

Licht filtern nach Wunsch und Bedarf

# White Paper

Beschichtete Gläser & Glasbeschichtungen  
für technische Anwendungen

# Beschichtete Gläser & Glasbeschichtungen für technische Anwendungen

Die Möglichkeit durch optische Filterung die natürliche und künstliche Lichtstrahlung zu beeinflussen, beruht auf physikalischen Gesetzmäßigkeiten:

Fällt Licht auf einen Farbeffektfilter wird ein Teil des Lichts absorbiert oder reflektiert; der verbleibende Anteil des Spektrums wird transmittiert.

Die Durchlässigkeit von Gläsern kann anwendungsspezifisch exakt gesteuert werden. Der beeinflussbare Bereich liegt in der Regel bei Wellenlängen im Sichtbaren und den angrenzenden Wellenlängenbereichen, also z.B. zwischen 250 und 1600 Nanometern (UV/VIS/NIR).

Optische Filter aus Glas für technische Anwendungen werden in der Wissenschaft, Medizin und Industrie – insbesondere im Automotive-Bereich – sowie in der Sensorik eingesetzt.

Die Herstellung erfolgt durch unterschiedliche Beschichtungsverfahren. Im Allgemeinen sind diese Verfahren grundsätzlich auch zur Beschichtung von Substraten geeignet, wie sie in anderen Anwendungsbereichen verwendet werden.

# Die Möglichkeiten und Verfahren der Beschichtung

## 1. Zur Außenbeschichtung von Glasgefäßen und Reaktoren sowie zur Innenbeschichtung von Rohren, Kugeln und Kolben

Beschichtungsverfahren: Sol-Gel-Tauchverfahren

Bei diesem Flüssigbeschichtungsverfahren wird das Objekt in eine Beschichtungslösung getaucht. Durch das kontrolliert-kontinuierliche Herausziehen entsteht eine homogene Beschichtung mit einstellbarer Schichtdicke. Beim klassischen Sol-Gel-Tauchverfahren reagiert die Beschichtungslösung mit der Luftfeuchtigkeit und es kommt zur Gelierung und Schichtbildung.

Weitere Beschichtungsmedien sind organische und anorganische Lacke, die sich durch Verdampfen des Lösungsmittels verfestigen.



Beschichtung von Automobillampen

Beschichtungsmaterialien sind Metalloxide wie z.B.  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{ZrO}_2$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SnO}_2$ ,  $\text{ZnO}$ . Die geeigneten Substrate sind Glas und Metall. Die Schichtdicken können 30 bis 200 nm betragen bei einer Einbrenntemperatur von  $> 400^\circ\text{C}$

Beschichtungsverfahren: Fluten

Ein einfaches Verfahren ohne aufwändige Anlagentechnik. Die Beschichtungszeiten sind kurz, hohe Auftragsmengen sind möglich. Die Schichteigenschaften entsprechen denen des Tauchverfahrens.

Das Substrat muss benetzbar sein und eine plane Oberfläche (ohne Flansche) besitzen, um einen homogenen Schichtdickenverlauf zu gewährleisten.



Glasbeschichtung mittels Fluten

Die Schichtdicke lässt sich jedoch nur durch Konzentrationseinstellung der Beschichtungslösung steuern; der Schichtverlauf ist potenziell inhomogener als beim Tauchverfahren.

## **2. Zum Auftrag von anorganischen/organischen, funktionellen Lacken durch das klassische Sprühverfahren und zum Auftrag von Haftvermittlern bei der Beschichtung organischer Werkstoffe**

Beschichtungsverfahren: Spritzen/Sprühen

Bei diesem Verfahren werden Beschichtungslösungen unter Druck in einer Düse zerstäubt. Das Aerosol wird durch den Luftstrom beschleunigt, prallt auf die Substratoberfläche und formt eine Schicht. Nach dem Verdampfen des Lösungsmittels erfolgt ggf. ein Härtings- und Vernetzungsprozess.

Die Beschichtungslösung muss dem Sprühprozess angepasst sein. Der starke Luftstrom bedingt eine saubere Umgebung.

