OPTISCHE GLÄSER

Technische Informationen

OHARA GmbH
Nordring 30 A
D-65719 Hofheim a. Ts.
Deutschland

Telefon: +49 (0) 6192 / 96 50 50
Telefax: +49 (0) 6192 / 96 50 51
E-Mail: info@ohara-gmbh.com
Web: www.ohara-gmbh.com

Vorwort

Die OHARA GmbH ist erfreut, Ihnen heute die aktuelle Version des optischen Glaskataloges zu präsentieren. Dieses Werk ersetzt den zuletzt veröffentlichten OHARA-Katalog von 1996. Wir konzentrieren uns in diesem heutigen Katalog auf die insgesamt 135 Vorzugsglastypen von OHARA.

Wir wünschen Ihnen bei dem Studium und mit der Arbeit dieses Kataloges viel Spaß und freuen uns auf Ihre Anfragen und Bestellungen!

Inhaltsverzeichnis

1. Kennzeichnung der Optischen Glastypen 4

2. Optische Eigenschaften 5

2.1 Brechzahl 5
2.2 Dispersion 5
2.3 Dispersionsformel 6
2.4 Temperaturabhängigkeit der Brechzahl (dn/dt) 6
2.5 Die Brechzahlen im ultravioletten und infraroten Bereich 7
2.6 Reintransmission (τ_i) 7

3. Thermische Eigenschaften 8

3.1 Untere Kühltemperatur (StP) 8
3.2 Obere Kühltemperatur (AP) 8
3.3 Erweichungstemperatur (SP) 8
3.4 Transformationstemperatur (Tg) und Ausdehnungsgrenze (At) 8
3.5 Linearer Koeffizient der Wärmeausdehnung (α) 9
3.6 Wärmeleitfähigkeit (k) 9

4. Chemische Eigenschaften 10

4.1 Wasser-Resistenz RW(p) und Säure-Resistenz RA(p) (Pulver-Methode) 10
4.2 Klima-Resistenz Oberflächentest-Methode W(s) 10
4.3 ISO Testmethode 11
4.3.1 Säure-Resistenz (SR) 11
4.3.2 Phosphat-Resistenz (PR) 12

5. Mechanische Eigenschaften 13

5.1 Elastizitätsmodul 13
5.2 Knoop-Härte (Hk) 13
5.3 Schleifhärte, Abrasion (Aa) 14
5.4 Photoelastische Konstante (β) 14

6. Andere Eigenschaften 15

6.1 Blasen und Einschlüsse 15
6.2 Färbung 15
6.3 Spezifisches Gewicht (d) 15

7. Qualitätsgarantie 16

7.1 Brechzahl und Abbezahl 16
7.2 Homogenität 17
7.3 Spannungsdoppelbrechung 17
7.4 Schlieren 18
7.5 Blasen 18
7.6 Färbung 18

8. Lieferformen 19

8.1 Rohglas 19
8.1.1 Barrenglas 19
8.1.2 Plattenglas 19
8.2 Warmpreßlinge 20
8.3 Schnittrohlinge 20
8.4 Gesägte, unzentriert geschliffene Zylinderrohlinge 21
8.5 Heißformteile (umgesenktes Glas) 21
8.6 Hochhomogene Gläser 21
8.7 Fine Gobs FG (Feintropfen) 22

9. Tabelle der Vorzugsgläser 23

10. i-Linien Gläser 26

10.1 Reintransmission (τ_i) 26
10.2 Solarisation 26
10.3 Optische Homogenität 26
10.4 Brechzahlschwankung (n_i) innerhalb eines Loses (Sn Standard) 26
10.5 Brechzahl-Toleranz 27
10.6 Übersicht der i-Linien Gläser 27

1. Kennzeichnung der Optischen Glastypen

Im Verlauf der langen Geschichte von OHARA wurden viele Typen optischer Gläser entwickelt. In diesem Katalog finden Sie insgesamt 135 Gläser, welche wir als unsere Vorzugsglastypen ausgewählt haben. Jedes optische Glas hat seine spezifischen Eigenschaften, welche eng mit dem darin enthaltenen chemischen Schlüsselelement verknüpft sind. Dieses berücksichtigend haben wir ein neues Glas-Kennzeichnungssystem entwickelt und verwenden die entsprechenden neuen Bezeichnungen in diesem Katalog.

Aus dem in diesem Katalog befindlichen n_d-ν_d -Diagramm ersehen Sie, dass wir unsere Gläser in Gruppen eingeteilt haben. Für jeden Glastyp haben wir ein oder zwei darin enthaltene chemische Elemente ausgewählt, welche wir für dessen Eigenschaften als besonders wichtig erachten. Wir haben die Symbole dieser wichtigen chemischen Elemente für die ersten zwei Buchstaben der Glastypkennzeichnung verwendet. Der dritte Buchstabe bezeichnet die Brechzahl-Lage jedes Glastyps innerhalb seiner Gruppe: H, M oder L für hoch, mittel oder niedrig (low). Zusätzlich ordnen wir jedem Glastyp innerhalb einer gegebenen Glasfamilie eine ein- oder zweistellige Zahl zu. Somit ist jeder Glastyp durch die vorgenannten drei Buchstaben plus einer ein- oder zweistelligen Zahl gekennzeichnet.

Wir stellen ferner der Glastypenbezeichnung ein „S“ voran, um anzugeben, welche Glastypen unter ökologisch unbedenklichen Gesichtspunkten zusammengesetzt sind und damit für die Umwelt „sicher“ sind. Diese Glastypen enthalten keinerlei Blei oder Arsen.

Im Programm befinden sich 10 Glastypen mit dem Präfix „L“. Diese „L-Glastypen“ besitzen dieselben optischen Eigenschaften wie unsere Normalgläser, weisen aber niedrige Transformationspunktwerte auf, was sie für Formpressen sehr geeignet macht. Wir verkaufen diese Gläser üblicherweise als vorgeformte „Fine Gobs“ (Feintropfen), die zum Umformen in kommerzielle Linsen für Kameras, Fax-Geräte, usw. fertig vorbereitet sind. Die L-Glastypen enthalten wie unsere S-Glastypen keinerlei Blei oder Arsen.

Schließlich gibt es noch 13 sogenannte „i-Linien“ Gläser, die durch ein nachstehendes „Y“ gekennzeichnet sind. Diese Gläser weisen vor allem hervorragende Transmissions- und Homogenitätseigenschaften auf. Bitte sehen Sie zu Details das Kapitel i-Linien Gläser.

Beispielsweise setzt sich die Glastypenbezeichnung S-BSL7 wie folgt zusammen:

S-	bedeutet „Sicher“ für die Umwelt
B	steht für Bor, eines der Schlüsselelemente der Zusammensetzung
S	steht für Silizium, eines der Schlüsselelemente der Zusammensetzung
L	gibt einen niedrige (Low) Brechzahl in der BS-Glasgruppe an
7	gibt an, dass dieses das 7. Glas innerhalb dieser Glasfamilie ist

Neben der OHARA-Glastypenbezeichnung geben die technischen Datenblätter den sechsstelligen Code für jeden Glastyp an. In dem sechsstelligen Code bezeichnen die ersten drei Stellen die ersten drei Nachkommastellen der Brechzahl bei der Heliumlinie (n_d) und die letzten drei Stellen bezeichnen die Abbezahl ν_d. Die sechsstelligen Codes sind international unter Optikern anerkannt.

2. Optische Eigenschaften

2.1 Brechzahl

Die in diesem Katalog aufgeführten Brechzahlen werden für die folgenden 20 Spektrallinien bis zur fünften Dezimalstelle bestimmt. Die Brechzahlen für die d-Linie (587,56 nm) und für die e-Linie (546,07 nm) werden bis zur sechsten Dezimalstelle bestimmt.

Spektrallinie Symbol					t	s	A'	r	C	C'
Lichtquelle	Hg	Hg	Hg	Hg	Hg	Cs	K	He	H	Cd
Wellenlänge (nm)	2325,42	1970,09	1529,58	1128,64	1013,98	852,11	768,19	706,52	656,27	643,85
Spektrallinie Symbol	He-Ne	D	d	e	F	F'	He-Cd	g	h	i
Lichtquelle	Laser	Na	He	Hg	H	Cd	Laser	Hg	Hg	Hg
Wellenlänge (nm)	632,8	589,29	587,56	546,07	486,13	479,99	441,57	435,835	404,656	365,015

Tabelle 1

Auf den Datenblättern werden die Wellenlängen jeder Spektrallinie in der Einheit µm hinter jedem Spektralliniensymbol angegeben.

