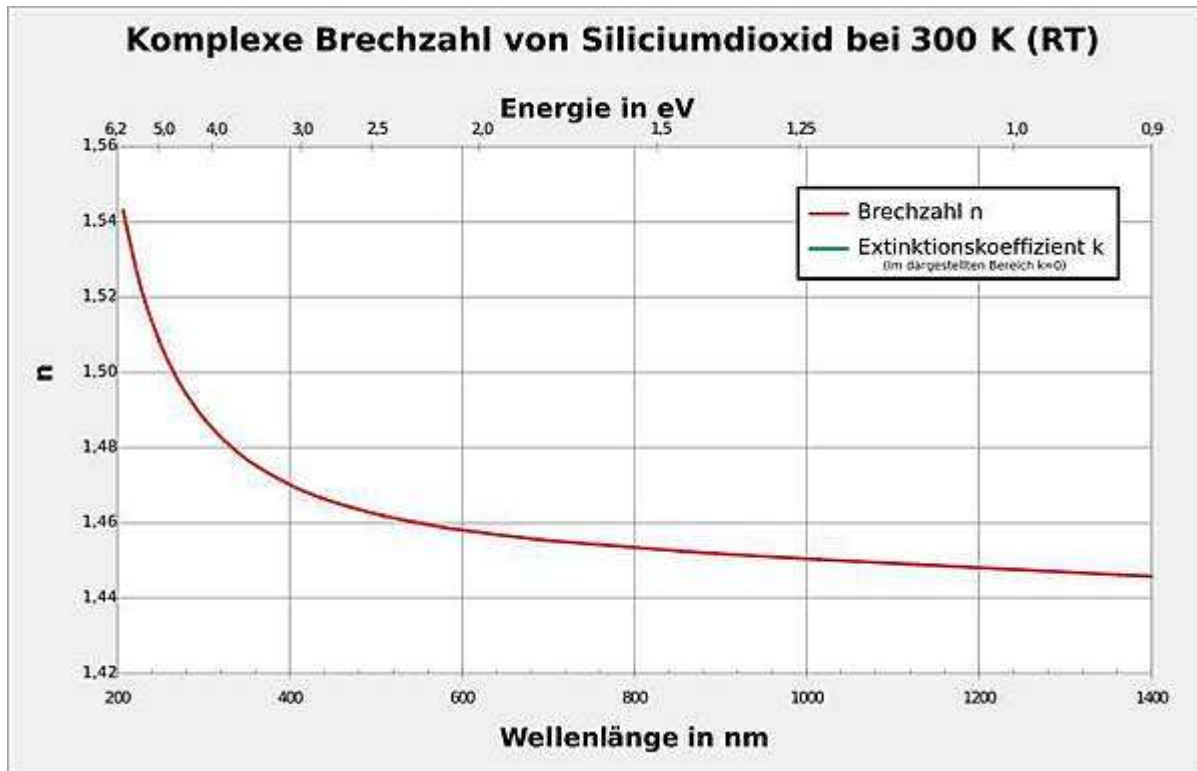


Dispersion

Wie sicherlich bekannt ist, unterliegt Glas wie alle transparenten Materialien der Dispersion, d.h. der Brechungsindex n des Materials ist wellenlängenabhängig. In der Regel ist der Brechungsindex im Kurzwelligen (blau, UV) größer als im Langwelligen (rot, IR). Der Zusammenhang zwischen Wellenlänge und Brechungsindex wird Dispersionskurve genannt. Folgende Abbildung ist typisch für Dispersionskurven und stellt den Brechungsindex als Funktion der Wellenlänge λ des Lichts dar.



Damit beginnen die Probleme beim Optikdesign: ein optisches Element, beispielsweise eine Objektivlinse aus einer einzigen Komponente, wird immer meinen drastischen Farbfehler zeigen.

Die einfachste Korrektur ist ein Zweilinser, bei dem eine zweite Linse mit halber Brennweite und doppelt so hoher Dispersion im Vergleich zur ersten den Fehler korrigiert (Achromat). Genaugenommen gilt diese Korrektur nur für zwei Wellenlängen, aber in der Praxis erhält man z.B. bei langbrennweitigen Fraunhofern schon recht gute Ergebnisse.

