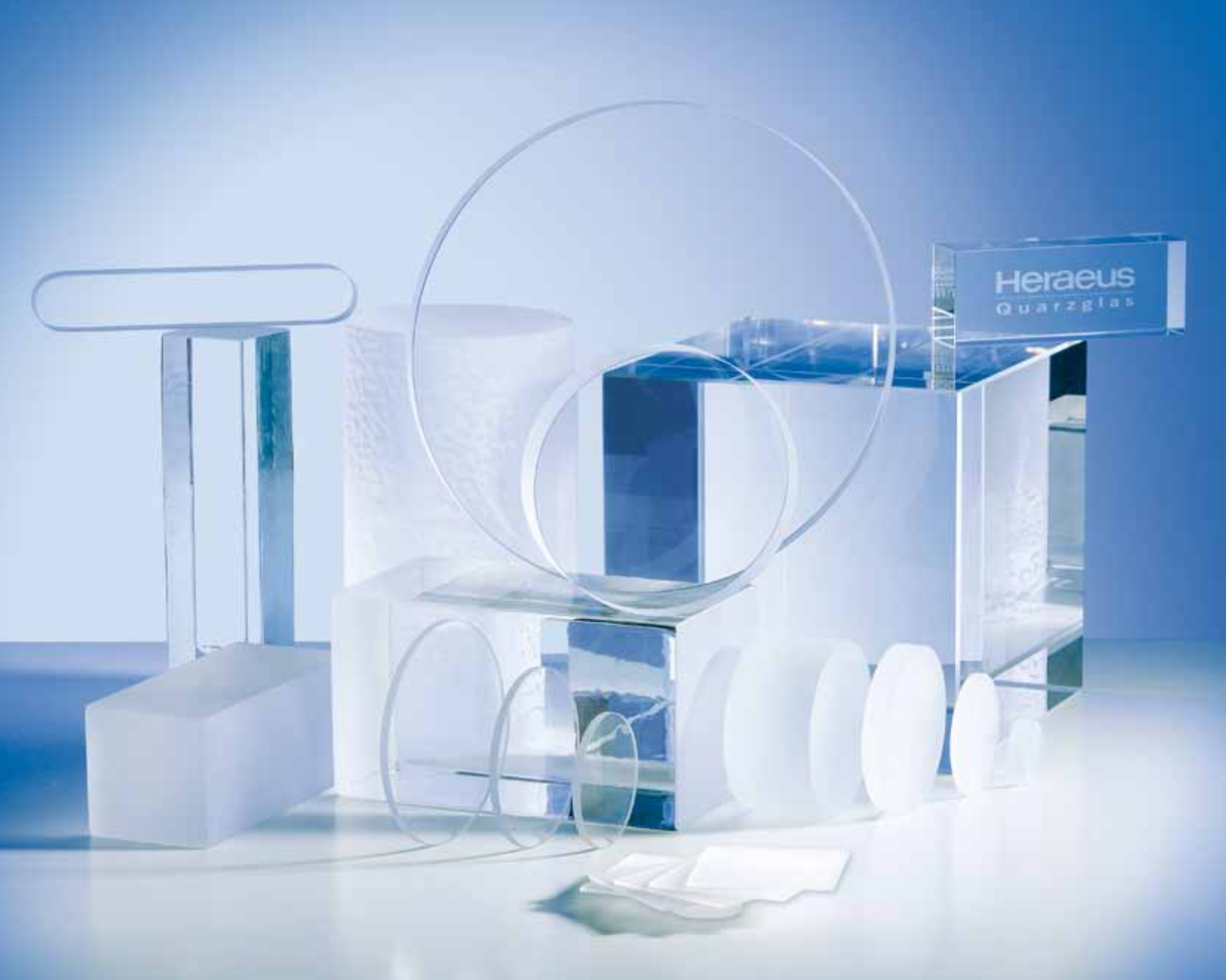


Heraeus



**Quarzglas für die Optik
Daten und Eigenschaften**

Technische Eigenschaften

Reintransmission (%)

