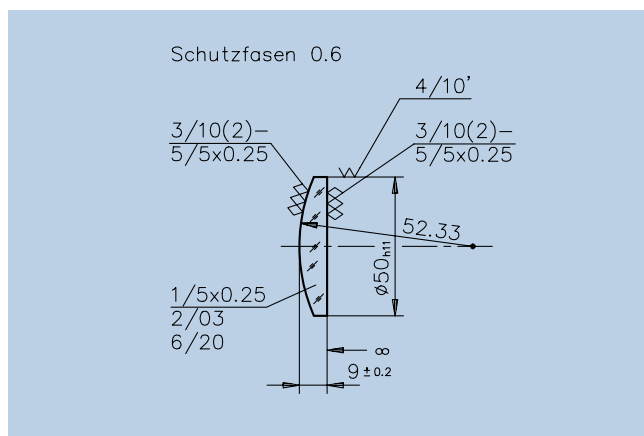


Kennzeichnung optischer Komponenten

Die Kennzeichnung von optischen Komponenten erfolgt nach DIN 3140 bzw. nach der neuen internationalen Norm ISO 10110. Neben den rein geometrischen Toleranzangaben für Durchmesser und Dicken werden weiteren Eigenschaften entsprechende Kennzahlen zugeordnet. Zulässige Materialeigenschaften des Glases und Formabweichungen werden quantifiziert.

In technischen Zeichnungen folgen den vorangestellten Kennzahlen nach einem Schrägstrich die zugelassenen Toleranzwerte. Das folgende Beispiel zeigt die Kennzeichnung einer Plankonvexlinse.



Technische Zeichnung einer Einzellinse

Kennzahl 1 beschreibt die Größe und Anzahl von Blasen und Einschlüssen im Medium. Je kleiner die Werte, desto höher sind die Anforderungen an das Material. Weitere Informationen finden Sie dazu in DIN 3140, Teil 2.

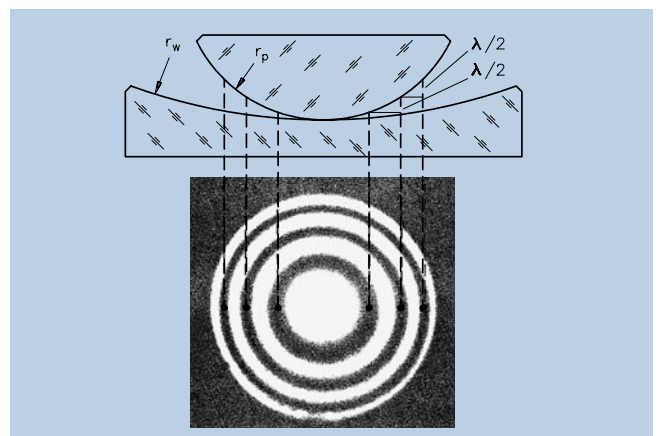
Kennzahl 2 quantifiziert Schlieren und Inhomogenitäten im Glas durch das Verhältnis der Schlierengröße zum gesamten Prüfbereich. Weitere Informationen finden Sie dazu in DIN 3140, Teil 3.

Kennzahl 3 beschränkt die zulässige Formabweichung von den optisch wirksamen Oberflächen.

Man spricht vom Passfehler, der die Abweichungen von planen und sphärischen Flächenformen beschreibt. Die Prüfung erfolgt innerhalb eines vorgegebenen Prüfbereichs. Darüber hinaus werden zusätzlich die Formabweichungen innerhalb kleiner Bereiche definiert und als Feinpassfehler bezeichnet.

Weil es sich bei den Passfehlern um sehr geringe Abweichungen handelt, wird die Prüfung interferometrisch durchgeführt. Als Maßeinheit wird die Lichtwellenlänge benutzt, typischerweise 546 nm oder 633 nm (He-Ne-Laser).

Häufig erfolgt die Prüfung mit sogenannten Probegläsern. Es ist ein vergleichendes Messverfahren und unterliegt einer subjektiven Beurteilung. Man legt ein entsprechendes Referenzglas auf die zu prüfende Fläche und beobachtet das entstehende Interferenzmuster (Newtonsche Ringe). Die Anzahl und die Verformung der entstehenden Interferenzringe sind Maße für die Abweichung zwischen Referenzglas und Prüffläche. Der Abstand zweier Interferenzlinien beträgt jeweils eine halbe Wellenlänge. Die erzielbare Genauigkeit bei der visuellen Prüfung liegt bei etwa 100 nm Formabweichung. Weitere Informationen finden Sie dazu in DIN 3140, Teil 5.