2.2 Dispersion

Als Hauptdispersion wird n_F-n_C und $n_{F'}$-$n_{C'}$ bezeichnet. Die Abbezahlen werden aus den folgenden ν_d- und ν_e-Formeln bestimmt und bis zur zweiten Dezimalstelle berechnet:

$$\nu_d = \frac{n_d - 1}{n_F - n_C} \qquad \nu_e = \frac{n_e - 1}{n_{F'} - n_{C'}}$$

Ferner sind 12 Teildispersionen (n_x-n_y), 8 relative Teildispersionen für die Hauptdispersion n_F-n_C und 4 Teildispersionen für $n_{F'}$-$n_{C'}$ aufgelistet.

Um die Achromasie für mehr als zwei Wellenlängen wirksam zu machen, werden Gläser mit einem günstigen Verhältnis zwischen ν_d und der relativen Teildispersion $\theta_{x,y}$ bei den Wellenlängen x und y benötigt. Diese kann wie folgt definiert werden:

$$\theta_{x,y} = \frac{n_x - n_y}{n_F - n_C}$$

2.3 Dispersionsformel

Die Brechzahlen für andere als die in diesem Katalog aufgelisteten Wellenlängen können unter Zuhilfenahme einer Dispersionsformel berechnet werden. Weil sie als eine sehr praxisgerechte Dispersionsformel gilt, haben wir uns für die Anwendung der nachstehenden Sellmeier-Formel entschieden.

$$n^2 - 1 = \frac{A_1 \lambda^2}{\lambda^2 - B_1} + \frac{A_2 \lambda^2}{\lambda^2 - B_2} + \frac{A_3 \lambda^2}{\lambda^2 - B_3}$$

Die Konstanten A_1, A_2, A_3, B_1, B_2 und B_3 werden mit der Methode der kleinsten Quadrate auf der Basis der Brechzahlen bei Standardwellenlängen berechnet, die sehr genau aus verschiedenen Schmelzproben ermittelt wurden.

Mit Hilfe dieser Formel können die Brechzahlen bei jeder Wellenlänge zwischen 365 nm und 2325 nm mit einer Genauigkeit von etwa $\pm 5 \cdot 10^{-6}$ berechnet werden. Die Konstanten A_1, A_2, A_3, B_1, B_2 und B_3 sind auf jedem Datenblatt aufgeführt. Bei einigen Glastypen sind jedoch nicht alle Brechzahlen im Standard-Spektralbereich im Datenblatt aufgelistet. In solchen Fällen ist der Anwendungsbereich der Sellmeier Dispersionsformel auf der Bereich der angegebenen Brechzahlen eingeschränkt.

Bei Berechnung einer entsprechenden Brechzahl ist zu beachten, dass jede Wellenlänge in der Größeneinheit µm ausgedrückt wird.

2.4 Temperaturabhängigkeit der Brechzahl (dn/dt)

Die Brechzahl wird von Änderungen der Glastemperatur beeinflusst (siehe Fig. 1). Diese Änderung kann durch den Temperaturkoeffizienten der Brechzahl ausgedrückt werden. Der Temperaturkoeffizient der Brechzahl ist als dn/dt der Funktion definiert, welche die Beziehung zwischen der Glastemperatur und der Brechzahl darstellt. Der Temperaturkoeffizient der Brechzahl (für Licht bei einer gegebenen Wellenlänge) ändert sich mit der Wellenlänge und der Temperatur. Deshalb ändert sich auch die Abbezahl mit der Temperatur.

Es gibt zwei Darstellungsmöglichkeiten für den Temperaturkoeffizienten der Brechzahl. Die eine ist die des absoluten Koeffizienten ($dn/dt_{absolut}$), gemessen unter Vakuumbedingungen und die andere die des relativen Koeffizienten ($dn/dt_{relativ}$), gemessen in Umgebungsluft (101,3 kPa trockene Luft).

In diesem Katalog sind Tabellen der relativen Koeffizienten aufgelistet.

Die Temperaturkoeffizienten der Brechzahl dn/dt werden durch die Messung der Brechzahl im Bereich von -40°C bis +80°C bei den Wellenlängen 1013,98 nm (t), 643,85 nm (C'), 632,8 nm (He-Ne Laser), 589,29 nm (D), 546,07 nm (e), 479,99 nm (F') und 435,835 nm (g) ermittelt. Diese Messungen werden im Bereich von -40°C bis +80°C in Schritten von 20°C dargestellt und im unteren Bereich jedes Datenblattes aufgelistet.

Der absolute Temperaturkoeffizient der Brechzahl (dn/dt absolut) kann mit Hilfe folgender Formel berechnet werden:

$$\frac{dn}{dt}_{absolut} = \frac{dn}{dt}_{relativ} + n \cdot \frac{dn_{Luft}}{dt}$$

dn_{Luft}/dt ist der in Tabelle 2 aufgelistete Temperaturkoeffizient der Brechzahl.

Temperatur-bereich °C	dn_{Luft}/dt ($x10^{-6}$/°C)						
	t	C'	He-Ne	D	e	F'	g
-40 ~ -20	-1,34	-1,35	-1,36	-1,36	-1,36	-1,37	-1,38
-20 ~ 0	-1,15	-1,16	-1,16	-1,16	-1,16	-1,17	-1,17
0 ~ +20	-0,99	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,01	-1,01
+20 ~ +40	-0,86	-0,87	-0,87	-0,87	-0,87	-0,88	-0,88
+40 ~ +60	-0,76	-0,77	-0,77	-0,77	-0,77	-0,77	-0,78
+60 ~ +80	-0,67	-0,68	-0,68	-0,68	-0,68	-0,69	-0,69

Tabelle 2

2.5 Die Brechzahlen im ultravioletten und infraroten Bereich

Die Brechzahlen im ultravioletten und infraroten Bereich können bis zu 157 nm im ultravioletten und bis zu 2325,42 nm im infraroten Spektralbereich gemessen werden.

2.6 Reintransmission (τ_i)

Die Mehrzahl der optischen Gläser von OHARA sind transparent und farblos, da sie aus sehr reinen Materialien hergestellt werden. Dennoch zeigen einige Gläser eine erkennbare Absorption in der Nähe des ultravioletten Spektralbereichs. Für bestimmte Gläser mit extremen optischen Eigenschaften, wie z. B. mit hoher Brechzahl erstreckt sich die Absorption bis in den sichtbaren Bereich. Dieses hängt nicht nur von der chemischen Zusammensetzung, sondern auch von unvermeidbaren Verunreinigungen ab. In diesem Katalog ist die Reintransmission angegeben, d. h. die Reflexionsverluste sind eliminiert. Da Glas von Schmelze zu Schmelze leicht variiert, sind Mindest-Reintransmissionswerte aufgelistet, die durch die Messung von 10 mm dicken Proben (bei den i-Linien Gläsern auch von 25 mm dicken Proben) vieler Schmelzen im Bereich von 280 nm bis 2400 nm ermittelt wurden.

3. Thermische Eigenschaften

Die thermischen Eigenschaften sind sehr wichtig für die Bearbeitung optischer Gläser, wie z. B. bei der Kühlung, Wärmebehandlung und Beschichtung. In diesem Katalog sind aufgelistet:

- die untere Kühltemperatur StP
- die obere Kühltemperatur AP
- die Erweichungstemperatur SP
- die Transformationstemperatur Tg
- die Ausdehnungsgrenze At und die Wärmeleitfähigkeit

Der lineare Koeffizient der thermischen Ausdehnung ist für zwei Temperaturbereiche angegeben.

3.1 Untere Kühltemperatur (StP)

Die untere Kühltemperatur entspricht der niedrigsten Temperatur im Kühlbereich, bei der kein viskoser Fluss des Glases mehr auftritt. Die Viskosität des Glases ist bei dieser Temperatur $10^{14,5}$ dPa·s (Poise). Die untere Kühltemperatur wird mit der Faserverlängerungsmethode (Fiber Elongation Methode), wie in JIS-R 3103 und ASTM-C336 beschrieben, gemessen.