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

Wellenlänge nm	Suprasil® ArF/ KrF	Suprasil®- Familie	Homosil® 101 Herasil® 102
	- spezifiziert -	- typisch -	
193,4	≥ 99,30	98,50	92,00
248,4	≥ 99,80	99,50	98,00
266	99,90	99,90	99,50

Relative Temperaturkoeffizienten des Brechungsindex in 10⁻⁶ K⁻¹

Wellenlänge nm	Suprasil®-Familie, Spectrosil®		Homosil® / Herasil® / 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®	Homosil® / Herasil® / 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, wie sie im Quarzglas auftreten können

Verunreinigung	Suprasil®- Familie Spectrosil® ppm	Herasil® 102 / Homosil® 101 ppm	Infrasil® / HOQ® ppm
Al = Aluminium	≤ 0,010	10	20
Ca = Kalzium	≤ 0,015	1	1
Cr = Chrom	≤ 0,001	0,1	0,1
Cu = Kupfer	≤ 0,003	0,1	0,1
Fe = Eisen	≤ 0,005	0,2	0,8
K = Kalium	≤ 0,010	0,1	0,8
Li = Lithium	≤ 0,001	1	1
Mg = Magnesium	≤ 0,005	0,1	0,1
Na = Natrium	≤ 0,010	1	1
Ti = Titan	≤ 0,005	0,1	1

Mechanische Daten		Suprasil®-Familie, Spectrosil® Homosil® / Herasil® / 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 Durchschlagfeldstärke 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®	Homosil® / Herasil® / Infrasil® / HOQ®
Erweichungstemperatur	°C	1600	1730
Obere Entspannungstemp.	°C	1120	1180
Untere Entspannungstemp.	°C	1025	1075
Max. Gebrauchstemp.	°C		
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	

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 -Werten 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. Für Suprasil® 311/312 und Suprasil® 3001/3002 ist eine Spezifikation für Blasen und Einschlüsse ≤ 10 μm auf Anfrage machbar.
- ❸ Bei unrunder Blasen wird der Durchmesser gemittelt.
- 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

Sorten	Blasen und Einschlüsse ^{❶ ❷}			Homogenität ^❹	
	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 30mm Dicke)	PV-Werte (Peak-to-Valley)
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® 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® 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® C6	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	$\leq 10 \cdot 10^{-6}$
Homosil® 101	0	1/2*0.10	≤ 0.03	2 / -,5	$\leq 3 \cdot 10^{-6}$
Herasil® 102	0	1/1*0.20	≤ 0.1	2 / -,5	$\leq 4 \cdot 10^{-6}$
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.

beträgt maximal 430 mm. Größere Geometrien werden mit überlappenden Interferogrammen gemessen.

- ⑤ Gilt nicht für gezogene Stäbe.
- ⑥ Kleinere Werte auf Anfrage.
- ⑦ Die Restspannungswerte beziehen sich auf die hervorgerufene Phasendifferenz pro cm Lichtweg. Als Randzone ist eine Zone von 10% des Durchmessers oder der Seitenlänge definiert (bei Rohbarren mit Außenhaut können die Werte in der Randzone überschritten werden; die Randzone beträgt dann 15%).
n. sp. = nicht spezifiziert

