

SQ Quarzglas

Qualitätsstufen

Bestellinformationen

Für eine Bestellung kontaktieren Sie uns per Telefon, per Fax oder per Mail und geben Sie folgende Daten an:

Qualität:	SQ0; SQ1; SQT
Excimer grade:	E193; E248
Durchmesser/Kantenlänge:	mm
Länge/Dicke:	mm
Menge:	kg/Stückzahl
Andere:	Gewünschter Versandtermin, Sonderwünsche

Alle j-plasma Produkte unterliegen dem j-plasma Herstellungsfortschritt und dem Qualitätsverbesserungsprogramm – gewährleistet durch ausgezeichnete Eigenschaften und hohe Beständigkeit.

Wir halten uns das Recht vor an der oben genannten Beschreibung Änderungen vorzunehmen.

DB-KAP-001D-00-0511

Erstellt: Mai 2011

Copyright 2011 © j-plasma GmbH gemäß DIN ISO 16016

Amtlich beurkundete Einrichtung laut EWG No. 1221/2009



Für weitere Informationen über unser SQ-Material und andere j-plasma Produkte und Dienstleistungen, kontaktieren sie uns bitte:

j-plasma GmbH

Im Semmicht 1

D-07751 Jena, Germany

Tel.: +49-3641-352 100

Fax: +49-3641-352 101

Email: info@j-plasma.com

Internet: www.j-plasma.com

Die Herstellung von SQ ist das Ergebnis jahrelanger Erfahrung in der Entwicklung, Herstellung und Qualifizierung von synthetischem Quarzglas in Jena – unter Berücksichtigung von Kundenanforderungen und Materialeigenschaften.

Das hochreine synthetische Quarzglas wird Herstellern von optischen und photonischen Geräten in der Faseroptik-, Halbleiter-, Optik- und Laserindustrie angeboten.

Damit beliefert j-Plasma innovative Unternehmen mit einchluss- und blasenfreiem Material, welches optimale Laserfestigkeit, Brechzahlhomogenität sowie Temperaturbeständigkeit aufweist.

Auf Grund seiner sehr guten UV-Eigenschaften können zahlreiche optische Komponenten wie Prismen, Linsen, Wafer, Platten und Küvetten hergestellt werden.

Die Haupteigenschaften von SQ sind:

- Freiheit von Einschlüssen und Blasen (z.B. die Grades SQ0 + SQ1)
- Ausgezeichnete UV-Durchlässigkeit
- Sehr geringe Fluoreszenz
- Hohe Laserfestigkeit
- Geringe Restspannung
- Hohe Brechzahlhomogenität: Zusätzliche 3D-Option (SQ0)
- Hohe Temperaturbeständigkeit
- Sehr niedriger thermischer Ausdehnungskoeffizient

Das SQ wird in Bezug auf Homogenität und Schlierengrad in folgende 3 Hauptqualitäten unterteilt:

SQ0 zeichnet sich durch eine hohe Homogenität aus, d.h. es ist frei von Schichten und Schlieren in allen Raumrichtungen (3D-Material). Bevorzugter Einsatz ist die abbildende Optik, z.B. Prismen und Linsen.

SQ1 besitzt hohe Homogenität und ist in Funktionsrichtung schichten- und schlierenfrei. Typische Anwendungen sind optische Bauteile wie Linsen, Fenster, Wafer und optische Fasern.

SQT ist nicht spezifiziert hinsichtlich Homogenität, Schlieren und Schichtungen. Dieser Grad wird für technische Anwendungen empfohlen.