3.2 Obere Kühltemperatur (AP)

Die obere Kühltemperatur entspricht der maximalen Temperatur im Kühlungsbereich, bei der die innere Spannung des Glases im wesentlichen verschwunden ist. Die Viskosität des Glases ist bei dieser Temperatur 10^{13} dPa·s (Poise). Die obere Kühltemperatur wird mit der Faserverlängerungsmethode (Fiber Elongation Methode), wie in ASTM-C336 beschrieben, gemessen.

3.3 Erweichungstemperatur (SP)

Die Erweichungstemperatur ist die Temperatur, bei der sich das Glas unter seinem eigenem Gewicht verformt. Die Viskosität des Glases ist bei dieser Temperatur $10^{7,65}$ dPa·s (Poise). Die Erweichungstemperatur wird mit der Faserverlängerungsmethode (Fiber Elongation Methode), wie in JIS-R 3104 und ASTM-C336 beschrieben, gemessen.

3.4 Transformationstemperatur (Tg) und Ausdehnungsgrenze (At)

Der Transformationsbereich ist der Temperaturbereich, in dem sich das Glas allmählich von seinem festen Zustand in den zähplastischen Zustand umwandelt. Dieser Transformationsbereich ist als Transformationstemperatur (Tg) definiert.

Die Transformationstemperatur kann aus der Kurve der Wärmeausdehnung (Abb. 1) bestimmt werden. Die Viskosität bei dieser Temperatur liegt bei etwa 10^{13} dPa·s (Poise).

Die Ausdehnungsgrenze (At) entspricht der Temperatur des Deformationspunktes auf der Wärmeausdehnungskurve oder dem Punkt, an dem die Längenausdehnung Null wird.

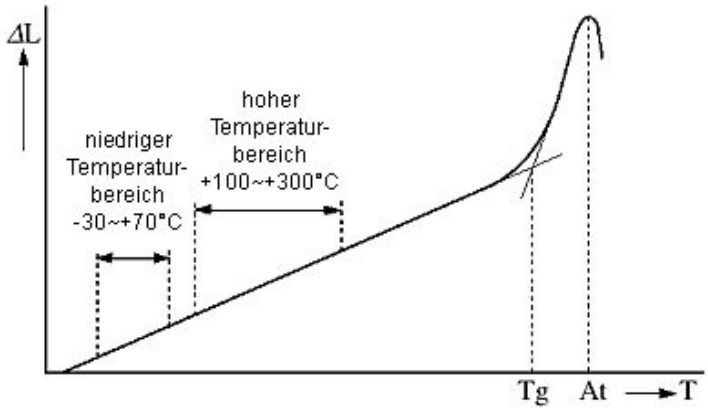

Abb. 1

3.5 Linearer Koeffizient der Wärmeausdehnung (α)

Die Wärmeausdehnungskurve erhält man durch die Messung einer feingekühlten Glasprobe mit 4 mm Durchmesser und 50 mm Länge, indem man sie im niedrigen Temperaturbereich mit einer Rate von 2°C/min. und im hohen Temperaturbereich mit einer Rate von 4°C/min. aufheizt. Aus der Temperatur und der Längenausdehnung der Glasprobe wird der mittlere Linearkoeffizient der Wärmeausdehnung zwischen -30°C bis +70°C bzw. zwischen +100°C bis +300°C bis zu einer Auflösung von 10^{-7}/°C ermittelt und im Datenblatt angegeben.

3.6 Wärmeleitfähigkeit (k)

Die Wärmeleitfähigkeit der Mehrzahl der optischen Gläser bei Raumtemperatur liegt zwischen 1,126 W/(mK) des Typs S-BSL7 und 0,546 W/(mK) des Typs PBH71. Die Wärmeleitfähigkeit wird gemäß den in JIS-R2618 beschriebenen Verfahren gemessen. Im Datenblatt ist die Wärmeleitfähigkeit der Gläser für eine Temperatur von 35°C angegeben. Die Genauigkeit beträgt ± 5%.

4. Chemische Eigenschaften

Es gibt einige Gläser die keine besonders hohe Dauerbeständigkeit aufweisen. Das beruht auf dem chemischen Verhalten von einzelnen in der Zusammensetzung verwendeten Bestandteilen.

Diese Gläser werden sowohl von Wasserdampf, Säuren, Gasen, als auch von Ionen, die in Polierpasten enthalten sind, angegriffen. Dementsprechend entstehen während der Bearbeitung und Lagerung Verwitterungs- und Verfärbungseffekte auf den Oberflächen dieser Gläser.

Da diese Phänomene mit Oberflächen- und Umgebungsbedingungen zusammenhängen, kann ein Einzeltest nicht das Kriterium für die Dauerbeständigkeit unter allen Bedingungen darstellen.

In den Datenblättern sind die Resistenz gegenüber Wasser und Säure, ermittelt durch die „Pulvertest"-Methode und die Klima-Resistenz, ermittelt durch die „Oberflächentest"-Methode angegeben. Ebenso ist die Resistenz gegen Säure und Phosphat gemäß der Methode ISO8024 und ISO9689 angegeben.

4.1 Wasser-Resistenz RW(p) und Säure-Resistenz RA(p) (Pulver-Methode)

Das zu testende Glas wird zu einem Pulver mit Korngrößen von 425 bis 600 µm zermahlen. Eine dem spezifischen Gewicht dieses Glaspulvers entsprechende Probe wird in einen Platinkorb gegeben. Dieser wird in einen Becher aus Silikatglas gegeben, der das Reagens enthält, und für 60 Minuten gekocht. Dann wird die Probe sorgfältig getrocknet und noch einmal gewogen, um den Gewichtsverlust in Prozent zu ermitteln und um sie gemäß Tabelle 3 und 4 zu klassifizieren.

Das Reagens zur Bestimmung der Wasser-Resistenz ist destilliertes Wasser (pH 6,5-7,5). Eine 1/100 N Salpetersäure wird für den Säure-Resistenztest verwendet.

Klasse	1	2	3	4	5	6
Gewichts-verlust in %	<0,05	≥0,05 <0,10	≥0,10 <0,25	≥0,25 <0,60	≥0,60 <1,10	≥1,10

Tabelle 3: Wasser-Resistenz

Klasse	1	2	3	4	5	6
Gewichts-verlust in %	<0,20	≥0,20 <0,35	≥0,35 <0,65	≥0,65 <1,20	≥1,20 <2,20	≥2,20

Tabelle 4: Säure-Resistenz

4.2 Klima-Resistenz Oberflächentest-Methode W(s)

Dieser Test wird ausgeführt, indem frisch polierte Glasplatten für 24 Stunden in eine Kammer mit +50°C und 85% Luftfeuchtigkeit gelegt werden. Wenn die Glasoberfläche stark angegriffen wird, wird ein weiterer sechsstündiger Test mit neuen Probestücken durchgeführt. Die Klassifizierung in die 4 Gruppen gemäß Tabelle 5 erhält man dann durch die Inspektion der behandelten Oberflächen durch ein Mikroskop mit 50-facher Vergrößerung

Gruppe	Klassifizierung
1.	Wenn bei 6000 Lux keine Schattierung auf dem Glas zu sehen ist, das 24 Stunden der Kammeratmosphäre ausgesetzt war
2.	Wenn bei 1500 Lux keine Schattierung, aber bei 6000 Lux eine Schattierung auf dem Glas zu sehen ist, das 24 Stunden der Kammeratmosphäre ausgesetzt war.
3.	Wenn bei 1500 Lux eine Schattierung auf dem Glas zu sehen ist, das 24 Stunden der Kammeratmosphäre ausgesetzt war.
4.	Wenn bei 1500 Lux eine Schattierung auf dem Glas zu sehen ist, das 6 Stunden der Kammeratmosphäre ausgesetzt war

Tabelle 5

4.3 ISO Testmethode

4.3.1 Säure-Resistenz (SR)

Glasproben mit den Abmessungen 30 x 30 x 2 mm werden vorbereitet. Die Oberflächen dieser Proben werden auf die entsprechenden Poliergrade poliert. Dann werden sie für eine festgelegte Zeit (10 Minuten, 100 Minuten, 16 Stunden oder 100 Stunden) mit einem Platindraht in Salpetersäurelösung (pH 0,3) oder in Azetatpufferlösung (pH 4,6) bei 25°C gehängt.