PV-Werte Sonderanfertigung	Restspannung ⑦		Fluoreszenz	OH-Gehalt
	in der Mitte nm/cm	in der Randzone nm/cm	Anregung mit Hg-Lampe; Wellenlänge $\lambda = 254$ nm und UG 5-Filter; Lampenleistung: 8W; Detektion : angepasstes Auge	ppm ($\mu\text{g/g}$)
$\leq 1 \cdot 10^{-6}$	≤ 5	5...15	frei	ca. 200
$\leq 1 \cdot 10^{-6}$	≤ 5	5...15	frei	ca. 200
$\leq 1 \cdot 10^{-6}$	≤ 6	5...15	leicht blau	≤ 1
$\leq 1 \cdot 10^{-6}$	≤ 6	5...15	leicht blau	≤ 1
-	≤ 5	5...15	leicht blau	≤ 1
$\leq 1 \cdot 10^{-6}$	≤ 5	5...15	frei	400...1200
$\leq 1 \cdot 10^{-6}$	≤ 5	5...15	frei	≤ 1000
-	≤ 5	5...15	frei	≤ 1000
-	≤ 20	n. sp.	frei	400...1200
$\leq 1 \cdot 10^{-6}$	≤ 5	5...15	frei	400...1200
$\leq 1 \cdot 10^{-6}$	≤ 5	5...15	frei	400...1200
$\leq 3 \cdot 10^{-6}$	≤ 5	5...15	frei	≤ 1200
$\leq 1 \cdot 10^{-6}$	≤ 5	5...15	blau-violett	ca. 150
$\leq 1 \cdot 10^{-6}$	≤ 5	5...15	blau-violett	ca. 150
$\leq 2 \cdot 10^{-6}$	≤ 5	5...15	blau-violett	≤ 8 ⑤
$\leq 3 \cdot 10^{-6}$	≤ 5	5...15	blau-violett	≤ 8 ⑤
-	≤ 10	10...20	blau-violett	ca. 30

Brechungsindex

bei 20°C und 1 bar

Interpolierte Werte, die Genauigkeit der gemessenen Stützstellen beträgt $\pm 3 \cdot 10^{-5}$.