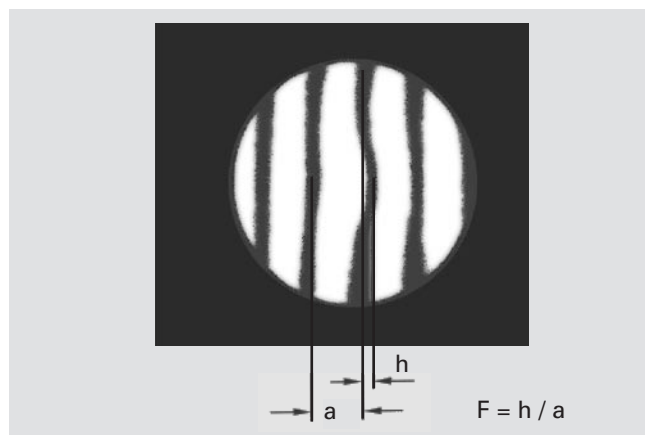
Passprüfung mit dem Probeglas

Rechnergestützte Interferometer erlauben die berührungslose Messung mit deutlich gesteigerter Genauigkeit. Dabei wird die gesamte Oberfläche gleichmäßig erfasst. Als Resultat wird der sogenannte „Peak-to-Valley“-Wert der Formabweichung bestimmt. Darunter versteht man die Differenz aus minimaler und maximaler Abweichung von einer Bezugsfläche. Bei planen Flächen ist es die Abweichung von einer Ebene, bei sphärischen Flächen bezieht man sich auf eine Kugelfläche.

In der Sphärenprüfung werden meist nur unsymmetrische Abweichungen, die eine optische Abbildung besonders negativ beeinflussen können, im Peak-to-Valley-Wert erfasst. Weicht eine gemessene Sphäre mit ihrem Radius von den Vorgaben ab, so wird dieser als „Power“-Wert bezeichnet.

Bei den beschriebenen Prüfverfahren handelt es sich um vergleichende Messungen, immer bezogen auf eine Referenzfläche. Durch die Kombination von Mehrfachmessungen und entsprechenden Berechnungen sind auch absolute Prüfungen möglich.

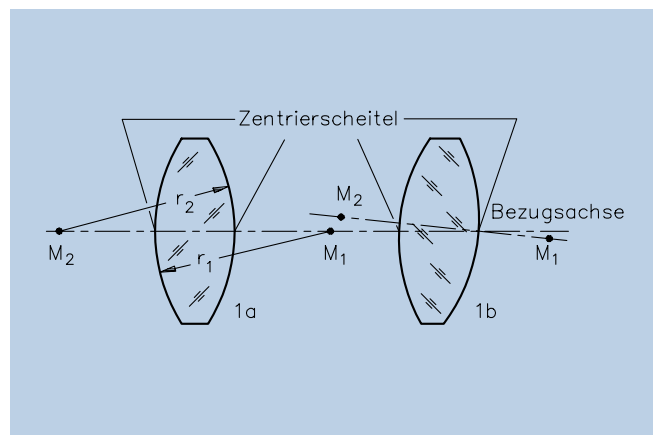
Das folgende Bild zeigt die Auswertung eines Feinpassfehlers mit einem rechnergestützten Interferometer. Prüflings- und Referenzfläche wurden für die Messung leicht zueinander verkippt, so dass anstelle von Ringen ein Streifenmuster entsteht. Durch die quantitative Darstellung der Abweichungen einer gemessenen Fläche von der Sollform können die Einflüsse auf die Abbildung berechnet werden.



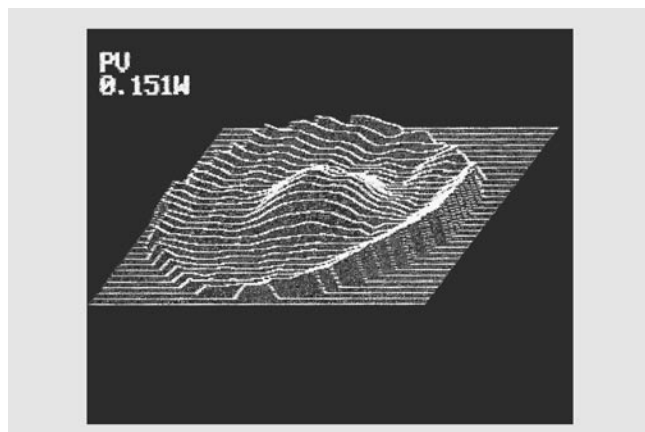
Interferogramm zum Feinpassfehler (oben) mit Höhenauswertung (unten)

Liegen die Krümmungsmittelpunkte der Linsenflächen auf der Bezugsachse, so ist die Linse zentriert. Der zulässige Zentrierfehler wird in Winkelminuten angegeben.

