

**SCHOTT**  
glass made of ideas



**Optisches Filterglas 2024**



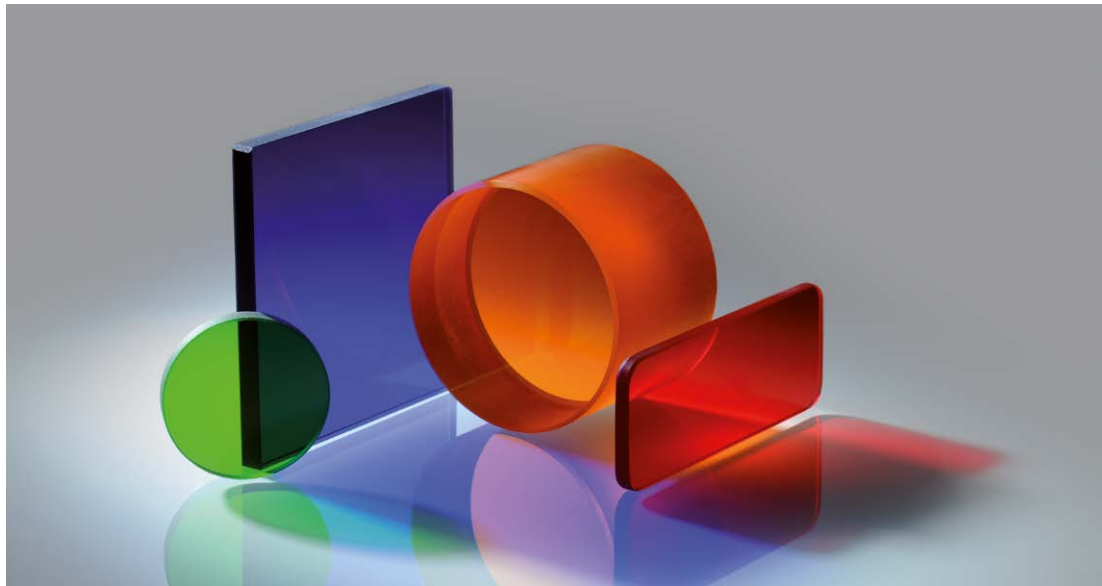
# Optisches Filterglas

SCHOTT ist ein international führender Technologiekonzern auf den Gebieten Spezialglas und Glaskeramik. Mit der Erfahrung von über 130 Jahren herausragender Entwicklungs-, Material- und Technologiekompetenz bietet SCHOTT ein breites Portfolio hochwertiger Produkte und intelligenter Lösungen und trägt damit zum Erfolg seiner Kunden bei.

SCHOTT Advanced Optics ist mit seinem umfassenden technologischen Know-how ein wertvoller Partner für seine Kunden bei der Entwicklung von Produkten und kundenspezifischen Lösungen für Anwendungen in Optik, Lithographie, Astronomie, Optoelektronik, Biowissenschaften und Forschung. Mit einem Produktportfolio von mehr als 70 Filtergläsern, optischen Gläsern, speziellen Materialien und Komponenten beherrschen wir die Wertschöpfungskette: von maßgeschneiderter Glasentwicklung zur hochpräzisen optischen Produktveredelung und Messtechnik.

SCHOTT: Ihr Partner für Exzellenz in Optik

Das Titelbild zeigt eine Designstudie einer Laserschutzbrille. Gebogenes Filterglas bietet hier durch hohe Absorption Schutz vor UV, blauer und grüner Laserstrahlung und ist im langwelligen Bereich besonders durchlässig.



# Inhalt

## Teil I · Optisches Filterglas – Beschreibung

<b>Vorwort</b> .....	<b>8</b>	<b>3</b>	<b>Optische Eigenschaften</b> .....	<b>18</b>
<b>Webshop</b> .....	<b>10</b>	3.1	Brechungsindex .....	18
<b>1 Einführung</b> .....	<b>12</b>	3.2	Reflexionsverlust an der Glas-Luft-Grenzfläche .....	18
1.1 Allgemeine Hinweise zu den Katalogangaben .....	12	3.3	Transmissionsgrad und Reintransmissionsgrad .....	19
1.2 Umweltaspekte, gefährliche Stoffe, RoHS, ISO, REACH .....	13	3.4	Abgeleitete optische Größen .....	21
1.3 SCHOTT optisches Filterglas: Produktportfolio .....	13	3.5	Graphen des Transmissionsspektrums .....	22
1.4 Positivliste .....	14	3.6	Spektrale Charakterisierung von Filtern .....	24
<b>2 Nomenklatur und Beschreibung des optischen Filterglases</b> .....	<b>15</b>	3.7	Temperaturabhängigkeit der spektralen Transmission .....	32
2.1 Gruppennamen .....	15	3.8	Lumineszenz/Fluoreszenz .....	32
2.2 Klassifikation nach Material .....	16	3.9	Farbe .....	32
		<b>4</b>	<b>Thermische und mechanische Eigenschaften</b> .....	<b>36</b>
		4.1	Mechanische Dichte $\rho$ in g/cm <sup>3</sup> .....	36
		4.2	Knoophärte $HK_{[0,1/20]}$ .....	36
		4.3	Festigkeit .....	36
		4.4	Transformationstemperatur $T_g$ in °C .....	37
		4.5	Thermische Ausdehnung $\alpha$ in 10 <sup>-6</sup> /K .....	37

<b>5</b>	<b>Chemische Eigenschaften</b> .....	<b>38</b>
5.1	Fleckenresistenz .....	38
5.2	Säureresistenz .....	39
5.3	Alkaliresistenz.....	40
5.4	Identifikation sichtbarer Oberflächenänderungen....	41
5.5	Feuchtebeständigkeit.....	41
5.6	Solarisationseffekt.....	42
<b>6</b>	<b>Innere Qualität</b> .....	<b>44</b>
6.1	Blasen und Einschlüsse .....	44
6.2	Schlieren .....	46
6.3	Brechzahlhomogenität und Wellenfront .....	46
<b>7</b>	<b>Weiterbearbeitung optischer Filtergläser</b> .....	<b>47</b>
7.1	Polierte optische Filter .....	47
7.2	Thermisches Vorspannen.....	48
7.3	Beschichtungen .....	50

## Teil II · Optisches Filterglas – Eigenschaften

<b>8</b>	<b>Optisches Filterglas: Produktlinie</b> .....	<b>54</b>
8.1	Portfoliogläser .....	54
8.2	Anfragegläser .....	56
8.3	Daten und Toleranzen .....	57
<b>9</b>	<b>Optisches Filterglas: Garantiewerte</b> .....	<b>57</b>
<b>10</b>	<b>Optisches Filterglas: Referenzwerte</b> .....	<b>64</b>
<b>11</b>	<b>Reintransmissionsgraphen</b> .....	<b>70</b>
<b>12</b>	<b>Toleranzen für polierte Filter</b> .....	<b>85</b>
12.1	Dimensionen.....	86
12.2	Polierte Oberflächen.....	87
12.3	Optische Qualität.....	87





# Optisches Filterglas

Teil I – Beschreibung

## Vorwort

SCHOTT Advanced Optics bietet eine Vielfalt optischer Filtergläser für jegliche spektrale Anforderung, um individuelle und kundenorientierte Lösungen zu ermöglichen.

Optisches Filterglas ist bekannt für seine selektive Absorption in bestimmten Wellenlängenbereichen und erscheint farbig, wenn sein Filtereffekt im sichtbaren Lichtspektrum liegt. Filter von SCHOTT sind seit mehr als 135 Jahren für ihre besonders hohe Qualität, Reinheit und hervorragenden Eigenschaften bekannt.

Gegenwärtig umfasst das Portfolio von SCHOTT Advanced Optics mehr als 70 verschiedene optische Filtergläsertypen, alle produziert mit großer Sorgfalt unter Nutzung hochentwickelter industrieller Prozesse mit folgendem Vorteilen:

- Hohe Transmission
- Hohe Blockung
- Die Filterwirkung hängt fast nicht vom Lichteinfallswinkel ab.
- Ausgezeichnete Qualität, Zuverlässigkeit und Beständigkeit
- Keine Polarisierungseffekte
- Erfahrungen mit hohen Anforderungen an Oberflächenqualität, extrem dünne Produkte und enge Toleranzen bei der Bearbeitung/Herstellung komplexer Gläsertypen
- Exzellente Haftungseigenschaften für optische Beschichtungen
- Alle FarbfILTERGLÄSER können als Substrate für Dünnschichtbeschichtung mit Interferenzfiltern genutzt werden. Dadurch lassen sich die spezifischen Vorteile (Absorptionseigenschaften des FarbfILTERGLÄSES und die Reflexionseigenschaften der Interferenzfilter) zu einem optischen Filter kombinieren.
- In Sonderschmelzen können Gläseigenschaften maßgeschneidert werden, um eine optimale technische Lösung zu bieten.

SCHOTT's optisches Filterglasportfolio ist das Sortiment der Wahl für Systemdesigner und Optikingenieure und wird ständig entsprechend den Marktbedürfnissen aktualisiert. Durch Weiterentwicklung seiner Fähigkeiten hat SCHOTT kontinuierlich sein Portfolio an optischem Filterglas erweitert.

Folgende Filtergläser wurden in dieser Auflage ergänzt:

- N-WG205, RG905, BG59 und S8851
- S7000, S7005, S7010N

SCHOTT's optische Filter werden in zwei Teilen beschrieben, wobei der **erste Teil** mit der Bezeichnung „**Beschreibung**“ Informationen zu den wichtigsten Kriterien für die Materialien und Eigenschaften von optischen Filtern enthält. Der **zweite Teil** mit der Bezeichnung „**Eigenschaften**“ enthält zusätzlich detaillierte Materialdaten und Spezifikationen.

Wenn Sie Informationen benötigen, die in diesem Katalog nicht aufgeführt sind, wenden Sie sich bitte an einen Vertreter unseres weltweiten Verkaufsteams. Unser globales Expertenteam steht Ihnen beratend zur Seite und hilft, die beste Lösung für Ihre Anwendung zu finden.

Da wir ständig bemüht sind, unsere Produkte durch Innovationen und neue technische Entwicklungen zu Ihrem Vorteil zu verbessern, behalten wir uns das Recht vor, die optischen und nichtoptischen Daten in unserem **Optischen Filterglaskatalog** ohne vorherige Ankündigung zu ändern.

Dieser Katalog wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; Wir übernehmen jedoch keine Haftung für den unwahrscheinlichen Fall, dass inhaltliche oder Druckfehler vorliegen.

Die Veröffentlichung dieses Katalogs ersetzt alle früheren Veröffentlichungen.

Januar 2024

# Willkommen in unserem Shop für Optische Materialien

[schott.com/shop/advanced-optics](https://schott.com/shop/advanced-optics)



**Optisches Glas**



**Optisches Filterglas**



**Spezialmaterialien**



**Archi**



### **Komfortable Online-Bestellungen**

- Profitieren Sie von zusätzlichen Online-Rabatten
- Echtzeitinformationen zu Preisen und Produktverfügbarkeit
- Umfangreiche Such- und Filteroptionen



### **Verwalten aller Bestellungen**

- Verfolgen und verwalten Sie all Ihre Online- und Offline-Bestellungen
- Bestellbezogene Dokumente herunterladen (Rechnung, Auftragsbestätigung, Lieferschein, Prüfberichte)



### **Informationen und Downloads**

- Überprüfen Sie alle Produktspezifikationen
- Herunterladen technischer Informationen, Datenblätter und Kataloge
- Zugang zum interaktiven Abbe- und Filterglasdiagramm sowie zum Filterglas-Kalkulationsprogramm



### **Besuchen Sie [schott.com/shop/advanced-optics](https://schott.com/shop/advanced-optics)**

Überprüfen Sie unser Online-Portfolio und alle technischen Informationen, ohne sich anmelden zu müssen. Eine Online-Registrierung ist erforderlich, um Preise und Verfügbarkeiten zu sehen und zu bestellen.

Wenn Sie bereits SCHOTT-Kunde sind, wenden Sie sich bitte an [info.optics@schott.com](mailto:info.optics@schott.com) oder Ihren Vertriebsleiter, der für die Einrichtung eines Online-Kontos verantwortlich ist.

# 1 Einführung

## 1.1 Allgemeine Hinweise zu den Katalogangaben

Alle in diesem Katalog ohne Toleranzen aufgeführten Daten sind als Richtwerte zu verstehen. Nur die in Kapitel 2 des Abschnitts „**Eigenschaften**“ aufgeführten Werte, unter „Spektrale Garantiewerte für Kurzpass- und Bandpassfilter“, „Garantiewerte für NVIS-Filter“, „Spektrale Garantiewerte für Neutraldichtefilter“, „Spektrale Garantiewerte für Langpassfilter“ und „Spektrale Garantiewerte für Multibandpassfilter“ sind garantierte Werte. Die grafisch dargestellten Reintransmissionskurven sind Referenzkurven und dienen als erste Übersicht, um den für Ihre Anwendung am besten geeigneten Filtertyp zu finden.

Kapitel 1 des Teils „**Beschreibung**“ enthält einen Überblick über SCHOTT's optische Filterglasprodukte, Umweltaspekte als auch spezifische Informationen zum optischen Filterglas. Kapitel 2 befasst sich mit der Nomenklatur und Klassifikation der optischen Filtergläser. Kapitel 3 beschreibt optische Eigenschaften wie Brechungsindex, spektrale Charakteristik oder Lumineszenz/Fluoreszenz. Kapitel 4 definiert thermische und

mechanische Eigenschaften. Kapitel 5 befasst sich mit chemischen Eigenschaften und Kapitel 6 gibt einen Überblick über innere Qualität. Kapitel 7 behandelt Themen wie die Weiterverarbeitung von optischem Filterglas und Anwendungen.

Alle unsere Filterdatenblätter und das Filterglas-Kalkulationstool sind leicht zugänglich über [schott.com/products/optical-filter-glass](https://www.schott.com/products/optical-filter-glass), und beinhalten auch Filtergläser, die nur auf spezielle Anfrage hergestellt werden.

Sofern nicht anders angegeben, gelten alle Angaben für eine Temperatur von 20°C.

Auf Anfrage können die Referenzwerte genauer spezifiziert und die garantierten Werte nach Möglichkeit an Ihre Anforderungen angepasst werden. Natürlich können wir Ihnen auch zusätzliche Eigenschaften auf Anfrage vermessen oder zusichern.

## 1.2 Umweltaspekte, gefährliche Stoffe, RoHS, ISO, REACH

SCHOTT Advanced Optics produziert und vertreibt spezielle Materialien und Komponenten gemäß den professionellen Standards unseres globalen Umwelt-, Gesundheits- und Sicherheitsmanagements, um Umweltverschmutzung zu vermeiden und natürliche Ressourcen zu schonen. Dabei befolgen wir die Verfahren und die Philosophie unseres globalen Qualitätsmanagementsystems. Der Einkauf und die Bearbeitung/Abwicklung von Rohstoffen, das Schmelzen von Chargen, das Warmumformen und Beschichten erfolgen streng nach festgelegten Sicherheitsverfahren und unter Einhaltung der Anforderungen an die Materialkonformität.

Alle optischen Materialien in diesem Katalog entsprechen den Anforderungen der Europäischen Richtlinie 2011/65/EU (RoHS). Die optischen Materialien in diesem Katalog enthalten keinerlei Quecksilber (Hg), Chrom VI (Cr(VI)) oder die Flammschutzmittel PBB und PBDE. Einige der optischen Filtergläser können

Blei oder Cadmium enthalten. Sie entsprechen der RoHS-Richtlinie gemäß Ausnahme 13b, die in ANHANG III der Richtlinie 2011/65/EU dokumentiert ist.

Darüber hinaus erfüllen alle in diesem Katalog behandelten Materialien die Anforderungen der Europäischen Verordnung 2006/1907/EG (REACH: Registrierung, Bewertung und Zulassung chemischer Substanzen).

## 1.3 SCHOTT optisches Filterglas: Produktportfolio

Das optische Filterglas-Portfolio von SCHOTT umfasst folgende Filtertypen im Bereich von UV bis NIR:

- **Bandpassfilter**, die selektiv für einen gewünschten Wellenlängenbereich durchlässig sind;
- **Langpassfilter**, die einen unerwünschten kürzeren Wellenlängenbereich blockieren;

- **Kurzpassfilter**, die einen unerwünschten längeren Wellenlängenbereich blockieren; und
- **Neutraldichtefilter**, die eine nahezu konstante Transmission aufweisen, insbesondere im sichtbaren Bereich.

Filterglas kann in unterschiedlichen Dicken eingesetzt werden, um die richtige Wirkung zu erzielen. Darüber hinaus verfügt SCHOTT über eine besondere Expertise im Verkitten von Kombinationen mehrerer Filtergläser.

Besonderes Augenmerk wurde auf die qualitativen und quantitativen Beschreibungen von Glas- und Filtereigenschaften gelegt, welche für den Anwender wichtig sind. Hierzu zählen beispielsweise die chemische Beständigkeit, die Blasenqualität und die Toleranzen der Transmissionseigenschaften.

Die Kurven im Teil „**Eigenschaften**“ fassen ähnliche Farbglas-typen zusammen, um die Suche nach dem Filterglas, das für ihre Anwendung am besten geeignet ist, zu vereinfachen. Diese Werte sind als Richtwerte zu verstehen und sollen nur zur ersten Orientierung dienen.

## 1.4 Positivliste

SCHOTT Advanced Optics bietet eines der weltweit breitesten Portfolios an optischen Filtergläsern. Unsere Portfolio-Gläser werden regelmäßig geschmolzen und sind langfristig verfügbar. Diese Gläser werden mindestens für die nächsten 5 Jahre in unserem Portfolio bleiben. Einzelheiten zu dieser Selbstverpflichtung und unserem Lebenszyklusmanagement finden Sie in unserer [Positivliste](#) auf unserer Website, die jedes Jahr aktualisiert wird.



## 2 Nomenklatur und Beschreibung des optischen Filterglases

Unsere optischen Filtergläser werden unter Verwendung unterschiedlichster Inhaltsstoffe hergestellt und haben zahlreiche optische Eigenschaften. Für unser Portfolio wird eine Nomenklatur verwendet, die eng mit dem farblichen Erscheinungsbild der Filtergläser und ihrer optischen Funktion zusammenhängt.

Viele andere Eigenschaften hängen jedoch auch mit der chemischen Zusammensetzung dieser Gläser zusammen. Im Abschnitt „Klassifizierung nach Materialien“ werden die drei Arten der Chemie beschrieben, die für optische Filtergläser gelten.