Qualitätsstufen SQ

Grades:

- SQ0
- SQ1
- SQT

Subgrade:

- SQ-E (Excimergrade Quarzglas – verfügbar in SQ1 oder SQ0)
 - ausgezeichnete Transmission bei 193nm / 248nm
 - geringe laserinduzierte Fluoreszenz (LIF)
- SQ0 – E193 / SQ1 – E193 (ArF Excimergrade)
- SQ0 – E248 / SQ1 – E248 (KrF Excimergrade)

Optische Eigenschaften

Blasen, Einschlüsse, Homogenität und Restspannung

Qualitätsstufen	Blasen und Einschlüsse ⁴⁾		Homogenität		Restspannung
	gemäß ISO 10110-3	max. Durchmesser [mm]	Lokale Inhomogenität	Brechzahlen- änderung $\Delta n^{2) 3)}$ in Funktionsrichtung [ppm = $1 \cdot 10^{-6}$]	
			Schlierengrad ¹⁾ nach ISO 10110-4		standard ³⁾ [nm/cm]
SQ0	1/1 x 0.063	0.07	2/- ; 5 alle Richtungen	standard: PV \leq 40 ppm	\leq 5
SQ1	1/1 x 0.063	0.07	2/- ; 5 Funktionsrichtung		\leq 5
SQT	nicht definiert	0.5	Nicht spezifiziert	auf Anfrage	\leq 10

¹⁾ Schlieren und Schichtungen können mit der Schattenmethode, dem Polariskop und interferometrisch nachgewiesen werden.

²⁾ Homogenität Δn wurde interferometrisch geprüft (wobei ein Randgebiet von 10% des Durchmessers bzw. Kantenlänge unberücksichtigt bleibt).

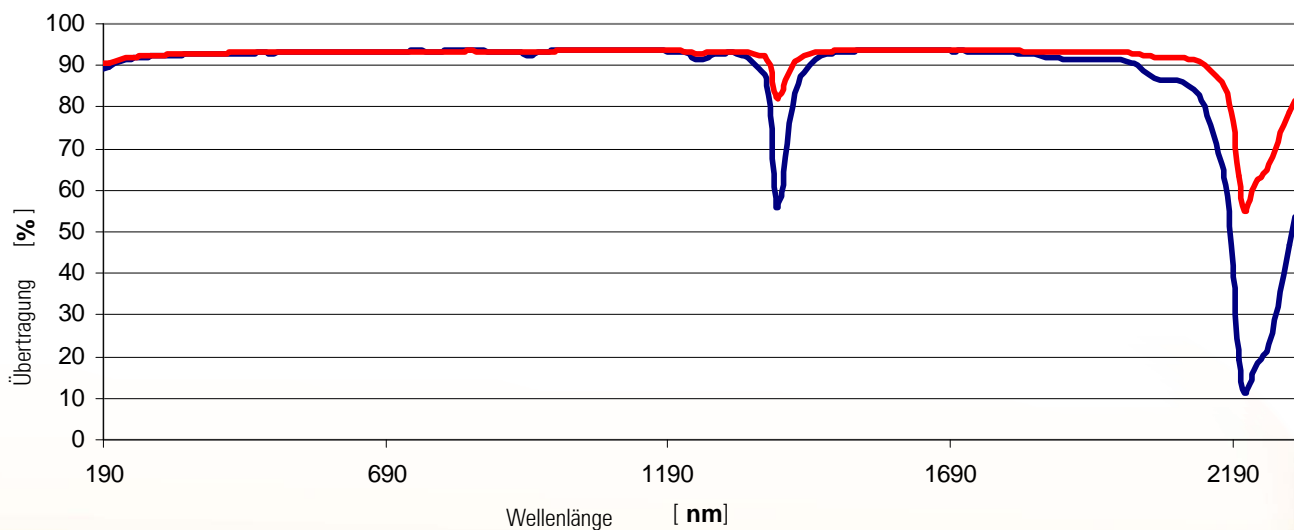
³⁾ kleinere Werte sind auf Anfrage, in Abhängigkeit von der Teilegröße und Bearbeitung, möglich.

