



Aufgabenstellung

Für Physik Bachelor / Lehramt:

1. **Bestimmung der Brennweite f' und der Lagen der Hauptebenen h, h' einer Linsenkombination unter Verwendung des Abbildungsmaßstabes (ABBE-Verfahren):**

- Die Messung ist mit grünem Farbfilter durchzuführen
- Stecken Sie die Sammell- und Zerstreuungslinse so in den Halter, dass der Abstand der Linsenebenen $d = 50$ mm beträgt. Beim Einbau auf die optische Bank soll die Sammellinse Richtung Lampe zeigen. Bestimmen Sie für *fünf* verschiedene Schirmstellungen *jeweils eine* „vordere“ und „hintere“ Position des Linsenhalters, wo das Objekt scharf abgebildet wird. Wählen Sie die Schirmabstände so, dass die Bildgrößen sich deutlich unterscheiden. Notieren Sie sich jeweils die Objekt- (l_1), die Linsen- ($l_{2,v,h}$) und die Schirmposition (l_3), sowie die Gegenstands- und Bildgrößen y und $y'_{v,h}$.
- Berechnen Sie für die fünf unterschiedlichen Schirmstellungen die Entfernungen $b_{v,h} = l_1 - l_{2,v,h}$ und $b'_{v,h} = l_3 - l_{2v,h}$ zur Ablesemarke des Linsenhalters ($b < 0!$). Bestimmen Sie aus Objektgröße y und Bildgrößen $y'_{v,h}$ die Abbildungsmaßstäbe $\frac{1}{\beta_{v,h}}$ und $\beta_{v,h}$.
- Zeichnen Sie in ein Diagramm die Abbildungsmaßstäbe $\frac{1}{\beta}$ bzw. β als Funktion der Abstände $-b$ und b' ein, d.h. $\frac{1}{\beta}(-b)$ und $\beta(b')$. Wählen Sie den Wertebereich der $\frac{1}{\beta}$ - und β -Achse vom gemessenen Minimalwert von $\frac{1}{\beta}$ bzw. β . Bestimmen Sie die Abstände h und h' von der Ablesemarke zu den Hauptebenen H und H' durch die folgenden Gleichungen $\frac{1}{\beta}(-h) = 1$ und $\beta(h') = 1$ (s. Gl. 10 der Versuchsanleitung). Ermitteln Sie zudem die Brennweite f' aus den jeweiligen Anstiegen der Ausgleichsgeraden. Der Mittelwert beider Brennweiten ergibt die gesuchte Brennweite f' der Linsenkombination.
- Vergleichen Sie die experimentell bestimmte Brennweite f' sowie die Lagen der Hauptebenen h, h' mit den theoretisch zu erwartenden Werten für die vorliegende Linsenkombination.

2. **Bestimmung der sphärischen Aberration einer extrem dicken Sammellinse als Brennweitenänderung in Abhängigkeit von dem Abstand zur optischen Achse mittels BESSEL-Verfahren:**

- Die Messung ist mit grünem Farbfilter durchzuführen.
- Ersetzen Sie den Linsenhalter durch die extrem dicke Sammellinse, wobei die planparallele Seite in Richtung Schirm zeigen soll, und realisieren Sie die scharfe Abbildung des Objekts.
- Bestimmen Sie mittels des BESSEL-Verfahrens die Brennweite f'_0 der Sammellinse mit Lochblende, welche die Randstrahlen ausblendet. Der endliche Abstand der Hauptebenen wird dabei vernachlässigt.
- Bestimmen Sie mittels des BESSEL-Verfahrens die Brennweite $f' = f'(r^2)$ in Abhängigkeit vom Radius r der unterschiedlichen Zonenblende. Wiederum wird der endliche Abstand der Hauptebenen vernachlässigt.

- Tragen Sie alle Brennweiten in ein Diagramm $f' = f'(r^2)$ ein und bestimmen Sie die Ausgleichsgerade.
3. **Bestimmung der chromatischen Aberration einer extrem dicken Sammellinse als Brennweitenänderung in Abhängigkeit von der Wellenlänge des verwendeten Lichts mittels BESSEL-Verfahren**
- Bestimmen Sie mittels des BESSEL-Verfahrens die Brennweite der dicken Linse für drei verschiedene Wellenlängen, die Sie mit den vorliegenden Farbfiltern realisieren. Verwenden Sie für die Messungen die Lochblende. Wiederum wird der endliche Abstand der Hauptebenen vernachlässigt.
 - Tragen Sie alle Brennweiten in ein Diagramm $f' = f'(\lambda)$ ein und diskutieren Sie das Ergebnis.

Für Studierende mit Physik im Nebenfach:

1. **Bestimmung der Brennweite f'_s einer dünnen Sammellinse (S) aus der einfachen Abbildung eines Objektes:**
- Bei diesem Teil des Versuchs bleibt die Position des Objekts fest.
 - Für *drei* unterschiedliche Schirmeinstellungen soll die Linse je *dreimal* so eingestellt werden, dass das Objekt scharf abgebildet wird. Notieren Sie sich jeweils die Objekt- (l_1), die Linsen- (l_2) und die Schirmposition (l_3).
 - Bilden Sie den Mittelwert der Linsenposition l_2 jeweils für die drei unterschiedlichen Schirmpositionen l_3 .
 - Aus diesen Daten bestimmen Sie die Gegenstandsweite a und die Bildweite a' . Mit Hilfe der allgemeinen Abbildungsgleichung berechnen Sie die Brennweite f'_s der Sammellinse.
2. **Bestimmung der Brennweite f'_z einer dünnen Zerstreuungslinse (Z) durch Kombination mit einer Sammellinse und dem Linsenabstand $d \approx 0$ mit Hilfe des BESSEL-Verfahrens:**
- Verschieben Sie den Schirm ganz nach hinten. Stecken Sie die Sammel- und Zerstreuungslinse möglichst dicht in die Halterung. Für *eine* feste Schirmstellung soll die Linse *dreimal* so eingestellt werden, dass das Objekt jeweils „vorne“ und „hinten“ scharf abgebildet wird. Notieren Sie sich jeweils die Objekt- (l_1), die Linsen- ($l_{2,v,h}$) und die Schirmposition (l_3).
 - Bilden Sie den Mittelwert der Linsenpositionen $l_{2,v}$ bzw. $l_{2,h}$ und bestimmen daraus den Abstand beider Linsenpositionen l . Berechnen Sie die Brennweite f' des Gesamtsystems.
 - Bestimmen Sie aus der Gleichung zur Bestimmung der Brennweite einer Linsenkombination die Brennweite f'_z der Zerstreuungslinse.