Weitere Informationen finden Sie dazu in DIN 3140, Teil 6.



Zentrierfehler einer Linse



Kennzahl 4 beschreibt den Zentrierfehler.

Der Zentrierfehler ist ein Maß für die Abweichung der optischen Achse einer Linse zu ihrer Formachse. Häufig wird als Bezugsachse einer Linse die Achse des Randzylinders angenommen, weil die sogenannte „Optische Achse“ nur als virtuelle Größe vorliegt.

Kennzahl 5 gibt die Toleranzen für Oberflächenfehler an.

Unter Oberflächenfehlern werden Kratzer, Wischer und Löcher verstanden, die nach Anzahl und Größe klassifiziert werden. Je kleiner die Werte sind, desto sauberer ist die Oberfläche.

Weitere Informationen finden Sie dazu in DIN 3140, Teil 7.

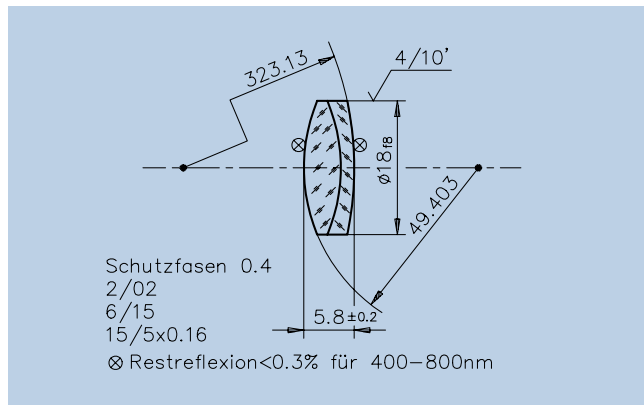
Kennzahl 6 klassifiziert optisch wirksame Spannungen innerhalb eines Glases oder eines Systems.

Darunter versteht man Spannungen, die sich zum Beispiel beim Verkitten optischer Linsen (Achromate) ergeben können. Die Auswirkungen zeigen sich in Form von optischen Weglängendifferenzen im Glasweg. Als Kennzahl wird die zulässige Differenz in nm pro 10 mm Glasweg angegeben. Weitere Informationen finden Sie dazu in DIN 3140, Teil 4.

Kennzahl 15 beschreibt die Sauberkeit von Kittschichten und zusammengefügte Flächen.

Die Sauberkeit einer verkitteten optischen Komponente wird analog behandelt wie unter den Kennzahlen 1 und 2 beschrieben. Ist keine Toleranz angegeben, so darf die Sauberkeit nicht schlechter sein, als die Summe der beiden beteiligten Einzelflächen.

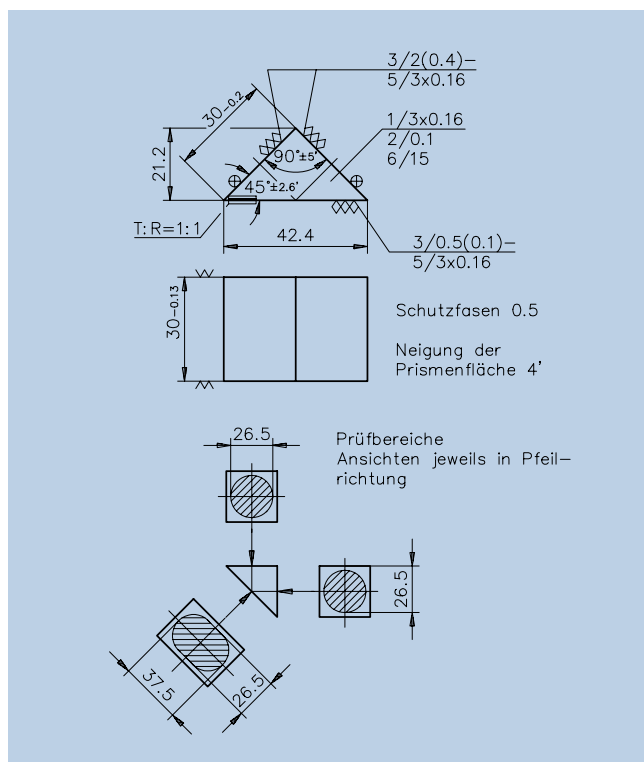
Weitere Informationen finden Sie dazu in DIN 58170, Teil 54.