Das Verfahren ermöglicht eine homogene Beschichtung auf komplex geformten Oberflächen. Die Schichtdicken können 1 bis 20  $\mu$  pro Einzelschicht betragen, sind jedoch weniger homogen als beim Tauch- und Flutverfahren. Eine Innenbeschichtung von Hohlkörpern ist machbar. Die Anlagentechnik ist einfach, hohe Auftragsraten sind möglich.



Sprühbeschichtung von Glas

**3. Zur Wärme isolierenden Beschichtung von Backfenscheiben. Zur Beschichtung zur elektrischen Flächenbeheizung von Glasflächen und Reaktoren und zur Beschichtungen zwecks elektrostatischer Ableitung (z.B. auf Glasrohren, durch die Pulver transportiert wird)**

Beschichtungsverfahren: Sprühpyrolyse

Bei dieser Sonderanwendung des Sprühverfahrens wird eine, bis 600°C wärmebeständige Beschichtungslösung auf eine über 500°C erhitzte Glasoberfläche gesprüht. Das Aerosol wird aufgespalten, die Organik verdampft und eine oxydische Schicht kristallisiert auf dem Substrat, deren Aufbau sich von der einer getauchten Sol-Gel-Schicht unterscheidet. Erforderlich ist eine hohe Temperaturwechsel-Beständigkeit des Glases.

Bei einer Zinnoxid-Beschichtung beträgt der kleinste realisierbare Flächenwiderstand ca. 10 Ohm/sq bei hoher Wärmereflexion und elektrischer Leitfähigkeit

Die Prozesstechnologie ist einfach, ein Vakuum ist nicht notwendig.

**4. Zur Erzeugung von Farbkonversionsschichten für Autolampen, zur Interferenzbeschichtung für Farbfilter (Dichroitisches Glas) und zur lichtstreuenden Beschichtung/Mattierung (als Alternative zu Ätzung und Sandstrahlung) und zur antimikrobiellen Beschichtung mit Nano-Silber und zur hydrophilen/hydrophoben sowie katalytischen Beschichtung**

Beschichtungsverfahren: Spritzen/Sprühen mit organischen, anorganischen Lacken und Schlicker

Diese Beschichtung kann auf den Substraten Glas, Metall und Kunststoff erfolgen. Die Flächen sollten möglichst eben und homogen sein.

Komplexe Geometrien (Gefäße mit Flanschen, scharfen Kanten oder punktförmigen Erhöhungen/Vertiefungen) erzeugen Störzonen bei der Beschichtung.

Die Schichtdicken betragen 0,5 bis 3 µm; Schichtdickenschwankungen sind gering; die Trockentemperatur beträgt bis 180°C.

## 5. Zur Erzeugung von Funktionsschichten

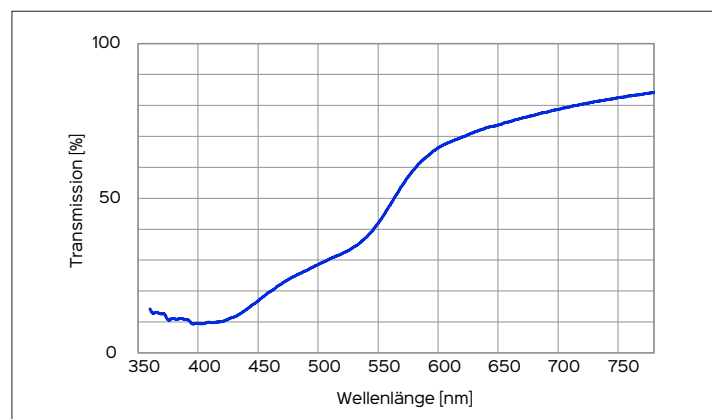
### 5.1 Für Filter mit Konversionswirkung

Die Beschichtungen ermöglichen eine Vielzahl von Farbgebungen, z.B.

