

Heraeus

WISAG



**Quarzglas für die Optik
Daten und Eigenschaften**

Quarzglas für die Optik

Daten und Eigenschaften



= 3D-Material, optisch isotrop

Bei Quarzglas sind die Homogenitätswerte üblicherweise nur in einer Richtung spezifiziert. Heraeus verfügt über Quarzglassorten, die bezüglich Schlieren, Schichten und Δn -Werte sowie der Spannungsdoppelbrechung in allen drei Raumrichtungen höchsten Anforderungen genügen. Diese Sorten sind durch das 3D-Symbol gekennzeichnet.

❶ Die Blasenspezifikation gilt bei rohgeformten Teilen innerhalb des Mindestmaßes, bei bearbeiteten Teilen für 100% des Materials.

- ❷ Blasen und Einschlüsse $\leq 0,08$ mm Durchmesser bleiben unberücksichtigt. Eine Spezifikation für Blasen und bis zu Einschlüsse $\leq 10 \mu\text{m}$ auf Anfrage möglich.
- ❸ Bei unrunder Blasen wird die größte Ausdehnung verwendet.
- ❹ Der Δn -Wert ist die zulässige laterale Brechungsindex-Differenz (interferometrisch bestimmt bei 632,8 nm nach Abzug von Tilt und Offset) über 90% des Durchmessers oder der Seitenlänge eines geschliffenen Teiles bzw. 80% bei Rohbarren. Der Prüfdurchmesser beträgt maximal 430 mm. Größere Geometrien werden mit überlappenden Interferogrammen gemessen.

Sorten	Blasen und Einschlüsse ^{❶ ❷}			Homogenität ^❸	
	Die Blasenspezifikation ist bezogen auf jeweils 100 cm ³ . Quarzglas von Heraeus ist frei von Einschlüssen.			Δn -Wert ^❹	
	DIN 58927	DIN ISO 10110 ^❸	Summe der Querschnitte (in mm ²) aller Blasen eines Quarzglasstückes (TBCS-Wert)	Schlierengrad nach DIN ISO 10110 (pro 30 mm Dicke)	PV-Werte (Peak-to-Valley) ^❸
Suprasil® 311	0	1/1*0.08	≤ 0.015	2 / -;5	$\leq 3 \cdot 10^{-6}$
Suprasil® 312	0	1/1*0.08	≤ 0.015	2 / -;5	$\leq 4 \cdot 10^{-6}$
Suprasil® 313	0	1/1*0.08	≤ 0.015	2 / -;5	n. sp. ^❸
Suprasil® 3001	0	1/1*0.08	≤ 0.015	2 / -;5	$\leq 4 \cdot 10^{-6}$
Suprasil® 3002	0	1/1*0.08	≤ 0.015	2 / -;5	$\leq 10 \cdot 10^{-6}$
Suprasil® 300	0	1/1*0.08	≤ 0.015	gem. MIL	n. sp.
Suprasil® 3301	0	1/1*0.08	≤ 0.015	2 / -;5	$\leq 2 \cdot 10^{-6}$
Suprasil® 3302	0	1/1*0.08	≤ 0.015	2 / -;5	$\leq 3 \cdot 10^{-6}$
Suprasil® 1	0	1/1*0.08	≤ 0.015	2 / -;5	$\leq 5 \cdot 10^{-6}$
Suprasil® 2 Grade A	0	1/1*0.08	≤ 0.015	2 / -;5	$\leq 5 \cdot 10^{-6}$
Suprasil® 2 Grade B	0	1/1*0.08	≤ 0.015	2 / -;5	$\leq 10 \cdot 10^{-6}$
Suprasil® CG	0	1/1*0.08	≤ 0.015	gem. MIL	$\leq 30 \cdot 10^{-6}$
Suprasil® 1 ArF / KrF	0	1/1*0.08	≤ 0.015	2 / -;5	$\leq 5 \cdot 10^{-6}$
Suprasil® 2 ArF / KrF	0	1/1*0.08	≤ 0.015	2 / -;5	$\leq 5 \cdot 10^{-6}$
Spectrosil® 2000	0	1/1*0.08	≤ 0.015	2 / -;5	$\leq 10 \cdot 10^{-6}$
Infrasil® 301	0	1/1*0.16	≤ 0.03	2 / -;5	$\leq 5 \cdot 10^{-6}$
Infrasil® 302	0..1	1/1*0.35	≤ 0.1	2 / -;5	$\leq 6 \cdot 10^{-6}$
HOQ® 310	2...3	1/ 1*0.63 ≤ 6 kg 1/2*1.0 > 6 kg	≤ 0.5	n. sp.	n. sp.

