

50X1-HUM

Page Denied

Next 1 Page(s) In Document Denied

Einzel nicht im Buchhandel

Ultrarot-Polarisationsfilter

Von

L. Drechsel

Mit 12 Bildern im Text

Abdruck aus dem

Jenaer Jahrbuch 1958 I

Wissenschaftliche Veröffentlichungen

Herausgeber

VEB Carl Zeiss JENA

Kommissionsverlag von VEB Gustav Fischer Jena

1958

Ultrarot-Polarisationsfilter

Von L. Drechsel

Mit 12 Bildern im Text

Zur Erzeugung von polarisierter Ultrarot-Strahlung können im wesentlichen zwei Wege beschriftet werden; einmal die Erzeugung durch Reflexion und zum anderen mittels Flächenpolarisatoren aus gestreckten Hochpolymeren.

Auf die Gruppe der Reflexionspolarisatoren soll hier nicht näher eingegangen werden. Es sei nur kurz erwähnt, daß man UR-Strahlung durch Reflexion an Kaliumbromidjodid-Platten [1], Selenfilmen [2], Silberchloridplatten [3] polarisieren kann, vorausgesetzt, daß die Strahlen unter dem Polarisationswinkel einfallen. Der Polarisationsgrad dieser Polarisatoren läßt sich durch Verwendung eines ganzen Plattensatzes erheblich steigern. Der Nachteil dieser Anordnungen ist die Unhandlichkeit und die verhältnismäßig große Ausführung; außerdem liegen die Herstellungskosten sehr hoch.

Da immer wieder von seiten der Mikroskopiker Anfragen nach handlichen Polarisatoren mit möglichst großem Durchmesser an uns gerichtet wurden, suchten wir nach einem neuen Weg zur Lösung dieses Problems.

Es gelang uns, eine andere, wesentlich einfacher auszuführende Methode, nämlich die Anfertigung von Ultrarot-Flächenpolarisatoren auf der Basis von Polyvinylalkohol zu finden. Die Herstellung und Wirkungsweise der neuen Polarisatoren soll in den folgenden Abschnitten beschrieben werden.

Wie allgemein bekannt, kann man Polarisationsfilter aus dichroitisch gefärbten und anschließend orientierten Folien aus lichtdurchlässigen hochpolymeren Stoffen herstellen. Als Ausgangsmaterialien für diese Folienherstellung dienen Stoffe mit Kettenmolekülen, wie Polyvinylalkohol, Polyvinylketal, -acetal usw.

Unsere Polarisationsfilter für den sichtbaren Teil des Spektrums werden mit einer Jodlösung eingefärbt, anschließend mechanisch gestreckt und getrocknet. Es entstehen vollkommen trübungsfreie graugrüne dichroitische Folien mit sehr hohem Polarisationsgrad. Aus diesen gestreckten Folien werden die Polarisationsfilter in der gewünschten Größe ausgestanzt und anschließend zwischen Deckgläsern verkittet.

Die Filter zeigen folgendes spektrales Verhalten (Bild 1):

D_E bedeutet die Einzeldurchlässigkeit eines Polarisationsfilters,
 D die Durchlässigkeit von zwei Polarisationsfiltern in Parallelstellung,
 D_{\perp} die Durchlässigkeit zweier Polarisationsfilter in gekreuzter Stellung,
 P der Polarisationsgrad.

Der Polarisationsgrad P kann aus D und D_{\perp} nach der Gleichung

$$P = \frac{D - D_{\perp}}{D + D_{\perp}} \text{ berechnet werden.}$$

Wie aus den Kurven zu ersehen ist, fällt das Brauchbarkeitsgebiet dieser Polarisationsfilter genau auf den sichtbaren Teil des Spektrums. D_E und D zeigen im Sichtbaren einen fast geradlinigen Verlauf, nur oberhalb 600 $m\mu$ steigen die beiden Kurven langsam an. D_{\perp} weicht bis etwa 800 $m\mu$ kaum von

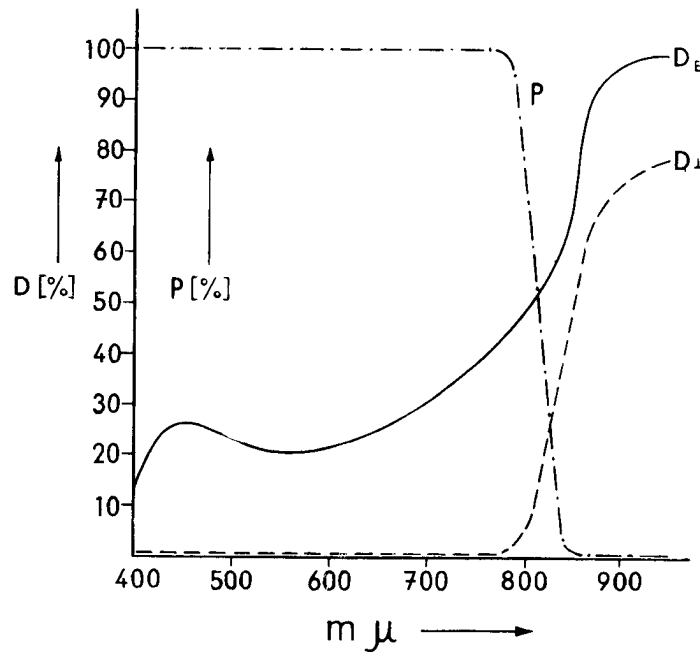


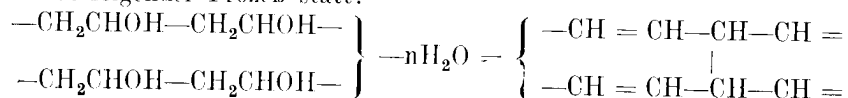
Bild 1. Spektrale Durchlässigkeit eines mit Jod eingefärbten Polarisationsfilters aus Polyvinylalkohol

Null ab, steigt aber dann ziemlich rasch an. Aus dem Verlauf der D_{\perp} -Kurve sieht man, daß diese Art Filter für die Erzeugung von polarisiertem Licht über 800 $m\mu$, also im UR, wegen des dort vorhandenen schlechten Polarisationsgrades nicht geeignet ist.

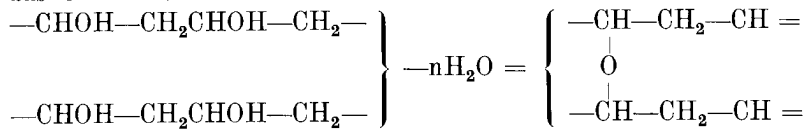
Die Polyvinylalkohol-Folien haben jedoch die Fähigkeit, im Ultraroten zu polarisieren, wenn bei der Herstellung der Filter folgende technologische Bedingungen erfüllt werden [4]:

1. Die Polyvinylalkoholfolie muß eine andere Jodkonzentration und zum anderen ein Dehydratationsmittel enthalten.
2. Die Folie muß nach dem Orientierungsprozeß bei einer erhöhten Temperatur getrocknet werden.

Ohne Beachtung dieser beiden Punkte erhält die Polyvinylalkoholfolie keine Polarisationsfähigkeit im Ultraroten. Die Veränderung der Folie kann so erklärt werden, daß durch die Gegenwart einer Säure eine Dehydratation des Polyvinylalkohols zu Polyvinylen stattfindet. Formelmäßig ausgedrückt findet folgender Prozeß statt:



Es können aber auch Sauerstoffbrücken durch Elimination von H_2O aus OH-Paaren in benachbarten Ketten entstehen.