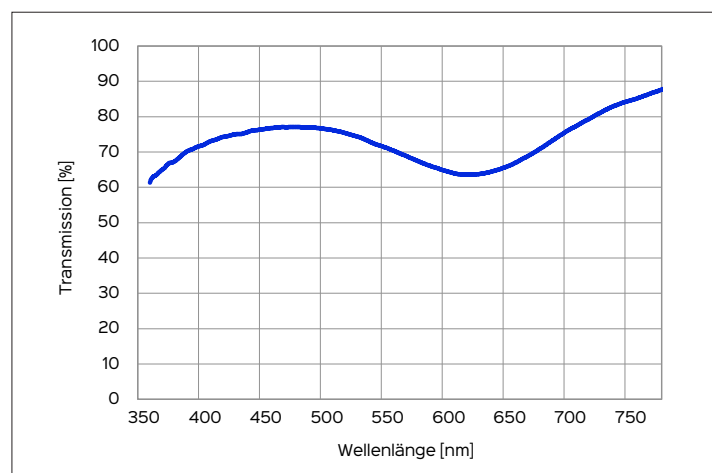
- Amber/Orange für eine warme Lichtfarbe
- Blau für eine kalte Lichtfarbe
- Pink zur Reduzierung des Grünanteils in LED-Beleuchtungen
- Silber für Spiegel

Beschichtungsverfahren: Lüsterbeschichtung

Mit dieser Beschichtungsmethode wird eine hohe Reflexion erzielt. Häufig werden dafür Edelmetalle zur Farbgebung verwendet.



Transmissionskurve Lüsterfarbe Amber



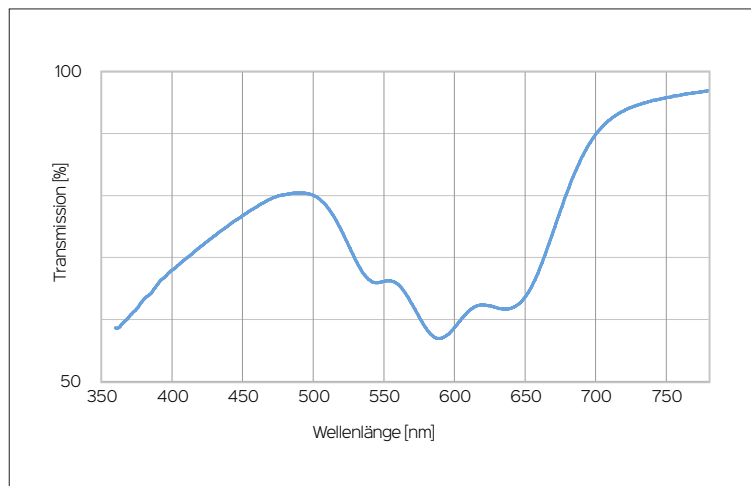
Transmissionskurve Lüsterfarbe Blau, Automotive Anwendung

Beschichtungsverfahren: Pigmentbasierte Schichten

Die Beschichtungslösung ist eine Suspension aus keramischen Partikeln und einem Binder. Nach dem Schichteinbrand entsteht eine Matrix aus dem Schichtbildner  $\text{SiO}_2$  und dem Farbpigment. Die Farbintensität ist hoch, die Temperaturbeständigkeit liegt bei  $700^\circ\text{C}$ .



