

BOROFLOAT® 33 & Funktionelle Beschichtungen: Die Verbindung von Inspiration & Qualität

Die Summe seiner Eigenschaften macht es einzigartig.

Vor über 20 Jahren haben wir die weltweit erste Microfloat-Anlage zur Herstellung von SCHOTT-Borosilicatglas in Betrieb genommen. Das Ergebnis dieses Schritts: BOROFLOAT®. Das weltweit erste gefloatete Borosilicatglas – eine Meisterleistung unserer Ingenieure und ein hervorragendes Beispiel für das nahtlose Zusammenwirken von gewachsenem Know-how, innovativer Technik und der professionellen Neugier sowie dem Entwicklungsdrang unserer Fachleute.

Die Leistungsanforderungen an optische Filter und Spiegel hängen stark vom Material ab und dessen Fähigkeit, einfallendes Licht zu reflektieren, zu absorbieren, zu korrigieren oder zu modifizieren. Dies kann mit speziellen optischen Gläsern oder durch Beschichtung von Klarglassubstraten erreicht werden. Über Beschichtungen können Lichtmanagementlösungen viel freier gestaltet werden, vor allem, wenn ein Flachglaswerkstoff mit herausragenden optischen, thermischen, mechanischen und chemischen Eigenschaften verwendet wird. BOROFLOAT®-Borosilicatglas ist ein solch einzigartiges Substrat und wurde deshalb zum Material der Wahl für robuste, hochtemperaturbeständige dichromatische Filter sowie Warmlicht- und auch Kaltlichtspiegel.



Auf Beschichtungen spezialisierte Firmen haben BOROFLOAT®-Glas als Substrat für hochentwickelte Beschichtungen entdeckt, das selbst unter den schwierigsten Bedingungen eingesetzt werden kann.

BOROFLOAT® 33 – Die Summe seiner Eigenschaften macht es einzigartig für funktionelle Beschichtungen

- Außergewöhnlich hohe Transparenz
- Hervorragende thermische Widerstandsfähigkeit
- Ausgezeichnete mechanische Belastbarkeit
- Umfangreiches Spektrum an Dicken und Formaten

BOROFLOAT® mit funktionellen Beschichtungen weist eine außerordentlich hohe Transparenz auf

BOROFLOAT® – das Industrie-Floatglas mit dem geringsten Gehalt an Eisen und anderen absorbierenden Verunreinigungen auf dem Markt – bietet eine sehr hohe Lichtdurchlässigkeit. Die hohe UV-Transparenz schon ab 300 nm, die Transmission von über 92 % im Sichtbaren und nahen Infrarot, die überragende Reinheit, die geringe Autofluoreszenz und die niedrige Solarisation sind spezifische Eigenschaften von BOROFLOAT®-Glassubstraten. Somit findet BOROFLOAT® in vielen Gebieten der Optik Verwendung.

Optische Kennwerte

Abbesche Zahl ($v_e = (n_e - 1) / (n_f - n_c)$)	65,41
Brechungsindex ($n_d (\lambda_{387,6 \text{ nm}})$)	1,47140
Dispersion ($n_f - n_c$)	$71,4 \times 10^{-4}$
Spannungsoptische Konstante (κ)	$4,0 \times 10^{-6} \text{ mm}^2 \text{ N}^{-1}$

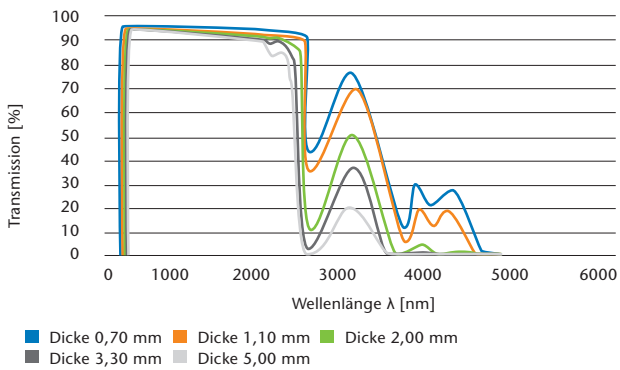
Richtwerte, keine Garantiewerte.