### 2.1 Gruppennamen

Optische Filtergläser sind charakterisiert durch ihre mehr oder weniger selektive Absorption optischer Strahlung. Die optischen Filter erscheinen nur dann farbig, wenn ihre Filterfunktion im sichtbaren Spektralbereich liegt.

**Unsere optischen Filtergläser sind nach folgenden Gruppennamen gegliedert:**

#### **Kurzpassfilter**

**KG** Nahezu farbloses Glas mit hoher Transmission im sichtbaren Bereich und hoher Absorption im IR-Bereich (Hitzeschutzfilter)

#### **Langpassfilter**

**GG** Nahezu farbloses bis gelbes Glas, IR-durchlässig

**OG** oranges Glas, IR-durchlässig

**RG** Rotes und schwarzes Glas, IR- durchlässig

**N-WG** Farbloses Glas mit einer Bandkante im UV, durchlässig im VIS- und IR-Bereich

#### **Bandpassfilter**

**UG** UV-durchlässiges Glas

**BG** Blaues, blau-grünes und Multibandpassglas

**VG** Grünes Glas

### **Neutraldichtefilter**

**NG** Graues Glas mit gleichförmiger Dämpfung im sichtbaren Bereich

### **NVIS Bandpassfilter**

**NVIS** Glas mit einer speziellen Farbe und hoher optischer Dichte im NIR\*

### **Spezialfilter**

**S** Filter mit speziellen Eigenschaften oder für spezifische Applikationen

## **2.2 Klassifikation nach Material**

Die verschiedenen optischen Filterglastypen lassen sich aufgrund ihrer Materialzusammensetzung in drei Klassen einteilen:

\* NIR wie in ISO 4007 definiert ist der Wellenlängenbereich IR-A von 780 nm bis 1.400 nm

### **2.2.1 Basisglas**

Farbloses (transparentes) optisches Glas, das die Bandkanten an verschiedenen Stellen im UV hat (siehe N-WG Glas).

### **2.2.2 Ionisch gefärbtes Glas**

Ionen von Schwermetallen oder Seltenen Erden können die spektralen Eigenschaften und die Färbung von Gläsern beeinflussen. Diese Wirkung hängt von der Art und Menge der Farbstoffe, der Oxidationsstufe der färbenden Ionen und der Basisglaszusammensetzung ab (siehe UG, BG, VG, NG und KG Gläser, aber auch RG9, RG1000, S8612 und NVIS-Glas).

### **2.2.3 Kolloidal gefärbtes Glas**

Die Farbstoffe in diesen Gläsern werden im Allgemeinen durch sekundäre Wärmebehandlung („Anlaufen“) des anfänglich (fast) farblosen Glases wirksam gemacht. Zu den besonders wichtigen Gläsern in dieser Klasse gehören die

gelben, orangefarbenen, roten und schwarzen Langpassfilter mit ihren steilen Absorptionskanten. Wie bei den ionisch gefärbten Gläsern hängt ihre Farbe von der Art und Konzentration der Färbemittel, dem Basisglas und in hohem Maße von ihrer thermischen Geschichte während der sekundären Wärmebehandlung ab (siehe GG, OG und RG Gläser mit Ausnahme von RG905 und RG1000).

Das optische Filterglas RG9 ist eine Mischung aus ionisch gefärbtem und kolloidal gefärbtem Glas. Die kurzwellige Absorptionskante ergibt sich aus dem kolloidalen Glascharakter und das langwellige Verhalten wird durch Ionenfärbung bestimmt.

### 2.2.4 Reproduzierbarkeit der Transmission

Die spektralen Eigenschaften des basischen und ionisch gefärbten optischen Filterglases sind innerhalb der einzelnen Schmelzen nahezu konstant. Aufgrund geringfügiger Abweichungen in den Eigenschaften und der Reinheit der Rohstoffe und der Chargenzusammensetzung können Abweichungen von Schmelze zu Schmelze auftreten. Die Transmission wird

nur für die Wellenlängen gesteuert, die im Abschnitt „Garantierte Spektralwerte“ jedes Datenblatts angegeben sind (siehe auch [Teil 2 Kapitel 2](#) dieser Broschüre). Die Schwankungen zwischen der minimalen und der maximalen Wellenlänge, die in den garantierten Spektralwerten aufgeführt sind, sind normalerweise gering. Außerhalb dieser Region können die Abweichungen jedoch viel größer sein. Die kolloidal gefärbten Gläser zeigen auch Abweichungen innerhalb einer Schmelze aufgrund technisch unvermeidbarer Temperaturgradienten während des Anlaufprozesses.

Im Abschnitt „Eigenschaften“ sind die zulässigen Transmissionsabweichungen für bestimmte Wellenlängen eines jeden Glastyps aufgeführt (siehe „Spektrale Garantiewerte für Kurzpass- und Bandpassfilter“, „Garantiewerte für NVIS-Filter“, „Spektrale Garantiewerte für Neutraldichtefilter“, „Spektrale Garantiewerte für Langpassfilter“ und „Spektrale Garantiewerte für Multibandpassfilter“). Diese spektralen Eigenschaften werden für jede Produktionscharge gemessen und dokumentiert. Durch Auswahl und Reservierung geeigneter Schmelzen und durch Variation der optischen Filterglasdicke können engere Toleranzen erreicht werden.

### 3 Optische Eigenschaften

Das folgende Kapitel behandelt die wichtigsten Definitionen und Formeln, mit denen die optischen Eigenschaften der Filtergläser beschrieben werden. Die Begriffe und Definitionen entsprechen DIN ISO 23364.

Außerdem werden die relevanten optischen Merkmale der Filtergläser erläutert.

#### 3.1 Brechungsindex

In der Abbildungsoptik sind Lichtbrechung und ihre spektrale Abhängigkeit (Dispersion) die wichtigsten Eigenschaften, sie werden durch den wellenlängenabhängigen Brechungsindex bestimmt  $n(\lambda)$ . Optische Filtergläser sind jedoch für ihre charakteristische spektrale Transmission optimiert, so dass die Brechungsindizes grundsätzlich nur als Referenzwerte aufgeführt sind. Schwankungen des Brechungsindex in der Größenordnung von  $\pm 0,01$  sind von Charge zu Charge möglich, aber die Homogenität innerhalb einer Charge ist weitaus besser.

#### 3.2 Reflexionsverlust an der Glas-Luft-Grenzfläche

An der Glas-Luft-Grenzfläche wird ein Teil des einfallenden Lichtstrahles reflektiert. Dieser Reflexionsverlust ist bekannt als „Fresnelverlust“ und ist eine Funktion des Brechungsindex der Luft ( $n_{Luft} = 1$ ) und des Brechungsindex des Glases ( $n(\lambda)$ ). Wegen der Abhängigkeit des Brechungsindex von der Wellenlänge ist auch der Reflexionsverlust  $R$  abhängig von der Wellenlänge und kann für eine einzelne Glas-Luft-Grenzfläche wie folgt berechnet werden:

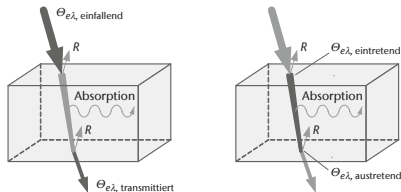
$$R = \left( \frac{1 - n(\lambda)}{1 + n(\lambda)} \right)^2$$

Aufgrund der Reflexionen, die auftreten, wenn die beiden Glasoberflächen eines Filters mit Luft in Kontakt kommen, wird die Strahlung an beiden Grenzflächen abgeschwächt. Der resultierende Reflexionsverlust wird durch den Reflexionsfaktor  $P(\lambda)$  beschrieben.  $P$  ist das griechische „Rho“. Unter der Bedingung inkohärenter Strahlung, senkrechter Einstrahlung und Berücksichtigung von Mehrfachreflexionen gilt Gleichung 1.

$$1 \quad P(\lambda) = \frac{2n(\lambda)}{n^2(\lambda) + 1}$$

### 3.3 Transmissionsgrad und Reintransmissionsgrad

Optische StrahlungsfILTER zeichnen sich durch eine stark wellenlängenabhängige Transmission aus. Somit sind die wichtigsten Filterdaten die spektrale Transmission  $\tau(\lambda)$  oder die spektrale Reintransmission  $\tau_r(\lambda)$ . Der Unterschied zwischen den beiden ist unten beschrieben:



**Abb. 3.1**  
Definition der spektralen Transmission (links) und Reintransmission (rechts)

Definition **spektraler Transmissionsgrad**:

$$2 \quad \tau(\lambda) = \frac{\Phi_{e\lambda, \text{transmittiert}}}{\Phi_{e\lambda, \text{einfallend}}}$$

Der spektrale Transmissionsgrad  $\tau(\lambda)$  in Gleichung 2 ist das Verhältnis des transmittierten (energetischen) spektralen Flusses  $\Phi_{e\lambda, \text{transmittiert}}$  zum einfallenden (energetischen) spektralen Fluss  $\Phi_{e\lambda, \text{einfallend}}$ . Folglich beschreibt  $\tau(\lambda)$  die Transmission des absorbierenden Glasfilters unter Berücksichtigung der Reflexionsverluste an der Front- und Rückseite des Filters. Dieser spektrale Transmissionsgrad kann leicht gemessen werden. Es ist wichtig zu beachten, dass im Falle einer planparallelen Geometrie des Substrats der einfallende spektrale Fluss und der transmittierte spektrale Fluss die gleiche Wellenlänge  $\lambda$  haben und sich beide in die gleiche Richtung bewegen. Im speziellen Fall der Lumineszenz (Kapitel 3.8) liegt zusätzlich ein gestreuter Fluss mit unterschiedlichen Wellenlängen vor, der diffus ist. Dieser zusätzliche Energiefluss muss aus der Messung des Transmissionsgrades  $\tau(\lambda)$  eliminiert werden.

### Definition Reintransmissionsgrad:

$$3 \quad \tau_i(\lambda) = \frac{\Phi_{e\lambda, \text{ austretend}}}{\Phi_{e\lambda, \text{ eintretend}}}$$

Der spektrale Transmissionsgrad  $\tau_i(\lambda)$  in Gleichung 3 ist das Verhältnis des aus dem Volumenfilter austretenden spektralen Strahlungsflusses  $\Phi_{e\lambda, \text{ austretend}}$  zum eintretenden Strahlungsfluss  $\Phi_{e\lambda, \text{ eintretend}}$ , welcher gerade in das Glas eingedrungen ist. Der Reintransmissionsgrad  $\tau_i(\lambda)$  beschreibt Verhältnis innerhalb des absorbierenden Filterglases ohne Berücksichtigung von Reflexionsverlusten. Die interne Reintransmission kann jedoch nicht direkt gemessen werden. Folgende Formeln werden zum Umrechnen des spektralen Reintransmissionsgrades in den Transmissionsgrad benutzt:

Benutzung von  $R$ :

$$\tau = \frac{(1-R)^2 \tau_i}{1 - \tau_i^2 R^2} \quad \text{und} \quad \tau_i = -\frac{(1-R)^2}{2R^2 \tau} + \sqrt{\frac{(1-R)^2}{2R^2 \tau} + \frac{1}{R^2}}$$

Oder unter Benutzung der Näherung mit dem Reflexionsfaktor  $P(\lambda)$ :

$$4 \quad \tau(\lambda) = P(\lambda) \cdot \tau_i(\lambda)$$

Insbesondere Gleichung 4 wird angewandt, um die spektrale Transmission und die Reintransmission in unserem Katalog und dem Kalkulationstool umzurechnen.

Das Bouguer-Lambert-Gesetz (Gleichung 5) gilt für senkrechten Strahlungseinfall und unter der Annahme einer homogenen Absorption. Es beschreibt die Abhängigkeit der spektralen Reintransmission von der Glasdicke.

$$5 \quad \tau_{i, d_1}(\lambda) = (\tau_{i, d_2}(\lambda))^{\frac{d_1}{d_2}}$$

$\tau_{i, d_1}(\lambda)$ : Reintransmission bei der Wellenlänge  $\lambda$  und der Filterdicke  $d_1$ .

$\tau_{i, d_2}(\lambda)$ : Reintransmission bei der Wellenlänge  $\lambda$  und der Filterdicke  $d_2$ .

Generell lautet die Beschreibung für die Abhängigkeit der spektralen Transmission von der Dicke:

$$6 \quad \tau_{d_1}(\lambda) = P(\lambda) \cdot (\tau_{i, d_2}(\lambda))^{d_1/d_2}$$

Unter Verwendung von Gleichung 6 kann die Dicke  $d_1$  aus einer gegebenen Transmission  $\tau_{d_1}(\lambda)$  durch Gleichung 7 abgeleitet werden.

$$7 \quad d_1 = d_2 \frac{\log(\tau_{d_1}(\lambda)) - \log(P(\lambda))}{\log(\tau_{i, d_2}(\lambda))}$$

### 3.4 Abgeleitete optische Größen

Aus der Transmission  $\tau(\lambda)$  und der Reintransmission  $\tau_i(\lambda)$  können die folgenden Größen berechnet werden.

#### 3.4.1 Spektrale optische Dichte

$$8 \quad D(\lambda) = \log_{10} \frac{1}{\tau(\lambda)}$$

#### 3.4.2 Spektrale Extinktion (Absorbanz)

$$9 \quad E(\lambda) = \log_{10} \frac{1}{\tau_i(\lambda)}$$

### 3.4.3 Spektrale Diabatie

$$^{10} \Theta(\lambda) = 1 - \log_{10} \left( \log_{10} \frac{1}{\tau_i(\lambda)} \right) = \log_{10} \frac{10}{\bar{E}(\lambda)}$$

**Anmerkung:** Für optisches Filterglas wird die spektrale Diabatie anhand der Reintransmission  $\tau_i$  berechnet. Für Interferenzfilter, die spezielle Reflektionseigenschaften aufweisen, wird die spektrale Diabatie unter Verwendung der spektralen Transmission  $\tau$  abgeleitet.

### 3.4.4 Lichttransmissionsgrad

$$^{11} \tau_{v, D65} = 100\% \frac{\int_{\lambda=380 \text{ nm}}^{780 \text{ nm}} \tau(\lambda) S_{D65}(\lambda) V(\lambda) d\lambda}{\int_{\lambda=380 \text{ nm}}^{780 \text{ nm}} S_{D65}(\lambda) V(\lambda) d\lambda}$$

Der Lichttransmissionsgrad (entsprechend DIN ISO 23364: 2022) ist das Verhältnis des von einem Filter mit der spektralen Transmission  $\tau(\lambda)$  durchgelassenen Lichtstromes zum einfallenden Lichtstrom  $S_{D65}(\lambda)$  der Lichtquelle D65 für photopisches Sehen  $V(\lambda)$ .

### 3.5 Graphen des Transmissionsspektrums

Die Reintransmission für die entsprechenden Referenzdicken wird grafisch im Abschnitt „Eigenschaften“ dargestellt. Auf der Abszisse sind die Wellenlängen von 200 nm bis 1200 nm aufgetragen. Der Reintransmissionsgrad  $\tau_i(\lambda)$  wird auf der Ordinate in einer speziellen doppeltlogarithmischen Skala (siehe spektrale Diabatie) dargestellt. Auf diese Weise dargestellt ist die Form des Kurvenverlaufes unabhängig von der Dicke des optischen Filterglases.

Die Werte sind Richtwerte und sollen daher nur zur Orientierung dienen.





## **3.6 Spektrale Charakterisierung von Filtern**

Optische Filter werden durch ihre spektralen Eigenschaften beschrieben und können nach ihrer Funktion eingeteilt werden. Die für Filterglas typischen Funktionen werden nachfolgend definiert und erläutert.

Grenzwerte und Toleranzen in den Spezifikationen beziehen sich in unserem Katalog immer auf eine Referenzdicke.

### **3.6.1 Langpassfilter**

Ein Langpassfilter lässt langwellige Strahlung passieren und blockt kurzwellige Strahlung (siehe Abbildung 3.2). Unsere Langpassfilter sind Steilkantenfilter, die sich durch eine exzellente Absorption im Sperrbereich und durch einen kurzen Übergang in den Transmissionsbereich auszeichnen. Im langwelligeren Bereich bieten sie eine nahezu perfekte Transmission.

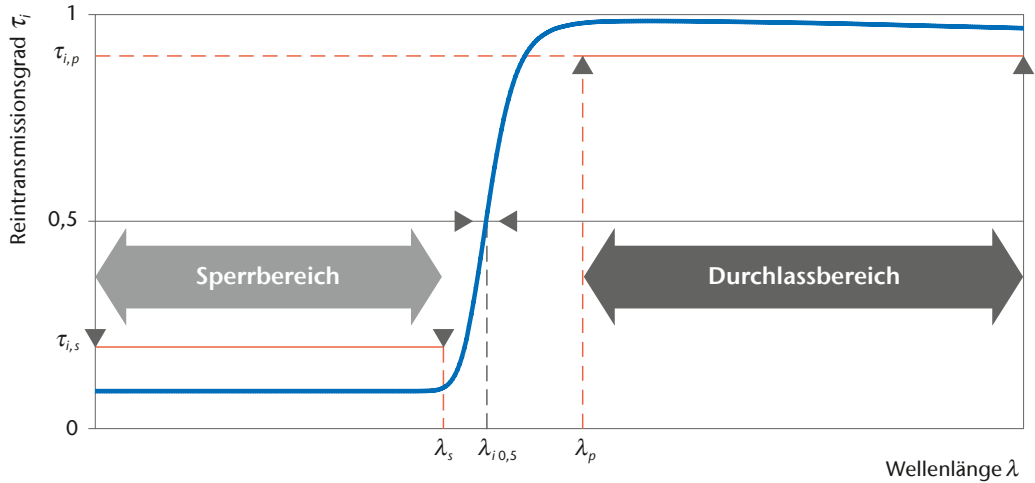


Abb. 3.2  
Langpassfilter

### Langpassfilter werden durch folgende Größen spezifiziert:

$\lambda_{i0,s}$ : Kantenwellenlänge oder Grenzwellenlänge, bei der die spektrale Reintransmission einen Wert von 0,5 hat.

$\lambda_s$ : Die Grenze des Sperrbereichs. Unterhalb dieser Wellenlänge hat die Reintransmission für einen bestimmten Spektralbereich einen Wert unter  $\tau_{i,s}$

Es gilt also:  $\tau_i(200 \text{ nm bis } \lambda_s) < \tau_{i,s}$

$\lambda_p$ : Die Grenze des Durchlassbereichs. Oberhalb dieser Wellenlänge fällt die spektrale innere Transmission innerhalb eines bestimmten Spektralbereichs nicht unter  $\tau_{i,p}$ . Das Durchlassband kann in mehrere Unterbereiche unterteilt werden, z. B. in zwei Bereiche mit  $\tau_{i,p1} = 0,90$  und  $\tau_{i,p2} = 0,97$ .