Pigmentbasierte Beschichtung von Automotive-Lampen

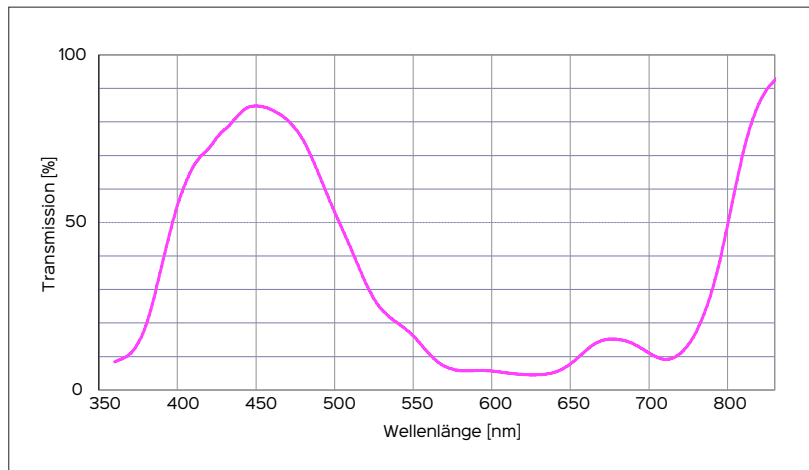


Pigmentbeschichtung Blau Spinell



Beschichtungsverfahren: Organische Farben/Lacke

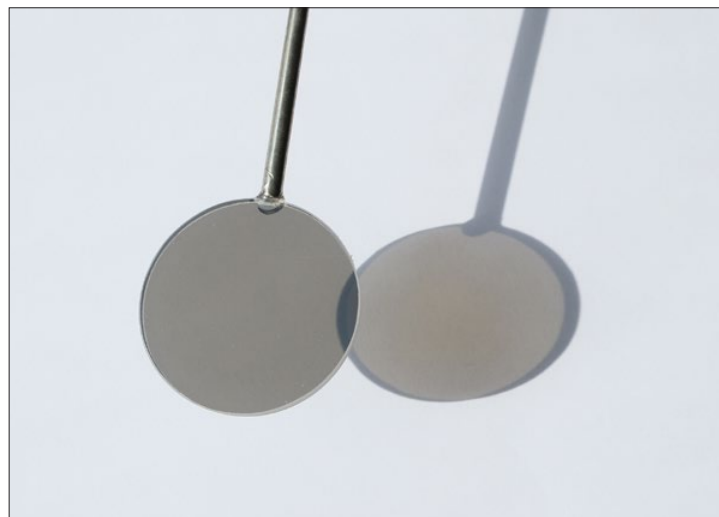
Organische Pigmente ermöglichen transparente bis blickdichte Beschichtungen in einer Vielzahl von Farben. Im Gegensatz zu oxydischen Schichten sind sie weniger witterungs- und temperaturbeständig.



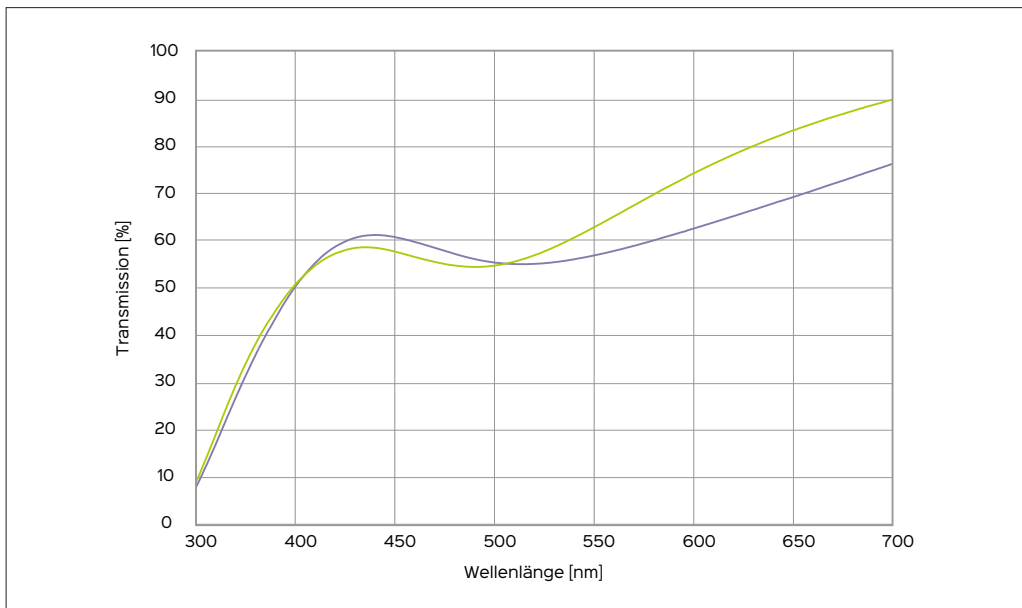
Transmissionskurve organische Ormocer®-Farbe Blau

## 5.2 Graufilter

Diese Filter dienen der Reduzierung der Lichtintensität. Bei einer Lüsterbeschichtung resultiert eine höhere Reflexion (Glanz); bei pigmentbasierten Schichten ist die Reflexion niedrig.