Wie oben schon erwähnt, ist die Durchlässigkeit zweier gekreuzter Polarisatoren über das sichtbare Spektrum und nahe Ultrarot bis $780 m\mu$ gleich Null. Wird die nach den oben beschriebenen Gesichtspunkten behandelte Folie

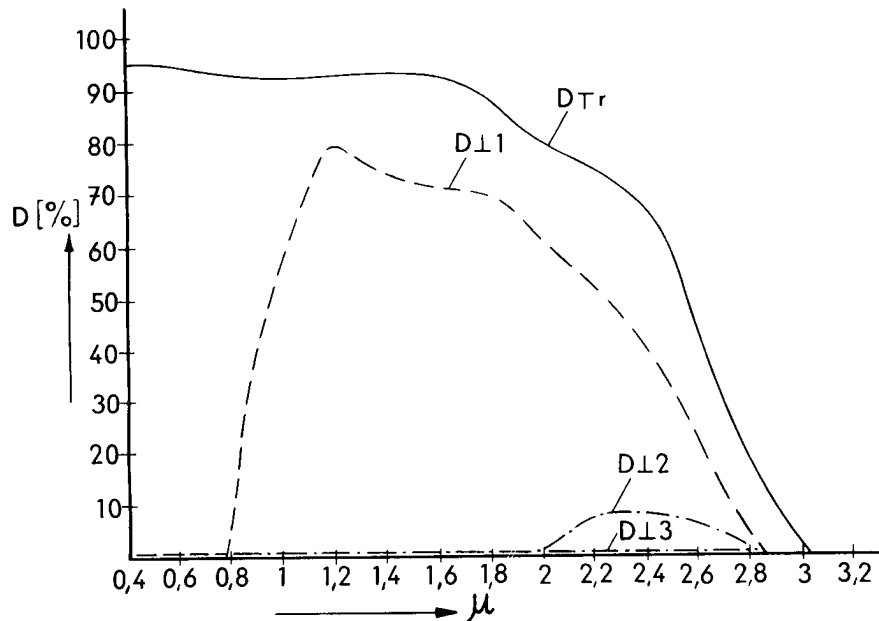


Bild 2. Veränderung der UR-Polarisationseigenschaften infolge Trocknung bei erhöhter Temperatur.

D_{Tr} = Durchlässigkeit des Trägermaterials

$D_{\perp 1}$ = normal eingefärbte Folie

$D_{\perp 2}$ = UR-Folie 1,5 Minuten nachgetrocknet

$D_{\perp 3}$ = UR-Folie 3 Minuten nachgetrocknet

1,5 min bei erhöhter Temperatur getrocknet, so hat sich $D_{\perp} = 0$ bereits bis 2μ verschoben, bei 3 Minuten Trocknung ist D_{\perp} bis $2,8\mu$ und $3,5\mu$ bis $6,5\mu$ gleich Null (Bild 2). Das Absinken der Durchlässigkeit im Bereich $2,8\mu$ bis $3,5\mu$ ist auf eine Absorptionsbande im Trägermaterial zurückzuführen. Das gleiche gilt oberhalb $6,5\mu$, wo der Polyvinylalkohol undurchlässig ist, und so eine Erweiterung des Polarisationsbereiches nicht gestattet.

Von praktischem Wert ist nur der Bereich von $0,6\mu$ bis $2,8\mu$. Ohne Bedeutung ist der Bereich von $3,5\mu$ bis $6,5\mu$, weil dort die Einzeldurchlässigkeit (D_E) zu gering ist. In Bild 3 sind die Durchlässigkeitskurven D_E , D_{\parallel} und D_{\perp}

einer UR-Polarisationsfolie von $0,6$ bis $2,8\mu$ dargestellt. Die Einzeldurchlässigkeit der Folie ist von 1μ bis $2,3\mu$ größer als 20% . Der Polarisationsgrad ist über den ganzen Bereich größer als 99% .

Alle nach dieser Methode hergestellten UR-Polarisationsfolien müssen wie die normalen Polarisationsfilter für das sichtbare Spektrum ebenfalls zwischen Deckgläser gekittet werden, da die Folie hygroskopisch ist und sich sonst im Laufe der Zeit zersetzen würde.

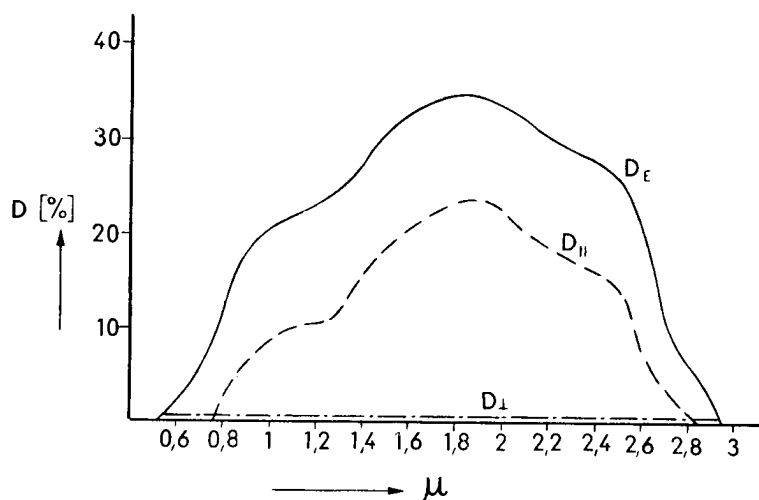


Bild 3. Spektrale Durchlässigkeit eines Ultrarot-Polarisationsfilters

In ihrer Form und Handhabung unterscheiden sie sich in keiner Weise von den normalen Polarisationsfiltern.

Als Anwendungsgebiete der hier beschriebenen UR-Polarisationsfilter wären zu nennen:

- UR-Spannungsoptik
- UR-Mikroskopie
- Untersuchungen von Kunststoffen mit polarisierter UR-Strahlung usw.

UR-Spannungsoptik

Mit Hilfe spannungsoptischer Untersuchungen im Ultraroten soll der Spannungsverlauf in Konstruktionsteilen und Werkstoffproben ermittelt werden, die im sichtbaren Teil des Spektrums undurchlässig und im roten Teil durchlässig sind. Hierher gehören z. B. eine große Anzahl Kunststoffe, wie Reilit, Decelith usw., deren Durchlässigkeit erst zwischen 700 und $850\text{ m}\mu$ beginnt.

Bringt man einen verspannten und dadurch doppelbrechenden Werkstoff zwischen gekreuzte Polarisatoren, so führt das bekanntlich bei durchsichtigen Stoffen je nach dem Spannungszustand zu Aufhellungen und Verdunkelungen.

Sollen Proben auf Spannungen geprüft werden, die im Sichtbaren undurchlässig und im Ultraroten durchlässig sind, so ist das mit den normalen Polarisationsfiltern nicht möglich, weil diese Filter nur bis etwa $800\text{ m}\mu$ zu gebrauchen sind (s. Bild 1). Mit Hilfe der oben beschriebenen UR-Polarisationsfilter und eines UR-Bildwandlers [5] kann jedoch das Spannungsbild sichtbar gemacht werden.