- ⑤ Gilt nicht für gezogene Stäbe.
- ⑥ Kleinere Werte auf Anfrage.
- ⑦ Die Restspannungswerte beziehen sich auf die hervorgerufene Phasendifferenz pro cm Lichtweg. Der Restspannungswert gilt über 90% des Durchmesser messers oder der Seitenlänge eines geschliffenen Teiles bzw. über 80% bei Rohbarren.
- ⑧ Üblicherweise geringer als $10 \cdot 10^{-6}$.
- ⑨ Die chemische Zusammensetzung und dadurch auch die optischen Eigenschaften können bei natürlichem Quarzglas variieren.

Restspannung ^⑦	Fluoreszenz	OH-Gehalt
nm/cm ^⑧	Anregung mit Hg-Lampe; Wellenlänge $\lambda = 254$ nm und UG 5-Filter; Lampenleistung: 8W; Detektion: angepasstes Auge	ppm ($\mu\text{g/g}$)
≤ 5	frei	≤ 300
≤ 5	frei	≤ 300
≤ 5	frei	≤ 300
≤ 6	leicht blau	≤ 1
≤ 6	leicht blau	≤ 1
≤ 5	leicht blau	≤ 1
≤ 2	frei	≤ 20
≤ 3	frei	≤ 20
≤ 5	frei	≤ 1300
≤ 5	frei	≤ 1300
≤ 5	frei	≤ 1300
≤ 5	frei	≤ 1300
≤ 5	blau-violett	≤ 8
≤ 5	blau-violett	≤ 8
≤ 10	blau-violett	ca. 30

Brechungsindex

bei 20°C und 1 bar

Interpolierte Werte.

Genauere Werte auf Anfrage.

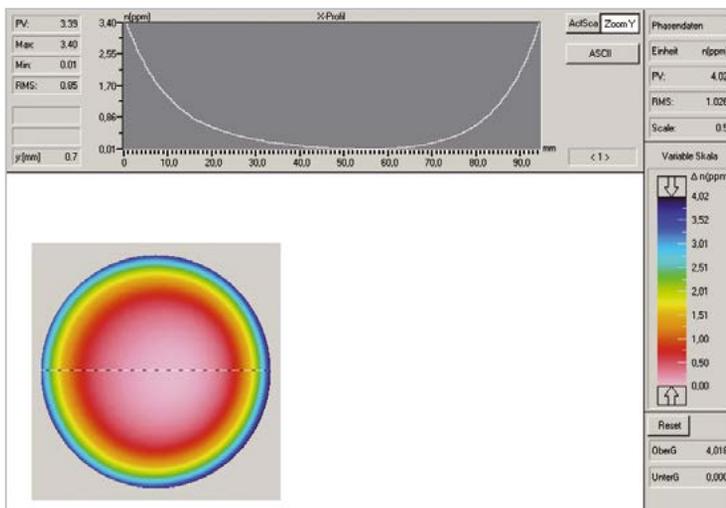
Im Gegensatz zu anderen optischen Gläsern zeigt Quarzglas aus verschiedenen Schmelzen nur einen sehr geringen Unterschied im Brechungsindex.