Graufilter

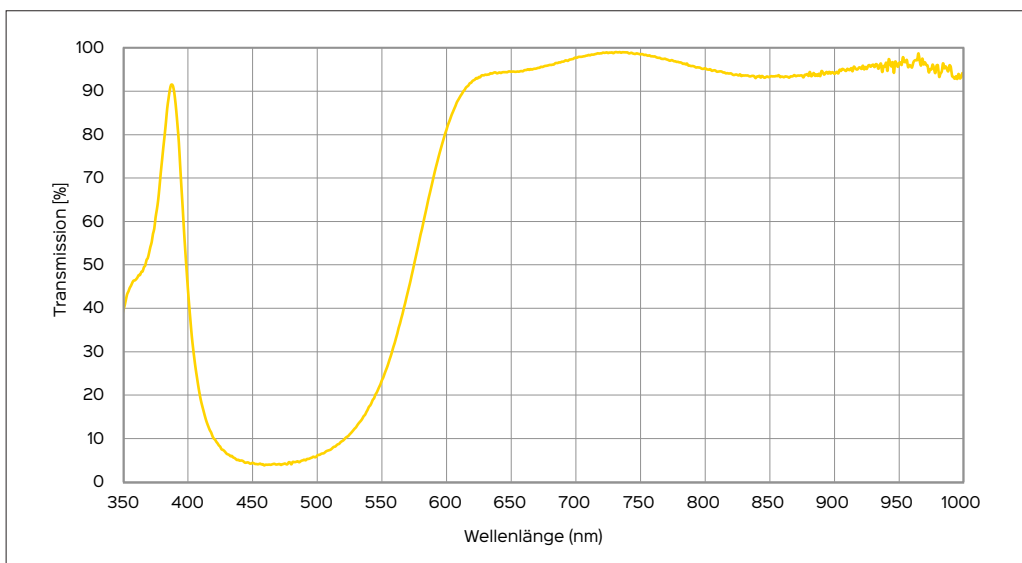


Transmissionskurve Graufilter mit Entspiegelung

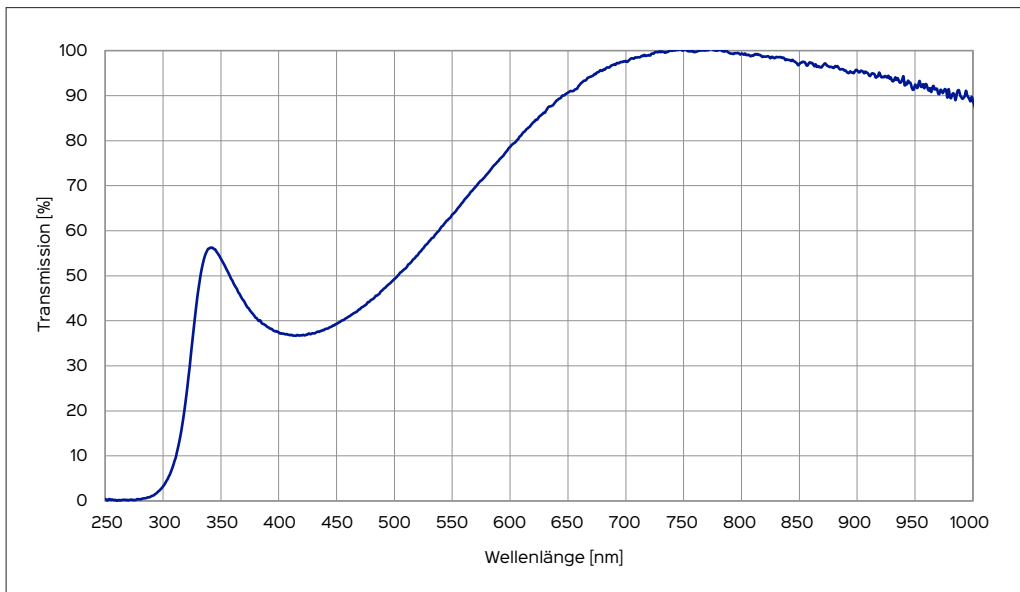
### 5.3 Interferenzfilter

Der Farbeffektfilter wird durch ein Interferenzschicht-Paket erzeugt. Bei dem ebenfalls durch ein Interferenzschicht-Paket erzeugten Konversionsfilter ist die Transmission höher, die Farbwirkung jedoch geringer.

Die Beschichtung erfolgt nach dem Sol-Gel-Verfahren.