Die unten beschriebenen Untersuchungen wurden auf einer optischen Bank in folgender schematischen Anordnung durchgeführt (Bild 4):

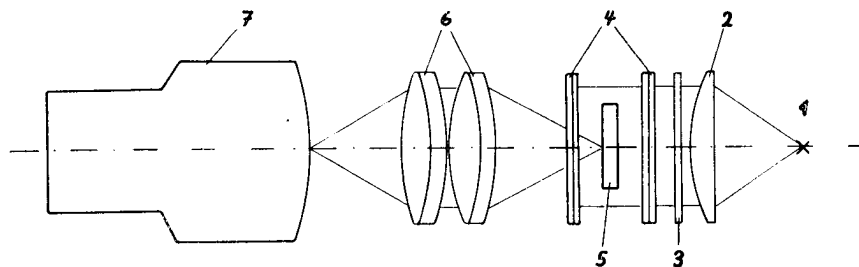


Bild 4. Schematische Anordnung der spannungsoptischen Einrichtung für UR-Untersuchungen

- | | |
|-----------------------|------------------|
| 1 Lichtquelle | 5 Prüfkörper |
| 2 Kondensator | 6 Linsensystem |
| 3 Interferenzfilter | 7 UR-Bildwandler |
| 4 Polarisationsfilter | |

Die zu prüfenden Proben werden zwischen zwei gekreuzte UR-Polarisatoren in den Strahlengang gebracht und mit einem Linsensystem auf der Fotokathode eines UR-Bildwandlers abgebildet. Auf dem Leuchtschirm des Bildwandlers ist das Spannungsbild gut sichtbar und kann dementsprechend ausgewertet werden. Die Benutzung des Bildwandlers war im Ultraroten bis zu einer Wellenlänge von ca. $1,1\mu$ möglich. Bei den unten aufgeführten Beispielen wurde jeweils mit monochromatischer Ultrarotstrahlung gearbeitet, die man durch Vorschalten eines Interferenzfilters erhält.

Beispiel 1: Ein 1 mm dicker und im Sichtbaren vollkommen undurchlässiger Kunststoffstreifen aus Reilit wurde in einer Zerreißmaschine zerrissen und anschließend auf Spannungen geprüft. Bild 5 zeigt den Kunststoffstreifen in unpolarisiertem Licht und Bild 6 zwischen gekreuzten Polarisatoren bei $960\text{ m}\mu$. Das Material ist durch das Verspannen doppelbrechend geworden und die Spannungen sind deutlich sichtbar (Bild 6). Vor dem Zerreißversuch war die gleiche Probe nicht doppelbrechend, und sie zeigte zwischen gekreuzten Polarisatoren keine Aufhellung.

Beispiel 2: Ein 1,2 mm dicker und im Sichtbaren vollkommen undurchlässiger Kunststoffstreifen und Reilit wurde in ein Spannfutter eingespannt und anschließend auf Spannungen geprüft. Bild 7 zeigt den Kunststoffstreifen in unpolarisiertem Licht, bei $907\text{ m}\mu$. Die

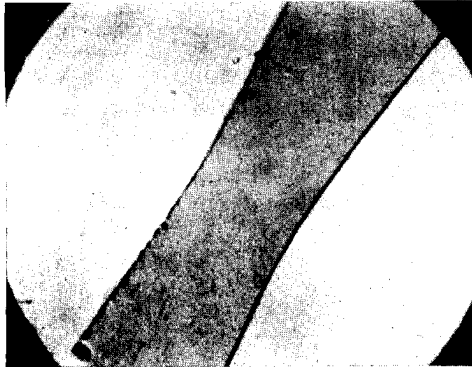


Bild 5. Schirmbildaufnahme von Reilit bei 960 $m\mu$ in unpolarisiertem Licht



Bild 6. Schirmbildaufnahme von Reilit bei 960 $m\mu$ zwischen gekreuzten Ultrarot-Polarisatoren

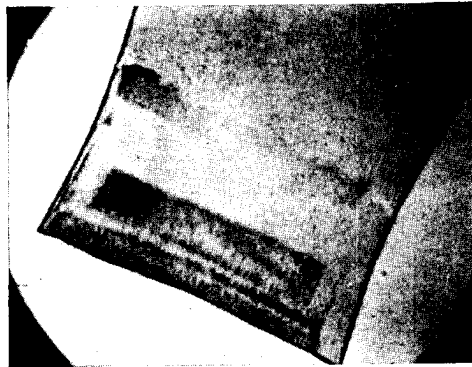


Bild 7. Schirmbildaufnahme von Reilit bei 907 $m\mu$ in unpolarisiertem Licht



Bild 8. Schirmbildaufnahme von Reilit bei 907 $m\mu$ zwischen gekreuzten Ultrarot-Polarisatoren



Bild 9. Schirmbildaufnahme von Decelith bei 960 $m\mu$ in unpolarisiertem Licht



Bild 10. Schirmbildaufnahme von Decelith bei 960 $m\mu$ zwischen gekreuzten Ultrarot-Polarisatoren

Ultrarot-Polarisationsfilter

61

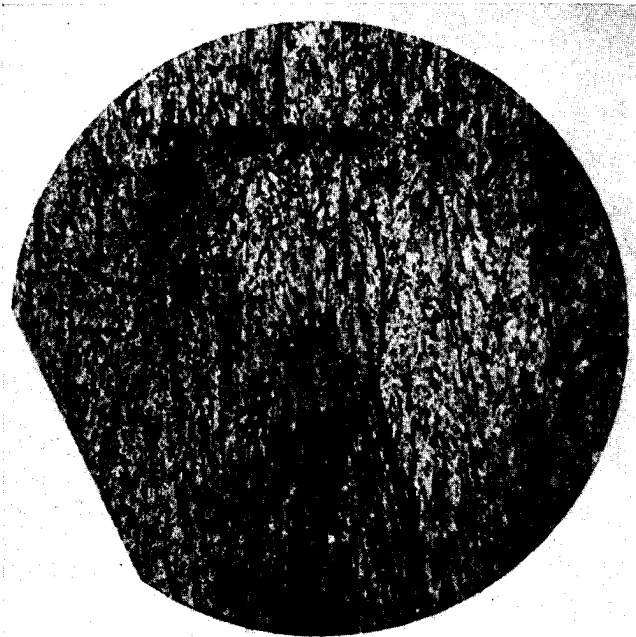


Bild 11. Mikro-Aufnahme von Brauneisenerz; bei $822\text{ m}\mu$ in unpolarisiertem Licht
Abbildungsmaßstab 50:1; Agfa-Infrarot-Platte 850 h



Bild 12. Mikro-Aufnahme von Brauneisenerz; bei $822\text{ m}\mu$ zwischen gekreuzten Ultrarot-
Polarisatoren. Abbildungsmaßstab 50:1; Agfa-Infrarot-Platte 850 h

Druckstellen sind deutlich zu sehen. Zwischen gekreuzten Polarisatoren (Bild 8) sieht man die Verspannungen.