Nach dieser Behandlung wird der Masseverlust der Probe mit Hilfe einer Analysenwaage ermittelt. Die Berechnung der Zeit $t_{0,1}$ in Stunden, die notwendig ist, um von der Oberfläche eine Schichttiefe von 0,1 µm wegzuätzen, wird mit folgender Formel berechnet:

$$t_{0,1} = \frac{t_e \cdot d \cdot S}{(m_1 - m_2) \cdot 100}$$

Dabei sind:

$t_{0,1}$: Die Zeit in Stunden, um von der Oberflächenlage eine Schichttiefe von 0,1 µm wegzuätzen
t_e : Die Angriffszeit des Experiments in Stunden
d : Die Dichte der Probe
S : Die Oberfläche der Probe in cm^2
m_1 : Masse der Probe in mg vor dem Test
m_2 : Masse der Probe in mg nach dem Test

Die Berechnung wird mit dem Wert des Masseverlustes ausgeführt, der unter der Minimaltestbedingung (d. h. bzgl. Testlösung und Testzeit) beobachtet wurde. Wenn der Masseverlust kleiner als 1 mg je Probe nach 100 Stunden Beaufschlagung mit pH 0,3 ist, wird dieser Wert verwendet. Die Säure-Resistenzklasse SR erhält man durch den Vergleich des pH-Wertes der Testlösung und der benötigten Zeit für den Abtrag um 0,1 µm mit der Zeitskala in der Klassifizierungstabelle 6.

Säure-Resistenzklasse SR	1	2	3	4	5		51	52	53
pH-Wert der angreifenden Lösung	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	4,6	4,6	4,6	4,6
Benötigte Zeit in Stunden, um eine Schichttiefe von 0,1 µm abzuätzen	>100	100~ 10	10~1	1~ 0,1	<0,1	>10	10~1	1~ 0,1	<0,1

Tabelle 6

Zusätzlich werden Oberflächenveränderungen nach der Behandlung mit dem bloßen Auge qualitativ erfasst. Zusätzliche Klassifizierungszahlen werden gemäß Tabelle 7 vergeben.

Zusatz-Klassifizierungszahl	Änderungen auf der Oberfläche
.0	Keine sichtbaren Veränderungen
.1	Klare, aber unregelmäßige Oberfläche (wellig, pockennarbig)
.2	Interferenzfarben (leichtes selektives Auslaugen)
.3	Zerbrechliche dünne weißliche Schicht (starkes selektives Auslaugen)
.4	lose haftende dicke Schicht (Oberflächenkruste)

Tabelle 7

Beispielsweise gilt die Säure-Resistenzklasse SR 3.2 für ein optisches Glas, das 2 Stunden zum Abtrag von 0,1 µm durch eine angreifende Lösung mit pH 0,3 benötigt und das nach dem Angriff Interferenzfarben aufweist.

4.3.2 Phosphat-Resistenz (PR)

Glasproben mit den Abmessungen 30 x 30 x 2 mm werden vorbereitet, alle Oberflächen dieser Proben werden auf die entsprechenden Poliergrade poliert. Dann werden sie für eine festgelegte Zeit (15 Minuten, 1 Stunde, 4 Stunden oder 16 Stunden) mit einem Platindraht in eine wässrige Lösung mit 0,01 mol/l reinen Tripolyphosphat bei 50°C gehängt.

Nach dieser Behandlung wird der Masseverlust der Probe mit Hilfe einer Analysenwaage ermittelt. Die Berechnung der Zeit $t_{0,1}$ in Stunden, die notwendig ist, um von der Oberfläche eine Schichttiefe von 0,1µm wegzuätzen, wird mit derselben Formel berechnet, die im letzten Kapitel für die Berechnung der Säure-Resistenz verwendet wurde. In diesem Falle sind die Zeiteinheiten jedoch Minuten.

Die Berechnung wird im Regelfall mit dem Wert des Masseverlustes ausgeführt, der unter der Minimaltestbedingung beobachtet wurde (d. h. bezüglich Testlösung und Testzeit um einen Masseverlust größer als 1 mg je Probe zu erhalten).

Die Phosphat-Resistenzklasse PR erhält man durch den Vergleich des pH-Wertes der Testlösung und der benötigten Zeit für den Abtrag von 0,1µm mit der Zeitskala in der Klassifizierungstabelle 8.

Phosphat-Resistenzklasse PR	1	2	3	4
Benötigte Zeit $t_{0,1}$ in Minuten, um eine Schichttiefe von 0,1µm abzuätzen	>240	240~60	60~15	<15

Tabelle 8

Anschließend werden Oberflächenveränderungen nach der Behandlung mit bloßem Auge qualitativ erfasst. Zusätzliche Klassifizierungszahlen werden gemäß Tabelle 7 vergeben, die auch zur Ermittlung der Säure-Resistenz (SR) im vorherigen Kapitel verwendet wurde. Beispielsweise gilt die Phosphat-Resistenzklasse PR 2.0 für ein optisches Glas, das 120 Minuten Angriffszeit für den Abtrag von 0,1 µm benötigt und das nach dem Angriff keine sichtbaren Veränderungen an der Oberfläche aufweist.

5. Mechanische Eigenschaften

5.1 Elastizitätsmodul

Elastizitätsmodul (Young-Modul), Torsionsmodul und Poissonzahl werden durch die Messung der Geschwindigkeit elastischer longitudinaler und transversaler Wellen bei Raumtemperatur an einem feingekühlten Stab mit den Abmessungen 100-150 mm x 10 mm x 10 mm gemessen.

Elastizitätsmodul (E), Torsionsmodul (G) und Poissonzahl (σ) werden mit Hilfe der folgenden Gleichungen berechnet, die Genauigkeit beträgt +/- 1%.

Torsionsmodul $$G = \upsilon_t^2 \cdot \rho$$

Elastizitätsmodul $$E = \frac{9KG}{3K + G}$$

Kompressionsmodul $$K = \upsilon_l^2 \cdot \rho - \frac{4}{3} G$$

Poisson $$\sigma = \frac{E}{2G} - 1$$

υ_l : Geschwindigkeit der longitudinalen Wellen
υ_t : Geschwindigkeit der transversalen Wellen
ρ : Dichte

5.2 Knoop-Härte (Hk)

Die Eindruckhärte optischen Glases wird mit Hilfe eines Mikrohärte-Testgerätes bestimmt. Eine Probe mit der für die Untersuchung notwendigen Dicke wird poliert.

Der Eindruckdiamant ist rhombisch geformt, so dass der Winkel von sich vertikal gegenüberliegenden Achsen (Vertexwinkel) 172°30' bzw. 130° ist. Die Belastungszeit beträgt 15 Sekunden, die Last ist 0,98 N (0,1 kp). Die Glasprobe wird an 5 Stellen eingedrückt. Die Knoop-Härte kann mit folgender Gleichung berechnet werden:

Knoop-Härte $$Hk = 1{,}451\ F/l^2$$

F : Last (N)
l : Länge der langen Diagonallinie (mm)

Die Tabelle 9 stellt dar, wie die Gläser nach ihrer Knoop-Härte klassifiziert werden. Beachten Sie bitte, dass die Angaben für die Knoop-Härte auf- bzw. abgerundet sind (beispielweise wird ein Wert von 158 mit 160 angegeben).

Gruppe	1	2	3	4	5	6	7
Knoop Härte	<150	≥150 <250	≥250 <350	≥350 <450	≥450 <550	≥550 <650	≥650

Tabelle 9

5.3 Schleifhärte, Abrasion (Aa)

Eine Probe der Größe 30 x 30 x 10 mm wird auf einer Stahl-Läppscheibe von 250 mm Durchmesser mit einer Drehzahl von 60/min geläppt. Die Testprobe liegt 80 mm vom Mittelpunkt der Läppscheibe weg und wird mit 9,8 N (1kp) belastet. 20 ml Wasser, das 10 g Korund mit 20 µm mittlerer Korngröße enthält, wird als Läppmaterial dem Probestück gleichmäßig über 5 Minuten hinweg zugeführt. Dann wird der Gewichtsverlust des Probestücks mit dem bekannten Gewichtsverlust von Standardglas gemäß folgender Gleichung in Beziehung gesetzt:

$$\text{Abrasion} = \frac{\text{Gewichtsverlust der Probe / Dichte}}{\text{Gewichtsverlust von Standardglas / Dichte}} \cdot 100$$

Gläser mit einem höheren Abrasionswert sind weniger beständig gegen Abrasion. Der Standardglastyp S-BSL 7 hat einen Abrasionswert von 100.

