

OHARA

OPTISCHE GLÄSER

Technische Informationen



OHARA GmbH
Im Langgewann 4
65719 Hofheim, Germany

Telefon: +49 6192 9650-50
Telefax: +49 6192 9650-51
E-Mail: info@ohara-gmbh.com
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 175 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

| | |
|---|-----------|
| Technische Informationen | 1 |
| Vorwort | 1 |
| Inhaltsverzeichnis | 2 |
| 1. Kennzeichnung der Optischen Glastypen | 5 |
| 2. Optische Eigenschaften | 6 |
| 2.1 Brechzahl | 6 |
| 2.2 Dispersion | 6 |
| 2.3 Dispersionsformel | 7 |
| 2.4 Temperaturabhängigkeit der Brechzahl (dn/dT) | 7 |
| 2.5 Die Brechzahlen im ultravioletten und infraroten Bereich | 8 |
| 2.6 Reintransmission (τ_i) | 8 |
| 3. Thermische Eigenschaften | 9 |
| 3.1 Untere Kühltemperatur (StP) | 9 |
| 3.2 Obere Kühltemperatur (AP) | 9 |
| 3.3 Erweichungstemperatur (SP) | 9 |
| 3.4 Transformationstemperatur (Tg) und Ausdehnungsgrenze (At) | 9 |
| 3.5 Linearer Koeffizient der Wärmeausdehnung (α) | 10 |
| 3.6 Wärmeleitfähigkeit (k) | 10 |
| 4. Chemische Eigenschaften | 11 |
| 4.1 Wasser-Resistenz RW(p) und Säure-Resistenz RA(p) (Pulver-Methode) | 11 |
| 4.2 Klima-Resistenz Oberflächentest-Methode W(s) | 11 |
| 4.3 ISO Testmethode | 12 |
| 4.3.1 Säure-Resistenz (SR) | 12 |
| 4.3.2 Phosphat-Resistenz (PR) | 13 |
| 5. Mechanische Eigenschaften | 14 |

| | |
|--|-----------|
| 5.1 Elastizitätsmodul | 14 |
| 5.2 Knoop-Härte (Hk) | 14 |
| 5.3 Schleifhärte, Abrasion (Aa)..... | 15 |
| 5.4 Photoelastische Konstante (β)..... | 15 |
| 6. Andere Eigenschaften..... | 16 |
| 6.1 Blasen und Einschlüsse | 16 |
| 6.2 Färbung..... | 16 |
| 6.3 Spezifisches Gewicht (d)..... | 16 |
| 7. Qualitätsgarantie | 17 |
| 7.1 Brechzahl und Abbezahl..... | 17 |
| 7.2 Homogenität..... | 18 |
| 7.3 Spannungsdoppelbrechung..... | 18 |
| 7.4 Schlieren | 19 |
| 7.5 Blasen | 19 |
| 7.6 Färbung..... | 19 |
| 8. Lieferformen | 20 |
| 8.1 Rohglas..... | 20 |
| 8.1.1 Barrenglas..... | 20 |
| 8.1.2 Plattenglas..... | 20 |
| 8.2 Warmpreßlinge..... | 21 |
| 8.3 Schnittröhrlinge..... | 21 |
| 8.4 Gesägte, unzentriert geschliffene Zylinderrohlinge..... | 22 |
| 8.5 Heißformteile (umgesenktes Glas) | 22 |
| 8.6 Hochhomogene Gläser..... | 22 |
| 8.7 Fine Gobs FG (Feintropfen)..... | 23 |
| 9. Tabelle der Vorzugsgläser | 24 |
| 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 |

11. Low Tg Gläser.....28

1. Kennzeichnung der Optischen Glastypen

Im Verlauf der langen Geschichte von OHARA wurden viele Typen optischer Gläser entwickelt. In diesem Katalog finden Sie insgesamt 175 Gläser, welche wir als unsere Vorzugsglastypen ausgewählt haben. Jedes optische Glas hat seine spezifischen Eigenschaften, welche eng mit dem darin enthaltenen chemischen Schlüsselement 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-v_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 20 Glastypen mit dem Präfix „L“. Diese „L-Glastypen“ besitzen dieselben optischen Eigenschaften wie unsere Normalgläser, weisen aber niedrige Transformationspunktswerte 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 14 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 Schlüsselemente der Zusammensetzung
- S steht für Silizium, eines der Schlüsselemente 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 v_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.

