> (He, 486.13 nm)		1,46324	1,46324		
n <sub>c</sub> (H, 656.27 nm)		1,45646	1,45646		
v <sub>d</sub> =n <sub>d</sub> -1/(n <sub>F</sub> -n <sub>c</sub> ) Abbé - Zahl		67,6 +- 0,5	67,6 +- 0,5		
n <sub>F</sub> -n <sub>c</sub>		0,00678	0,00678		



## Elektrische Eigenschaften

		Standardqualitäten			
		HSQ 100 HSQ 300	HSQ 351	OM100	Rotosil
Materialart		Elektrisch- geschmolzen	Flammen- geschmolzen	Opak	Quarzgut
Eigenschaften	Einheit				
<b>ELEKTRISCH</b>					
Spez. Elektrischer Widerstand (20°C) <sup>2</sup>	Ω cm	E20	E20		~ 3,2 E15
Spez. Elektrischer Widerstand (1200°C) <sup>2</sup>	Ω cm	1.3 E07	1.3 E07		E4
Elektrische Durchschlagsfeldstärke (>5mm wall)					
bei 20°C	kV / m	2.5 - 4 E04	2.5 - 4 E04		1,5 E04
bei 500°C	kV / m	4 - 5 E03	4 - 5 E03		2-3 E03
Dielektrizitätskonstante ε					
bei 20°C	0-10 <sup>9</sup> Hz	3.70	3.70		3,5
23°C	9E08Hz	3.77	3.77		3,58
23°C	3E10Hz	3.81	3.81		3,62

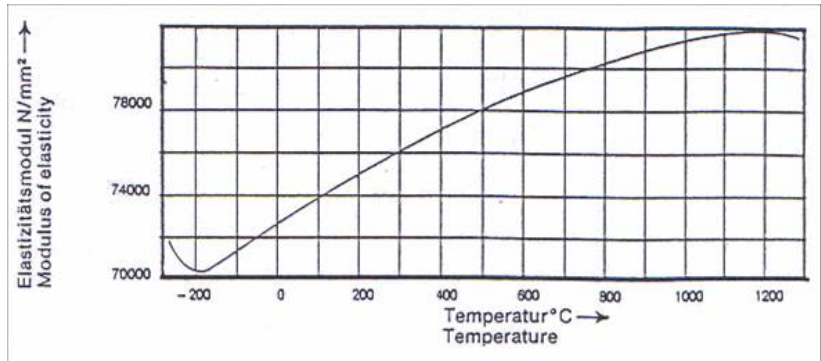
DIELEKTRISCHE VERLUSTWINKEL		
Frequenz	Quarzglas	Quarzgut
1 kHz	< 5 x 10 <sup>-4</sup> (ca. 1,5 x 10 <sup>-4</sup> )	6 ... 20 x 10 <sup>-4</sup>
1 MHz	< 5 x 10 <sup>-4</sup>	5 ... 15 x 10 <sup>-4</sup>
10 <sup>7</sup>	< 5 x 10 <sup>-4</sup>	4 ... 12 x 10 <sup>-4</sup>
10 <sup>8</sup>	< 5 x 10 <sup>-4</sup>	4 ... 12 x 10 <sup>-4</sup>
10 <sup>9</sup>	< 5 x 10 <sup>-4</sup>	4 ... 12 x 10 <sup>-4</sup>
3 x 10 <sup>10</sup> Hz	4 x 10 <sup>-4</sup>	-

Die dielektrische Verlustwirkung ist bei einer Frequenz von 1 MHz bis 200° C nahezu konstant, wird aber dann mit steigender Temperatur größer; bei 10<sup>10</sup> Hz fällt die dielektrische Verlustwirkung mit steigender Temperatur bis 350° C langsam ab, um bei noch höheren Temperaturen wieder leicht anzusteigen.