Interferenzfilter FE orange



Interferenzfilter KW100

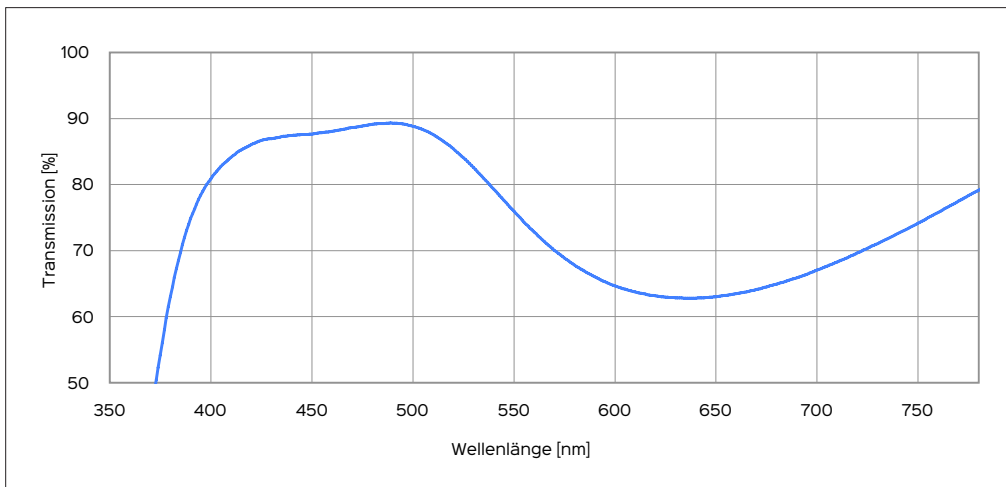
#### 5.4 Kombifilter

Diese Filter zeichnen sich durch den gleichzeitigen Einsatz von reflektierenden und absorbierenden Schichten aus. Die Winkelabhängigkeit ist reduziert, weil eine Absorptionsschicht in das Interferenzschicht-Paket eingebaut wird.

Die Beschichtung erfolgt nach dem Sol-Gel-Verfahren, mit pigmentbasierten Schichten oder Lüsterschichten.



kombinierte Automotive-Beschichtung



Kombinationsfilter

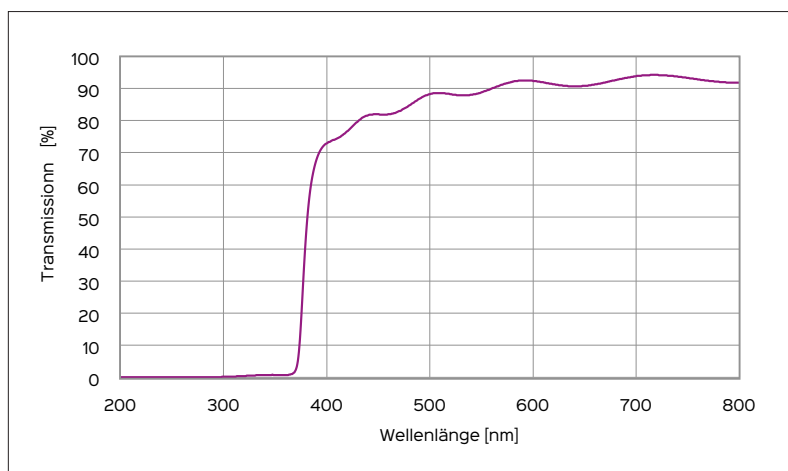
## 5.5 Absorptionsfilter

Diese Filter blocken oder reduzieren die UV-Strahlung, um beispielsweise empfindliche Objekte zu beleuchten. Sie werden in der Halbleitertechnik und für Systemlichtquellen (Projektionslampen) eingesetzt.