Beispiel 3: Eine normale 3,2 mm dicke Decelithplatte, deren Durchlässigkeit bei $700\text{ m}\mu$ beginnt, wurde untersucht. Bild 9 zeigt die Platte in unpolarisiertem Licht und Bild 10 zwischen gekreuzten Polarisatoren bei $960\text{ m}\mu$. Auf Bild 10 ist ein richtiges Spannungsmuster zu sehen, was wahrscheinlich beim Auswalzen des Materials entstanden ist.

UR-Mikroskopie

Die Anwendung der Ultrarot-Polarisationsfilter in der Mikroskopie zeigen die Aufnahmen Bild 11 und 12. Bei dem untersuchten Objekt handelt es sich um einen Brauneisenerz-Dünnschliff aus Auerbach in Bayern. Bei $530\text{ m}\mu$, also in der Mitte des Sichtbaren, ist das Erz vollkommen undurchlässig, jedoch bei $822\text{ m}\mu$ erkennt man bereits einzelne Strukturen (Bild 11), während zwischen gekreuzten Ultrarot-Polarisatoren die Strukturen deutlich zu erkennen sind (Bild 12).

Anmerkung: Die Bilder 11 und 12 wurden in Jena im Laboratorium für Mikroskopie gemacht.

Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit werden Herstellung und Wirkungsweise von Ultrarot-Flächenpolarisatoren auf der Basis von Polyvinylalkohol beschrieben. Die Filter haben einen Polarisationsbereich von $0,6$ bis $2,8\mu$ und $3,5$ bis $6,5\mu$. Außerdem werden Anwendungsbeispiele dieser neu entwickelten Flächenpolarisatoren aus dem Gebiet der Ultrarot-Spannungsoptik und Ultrarot-Mikroskopie gebracht.

Schrifttum

- [1] LAGEMANN, R. T. und MILLER, T. G., J. opt. Soc. Amer. **41** (1951), 1063—1064.
- [2] ELLIOT, A., AMBROSE, E. J. und TEMPLE, R., J. opt. Soc. Amer. **38** (1948), 212—216.
- [3] J. opt. Soc. Amer. **38** (1948), 69.
- [4] DRECHSEL, L., DWP 12860 v. 16. 8. 1955.
- [5] — Naturwiss. **44** (1957), 533.
- [6] GÖRLICH, P., Wiss. Ann. **5** (1956), 724—743.
GÖRLICH, P., Die Anwendung der Photozellen. Akad. Verlagsges., Leipzig 1954.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2011/11/09 : CIA-RDP80T00246A016300050001-5

Druckschriften-Nr. 40 S 201-1

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2011/11/09 : CIA-RDP80T00246A016300050001-5

Optical Glass

VEB JENA^{er} GLASWERK SCHOTT & GEN., JENA

Optical Glass

The following qualities are available:

Objective Plate Quality (Astro-Glass),

precision-annealed glass of extremely high perfection, especially concerning schlieren and bubbles.

Available in finished pieces (discs, plates, prisms) only.

Plate Glass Quality,

fine-annealed optical glass being polished at two opposed faces and checked up for schlieren in this direction. The schlieren test is effected by naked eye using a special source of light. Very few small bubbles may occur being visible by means of auxiliaries only. Available in free dimensions or in finished pieces (discs, plates, prisms).

Fine Schlieren Quality,

the share of glass with small schlieren resulting from the selection of plate glass and being only limited available.

Rough schlieren are cut out.

Available in free dimensions or in finished pieces (discs, plates).

Cast Glass,

roughly finished optical glass corresponding approximately in its annealing to the plate glass quality. It is cut into blocks of about 200 mm. lateral length. The pieces have unpolished, fractured, and natural surfaces. Only rough failures as strong schlieren, bubble screens and other enclosures are cut out, as far as they are visible through the unpolished surfaces.

Available in total meltings only.

Glass - melted in platinum crucibles (Pt)

This glass type is nearly free from bubbles and more colourless. Provided with these special properties those glass types are produced being particularly liable to bubble formation, when melted in clay pots. (The glass types marked with "Pt" are melted in platinum crucibles only.)

Blanks for Optical Purposes

Available of each kind and size up to abt. 200 mm. diameter, and melted of nearly all glass types. Please specify glass type and rough dimensions by sketch in enquiries and orders.

Tolerance:	up to 90 mm. \varnothing	over 90 mm. and special forms
for diameter	± 0.2 mm.	± 0.4 mm.
for mean thickness	± 0.5 mm.	+ 1.0 mm. - 0.5 mm.

A small unavoidable pressing burr - being without importance for the necessary subsequent treatment - must be allowed.

Minimum quantities:

up to 30 mm. \varnothing	= 1000 pieces
over 30 mm. up to 50 mm. \varnothing	= 500 pieces
over 50 mm. up to 70 mm. \varnothing	= 250 pieces
over 70 mm. up to 120 mm. \varnothing	= 100 pieces
over 120 mm. up to 200 mm. \varnothing	= 50 pieces

For angular blanks the diagonal is applied as diameter, on principle.

Cut Glass

Upon request, we supply optical glass cut in plates of any thickness and size.

Optical Values

The optical values are resulting from the medium refraction for the *d*-line, and from the medium colour dispersion between the lines C-F, namely from the refraction difference $n_F - n_C$, and from the Abbe's Modulus $V_d = \frac{n_d - 1}{n_F - n_C}$. The deviations of the meltings concerning the specified optical values are more or less important for the various glass types. Generally they are not exceeding ± 1 unit in the third decimal of the medium refraction and ± 5 tenths in V_d -value.

To each trade invoice we attach testing certificates with the optical values.

The measurements are corresponding to an accuracy of

- ± 5 units of the fifth decimal in n_d ,
- ± 2 units of the fifth decimal in C-F - values.

All optical glass types are passing our electrical fine annealing, for which we have to state the following variations in the n_d - value within one melting:

- for fine-annealed optical glass no more than ± 0.0002 ,
- for precision-annealed glass no more than ± 0.00005 .

Durability

The variability as well as the chemical attackability of the surface of the glass types are depending on their composition. The resistance against water, acid or alkaline solutions is very different. The stability against atmospheric influences (weatherproofness) and acid solutions (acid resistance) is of particular importance.

The measure index for the weatherproofness is defined as the so-called weathering alkalinity A_v , the quantity of jodeosin in mg. on the sqm. originated on a fresh fractured surface after seven days' weathering combined with air saturated with water vapour at 18 °C. According to this index 5 separate groups of glasses are classified:

Group	h 1	h 2	h 3	h 4	h 5
A_v	0-5	5-10	10-20	20-40	over 40

Since also the so-called natural alkalinity A_n – the quantity of jodeosin combined on unweathered fresh fractured surfaces – may give details for the classification of durability of the glasses, the catalogue contains for every glass type the group designation h 1, h 2 etc., or the critical cases (e. g. $\frac{1}{2}$) as well as the latest obtainable A_v – and A_n – values. Concerning glass types, for which the theoretical conditions of the test method are no more sufficiently conclusive, these values are included into parentheses.

In touch with humidity – particularly by effect of even weak acids (e. g. perspiration) – iridescent, metallic bright stains are originating on acid-sensitive glasses. These stain colours (interference colours of thin flakes) are produced by thin siliceous gel layers, which are remaining on the glass surface after removal of the acid-soluble substances. For the numerical determination of this acid resistance a fresh-polished glass plate is exposed for certain periods to the effect of a half-normal, intensively stirred solution of nitric acid at 25 °C, and the thickness of the remaining or of the stripped-off gel layers is measured by means of an interferometer. The measure index is defined as the required time t in hours for obtaining a thickness of layer $x = 0.1 \mu$ (blue-black stain colour).