Wellenlänge nm	Suprasil®-Familie	Suprasil® 3001/3002/300	Infrasil® / HQ®
ArF	190	-	-
	193,4	1,5601	-
	200	1,5505	-
	202,54	-	1,5473
	220	1,5285	1,5287
	232,94	-	1,5183
	240	1,5133	1,5136
KrF	248,4	1,5083	-
	260	1,5024	1,5026
4 x Nd:YAG	266	1,4997	1,4999
	274,87	1,4961	1,4963
	280	1,4942	1,4944
	300	1,4878	1,4880
XeCl	308	1,4856	1,4858
	320	1,4827	1,4829
HeCd	325	1,4816	1,4818
N2	337	1,4792	1,4794
	340	1,4787	1,4788
	360	1,4753	1,4754
(ni)	365,48	1,4745	1,4748
	380	1,4725	1,4728
	400	1,4701	1,4704
(nh)	404,65	1,4696	1,4699
(ng)	435,83	1,4667	1,4670
HeCd	441,6	1,4662	1,4665
Kr	447,1	1,4658	1,4659
(nF)	486,13	1,4631	1,4634
Ar	488	1,4630	1,4633
Ar	514,5	1,4616	1,4619
2 x Nd:YAG	532	1,4607	1,4610
(ne)	546,07	1,4601	1,4604
(nd)	587,56	1,4585	1,4588
HeNe	632,8	1,4570	1,4573
(nc)	656,27	1,4564	1,4567
Ruby	694,3	1,4554	1,4557
Kr	752,5	1,4542	1,4545
	800	1,4533	1,4536
	850	1,4525	1,4528
	900	1,4518	1,4520
GaAs	905	1,4517	1,4518
	1000	1,4504	1,4507
Nd:YAG	1064	1,4496	1,4497
HeNe	1153	1,4486	1,4489
	1200	1,4481	1,4483
Nd:YAG	1319	1,4467	1,4468
	1400	1,4458	1,4461
	1600	1,4434	1,4437
	1800	1,4409	-
	2000	1,4381	1,4382
	2200	1,4350	1,4352
	2400	1,4316	1,4318
	2600	1,4279	1,4280
	2800	1,4238	1,4239
	3000	1,4193	1,4194
	3200	1,4143	1,4144
	3400	1,4088	1,4090

Optische Homogenität und Spannungsdoppelbrechung

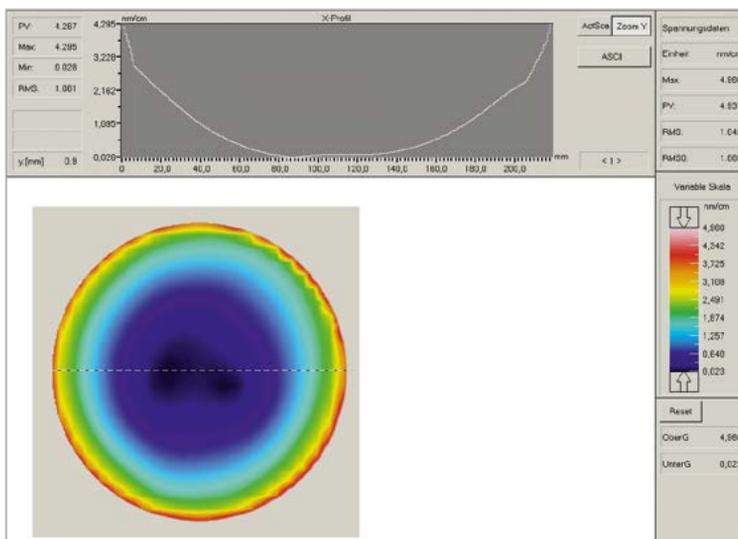
Die Falschfarben-Darstellung zeigt eine typische zweidimensionale Brechzahlverteilung für eine runde Platte.

Der Schnitt zeigt den diametralen Verlauf der Brechzahl über die Platte. Deutlich zu sehen ist der sehr flache Verlauf im Inneren der Platte und der Rand-Anstieg.