Es gilt also:  $\tau_i(\lambda_p \text{ bis } 2000 \text{ nm}) < \tau_{i,p}$  bzw.

$\tau_i(\lambda_{p1} \text{ bis } \lambda_{p2}) < \tau_{i,p1}$  und  $\tau_i(\lambda_{p2} \text{ bis } 2000 \text{ nm}) < \tau_{i,p2}$

### 3.6.2 Kurzpassfilter

Ein Kurzpassfilter lässt kurzwellige Strahlung passieren, während langwellige Strahlung blockiert wird (siehe Abbildung 3.3). Typischerweise ist die Steilheit am Übergang zwischen Durchlassbereich und Sperrbereich eines Langpassfilters viel steiler als die Steilheit eines Kurzpassfilters.

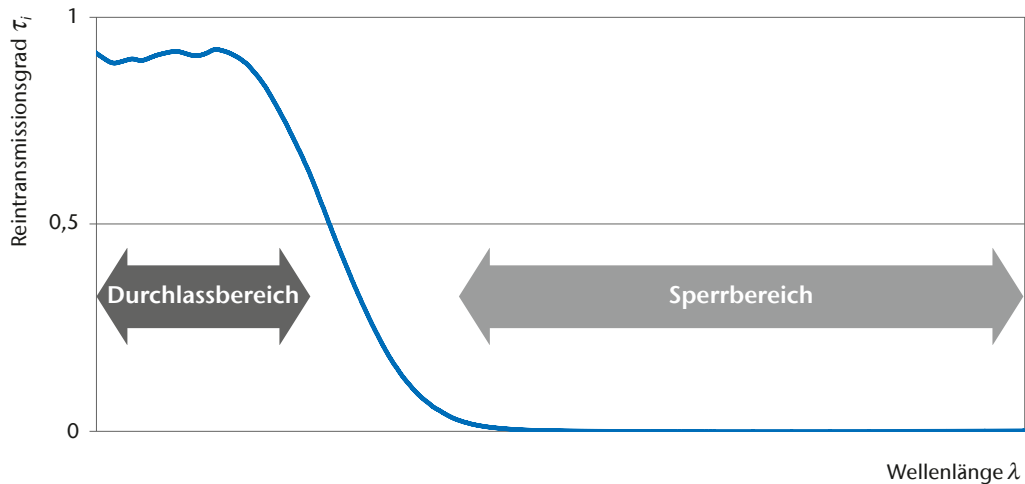


Abb. 3.3  
Kurzpassfilter

### 3.6.3 Bandpassfilter

Bandpassfilter übertragen selektiv einen gewünschten Wellenlängenbereich. Sie zeichnen sich dadurch aus, dass ein Bereich hoher Transmission (Durchlassbereich) von Bereichen mit geringer Transmission (Sperrbereiche) umschlossen ist (siehe Abbildung 3.4).

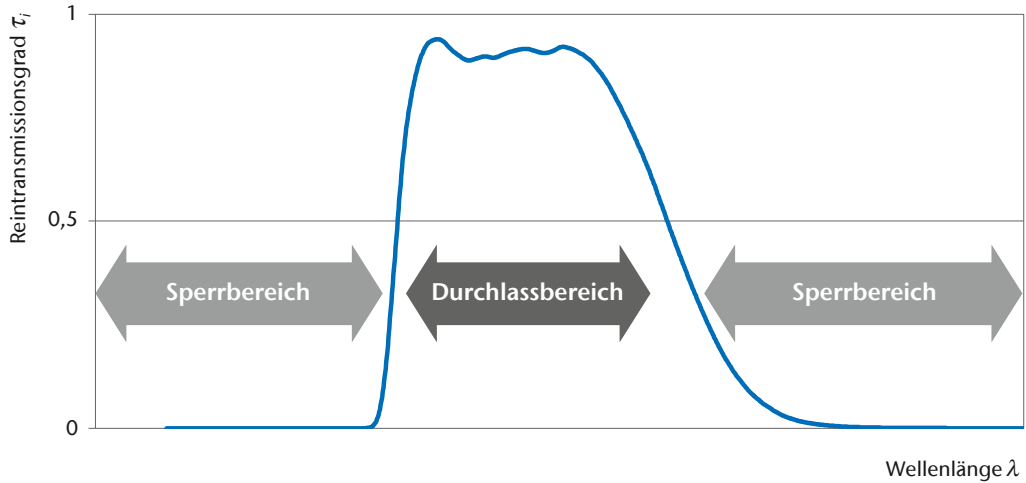


Abb. 3.4  
Bandpassfilter

### 3.6.4 Neutraldichtefilter

Neutraldichtefilter weisen im Bereich des sichtbaren Lichts, beispielsweise von 400 nm bis 800 nm, eine nahezu konstante spektrale Transmission auf und sind daher nur geringfügig wellenlängenabhängig. Neutraldichtefilter haben daher eine perfekte graue Farbe.



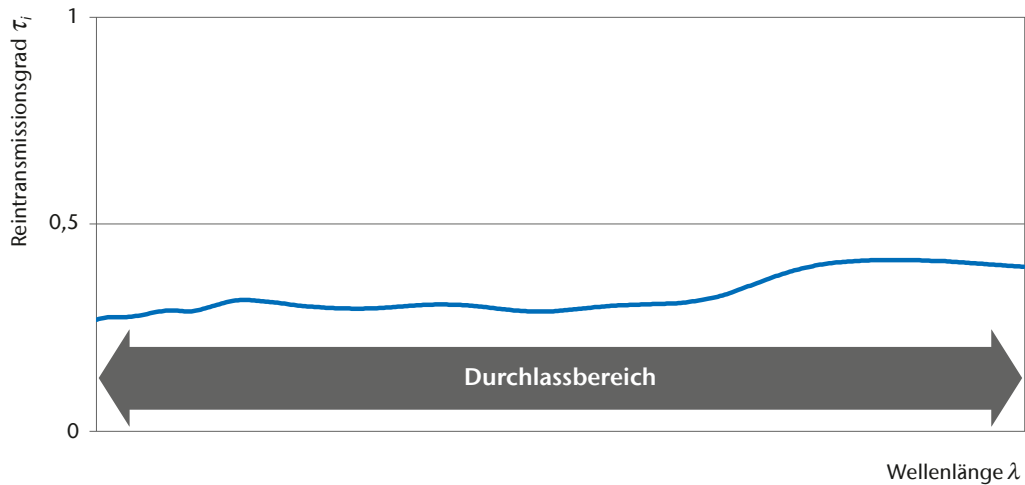


Abb. 3.5  
Neutraldichtefilter

### 3.6.5 Überblick über Transmissionseigenschaften

Die Abbildung in der Rückentasche dieser Broschüre zeigt die Transmissionseigenschaften aller unserer optischen Glasfilter. Um einen klaren Überblick zu erhalten, sind die Kurven in elf Gruppen unterteilt. Die Skala der Transmission ist linear, und die Kurven beziehen sich immer auf die jeweilige im Datenblatt angegebenen Referenzdicke.

### 3.7 Temperaturabhängigkeit der spektralen Transmission

Die Grenzwellenlänge  $\lambda_{r,0,5}$  von Langpassfiltern verschiebt sich mit zunehmender Temperatur zu höheren Wellenlängen. Im Abschnitt „Eigenschaften“ wird der Temperaturkoeffizient der Kantenwellenlänge  $\Delta \lambda_{r,0,5}/\Delta T$  [nm/K] für alle Langpassfilter aufgelistet. Es sind Durchschnittswerte.

Bei den Bandpassfiltern und Filtern mit geringer Steigung sind die Änderungen der spektralen Transmission als Funktion der Temperatur relativ gering. Weitere Informationen erhalten Sie auf Anfrage.

### 3.8 Lumineszenz/Fluoreszenz

Die mehr oder weniger ausgeprägte Lumineszenz des optischen Filterglases ist nur für praktische Zwecke interessant, wenn mit diesen Filtern die Lumineszenz von Materialien gemessen werden soll. Vor der Anwendung von optischen Filtergläsern als Anregungsfilter, d. h. zur spektralen Isolierung der anregenden Strahlung, sollte die Eignung des jeweiligen Glases im Einzelfall geprüft werden, denn die Fluoreszenzeigenschaften können bei manchen Glastypen von Charge zu Charge variieren.

### 3.9 Farbe

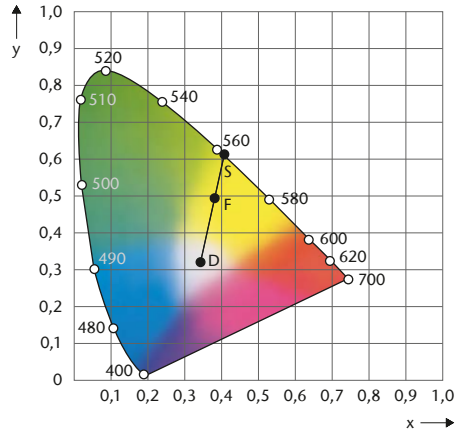
Farbe ist eine Empfindung, die vom menschlichen Auge wahrgenommen wird, wenn ein beleuchtetes Filterglas betrachtet wird. Sie ist eine Funktion der spektralen Transmission des Filters und der spektralen Verteilung der Beleuchtungslichtquelle. Der Farbreiz ist messbar und wird durch drei numerische Werte (X, Y, Z) gemäß den von der CIE festgelegten farbmimetrischen Konventionen definiert (siehe DIN EN ISO/CIE 11664 und DIN 5033-1: 2017). Im Normvalenzsystem für den 1931 CIE 2° farbmimetrischen

Normalbeobachter ist der Hellbezugswert mit dem Normfarbwert  $Y$  identisch. Um die dreidimensionale Beschreibung des Farbzeiges in einem Diagramm zu ermöglichen, nutzt man eine Transformation, um einen Farbort in einem ebenen Diagramm zu erhalten. Für optische Anwendungen haben sich die Transformationen der CIE von 1931 und 1976 als günstig erwiesen. Es gibt zwei Möglichkeiten, den Farbort  $F$  im Farbdigramm der CIE von 1931 zu beschreiben (siehe Abbildung 3.6): Entweder die Farbortkoordinaten (Farbwertanteile)  $x$  und  $y$  oder die dominante Wellenlänge  $\lambda_d$  und die Anregungsreinheit  $P_e = DF:DS$ .

Die folgenden Werte sind in den Datenblättern für unsere „farbigen“ Filtergläser aufgeführt, ausgenommen Schwarz-, Neutral- und Klarglaser:  $x$ ,  $y$ ,  $Y$ ,  $\lambda_d$ , and  $P_e$ .

Dies wird angewendet für:

- Filterdicken 1, 2 und 3 mm
- Folgende genormte Beleuchtungen:
  - Normlichtart A (Planckscher Strahler bei 2856 K)
  - Planckscher Strahler bei 3200 K
  - Normlichtart D65, Standardtageslicht
- CIE 2° farbmtrischer Normalbeobachter
- 20 °C Temperatur



**Abb. 3.6**

Die Farbe optischer Filtergläser nach der Definition von CIE 1931  
 D: Farbort der Strahlungsquelle, beispielsweise D65

S: Punkt, an dem die Ausdehnung  $DF$  den Spektralort bei  $\lambda_d$  schneidet

Die in den Datenblättern aufgeführten Farbwerte sind nur Richtwerte.

Farbwertkoordinaten, die für Nachtsichtbildsysteme (NVIS) relevant sind werden anhand der UCS-Koordinaten  $u'$  und  $v'$  beschrieben. Diese Koordinaten stehen über die folgende Formel in direktem Zusammenhang mit den CIE-x- und -y-Koordinaten:

$$^{12} \quad u' = \frac{4x}{-2x+12y+3} \quad \text{und} \quad v' = \frac{9y}{-2x+12y+3}$$

mit:

$u', v' = 1976$  UCS Farbkoordinaten entsprechend CIE  
 $x, y = 1931$  Farbkoordinaten entsprechend CIE

Zusätzlich können die UCS Farbwertkoordinaten auch mit Hilfe der Tristimuluswerte  $X, Y$  and  $Z$  berechnet werden:

$$^{13} \quad u' = \frac{4X}{X+15Y+3Z} \quad \text{und} \quad v' = \frac{9Y}{X+15Y+3Z}$$

Für Beleuchtungssysteme, die als kompatibel zu NVIS Green A, NVIS Green B, NVIS Yellow, NVIS Red oder NVIS White bezeichnet werden, muss der Farbort des Beleuchtungssystems der folgenden Formel entsprechen:

$$^{14} \quad (u' - u'_0)^2 + (v' - v'_0)^2 \leq r^2$$

mit:

$u'_0$  und  $v'_0 = 1976$  UCS Farbortkoordinaten des Mittelpunkts des spezifizierten Farbbereichs  
 $u'$  und  $v'$  = 1976 UCS Farbortkoordinaten des Farbortes des Beleuchtungssystems (Kombination aus Filter und Lichtquelle)  
 $r$  = Toleranzradius im 1976 UCS-Farbkoordinatensystem für die spezifizierte Farbe

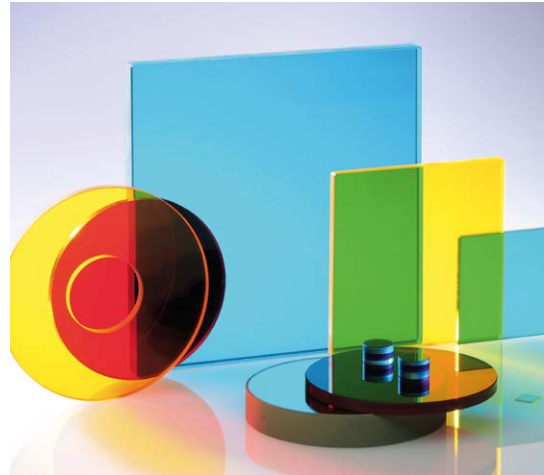
### 3.9.1 Helligkeit/photopische Transmission

Der Tristimuluswert  $Y$  (Helligkeit) kann durch den Begriff „Photopische Transmission“ ersetzt werden. Der Zusammenhang zwischen  $Y$  und der photopischen Transmission ist einfach ein Faktor von 1 %.

Beispiel: Helligkeit  $Y = 57$  entspricht einer photopischen Transmission = 57%

### 3.9.2 Messung der Farbwertanteile

SCHOTT bietet spezielle Filterglaskombinationen (SFK Typen), mit denen die Spektralwertfunktionen  $\bar{x}(\lambda)$ ,  $\bar{y}(\lambda)$ ,  $\bar{z}(\lambda)$  des CIE 2° farbmetrischen Normalbeobachters nachempfunden werden können. Diese SFK Filter sind kundenspezifisch auf die verwendete Sensorkennlinie angepasst, und können genutzt werden, um die Farbwertanteile zu messen. In den Abbildungen 11.12 bis 11.14 sind beispielhaft normierte Transmissionspektren dargestellt (siehe [Kapitel 11](#)).



Optische Filtergläser in verschiedenen Geometrien und Lieferformen (beschichtet, verklebt, u.s.w.).

## 4 Thermische und mechanische Eigenschaften

Um ein Sortiment an optischen Filtergläsern zu entwickeln, die einen möglichst großen Spektralbereich abdecken, mussten Gläser mit extremen Filtereigenschaften, zahlreiche Farbstoffe mit unterschiedlichen Konzentrationen und viele verschiedene Grundgläser entwickelt werden. Im Abschnitt „Eigenschaften“ sind wichtige Eigenschaften für jeden optischen Filterglástyp aufgelistet. Es sind typische Werte, die als Referenzwert zu sehen sind. Die Schwankungsbreite der angegebenen Werte von Charge zu Charge ist nicht bekannt. Genaue Messungen können auf Anfrage für eine entsprechende Charge durchgeführt werden.

### 4.1 Mechanische Dichte $\rho$ in $\text{g/cm}^3$

Die mechanische Dichte  $\rho$  ist definiert als der Quotient aus Masse und Volumen. Die meisten optischen Filterglástypen haben eine Dichte zwischen 2,4 und 2,8  $\text{g/cm}^3$ .

<sup>1</sup> Technische Informationen (TIE) können im „Download-Bereich“ der Produktseite heruntergeladen werden.

### 4.2 Knoophärte $\text{HK}_{[0,1/20]}$

Die Knoophärte drückt das Ausmaß der Oberflächenveränderungen in einem spröden Material nach dem Eindringen eines Testdiamanten mit einer vorgegebenen Kraft und Zeit aus. Die aufgeführten Werte werden gemäß ISO 9385 bei einer Prüfkraft von 0,9807 N und einer effektiven Prüfdauer von 20 s gemessen. Der Test wird bei Raumtemperatur durchgeführt, die Messunsicherheit liegt bei  $\pm 35 \text{ HK}_{[0,1/20]}$ .

### 4.3 Festigkeit

Die Festigkeit von Glas ist nicht nur eine Materialeigenschaft, sondern auch eine Funktion der Oberflächenqualität. Dies bedeutet, dass sie in hohem Maße von der Oberflächengüte und der Kantenqualität eines Bauteils abhängt. So können kleine Kratzer die Festigkeit erheblich verringern. Unser technisches Dokument „TIE 33: Design strength of optical glass and ZERODUR<sup>®</sup>“<sup>1</sup> bietet zusätzliche Informationen zur Festigkeit von Glas und zu relevanten Designfragen.

Die mechanische Festigkeit und die Temperaturschockfestigkeit kann durch thermisches oder chemisches Vorspannen erhöht werden. Siehe Kapitel 7.2.

#### 4.4 Transformationstemperatur $T_g$ in °C

Der Transformationsbereich eines optischen Filterglases ist der Grenzbereich zwischen sprödem und flüssigem Verhalten. Es zeichnet sich durch die präzise ermittelte Transformationstemperatur  $T_g$  aus, die nach ISO 7884-8 definiert ist. Als Faustregel gilt, dass während der Filternutzung eine maximale Temperatur  $T_{max} = T_g - 200^\circ\text{C}$  nicht überschritten werden darf, da sich sonst die Glas- und Filtereigenschaften dauerhaft ändern können.

