

## Brennweitenbestimmung

### 1 Zielsetzung

- Aufbau eines Kollimators und Bestimmung der Brennweite.
- Bestimmung der Brennweite und der Lage der Hauptebenen eines Objektivs mit dem Kollimator.

### 2 Theoretische Grundlagen

**Kollimator:** Ein Kollimator besteht aus einer Marke und einem sammelnden optischen System. Die Marke ist in der objektseitigen Brennebene angeordnet und wird durch das optische System nach unendlich abgebildet. Mit der Neigung des Hauptstrahles  $w$  ergibt sich ein Zusammenhang zwischen Brennweiten, Objekt- und Bildgrößen wie folgt:

$$\tan w = \frac{-y}{f_K} = \frac{-y'}{f'_{Pr}}$$

**Brennweitenmessung mit dem Kollimator:** Die nach unendlich abgebildete Messmarke des Kollimators ist ein Objekt im Unendlichen für das zu vermessende sammelnde optische System (Prüfling = Pr). Der Prüfling bildet diese Messmarke in seiner bildseitigen Brennebene ab (Abbildung 1). Die Lage des Bildes liefert aber nur die Lage des Brennpunktes  $F'_{Pr}$ . Die Größe der Brennweite ist nur aus dem Abbildungsmaßstab der Messmarke bestimmbar, wenn die Brennweite des Kollimators  $f'_{Pr} = -\beta' \cdot f_K$  bekannt ist.

Mit dieser Brennweite kann dann aus der Lage des Brennpunktes auch auf die Lage der zugehörigen Hauptebene geschlossen werden.

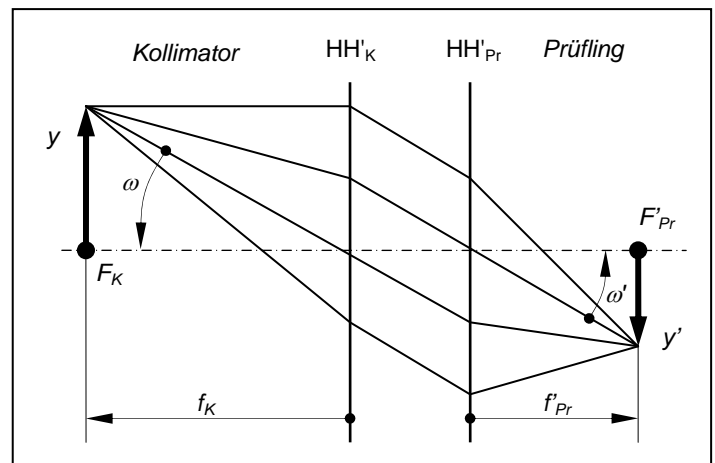


Abbildung 1 Brennweitenmessung

### 3 Messanleitung

- Zentrierung von Richtleuchte, Kollimatoroptik, -marke (Messdia) und Schirm auf der optischen Bank. Einstellen einer homogenen Ausleuchtung des Bildfeldes.
- Das Messdia wird durch das Kollimatoroptik (Orientierung beachten) nach unendlich abgebildet. Durch den Einsatz eines Interferenzfilters wird nur ein schmaler Wellenlängenbereich von etwa 10 nm des Lichtes ausgekoppelt. Zur Prüfung des Kollimators wird ein Zielfernrohr eingesetzt (Abbildung 2) – dabei ist auf eine parallaxenfreie Einstellung zu achten. Diese liegt vor, wenn sich bei seitlicher Bewegung des Auges Fadenkreuz und Bild nicht zueinander verschieben! Hinweis: Der Abstand der Austrittspupille bei einem Zielfernrohr beträgt etwa 80 mm.

Nach einer Wiederholmessreihe ist der Kollimator justiert und kann zur Messung unbekannter Brennweiten verwendet werden. Die Positionen von Lampe, Messdia und Kollimatoroptik dürfen anschließend nicht mehr verändert werden.

- Der Prüfling muss möglichst dicht hinter der Kollimatoroptik angeordnet werden. Die Lampenwendel ist in die EP des Objektivs abzubilden, und die Objektivblende optimal einzustellen.