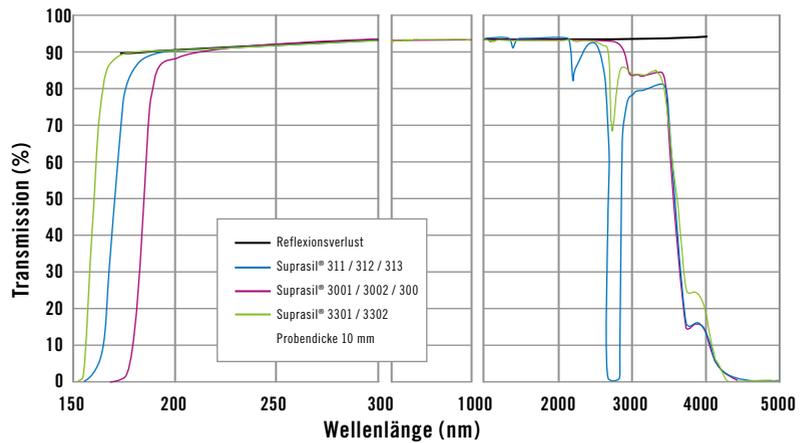
Die unten gezeigte Falschfarben-Darstellung zeigt eine typische zweidimensionale Spannungsverteilung im Material. Der Schnitt zeigt den diametralen Verlauf

der Spannungsdoppelbrechung über die Platte. Deutlich zu sehen ist die sehr niedrige Spannung im Inneren der Platte und der Rand-Anstieg.

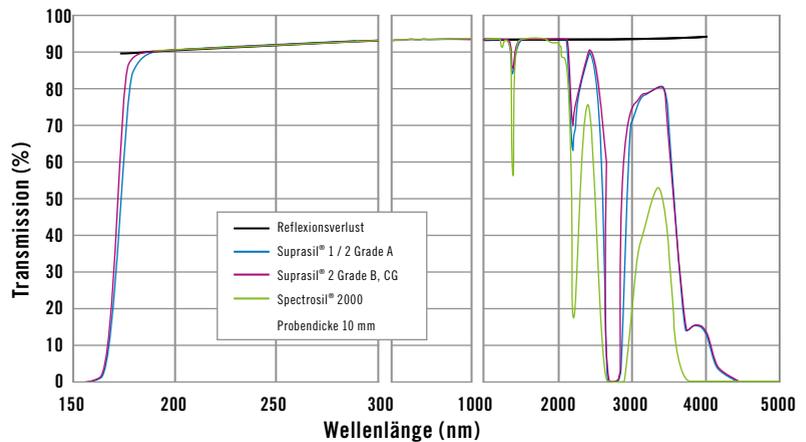


Typische Transmissionswerte und Fresnel-Reflexion $(1-R)^2$

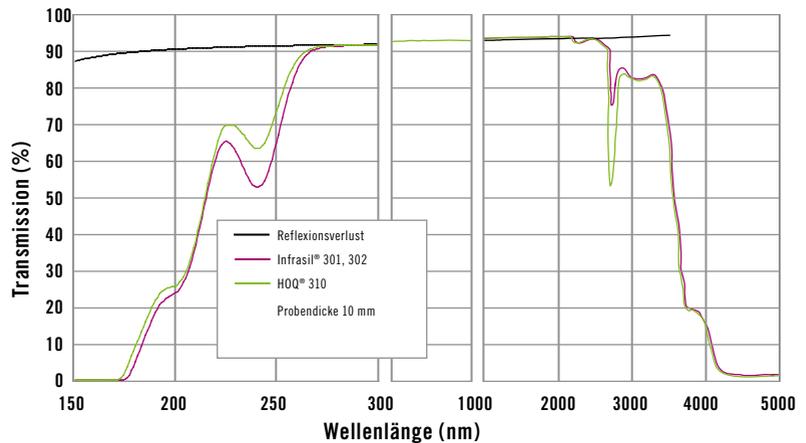
Suprasil® 311, 312, 313
 Suprasil® 3001, 3002, 300
 Suprasil® 3301 / 3302



Suprasil® 1, 1 ArF / KrF
 Suprasil® 2 Grade A, 2 ArF / KrF
 Suprasil® 2 Grade B, Suprasil® CG
 Spectrosil® 2000



HOQ® 310
 Infrasil® 301, 302



Die jeweils oberste Kurve der Transmissionspektren gibt die berechneten Fresnel-Reflexionsverluste für zwei unbeschichtete Oberflächen wieder.