5.4 Photoelastische Konstante (β)

Optisches Glas ist normalerweise frei von Materialspannungen. Wenn es jedoch mechanischer oder thermischer Belastung ausgesetzt wird, zeigt es einen Effekt, der mit Spannungsdoppelbrechung bezeichnet wird.

Belastung F (Pa), Optische Wegdifferenz δ (nm) und Dicke des Glases d (cm) haben die folgende Beziehung zueinander:

$$\delta = \beta \cdot d \cdot F$$

In diesem Falle wird die proportionale Konstante β als photoelastische Konstante bezeichnet. Sie wird in diesem Katalog mit der Einheit (nm/cm/10^5 Pa) angegeben.

Die photoelastische Konstante ist eine Materialkonstante, die sich von Glastyp zu Glastyp ändert. Mit ihr kann eine Differenz im optischen Weg aus einer gegebenen Belastung berechnet werden. Eine interne Belastung (Spannung) kann umgekehrt aus der Differenz des optischen Weges berechnet werden.

6. Andere Eigenschaften

6.1 Blasen und Einschlüsse

Für einen Glashersteller ist es ein höchst erstrebenswertes Ziel, blasenfreies optisches Glas herzustellen. Dennoch ist das Auftreten von Blasen, wie allgemein bekannt, bis zu einem gewissen Grad unvermeidbar.

Blasen in optischen Gläsern variieren in Größe und Anzahl aufgrund der vielen verschiedenen Zusammensetzungen und Herstellungsmethoden. Die Klassifizierung des Blasengehalts erfolgt durch die Ermittlung der Gesamtquerschnittsfläche in mm² aller in 100 cm³ Glasvolumen enthaltenen Blasen. Einschlüsse wie Steine oder Kristalle werden dabei den Blasen zugerechnet. Die Klassifizierung gilt für alle Blasen und Einschlüsse, die größer als 0,03 mm sind. Die Einteilung erfolgt in 5 Gruppen gemäß Tabelle 10.

Blasenklasse	1	2	3	4	5
Gesamtquerschnittsfläche in mm² der Blasen in 100 cm³ Glas	<0,03	≥0,03 <0,1	≥0,1 <0,25	≥0,25 <0,50	≥0,5

Tabelle 10

6.2 Färbung

Die Reintransmission (τ_i) ist in diesem Katalog für jeden Vorzugsglastyp aufgeführt. Zur Beschreibung der Absorption ist eine Spalte „Färbung“ auf den Datenblättern angegeben.

Die Färbung kann durch die Messung der spektralen Transmission einschließlich der Reflexionsverluste bei den Wellenlängen von 280 nm bis 700 nm an 10 mm dicken Probestücken ermittelt werden. Die Wellenlängen, bei denen die Transmission 80% bzw. 5% beträgt, werden angegeben. Beispielsweise wird ein Glas mit einer Transmission von:

80% bei der Wellenlänge 404 nm
5% bei der Wellenlänge 355 nm

in den Datenblättern als 40/36 angegeben.

Bei dem Glastyp S-TIH53 sind die Reflexionsverluste so hoch, dass die Wellenlänge bei 70% Transmission anstelle der 80% Transmission angegeben wird.

6.3 Spezifisches Gewicht (d)

Das spezifische Gewicht ist der Dichtewert feingekühlten Glases bezogen auf reines Wasser bei 4°C, wobei der Wert bis zur zweiten Dezimalstelle genau angegeben wird.

7. Qualitätsgarantie

7.1 Brechzahl und Abbezahl

Die Brechzahl und die Abbezahl unserer feingekühlten Produkte können von den Katalogwerten wie folgt abweichen:

Brechzahl: n_d ±0,0005
Abbezahl: ν_d ±0,8%

Auf Anfrage können wir Rohlinge aus optischem Glas mit folgenden eingeengten Toleranzen liefern:

Brechzahl: n_d ±0,0002
Abbezahl: ν_d ±0,3%

Wenn ein Sonderbedarf mit anderen als den oben genannten Spezifikationen besteht, sprechen Sie uns bitte an.

Wir empfehlen unseren Kunden, die Kosteneinsparungen und Vorteile zu nutzen, die sich aus unserer genauen Brechzahleinhaltung von Schmelze zu Schmelze, über lange Herstellungsperioden hinweg, ergibt. Üblicherweise fallen dabei keine Zusatzkosten an. Normalerweise liefern wir auch die Zertifizierung (Prüfscheine/Schmelzdaten) der bei den Spektrallinien C, d, F und g gemessenen Brechzahlen mit. Zusätzlich ν_d. Auf spezielle Anfrage können auch an anderen Spektrallinien gemessene Brechzahlen angegeben werden.

Nachstehend ist die Genauigkeit von Standardmessungen der Brechzahl und der Dispersion für Rohglas und normale Preßlinge angegeben:

Brechzahl: ±0,00003
Dispersion: ±0,00002

Auf Anfrage führen wir auch Präzisionsmessungen der Brechzahl und der Dispersion durch:

Brechzahl: ±0,00001
Dispersion: ±0,000003

Bitte beachten Sie, dass OHARA glücklicher Besitzer eines Spektrometers der Firma Möller Wedel vom Typ Goniometer I ist. Die Geräte dieses Types sind weltweit nur sehr spärlich verteilt!

Abb. 2: Goniometer

In unseren Prüfscheinen geben wir die Umgebungstemperatur, Feuchtigkeit und den Luftdruck des Raumes an, in dem die Präzisionsmessungen durchgeführt wurden. Bezüglich „Ultrapräzisions-Messungen“ und Messungen an nicht in diesem Katalog angegebenen Spektrallinien bitten wir Sie um Ihre gesonderten Anfragen.

7.2 Homogenität

In einigen Fällen ist es notwendig, die Brechzahlvariation innerhalb eines Rohlings zu messen. In solchen Fällen schenkt OHARA jedem Verfahrensschritt der Glasproduktion besondere Aufmerksamkeit und kann daher Rohlinge mit hoher Homogenität des Grades „Spezial A“ liefern. Grad Spezial A ist unsere Bezeichnung für präzisionsgekühltes, optisches Glas hoher Homogenität (niedriges Δn). Unsere Gläser der Grade Spezial A sind in den folgenden Homogenitätsklassen erhältlich.

Klassifizierung	Homogenität (Δn)
Grad Spezial A0,5	$\pm$ 0,5 x 10^{-6}
Grad Spezial A1	$\pm$ 1 x 10^{-6}
Grad Spezial A2	$\pm$ 2 x 10^{-6}
Grad Spezial A5	$\pm$ 5 x 10^{-6}
Grad Spezial A20	$\pm$ 20 x 10^{-6}

Tabelle 11

Zu beachten ist, dass der Grad Spezial A den Wert von Δn in der sechsten Dezimalstelle anzeigt. Die benötigte Kühlung muss auch in Einheiten der Spannungsdoppelbrechung (nm) angegeben werden. Im Allgemeinen impliziert ein niedriges Δn auch eine niedrigere Spannungsdoppelbrechung aufgrund der Präzisionskühlung. Wir messen unter Verwendung von Phasenmess-Interferometern die durchgelassene Wellenfront jeder Testprobe. Jeder Glasrohling, spezifiziert mit Grad Spezial A5 oder besser, wird mit einem zugehörigen Interferogramm ausgeliefert.

Spezifizierungen von Gradienten, Astigmatismus und sphärischer Aberration gehören zu unserem täglichen Geschäft.

OHARA verwendet neueste, mit modernster Software ausgestattete Interferometer des amerikanischen Herstellers ZYGO. Unsere ZYGO Geräte sind für unterschiedliche Durchmesserbereiche spezifiziert, z. B 18, 12 und 9 Zoll. Unter anderem qualifizieren wir unsere Gläser mit einem 12 Zoll Zygo GPI-XP unter doppelt geschlossenen Reinraum-Bedingungen und sorgfältigster Temperaturkontrolle.

7.3 Spannungsdoppelbrechung

Abhängig von den Kühlungsbedingungen behält optisches Glas in den meisten Fällen eine leichte Restspannung zurück. Diese kann als optische Doppelbrechung beobachtet und über die Differenz des optischen Weges gemessen und in nm/cm angegeben werden.

