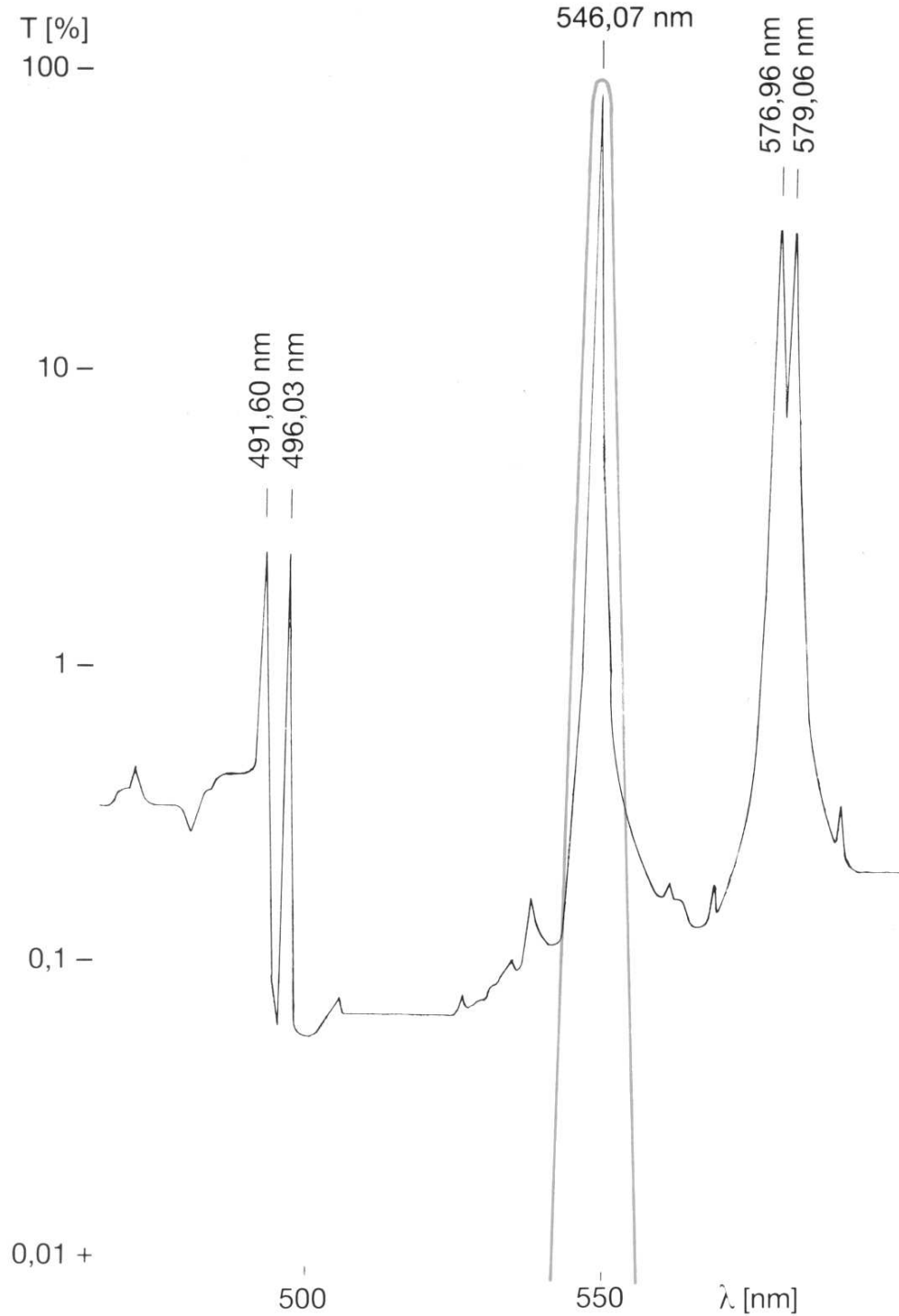


Dielektrische Interferenzfilter

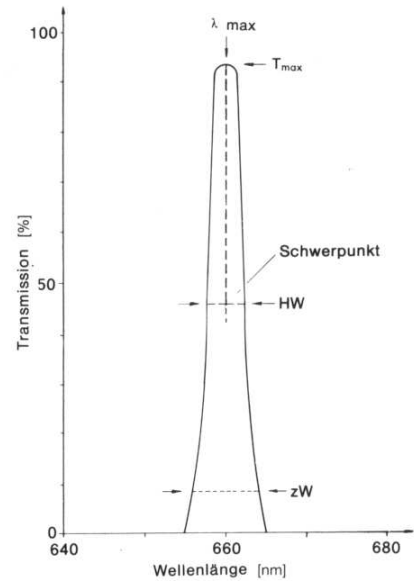
Bereich 300 - 2000 nm



Definitionen:

- λ_{max} bezeichnet die Wellenlänge der größten Transmission
- λ_o Schwerpunkt oder zentrale Wellenlänge: Mitte der Filterbande, gemessen bei 50 % von T_{max}
- T_{max} maximale Transmission
- HW Halbwertsbreite oder Bandbreite
Breite der Filterbande, gemessen bei 50 % von T_{max}
- zW Zehntelwertsbreite
- hW Hundertstelwertsbreite
- tW Tausendstelwertsbreite
sind analog der Halbwertsbreite bei $T_{max}/10$, $T_{max}/100$, $T_{max}/1000$ definiert
- KS Kantensteilheit
Das Verhältnis von zW/HW, hw/HW, tW/HW.
Am gebräuchlichsten ist die Einheit tW/HW.