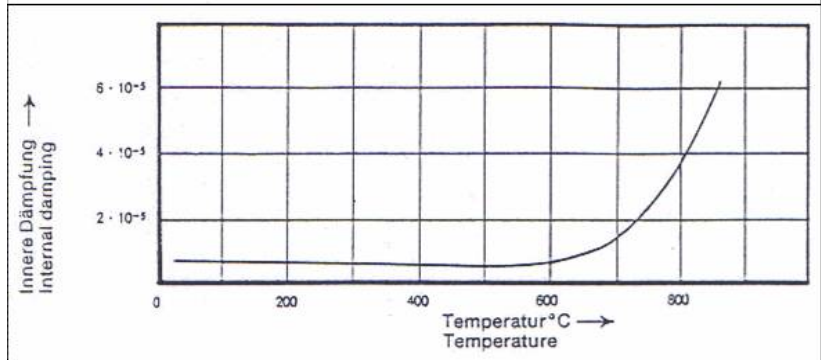
**Abbildung 1**

Elastizitätsmodul von Quarzglas in Abhängigkeit von der Temperatur.



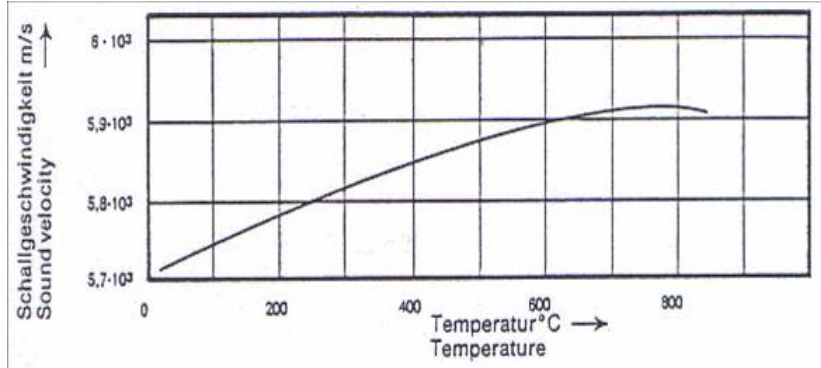
**Abbildung 2**

Innere Dämpfung von Quarzglas in Abhängigkeit von der Temperatur.



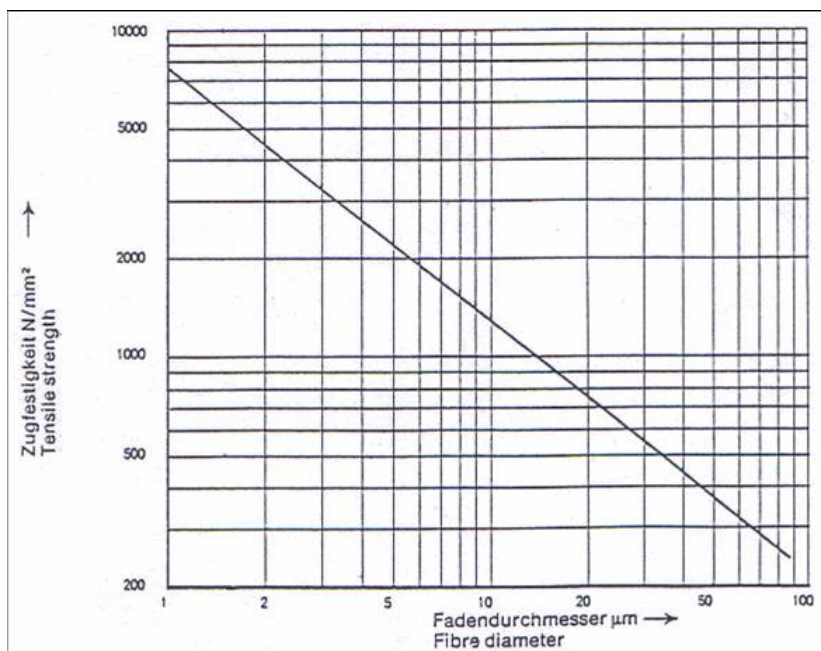
**Abbildung 3**

Schallgeschwindigkeit in Quarzglas für Longitudinalwellen in Abhängigkeit von der Temperatur.