Die Spannungsdoppelbrechung einer rechteckigen Platte wird in der Mitte der Längsseite gemessen, d. h. auf halbem Weg die längere Kante entlang. Die Entfernung des Meßpunktes vom Rand ist ca. 5% der kürzeren Seitenlänge. Der größere von 2 gemessenen Werten wird verwendet.

Eine Rundscheibe wird an 4 Punkten gemessen, deren Entfernung von der Kante jeweils 5% des Durchmessers beträgt. Der Maximalwert der durchgeführten Messungen wird als Wert der Spannungsdoppelbrechung angegeben.

Wir garantieren die Restspannung gemäß dem Grad der Kühlung wie folgt:

Kühlung	Doppelbrechung (nm/cm)
Grob	>10
Fein	≤ 10
Präzision	auf Anfrage

Tabelle 12

Auf Anfrage können wir Daten zur Doppelbrechung präzisionsgekühlter Rohlinge in der Form eines „BMC“ („**B**irefringence **M**easurement **C**hart“ = Doppelbrechungs-Prüfprotokoll) liefern.

7.4 Schlieren

Schlieren sind fadenartige Adern oder Windungen und das sichtbare Anzeichen sich abrupt ändernder Dichten im Glas. Schlieren können auch als Fehlstellen in der Homogenität betrachtet werden, verursacht durch unvollständiges Rühren des geschmolzenen Glases. Einige Gläser enthalten Komponenten, die während des Schmelzens ausdampfen und dabei Lagen variierender Dichten und damit parallel verlaufende Schlieren erzeugen.

Schlieren im Glas werden mit Hilfe eines Schlierenprüfgerätes, das aus einer Punktlichtquelle und einer Sammellinse besteht, detektiert. Polierte Probestücke werden unter verschiedenen Winkeln im Schlierenprüfgerät betrachtet. Dann werden sie mit Standards verglichen und klassifiziert.

Schlierengrad	Schlierengehalt bei Prüfung mit Schlierenprüfgerät
A	keine sichtbaren Schlieren
B	Schlieren sind sichtbar und streuen Licht
C	Schlieren sind stärker als bei Grad B

Tabelle 13

7.5 Blasen

Der Blasengehalt wird anhand einer Proben-Entnahme von jeder Schmelze bestimmt. Der Gesamtblasenquerschnitt pro 100 cm³ Glasvolumen wird gemessen. Siehe Tabelle 10 in diesem Katalog.

7.6 Färbung

Die Variation der Färbung zwischen den Schmelzen liegt im allgemeinen innerhalb ±10 nm.

Auf spezielle Anfrage können wir die Färbung oder die Transmission inklusive der Reflexionsverluste der zu liefernden Schmelze über eine Transmissionsmessung ermitteln und angeben.

8. Lieferformen

8.1 Rohglas

8.1.1 Barrenglas

Barrenglas wird durch Ziehen aus einer Wanne (Tiegel) mit durchgängigem Glasfluss hergestellt. Unsere Glasbarren sind von rechteckiger Form und haben je nach Glastyp eine leicht wellige, feuerpolierte Oberfläche (unbearbeitet). Die Barren werden mit einer Flamme auf die erforderliche Länge zugeschnitten (thermisch gebrochen). Die Kanten weisen einen Radius (Schulter) auf. Barrenglas wird grob- oder feingekühlt ausgeliefert. Dieses ist die preiswerteste Lieferform für optisches Glas.

Abb. 3: Barrenglas

8.1.2 Plattenglas

Plattenglas ist Rohglas in Form von Blöcken oder Rechtecken. Genauer spezifiziert als feingekühltes, optisch geprüftes Plattenglas.

Nach OHARAs Prüfmethode (sehen Sie bitte Kapitel 7.4) garantieren wir für Plattengläser keine sichtbaren Schlieren, bzw. eine Homogenität der Brechzahl von +/- $20 \cdot 10^{-6}$.

Unsere Plattengläser sind an den Stirnseiten zu Prüfzwecken anpoliert, die übrigen vier Seiten sind geschliffen, die Kanten sind allseitig gefast.

Abb. 4: Plattenglas

8.2 Warmpreßlinge

Warm- oder Handpreßlinge sind Rohlinge, die durch manuelles Pressen von entsprechend erwärmtem (erweichtem) Glases geformt werden. Dazu benötigen wir von unseren Kunden folgende Angaben:

- Durchmesser (inkl. Schleifzuschlag)
- Mittendicke (inkl. Schleifzuschlag)
- Krümmungsradien
- Glasqualität (Schlieren, Blasen, Einschlüsse)
- Fasen
- Erstbearbeitungsseite

Durchmesser (mm)	Abmessungstoleranz	
	Dicke (mm)	Durchmesser (mm)
< 18	± 0,5	± 0,10
18 ~ 30	± 0,4	± 0,15
30 ~ 50	± 0,4	± 0,20
50 ~ 100	± 0,3	± 0,30
100 ~ 150	± 0,3	± 0,40
> 150	± 0,4	± 0,50

Tabelle 14

Abb. 5: Warmpreßlinge

8.3 Schnittrohlinge

Schnittscheiben (Rundscheiben), Schnittrechtecke und Schnittprismen - diese Rohlinge werden aus optisch geprüftem Plattenglas hergestellt. Die Oberflächen sind feingeschliffen matt. Andere Spezifikationen erhalten Sie gemäß Ihrer Anfrage.

Diese Lieferformen werden im allgemeinen bei kurzfristigem Bedarf und bei kleinen Mengen verlangt.

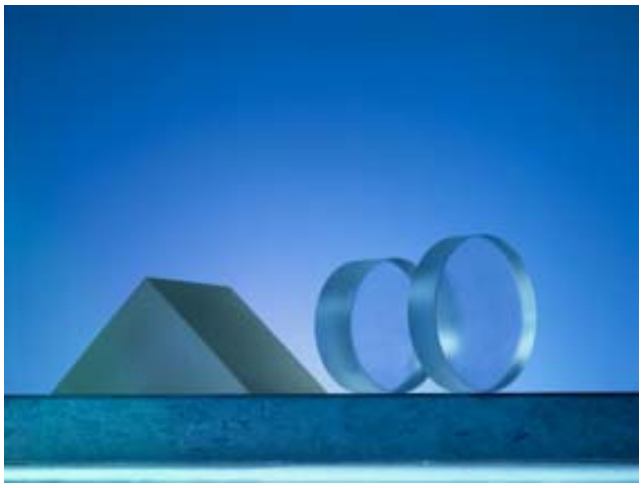

Abb. 6: Schnittrohlinge

8.4 Gesägte, unzentriert geschliffene Zylinderrohlinge

Diese Rohlinge werden von einem Stab gesägt, der zunächst auf einer mittelpunktslosen Schleifmaschine präzise rundgeschliffen wurde. Dieses Verfahren ist sehr vorteilhaft für die Herstellung von Linsen, die

- klein im Durchmesser, aber ziemlich dick sind.
- klein im Durchmesser sind und flache Radien haben.
- so beschaffen sind, dass die präzisen Rohlingsabmessungen zusätzliche Zentrierungsschritte erübrigen können.

Der Durchmesserbereich dieser Rohlinge liegt zwischen 3 mm und 20 mm. Die Abmessungstoleranzen sind in Tabelle 15 aufgeführt.

Durchmesser	Abmessungstoleranzen	
	Dicke	Durchmesser
∅3 ~ 20 mm	±0,15 mm	±0,015 mm

Tabelle 15

Mittelpunktlos geschliffene Rohlinge können für jeden Glastyp geliefert werden.

8.5 Heißformteile (umgesenktes Glas)

Das Pressen von Rohlingen mit Durchmessern größer als 300 mm oder mit einer sehr großen Dicke ist schwierig. Solche großen Rohlinge werden mit Hilfe der Schwerkraft geformt. Die mit diesem Verfahren hergestellten Rohlinge werden im allgemeinen mit plan/plan geschliffenen Oberflächen geliefert. Wir können jedoch auch große plan/konvexe und ggf. plan/konkave Rohlinge liefern.

8.6 Hochhomogene Gläser

OHARA setzt seine modernsten Technologien ein, um hochhomogene Rohlinge verschiedener Glastypen herzustellen. Zu jeder Lieferung gehören Interferogramme, welche die Homogenität dieser Rohlinge dokumentieren. Bitte sehen Sie auch das vorangestellte Kapitel 7.2, „Homogenität“ in diesem Katalog.

