

Strahlengeschützte optische Gläser

Peter Hartmann, Ralf Jedamzik

SCHOTT AG, Hattenbergstrasse 10, 55122 Mainz, Germany

<mailto:peter.hartmann@schott.com>

Strahlengeschützte optische Gläser finden ihre hauptsächlichsten Anwendungen bei Optiken in der Raumfahrt oder in Forschungs- und Produktions-Einrichtungen, in denen hohe Aktivitäten ionisierender Strahlung vorliegen. Schott bietet eine Auswahl von Glasarten an, mit denen hochqualitative Objektive hergestellt werden können, die wesentlich höheren Strahlungsbelastungen ausgesetzt werden können als solche mit normalen Gläsern. Die Transmission ist im unbestrahlten Fall zwar niedriger, verringert sich aber bei Bestrahlung erheblich weniger als bei ungeschützten Gläsern. Vorgestellt werden die Gläser, ihre Eigenschaften, Anwendungskriterien und Informationen zu ihrer Verfügbarkeit.

1 Hochenergetische Photonen- und Partikelstrahlung reduziert die Transmission optischer Gläser !

Unter der Einwirkung von Photonen- und Partikelstrahlung wird der spektrale Transmissionsgrad optischer Gläser verändert. Schon bei einer Gesamtdosis von 10 Gy (10^3 rad) Gamma-Strahlung (1,25 MeV) ist dieser Effekt visuell erkennbar. Erhöht man die Dosis auf 100 Gy, werden die Gläser für den Einsatz in optischen Geräten bereits unbrauchbar. Die folgende Abbildung verdeutlicht diesen Effekt am Beispiel einer 10 mm dicken BK7 Probe. Die eingetretene Strahlungsverfärbung der Gläser ist nach Ende der Bestrahlung nicht stabil, sondern sich verringert sich im geringen Maß. Dieses so genannte „Fading“ ist ebenfalls in Abbildung 1 für BK7 als Beispiel dargestellt.

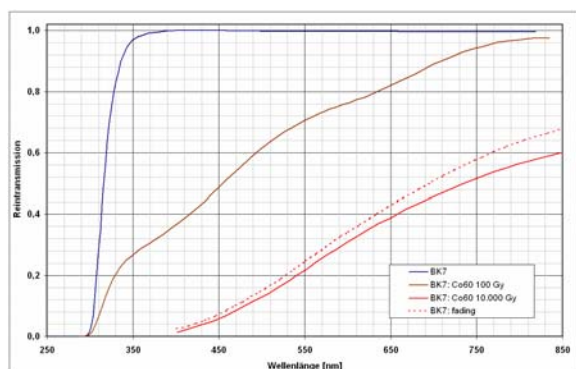


Abb. 1 Reintransmission von BK7 vor und nach der Bestrahlung mit Gamma-Strahlung bezogen auf 10 mm Materialdicke

2 SCHOTT bietet strahlenresistente Gläser in unterschiedlichen optischen Lagen an !

Durch die Zugabe von Cer können optische Gläser gegenüber Strahlungsverfärbung geschützt werden. Der Cer-Zusatz bewirkt dabei eine geringe Verän-

derung der Eigenfarbe, d.h. eine Reduzierung der Transmission im Bereich der kürzeren Wellenlängen des sichtbaren Lichtes.

Der Grad der Eigenfarbe und die Verfärbung durch die Bestrahlung der stabilisierten optischen Gläser ist je nach Glastype unterschiedlich. Alle optischen Gläser mit Zusatz von Ceroxid erhalten nach den Typenbezeichnungen den Vermerk G und eine Kennzahl, die dem 10fachen prozentualen Gehalt von CeO₂ entspricht.

Typische Anwendungsbereiche von Cer stabilisierten Gläsern sind Weltraumoptiken (z.B. Venus Express) oder Optiken in Kernkraftwerken oder Forschungs- bzw. Versuchsanlagen.

Die folgende Tabelle zeigt eine Liste der verfügbaren Strahlengeschützten Gläsern. Weitere Daten sind im aktuellen Taschenkatalog 2007 gelistet.

Sie enthalten alle Angaben wie die für konventionelle optische Gläser, so unter anderem auch die Temperaturkoeffizienten der optischen Dispersion. Die vollständigen Datenblätter können auf Anfrage zur Verfügung gestellt werden.

Glass Type	Glass Code	n_d	v_d
BK7G18	520636.252	1,51975	63,58
K5G20	523568.259	1,52344	56,76
LF5G15	584408.323	1,58397	40,83
LF5G19	597399.330	1,59655	39,89
F2G12	621366.360	1,62072	36,56
LAK9G15	691548.343	1,69064	54,76
SF6G05	809253.520	1,80906	25,28

Abb. 2 Optische Lage der Strahlengeschützten optischen Gläser von SCHOTT.



Abb. 3 BK7G18 (links) im Vergleich zu N-BK7 (rechts).