**Abbildung 4**

Zugfestigkeit von Quarzglasfäden in Abhängigkeit vom Fadendurchmesser

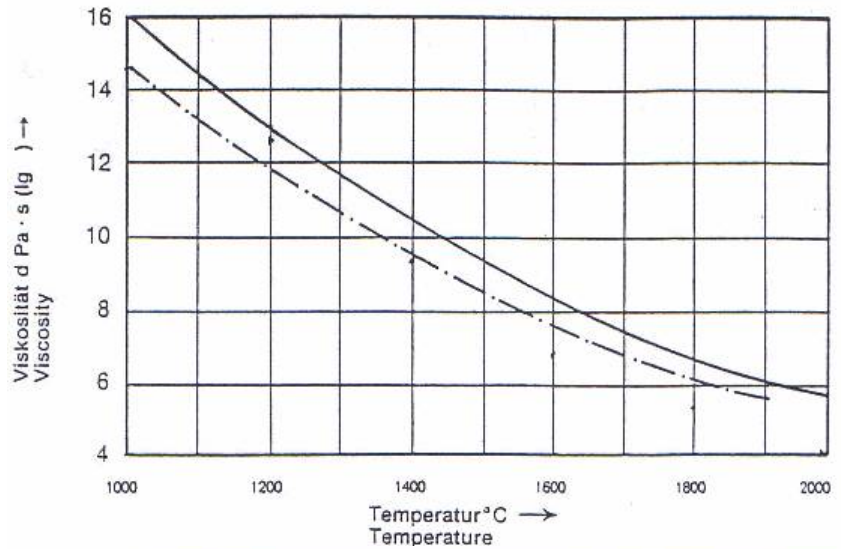


### Abbildung 5

Viskosität von Quarzglas aus kristallinem Quarz und von synthetischem Quarzglas in Abhängigkeit von der Temperatur.

Kristallines Quarz: \_\_\_\_\_

Synthetisches Quarz: \_\_\_\_ . \_\_\_\_



### Abbildung 6

Ausdehnungskoeffizient von Quarzglas in Abhängigkeit von der Temperatur.

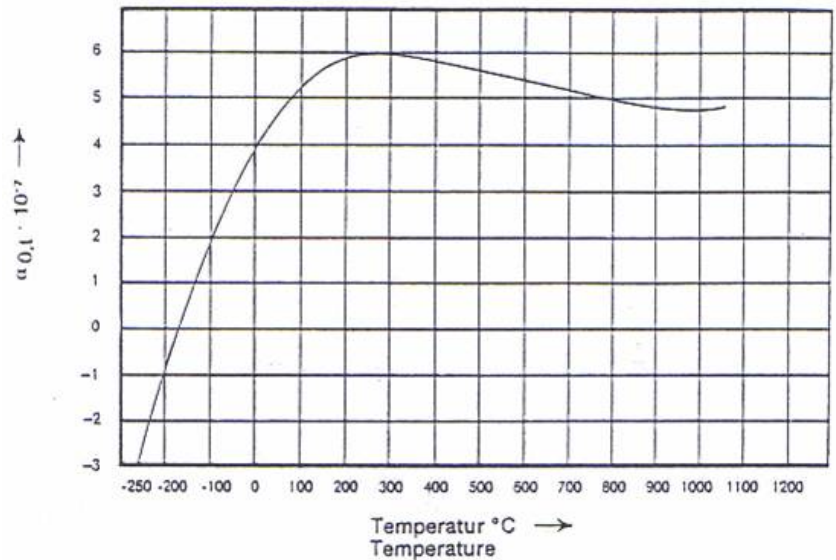
Definition:

$$\alpha_{0,t} = \frac{1}{L_0} \times \frac{L_t - L_0}{t}$$

$L_0$  = Länge bei 0°C

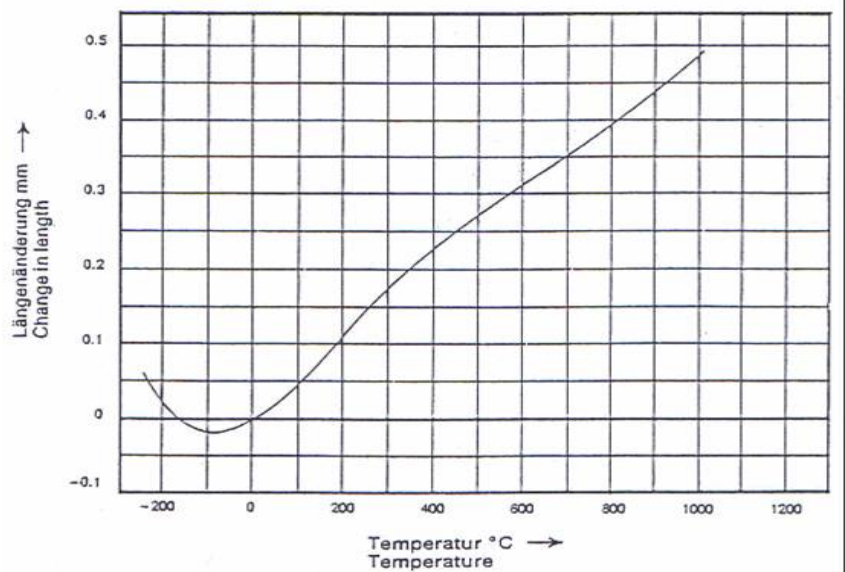
$L_t$  = Länge bei t °C

t = Temperatur in °C



### Abbildung 7

Längenänderung eines 1 m langen Stabes aus Quarzglas in Abhängigkeit von der Temperatur.



## Typische Fremdelemente

		Standardqualitäten			
		HSQ 100 HSQ 300	HSQ 351	OM100	Rotosil
Materialart		Elektrisch- geschmolzen	Flammen- geschmolzen	Opak	Quarzgut
Typische Fremdelemente	Einheit				
Aluminium (Al)	ppm	10...22	10-45 (10-22)	15	ca. 180
Arsen (As)	ppm	< 0.002	< 0.1 (< 0.01)		
Gold (Au)	ppm	< 0.0001	< 0.0003		
Kalzium (Ca)	ppm	0.2...1	0.2...1.0	2.0	ca. 28
Chrom (Cr)	ppm	< 0.06	< 0.06	< 0.05	ca. 0,4
Kupfer (Cu)	ppm	< 0.02	< 0.5 (< 0.07)	< 0.06	0,4
Eisen (Fe)	ppm	0.1...0.3	0.5...2.0	0.2	ca. 40
Kalium (K)	ppm	0.1...0.5	0.1...0.5	0,4	31
Lithium (Li)	ppm	0,5...1	1.2...6 (1.5)	0.6	4
Magnesium (Mg)	ppm	0.1...0.2	0.1...0.3	0.05	8
Natrium (Na)	ppm	0.1...0.2	0.5...2.0 (1.0)	0.2	24
Antimon (Sb)	ppm	< 0.0002	< 0.2 (0.002)		
Mangan (Mn)	ppm			< 0.03	1
Titan (Ti)	ppm		0.8	1.2	123
OH-Gehalt	ppm	5...30	130-180		

### Hydrolytische Beständigkeit nach DIN 12111

1. Hydrolyseklasse:

Basenabgabe mg Na<sub>2</sub>O  
< 0.01 -----  
2g Gieß

### Säurebeständigkeit nach DIN 12116

1. Säureklasse:

Gewichtsverlust **< 0.1 mg/dm<sup>2</sup>**  
Oberfläche

### Laugenbeständigkeit nach DIN 52322

1. Laugenklasse:

Gewichtsverlust Oberfläche **ca. 50 mg/dm<sup>2</sup>**





## Verhalten verschiedener Elemente und Verbindungen gegen über Quarzglas

Die Symbole der Tabelle haben die folgenden Bedeutungen:

- x das Element oder die Verbindung reagiert nicht mit Quarzglas
- xx es reagiert nur oberhalb der angegebenen Temperatur
- xxx nur der Schmelzfluss der Verbindung reagiert mit Quarzglas
- xxxx das Element oder die Verbindung reagiert mit Quarzglas