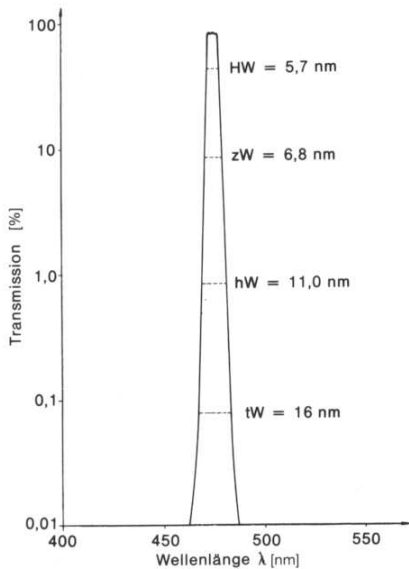
Blockung: Die Blockung gibt an, in welchem Wellenlängenbereich die Nebenmaxima eines Filters auf eine Resttransmission von $\leq 1 \times 10^{-4}$ unterdrückt sind. Das bedeutet, daß z.B. bei einer Blockungsangabe x-ray-1200 nm $T \leq 1 \times 10^{-4}$, die Transmission bei 1200 nm, von einem sehr hohen Unterdrückungsgrad auf 1×10^{-4} ansteigt. Durchschnittliche Transmission im Blockungsbereich $\leq 10^{-5}$.



Dielektrische Interferenzfilter bestehen aus zwei oder mehreren dielektrischen Spiegeln, die durch eine geeignete Zahl von Abstandsschichten getrennt sind.

Die Eigenschaften eines Filters sind abhängig von der Anzahl der Spiegel, der Reflexion der einzelnen Spiegel und der Dicke der Abstandsschicht.

Der Bereich der Eigenblockung eines Filters ist gegeben durch die Breite der Spiegel und beträgt im Sichtbaren ca. 100 nm im Kurz- und Langwelligen. Durch Verkitten mit Sperrfiltern (13-Spiegel, 16-Spiegel) und/oder mit Farbgläsern, läßt sich der Blockungsbereich erweitern. Die Blockung sollte auf den Empfindlichkeitsbereich des verwendeten Empfängers abgestimmt sein, da jede zusätzliche Blockung die maximale Transmission der Filterbande schwächt.



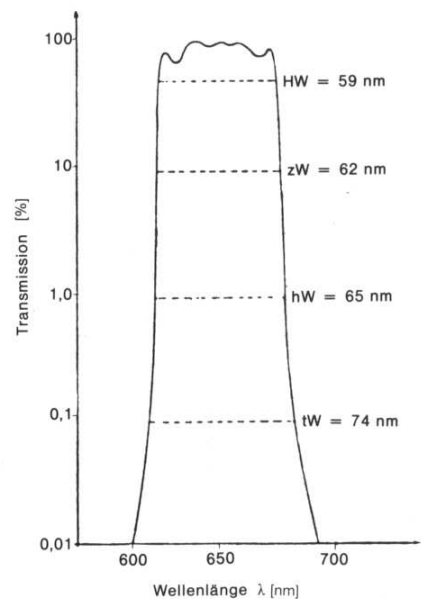
4-Spiegelfilter



Dieser Typ nähert sich bereits der idealen Rechteckform. Er besitzt 3 Reflexionsnullstellen nebeneinander, welche die Wellenform des breiten plateauartigen Transmissionsmaximums bewirken.

Kantensteilheit: $KS \sim 3$ für tW/HW

Halbwertsbreiten von 3 nm bis ca. 20 nm lassen sich im sichtbaren Bereich herstellen.

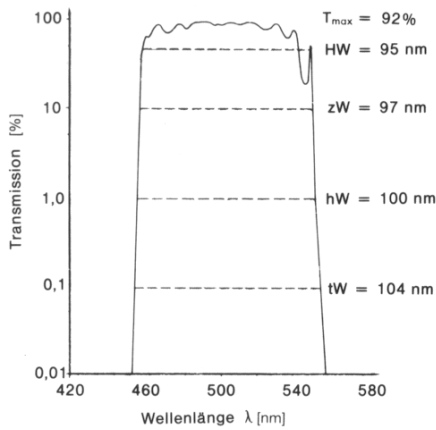


6-Spiegelfilter

Hier wird die Rechteckform noch besser verwirklicht. Der Typ besitzt 5 Reflexionsnullstellen, wodurch sich die Wellenzahl des Transmissionsmaximums auf fünf erhöht. $KS \sim 1,3$ für tW/HW

Halbwertsbreite variabel von ca. 20 nm bis ca. 60 nm.