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

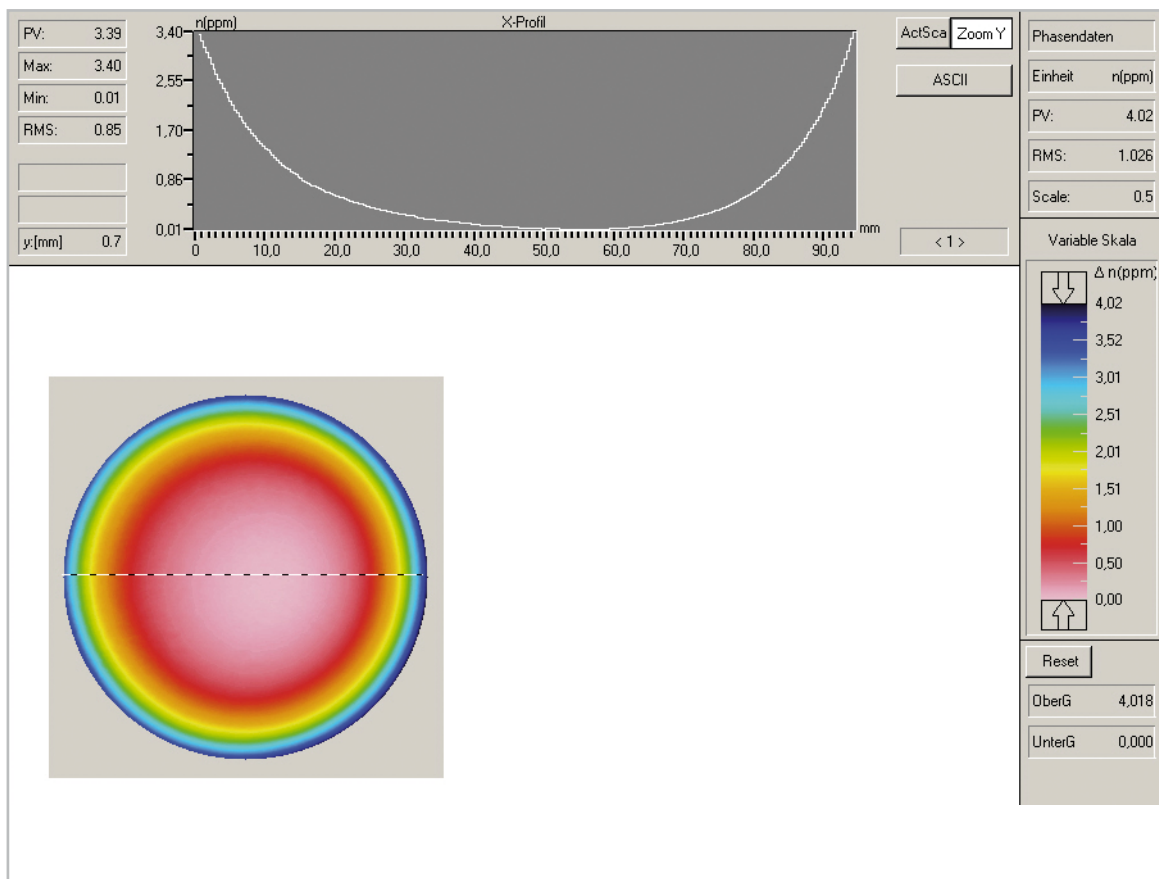
* ohne Suprasil® 3001, 3002, 300

Wellenlänge nm	Suprasil- Familie*	Homosil / Herasil / Infrasil / HQQ
ArF	190	1,56572
	193,4	1,56013
	200	1,55051
	202,54	-
	220	1,52845
	232,94	-
	240	1,51334
KrF	248,4	1,50833
	260	1,50239
4 x Nd:YAG	266	1,49968
	274,87	1,49607
	280	1,49416
	300	1,48779
XeCl	308	1,48564
	320	1,48274
HeCd	325	1,48164
N2	337	1,47921
	340	1,47865
(ni)	360	1,47529
	365,48	1,47447
	380	1,47248
	400	1,47012
(nh)	404,65	1,46962
(ng)	435,83	1,46669
HeCd	441,6	1,46622
Kr	447,1	1,46578
(nF)	486,13	1,46313
Ar	488	1,46301
Ar	514,5	1,46156
2 x Nd:YAG	532	1,46071
(ne)	546,07	1,46008
(nd)	587,56	1,45846
HeNe	632,8	1,45702
(nc)	656,27	1,45637
Ruby	694,3	1,45542
Kr	752,5	1,45419
	800	1,45332
	850	1,45250
	900	1,45175
GaAs	905	1,45168
	1000	1,45042
Nd:YAG	1064	1,44963
HeNe	1153	1,44859
	1200	1,44805
Nd:YAG	1319	1,44670
	1400	1,44578
	1600	1,44342
	1800	1,44087
	2000	1,43809
	2200	1,43501
	2400	1,43163
	2600	1,42789
	2800	1,42377
	3000	1,41925
	3200	1,41427
	3400	1,40881

Optische Homogenität

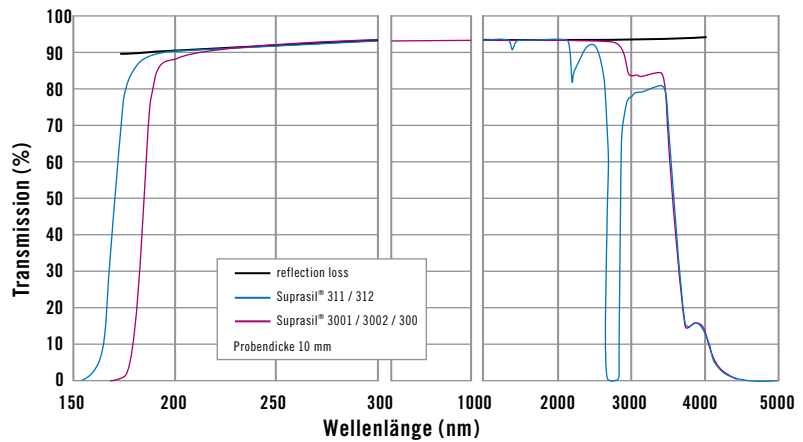
Die unten dargestellten Falsch-Farben-Interferogramme zeigen die typische zweidimensionale Brechzahlverteilung für eine runde Platte.