Technische Zeichnung eines Kittgledes

Kennzeichnung von planoptischen Bauteilen

Die Kennzeichnung von planoptischen Teilen, wie Spiegel, Planplatten, Prismen und verkittete Teilerwürfel, erfolgt mit den gleichen, bis hierhin beschriebenen Kennzahlen. Zusätzlich werden Winkeltoleranzen spezifiziert.



Technische Zeichnung eines 90°-Prismas

Im beschriebenen Beispiel wird der Neigungswinkel der Prismenflächen zueinander mit 4 Winkelminuten toleriert. Man verwendet für diese Winkelabweichung auch den Begriff des „Pyramidalfehlers“. Die Hypotenuse des Prismas ist nach Zeichnungsangabe noch mit einer teildurchlässigen Verspiegelung zu versehen. Das entsprechende Symbol wird ergänzt durch den Hinweis auf das Verhältnis von Transmission zu Reflexion.

Die im unteren Teil der Zeichnung schraffierten Bereiche bezeichnen die optisch genutzten Bereiche.

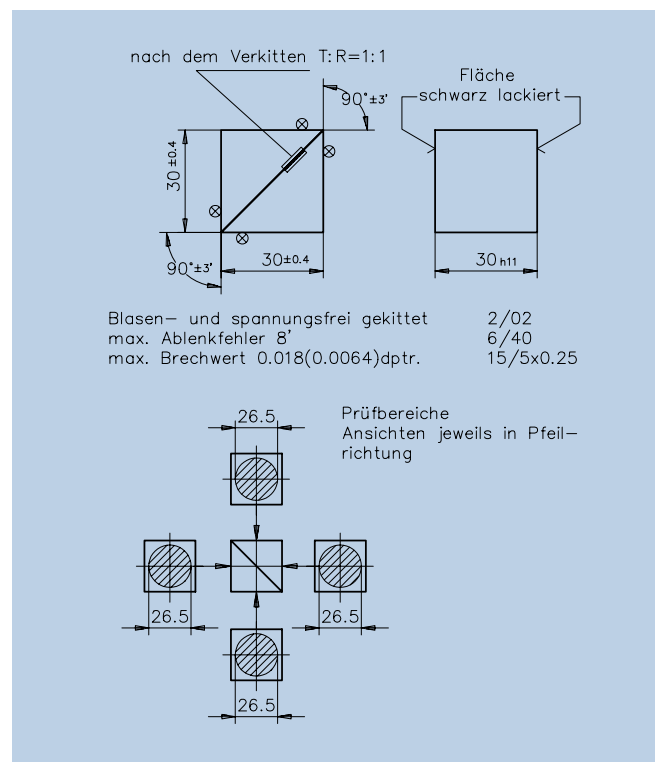
Kennzeichnung der Oberflächenpolitur

Alle optisch wirksamen Oberflächen werden hinsichtlich ihrer Politurgüte (Rauheit) gekennzeichnet. Das Symbol der drei Rauten bestimmt eine Flächenpolitur, die nur einen geringen Streulichtanteil aufweist. Für spezielle Anwendungen kann die Rauheit und damit die Oberflächenstreuung noch weiter verringert werden durch die Kennzeichnung mit vier Rauten, was einer Feinstpolitur entspricht.

Weitere Kennzeichnung von planoptischen Bauteilen

Zu den bereits beschriebenen Angaben kann zusätzlich der maximale Brechwert spezifiziert werden. Der erste Wert toleriert die sphärische Deformation der Wellenfront, der Klammerwert den zulässigen Astigmatismus. Beide Werte werden in Dioptrien angegeben.

Ferner kann der Ablenkungswinkel und dessen maximal zulässige Abweichung angegeben werden. Bei Teilerschichten wird das Teilungsverhältnis von transmittiertem und reflektiertem Licht spezifiziert.



Technische Zeichnung eines Teilerwürfels