Sie finden einen Transmissionsrechner auf unserer Homepage www.herae.us/transmission-calculator

Technische Eigenschaften

Reintransmission (%)

Reintransmissionswerte einer 10 mm dicken Probe für ausgesuchte UV-Wellenlängen.

Wellenlänge nm	Suprasil® ArF/ KrF	Suprasil®- Familie
	- spezifiziert -	- typisch -
193,4	≥ 99,30	98,50
248,4	≥ 99,80	99,50
266	99,90	99,90

Relative Temperaturkoeffizienten des Brechungsindex in 10⁻⁶ K⁻¹

Wellenlänge nm	Suprasil®-Familie, Spectrosil®		Infrasil® / HOQ®	
	0...20°C	20...40°C	0...20°C	20...40°C
237,8	14,6	14,9	15,2	15,3
365	11	11,2	11,5	11,6
546,1	9,9	10,1	10,6	10,7
587,6	9,8	10,0	10,5	10,6
643,8	9,6	9,8	10,4	10,5

Abbe-Konstante

$$v_d = \frac{n_d - 1}{n_F - n_C} \quad 67,8 \pm 0,5$$

Spannungsoptische Konstante @ 633 nm

$\frac{\text{nm}}{\text{cm} \cdot \text{bar}}$	3,54 ± 0,05	3,61 ± 0,05

Brechungsindexdispersion

Dispersionskonstanten (Sellmeier)

	Suprasil®-Familie, Spectrosil®	Infrasil® / HOQ®
B1	4,73115591 · 10 ⁻¹	4,76523070 · 10 ⁻¹
B2	6,31038719 · 10 ⁻¹	6,27786368 · 10 ⁻¹
B3	9,06404498 · 10 ⁻¹	8,72274404 · 10 ⁻¹
C1	1,29957170 · 10 ⁻²	2,84888095 · 10 ⁻³
C2	4,12809220 · 10 ⁻³	1,18369052 · 10 ⁻²
C3	9,87685322 · 10 ¹	9,56856012 · 10 ¹

Sellmeier-Formel:

$$n^2 - 1 = B_1 \lambda^2 / (\lambda^2 - C_1) + B_2 \lambda^2 / (\lambda^2 - C_2) + B_3 \lambda^2 / (\lambda^2 - C_3)$$

Wellenlänge λ in μm bei 20°C

Typische Verunreinigungen, die im Quarzglas auftreten können

Verunreinigung	Suprasil®- Familie Spectrosil® ppm	Infrasil® / HOQ® ppm
Al = Aluminium	≤ 0,010	20
Ca = Kalzium	≤ 0,015	1
Cr = Chrom	≤ 0,001	0,1
Cu = Kupfer	≤ 0,003	0,1
Fe = Eisen	≤ 0,005	0,8
K = Kalium	≤ 0,010	0,8
Li = Lithium	≤ 0,001	1
Mg = Magnesium	≤ 0,005	0,1
Na = Natrium	≤ 0,010	1
Ti = Titan	≤ 0,005	1

Mechanische Daten		Suprasil®-Familie, Spectrosil® Infrasil® / HOQ®
Dichte	g/cm ³	2,20
Mohs-Härte		5,5.....6,5
Mikro-Härte	N/mm ²	8600.....9800
Knoop-Härte	N/mm ²	5800.....6200
Elastizitätsmodul (bei 20°C)	N/mm ²	7,0 · 10 ⁴
Torsions-Modul	N/mm ²	3 · 10 ⁴
Poisso'sche Zahl		0,17
Druckfestigkeit	N/mm ²	1150
Zugfestigkeit	N/mm ²	50
Biegefestigkeit	N/mm ²	67
Torsionsfestigkeit	N/mm ²	30
Schallgeschwindigkeit	m/s	5720

Elektrische Daten		
Spezifischer elektrischer Widerstand in Ω·m		
20°C	10 ¹⁶	
400°C	10 ⁸	
800°C	6,3 · 10 ⁴	
1200°C	1,3 · 10 ³	
Elektrische Durchschlagsfeldstärke in kV/mm (Schichtdicke ≥ 5 mm)		
20°C	40...50	
500°C	4...5	
Dielektrischer Verlustwinkel (tg δ)		
1kHz	0,0005	
1...1000MHz	< 0,001	
3 · 10 ⁴ MHz	0,0004	
Dielektrizitätskonstante (ε)		
20°C	0...1 MHz	3,7
23°C	0...1000 MHz	3,80
23°C	3 · 10 ⁴ MHz	3,81