#### 4.5 Thermische Ausdehnung $\alpha$ in $10^{-6}/\text{K}$

Der Wärmeausdehnungskoeffizient (CTE oder  $\alpha$ ) gibt die relative Änderung  $\Delta l/l$  der Länge eines Glases an, wenn es Wärme ausgesetzt wird. Er ist eine Funktion der Temperatur, aber die

Abhängigkeit ist gering. Daher kann sie mit einer linearen Funktion approximiert werden, die für einen begrenzten Temperaturbereich hinreichend genau ist:

$$\frac{\Delta l}{l} = \alpha \Delta T$$

Im Katalog werden die linearen Wärmeausdehnungskoeffizienten für zwei Temperaturbereiche angegeben:

- $\alpha_{-30/+70^\circ\text{C}}$  bezeichnet den linearen thermischen Ausdehnungskoeffizienten im Bereich von  $-30^\circ\text{C}$  bis  $70^\circ\text{C}$ .
- $\alpha_{20/300^\circ\text{C}}$  bezeichnet den linearen thermischen Ausdehnungskoeffizienten im Bereich von  $20^\circ\text{C}$  bis  $300^\circ\text{C}$ .

Der zweite Wert ist etwa 10% größer als der erste.

Für einige Gläser ist aufgrund ihrer niedrigen Transformationstemperatur der lineare Wärmeausdehnungskoeffizient nur für den Temperaturbereich von  $20^\circ\text{C}$  bis  $200^\circ\text{C}$  angegeben.

Auf Anfrage können auch Werte für andere Temperaturbereiche gemessen werden.

## 5 Chemische Eigenschaften

Für unterschiedliche chemische Anforderungen, insbesondere bei unterschiedlichen Verarbeitungsschritten, verwenden wir die für optisches Glas geltenden Resistenzklassen. Je größer die Resistenz des Glases ist, desto geringer ist die Klassenzahl. Die Resistenzklassen für alle optischen Filtergläser sind im Abschnitt „Eigenschaften“ aufgeführt.

Genauere Beschreibungen der einzelnen Prüfverfahren erhalten Sie auf Anfrage.

### 5.1 Fleckenresistenz

Das Prüfverfahren gibt Aufschluss über mögliche Veränderungen der Glasoberfläche (Fleckenbildung) unter Einwirkung von leicht saurem Wasser (z. B. Schweiß, saure Kondensate) ohne Verdampfung.

Die Bestimmung der Fleckenresistenzklasse erfolgt nach folgendem Verfahren: Die zu prüfende planpolierte Glasprobe wird auf eine Prüfküvette aufgedrückt, die eine sphärische

Vertiefung von max. 0,25 mm Tiefe mit einigen Tropfen Testlösung I oder II hat.

Testlösung I: Standardacetat pH = 4.6

Testlösung II: Natriumacetat-Puffer pH = 5.6

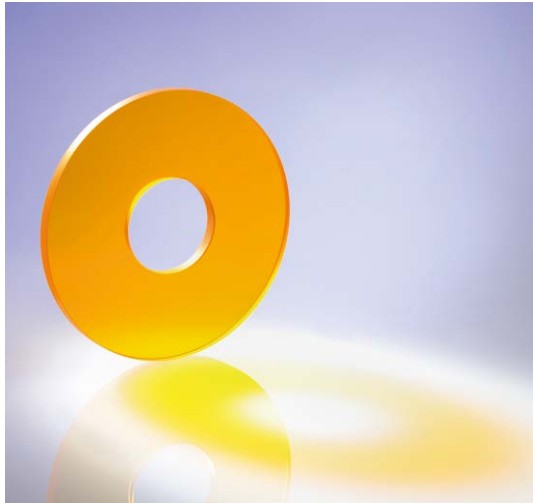
Interferenzfarbflecken entstehen durch Zersetzung der Glasoberfläche durch die Prüflösung. Das Maß für die Klassifizierung der Gläser ist die Zeit, die vergeht, bevor der erste braunblaue Fleck bei einer Temperatur von 25 °C auftritt. Diese Farbänderung deutet auf eine chemische Veränderung der zuvor definierten Oberflächenschicht von 0,1 µm Dicke hin.

Fleckenresistenz FR	0	1	2	3	4	5
Testlösung	I	I	I	I	II	II
Zeit (h)	100	100	6	1	1	0,2
Farbwechsel	nein	ja	ja	ja	ja	ja

**Tabelle 5.1**

Klassifikation optischer Filtergläser in Fleckenresistenzklassen FR 0 – 5.





CNC-bearbeitetes Filterglas

## 5.2 Säureresistenz

Die Säureresistenz nach ISO 8424:2023 klassifiziert das Verhalten von Glasoberflächen, die mit großen Mengen saurer Lösungen in Berührung kommen (unter praktischen Gesichtspunkten zum Beispiel Schweiß, Laminierungen, kohlenstoffhaltiges Wasser usw.). Die Säurebeständigkeit wird mit einer zwei- oder dreistelligen Zahl angegeben. Die ersten oder ersten beiden Ziffern geben die Säurebeständigkeitsklasse SR an. Die letzte Ziffer (durch einen Dezimalpunkt getrennt) bezeichnet die Veränderung der für das bloße Auge sichtbaren Oberfläche, die durch die Einwirkung auftritt (siehe Abschnitt 5.4).

Als Maß für die Säurebeständigkeit dient die Zeit  $t$ , die zum Auflösen einer Schicht mit einer Dicke von  $0,1 \mu\text{m}$  benötigt wird. Zur Bestimmung der Säurebeständigkeit werden zwei aggressive Lösungen verwendet. Für die widerstandsfähigeren Glastypen wird eine starke Säure (Salpetersäure,  $c = 0,5 \text{ mol/l}$ ,  $\text{pH } 0,3$ ) bei  $25^\circ\text{C}$  verwendet. Für Gläser mit geringerer Säurebeständigkeit wird auch bei  $25^\circ\text{C}$  eine schwach saure Lösung mit einem  $\text{pH}$ -Wert von  $4,6$  (Standardacetat) verwendet. Die

Klasse SR 5 bildet den Übergangspunkt zwischen den beiden Gruppen. Dazu gehören Gläser, bei denen die Zeit zum Entfernen einer Schichtdicke von 0,1  $\mu\text{m}$  bei einem pH-Wert von

0,3 weniger als 0,1 Stunden und bei einem pH-Wert von 4,6 mehr als 10 Stunden beträgt.

Säureresistenzklasse SR	1	2	3	4	5	51	52	53
pH-Wert	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3   4,6	4,6	4,6	4,6
Zeit (h)	> 100	10–100	1–10	0,1–1	<0,1   > 10	1–10	0,1–1	<0,1

**Tabelle 5.2**

Klassifikation optischer Filtergläser in Säureresistenzklassen SR 1– 53 (ISO 8424).

### 5.3 Alkali-resistenz

Die Alkali-resistenz nach ISO 10629 gibt die Empfindlichkeit von optischen Filtergläsern bei Kontakt mit warmen alkalischen Kühlflüssigkeiten beim Schleifen und Polieren an.

Die Alkali-beständigkeit wird durch zwei durch einen Dezimalpunkt getrennte Ziffern angegeben. Die erste Ziffer gibt die

Alkali-resistenzklasse AR an und die Dezimalstelle gibt die mit bloßem Auge sichtbaren Oberflächenänderungen an, das durch die Einwirkung entsteht.

Die Alkali-beständigkeitsklasse AR gibt die Zeit an, die erforderlich ist, um eine 0,1  $\mu\text{m}$  dicke Glasschicht in einer alkalischen Lösung (Natriumhydroxid,  $c = 0,01 \text{ mol/l}$ ,  $\text{pH} = 12$ ) bei einer Temperatur von 50 °C zu entfernen.

Die Schichtdicke berechnet sich aus dem Gewichtsverlust pro Oberfläche und der Dichte des Glases.

Alkali-resistenzklasse AR	1	2	3	4
Zeit (h)	>4	1–4	0,25–1	<0,25

**Tabelle 5.3**  
 Klassifikation optischer Filtergläser in Alkali-resistenzklassen AR 1– 4 (ISO 10629).

**5.4 Identifikation sichtbarer Oberflächenänderungen**

Bedeutung der Ziffern zur Klassifizierung der Säure- und Alkali-beständigkeit:

- .0 keine sichtbaren Veränderungen
- .1 klare, aber unregelmäßige Oberfläche
- .2 Interferenzfarben (leicht, selektives Auslaugen)
- .3 fest haftende dünne weiße Schicht (stärkeres, selektives Auslaugen, trübe Oberfläche)

- .4 lose haftende, dickere Schichten, z. B. unlösliche Reaktionsprodukte auf der Oberfläche (dies kann eine hochstehende und/oder abblätternde Kruste oder Oberfläche sein; starker Angriff)

**5.5 Feuchtebeständigkeit**

Die Oberfläche von hochempfindlichen Gläsern kann nach einiger Zeit einen leicht trüben Rückstand zeigen. Dieser Rückstand kann zunächst mit Glaspoliermitteln entfernt werden. Schwerere Angriffe beeinträchtigen die Oberflächenpolitur. Dieser Korrosionseffekt wird durch warme Luftfeuchtigkeit verursacht. Mehrere Faktoren beeinflussen die Korrosion der Filtergläser. Hierbei hat die Temperatur den größten Einfluss. Weitere Faktoren sind die relative Luftfeuchtigkeit, die Oberflächenqualität und Oberflächenverunreinigungen. Eine genaue Bewertung der Empfindlichkeit der Gläser gegenüber warmer Luftfeuchtigkeit ist daher schwierig. In Bezug auf dieses Verhalten werden unsere Filtergläser in vier Gruppen eingeteilt:

### Gruppe „Resistente Gläser“

Ohne Symbol


Bei diesen Filtergläsertypen tritt keine wesentliche Oberflächenveränderung auf. Eine Veränderung der Oberfläche ist nur unter extremen Bedingungen wie 85 °C und 85 % relativer Luftfeuchtigkeit über Hunderte von Stunden möglich.

### Gruppe „Robuste Gläser“

Symbol: 

Die mit **einem geschlossenen Regenschirm** gekennzeichneten Gläsertypen halten dem Warmfeuchtigkeitstest bei 60 °C und 90 % relativer Luftfeuchtigkeit mehr als 48 Stunden stand.

### Gruppe „Empfindliche Gläser“

Symbol: 

Die mit **einem geöffneten Regenschirm** gekennzeichneten Gläsertypen sollten in einem gemäßigten Klima oder in geschlossenen Arbeits- und Lagerräumen (konstante Temperatur unter 35 °C, relative Luftfeuchtigkeit unter 60 %) verwendet und gelagert werden. Ein Trockenmittel ist zu verwenden, wenn die Gefahr einer Benetzung oder erhöhter Feuchtigkeit besteht. Für den Einsatz und die Lagerung unter freiem Himmel und in tropischen Klimazonen empfiehlt es sich, Schutzbeschichtungen aufzutragen, die SCHOTT auf Anfrage zur Verfügung stellt.

### Gruppe „Sehr empfindliche Gläser“

Symbol: 

Bei den mit **zwei geöffneten Schirmen** gekennzeichneten optischen Filtergläsertypen ist nach einigen Monaten normaler Lagerung eine Veränderung der Glasoberfläche möglich. Diese Gläser sind mit Vorsicht zu behandeln: Jeglicher Kontakt mit Wasser oder warmer Luftfeuchtigkeit ist zu vermeiden. Zur Langzeitlagerung des ungeschützten Glases ist ein Trockenmittel zu verwenden. Des Weiteren empfehlen wir in jedem Fall Schutzbeschichtungen, die SCHOTT auf Anfrage bereitstellen kann.

## 5.6 Solarisationseffekt

Längerer Kontakt mit intensiven Lichtquellen hoher UV-Strahlung kann bei einigen wenigen Gläsertypen zu dauerhaften Veränderungen (Verringerungen) der Transmission führen. In der Glastechnologie nennt man diesen Effekt „Solarisation“. Es ist hauptsächlich eine Funktion der Intensität und der spektralen Verteilung der Strahlung. Je kürzer die Wellenlänge der Strahlung ist, desto größer ist der Solarisationseffekt.



Vorgespanntes Filterglas mit kratzfester Beschichtung.

Der Solarisationseffekt äußert sich hauptsächlich in einer Verschiebung der kurzwelligen Flanke zu längeren Wellenlängen und/oder einer Verringerung der Transmission im Durchlassbereich. Der Effekt beeinträchtigt nicht die Struktur und Stabilität des Glases, so dass es nicht zu einer Versprödung und Schwächung der mechanischen Stabilität wie beim Kunststoff kommt. Je nach spektraler Verteilung, Intensität und Dauer der Bestrahlung stellt sich ein Sättigungseffekt ein. Wenn die Durchlässigkeitskurve, die sich aus diesem Effekt ergibt, für die Anwendung akzeptabel ist, kann ein solches Glas vor der Verwendung „gealtert“ werden, indem es einer geeigneten Vorbestrahlung ausgesetzt wird. Ein wichtiges Beispiel für eine solche Anwendung sind KG-Wärmeschutzfilter für Xenonlampen.

Da die Solarisation eines optischen Filterglases stark von der spektralen Verteilung und Intensität der Lichtquelle, der Dauer und der geometrischen Anordnung der Bestrahlung abhängt, können keine detaillierten Angaben zur Solarisation gemacht werden. Optische Filtergläser, die zu einer höheren Solarisation neigen, sind im Abschnitt „Eigenschaften“ mit dem Symbol ☀ gekennzeichnet.

## 6 Innere Qualität

Die innere Qualität optischer Filtergläser zeichnet sich durch folgende Merkmale aus.

### 6.1 Blasen und Einschlüsse

Optisches Filterglas von SCHOTT zeichnet sich durch eine besonders geringe Blasenanzahl aus. Es ist jedoch nicht immer möglich, Blasen im Glas zu vermeiden. Die Beschreibung des Gehalts an Blasen und Einschlüssen variiert zwischen unpoliertem Glas und polierten optischen Filterkomponenten. Der Grund dafür ist, dass bei matten Platten und Rohglas die Blasenklassen für ein ziemlich großes Volumen von  $100 \text{ cm}^3$  definiert sind, während polierte optische Filterkomponenten häufig viel kleiner sind. Es ist daher nicht ungewöhnlich, dass blasenfreie Bauteile selbst aus einem Filterglas der Blasenklasse 3 hergestellt werden können.

#### 6.1.1 Blasen und Einschlüsse in matten optischen Filterglasplatten

Der Blasengehalt eines optischen Filterglases ist gekennzeichnet durch Angabe der Gesamtquerschnittsfläche der Blasen in  $\text{mm}^2$  bezogen auf  $100 \text{ cm}^3$  optisches Filterglasvolumen, berechnet aus der Summe der Querschnittsflächen der detektierten Einzelblasen, die größer als  $30 \mu\text{m}$  sind.

Einschlüsse in optischem Filterglas, wie kleine Steine oder Kristalle, werden als Blasen gleicher Querschnittsfläche behandelt. Nur Blasen und Einschlüsse mit einem Durchmesser von mehr als  $0,03 \text{ mm}$  werden in die Bewertung einbezogen. Die Blasenklassen sind in der Tabelle 6.1 aufgeführt:

Blasenklasse Matte Platten	Gesamtquerschnitt aller Blasen/Einschlüsse $\geq 0,03$ mm in mm <sup>2</sup> pro 100 cm <sup>3</sup> Glasvolumen
B0	$\leq 0,03$
B1	$\leq 0,10$
B2	$\leq 0,25$
B3	$\leq 0,50$

**Tabelle 6.1**

Die Blasenklassen von matten optischen Filterglasplatten.

### 6.1.2 Blasen und Einschlüsse in polierten optischen Filtern

Wenn der Transmissionsgrad hoch genug ist, können polierte optische Filterglaskomponenten leicht inspiziert werden. Daher kann jede gewünschte Spezifikation der inneren Qualität durch Auswahl des geeigneten Rohmaterials erzeugt werden.

Die innere Qualität polierter Filterglasbauteile wird gemäß der Norm DIN ISO 10110-18:2019 spezifiziert. Sollte der Kunde bei der Bestellung keine Angaben machen, beträgt die zulässige Menge an Blasen und Einschlüssen für alle polierten Filtergrößen 1/5 x 0,4. (Dies entspricht der Empfehlung von DIN ISO 10110-11:2016 bei einer Standardgröße des Filters von über 30 mm und bis zu 100 mm.) Diese Spezifikation gilt nur, wenn die Transmission des Filters hoch genug ist.

Bei Filtern, die für die Inspektion zu dunkel sind, können nur Oberflächenfehler inspiziert werden. Für die Oberflächenfehler gelten die Mindestanforderungen von DIN ISO 10110-11:2016. Engere Spezifikationen sind auf Anfrage möglich.

## 6.2 Schlieren

Schlieren sind lokal begrenzte Bereiche, die aufgrund ihres vom Grundglas abweichenden Brechungsindex detektiert werden können. Die Schlierenklassen sind in DIN ISO 10110-18: 2019 definiert. Wir verwenden die Schattenmethode, um die Schlierenklasse zu bestimmen. Die Schlieren-Bewertung ist abhängig von der Transparenz des optischen Filterglases. Daher gilt eine Spezifikation für Schlieren nur für polierte optische Filterkomponenten.

In unserem Standardglas können einzelne feine Schlieren vorhanden sein.

## 6.3 Brechzahlhomogenität und Wellenfront

Die Variation des Brechungsindex innerhalb eines optischen Filterglases ist ein Maß für dessen optische Homogenität. Je besser die Homogenität ist, desto geringer ist die Änderung des Brechungsindex. Soweit die Transparenz des optischen Filterglastyps dies zulässt, können indirekte Homogenitätsmessungen für **polierte** optische Filterglasbauteile durch Messung des Wellenfrontfehlers durchgeführt werden.

Bei polierten planparallelen Filtern empfehlen wir unseren Kunden die Deformation der transmittierten Wellenfront anstatt einer Ebenheit zu spezifizieren, um eine Überspezifikation der Oberflächen zu vermeiden. Damit wird auch die Unsicherheit über die Abbildungseigenschaften des polierten Bauteils reduziert.



## 7 Weiterbearbeitung optischer Filtergläser

SCHOTT bietet leistungsstarke, maßgeschneiderte, unpolierte, polierte und beschichtete optische Filter für Ihre Anwendungsanforderungen.

### 7.1 Polierte optische Filter

Unsere polierten optischen Filterkomponenten zeichnen sich durch besondere Materialqualität, Formgenauigkeit, ausgezeichnete Oberflächenqualität und hervorragende optische Leistung aus. Die internationale Norm ISO 10110 definiert die Qualitätsaspekte einer optischen Komponente.