Abbildung 3 zeigt einen Vergleich zwischen BK7G18 und N-BK7. Beide Gläser unterscheiden sich äußerlich durch eine deutlichen gelben Farblich des BK7G18. Diese Farblich erkennt man an der Verschiebung der UV-Kante der Transmissionskurve gegenüber dem N-BK7 in Abbildung 4. BK7 zeigt schon bei 100 Gy Energiedosis ($\text{Co}^{60} \gamma$) Transmissionsverluste über den gesamten Spektralbereich. Das BK7G18 hingegen zeigt auch bei einer um fast 5 Größenordnungen höheren Energiedosis nur eine geringe Reduktion der Transmission.

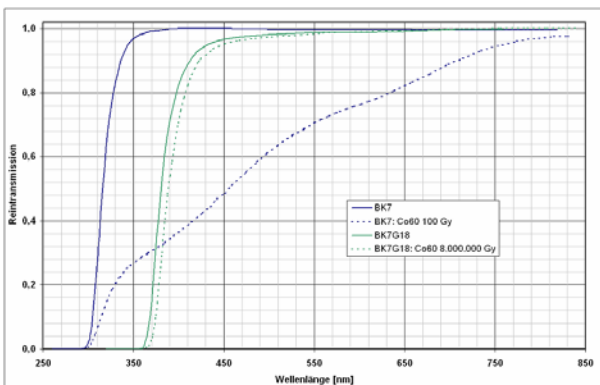


Abb. 4 Reintransmission von BK7G18 und N-BK7 vor und nach Bestrahlung mit Gammastrahlung unterschiedlicher Stärke.

3 Die Höhe der Stabilisierung hängt u.a. vom Strahlungstyp und dem Cer-Gehalt ab !

Unterschiedliche Strahlungsarten bewirken unterschiedlich starke Reintransmissionsverluste in Abhängigkeit der Strahlenart (dies ist in Abbildung 5 an BK7G18 demonstriert). Die Intensität der Verfärbung ist dabei eine Funktion von der Art der Strahlung, Strahlendosis, Energie, Strahlenintensität (Dosisleistung), äußere Bedingungen (Temperatur, Lichteinfall).

Je höher der Cer-Anteil ist, desto besser ist die Stabilisierung. Einige Gläser sind durch große Cer-Anteile in starkem Maß stabilisiert und eignen sich besonders für den Einsatz bei extrem hohen Strahlungs Dosen. Andere Glasarten sind nur gering stabilisiert, vor allem dann, wenn der Cer-Zusatz

die Eigenfarbe stärker beeinflusst. Dies kann man für 10^6 Gy in Abbildung 6 an dem unterschiedlichen Reintransmissionsverlust je Glasart sehr gut erkennen.

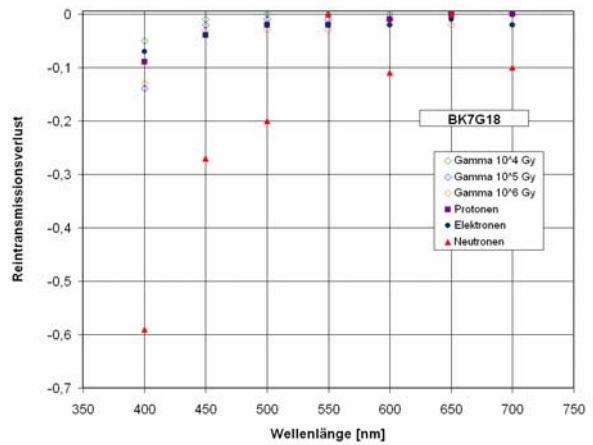


Abb. 5 Reintransmissionsverlust in Abhängigkeit der Strahlenart für BK7G18.

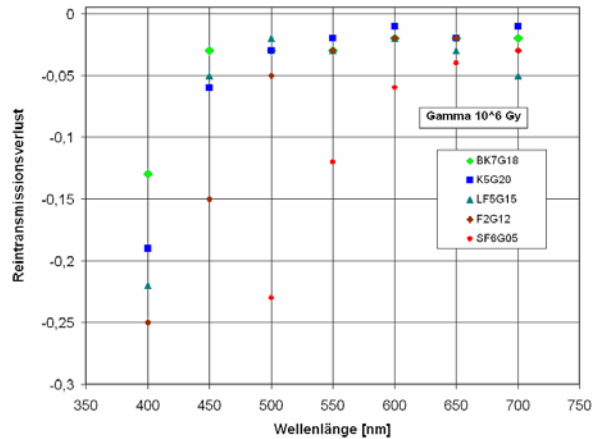


Abb. 6 Reintransmissionsverlust in Abhängigkeit der Glasart für 10^6 Gy Gammastrahlung.

4 Strahlenresistente Gläser sind Anfragegläser. Bitte rechtzeitig die Verfügbarkeit nachfragen !

Da strahlenresistente Gläser keine Massengläser sind, ist ihre Verfügbarkeit eingeschränkt gegeben. Um eventuelle Projektrealisierungszeiten nicht zu gefährden, wird daher empfohlen rechtzeitig mit SCHOTT Kontakt aufzunehmen um die Verfügbarkeit zu prüfen.

Wenn das Glas dann verfügbar ist, sollte es frühzeitig gekauft werden, da ansonsten lange Lieferzeiten in Kauf genommen werden.

Einige Gläser der genannten Gläser sind Wannengläser, die nur ab einer mit hoher Mindestproduktionsmenge gefertigt werden.