⁴⁾ Blasen und Einschlüsse $< 0,05$ nm im Durchmesser werden nicht berücksichtigt

Transmissionseigenschaft

Gesamttransmission (TG) einschließlich Fresnel'scher Reflexion

— T_G von 10 mm optischer Weglänge
— T_G von 40 mm optischer Weglänge



Qualitätsstufen	Innere Transmission [%] für 10 mm optische Weglänge			OH-Gehalt [ppm]	Spurenelemente [ppm]
	$\lambda = 193$ nm	$\lambda = 248$ nm	$\lambda = 300$ nm		
SQ0	≥ 98.0	≥ 99.5	≥ 99.9	ca. 1200	≤ 0.05
SQ1	≥ 98.0	≥ 99.5	≥ 99.9	ca. 1200	≤ 0.05
SQT	-	≥ 95.0	≥ 99.9	800-1400	≤ 0.6
SQ-E193	≥ 99.3	≥ 99.8	≥ 99.9	ca. 1200	≤ 0.05
SQ-E248	≥ 99.0	≥ 99.8	≥ 99.9	ca. 1200	≤ 0.05

- Alle Qualitätsstufen zeigen eine innere Transmission ≥ 99.9 % in einem Wellenlängenbereich von 300...900 nm.
- Alle Qualitätsstufen haben einen Wasserstoffgehalt von ca.: $1 \cdot 10^{18}$ Mol. / cm^3

Brechungsindex von SQ

Brechungsindex n (bei 20 °C, Stickstoffatmosphäre, 1013 hPa)			Temperaturabweichung
	λ_{vac} [nm]	n	$\Delta n/\Delta T$ [$10^{-6}/K$]
n_{2325}	2325.59	1.43290	-
n_{1970}	1970.56	1.43849	-
n_{1530}	1530	1.44424	-
n_{1060}	1060	1.44965	-
n_t	1014.25	1.45021	9.6
n_s	852.35	1.45243	9.7
n_r	706.71	1.45511	9.8
n_c	656.45	1.45633	9.9
$n_{c'}$	644.03	1.45667	9.9
n_{He-Ne}	632.98	1.45698	9.9
n_D	589.46	1.45837	10.0
n_d	587.73	1.45843	10.0
n_e	546.23	1.46004	10.1
n_F	486.27	1.46309	10.3
$n_{F'}$	480.13	1.46347	10.3
n_g	435.96	1.46666	10.5
n_h	404.77	1.46958	10.8
n_i	365.12	1.47450	11.2
n_{334}	334.24	1.47973	11.6
n_{312}	312.66	1.48446	12.1
n_{296}	296.82	1.48870	12.5
n_{280}	280.43	1.49401	13.0
n_{248}	248.35	1.50837	14.5
n_{194}	194.23	1.55887	20.1
n_{193}	193.37	1.56022	20.3

Alle Brechzahlen sind unter trockenem Stickstoff und λ_{vac} = Vakuumwellenlänge berechnet. Genauigkeit: $\pm 2.0 \cdot 10^{-5}$

Abbe Zahlen		
$n_d = 1.45843$	$v_d = 67.83$	$n_F - n_c = 0.00676$
$n_e = 1.46004$	$v_d = 67.68$	$n_{F'} - n_{c'} = 0.00680$

Relative Teildispersion		Abweichung der rel. Teildispersion von der Normalgeraden	
$P_{s,t}$	0.3287		
$P_{c,s}$	0.5770	$\Delta P_{c,t}$	0.0390
$P_{d,c}$	0.3102	$\Delta P_{c,s}$	0.0159
$P_{e,d}$	0.2388	$\Delta P_{F,c}$	-0.0017
$P_{a,F}$	0.5277	$\Delta P_{a,F}$	-0.0020
$P_{i,h}$	0.7283	$\Delta P_{i,a}$	0.0054