According to this index 5 groups of acid resistance are classified:

Group	f 1	f 2	f 3	f 4	f 5
Time t in hours for $x = 0.1 \mu$	over 100	100-10	10-1	1-0.1	below 0.1

The temporal process of the stain formation is specified for the small thicknesses of layer x by the equation $100 t = ax + bx^2$. The a – and b – values are stated in the catalogue in logarithmic calculation for each glass type. A line mark only indicates that a or b are practically disappearing small. If b can be neglected the glass is dissolving in the acid under nearly uniform speed. Increasing b – values mean improving protective effect by means of the originating gel layer.

Thermal Properties

The expansion of the glass types when heated by 1 °C is specified by the mean linear **coefficient of expansion** α for the unit of length being conclusive for the range between 25° and 125°. As far as higher temperatures are concerned, most of the glasses have an essentially larger expansion. The coefficient of expansion is almost suddenly increasing by multiple, reaching the so-called **transformation point Tg**. Also other temperature coefficients are considerably changing when exceeding this point, which corresponds for all glass types to a viscosity of abt. $\eta = 10^{13}$ absolute units (cm., g., sec.), and at which eventual existing tensions are rapidly equalized. The transformation point has been determined by means of expansion measurements with small cubes under a heating-up speed of 4° per minute. The fusion of the glasses is specified by the **depression point Eg**, being the temperature at which the glass is dipping into the small pores of its base plate under uniform heating-up speed.

Other Properties

Sporadic bubbles are unavoidable in optical glass. Glass types – specified in the list with “b” or “bb” – are those having more bubbles due to their chemical composition. A specified valuation of the bubble nature for the particular optical glass types may be learnt from our leaflet No. O 44.¹⁾

Every glass appears more or less intensely coloured having a heavy thickness. The list contains glass types with the indication “g”, which are showing a yellow colouration according to their chemical composition.

For glass types with the remark “p” it is impossible to avoid by technical means the appearance of fine, parallel laminated schlieren. Due to this fact, same are unsuitable for the production of prisms and lenses having a thickness of more than 15 mm. approximately. Such glasses are available in plates of 10 – 15 mm. thickness being checked up for schlieren through the polished largest faces as done with optical plate glass. Lenses and discs are to be cut out of same and of those indicated with “O” effecting the transmission of the light ray nearly vertical to the polished faces of the plate.

Glass types with the indication “x” are melted in great time intervals, and they are only available ex stock. Upon request, we are manufacturing these glass types as special meltings, the output of which is supplied against charge of the arising costs.

We are always looking after the absolutely correct designating the glasses with the melting numbers. For eventual arising confusions of glass it is impossible to defray the damage exceeding the glass value.

¹⁾ Literature: Krause and Oettel, Silikattechnik 3 (1952) p. 387–391
4 (1953) p. 245–248
5 (1954) p. 99–102

Optical Glass Types

Glass Type	Refractive Index n_d	Abbe's Modulus V_d	Dis-persion C - F	γ Density	Remarks	Weather-proofness			Acid Resistance			Thermal Properties		
						A_h	A_v	A_n	f	log a	log b	α	Tg	Eg

Fluorine-Crown

FK 1	1.4707	67.2	0.00700	2.30	O, x	3	17	1	5	1.2	—	868	394°	448°
FK 3	1.4645	65.7	0.00706	2.28	O, x	1	2	1	5	1.5	—	838	384°	450°
FK 4	1.4783	65.9	0.00726	2.23	O, x, b	5	112	5	5	0.4	—	467	481°	527°
FK 5	1.4875	70.0	0.00696	2.44	O	1	2	2	4/5	1.9	2.4	910	487°	539°
FK 6	1.4453	68.0	0.00655	2.29	x, p	1	3	2	5	0.6	—	1175	335°	379°

Phosphate-Crown (vide also Special Glasses)

PK 1	1.5038	66.8	0.00754	2.44	O, x, b	1	2	1	1	—	7.2	610	563°	604°
PK 2	1.5182	65.2	0.00795	2.50	x, b	1/2	4	8	2	—	5.6	733	570°	608°

Phosphate-Heavy-Crown (vide also Special Glasses)

PSK 1	1.5477	62.9	0.00871	2.87	O, b	1/2	5	6	2	4.3	5.1	686	581°	610°
PSK 2	1.5687	63.1	0.00901	3.04	O, b	2	7	10	5	1.5	—	669	598°	623°
PSK 3	1.5523	63.5	0.00870	2.91	O, b	1/2	5	7	3	3.2	3.8	674	590°	632°

Boron-Crown

BK 1	1.5101	63.4	0.00805	2.48	b	2/3	10	9	1	—	7.2	828	549°	592°
BK 2	1.5066	62.0	0.00817	2.46	b	4	36	15	3	—	4.7	952	496°	528°
BK 3	1.4983	65.1	0.00765	2.37	bb	1	2	1	2	—	5.5	548	563°	590°
BK 4	1.5005	66.0	0.00758	2.38	bb	1	1	1	2	—	5.8	675	575°	626°
BK 5	1.5046	64.7	0.00780	2.40	b	1/2	4	4	5	1.8	2.1	643	528°	566°
BK 6	1.5311	62.1	0.00856	2.68	b	3	12	8	2	—	5.7	798	537°	577°
BK 7	1.5163	64.0	0.00806	2.53	b	1/2	5	6	1	—	6.4	775	544°	595°
BK 8	1.5202	63.6	0.00818	2.57	b	1/2	5	7	1	—	6.9	787	545°	588°
BK 9	1.4939	66.1	0.00747	2.32	bb	1	3	2	4	2.2	2.7	599	537°	569°
BK 10	1.4978	67.0	0.00743	2.41	O, bb	1	2	1	1	—	6.2	597	521°	575°
BK 12	1.5187	64.2	0.00808	2.51	b	2	7	5	1	—	6.2	714	560°	600°

Glass Type	Refractive Index n_d	Abbe's Modulus V_d	Dispersion C - F	γ Density	Remarks	Weather-proofness			Acid Resistance			Thermal Properties		
						h	A_v	A_n	f	log a	log b	α	Tg	Eg

Barite-Light-Crown

BaLK 1	1.5264	60.1	0.00876	2.69		3/4	19	18	1/2	—	5.9	953	510°	549°
BaLK 2	1.5178	61.1	0.00848	2.61	b	4	23	21	1	—	8.0	936	503°	536°
BaLK 3	1.5183	60.3	0.00859	2.63		3/4	20	19	1	—	8.0	891	490°	520°