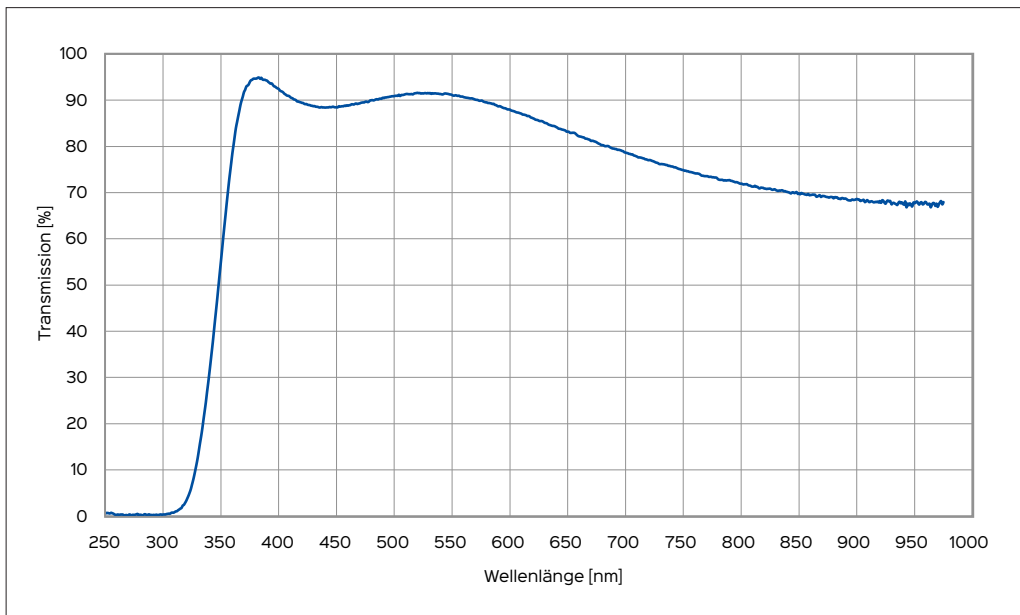
Die Beschichtung erfolgt nach dem Sol-Gel-Verfahren, mit

ZnO: für transparente Schichten mit schwach gelblicher Färbung, Temperaturstabilität bis > 600°C, mit Gelbfärbung bei Erhitzung (Thermochromie),

AZO: elektr. Leitfähiges ZnO mit Aluminium Dotierung, zur Verwendung im Bereich LCD/TFT als ITO-Ersatz



Transmission ZnO-Beschichtung auf flachem Glas



Filtertyp: UB 2 auf Borofloat 3.3

Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: für die typische Braunglas-Beschichtung zur Anwendung im Pharmabereich und bei Laborreaktoren und -geräten.

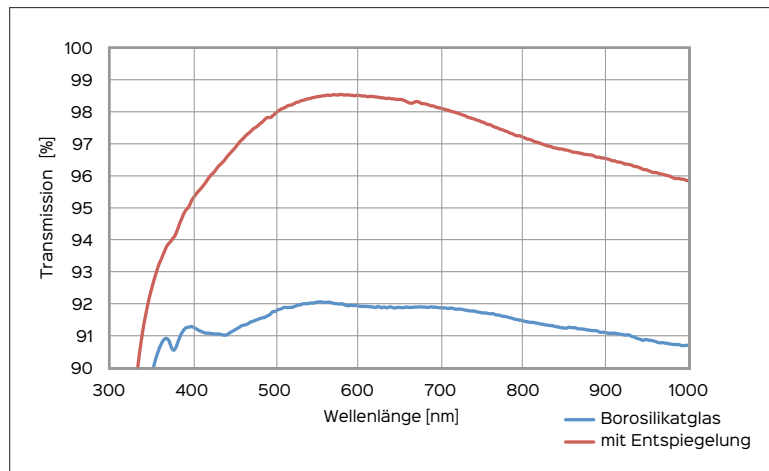
TiO<sub>2</sub>: für UV-Absorber in der Beleuchtungstechnik, die gegenüber ZnO eine höhere Reflexion aufweisen. Die Temperaturstabilität liegt bei 550°C; bei 600°C erfolgt eine Phasenumwandlung von Anatas in den Rutil-Typ.

## 5.6 Entspiegelungen

- Display-Gläser
- Abdeckungen für Sensoren
- Schutzgläser für Laseroptiken
- Gläser für LIDAR-Anwendungen

erfordern eine minimierte Reflexion ( $\leq 1\%$ ),  
eine erhöhte Transmission ( $\geq 97\%$ ) und  
einen reduzierten Durchlass von UV-Strahlung.

Die Beschichtung erfolgt nach dem Sol-Gel-Verfahren.