Bitte beachten Sie, dass sämtliche Ohara Brechzahlmessungen bei einer Raumtemperatur von 25 Grad Celsius vorgenommen werden.

2.2 Dispersion

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

$$v_d = \frac{n_d - 1}{n_F - n_C} \quad v_e = \frac{n_e - 1}{n_{F'} - n_{C'}}$$

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 v_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 $+80^\circ\text{C}$ 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 $+80^\circ\text{C}$ 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:

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

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

| Temperaturbereich °C | dn_{Luft}/dT ($\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$) | | | | | | |
|----------------------|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 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 Kühlbereich, 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-C338.6 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.

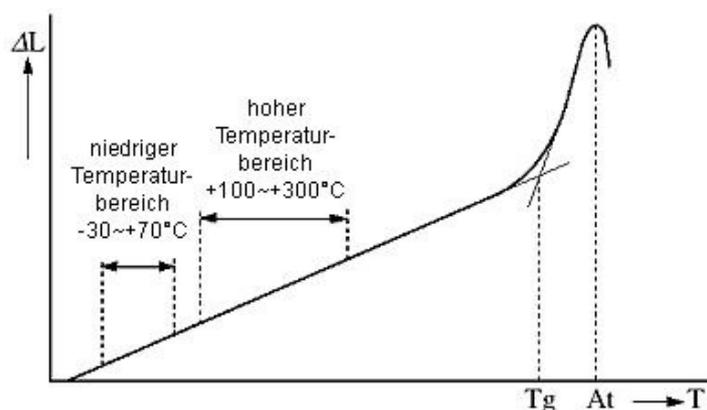


Abb. 1

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 $10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ 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 $\pm 5\%$.

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 |
|----------------------|-------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------|
| Gewichtsverlust 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 |
|----------------------|-------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------|
| Gewichtsverlust 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 sechsständiger 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 wegzuzüßen, 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 wegzuzüßen
- 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 |
| 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 |

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 0,1 μm wegzuzüßen, 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 0,1 μm 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 0,1 μm 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%.

$$\text{Torsionsmodul} \quad G = v_t^2 \cdot \rho$$

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

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

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

v_l : Geschwindigkeit der longitudinalen Wellen

v_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:

$$\text{Knoop-Härte} \quad Hk = 1,451 F/l^2$$

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 geläpft. 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:

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

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/10⁵ 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 mm ² der Blasen in 100 cm ³ 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_r) 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 den Glastypen S-TIH53 und S-LAH58 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: $n_d \pm 0,0005$
Abbezahl: $v_d \pm 0,8\%$

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

Brechzahl: $n_d \pm 0,0002$
Abbezahl: $v_d \pm 0,3\%$

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 v_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: $\pm 0,00003$
Dispersion: $\pm 0,00002$

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

Brechzahl: $\pm 0,00001$
Dispersion: $\pm 0,000003$

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.

Bitte beachten Sie, dass sämtliche Ohara Brechzahlmessungen bei einer Raumtemperatur von 25 Grad Celsius vorgenommen werden.

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 | $\pm 0,5 \times 10^{-6}$ |
| Grad Spezial A1 | $\pm 1 \times 10^{-6}$ |
| Grad Spezial A2 | $\pm 2 \times 10^{-6}$ |
| Grad Spezial A5 | $\pm 5 \times 10^{-6}$ |
| Grad Spezial A20 | $\pm 20 \times 10^{-6}$ |

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.

| Schlieregrad | Schlieregehalt 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 Glastype 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 $\pm 20 \cdot 10^{-6}$.