Sellmeier-Gleichung

Die Dispersionskurven verschiedener Glassorten werden mathematisch mit den (materialspezifischen) Sellmeier-Koeffizienten B_1 , B_2 , B_3 , C_1 , C_2 und C_3 beschrieben. Der Brechungsindex $n(\lambda)$ ergibt sich dann aus

$$n^2(\lambda) = 1 + \frac{B_1\lambda^2}{\lambda^2 - C_1} + \frac{B_2\lambda^2}{\lambda^2 - C_2} + \frac{B_3\lambda^2}{\lambda^2 - C_3}$$

Für geringere Ansprüche wird der letzte Term auch schon mal weggelassen. Die Hersteller liefern Kataloge mit [Datenblättern](#) aller ihrer Glassorten aus, unter anderem mit den Sellmeier-Koeffizienten. In Optikdesignprogrammen finden die Sellmeier-Koeffizienten ebenfalls Anwendung. In der Praxis variieren die Parameter jedoch leicht von Schmelze zu Schmelze.

Eine Alternative zu Sellmeier-Koeffizienten ist die Cauchy-Formel. Hierin ergibt sich der Brechungsindex n zu

$$n(\lambda) = A + \frac{B}{\lambda^2} + \frac{C}{\lambda^4}$$

Abbe-Zahl

Ein Maß für die Dispersion relativ zum Brechungsindex ist die Abbe-Zahl V . Sie wird gebildet aus

$$V = \frac{n_e - 1}{n_{F'} - n_{C'}}$$

Je stärker die Dispersion, desto kleiner die Abbe-Zahl. Die Werte n_e , $n_{F'}$ und $n_{C'}$ sind Indexwerte für Fraunhofer-Wellenlängen (546,07 nm, 479,99 nm und 643,84 nm). Anhand der Abbe-Zahl werden die Gläser in **Flintglas** ($V < 50$, also hochdispersiv) und **Kronglas** eingeteilt.

Hohe Absorption im Kurzwelligen bei hohen Brechungsindizes

Glas hat im sichtbaren Licht einen Brechungsindex zwischen 1,45 (Quarzglas) und 2,00 (N-SF66), je nach Sorte. Für die Astronomie sind nur die Gläser mit Indexwerten unterhalb von 1,7 interessant, denn mit der Dispersion kommt noch eine andere unangenehme Eigenschaft zum Tragen: je höher der Brechungsindex, desto früher riegelt das Material im Kurzwelligen ab. SF11 z.B. hat einen Brechungsindex von ca. 1.72 bei 550 nm, zeigt aber Absorption unterhalb von 450 nm, also im Violetten und teilweise im Blauen - für die visuelle Astronomie nicht brauchbar.

Hohe Brechungsindexwerte werden oft durch den Zusatz von Bleioxid zum Glas erreicht.

Atomistische Deutung

Für die Erklärung der Dispersion bedient man sich des atomistischen Modells: grob vereinfacht sitzen Elektronen wie an einer Feder am Molekül. Tritt eine elektromagnetische Welle durch das Medium hindurch, so reagieren die Elektronen als Ladungsträger so, daß die "Feder" ausgelenkt wird. Durch die Auslenkung der Elektronen wird das hindurchtretende elektromagnetische Feld abgebaut, während die Elektronen ihrerseits ein gleichartiges Feld aufbauen, das mit Nachbar Elektronen genauso wechselwirkt, usw. So propagiert Licht durch ein transparentes Medium. Aufgrund der Trägheit der Elektronen baut sich jedoch eine zeitliche Verzögerung ein, weshalb die Lichtgeschwindigkeit im Medium geringer ist als im Vakuum.

Die träge Reaktion des Elektrons auf die einlaufende Welle ist zudem abhängig von der Frequenz (und wegen $f = c/\lambda$ von der Wellenlänge), was wellenlängenabhängige Lichtgeschwindigkeiten im Medium und über $n = \lambda_{\text{Vakuum}}/\lambda_{\text{Medium}}$ auch die Dispersion zur Folge hat.

Quellen: Grafiken aus Wikipedia