Borosilikatglas mit Einschichtentspiegelung

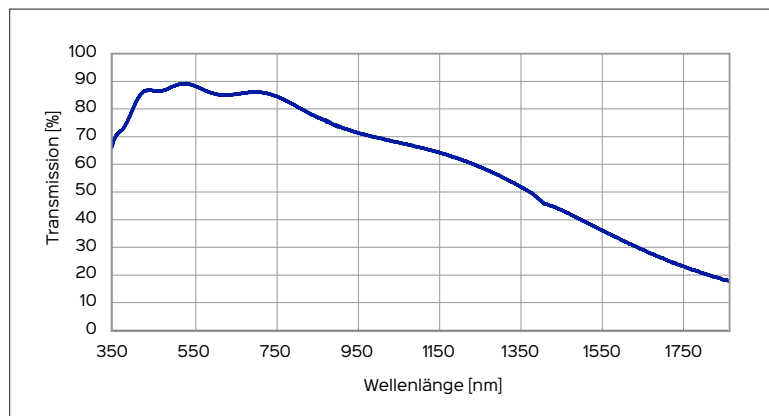
## 5.7 Elektrische Leitfähigkeit

auf Oberflächen von

- Laborgläser mit Heizschicht
- Rohrleitungen aus Glas zur elektrostatischen Ableitung
- IR-reflektierende Beschichtungen
- Displays, Elektroden etc.,

wird ermöglicht durch die Beschichtung mit

- ATO (Antimon dotierte Zinnoxid): antistatisch, blaue Eigenfarbe;
- FTO (Fluor dotiertes Zinnoxid): niedrigerer spezifischer Widerstand als ATO
- ITO (Indium dotierte Zinnoxid): deutlich niedrigerer Flächenwiderstand als ATO;
- AZO (Aluminium dotiertes Zinkoxid)



Transmissionsspektrum Zinnoxid

## **6. Kundenspezifische Entwicklungen: Beratung – Projektion – Realisierung**

Das breite Spektrum der Beschichtungsangebote in Verbindung mit dem daraus resultierenden Know how bieten die Voraussetzungen für die Übernahme kundenspezifischer Entwicklungen in allen Bereichen der Oberflächenbeschichtung.

Dafür stehen erfahrene Beschichtungs-Experten sowie umfangreiche Labor- und Fertigungsanlagen.

### **Das Technikum**

- Dispergiertechnik  
Rührwerks-Kugelmühle, Batchmühle (Batchgröße 6 kg), Labor-Dispergier-Einheit (1 kg)  
Ultraschall-Dispergieren  
Planetenkugelmühle  
Siebtechnik
- Tauchbeschichtungs-Anlagen (Abmessung bis 1150 x 850 mm)  
Sprühtechnik
- Heißbeschichtung (Sprühpyrolyse)  
Lackierkabine  
Systemtechnik zur Innenbeschichtung von Hohlkörpern
- Fluten  
Beschichtungsanlagen zur Innenbeschichtung
- Heizverfahren  
Konvektionsöfen  
Strahlungsöfen

### **Das Messlabor**

- Lichtstrommessung (1-Meter-Ulbrichtkugel)
- Farbkoordinaten-Messung
- Transmissions-, Reflexions- und Absorptions-Messungen mit Dioden-Array-Spektrometer
- Ellipsometrie
- Partikelgrößen-Messung mit DLS
- Lux-Messung
- Genaue Geometrie-Messung, Profilprojektor
- Kratztest, Schruppmaschine
- Taber-Abraser-Test
- Klima-Testkammer



## Beratungs- und Service-Leistungen

Bei Fragen zur Anwendung beschichteter Gläser und zur Realisierung entsprechender Projekte bieten PRINZ OPTICS und GLAS PLUS die entsprechenden Service-Leistungen: von lichttechnischer Beratung, Optischen Messungen, den Bau von Modellen, Spezialanfertigungen bis zum Projektmanagement.



Ansprechpartner

Herr Peter Röhlen

E-Mail: [peter.roehlen@prinzoptics.de](mailto:peter.roehlen@prinzoptics.de)

Tel.: +49 6724 60193-16

Dr. Karsten Werbter

[k.werbter@glas-plus.de](mailto:k.werbter@glas-plus.de)

+49 6131 90833-66

Impressum

Herausgeber:

PRINZ OPTICS GmbH

Simmerner Strasse 7

D-55442 Stromberg

GLAS PLUS Beschichtungs GmbH & Co. KG

Galileo-Galilei-Str. 28

D-55129 Mainz

V.i.S.d.P.

Horst Poscharsky

E-Mail: [hijposcharsky@t-online.de](mailto:hijposcharsky@t-online.de)