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

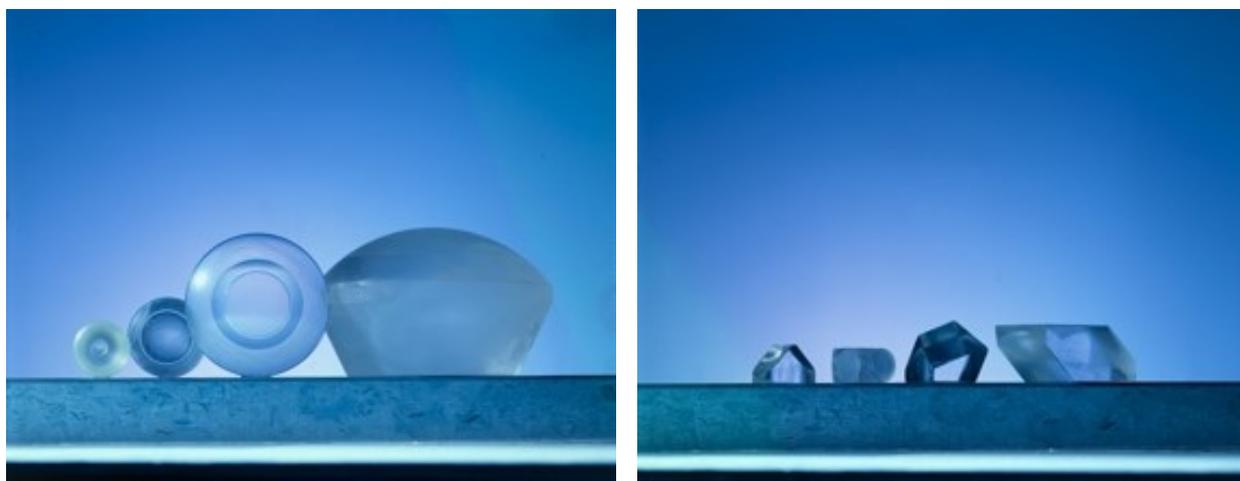


Abb. 5: Warmpreßlinge

8.3 Schnittrohlinge

Schnittscheiben (Rundscheiben), Schnittrechtecke und Schnittprismen - diese Rohlinge werden aus optisch geprüfem 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.

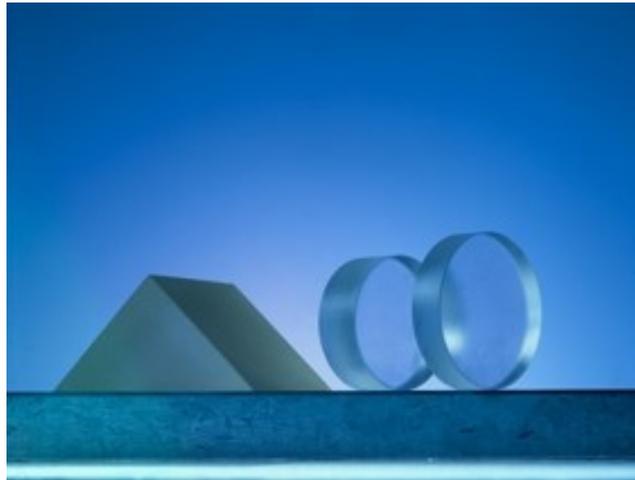


Abb. 6: Schnittrohlinge

8.4 Gesägte, unzentriert geschliffene Zylinderrohlinge

Diese Rohlinge werden von einem Stab gesägt, der zunächst auf einer mittelpunktlosen 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 Glastype 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 Glastypeen 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.

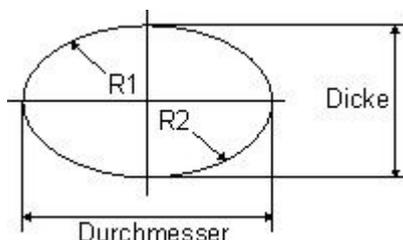


Abb. 7

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 zeigen. Die Gläser sind zunächst nach aufsteigender Brechzahl, bei gleicher Brechzahl nach absteigender Abbezahl sortiert.