Crown

K 1	1.5098	61.9	0.00824	2.47		4	28	23	2	—	5.5	920	517°	563°
K 2	1.5160	56.8	0.00909	2.63		5	65	29	1/2	—	6.0	907	455°	502°
K 3	1.5182	59.0	0.00879	2.55		3	14	15	1	—	8.0	894	520°	559°
K 4	1.5190	57.3	0.00905	2.63		3	14	13	1	—	6.5	787	505°	540°
K 6	1.5028	60.6	0.00830	2.43		4	34	25	3	—	4.7	912	492°	530°
K 7	1.5111	60.5	0.00845	2.54		2/3	11	10	2	—	5.5	920	527°	564°
K 8	1.5128	59.8	0.00858	2.57		4	24	15	1	—	6.3	881	509°	542°
K 9	1.5148	60.6	0.00849	2.48		3	16	19	2	—	5.5	894	609°	651°
K 10	1.5014	56.5	0.00888	2.53	O, b	2/3	10	7	1	—	7.7	679	458°	503°
K 11	1.5001	61.6	0.00812	2.50	O, b	1	3	2	1	—	7.7	681	499°	555°
K 13	1.5225	59.1	0.00884	2.52		2/3	11	16	1	—	7.3	882	557°	597°

Zinc-Crown

ZK 1	1.5332	58.0	0.00919	2.70		1/2	4	7	4	—	3.4	779	551°	592°
ZK 2	1.5209	60.2	0.00865	2.61		1/2	4	7	1	—	6.7	864	575°	612°
ZK 3	1.5103	59.1	0.00864	2.55	b	2/3	11	11	2	—	5.7	894	520°	561°
ZK 4	1.5119	58.2	0.00880	2.57	b	3	12	12	2	—	5.7	897	491°	551°
ZK 5	1.5338	55.4	0.00964	2.75		1/2	6	10	2	—	5.7	919	554°	591°
ZK 6	1.5128	57.2	0.00896	2.58		4	27	16	2	—	5.7	877	504°	539°
ZK 7	1.5080	61.0	0.00832	2.50	bb	1	3	5	2	—	5.8	492	515°	561°
ZK 8	1.5169	59.6	0.00867	2.59	b	4	29	24	1	—	8.0	864	553°	594°

Barite-Crown

BaK 1	1.5725	57.5	0.00996	3.21	b	1/2	5	12	4	—	3.6	800	603°	630°
BaK 2	1.5400	59.6	0.00905	2.86	b	2	8	12	1	—	6.6	842	559°	599°

Glass Type	Refractive Index n_d	Abbe's Modulus V_d	Dis- persion C - F	γ Density	Remarks	Weather- proofness			Acid Resistance			Thermal Properties		
						h=hydrolyt.class A_v weathering alkalinity A_n nat. alkalin.	f class of acid resistance	a, b = coefficients of time law	α = linear expansion $\times 10^6$	Tg = transform.point	Eg = depression point			
						h	A_v	A_n	f	log a	log b	α	Tg	Eg

Barite-Crown

BaK 3	1.5647	55.8	0.01012	3.10	b	1/2	4	8	3	—	4.5	769	588°	622°
BaK 4	1.5688	56.0	0.01015	3.11	b	1/2	5	10	3/4	—	4.1	748	555°	591°
BaK 5	1.5567	58.5	0.00951	3.02	b	1/2	5	11	2	—	5.4	822	581°	617°
BaK 6	1.5744	56.4	0.01018	3.09	b	1/2	4	8	2/3	—	4.9	773	574°	607°
BaK 7	1.5640	58.1	0.00970	2.90	x, bb, g	2	7	5	4	2.7	—	430	616°	648°

Heavy-Crown

SK 1	1.6102	56.5	0.01080	3.57	Pt	1	2	10	4/5	1.9	—	636	652°	681°
SK 2	1.6074	56.7	0.01072	3.52	Pt	1/2	4	10	3	—	4.6	633	654°	685°
SK 3	1.6088	58.9	0.01034	3.54	Pt	1/2	4	12	5	1.4	—	679	645°	661°
SK 4	1.6127	58.6	0.01046	3.58	Pt	1/2	4	11	5	1.0	—	676	639°	672°
SK 5	1.5891	61.2	0.00962	3.32	Pt	1/2	5	7	4/5	2.0	—	600	647°	677°
SK 6	1.6138	56.3	0.01090	3.61	Pt	1	2	8	5	1.6	—	637	650°	680°
SK 7	1.6073	59.5	0.01021	3.53	Pt	1/2	6	11	5	1.2	—	670	652°	687°
SK 8	1.6112	55.8	0.01095	3.58	Pt	1/2	4	14	4/5	1.9	—	632	630°	663°
SK 9	1.6141	55.1	0.01114	3.58	Pt	1	3	11	4/5	1.9	—	644	651°	680°
SK 10	1.6228	56.9	0.01095	3.66	Pt	1/2	5	15	5	0.7	—	720	638°	667°
SK 11	1.5638	60.7	0.00928	3.08	Pt, O	1/2	5	9	2	—	5.7	707	602°	635°
SK 12	1.5831	59.3	0.00983	3.28	Pt, O	1/2	6	10	4/5	2.0	—	708	618°	641°
SK 13	1.5918	58.2	0.01016	3.38	Pt, O	1/2	5	15	5	1.7	—	728	623°	660°
SK 14	1.6031	60.7	0.00994	3.43	Pt	1/2	6	9	5	1.3	—	649	648°	679°
SK 15	1.6230	58.1	0.01072	3.67	Pt	2	7	14	5	0.6	—	734	645°	676°
SK 16	1.6204	60.3	0.01029	3.60	Pt	2/3	10	15	5	0.6	—	711	649°	673°
SK 18	1.6385	55.5	0.01151	3.69	Pt	2	8	12	5	0.6	—	828	645°	665°
SK 19	1.6134	57.3	0.01071	3.45	Pt	1/2	6	10	5	1.5	—	657	650°	670°
SK 20	1.5596	61.2	0.00914	3.03	Pt, O	2	7	8	2/3	—	5.0	675	615°	640°
SK 21	1.6583	57.1	0.01152	3.95	Pt	2/3	10	12	5	0.2	—	768	642°	656°
SK 22	1.6779	55.5	0.01222	4.04	Pt	3	12	15	5	-0.3	—	820	623°	638°
SK 23	1.6425	58.1	0.01106	3.76	Pt	2	5	10	5	0.5	—	740	652°	667°
SK 24	1.6636	56.4	0.01176	4.00	Pt	2/3	10	12	5	0.2	—	800	643°	658°

Glass Type	Refractive Index n_d	Abbe's Modulus V_d	Dispersion C - F	γ Density	Remarks	Weather-proofness			Acid Resistance			Thermal Properties		
						h	A_v	A_n	f	$\log a$	$\log b$	α	T_g	E_g

Crown-Flint (vide also Short Flint and Special Glasses)

KF 1	1.5404	50.9	0.01062	2.78		3	17	20	1	—	6.8	939	472°	524°
KF 2	1.5263	51.0	0.01032	2.72		5	67	32	1	—	8.0	907	473°	504°
KF 3	1.5145	54.6	0.00942	2.57		5	45	24	1	—	6.8	886	475°	525°
KF 4	1.5336	51.6	0.01034	2.78		4	36	18	1	—	6.6	898	461°	487°
KF 5	1.5231	50.9	0.01027	2.72	b	2/3	11	10	1	—	8.0	747	447°	482°
KF 6	1.5174	52.2	0.00992	2.67	b	2/3	11	10	1	—	8.0	739	437°	500°
KF 7	1.5228	51.2	0.01021	2.64	b	4	28	17	1	—	8.0	846	450°	484°
KF 8	1.5112	50.9	0.01004	2.49	b, g, p	1	3	6	2	—	5.9	932	426°	486°