Sellmeierformel			
$n^2 - 1 = B_1 \lambda^2 / (\lambda^2 - C_1) + B_2 \lambda^2 / (\lambda^2 - C_2) + B_3 \lambda^2 / (\lambda^2 - C_3)$ und λ in μm			
Konstanten der Sellmeierformel für λ_{vac} und n			
B_1	$6.694226 \cdot 10^{-1}$	C_1	$4.480112 \cdot 10^{-3}$
B_2	$4.345839 \cdot 10^{-1}$	C_2	$1.328470 \cdot 10^{-2}$
B_3	$8.716947 \cdot 10^{-1}$	C_3	$9.534148 \cdot 10^{-1}$

Gültig für $0.184 \mu m < \lambda < 2.326 \mu m$ (20 °C; 1013 hPa);
 $n = n(N_2)$; $\lambda = \lambda_{vac}$

Formel für $\Delta n/\Delta T$:
 $\Delta n/\Delta T$ (18 – 28 °C) = $t_0 + t_1 \cdot \lambda^{-2} + t_2 \cdot \lambda^{-4} + t_3 \cdot \lambda^{-6}$

Formel für dn_{abs}/dT :
 $\frac{dn_{abs}(\lambda, T)}{dT} = \frac{n^2(\lambda, T_0) - 1}{2 \cdot n(\lambda, T_0)} \cdot \left(D_0 + 2 \cdot D_1 \cdot \Delta T + 3 \cdot D_2 \cdot \Delta T^2 + \frac{E_0 + 2 \cdot E_1 \cdot \Delta T}{\lambda^2 - \lambda_{TK}^2} \right)$
 mit $T_0 = 20$ °C

Konstanten der Formel für $\Delta n/\Delta T$ in Stickstoff ¹		Konstanten der Formel für dn_{abs}/dT in Vakuum ²	
t_0	$9.4 \cdot 10^{-0}$	D_0	$2.06 \cdot 10^{-5}$
t_1	$1.7 \cdot 10^{-1}$	D_1	$2.51 \cdot 10^{-8}$
t_2	$8.7 \cdot 10^{-2}$	D_2	$-2.47 \cdot 10^{-11}$
t_3	$3.1 \cdot 10^{-4}$	E_0	$3.12 \cdot 10^{-7}$
-	-	E_1	$4.22 \cdot 10^{-10}$
-	-	λ_{TK} [μm]	0.16

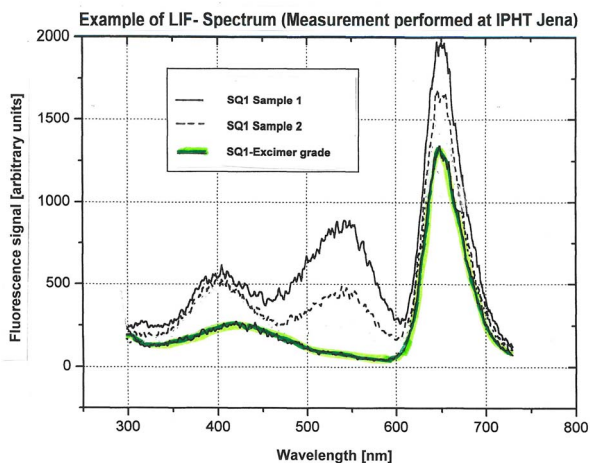
¹gültig für $0.184 \mu m < \lambda < 1.014 \mu m$ und für $+18$ °C $\leq T \leq +28$ °C
²gültig für $0.365 \mu m < \lambda < 1.060 \mu m$ und für -100 °C $\leq T \leq +140$ °C

	Temperaturkoeffizienten des Brechungsindex ¹					
	$\Delta n_{rel}/\Delta T$ [$10^{-6}/K$] ²			$\Delta n_{abs}/\Delta T$ [$10^{-6}/K$] ³		
λ_{vac} [nm]	1060.0	546.23	365.12	1060.0	546.23	365.12
-40/-20 [°C]	8.9	9.4	10.2	6.9	7.3	8.1
+20/+40 [°C]	9.4	9.9	10.9	8.1	8.6	9.6
+60/+80 [°C]	9.8	10.4	11.5	8.8	9.4	10.4