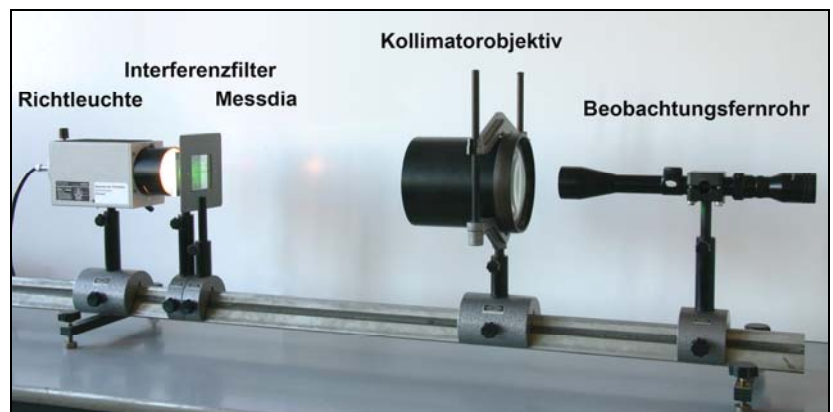


Abbildung 2 Justierung des Kollimators mit Zielfernrohr

Für beide Objektivlagen sind jeweils nach Einstellung die Reitermarkenposition  $x_i$ , die Bildgröße  $y_i'$  mit Hilfe des Messmikroskops (Bild 3a), bzw. der Abstand Fassungsrand Objektiv – Bild mit Hilfe eines Messokulars und Messschieber zu messen (Bild 3b).

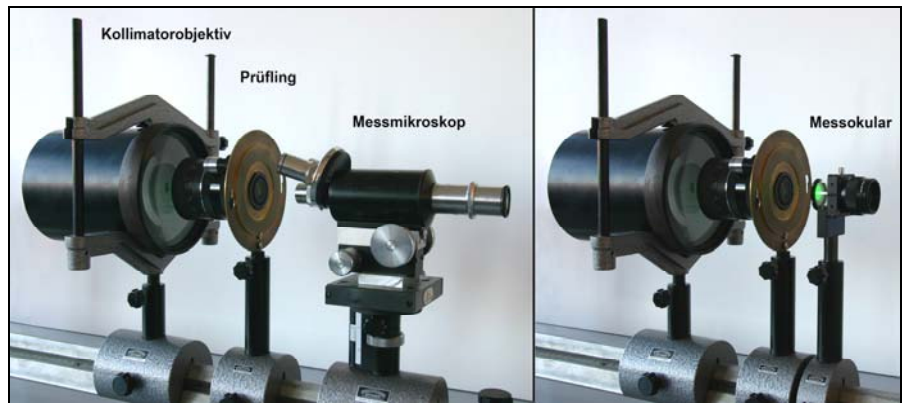


Abbildung 3a/3b Messaufbau für Brennweitenbestimmung

#### 4 Auswertung

- Bestimmung der Brennweiten  $f$  &  $f'$  sowie der Hauptpunktlagen  $H$  &  $H'$  des Objektivs.
- Fehlerrechnung oder statistische Auswertung mit Angabe der Vertrauensbereiche.
- Maßstäbliche Skizze des Strahlenganges für die Brennweitenmessung des Objektivs (Abbildung des Achspunktes und der Randstrahlen)

#### 5 Geräte

- Richtleuchte (GOS Reg. 7 / # 206)
- Netzgerät (12 V / 10 A)
- Messdia mit Millimeterskala
- Interferenzfilter (FWHM<sup>1</sup> = 10 nm):  $\lambda = 546$  nm (GOS Reg. 9 / # 212)
- Kollimatoroptik Schneider-Kreuznach  $f_K = 500$  mm
- Beobachtungsfernrohr (Zielfernrohr)
- Fotoobjektiv (Prüfling)
- Messmikroskop mit Lineartischverstellung
- Messokular (Vergrößerung 7x)
- Optische Bank, Reiter, Diahalter, Schirm, Digitalmessschieber, Maßlineal

#### 6 Literaturhinweise

- [1] SCHRÖDER, Gottfried: *Technische Optik*. 10. Aufl. Würzburg: Vogel, 2007, S. 44 ff., 176 ff. & 215 ff.  
 [2] NAUMANN, Helmut: *Bauelemente der Optik*. 6. Aufl. München: Hanser, 1992, S. 435 ff.  
 [3] VORLESUNG: *Optik Design & Optische Geräte Grundlagen*. Berlin: Beuth Hochschule.  
 [4] LEUSCHNER, Bernd; NEUMANN, Reiner: *Messgerätekatalog*. Berlin: Beuth Hochschule / GOS.  
<http://labor.beuth-hochschule.de/fileadmin/labor/gos/dokument/Messgeraetekatalog.pdf> – Aktualisierungsdatum: 14.03.2011.

<sup>1</sup> FWHM = full width at half maximum (Halbwertsbreite)