Barite-Light-Flint (vide also Special Glasses)

BaLF 1	1.5625	50.9	0.01105	3.10	b	1/2	5	13	1	—	6.6	821	538°	583°
BaLF 2	1.5710	51.0	0.01119	3.19	b	1/2	6	12	2	—	5.3	876	569°	585°
BaLF 3	1.5714	53.0	0.01079	3.16	b	1/2	5	13	2/3	—	5.0	841	555°	580°
BaLF 4	1.5796	53.9	0.01076	3.18	b	1/2	5	12	3	3.4	4.5	706	588°	621°
BaLF 5	1.5474	53.6	0.01021	2.98		1/2	4	13	1	—	6.7	871	541°	575°
BaLF 6	1.5890	53.2	0.01108	3.33	b	1/2	4	12	5	1.8	1.9	764	577°	599°
BaLF 7	1.5888	51.1	0.01151	3.35	b	1/2	4	13	2/3	—	5.1	794	576°	600°
BaLF 8	1.5536	51.4	0.01078	2.98		1/2	6	11	1	—	7.0	870	526°	556°

Heaviest-Crown

SSK 1	1.6172	54.0	0.01142	3.64	Pt	1/2	4	12	5	1.7	—	654	647°	676°
SSK 2	1.6223	53.1	0.01171	3.68	Pt	1/2	4	13	5	1.6	—	663	643°	678°
SSK 3	1.6148	51.1	0.01203	3.60	Pt	1/2	5	14	4/5	2.1	2.1	694	614°	650°
SSK 4	1.6177	55.1	0.01121	3.61	Pt	1	3	10	5	1.6	—	641	647°	677°
SSK 5	1.6584	50.8	0.01295	3.77	Pt, g	2/3	11	14	5	0.5	—	770	637°	655°
SSK 6	1.6176	52.7	0.01172	3.39	Pt	1/2	5	12	4	2.6	2.6	753	615°	649°
SSK 7	1.6185	50.4	0.01228	3.34	Pt	2	8	14	4/5	1.9	—	857	563°	606°
SSK 8	1.6177	49.8	0.01241	3.31	Pt	2/3	9	13	5	1.6	—	874	615°	667°
SSK 9	1.6201	49.8	0.01245	3.27	Pt	3/4	15	20	5	1.4	—	878	581°	607°
SSK 10	1.6935	53.6	0.01294	4.34	Pt, O	5	49	52	5	—0.1	—	880	620°	637°

Glass Type	Refractive Index		Dispersion C - F	γ Density	Remarks	Weather-proofness			Acid Resistance			Thermal Properties		
	n_d	V_d				h = hydrolyt. class	A_v = weathering alkalinity	A_n = nat. alkalinity	f = class of acid resistance	a, b = coefficients of time law	f	log a	log b	α = linear expansion $\times 10^8$

Double-Light-Flint

LLF 1	1.5481	45.9	0.01195	2.94		3	14	15	1	—	6.5	838	441°	469°
LLF 2	1.5407	47.2	0.01145	2.86		3	13	15	1	—	6.2	840	442°	477°
LLF 3	1.5601	47.0	0.01191	2.99		1/2	4	8	1	—	8.0	742	512°	560°
LLF 4	1.5614	45.3	0.01240	3.02		2	8	14	1	—	6.9	861	467°	512°
LLF 6	1.5317	48.9	0.01088	2.81	b	3	18	11	1	—	8.0	776	433°	490°
LLF 7	1.5487	45.4	0.01208	2.98		2/3	9	10	1	—	8.0	751	403°	462°
LLF 8	1.5326	46.0	0.01158	2.51	b, g, p	1	3	2	2	—	5.7	905	474°	518°

Barite-Flint (vide also Short Flint and Special Glasses)

BaF 1	1.5569	48.5	0.01148	3.00	b	3	18	22	2	—	5.5	990	470°	504°
BaF 2	1.5697	49.5	0.01152	3.17	b	1/2	5	11	2	—	5.7	852	543°	576°
BaF 3	1.5827	46.5	0.01254	3.29	b	1/2	6	10	1	—	6.2	825	520°	558°
BaF 4	1.6056	43.9	0.01379	3.52		1	3	10	2	—	5.2	821	550°	573°
BaF 5	1.6073	49.3	0.01233	3.55	b	1/2	4	12	3	—	4.4	740	598°	651°
BaF 6	1.5890	48.6	0.01211	3.35	b	1	3	12	1/2	—	6.0	765	581°	610°
BaF 7	1.6080	46.2	0.01316	3.54		1	3	12	2/3	—	4.9	783	560°	596°
BaF 8	1.6237	47.0	0.01326	3.67	g	1/2	4	10	4/5	2.1	2.2	732	593°	624°
BaF 9	1.6433	47.8	0.01347	3.85	b, g	1/2	5	10	5	1.4	—	682	623°	648°
BaF 10	1.6700	47.2	0.01420	3.84	Pt, g	1/2	6	11	5	0.8	—	813	641°	665°
BaF 11	1.6667	48.4	0.01378	3.81	Pt, g	2	7	10	5	0.7	—	768	638°	660°
BaF 12	1.6393	45.0	0.01421	3.59	b, g	2/3	10	7	5	—	2.6	732	589°	613°

Light-Flint

LF 1	1.5731	42.7	0.01343	3.16		2/3	9	17	1	—	7.1	876	448°	475°
LF 2	1.5892	41.0	0.01438	3.31		3	14	20	1	—	6.7	947	427°	460°
LF 3	1.5822	42.0	0.01385	3.20		2	7	14	1	—	6.9	825	472°	502°
LF 4	1.5785	41.7	0.01387	3.20		3	12	15	1	—	7.5	840	448°	492°
LF 5	1.5814	40.8	0.01425	3.25		3	15	23	1/2	—	6.1	958	412°	442°
LF 6	1.5673	42.8	0.01325	3.16		2/3	9	15	1	—	6.6	891	441°	460°
LF 7	1.5750	41.3	0.01392	3.22		1	3	10	1	—	6.6	766	460°	499°

Glass Type	Refractive Index n_d	Abbe's Modulus V_d	Dispersion C - F	γ Density	Remarks	Weather-proofness			Acid Resistance			Thermal Properties		
						h = hydrolyt. class	A_v = weathering alkalinity	A_n = nat. alkalinity	f = class of acid resistance	a, b = coefficients of time law	f	log a	log b	α = linear expansion $\times 10^8$