Metalle und Nichtmetalle			Säuren		
x	Ag		x	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	
xx	Al	bei 700 bis 800 °C schnelle Reaktion	x	HNO <sub>3</sub>	
x	Au		x	HCl	
x	Br		xxxx	HF	schwacher als bei gewöhnlichem Glas
xx	C	oberhalb 1500°C	xxxx	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	schwacher als bei gewöhnlichem Glas
xx	Ca	oberhalb 600°C	x	Organische Säuren	
x	Cd		<b>Gase und Dämpfe</b>		
xx	Ce	oberhalb 800°C			
x	Cl	auch bei Hitze und Feuchtigkeit keine Reaktion			
xxxx	F	nur bei feuchtem Zustand	x	HCl	
x	Hg		x	H <sub>2</sub> ; N <sub>2</sub> ; O <sub>2</sub>	
x	J		x	NO <sub>2</sub> ; SO <sub>2</sub>	
xxxx	Li	oberhalb 250°C	x	Co	
xx	Mg	bei 700 bis 800°C schnelle Reaktion	<b>Salze</b>		
x	Mn				
x	Mo				
x	Na	reagiert nur in Dampfform	xxx	BaCl <sub>2</sub>	
xxxx	P		xx	BaSO <sub>4</sub>	oberhalb 700°C
x	Pb		xxx	Borate	
x	Pt		xx	BCl <sub>3</sub>	oberhalb 900°C
xx	S	oberhalb 1000°C sehr schwache Reaktion	xxx	KCl	beschleunigt die Entglasung
xxx	Si		xxx	KF	
x	Sn		xxx	NaCl	
x	Ti		xxxx	Na-Metaphosphat	
x	W		xxxx	Na-Polyphosphat	
x	Zn		x	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	
<b>Oxide</b>			xxxx	Na-Wolframat	beschleunigt die Entglasung
			xxx	Nitrate	
			xx	Platinammoniumchlorid	oberhalb 900°C
xx	AL <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	oberhalb 1200°C	xxx	ZnCl <sub>2</sub>	
xx	BaO	oberhalb 900°C	xx	Zn-Phosphat	gering bei 200°C stark bei 1000°C
xx	CaO	oberhalb 1000°C	xx	Zn-Silikat	oberhalb 1000°C
xx	CuO	oberhalb 950°C			
xx	Fe-Oxide	oberhalb 950°C			
xx	MgO	oberhalb 950°C			
xxx	PbO				
xx	ZnO	oberhalb 800°C			
xx	Basische Oxide	oberhalb 800°C Beschleunigung der Entglasung			



## Verhalten alkalischer Lösungen gegenüber Quarzglas und Quarzgut

Lösung von:	Konzentration	Reaktions- temperatur	Auflösung von Quarzglas oder Quarzgut	Zeitraum in Stunden
NH <sub>4</sub> (OH)	10%	20°C	0,019 mg/ cm <sup>2</sup>	100
NaOH	1%	20°C	0,031 mg/ cm <sup>2</sup>	100
NaOH	10%	18°C	0,0095 mg/ cm <sup>2</sup>	100
KOH	1%	20°C	0,019 mg/ cm <sup>2</sup>	100
KOH	30%	18°C	0,027 mg/ cm <sup>2</sup>	100
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	5%	18°C	0,0015 mg/ cm <sup>2</sup>	100
NaOH	5%	100°C	1,50 mg/ cm <sup>2</sup>	10
NaOH	8%	100°C	1,21 mg/ cm <sup>2</sup>	10
KOH	10,2%	100°C	1,13 mg/ cm <sup>2</sup>	10
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	10%	100°C	0,37 mg/ cm <sup>2</sup>	10

Die erste Zeile dieser Tabelle sagt also aus, dass eine 10%ige NH<sub>4</sub>(OH)-Lösung bei 20°C in 100 Stunden 0,019 mg Quarzglas oder Quarzgut von einer Oberfläche von 1 cm<sup>2</sup> ablöst.

Außerdem besteht chemische Resistenz gegenüber den meisten Galvanobädern. Auf Anfrage erteilen wir Ihnen hierüber gerne Auskunft.