| Tabelle der OHARA Vorzugsgläser | | | | |
|---------------------------------|----------|-----|--------|----------|
| OHARA | | | SCHOTT | |
| Code | Name | SH* | Code | Name |
| 439948 | S-FPL55 | N | | |
| 439950 | S-FPL53 | S | | |
| 487702 | S-FSL5 | S | 487704 | N-FK5 |
| 497816 | S-FPL51 | S | 497816 | N-PK52A |
| 516641 | S-BSL7 | S | 517642 | N-BK7 |
| 517524 | S-NSL36 | A | | |
| 518590 | S-NSL3 | C | | |
| 522598 | S-NSL5 | D | 522595 | N-K5 |
| 532489 | S-TIL6 | B | | |
| 538747 | S-FPM3 | N | | |
| 540595 | S-BAL12 | C | 540597 | N-BAK2 |
| 541472 | S-TIL2 | B | | |
| 548458 | S-TIL1 | B | 548458 | LLF1 |
| 564607 | S-BAL41 | D | 564608 | N-SK11 |
| 567428 | S-TIL26 | C | | |
| 569563 | S-BAL14 | B | 569560 | N-BAK4 |
| 571508 | S-BAL2 | B | | |
| 571530 | S-BAL3 | B | | |
| 575415 | S-TIL27 | C | | |
| 581407 | S-TIL25 | B | 581409 | LF5 |
| 583594 | S-BAL42 | A | | |
| 589612 | S-BAL35 | A | 589613 | N-SK5 |
| 593353 | S-FTM16 | B | | |
| 595677 | S-FPM2 | A | | |
| 596392 | S-TIM8 | B | | |
| 603380 | S-TIM5 | B | 603380 | F5 |
| 603607 | S-BSM14 | S | 603606 | N-SK14 |
| 603655 | S-PHM53 | C | | |
| 606437 | S-BAM4 | B | 606437 | N-BAF4 |
| 607568 | S-BSM2 | D | 607567 | N-SK2 |
| 613443 | S-NBM51 | A | 613445 | N-KZFS4 |
| 613587 | S-BSM4 | C | 613586 | N-SK4 |
| 618498 | S-BSM28 | D | 618498 | N-SSK8 |
| 618634 | S-PHM52 | A | 618634 | N-PSK53A |
| 620363 | S-TIM2 | A | 620364 | N-F2 |
| 620603 | S-BSM16 | B | 620603 | N-SK16 |
| 622532 | S-BSM22 | D | 622533 | N-SSK2 |
| 623570 | S-BSM10 | D | | |
| 623582 | S-BSM15 | S | | |
| 626357 | S-TIM1 | D | | |
| 639449 | S-BAM12 | D | | |
| 639554 | S-BSM18 | S | | |
| 640345 | S-TIM27 | A | | |
| 640601 | S-BSM81 | C | 640601 | N-LAK21 |
| 648338 | S-TIM22 | A | 648338 | N-SF2 |
| 649530 | S-BSM71 | B | | |
| 651562 | S-LAL54 | D | 651559 | N-LAK22 |
| 651562 | S-LAL54Q | | | |
| 652585 | S-LAL7 | B | 652585 | N-LAK7 |
| 654397 | S-NBH5 | S | 654397 | N-KZFS5 |
| 658509 | S-BSM25 | A | 658509 | N-SSK5 |
| 667330 | S-TIM39 | D | | |