Flint

F 1	1.6259	35.6	0.01756	3.68		1/2	5	16	2	—	5.5	872	438°	473°
F 2	1.6200	36.3	0.01706	3.60		1/2	5	15	1/2	—	6.1	860	438°	482°
F 3	1.6129	37.0	0.01659	3.54		2	8	21	1	—	6.3	823	441°	464°
F 4	1.6166	36.6	0.01684	3.59		1/2	5	16	1	—	6.2	860	448°	482°
F 5	1.6034	38.0	0.01587	3.47		1/2	6	14	1	—	6.5	841	450°	476°
F 6	1.6364	35.4	0.01800	3.76		1/2	4	14	2/3	—	5.0	895	459°	492°
F 7	1.6254	35.6	0.01758	3.61		3	13	27	3	3.7	4.2	1019	426°	467°
F 8	1.5955	39.2	0.01519	3.39		1/2	4	13	1	—	6.2	815	452°	483°
F 9	1.6205	38.0	0.01634	3.56		1/2	5	9	2/3	—	5.0	806	469°	501°
F 10	1.6236	36.7	0.01697	3.61		1/2	5	10	2	—	5.7	815	442°	490°
F 11	1.6210	36.0	0.01727	2.67	g	1/2	5	3	1	—	8.0	787	572°	597°
F 12	1.6184	36.4	0.01697	3.60		1/2	5	15	1/2	—	6.1	860	438°	482°
F 13	1.6224	36.1	0.01725	3.60		1/2	5	15	1/2	—	6.1	860	438°	482°
F 14	1.6014	38.3	0.01571	3.47		1/2	6	14	1	—	6.9	841	450°	476°
F 15	1.6057	37.9	0.01596	3.47		1/2	6	14	1	—	6.5	841	450°	476°
F 16	1.5995	35.2	0.01704	2.89	b, g, p	1	3	3	2	—	5.7	1000	445°	464°

Barite-Heavy-Flint

BaSF 1	1.6261	39.1	0.01601	3.72		1/2	6	13	3	—	4.8	869	504°	537°
BaSF 2	1.6645	35.9	0.01852	3.89	g	1/2	6	16	3	3.5	4.6	850	502°	536°
BaSF 3	1.6072	40.2	0.01509	3.50		1/2	6	11	1/2	—	5.9	835	494°	535°
BaSF 4	1.6513	38.3	0.01699	3.91	g	1	3	16	4/5	—	2.9	868	497°	527°
BaSF 5	1.6032	42.5	0.01419	3.48	b, g	1/2	4	11	1	—	6.3	818	497°	539°
BaSF 6	1.6676	41.9	0.01594	3.79	b, g	2	7	12	5	1.2	—	795	568°	600°
BaSF 7	1.7015	41.1	0.01705	3.85	Pt, g	1/2	6	12	5	0.9	—	773	600°	629°
BaSF 8	1.7234	38.0	0.01905	3.93	Pt, g	1/2	4	9	5	1.0	—	766	593°	618°

Glass Type	Refractive Index n_d	Abbe's Modulus V_d	Dispersion C - F	γ Density	Remarks	Weather-proofness			Acid Resistance			Thermal Properties		
						h	A_v	A_n	f	$\log a$	$\log b$	α	T_g	E_g

Heavy-Flint (vide also Special Glasses)

SF 1	1.7174	29.5	0.02431	4.44	g	1	2	10	3/4	—	4.0	834	419°	454°
SF 2	1.6477	33.9	0.01912	3.86	g	1/2	5	13	2	4.3	4.9	875	445°	477°
SF 3	1.7400	28.2	0.02628	4.60	g	1	3	8	5	1.1	2.7	871	434°	468°
SF 4	1.7552	27.5	0.02743	4.79	g	1	3	5	5	1.4	2.4	830	420°	461°
SF 5	1.6727	32.2	0.02087	4.08	g	1/2	4	12	2	4.2	4.9	829	445°	474°
SF 6	1.8052	25.5	0.03163	5.13	g	1	3	10	5	0.7	—	828	440°	465°
SF 7	1.6398	34.6	0.01849	3.78	g	1/2	5	12	1/2	—	6.1	824	456°	481°
SF 8	1.6889	31.1	0.02212	4.21	g	1/2	5	9	3	3.6	4.5	813	433°	465°
SF 9	1.6545	33.8	0.01937	3.91	g	1	3	13	1/2	—	6.0	837	433°	462°
SF 10	1.7283	28.3	0.02570	4.26	g	1	3	12	1	—	6.9	757	452°	474°
SF 11	1.7847	25.7	0.03052	4.72	O, x, b, g	1	1	6	1	—	7.0	621	494°	542°
SF 12	1.6483	33.8	0.01920	3.72	g	1	3	10	1	—	6.9	798	457°	496°
SF 13	1.7408	27.7	0.02674	4.40	g	1	2	7	1	—	6.6	739	466°	510°
SF 14	1.7618	26.5	0.02873	4.50	O, x, g	1	3	6	1	—	6.6	724	473°	520°
SF 15	1.6989	30.1	0.02326	4.05	g	1/2	5	8	1	—	6.1	810	462°	486°
SF 16	1.6461	34.0	0.01901	3.86	g	1/2	5	13	2	4.3	4.9	875	445°	477°
SF 17	1.6502	33.7	0.01930	3.86	g	1/2	5	13	2	4.3	4.9	875	445°	477°
SF 18	1.7215	29.3	0.02464	4.44	g	1	2	10	3/4	—	4.0	834	419°	454°
SF 19	1.6668	33.1	0.02015	4.03	g	1/2	4	12	2	4.2	4.9	798	436°	473°

Glass Type	Refractive Index n_d	Abbe's Modulus V_d	Dispersion C - F	γ Density	Remarks	Weather-proofness			Acid Resistance			Thermal Properties		
						A_h	A_v	A_n	f	log a	log b	α	Tg	Eg

Short-Flint (vide also Special Glasses)

KzF 1	1.5512	49.6	0.01111	2.72	g	1	2	2	4	2.0	2.8	711	493°	532°
KzF 2	1.5294	51.8	0.01022	2.56	g	2	7	1	5	1.7	1.6	608	475°	501°
KzF 3	1.5241	53.1	0.00988	2.52	g	1	3	1	5	1.8	2.3	602	446°	511°
KzF 4	1.5704	48.1	0.01185	3.02	g	1/2	6	10	5	0.9	—	777	475°	513°
KzF 5	1.5213	52.8	0.00988	2.49	g	1/2	6	2	5	1.7	1.5	588	477°	505°
KzF 6	1.5268	51.1	0.01031	2.56	g	1	3	1	4	1.8	3.0	548	452°	501°

Special Glasses (Upon receipt of firm order these glass types are available in maximum quantities of 15 kg. resulting from one melting only, and they are to be protected when used in open air.)

PKS 1	1.5173	69.6	0.00743	2.57	x, b	5	(0)	(0)	2	—	5.7	586	496°	533°
PSKS 1	1.5582	67.8	0.00824	3.10	x, b	5	(0)	(0)	2	—	5.6	842	568°	591°
KzFS 1	1.6131	44.0	0.01393	3.17	x, b	1/2	(4)	(7)	5	0.4	—	539	475°	504°
KzFS 2	1.5578	53.9	0.01036	2.74	x, b	5	(77)	(28)	5	0.2	—	529	474°	523°
KzFS 3	1.5751	51.9	0.01108	2.89	x, b	5	(80)	(44)	5	0.1	—	573	496°	519°
SFS 1	1.9229	20.9	0.04408	6.03	x, b, g	1	3	8	5	-1.3	—	913	399°	419°
SSKS 1	1.6929	52.4	0.01323	4.20	x, b, g, p	3	18	36	5	-0.3	—	898	613°	634°

Jena, February 1961

Price on request

VEB JENA^{er} GLASWERK SCHOTT & GEN., JENA

Abt. KA 5

Telegrams:
Glaswerk

Telephone:
7252

Druckschrift O 13 g engl

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2011/11/09 : CIA-RDP80T00246A016300050001-5

DAS WERK IN JENA



Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2011/11/09 : CIA-RDP80T00246A016300050001-5