

Linsen

Linsen begegnen uns im Alltag recht häufig. Kurz- und Weitsichtigen ermöglichen sie ein scharfes Bild von ihrer Umgebung, in Photoapparaten bilden sie einen Gegenstand auf den Film ab, etc.

Material

Optische Bank mit Massstab, Scheinwerfer zur Beleuchtung des Objekts, gelochte Metallscheibe (Musterblende) als Objekt, verschiedene Sammellinsen mit Haltern, Mattscheibe.

Warnung: Optische Oberflächen (Linsen, Spiegel) sind empfindlich. Vermeide Berührungen, denn dein Handschweiss kann sich in die Oberfläche einätzen. Fingerabdrücke müssen baldmöglichst entfernt werden.

Messungen

1. Stelle eine Blende mit Schlitzmuster vor die Lampe. Das leuchtende Muster dient als Gegenstand, der abgebildet werden soll. Montiere dann auf der optischen Bank eine Sammellinse (halte die Nummer der verwendeten Linse im Protokoll fest) und eine Mattscheibe als Bildschirm.
2. Überzeugt ihr euch, dass es bei grossem Blende-Mattscheibe Abstand zwei Linsenpositionen mit scharfer Abbildung gibt. Überzeugt ihr euch, dass es kein scharfes Bild mehr gibt bei zu kleinem Blende-Bildschirm Abstand. Lege deine Beobachtungen im Protokoll fest.
3. Bilde mit der Sammellinse das durchleuchtete Muster scharf auf der Mattscheibe ab. Lese die Positionen von Objekt, Linse und Bild auf der Skala ab (also Gegenstandsweite g und Bildweite b). Bestimme die Abmessungen des Lochmusters (= Gegenstandsgrösse G) und des Bilds auf der Mattscheibe (= Bildgrösse B) mit einem Massstab. Wiederhole die Messung für insgesamt zwölf verschiedene Anordnungen. Lege die Fehlerschranken für die gemessenen Grössen fest.

Auswertung der Messungen

1. Zeichne den Strahlengang für eine der ausgemessenen Anordnungen massstäblich auf, und lies die Brennweite aus der Konstruktion ab (siehe auch Theorie aus Unterricht).
2. Prüfung des Abbildungsgesetzes: Berechne aus den Verhältnissen $B : G$ und $b : g$ den Abbildungsmassstab. Stimmen die Werte für alle Messungen überein?
3. Prüfung der Linsenformel: Bestimme aus den Bildweiten b und Gegenstandsweiten g die Brennweite f der Linse. Gibt es jedes Mal dasselbe? Welche Brennweite hat die Linse wirklich? Führe eine korrekte Fehlerrechnung durch.
4. Trage in einem Diagramm $1/b$ als Funktion von $1/g$ auf. Wie müssten die Punkte liegen, falls die Linsengleichung erfüllt ist? Führe eine lineare Regression durch. Bestimme aus der Graphik die Brennweite.
5. Zeige durch eine formale Rechnung, dass das Produkt aus Gegenstands- und Bildweite proportional zu deren Summe ist. Prüfe dies anhand eines Diagramms für deine Messwerte nach und bestimme mit einer linearen Regression die Brennweite der Linse.
6. Zeige durch eine formale Rechnung, dass für das Quadrat der Brennweite gilt:

$$f^2 = (g - f) \cdot (b - f)$$

Trage die Differenzen $g - f$ und $b - f$ in einem doppelt-logarithmischen Diagramm gegeneinander auf. Begründe, dass eine Gerade in dieser Darstellung einer Potenzfunktion entspricht. Führe eine Potenzregression durch und interpretiere die Koeffizienten.

Für eine Auswertung reichen die Aufgaben 1-4, für einen Bericht 1-4 und entweder 5 oder 6.