

Brennweite

Vorbereitungen zu Hause

- a) Konstruieren Sie ein reelles Bild an einer dünnen Sammellinse und leiten Sie die Abbildungsgleichung $1/f = 1/g + 1/b$ her.
- b) Konstruieren Sie ein reelles Bild B an einer dünnen Sammellinse. Dabei soll der Abstand zwischen dem Gegenstand G und dem Bild B größer als $4f$ sein.
Bei unveränderter Position des Gegenstandes G und der Mattscheibe (auf der B aufgefangen wird) soll eine neue Linsenposition gefunden werden, die ebenso auf der Mattscheibe ein scharfes Bild (wenn auch anderer Größe) ergibt. Finden Sie diese neue Linsenposition.
- c) Rechnungen zu b):
Bei festem Abstand a zwischen G und B haben die beiden Linsenpositionen für scharfe, reelle Bilder den Abstand e .
Es gilt: $a = g + b$ und $e = |g - b|$.
Zeigen Sie: Die beiden Gleichungen können nach g und b aufgelöst werden; eingesetzt in die Abbildungsgleichung erhält man:
 $f = (a^2 - e^2)/(4a)$.
Weil $e > 0$ sein muß, gilt $f < a^2/(4a)$ und $a > 4f$.
- d) Ein Gegenstandspunkt G liegt in der Brennebene einer dünnen Sammellinse, jedoch nicht auf der optischen Achse.
Wie verlaufen die von G ausgehenden Strahlen nach Brechung an der Linse?
- e) Was geschieht mit parallelen Strahlen (jedoch nicht parallel zur optischen Achse), die auf eine dünne Sammellinse treffen?

Messungen ☐ und Auswertungen ●

Die Brennweite *einer* dünnen Sammellinse wird mit 4 Methoden bestimmt.
Anschließend wird die Brennweite einer dünnen Zerstreuungslinse ermittelt.

1. Grobe Methode

Für weit entfernte Gegenstände folgt aus der Abbildungsgleichung $f \approx b$.

- ☐ Als Gegenstand dient eine helle Lampe an einem Ende des Ganges im Optiklabor; die Meßapparatur ist am anderen Gange.
Die Brennweite in 4 Messungen bestimmen.
● f_1 berechnen.

2. Abbildungsgleichung

- ☐ Gegenstand G (Lochraster auf einer Scheibe vor der Lampe) scharf abbilden.
 G markiert den Nullpunkt auf der Längenskala der optischen Bank.
 g und b bestimmen (Fehler schätzen).
● Aus der Abbildungsgleichung in der Form $f = g \cdot b / (g + b)$ die Brennweite f_2 berechnen.

3. Bessel-Methode

- ☐ G scharf abbilden; dabei soll der Abstand a zwischen G und B größer als $4f$ sein.
 a bestimmen (Fehler schätzen).
☐ Linse gemäß b) verschieben.
Abstand e der beiden Linsenpositionen bestimmen (Fehler schätzen).
● Nach $f = (a^2 - e^2)/(4a)$ die Brennweite f_3 berechnen.

4. Autokollimation

Von einem Gegenstand in der Brennebene der Linse werden ausgehende Lichtstrahlen durch die Linse und einen dahinterstehenden ebenen Spiegel (senkrecht zur optischen Achse) gebrochen, reflektiert und noch einmal gebrochen. In der Brennebene entsteht ein umgekehrtes Bild, das so groß wie G ist.

- ☐ Lochraster-Scheibe gleichzeitig als Mattscheibe benutzen.
Abstand c zwischen Scheibe und Linse variieren, bis B so groß wie G ist.
 $f = c$ in 4 Messungen bestimmen.
Der Spiegel sollte dicht hinter der Linse stehen, sonst wird das Bild zu lichtschwach.
● f_4 berechnen.

5. Vergleich und Wichtung

- Die 4 ermittelten Brennweiten f_1, f_2, f_3 und f_4 mit ihren Fehlerbereichen darstellen.
Überlappen sich die Bereiche? Was folgt daraus, wenn dies nicht so ist?
● Die 4 Ergebnisse wichten und f_{ges} berechnen.

6. Brennweite f_Z einer Zerstreuungslinse

f_Z kann nicht nach den bisherigen Methoden ermittelt werden.

Kombiniert man aber die Linse mit einer Sammellinse bekannter Brennweite f_S (wobei die Kombination sammeln soll), so kann nach den bisherigen Methoden die Brennweite f_{Komb} bestimmt werden.

Es gilt: $1/f_{\text{Komb}} = 1/f_S + 1/f_Z$,

also: $f_{\text{Komb}} = f_S \cdot f_Z / (f_S + f_Z)$.

- ☐ Die bisher benutzte Sammellinse mit einer Zerstreuungslinse kombinieren und f_{Komb} nach einer der bisherigen Methoden ermitteln.
- Daraus und mit $f_S = f_{\text{ges}}$ (aus 5.) die Brennweite f_Z berechnen.