Optische Filter werden in Form von polierten Platten oder Scheiben mit bearbeiteten Kanten geliefert. Unsere Polierqualität reicht von P2 bis P4 (nach ISO 10110 Teil 8). Die optische Funktion einer Filterkomponente ist nicht nur die korrekte spektrale Transmission. Insbesondere bei Abbildungsoptiken darf die Wellenfront nicht verzerrt werden. Die Wellenfrontabweichung ist eine Funktion der Oberflächenform, der Parallelität

und der Homogenität des Glases. Für Anwendungen mit hohen optischen Anforderungen empfiehlt es sich daher, die zulässige Wellenfrontabweichung anzugeben, anstatt Form, Parallelität und Homogenität mit nicht erreichbaren Toleranzen getrennt anzugeben. Die Wellenfrontdeformation aller unserer optischen Filtergläser kann auch für Gläser mit Transmission im nahen Infrarotbereich gemessen werden.

Zur Verbesserung der Oberflächenhärte und Festigkeit eines optischen Filterbauteils kann eine thermische Vorspannung (Festigen, Härten) angewendet werden (siehe [Abschnitt 4.3](#)).

Angesichts der vielfältigen Einsatzmöglichkeiten ist das Angebot an optischen Filtergläsern nicht auf bestimmte Standardgrößen und -dicken beschränkt, sondern kann nach Maß gefertigt werden abhängig von den maximal möglichen Abmessungen und Dicken jedes einzelnen Glastyps.

Spezielle Fasen und Kanten sind auf Anfrage erhältlich.

## 7.2 Thermisches Vorspannen

In den meisten Fällen wird ein absorbierendes optisches Filterglas durch die Lichteinstrahlung ungleichmäßig erwärmt. Die geringe Wärmeleitfähigkeit des optischen Filterglases verhindert ein schnelles thermisches Gleichgewicht.

So entstehen Temperaturgradienten sowohl zwischen der Vorder- als auch der Rückseite und insbesondere zwischen der Mitte und den Rändern des optischen Filterglases. Dadurch entstehen innerhalb des optischen Filterglases aufgrund der Wärmeausdehnung Biegespannungen.

Eine verbesserte Beständigkeit gegen größere Temperaturgradienten oder schnelle Temperaturänderungen und eine Erhöhung der Biegefestigkeit kann durch thermisches Vorspannen des optischen Filterglases erreicht werden. Die verbesserte Wärmebeständigkeit von gehärtetem optischem Filterglas verursacht eine geringfügige Verformung und möglicherweise eine geringfügige Änderung der Spektralwerte.

Dadurch lassen sich **die Grenzen, die für die spektralen Garantiewerte einer Glasart definiert sind, nicht mehr einhalten:**

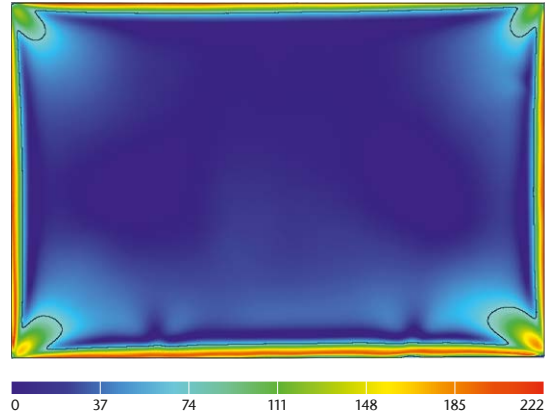
Eine geringfügige Abweichung muss vom Kunden akzeptiert werden, oder bei Bestellung mit uns verhandelt werden.

Bei optischen Filtergläsern, die vor intensiven Lichtquellen platziert werden, ist eine thermische Vorspannung erforderlich, um deren Bruchfestigkeit zu erhöhen. Es muss sichergestellt sein, dass die Temperatur des Glases eine Temperatur von ( $T_g - 300^\circ\text{C}$ ), oder kurzfristig von ( $T_g - 250^\circ\text{C}$ ) nicht überschreitet. Andernfalls wird das thermische Vorspannen in Abhängigkeit von Temperatur und Zeit schwächer. Die Transformationstemperatur  $T_g$  ist für jeden Farbglastyp in der Tabelle im Abschnitt „Eigenschaften“ angegeben.

Bereits bei der Gestaltung von Geräten mit thermischer Belastung müssen geeignete Maßnahmen ergriffen werden, um räumliche oder zeitliche Temperaturgradienten – insbesondere zwischen der Mitte und den Rändern der Glasplatte – zu minimieren (z. B.: gleichmäßige Ausleuchtung oder langsame



Veränderung der Temperatur). Beim Einbau von Filtern in Fassungen und Gehäuse ist darauf zu achten, dass keine zusätzlichen mechanischen Kräfte auf das Glas einwirken. Ein direkter Kontakt zwischen Metall und Glas ist zu vermeiden, isolierende Zwischenschichten aus geeigneten Materialien werden empfohlen.



**Abb. 7.1**

Visualisierung der Spannungsdoppelbrechung in einem thermisch vorgespannten Filter. Das Bild zeigt den gemessenen spannungsoptischen Gangunterschied in nm bei einer Probendicke von 3 mm.

### 7.3 Beschichtungen

Polierte Filter können mit zusätzlichen optischen Beschichtungen geliefert werden, um die optischen Eigenschaften zu verbessern oder der optischen Filterkomponente neue Funktionen hinzuzufügen.

Solche Beschichtungen umfassen:

- Antireflex-Beschichtungen
- Schutzbeschichtungen
- Kratzfeste Beschichtungen
- Spiegel
- Alle Arten von Interferenzfiltern
- Elektrisch leitfähige Beschichtungen
- Feuchteschutzbeschichtungen

Ausführliche Informationen zu den Beschichtungsmöglichkeiten finden Sie auf unserer Website [schott.com/products/optical-coatings](https://schott.com/products/optical-coatings) oder wenden Sie sich an einen Vertriebsmitarbeiter.



BG-Filter eignen sich ideal als NIR-Sperrfilter.



IR-durchlässige Langpassfilter



# Optisches Filterglas

Teil II – Eigenschaften

## 8 Optisches Filterglas: Produktlinie

### 8.1 Portfoliogläser

Die Farbfilterglas-Produktlinie umfasst mehr als 70 optische Filtergläsertypen.

Die Gläser BG59, N-WG205, RG905, S8851, S7000, S7005 und S7010N sind neu zum Portfolio hinzugekommen.

Unsere Portfolio-Gläser werden regelmäßig geschmolzen und sind langfristig verfügbar. Diese Gläser bleiben mindestens die nächsten 5 Jahre in unserem Portfolio. Einzelheiten zu dieser Selbstverpflichtung und unserem Lebenszyklusmanagement finden Sie in unserer [Positivliste](#) auf unserer Website, die jedes Jahr aktualisiert wird.



Unsere aktuelle Produktlinie besteht aus folgenden optischen Filterglastypen

UV-Bandpassfilter	Bandpassfilter		Multibandpassfilter	Langpassfilter		Kurzpassfilter	Neutraldichtefilter
UG1	BG3	BG60	BG36	N-WG205	OG515	KG1	NG1
UG2A	BG7	BG61	S7005	N-WG280	OG530	KG2	NG3
UG5	BG18	BG62	S7010N	N-WG295	OG550	KG3	NG4
UG11	BG25	BG66	S8008G	N-WG305	OG570	KG5	NG5
			S8802	N-WG320	OG590		NG9
	BG38	S8612	S8806A	S7000			NG1
	BG39	S8022	S8808	N-WG360*	RG610		
	BG40	S8023	S8851	S8003N*	RG630		
	BG42			GG395	RG645		
	BG55	VG9		GG400	RG665		
	BG59			GG420	RG695		
				GG435	RG715		
				GG455	RG780		
				GG475	RG830		
				GG495	RG850		
					RG9		
					RG905		
					RG1000		

**Tabelle 8.1:** SCHOTT Portfoliogläser mit Langzeitverfügbarkeit

\* N-WG360 und S8003N sind identisch

## 8.2 Anfragegläser

Folgende Gläser werden nur auf Anfrage geschmolzen:

Bandpassfilter	Multibandpassfilter	Langpassfilter	Kurzpassfilter	Farbkonversionsfilter	Neutraldichtefilter
BG4	BG20	WG225	KG4	FG13A	NG10
BG12	S8003G	GG385			NG12
BG23	S8807				
BG24A	S8809				
BG26	S8817				
BG28					
BG34A					
BG50					
VG6					
VG14					

**Tabelle 8.2:** Anfragegläser, die nur auf Anforderung gefertigt werden

### 8.3 Daten und Toleranzen

Alle in diesem Katalog aufgeführten Daten ohne Toleranzen sind als Referenzwerte zu verstehen. Nur die in Kapitel 9 dieses Teils „Eigenschaften“ unter „Spektrale Garantiewerte für Kurzpass- und Bandpassfilter“, „Garantiewerte für NVIS-Filter“, „Spektrale Garantiewerte für Neutraldichtefilter“, „Spektrale Garantiewerte für Langpassfilter“ und „Spektrale Garantiewerte für Multibandpassfilter“ aufgeführten Werte sind Garantiewerte. Die grafisch dargestellten Reintransmissionskurven dienen als erste Übersicht, um Sie bei der Suche nach dem für Ihre Anwendung am besten geeigneten Filtertyp zu unterstützen.

## 9 Optisches Filterglas: Garantiewerte

Unsere optischen Filtergläser werden aufgrund ihrer einzigartigen spektralen Eigenschaften in zahlreichen Anwendungen eingesetzt. Obwohl wir unsere Gläser mit hoher Reproduzierbarkeit bestimmter spektraler Eigenschaften anbieten können, ist es nicht möglich, den gesamten Wellenlängenbereich von UV bis NIR zu steuern. Stattdessen hat jedes Glas seinen eigenen Wellenlängensatz, der für diesen Glastype charakteristisch ist. Während der Produktion werden diese Wellenlängen ständig überwacht und der Schmelzprozess wird angepasst, um Variationen bei diesen Wellenlängen gering zu halten.

## Grenzwerte für $\tau_i$ für Kurzpass- und Bandpassfilter

Glasant	Dicke	$\tau_i(\lambda)$	$\tau_i(\lambda)$	$\tau_i(\lambda)$	$\tau_i(\lambda)$	$\tau_i(\lambda)$	$\tau_i(\lambda)$	$\tau_i(\lambda)$	$\tau_i(\lambda)$
UG1	1 mm	$\geq 0,80$ (365)	$\leq 0,10$ (405)	$\leq 0,06$ (694)	$\leq 0,53$ (750)				
UG2A	3 mm	$\leq 0,07$ (303)	$\geq 0,81$ (365)	$\leq 0,10$ (405)	$\leq 0,04$ (694)	$\leq 0,52$ (750)			
UG5	1 mm	$\geq 0,80$ (254)	$\geq 0,94$ (308)	$\leq 0,5$ (405)	$\leq 0,05$ (546)	$\leq 0,05$ (633)	$\leq 0,85$ (725)		
UG11	1 mm	$\geq 0,06$ (254)	$\geq 0,90$ (334)	$\leq 0,001$ (405)	$\leq 0,26$ (694)	$\leq 0,32$ (725)			
BG3	1 mm	$\geq 0,94$ (365)	$\leq 5 \cdot 10^{-5}$ (633)						
BG7	1 mm	$\geq 0,25$ (365)	$\geq 0,78$ (488)	$\leq 0,08$ (633)					
BG18	1 mm	$\geq 0,30$ (350)	$\geq 0,65$ (405)	$\geq 0,88$ (514)	$\leq 0,25$ (633)	$\leq 0,03$ (694)	$\leq 5 \cdot 10^{-4}$ (1060)		
BG25	1 mm	$\leq 0,8$ (334)	$\geq 0,93$ (405)	$\leq 0,39$ (488)	$\leq 0,36$ (725)				
BG38	1 mm	$\geq 0,80$ (350)	$\geq 0,93$ (405)	$\geq 0,95$ (514)	$\leq 0,67$ (633)	$\leq 0,32$ (694)	$\leq 0,06$ (1060)		
BG39	1 mm	$\geq 0,60$ (350)	$\geq 0,85$ (405)	$\geq 0,93$ (514)	$\leq 0,30$ (633)	$\leq 0,03$ (694)	$\leq 0,001$ (1060)		
S8612	1 mm	$\geq 0,96$ (500)	$\geq 0,48$ (600)	$< 0,02$ (700)					
BG40	1 mm	$\geq 0,80$ (350)	$\geq 0,93$ (405)	$\geq 0,97$ (514)	$\leq 0,57$ (633)	$\leq 0,16$ (694)	$\leq 0,02$ (1060)		
BG42	1 mm	$\geq 0,40$ (350)	$\geq 0,65$ (405)	$\geq 0,88$ (514)	$\leq 0,27$ (633)	$\leq 0,03$ (694)	$\leq 0,002$ (1060)		
BG55	1 mm	$\geq 0,76$ (405)	$\geq 0,93$ (514)	$\geq 0,18$ (633)	$\leq 0,016$ (694)	$\leq 5 \cdot 10^{-4}$ (1060)			
BG59	1 mm	$\geq 0,37$ (405)	$\geq 0,42$ (430)	$\geq 0,72$ (514)	$\geq 0,42$ (565)	$\leq 0,02$ (633)	$\leq 0,02$ (1500)		
BG60	1 mm	$\geq 0,80$ (405)	$\geq 0,91$ (514)	$\geq 0,10$ (633)	$\leq 0,008$ (694)	$\leq 0,0015$ (1060)			
BG60HT	1 mm	$\geq 0,85$ (405)	$\geq 0,93$ (514)	$\geq 0,10$ (633)	$\leq 0,008$ (694)	$\leq 0,0015$ (1060)			
BG61	1 mm	$\geq 0,84$ (405)	$\geq 0,93$ (514)	$\geq 0,18$ (633)	$\leq 0,03$ (694)	$\leq 0,008$ (1060)			

Glasart	Dicke	$\tau_r(\lambda)$	$\tau_r(\lambda)$	$\tau_r(\lambda)$	$\tau_r(\lambda)$	$\tau_r(\lambda)$	$\tau_r(\lambda)$	$\tau_r(\lambda)$	$\tau_r(\lambda)$
BG62	1 mm	$\geq 0,73$ (405)	$\geq 0,89$ (514)	$\geq 0,08$ (633)	$\leq 0,005$ (694)	$\leq 5 \cdot 10^{-4}$ (1060)			
BG62HT	1 mm	$\geq 0,80$ (405)	$\geq 0,90$ (514)	$\geq 0,08$ (633)	$\leq 0,004$ (694)	$\leq 5 \cdot 10^{-4}$ (1060)			
BG63	1 mm	$\geq 0,95$ (405)	$\geq 0,96$ (514)	$\geq 0,50$ (633)	$\leq 0,25$ (694)	$\leq 0,16$ (1060)			
BG64	1 mm	$\geq 0,99$ (405)	$\geq 0,99$ (514)	$\geq 0,72$ (633)	$\leq 0,55$ (694)	$\leq 0,45$ (1060)			
BG66	1 mm	$\geq 0,815$ (430)	$\geq 0,89$ (514)	$\geq 0,615$ (565)	$\leq 0,0015$ (694)	$\leq 2 \cdot 10^{-4}$ (1060)			
BG67	1 mm	$\geq 0,70$ (450)	$\geq 0,80$ (500)	$\geq 0,65$ (550)	$\leq 0,19$ (600)				
BG67HT	1 mm	$\geq 0,75$ (450)	$\geq 0,83$ (500)	$\geq 0,65$ (550)	$\leq 0,19$ (600)				
VG9	1 mm	$\leq 0,21$ (450)	$\geq 0,67$ (514)	$\leq 0,15$ (633)	$\leq 0,07$ (725)	$\leq 0,18$ (1060)			
VG20	1 mm	$\geq 0,75$ (450)	$\geq 0,83$ (500)	$\geq 0,65$ (550)	$\leq 0,19$ (600)				
RG9	3 mm	$\leq 0,45$ (720)	$\geq 0,92$ (800)	$\leq 0,40$ (1060)					
RG905	4 mm	$\leq 0,002$ (405)	$\leq 0,08$ (490)	$\leq 0,002$ (645)	$\geq 0,96$ (900)				
KG1	2 mm	$\geq 0,89$ (365)	$\geq 0,92$ (500)	$\geq 0,88$ (600)	$\leq 0,68$ (700)	$\leq 0,33$ (800)	$\leq 0,10$ (900)	$\leq 0,02$ (1060)	$\leq 0,06$ (2200)
KG2	2 mm	$\geq 0,93$ (365)	$\geq 0,94$ (500)	$\geq 0,92$ (600)	$\leq 0,83$ (700)	$\leq 0,55$ (800)	$\leq 0,28$ (900)	$\leq 0,12$ (1060)	$\leq 0,20$ (2200)
KG3	2 mm	$\geq 0,86$ (365)	$\geq 0,88$ (500)	$\geq 0,83$ (600)	$\leq 0,55$ (700)	$\leq 0,14$ (800)	$\leq 0,03$ (900)	$\leq 0,001$ (1060)	$\leq 0,01$ (2200)
KG5	2 mm	$\geq 0,80$ (365)	$\geq 0,86$ (500)	$\geq 0,80$ (600)	$\leq 0,43$ (700)	$\leq 0,09$ (800)	$\leq 0,008$ (900)	$\leq 1 \cdot 10^{-4}$ (1060)	$\leq 0,001$ (2200)

**Tabelle 9.1:** Spektrale Garantiewerte für Kurzpass- und Bandpassfilter: Grenzwerte der Reintransmission. Die zugehörige Wellenlänge ist jeweils in der Klammer in nm angegeben.