8.7 Fine Gobs FG (Feintropfen)

Wir liefern vorgeformte Fine Gobs FG (Feintropfen), die zum Formpressen in kommerzielle Linsen geeignet sind. Fine Gobs werden durch „Abtropfen“ direkt aus der Glasschmelze hergestellt. Aus technischen Gründen ist diese Anwendung auf Glastypen mit niedrigem Erweichungspunkt limitiert. Die Form von Standard-FGs ist gemäß nachstehender Skizze in beiden Dimensionen konvex. Die Tabelle 16 stellt die aktuellen Liefergrößen von FGs dar.

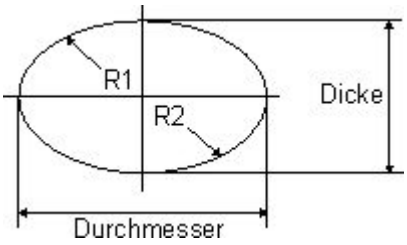

Abb. 7

Fine Gobs werden in folgenden Größen spezifiziert:

- Durchmesser
- Mittendicke
- Krümmungsradius

Die optischen Eigenschaften (Brechzahl, Abbezahl, usw.) können sich abhängig von den thermischen Bedingungen während des Formpressens ändern. Die Brechzahlen unserer FG-Produkte liegen sehr nahe an den in diesem Katalog angegebenen Werten, wenn die FGs mit den von OHARA vorgeschriebenen Temperaturen und Kühlraten wärmebehandelt werden.

Volumen (cm^3)	0,1	0,2	0,3	0,5	0,7
Durchmesser (mm)	6,0 ~ 6,5	7,5 ~ 8,5	9,0 ~ 10,0	11,0 ~12,5	12,0 ~ 14,5
Mittendicke (mm)	4,5 ~ 5,0	5,5 ~ 6,5	6,0 ~ 7,0	7,0 ~ 8,0	7,5 ~ 8,5
R1 (mm)	3,0 ~ 4,5	4,5 ~ 5,5	6,0 ~ 7,5	8,5 ~ 11,0	12,0 ~ 17,5
R2 (mm)	3,0 ~ 4,5	4,5 ~ 7,0	5,0 ~ 8,5	6,0 ~ 10,0	6,5 ~ 12,0

Tabelle 16

9. Tabelle der Vorzugsgläser

Auf den folgenden Seiten finden Sie Vergleichstabellen, die die Glastypen von OHARA sowie von Schott und Hoya zeigen. Die Gläser sind zunächst nach aufsteigender Brechzahl, bei gleicher Brechzahl nach absteigender Abbezahl sortiert.

In diesen Tabellen haben wir auch einen ungefähren, relativen Preisfaktor für jeden OHARA-Glastyp angegeben (ausser den L-Typen). Zur Ermittlung dieses Faktors dient als Basispreis der S-BSL7 Presslingspreis. Der Bezugsstandard ist der Wert 10. Auf diesen Standardwert beziehen sich alle anderen Glastypen. Bitte fragen Sie die exakten Verkaufspreise bei der OHARA GmbH in Deutschland an.

Tabelle der OHARA Vorzugsgläser						
OHARA			Schott		Hoya	
Code	Glastyp	Preis-faktor	Code	Glastyp	Code	Glastyp
439 950	S-FPL53	140				
456 903	S-FPL52	86				
487 702	S-FSL5	16	487 704	N-FK5	487 704	FC5
497 816	S-FPL51	50	497 816	N-PK52	497 816	FCD1
516 641	L-BSL7					
516 641	S-BSL7	10	517 642	N-BK7	517 642	BSC7
517 524	S-NSL36	15			517 522	E-CF6
518 590	S-NSL3	16			518 590	E-C3
522 598	S-NSL5	17	522 595	N-K5		
532 489	S-TIL6	16	532 488	N-LLF6	532 488	E-FEL6
540 595	S-BAL12	17	540 597	N-BAK2		
541 472	S-TIL2	16			541 472	E-FEL2
548 458	S-TIL1	15	548 458	N-LLF1	548 458	E-FEL1
559 625	L-PHL2					
564 607	S-BAL41	15	564 608	N-SK11	564 608	E-BaCD11
565 608	L-PHL1					
567 428	S-TIL26	16			567 428	E-FL6
569 563	S-BAL14	15	569 561	N-BAK4	569 560	BaC4
571 508	S-BAL2	18				
571 530	S-BAL3	18				
573 578	S-BAL11	17	573 576	N-BAK1		
575 415	S-TIL27	16				
581 407	S-TIL25	16	581 409	N-LF5	581 407	E-FL5
583 464	S-BAM3	17	583 465	N-BAF3		
583 594	L-BAL42					
583 594	S-BAL42	16			583 595	BaCD12
589 612	L-BAL35					
589 612	S-BAL35	16	589 613	N-SK5	589 613	BaCD5
593 353	S-FTM16	18			593 355	FF5
596 392	S-TIM8	15			596 392	E-F8
603 380	S-TIM5	15			603 380	E-F5
603 607	S-BSM14	15	603 606	N-SK14	603 606	BaCD14
603 655	S-PHM53	45				
606 437	S-BAM4	17	606 439	N-BAF4		

Tabelle der OHARA Vorzugsgläser						
OHARA			Schott		Hoya	
Code	Glastyp	Preis-faktor	Code	Glastyp	Code	Glastyp
607 568	S-BSM2	16	607 567	N-SK2	607 568	BaCD2
613 370	S-TIM3	15			613 370	E-F3
613 443	S-NBM51	41	613 445	N-KZFS4	613 444	E-ADF10
613 587	S-BSM4	15	613 586	N-SK4	613 586	BaCD4
614 550	S-BSM9	17				
618 498	S-BSM28	21	618 498	N-SSK8		
618 634	S-PHM52	33	620 635	N-PSK53	618 634	PCD4
620 363	S-TIM2	15	620 364	N-F2	620 363	E-F2
620 603	S-BSM16	15	620 603	N-SK16	620 603	BaCD16
622 532	S-BSM22	18	622 532	N-SSK2		
623 570	S-BSM10	16	623 569	N-SK10	623 570	E-BaCD10
623 582	S-BSM15	15	623 580	N-SK15	623 582	BaCD15
626 357	S-TIM1	15			626 357	E-F1
639 449	S-BAM12	19				
639 554	S-BSM18	15	639 554	N-SK18	639 554	BaCD18
640 345	S-TIM27	15			640 345	E-FD7
640 601	S-BSM81	19	640 601	N-LAK21	640 601	LaCL60
648 338	S-TIM22	14			648 338	E-FD2
649 530	S-BSM71	17			649 530	E-BaCED20
651 562	S-LAL54	21	651 559	N-LAK22	651 562	LaCL2
652 585	S-LAL7	21	652 585	N-LAK7	652 585	LaC7
654 397	S-NBH5	41	654 396	KZFSN5	654 396	E-ADF50
658 509	S-BSM25	16	658 509	N-SSK5	658 509	BaCED5
667 330	S-TIM39	16				
667 483	S-BAH11	16			667 484	BaF11
670 393	S-BAH32	18				
670 473	S-BAH10	16	670 471	N-BAF10	670 473	BaF10
673 321	S-TIM25	15	673 322	N-SF56	673 321	E-FD5
678 507	S-LAL56	21			678 507	LaCL9
678 549	L-LAL12					
678 553	S-LAL12	22	678 552	N-LaK12	678 555	LaC12
689 311	L-TIM28					
689 311	S-TIM28	17	689 312	N-SF8	689 311	E-FD8
691 548	S-LAL9	22	691 547	N-LaK9	691 548	LaC9
694 508	S-LAL58	22			694 508	LaCL5
694 532	L-LAL13					
694 532	S-LAL13	22	694 533	LAKN13	694 532	LaC13
697 485	S-LAM59	21			697 485	LaFL2
697 555	S-LAL14	22	697 554	N-LAK14	697 555	LaC14
699 301	S-TIM35	18	699 301	N-SF15	699 301	E-FD15
700 481	S-LAM51	27				
702 412	S-BAH27	17			702 412	BaFD7
713 539	S-LAL8	23	713 538	N-LAK8	713 539	LaC8
717 295	S-TIH1	19	717 295	N-SF1	717 295	E-FD1
717 479	S-LAM3	24	717 480	N-LAF3	717 480	LaF3