| Tabelle der OHARA Vorzugsgläser | | | | |
|---------------------------------|----------|-----|--------|----------|
| OHARA | | | SCHOTT | |
| Code | Name | SH* | Code | Name |
| 667483 | S-BAH11 | B | | |
| 670393 | S-BAH32 | C | | |
| 670473 | S-BAH10 | C | 670471 | N-BAF10 |
| 673321 | S-TIM25 | A | 673323 | N-SF5 |
| 673382 | S-NBH52 | C | | |
| 673383 | S-NBH52V | | | |
| 678507 | S-LAL56 | E | | |
| 678553 | S-LAL12 | A | 678552 | N-LAK12 |
| 689311 | S-TIM28 | B | 689313 | N-SF8 |
| 691548 | S-LAL9 | C | 691547 | N-LAK9 |
| 694508 | S-LAL58 | B | | |
| 694532 | S-LAL13 | D | | |
| 697485 | S-LAM59 | E | | |
| 697555 | S-LAL14 | S | 697554 | N-LAK14 |
| 699301 | S-TIM35 | A | 699302 | N-SF15 |
| 699511 | S-LAL20 | | | |
| 702412 | S-BAH27 | A | | |
| 713539 | S-LAL8 | S | 713538 | N-LAK8 |
| 717295 | S-TIH1 | B | 717296 | N-SF1 |
| 717479 | S-LAM3 | B | | |
| 720347 | S-NBH8 | A | 720347 | N-KZFS8 |
| 720420 | S-LAM58 | D | | |
| 720437 | S-LAM52 | B | | |
| 720460 | S-LAM61 | D | | |
| 720502 | S-LAL10 | A | 720506 | N-LAK10 |
| 722292 | S-TIH18 | C | | |
| 723380 | S-BAH28 | C | | |
| 728285 | S-TIH10 | A | 728285 | N-SF10 |
| 729541 | S-LAL19 | N | | |
| 729547 | S-LAL18 | S | 729545 | N-LAK34 |
| 734515 | S-LAL59 | C | 743494 | N-LAF35 |
| 738323 | S-NBH53 | C | | |
| 740283 | S-TIH3 | C | | |
| 741278 | S-TIH13 | D | | |
| 741527 | S-LAL61 | D | | |
| 743493 | S-LAM60 | A | | |
| 744448 | S-LAM2 | B | 744449 | N-LAF2 |
| 750353 | S-LAM7 | B | 749348 | N-LAF7 |
| 750353 | S-NBH51 | A | | |
| 754317 | S-LAM73 | N | | |
| 755275 | S-TIH4 | B | 755274 | N-SF4 |
| 755523 | S-LAH97 | | | |
| 755523 | S-YGH51 | A | 755523 | N-LAK33B |
| 757478 | S-LAM54 | B | | |
| 762265 | S-TIH14 | A | 762265 | N-SF14 |
| 762401 | S-LAM55 | B | | |
| 764485 | S-LAH96 | | | |
| 773496 | S-LAH66 | S | 773496 | N-LAF34 |
| 785257 | S-TIH11 | S | 785257 | N-SF11 |
| 785263 | S-TIH23 | A | | |
| 786442 | S-LAH51 | B | 786441 | N-LAF33 |
| 788474 | S-LAH64 | B | 788475 | N-LAF21 |

| Tabelle der OHARA Vorzugsgläser | | | | |
|---------------------------------|-----------|-----|--------|---------------|
| OHARA | | | SCHOTT | |
| Code | Name | SH* | Code | Name |
| 800299 | S-NBH55 | D | | |
| 800422 | S-LAH52 | A | | |
| 800422 | S-LAH52Q | | | |
| 801350 | S-LAM66 | A | 801350 | N-LASF45 |
| 804396 | S-LAH63 | D | | |
| 804396 | S-LAH63Q | N | | |
| 804465 | S-LAH65VS | N | | |
| 804466 | S-LAH65V | S | 804465 | N-LASF44 |
| 805254 | S-TIH6 | S | 805254 | N-SF6 |
| 806409 | S-LAH53 | S | 806406 | N-LASF43 |
| 806409 | S-LAH53V | | | |
| 808228 | S-NPH1 | A | | |
| 808228 | S-NPH1W | N | | |
| 816466 | S-LAH59 | A | | |
| 834372 | S-LAH60 | S | 834373 | N-LASF40 |
| 834372 | S-LAH60V | | | |
| 835427 | S-LAH55V | S | 835431 | N-LASF41 |
| 835427 | S-LAH55VS | N | | |
| 847238 | S-TIH53 | S | 847238 | N-SF57 |
| 847238 | S-TIH53W | N | 847238 | N-SF57HTultra |
| 847239 | S-NPH53 | C | | |
| 850300 | S-NBH57 | N | | |
| 850323 | S-LAH71 | D | 850322 | N-LASF9 |
| 852408 | S-LAH89 | N | | |
| 855248 | S-NBH56 | N | | |
| 859227 | S-NPH5 | N | | |
| 883408 | S-LAH58 | S | 883408 | N-LASF31A |
| 892371 | S-LAH92 | N | | |
| 893204 | S-NPH4 | N | | |
| 904313 | S-LAH95 | | | |

| Tabelle der OHARA Vorzugsgläser | | | | |
|---------------------------------|---------|-----|--------|--------|
| OHARA | | | SCHOTT | |
| Code | Name | SH* | Code | Name |
| 905350 | S-LAH93 | N | | |
| 917316 | S-LAH88 | N | | |
| 923189 | S-NPH2 | A | 923209 | N-SF66 |
| 963241 | S-TIH57 | | | |
| 959175 | S-NPH3 | A | | |
| 2003283 | S-LAH79 | D | | |