## Toleranzen für NVIS-Filter

Glasart	Dicke	Photopische Transmission		NVIS-Farbe gemäß MIL-STD-3009
		2100 K	1500 K	
S8022	2 mm	13,5 % ± 1,5%	9,0 % ± 1,5%	Grün A
S8023	3 mm	15,0 % ± 1,5%	10,5 % ± 1,5%	Grün A

**Tabelle 9.2:** Garantiewerte für NVIS-Filter

## Toleranzbereiche für $\tau_i$ für Neutraldichtefilter

Glasart	Dicke	$\tau_i(405 \text{ nm})$	$\tau_i(546 \text{ nm})$	$\tau_i(694 \text{ nm})$
NG1	1 mm		$< 10^{-4}$	
NG3	1 mm	0,06 ± 0,02	0,10 ± 0,02	0,17 ± 0,03
NG4	1 mm	0,27 ± 0,03	0,31 ± 0,03	0,39 ± 0,04
NG5	1 mm	0,56 ± 0,03	0,57 ± 0,03	0,62 ± 0,03
NG9	1 mm	0,025 ± 0,01	0,04 ± 0,02	0,08 ± 0,02
NG11	1 mm	0,76 ± 0,02	0,77 ± 0,02	0,79 ± 0,02

**Tabelle 9.3:** Spektrale Garantiewerte für Neutraldichtefilter: Toleranzen für die Reintransmission bei verschiedenen Wellenlängen

## Toleranzen und Grenzwerte für Langpassfilter

Glasart	Dicke	$\lambda_{i,0,5}(\tau_i = 0,50)$	$\lambda_s(\tau_{i,s} \leq 1 \cdot 10^{-5})$	$\lambda_{p1}(\tau_i, p1)$	$\lambda_{p2}(\tau_i, p2)$
N-WG205	2 mm	205 nm $\pm$ 10 nm		270 nm (0,97)	
N-WG280	2 mm	280 nm $\pm$ 6 nm	230 nm	380 nm (0,99)	
N-WG295	2 mm	295 nm $\pm$ 6 nm	250 nm	400 nm (0,99)	
N-WG305	2 mm	305 nm $\pm$ 6 nm	260 nm	420 nm (0,99)	
N-WG320	2 mm	320 nm $\pm$ 6 nm	280 nm	470 nm (0,99)	
N-WG360*	2 mm	360 nm $\pm$ 6 nm	320 nm	500 nm (0,98)	
GG395	3 mm	395 nm $\pm$ 6 nm	340 nm	480 nm (0,92)	
GG400	3 mm	400 nm $\pm$ 6 nm	340 nm	480 nm (0,93)	
GG420	3 mm	420 nm $\pm$ 6 nm	360 nm	530 nm (0,93)	
GG435	3 mm	435 nm $\pm$ 6 nm	370 nm	520 nm (0,92)	
GG455	3 mm	455 nm $\pm$ 6 nm	390 nm	530 nm (0,92)	
GG475	3 mm	475 nm $\pm$ 6 nm	410 nm	550 nm (0,92)	
GG495	3 mm	495 nm $\pm$ 6 nm	430 nm	560 nm (0,92)	

Glasart	Dicke	$\lambda_{i,0,s}(\tau_i = 0,50)$	$\lambda_i(\tau_{i,s} \leq 1 \cdot 10^{-5})$	$\lambda_{p1}(\tau_i, \rho1)$	$\lambda_{p2}(\tau_i, \rho2)$
OG515	3 mm	515 nm $\pm$ 6 nm	440 nm	580 nm (0,93)	
OG530	3 mm	530 nm $\pm$ 6 nm	460 nm	600 nm (0,93)	
OG550	3 mm	550 nm $\pm$ 6 nm	480 nm	620 nm (0,93)	
OG570	3 mm	570 nm $\pm$ 6 nm	500 nm	640 nm (0,93)	
OG590	3 mm	590 nm $\pm$ 6 nm	510 nm	660 nm (0,93)	
RG610	3 mm	610 nm $\pm$ 6 nm	530 nm	690 nm (0,94)	
RG630	3 mm	630 nm $\pm$ 6 nm	540 nm	710 nm (0,94)	
RG645	3 mm	645 nm $\pm$ 6 nm	560 nm	720 nm (0,94)	
RG665	3 mm	665 nm $\pm$ 6 nm	580 nm	750 nm (0,96)	
RG695	3 mm	695 nm $\pm$ 6 nm	610 nm	780 nm (0,96)	
RG715	3 mm	715 nm $\pm$ 9 nm	620 nm	810 nm (0,96)	
RG780	3 mm	780 nm $\pm$ 9 nm	610 nm	900 nm (0,97)	
RG830	3 mm	830 nm $\pm$ 9 nm	670 nm	950 nm (0,97)	
RG850	3 mm	850 nm $\pm$ 9 nm	700 nm	950 nm (0,90)	1200 nm (0,97)
RG1000	3 mm	1000 nm $\pm$ 6 nm	730 nm	1300 nm (0,90)	

**Tabelle 9.4:** Spektrale Garantiewerte für Langpassfilter nach Kapitel 3.6.1. Für  $\lambda_p$  ist der Grenzwert der Reintransmission in der Klammer angegeben.

\* N-WG360 und S8003N sind identisch



Toleranzbereiche für  $\tau_i$  für Multibandpassfilter





Glasart	Dicke	$\tau_1(\lambda)$	$\tau_2(\lambda)$	$\tau_3(\lambda)$	$\tau_4(\lambda)$	$\tau_5(\lambda)$
BG36	1,0 mm	$\geq 0,90$ (405)	$\leq 0,42$ (450)	$\geq 0,90$ (650)	$\leq 0,01$ (800)	
S8802	3,5 mm	$0,150 \pm 0,025$ (445)	$0,305 \pm 0,035$ (555)	$0,275 \pm 0,035$ (630)		
S8806A	2,5 mm	$> 0,71$ (455)	$> 0,769$ (550)	$0,002 \pm 0,002$ (580)	$0,900 \pm 0,030$ (618)	
S8808	3,5 mm	$0,256 \pm 0,030$ (445)	$0,320 \pm 0,015$ (555)	$\leq 0,015$ (580)	$0,285 \pm 0,030$ (620)	
S8809	2,2 mm	$0,196 \pm 0,033$ (440)	$0,2346 \pm 0,032$ (550)	$0,229 \pm 0,027$ (620)		
S8851	2,0 mm	$\geq 0,966$ (710)	$0,414 \pm 0,028$ (805)	$0,578 \pm 0,034$ (976)	$0,320 \pm 0,023$ (1222)	$0,290 \pm 0,023$ (1945)

Tabelle 9.5: Spektrale Garantiewerte für Multibandpassfilter. Die zugehörige Wellenlänge ist jeweils in der Klammer in nm angegeben.







## 10 Optisches Filterglas: Referenzwerte

Die folgenden Daten dienen nur als Referenz. Falls genaue Werte benötigt werden, kontaktieren Sie uns bitte mit Ihrer Anfrage für spezielle Messungen.

Glasart	Dichte $\rho$ in $\text{g/cm}^3$	$P_d$	$n_d$	Blasen- klasse	Chemische Resistenz				$HK_{(0,1/20)}$	CTE in $10^{-6}/\text{K}$		$T_k$ in nm/K	Empfind- lichkeiten*
					FR	SR	AR	$T_g$		-30°C/ +70°C	+20°C/ +300°C		
UG1	2,77	0,913	1,54	1	0	1.0	1.0	603°C	482	7,9	8,9		
UG2A	2,60	0,918	1,52	2	0	1.0	1.3	484°C	–	8,7	9,9		
UG5	2,85	0,914	1,54	2	0	3.0	2.0	462°C	407	8,1	9,4		
UG11	2,92	0,908	1,56	2	0	3.0	2.2	545°C	440	7,8	9,0		
BG3	2,55	0,921	1,51	1	0	1.0	1.0	478°C	438	8,8	10,1		
BG7	2,60	0,918	1,52	1	0	1.0	1.0	447°C	441	8,7	10,0		
BG18	2,68	0,914	1,54	2	0	2.0	2.0	457°C	462	7,4	8,9		
BG25	2,56	0,920	1,51	1	0	1.0	1.0	459°C	434	8,9	10,2		
BG38	2,66	0,916	1,53	2	0	2.0	2.0	482°C	472	7,5	8,9		
BG39	2,74	0,914	1,54	2	0	5.1	3.0	322°C	386	11,6	13,1**		
S8612	2,66	0,913	1,54	1	0	3.0	3.0	391°C	470	–	9,5		
BG40	2,74	0,916	1,53	1	0	5.1	3.0	313°C	383	11,9	13,7**		
BG42	2,69	0,914	1,54	2	0	2.0	2.0	475°C	467	7,3	8,7		
BG55	2,65	0,914	1,54	2	0	2.0	2.0	453°C	504	7,2	9,1		
BG59	2,81	0,911	1,55	0	0	5.2	3.0	411°C	431	9,7	11,5		
BG60	2,83	0,914	1,54	2	1	52.3	3.3	411°C	362	12,0	13,9		

Glasart	Dichte $\rho$ in $\text{g/cm}^3$	$P_d$	$n_d$	Blasen- klasse	Chemische Resistenz			$T_g$	HK <sub>(0,1/20)</sub>	CTE in $10^{-6}/\text{K}$		$T_k$ in nm/K	Empfind- lichkeiten*
					FR	SR	AR			-30°C/ +70°C	+20°C/ +300°C		
BG61	2,81	0,915	1,53	2	1	52.3	3.3	402°C	363	11,9	13,9		
BG62	2,85	0,914	1,54	2	1	52.3	3.3	410°C	368	11,9	13,6		
BG63	2,79	0,915	1,53	2	1	52.3	3.3	416°C	362	11,9	13,9		
BG64	2,78	0,916	1,53	2	1	52.3	3.3	417°C	371	12,0	13,8		
BG66	2,85	0,914	1,54	0	0	52.3	3.3	411°C	373	11,8	13,7		
BG67	2,85	0,913	1,54	2	1	52.3	3.3	390°C	364	11,8	13,7		
S8022	2,77	0,910	1,56	1	0	4.0	3.0	453°C	–	7,8	8,9		
S8023	2,75	0,913	1,54	1	0	4.0	3.0	444°C	–	–	9,7**		
VG9	2,87	0,911	1,55	1	0	1.0	1.0	451°C	449	9,2	10,6		
VG20	2,85	0,913	1,54	2	1	52.3	3.3	390°C	364	11,8	13,7		
BG36	3,59	0,877	1,69	3	1	52.2	1.2	657°C	701	6,1	7,2		
S8806A	3,50	0,877	1,69	–	–	–	–	645°C	–	–	7,2	–	
S8851	3,58	0,880	1,68	2	–	–	–	659°C	–	–	7,2	–	
S8008G	2,78	0,912	1,55	0	0	1.0	1.0	480°C	569	7,6	9,0	–	
S8802	2,70	0,915	1,53	0	0	1.0	1.0	510°C	–	–	10,8	–	
S8808	2,91	0,906	1,57	0	2	5.4	1.0	476°C	–	–	13,3	–	

Glasart	Dichte $\rho$ in $\text{g/cm}^3$	$P_d$	$n_d$	Blasen- klasse	Chemische Resistenz				$T_g$	HK <sub>(0,1/20)</sub>	CTE in $10^{-6}/\text{K}$		$T_k$ in nm/K	Empfind- lichkeiten*
					FR	SR	AR				-30°C/ +70°C	+20°C/ +300°C		
S8809	2,91	0,921	1,57	–	–	–	–	459°C	–	–	11,9		–	
S7000	2,83	0,908	1,56	–	1	1.2	1.0	452°C	–	–	11,1		–	
S7005	2,88	0,908	1,56	–	–	–	–	452°C	–	–	11,5		–	
S7010N	2,88	0,909	1,56	–	1	1.2	1.0	452°C	–	–	11,5		–	
GG395	2,55	0,918	1,52	3	0	1.0	1.0	538°C	409	7,8	9,0	0,07		
GG400	2,55	0,918	1,52	3	0	1.0	1.0	537°C	463	7,9	9,1	0,07		
GG420	2,55	0,918	1,52	3	0	1.0	1.0	535°C	503	7,8	9,0	0,07		
GG435	2,55	0,918	1,52	3	0	1.0	1.0	537°C	449	7,8	9,1	0,08		
GG455	2,56	0,918	1,52	3	0	1.0	1.0	529°C	445	8,2	9,5	0,09		
GG475	2,56	0,918	1,52	3	0	1.0	1.0	531°C	451	8,2	9,4	0,09		
GG495	2,56	0,917	1,52	3	0	1.0	1.0	535°C	501	8,1	9,4	0,10		
OG515	2,56	0,921	1,51	3	0	1.0	1.0	509°C	455	7,9	9,0	0,11		
OG530	2,56	0,921	1,51	3	0	1.0	1.0	506°C	450	7,9	9,0	0,11		
OG550	2,56	0,917	1,51	3	0	1.0	1.0	507°C	462	7,9	9,0	0,12		
OG570	2,56	0,921	1,51	3	0	1.0	1.0	510°C	455	7,9	9,0	0,12		
OG590	2,56	0,921	1,51	3	0	1.0	1.0	506°C	448	7,9	9,0	0,13		

Glasart	Dichte $\rho$ in $\text{g/cm}^3$	$P_d$	$n_d$	Blasen- klasse	Chemische Resistenz			$T_g$	HK <sub>(0,1/20)</sub>	CTE in $10^{-6}/\text{K}$			Empfind- lichkeiten*
					FR	SR	AR			-30°C/ +70°C	+20°C/ +300°C	$T_k$ in nm/K	
RG610	2,65	0,920	1,51	3	0	1.0	1.0	520°C	448	8,0	9,2	0,14	
RG630	2,65	0,918	1,52	3	0	1.0	1.0	527°C	456	8,0	9,2	0,14	
RG645	2,65	0,918	1,52	3	0	1.0	1.0	519°C	456	8,0	9,2	0,16	
RG665	2,77	0,918	1,52	3	0	1.0	1.0	527°C	453	8,1	9,4	0,17	
RG695	2,76	0,915	1,53	3	0	1.0	1.0	532°C	459	8,1	9,4	0,18	
RG715	2,76	0,914	1,54	3	0	1.0	1.0	532°C	545	8,1	9,4	0,18	
RG780	2,94	0,908	1,56	3	5	53.4	1.3	552°C	–	9,5	10,5	0,22	
RG830	2,94	0,909	1,56	3	5	53.4	1.3	554°C	436	9,5	10,5	0,23	
RG850	2,93	0,909	1,56	3	5	53.4	1.3	554°C	441	9,5	10,5	0,24	
RG9	2,58	0,918	1,52	3	0	1.0	1.0	519°C	459	7,9	9,0	0,06	
RG905	2,54	0,921	1,51	3	0	1.0	1.0	481°C	438	8,8	10,1		
RG1000	2,73	0,913	1,54	3	0	1.0	1.0	476°C	460	9,0	10,3	0,41	
NG1	2,48	0,918	1,52	2	1	2.2	1.0	461°C	418	6,5	7,0		
NG3	2,44	0,921	1,51	2	1	2.2	1.0	462°C	443	6,5	7,3		
NG4	2,42	0,921	1,51	2	1	2.2	1.0	470°C	423	6,5	7,1		
NG5	2,42	0,923	1,50	2	1	3.2	2.0	474°C	435	6,6	7,1		
NG9	2,44	0,921	1,51	2	1	3.2	2.0	469°C	420	6,5	7,0		
NG11	2,41	0,923	1,50	2	1	3.4	2.0	481°C	460	6,7	7,2		

Glasart	Dichte $\rho$ in $\text{g}/\text{cm}^3$	$P_d$	$n_d$	Blasen- klasse	Chemische Resistenz			$T_g$	HK <sub>(0,1/20)</sub>	CTE in $10^{-6}/\text{K}$		$T_k$ in nm/K	Empfind- lichkeiten*
					FR	SR	AR			-30 °C/ +70 °C	+20 °C/ +300 °C		
N-WG205	2,22	0,929	1,48	–	–	–	–	440°C	–	–	4,1		
N-WG280	2,51	0,918	1,52	1	0	1.0	2.0	558°C	610	7,1	8,4	0,06	
N-WG295	2,51	0,918	1,52	1	0	1.0	2.0	565°C	610	7,2	8,4	0,06	
N-WG305	2,51	0,918	1,52	1	0	1.0	2.0	562°C	610	7,1	8,4	0,06	
N-WG320	2,51	0,918	1,54	1	0	1.0	2.0	563°C	610	7,1	8,4	0,06	
N-WG360***	2,69	0,917	1,53	–	0	1.0	2.0	522°C	474	7,8	8,9		–
KG1	2,52	0,918	1,51	3	0	2.0	3.0	599°C	456	5,3	6,1		
KG2	2,52	0,921	1,51	3	0	2.0	3.0	605°C	444	5,4	6,3		
KG3	2,52	0,919	1,51	3	0	2.0	4.0	581°C	442	5,3	6,1		
KG5	2,53	0,921	1,51	3	0	3.0	4.0	565°C	435	5,4	6,2		

**Tabelle 10.1:** Physikalische und chemische Eigenschaften (nur Referenz)

\* Feuchtebeständigkeit und Solarisationseigenschaften (s. [Abschnitt 5.5](#) und [5.6](#) des Kapitel „Teil I · Optisches Filterglas – Beschreibung“)

Bei einem „–“ sind keine Daten vorhanden.

\*\* für +20 °C/+200 °C

\*\*\* N-WG360 und S8003N sind identisch

## 11 Reintransmissionsgraphen

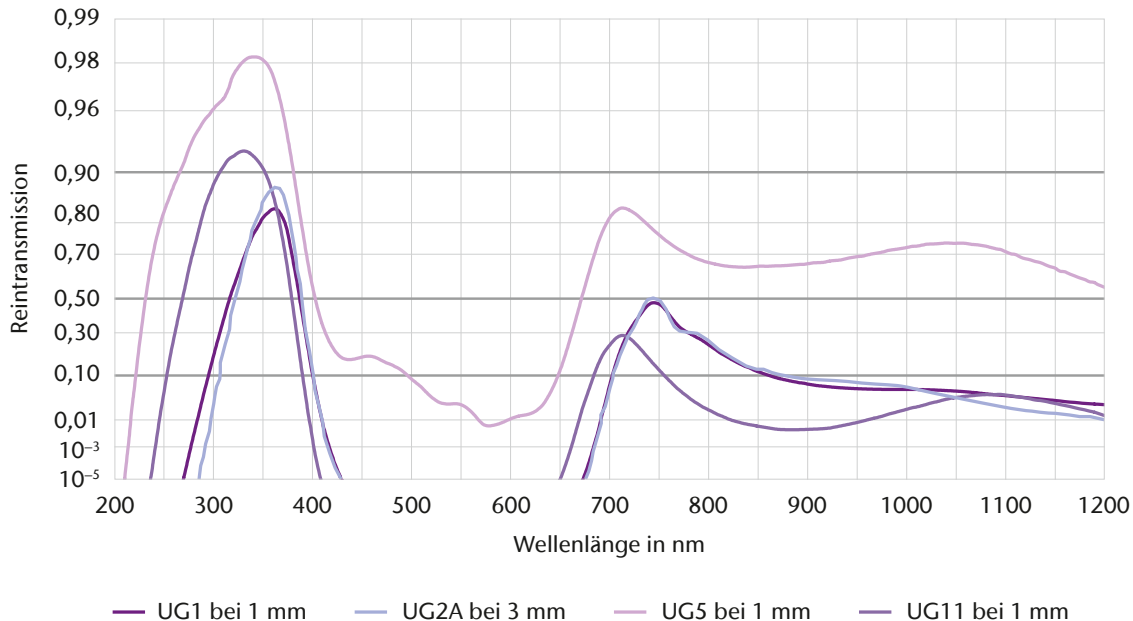
Die Reintransmissionskurven sind als typische Kurven nur zur Erstinformation zu verstehen. Die Grafiken dieses Abschnitts verwenden eine diabatische Skala für die Ordinate. Weitere Informationen finden Sie in den Datenblättern

Die Datenblätter enthalten zusätzliche Informationen zu kolorimetrischen Auswertungen.