¹gültig für $365 \text{ nm} < \lambda < 1060 \text{ nm}$ und für -100 °C $\leq T \leq +140$ °C
²bezüglich Stickstoff
³bezüglich Vakuum

Fluoreszenz

- Die Qualitätsstufen für die Excimerlaserwellenlängen (ArF, KrF) werden durch Messungen des LIF Faktors (Laser induced fluorescence) selektiert.
- Dieses standardisierte Messverfahren mit Referenzproben ist seit über 10 Jahren am IPHT Jena etabliert.
- Konstante Bestrahlungsbedingungen sind:
 - Laserwellenlänge 193 nm
 - Energiedichte 210 mJ / cm²
 - Laserpulsfrequenz 10 Hz



Rote Fluoreszenz: sensitives Kriterium für NBOHC (Non Bridging Oxygen Hole Center). Sehr geringes Niveau ist Folge des hohen Wasserstoffgehaltes.

Blaue Fluoreszenz: sensitives Kriterium für ODC (Oxygen Deficiency Centers)

Thermische Eigenschaften		Einheit
untere Entspannungstemperatur T ₁₀ ^{14.5}	980	°C
obere Entspannungs-temperatur T ₁₀ ^{13.0}	1080	°C
Erweichungstemperatur T ₁₀ ^{7.6}	1600	°C
max. Arbeitstemperaturen		
dauerhaft	930	°C
kurzfristig	1180	°C
mittlere spezifische Wärme C _p (20°C-100°C)	0.79	J/g·K
Wärmeleitfähigkeit λ (32°C)	1.31	W/(m·K)
Mittlerer thermischer Ausdehnungskoeffizient		
α (25°C-100°C)	0.5	10 ⁻⁶ /K
α (25°C-200°C)	0.52	10 ⁻⁶ /K
α (25°C-300°C)	0.55	10 ⁻⁶ /K
α (25°C-600°C)	0.51	10 ⁻⁶ /K

Elektrische Eigenschaften	
Dielektrizitätskonstante ε _r	3.8 ± 0.2
Dielektrischer Verlustwinkel φ (25°C/1MHz)	89.92° ± 0.03°
tan δ (δ=90° - φ) (25°C/1MHz)	(14 ± 5) · 10 ⁻⁴
Elektrische Widerstandsfähigkeit (25°C) [Ω · cm]	1.15 · 10 ¹⁸

Klassen der chemischen Beständigkeit		
Klimaresistenz (ISO/WD 13384)	CR	1
Säure (ISO 8424)	SR	1.0
Alkali (ISO 10629)	AR	1.0
Phosphat (ISO 9689)	PR	1.0
Fleckenresistenz (Betriebsnorm Schott)	FR	0

Typische Spurenelemente [ppm]	
	SQ0/ SQ1
Al	≤ 0.05
Na	≤ 0.02
Ca	≤ 0.02
K	≤ 0.01
Fe	≤ 0.005
Ti	≤ 0.01
Cu	≤ 0.005
Cr	≤ 0.005
Mn	≤ 0.005

Mechanische Eigenschaften		Einheit
Elastizitätsmodul (25°C)	72	GPa
Schubmodul	31	GPa
Druckfestigkeit	1250	N/mm ²
Biegefestigkeit	80-100	N/mm ²
Poisson's Zahl μ	0.17	
Knoop-Härte	580	
Mohs-Härte	5-6	
Dichte ρ	2.2	g/cm ³
Spannungsoptischer Koeffizient	3.4 · 10 ⁻¹²	1/Pa
Ultraschall - Longitudinalwellen	5940	m/s
Ultraschall - Transversalwellen	3770	m/s
innere Dämpfung (25°C-500°C)	2.0 · 10 ⁻⁵	