Thermische Daten		Suprasil®- Familie, Spectrosil®	Infrasil® / HOQ®
Erweichungstemperatur	°C	~ 1600	~ 1730
Obere Entspannungtemp.	°C	~ 1120	~ 1180
Untere Entspannungtemp.	°C	~ 1025	~ 1075
Max. Gebrauchstemp.			
dauernd	°C	~ 950	~ 1150
kurzzeitig	°C	~ 1200	~ 1300
Mittlere spez. Wärme J/kg · K			
	0...100°C	772	
	0...500°C	964	
	0...900°C	1052	
Wärmeleitfähigkeit W/m · K			
	20°C	1,38	
	100°C	1,46	
	200°C	1,55	
	300°C	1,67	
	400°C	1,84	
	950°C	2,68	
Mittlerer Ausdehnungskoeffizient K⁻¹			
	-160...0°C	0	
	-50...0°C	2,7 · 10 ⁻⁷	
	0...100°C	5,1 · 10 ⁻⁷	
	0...200°C	5,8 · 10 ⁻⁷	
	0...300°C	5,9 · 10 ⁻⁷	
	0...600°C	5,4 · 10 ⁻⁷	
	0...900°C	4,8 · 10 ⁻⁷	

Deutschland

**Heraeus Quarzglas
GmbH & Co. KG**

Optics

Quarzstr. 8, 63450 Hanau
Telefon +49 (6181) 35-62 85
Fax +49 (6181) 35-62 70
sales.hqs.optics.de@
heraeus.com

USA

Heraeus Tenevo LLC.
Optics

100 Heraeus Blvd.
30518 Buford, Georgia
Telefon +1 (678) 714-4350
Fax +1 (678) 714-4355
sales.hqs.optics.us@
heraeus.com

Suprasil® ist eine internationale Marke („IR-Marke“) von Heraeus und ist weiterhin in nachfolgenden Ländern registriert: BR, CN, DE, ES, GB, JP und US.

Infrasil® ist eine internationale Marke („IR-Marke“) von Heraeus und ist weiterhin in nachfolgenden Ländern registriert: CN, DE, GB, JP, SE und US.

HOQ® ist eine registrierte Marke von Heraeus in der Europäischen Union (EU) und in den USA (US).

Spectrosil® ist eine registrierte Marke von Heraeus in der Europäischen Union (EU). Im oben genannten Kontext ist „Heraeus“ als Heraeus Holding GmbH oder jede andere Gesellschaft der Heraeus Holding GmbH, z. B.: Heraeus Quarzglas GmbH & Co. KG, zu verstehen.

China

Heraeus (China) Investment Co., Ltd.
Building 5,
No. 406 Guilin Road, Xuhui District,
Shanghai 200233
Telefon +86 (21) 3357 5173
Fax +86 (21) 3357 5230
sales.hqs.optics.cn@heraeus.com

UK

Heraeus Quartz UK Ltd.
Neptune Road
Wallsend
Tyne & Wear NE28 6DD
United Kingdom
Telefon +44 (191) 2598454
Fax +44 (191) 2638040
sales.hqs.optics.uk@heraeus.com

Korea

HS Advanced Materials Co., Ltd.
149-3, Hoechuk-ri,
Gwanghyewon-myun
Jincheon-gun, Chungbuk, 365-834
Korea
Telefon +82 (43) 532 5371
Fax +82 (43) 532 5334
hsam@hs-am.com

WISAG

Wissenschaftliche Apparaturen
und Industrieanlagen AG
Bruggacherstrasse 24
CH-8117 Fällanden
Tel. 044 317 57 57
Fax 044 317 57 77
http://www.wisag.ch
e-mail: info@wisag.ch

www.optik.heraeus-quarzglas.de