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.

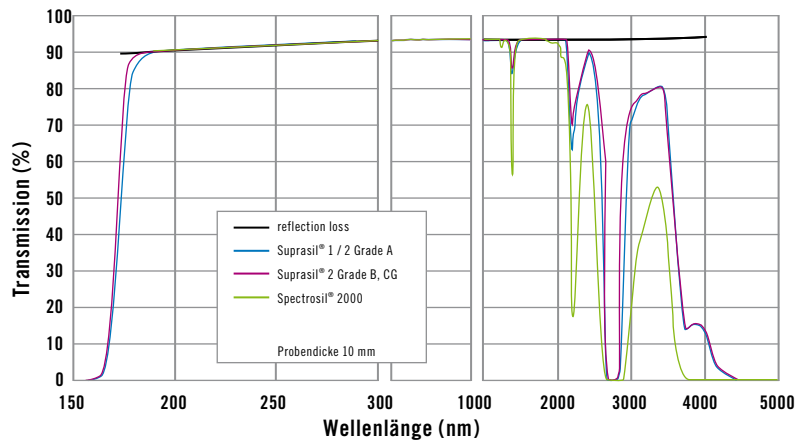


Gemessene Transmissionswerte und Fresnel Reflektion $(1-R)^2$

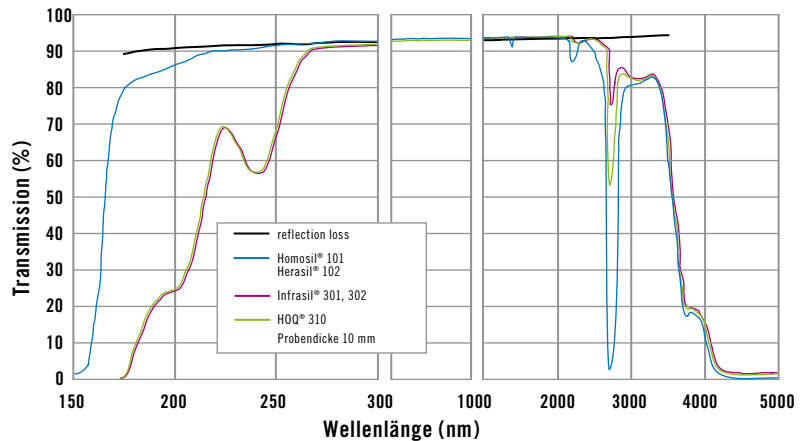
Suprasil® 311, 312
Suprasil® 3001, 3002, 300



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



Homosil® 101
Herasil® 102
HOQ® 310
Infrasil® 301, 302



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

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 Quartz America, 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.

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

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

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

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 ShinEtsu Quartz
(China) Inc.**

QianJiang Tower, 20th Floor,
Room A, No. 971 Dongfang Road
200122 Shanghai
Telefon +86 (21) 68672266-809
Fax +86 (21) 68751434
sales.hqs.optics.cn@heraeus.com

UK

Heraeus QuartzTech Ltd.

4 Tannery House
Tannery Lane
Send, Woking
Surrey GU23 7EF
Telefon +44 (1483) 213323
Fax +44 (1483) 213329
sales.hqs.optics.uk@heraeus.com

Korea

YOUNG SHIN QUARTZ CO.,Ltd.

149, Hoechuk-ri
Mansung-myon, Chinchon-kun
Chungbuk Province, 365-830
Telefon +82-43-535-2338
Fax +82-43-535-2337
ykkim@ysq.co.kr
www.ySQ.co.kr

www.optik.heraeus-quarzglas.de