Tabelle der OHARA Vorzugsgläser						
OHARA			Schott		Hoya	
Code	Glastyp	Preis-faktor	Code	Glastyp	Code	Glastyp
720 347	S-NBH8	46				
720 420	S-LAM58	23				
720 437	S-LAM52	24				
720 460	S-LAM61	23				
720 502	S-LAL10	23	720 506	N-LAK10	720 504	LaC10
722 292	S-TIH18	20				
723 380	S-BAH28	17	724 381	N-BASF51	723 380	BaFD8
728 285	S-TIH10	19	728 285	N-SF10	728 285	E-FD10
729 547	S-LAL18	47	729 547	N-LAK34	729 547	TaC8
731 405	L-LAM69					
734 515	S-LAL59	28			734 511	TaC4
740 283	S-TIH3	19				
741 278	S-TIH13	19			741 278	E-FD13
741 527	S-LAL61	41			741 526	TaC2
743 493	S-LAM60	23	743 492	N-LAF35	743 492	NbF1
744 448	S-LAM2	27	744 447	N-LaF2	744 449	LaF2
750 353	S-LAM7	25	750 350	N-LAF7	750 350	E-LaF7
750 353	S-NBH51	35				
755 275	S-TIH4	19	755 276	N-SF4	755 275	E-FD4
755 523	S-YGH51	56	754 524	N-LAK33	755 523	TaC6
757 478	S-LAM54	26			757 477	NbF2
762 265	S-TIH14	21	762 265	N-SF14	762 265	FD140
762 401	S-LAM55	33				
773 496	S-LAH66	36	772 496	N-LAF34	772 496	TaF1
785 257	S-TIH11	21				
785 263	S-TIH23	20	785 261	N-SF56	785 261	FDS30
786 442	S-LAH51	29	786 441	N-LAF33	786 439	NbFD11
788 474	S-LAH64	45	788 475	N-LAF21	788 475	TaF4
800 422	S-LAH52	29	800 423	N-LAF36	800 423	NbFD12
801 350	S-LAM66	22	801 350	N-LASF45		
804 396	S-LAH63	30			805 396	NbFD3
804 466	S-LAH65	49	804 466	N-LASF44	804 465	TaF3
805 254	S-TIH6	20	805 254	N-SF6	805 254	FD60
806 409	L-LAH53					
806 409	S-LAH53	29	806 407	N-LASF43	806 407	NbFD13
808 228	S-NPH1	75				
816 466	S-LAH59	101			816 466	TaF5
834 372	S-LAH60	29	834 374	N-LASF40	834 373	NbFD10
835 427	S-LAH55	52	835 430	N-LASF41	835 430	TaFD5
847 238	S-TIH53	23	847 238	N-SF57	847 238	FDS90
883 408	S-LAH58	99	881 410	N-LASF31	883 408	TaFD30
923 189	S-NPH2	83			923 209	E-FDS1
2003 283	S-LAH79	518				

Tabelle 17

10. i-Linien Gläser

10.1 Reintransmission (τ_i)

Die Reintransmission des Glases ist als garantierte Transmission für 10 mm und 25 mm dicke Proben angegeben. Bitte beachten Sie, dass es sich um die Reintransmission handelt und Reflexionsverluste nicht berücksichtigt sind.

Abb. 8: i-Linien-Glas

10.2 Solarisation

Der Grad der Solarisation wird als eine Transmissionsverringerung angegebenen, die durch die Strahlung aus einer Quecksilber-Hochdrucklampe bewirkt wird. Das detaillierte Messverfahren ist im „Japanese Optical Glass Industrial Standard“ (JOGIS) beschrieben.

10.3 Optische Homogenität

Die Homogenität (Δn) wird durch unsere He-Ne-Laserinterferometer gemessen.

Die Δn-Spezifikation wird für drei unterschiedliche Durchmesserbereiche von Rundscheiben angegeben (∅160 mm oder kleiner, ∅210 mm oder kleiner, ∅260 mm oder kleiner), da sich das Δn mit Glastyp, Größe und Form des Prüflings ändert. Wenn die bestellte Dicke Ihres gewünschten Halbzeuges kleiner als 25 mm (Richtung des Strahlenganges) ist, verwenden wir in der Regel ein 25 mm dickes Probestück für die Δn-Messung.

Wenn für Ihre Anwendungen bessere Δn-Werte als in diesem Katalog standardmäßig angegeben erforderlich sind, fragen Sie bitte bei der OHARA GmbH in Deutschland entsprechend an.

10.4 Brechzahlschwankung (n_i) innerhalb eines Loses (Sn Standard)

Der angegebene Wert Sn ist die Brechzahlschwankung nach der Präzisionskühlung innerhalb eines Loses. Wir sprechen in diesem Fall von einem Glaslos, bei dem alle Halbzeuge des gleichen Glastyps aus der gleichen Schmelze und Präzisionskühlung stammen.

10.5 Brechzahl-Toleranz

Die Standard-Brechzahl (n_i) für i-Linien-Glas ist in der Regel etwas höher als unser Katalog-Nominalwert, da längere Kühlzeiten eine Erhöhung der Brechzahl bewirken.

Bitte sehen Sie dazu folgendes Diagramm:

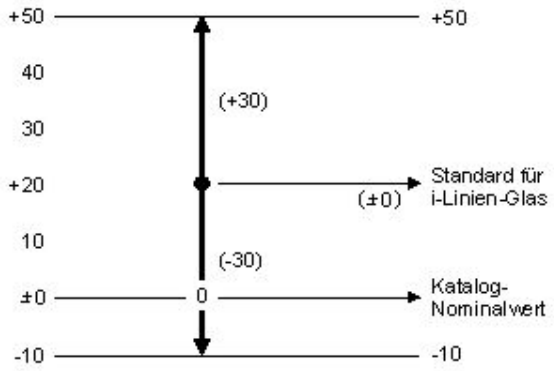

Abb. 9

Beispiel: $+20\pm30\times10^{-5}$

+20 bedeutet die Erhöhung der Brechzahl gegenüber unserem Katalog-Nominalwert. Die Toleranz ±30 bezieht sich auf den neuen Endwert. Das heißt, ein Glas mit einer Toleranzangabe +20±30 kann zwischen -10×10^{-5} und $+50\times10^{-5}$ gegenüber dem Katalognormalwert variieren.

In besonderen Fällen ist es durchaus möglich, dass wir Ihren Wünschen nach engeren Brechzahltoleranzen gerecht werden können. In solchen Fällen fragen Sie bitte bei der OHARA GmbH in Deutschland an.

10.6 Übersicht der i-Linien Gläser

Glastyp	Reintrans-mission 365 nm, 10 mm Probe	Solarisation Beständig-keit	Homogenität (x 10^{-6})			Sn Standard ($x10^{-5}$)	Brechzahl-Toleranz ni ($x10^{-5}$)
			Ø 160 oder kleiner	Ø 210 oder kleiner	Ø 260 oder kleiner		
S-FPL51Y	0,997	Gut	±1,0	-	-	±2	+20±20
S-FSL5Y	0,999	Gut	±0,5	±0,8	±1,0	±2	+15±20
BSL7Y	0,998	Gut	±0,5	±0,8	±1,0	±1	+20±20
BAL15Y	0,994	Gut	±0,5	±0,8	±1,0	±2	+10±20
BAL35Y	0,996	Gut	±0,5	±0,8	±1,0	±2	+20±20
BSM51Y	0,995	Gut	±0,5	±0,8	±1,0	±2	+30±20
PBL1Y	0,997	Gut	±0,5	±0,8	±1,0	±2	+10±20
PBL6Y	0,998	Gut	±0,5	±0,8	±1,0	±2	+10±20
PBL25Y	0,995	Gut	±0,5	±0,8	±1,0	±2	+10±20
PBL26Y	0,996	Gut	±0,5	±0,8	±1,0	±2	+10±20
PBM2Y	0,986	Gut	±0,5	±0,8	±1,0	±2	+10±20
PBM8Y	0,991	Gut	±0,5	±0,8	±1,0	±2	+10±20
PBM18Y	0,993	Gut	±0,5	±0,8	±1,0	±2	+10±20

Tabelle 18