Optische Brechzahlen

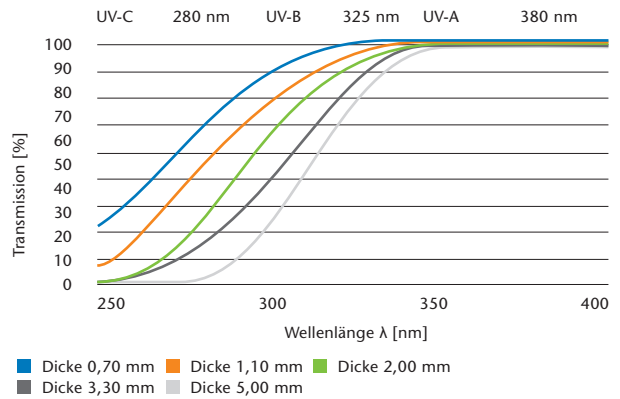
Wellenlänge λ (nm)	Brechungsindex n
435,8	1,48015
479,9	1,47676 (n_f)
546,1	1,47311 (n_e)
589,3	1,47133
643,8	1,46953 (n_c)
656,3	1,46916

Richtwerte, keine Garantiewerte.

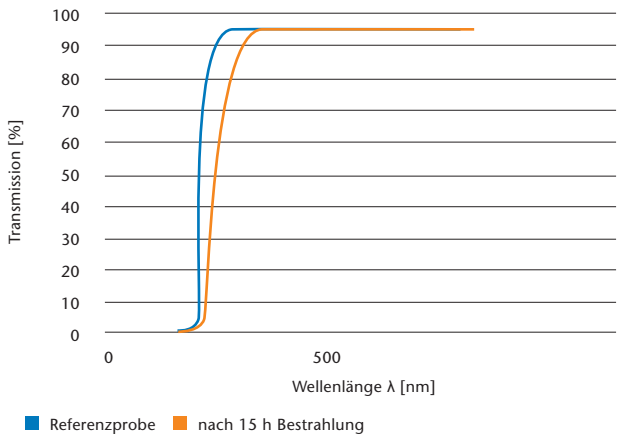
Transmission



Transmission im UV-Bereich

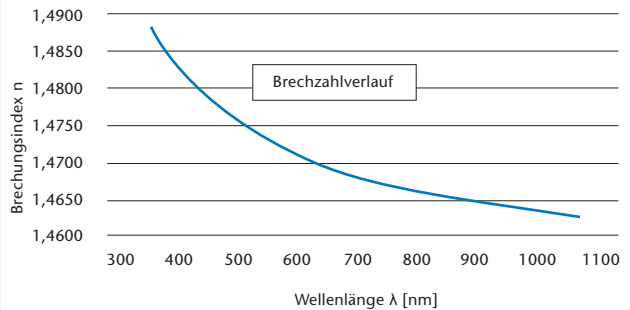


Solarisation



Die Beeinflussung der Transmission durch Bestrahlung wird bei BOROFLOAT® 33 wie folgt geprüft: Ein Glasmuster der Abmessung $30 \times 15 \times 1 \text{ mm}^3$ wird mit dem Licht einer Quecksilberdampfampe vom Typ HOK 4/120 bestrahlt, die mit einer Bestrahlungsleistung von $850 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ und einer Hauptwellenlänge von 365 nm arbeitet.

Dispersion



BOROFLOAT® – wegen seiner herausragenden thermischen Widerstandsfähigkeit ideal für Warmlicht- und Kaltlichtspiegel

Warmlicht- und Kaltlichtspiegel lassen infrarotes Licht entweder durch oder reflektieren es und benötigen deshalb eine hohe thermische Beständigkeit. Der hohe Boroxidgehalt in BOROFLOAT® verringert den thermischen Ausdehnungskoeffizienten auf $3,25 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$, was zu einer sehr guten Beständigkeit gegen thermische Schocks und starken Temperaturgradienten führt. Die nachfolgende Grafik zeigt die thermischen Eigenschaften von BOROFLOAT® (unbeschichtetes Substrat). Die maximale thermische Widerstandsfähigkeit der beschichteten Filter und Spiegel hängt vom Filterhersteller ab.

Maximale Einsatztemperaturen	
bei Kurzzeitbelastung (< 10 h)	500 °C
bei Langzeitbelastung (≥ 10 h)	450 °C

Die angegebenen maximalen Einsatztemperaturen von BOROFLOAT® 33 sind nur unter gleichzeitiger Beachtung der nachfolgenden Temperaturgradientenfestigkeits- (TGF) und Abschreckfestigkeits- (ASF) Werte gültig.

Temperaturabschreckfestigkeit (ASF)	
Nennstärke	ASF (5 %-Fraktil)
≤ 3,8 mm	175 K
5,0 – 5,5 mm	160 K
6,5 mm	155 K
11 mm	142 K
18 mm	144 K
25 mm	128 K

Testscheiben von ca. 20 x 20 cm² werden in einem Ofen auf Prüftemperatur erhitzt und dann mit 50 ml 20 °C kaltem Wasser (Raumtemperatur) in der Scheibenmitte abgekühlt. Die Temperaturmessung erfolgt kontaktfrei mittels Pyrometer. Der ASF-Wert ist dabei die Temperaturdifferenz zwischen der heißen Scheibe und dem kalten Wasser. Dabei dürfen ≤ 5 % der Testscheiben durch Bruch ausfallen. Um den Oberflächenzustand bei praktischem Gebrauch zu simulieren, werden die Testscheiben vor dem Test mit Schmirgelpapier der Körnung SIC 220 behandelt.