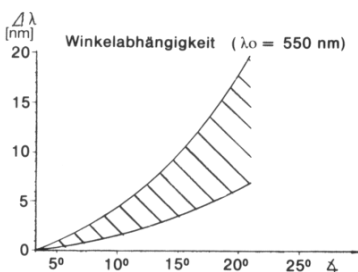
13-Spiegelreflexfilter

Dieser Filtertyp wird als Breitbandfilter und als Sperrfilter verwendet. Seine Kantensteilheit: $KS \sim 1,1 \text{ tW}/\text{HW}$. Die Transmission beträgt im Durchschnitt ca. 90 %.

16-Spiegelreflexfilter

stellt eine Erweiterung des 13-Spiegelreflexfilters dar. Es wird ebenfalls als Breitbandfilter und als Sperrfilter eingesetzt. Halbwertsbreiten bis über 200 nm sind möglich.

Wellenlängenabhängigkeit: Die Halbwertsbreite und die Eigenblockung von Interferenzfiltern sind annähernd proportional der Wellenlänge.



Winkelabhängigkeit:

Bei schiefer Inzidenz verschiebt sich die zentrale Wellenlänge ins Kurzwellige. Die Verschiebung ist eine Funktion aus Einfallswinkel, Brechzahl der Distanzschicht, sowie der Wellenlänge.

Auf Wunsch können Filter für einen Einstrahlwinkel bis zu 25° mit einer HW von $\geq 10 \text{ nm}$ hergestellt werden.

Die Bezeichnung lautet annähernd

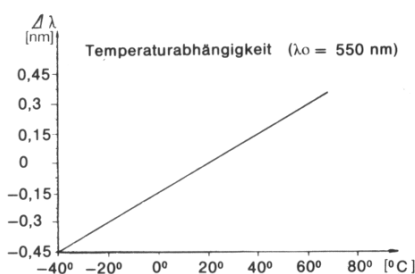
$$\frac{\lambda\alpha}{\lambda\sigma} = \left(\frac{n^2 - \sin^2\alpha}{n^2} \right)^{1/2}$$

α = Einfallswinkel

$\lambda\alpha$ = Wellenlänge bei Einfallswinkel α

$\lambda\sigma$ = Wellenlänge des Filters bei senkrechter Inzidenz

n = Brechzahl der Distanzschicht



Temperaturabhängigkeit:

Die Lage des Interferenzfilters ist abhängig von der Umgebungstemperatur. Eine Temperaturerhöhung um 20°C bewirkt eine Verschiebung ins Langwellige um $0,15\text{-}0,2 \text{ nm}$.

Haltbarkeit:

Zulässiger Temperaturbereich -30 bis $+50^\circ \text{C}$. Bei 50°C sollte eine rel. Luftfeuchtigkeit von 80% nicht überschritten werden.

Tropenfeste Interferenzfilter auf Anfrage.

Die Temperatur- und Winkelabhängigkeit der Interferenzfilter verdeutlicht, weshalb die Rechteckform der Transmissionskurve so günstig ist.

Spezifikation:

Unsere Filter werden in der Regel nicht gefaßt geliefert. Die Filter sind am Umfang versiegelt und alle Kanten sind angefaßt.

Standardgrößen: Bis $\varnothing 50,8 \text{ mm}$ bzw. quadratisch möglich.

Sondergrößen: Bis $100 \times 40 \text{ mm}$ bei $\text{HW} \geq 10 \text{ nm}$. Andere Abmessungen auf Anfrage möglich.

Wir verfügen über ein reichhaltiges Lager an Interferenzfiltern. Es ist in den meisten Fällen möglich, Einzelfilter aus Lagerbeständen innerhalb von ein paar Tagen zu liefern.

Sonderanfertigung: Unsere flexible Produktion ist in der Lage, Filter jeder gewünschten Wellenlänge im Bereich 302 nm bis $2 \text{ }\mu\text{m}$ nach Ihren Anforderungen zu günstigen Preisen herzustellen. Mindestabnahme ist eine Charge. Wenn Sie uns Ihre Wünsche mitteilen, unterbreiten wir Ihnen gerne ein Angebot. Bei Anfragen bitten wir Sie, folgende Angaben zu machen: Wellenlänge, Halbwertsbreite, Durchmesser, maximal zulässige Dicke, gewünschte Transmission, Unterdrückungsgrad unerwünschter Wellenlängen, Blockung ins IR und Einfallswinkel.

Unsere langjährige Erfahrung in der Herstellung von dielektrischen Interferenzfiltern hat gezeigt, daß ein persönliches Gespräch zwischen Abnehmer und Hersteller in den meisten Fällen unerlässlich ist, denn nur dadurch sind wir in der Lage, für den jeweiligen Anwendungsfall die beste Lösung zu finden.

Probleme bezüglich der Energieanpassung von Filtern an die Empfindlichkeit ihres Empfängers können wir durch integrale Angleichung beheben.

Literatur: H. Anders, „Dünne Schichten für die Optik“, Wissenschaft. Verlagsges., Stuttgart – 1965.

H. Anders, „Thin films in optics“, Focal Press London and New York – 1967.