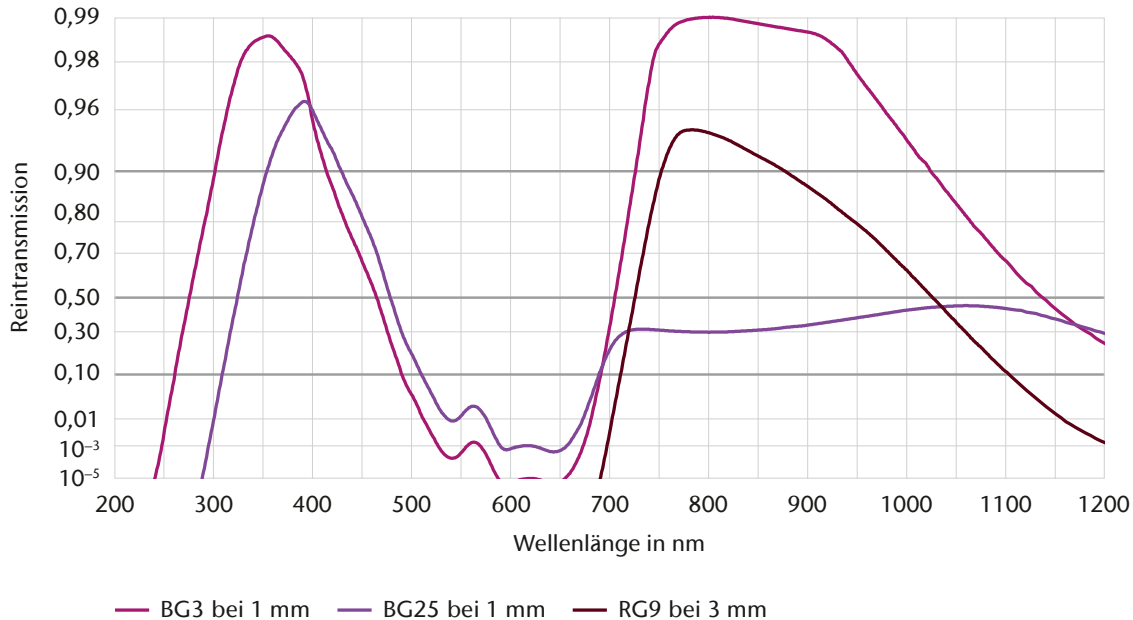
## UV-Bandpassfilter UG-Glasarten

Abb. 11.1



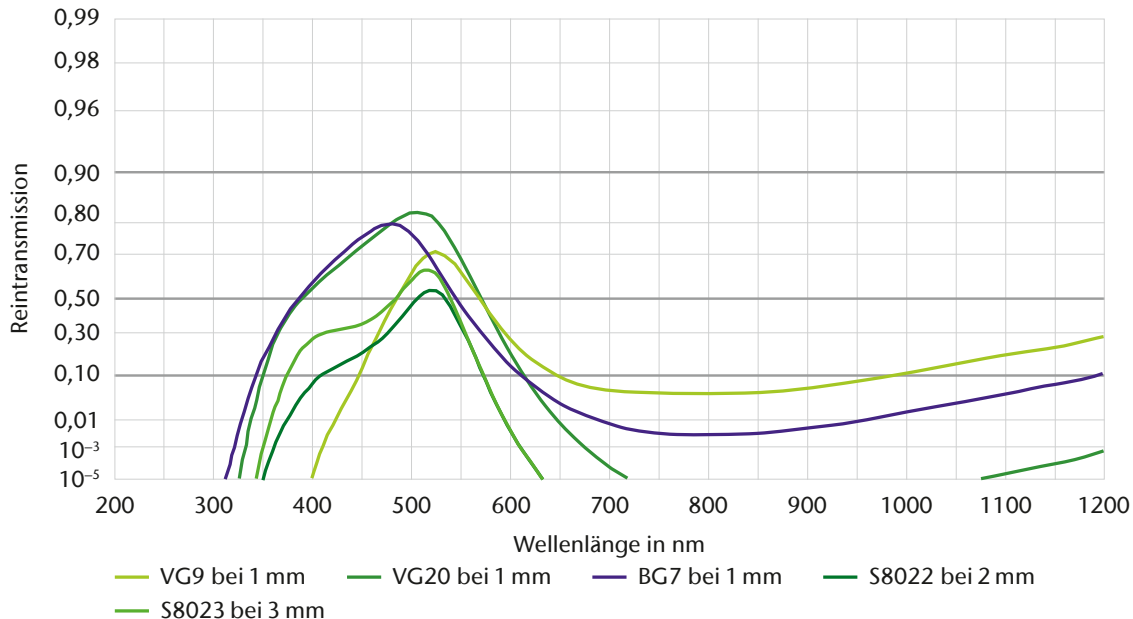
# Bandpassfilter (UV-Blau) BG-, RG-Glasarten

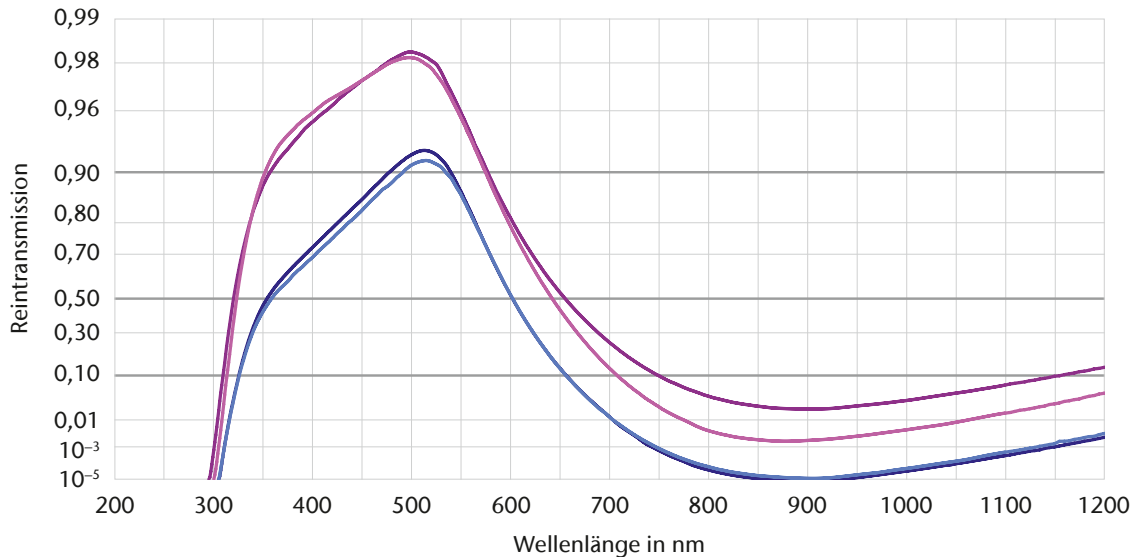
Abb. 11.2



## Bandpassfilter (Grün) BG-, VG- und S-Glasarten

Abb. 11.3

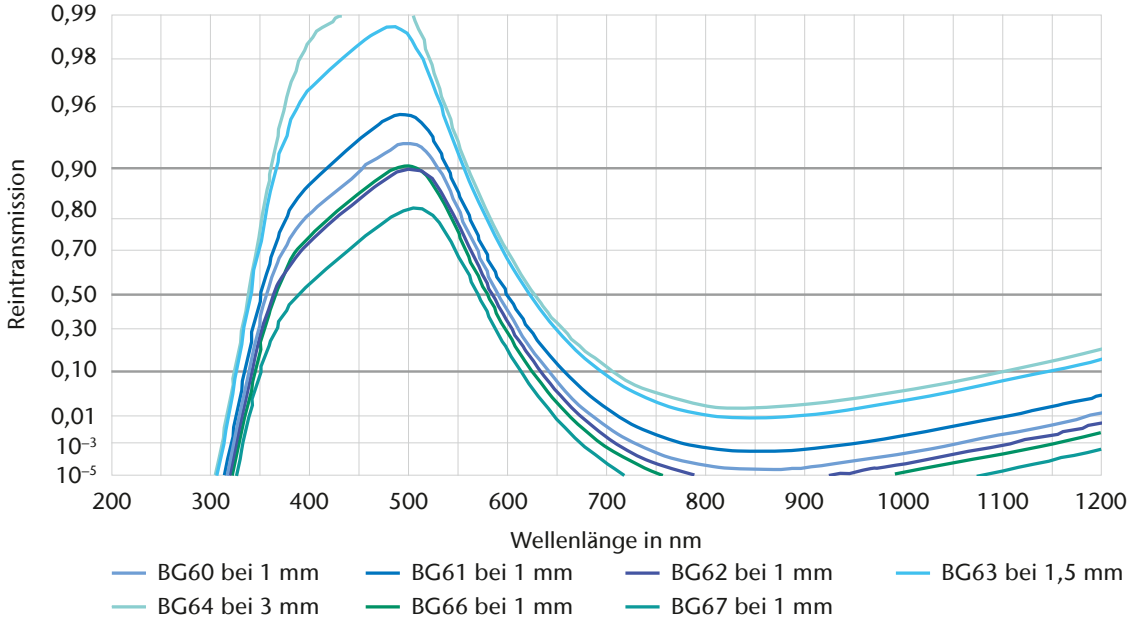


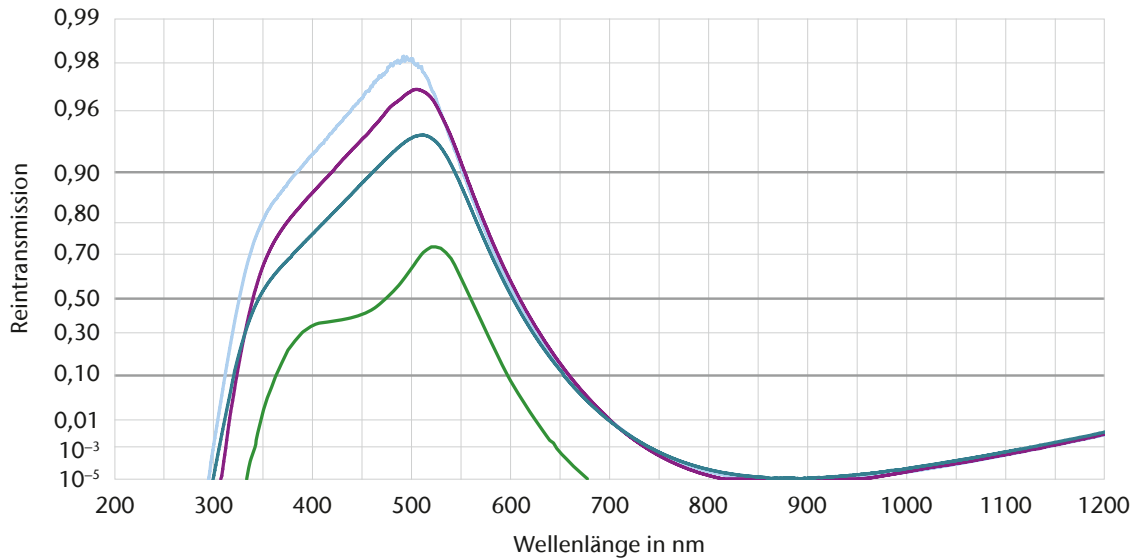


— BG18 bei 1 mm    — BG38 bei 1 mm    — BG40 bei 1 mm    — BG42 bei 1 mm

NIR-Sperrfilter 2 BG-Glasarten

Abb. 11.5



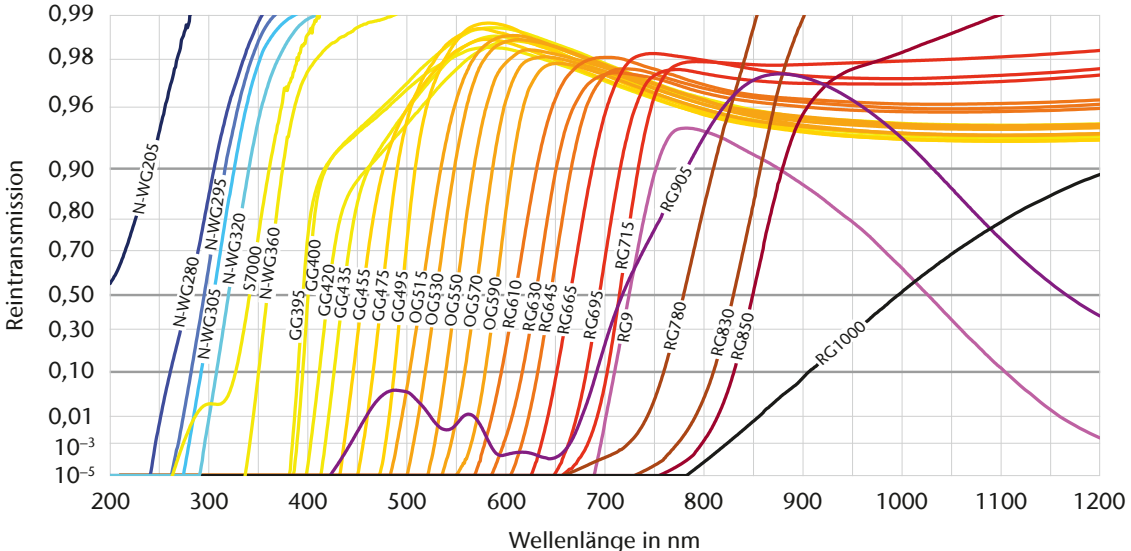


— BG39 bei 1 mm    
 — BG55 bei 1 mm    
 — BG59 bei 1 mm    
 — S8612 bei 1 mm

### Langpassfilter

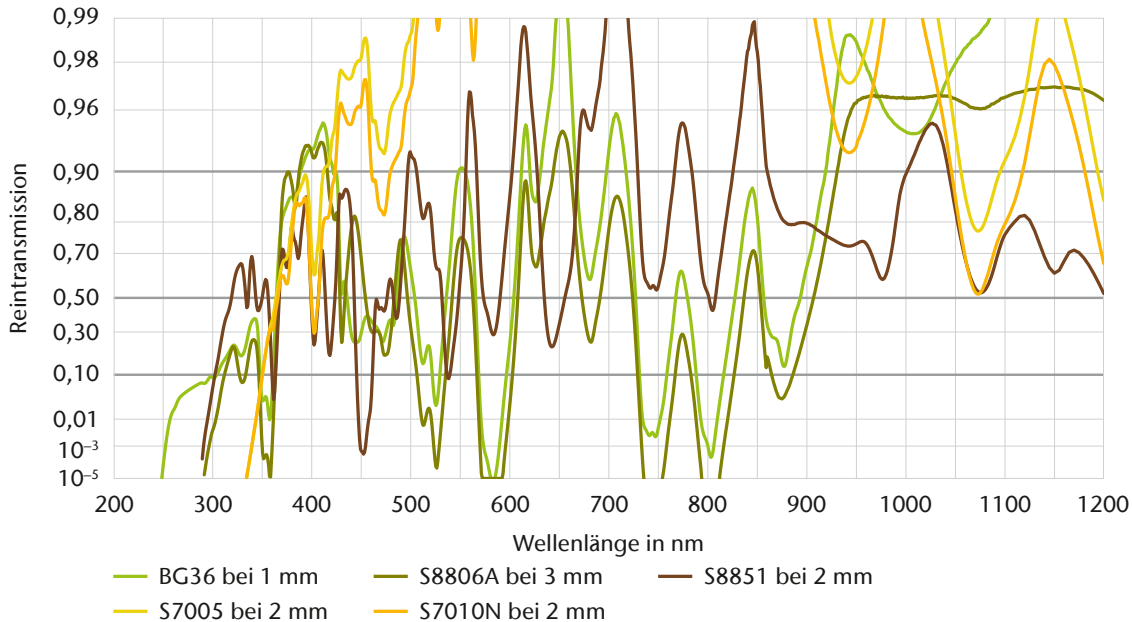
Abb. 11.7

N-WG-Glasarten bei Glasdicke 2 mm, GG-, OG-, RG-Glasarten bei Glasdicke 3 mm, RG905 bei Glasdicke 4 mm