| | | | | |
|--------|----------|---|--------|----------|
| 516641 | L-BSL7 | A | 516641 | P-BK7 |
| 583594 | L-BAL42 | S | | |
| 586592 | L-BAL42P | | | |
| 586597 | L-BAL43 | N | | |
| 589612 | L-BAL35 | A | 589612 | P-SK58A |
| 592610 | L-BAL35P | | | |
| 689311 | L-TIM28 | C | 689313 | P-SF8 |
| 693529 | L-LAL15 | N | | |
| 694532 | L-LAL13 | B | 693532 | P-LAK35 |
| 695307 | L-TIM28P | | | |
| 731405 | L-LAM69 | D | | |
| 743493 | L-LAM60 | B | | |
| 765491 | L-LAH91 | N | | |
| 806409 | L-LAH53 | C | 806409 | P-LASF47 |
| 809404 | L-LAH84 | C | 809405 | P-LASF50 |
| 812403 | L-LAH84P | | | |
| 832401 | L-LAH90 | N | | |
| 854404 | L-LAH85V | B | | |
| 861371 | L-LAH94 | N | | |
| 903310 | L-LAH86 | E | | |

Tabelle 17

| *Schmelzhäufigkeit (SH) | |
|-------------------------|---|
| S | Sehr hohe Schmelzhäufigkeit |
| A | Hohe Schmelzhäufigkeit |
| B | Durchschnittliche Schmelzhäufigkeit |
| C | Durchschnittliche Schmelzhäufigkeit |
| D | Geringe Schmelzhäufigkeit |
| E | Sehr geringe Schmelzhäufigkeit |
| N | Neuer Glastyp. Es liegen noch keine Erfahrungen vor |

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 Transmissionsverringerng angegeben, 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 ($\varnothing 160$ mm oder kleiner, $\varnothing 210$ mm oder kleiner, $\varnothing 260$ mm oder kleiner), da sich das Δn mit Glastype, 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 Brechzahlswankung (n_j) innerhalb eines Loses (Sn Standard)

Der angegebene Wert S_n ist die Brechzahlswankung nach der Präzisionskühlung innerhalb eines Loses. Wir sprechen in diesem Fall von einem Glaslos, bei dem alle Halbzeuge des gleichen Glatypes 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:

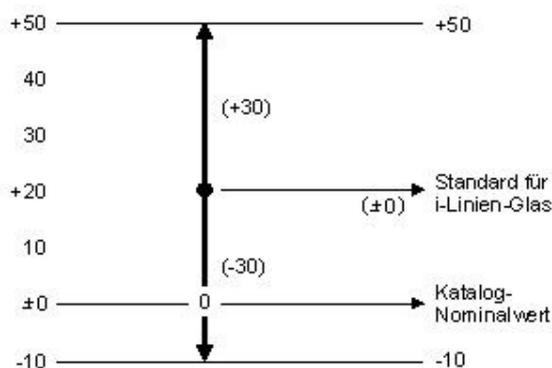


Abb. 9

Beispiel: $+20 \pm 30 \times 10^{-5}$

+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 $+20 \pm 30$ kann zwischen -10×10^{-5} und $+50 \times 10^{-5}$ 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 | Reintransmission 365 nm, 10 mm Probe | Solarisation Beständig- keit | Homogenität ($\times 10^{-6}$) | | | Sn Standard ($\times 10^{-5}$) | Brechzahl- Toleranz n_i ($\times 10^{-5}$) |
|----------|---|------------------------------------|----------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|---|
| | | | 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 |
| PBL35Y | 0,997 | 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

11. Low Tg Gläser

Optische Gläser mit niedriger Transformations-Temperatur (T_g), geeignet zum Blankpressen optischer Elemente.

Oharas Gläser mit niedriger Transformations-Temperatur weisen nahezu die gleichen optischen Konstanten (Brechzahlen und Dispersion) auf, wie die konventionellen optischen Gläser und können bei relativ niedrigen Temperaturen geformt werden. Aus umwelttechnischen Gründen enthalten alle diese speziellen Gläsertypen kein Blei- und Arsenoxid. Die generellen Gläseigenschaften, einschließlich der chemischen Beständigkeiten, sind nahezu identisch mit denen der regulären optischen Gläser.

Für weitere aktuelle Informationen hinsichtlich der lieferbaren L-Gläsertypen wenden Sie sich bitte an das Team der Ohara GmbH.