Thermische Eigenschaften	
Nominaler mittlerer thermischer	
Längenausdehnungskoeffizient $\alpha_{(20-300\text{ °C})}$	$3,25 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1} *$
Spezifische Wärmekapazität $c_p_{(20-100\text{ °C})}$	0,83 kJ/(kg·K)
Spezifische Wärmeleitfähigkeit $\lambda_{(90\text{ °C})}$	1,2 W/(m·K)

* Gemäß ISO 7991.

Temperaturgradientenfestigkeit (TGF)			
Nennstärke	Vorspannung	TGF (5 %-Fraktil)	
		$T_{\text{zugg}} *$	$T_{\text{heiz}} *$
3,8 mm	Nein	123 K	136 K
6,5 mm	Nein	119 K	132 K
11 mm	Nein	52 K	173 K
18 mm	Nein	31 K	188 K
6 mm	Thermisch	> 300 K	

Kante geschliffen oder poliert. $* T_{\text{zug}}$: plötzliche Temperaturzuführung
 T_{heiz} : kontinuierliche Aufheizung

Testscheiben von ca. 25 x 25 cm² werden im Bereich der Flächenmitte durch programmierte Regelung auf eine bestimmte Temperatur erhitzt, der Scheibenrand wird bei Zimmertemperatur gehalten. In einer Testzeit von unter einer Minute findet ein Temperaturanstieg bis zum Bruch statt. Die Temperaturmessung erfolgt kontaktfrei mittels Pyrometer und wird automatisch registriert. Der TGF-Wert bezeichnet den Temperaturunterschied zwischen der heißen Scheibenmitte und dem kalten Scheibenrand. Dabei dürfen ≤ 5 % der Proben durch Wärmespannungsbruch ausfallen. Um den Oberflächenzustand bei praktischem Gebrauch zu simulieren, werden die Testscheiben vor dem Test mit Schmirgelpapier der Körnung SIC 220 maschinell behandelt.

BOROFLOAT® – garantierte Prozesssicherheit

Mechanische Festigkeit und Belastbarkeit bei der Herstellung sind wesentliche Voraussetzungen für qualitativ hochwertige Substrate für funktionale Beschichtungen. BOROFLOAT® weist eine sehr belastbare Mikrostruktur mit einem relativ geringen Gehalt an nicht-brückenbildenden Sauerstoffionen auf, was im Vergleich zu anderen Flachglastypen zu einer besseren Kratzfestigkeit, einer hervorragenden Abriebfestigkeit und bei hochenergetischer Bestrahlung zu nur geringfügigem Eindunklungsverhalten führt.

Mechanische Eigenschaften

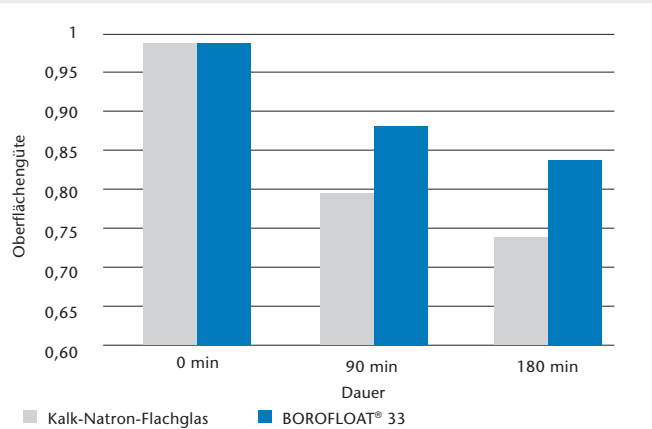
Dichte ρ (25 °C)	2,23 g/cm ³
Elastizitätsmodul E (gemäß DIN 13316)	64 kN/mm ²
Poissonzahl μ (gemäß DIN 13316)	0,2
Knoop-Härte HK _{0,1/20} (gemäß ISO 9385)	480
Biegezugfestigkeit σ (gemäß DIN 52292 T 1)	25 MPa

Schlag-/Stoßfestigkeit

Die Schlag-/Stoßfestigkeit von BOROFLOAT® 33 ist abhängig von der Art des Einbaus, der Scheibengröße und -dicke, der Bearbeitung (z.B. Bohrungen) und dem Gebrauchszustand der Scheibe, der Art der Stoßbeanspruchung und u.v.a. Parametern.