# Multibandpassfilter BG- und S-Glasarten

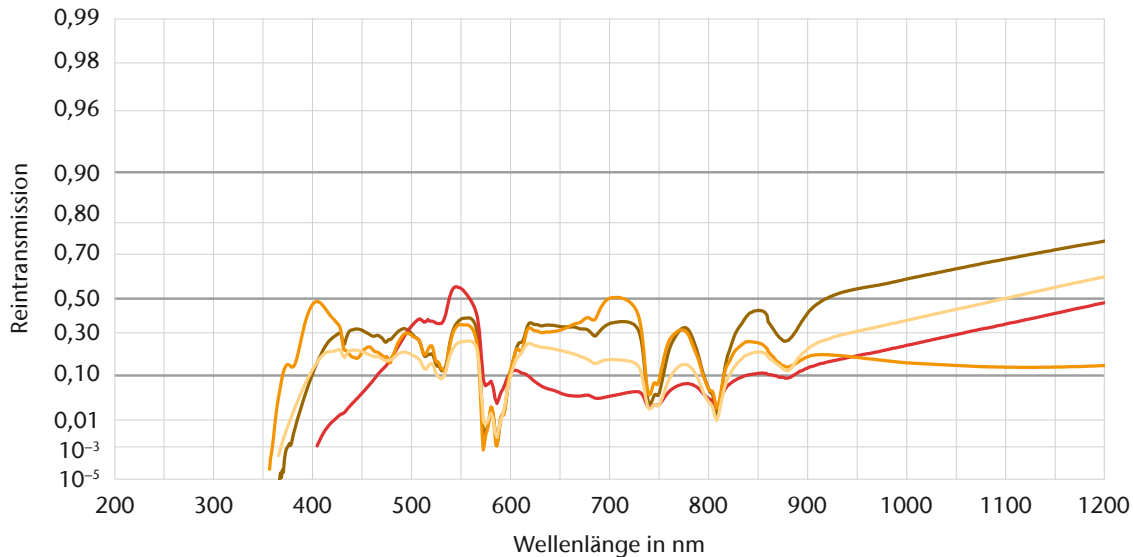
Abb. 11.8



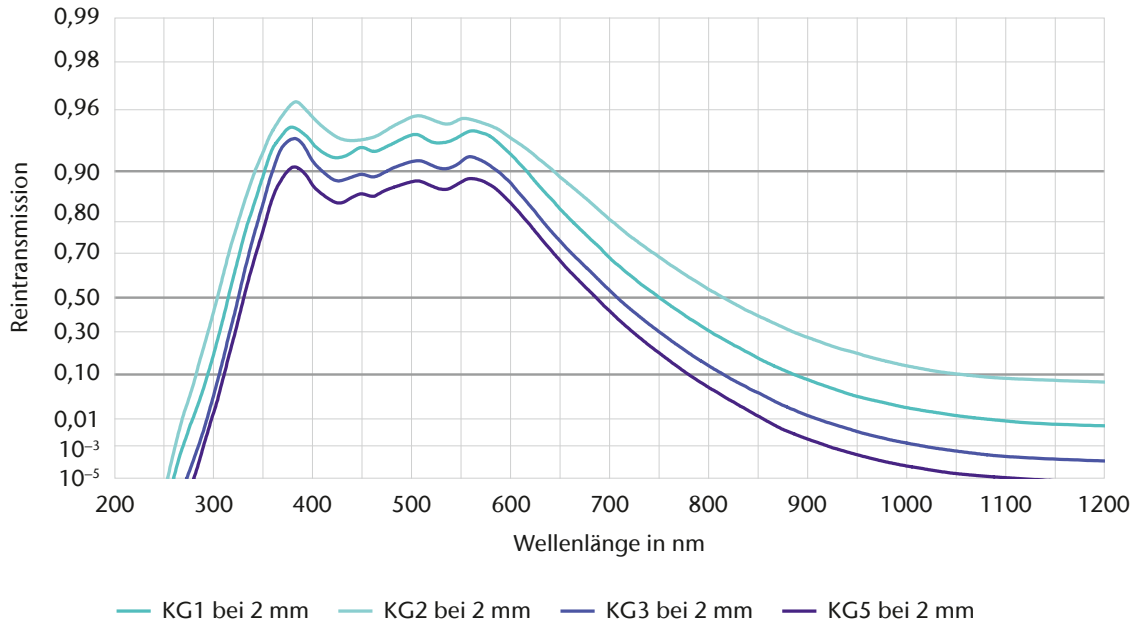


## Kontrastverstärkungsfilter S-Glasarten

Abb. 11.9

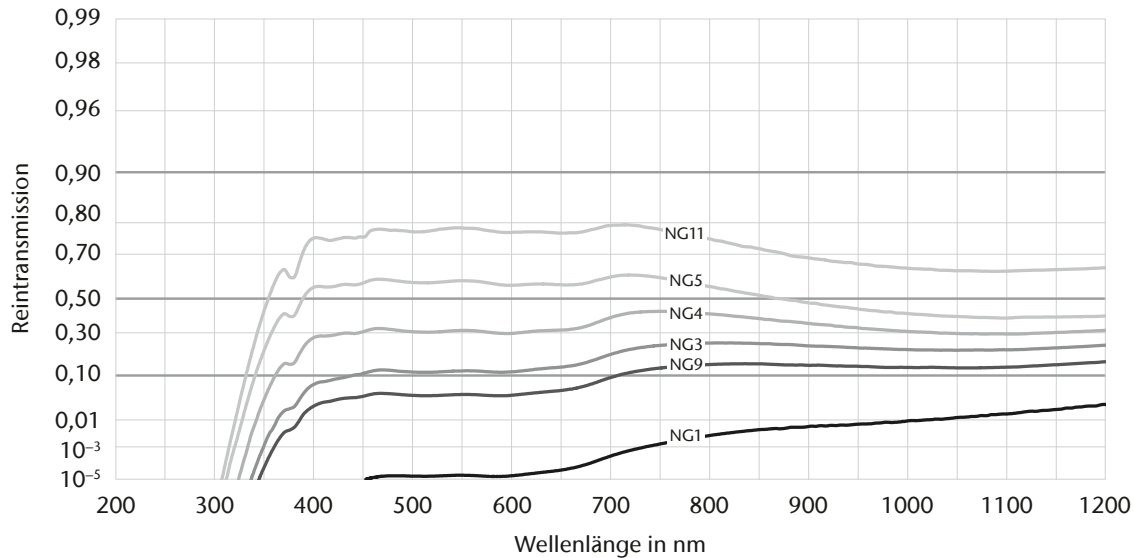


— S8808 bei 3 mm    — S8008G bei 1 mm    — S8802 bei 3,5 mm    — S8809 bei 2,2 mm



## Neutraldichtefilter NG-Glasarten

Abb. 11.11

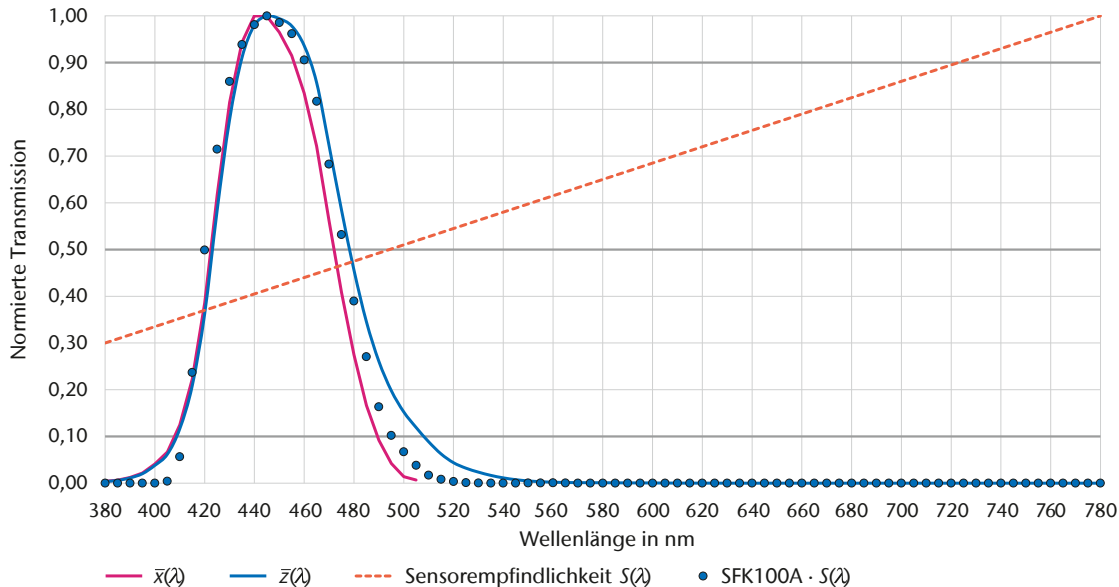


Glasdicke 1 mm

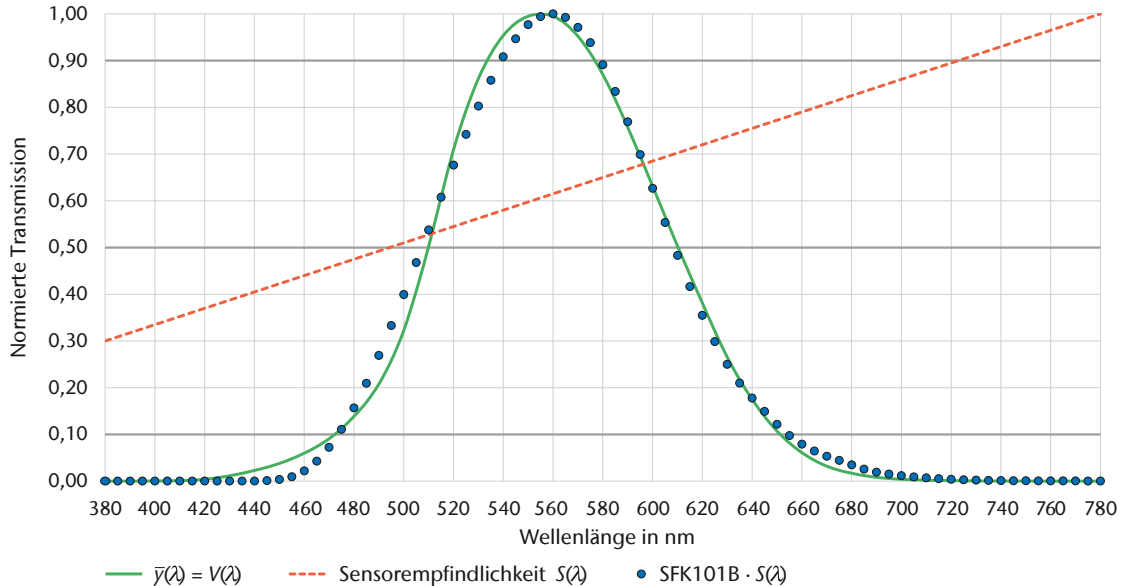
## Filterglaskombinationen für die Farbmessung

Abb. 11.12

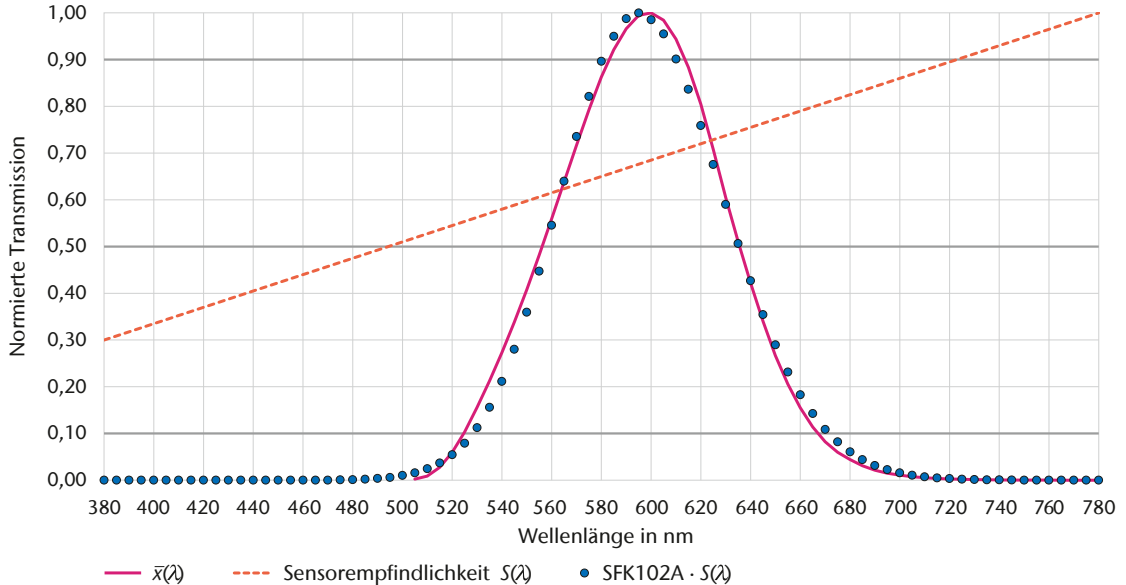
Filter SFK100A für die Spektralwertfunktionen  $\bar{x}(\lambda)$  und  $\bar{z}(\lambda)$  des 2° Normalbeobachters nach CIE 1931, siehe Kapitel 3.9.2



Filter SFK101B für die Spektralwertfunktion  $\bar{y}(\lambda)$  des 2° Normalbeobachters nach CIE 1931, siehe Kapitel 3.9.2



Filter SFK102A für die Spektralwertfunktion  $\bar{x}(\lambda)$  des 2° Normalbeobachters nach CIE 1931, siehe Kapitel 3.9.2



## 12 Toleranzen für polierte Filter

Wir bieten polierte Filter in verschiedenen Abmessungen und optischer Oberflächenqualität an.

## 12.1 Dimensionen

Die Mindestdicke und Toleranzen gelten nicht für alle möglichen Kombinationen von Abmessungen und Glasarten. Einige empfindliche Gläser erfordern möglicherweise eine größere Dicke oder niedrigere Toleranzen.



Rechteckform	Kantenlänge	minimale Dicke		Facette
		Premium	Standard	
	$\leq 300 \pm 0,2$	$1,0 \pm 0,1$	$1,5 \pm 0,2$	0,1 ~ 0,5
	$\leq 120 \pm 0,1$	$0,4 \pm 0,1$	$1,0 \pm 0,1$	
	$\leq 100 \pm 0,1$	$0,4 \pm 0,05$	$0,7 \pm 0,1$	
	$\leq 50 \pm 0,1$	$0,25 \pm 0,03$	$0,5 \pm 0,05$	
Rundform	Durchmesser	minimale Dicke		Facette
		Premium	Standard	
	$\leq \text{Ø } 300 \pm 0,5$	$1,5 \pm 0,1$	$2 \pm 0,2$	0,1 ~ 0,5
	$\leq \text{Ø } 200 \pm 0,1$	$0,5 \pm 0,05$	$1,0 \pm 0,1$	
	$\leq \text{Ø } 150 \pm 0,1$	$0,4 \pm 0,05$	$0,7 \pm 0,1$	
	$\leq \text{Ø } 100 \pm 0,1$	$0,3 \pm 0,03$	$0,5 \pm 0,05$	
	$\leq \text{Ø } 50 \pm 0,1$	$0,2 \pm 0,03$	$0,4 \pm 0,05$	
<b>Andere Formen und Abmessungen</b>	Andere Formen und Abmessungen sind auf Anfrage erhältlich (minimaler Ø 4 mm).			

Tabelle 12.1: Mindestdicken als Funktion der Größe. Alle Angaben in mm.



## 12.2 Polierte Oberflächen

Die Spezifikationen hängen von der Geometrie (Dicke, Größe, Form, effektive Fläche) und dem Material des Filters ab.

	Super	Premium	Standard
ISO 10110-7	5/ 3 x 0,1	5/ 3 x 0,16	5/ 3 x 0,63
MIL-PRF-13830 B	20/10	40/20	60/40
Parallelität	≤ 30"	≤ 30"	30" – 1'

**Tabelle 12.2:** Oberflächenqualität von polierten Filtern in Standardgröße (Diagonale = 75 mm)

## 12.3 Optische Qualität

Für die meisten Filtergläser kann der Wellenfrontfehler nach ISO 10110-14 spezifiziert werden.

	Premium	Standard
13/	1 (0,25)	2 (1)

**Tabelle 12.3:** Wellenfrontfehler für 90% der polierten Fläche

## Impressum

### Herausgeber

SCHOTT AG  
Hattenbergstraße 10  
55122 Mainz  
Germany  
Telefon +49 (0)6131/66-1812  
Telefax +49 (0)3641/2888-9047  
info.optics@schott.com  
schott.com

### Gestaltung, Satz und Druckvorstufe

Knecht GmbH, Ockenheim

### Druck

Rainer Herrmann GmbH  
Raiffeisenstraße 1  
55595 Weinsheim

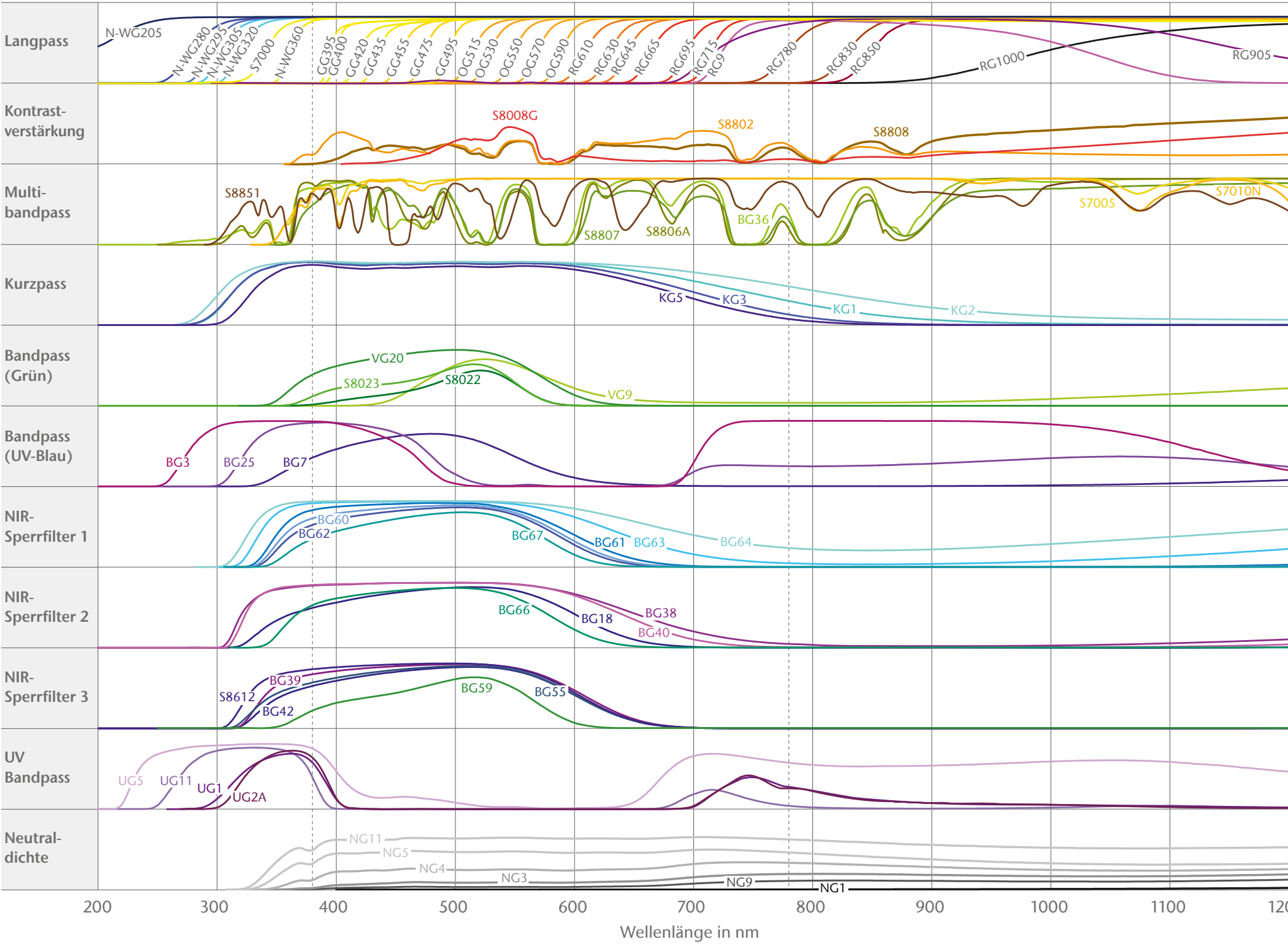




**schott.com**

SCHOTT AG, Hattenbergstraße 10, 55122 Mainz, Germany  
Telefon +49 (0)6131/66-1812, [info.optics@schott.com](mailto:info.optics@schott.com)

# Optisches Filterglas – Reintransmissionsgrad



November 2023