Richtwerte, keine Garantiewerte.

Vergleich Sandabrieb BOROFLOAT® 33 & Kalk-Natron-Flachglas



BOROFLOAT® 33 zeigt nach einer Studie des Fraunhofer Institut für Angewandte Optik und Feinmechanik die höchste Resistenz gegen mechanische Belastung im Vergleich zu anderen Materialien.

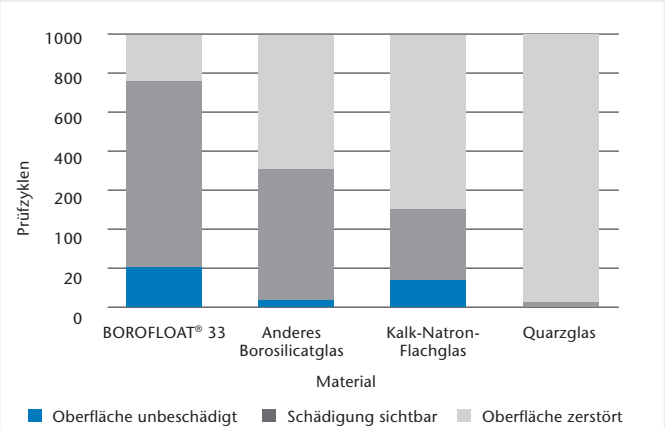
Kritische Kräfte

Material	Mittelwert F_c [mN]	Stabw.* [mN]
BOROFLOAT® 33	363,8	4,3
Anderes Borosilicatglas	271,2	1,9
Kalk-Natron-Flachglas	214,4	4,6

Übersicht über kritische Kräfte beim Scanning-Scratch-Test.

*Standardabweichung

Scheuerbelastung



Ein umfangreiches Spektrum an Dicken und Formaten - ideal für jede Anwendung

Lieferformen

BOROFLOAT® 33 wird in folgenden Standarddicken angeboten:

Standarddicken	
Dicke mm	Toleranz mm
0,70	± 0,05
1,10	± 0,05
1,75	± 0,05
2,00	± 0,05
2,25	± 0,05
2,75	± 0,10
3,30	± 0,20
3,80	± 0,20
5,00	± 0,20
5,50	± 0,20
6,50	± 0,20
7,50	± 0,30
9,00	± 0,30
11,00	± 0,30
13,00	± 0,30
15,00	± 0,40
16,00	± 0,50
19,00	± 0,50
21,00	± 0,70
25,40	± 1,00

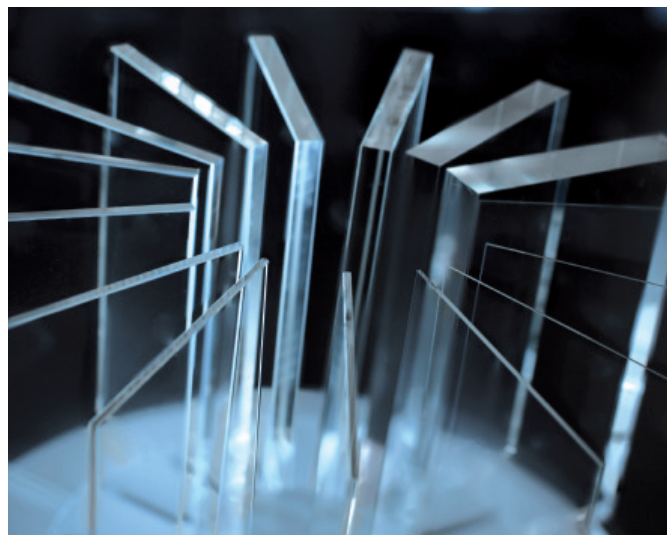
Die Scheibendicke wird in-line über lasergesteuerte Dicken-Messvorrichtungen überprüft. Weitere Dicken und Toleranzen auf Anfrage erhältlich.

Abmessungen

BOROFLOAT® 33 wird in folgenden Standardabmessungen angeboten:

Standardabmessung	
Größe	Dicke
1.150 x 850 mm	0,7 – 25,4 mm
1.700 x 1.300 mm	16,0 – 21,0 mm
2.300 x 1.700 mm	0,7 – 15,0 mm

Standardabmessungen von BOROFLOAT® 33.



BOROFLOAT® 33 ist in einem umfangreichen Dickenspektrum erhältlich.

SCHOTT Technical Glass
Solutions GmbH
Otto-Schott-Strasse 13
07745 Jena
Germany
Phone +49 (0)3641/681-4686
Fax +49 (0)3641/2888-9241
info.borofloat@schott.com
www.schott.com/borofloat/coatings

SCHOTT
glass made of ideas