

Methoden der Experimentalphysik

Linsen und Linsensysteme

Protokoll zur Übung vom 17. Juni 2005

erstellt von

Christoph Saulder (0400944)

Monika Lendl (0404319)

In dem durchgeführten Experiment wurden die Brennweiten zweier Sammellinsen und einer Zerstreuungslinse bestimmt. Die Brennweiten der Sammellinsen wurden zuerst durch Abmessung der Bild-, und Gegenstandsweiten und Einsetzen in die Linsengleichung errechnet und danach nochmals mit dem Besselschen Verfahren bestimmt. Die beiden Methoden waren zu vergleichen. Die Brennweite der Zerstreuungslinse wurde in einem Linsensystem mit einer Sammellinse kleinerer Brennweite bestimmt. Die Brennweite des Linsensystems wurde wiederum mit dem Besselschen Verfahren gemessen.

Durchführung

Auf einer Optischen Bank waren eine Lichtquelle, der „Gegenstand“ (in unserem Fall eine Eins), eine Sammellinse und ein Schirm montiert. Zunächst stellten wir einen Abstand von 125,0 cm zwischen Schirm und Gegenstand ein. Wir plazierten die erste Linse so, dass das Bild scharf erschien und maßen die Gegenstandsweite. Dann stellten wir den 2. Punkt ein, an dem die Linse ein scharfes Bild produzierte und maßen den Abstand zur vorigen Linsenposition sowie die Gegenstandsweite. Nun schoben wir den Schirm etwas näher an den Gegenstand, maßen ihren genauen Abstand und fuhren fort wie oben. Diese Prozedur wiederholten wir ein drittes mal. Die Messung der 2. Linse begannen wir beim kleinsten Schirm – Gegenstandsabstand der Messung der ersten Linse und schoben den Schirm, dem gleichen Verfahren wie bei Linse 1 folgend, immer weiter nach außen. Zur Messung der Zerstreuungslinse verwendeten wir Linse 2. Die beiden Positionen bei denen das Linsensystem scharfe Bilder produzierte wurden bei 3 verschiedenen Abständen zwischen Schirm und Gegenstand gesucht und gemessen.

Messwerte

Linse 1

Direktmessung

Abstand Schirm-Gegenstand [cm]	Gegenstandsweite [cm]
125,0	26,3
125,0	99,5
119,8	26,5
119,8	92,5
114,8	26,4
114,8	88,5

Besselsches Verfahren

Abstand Schirm-Gegenstand [cm]	Abstand der beiden Linsenpositionen [cm]
125,0	72,6
119,8	66,7
114,8	61,0

Linse 2

Direktmessung

Abstand Schirm-Gegenstand [cm]	Gegenstandsweite [cm]
114,8	12,2
114,8	106,3
119,6	12,3
119,6	111,3
123,5	12,1
123,5	115,1

Besselsches Verfahren

Abstand Schirm-Gegenstand [cm]	Abstand der beiden Linsenpositionen [cm]
144,8	93,5
119,6	99,0
123,5	102,4

Linsensystem

Messung erfolgte nur nach Besselschen Verfahren

Abstand Schirm-Gegenstand [cm]	Abstand der beiden Linsenpositionen [cm]
123,5	63,6
120,4	54,9
115,3	46,6

Auswertung

Als erstes wurden 2 Linsen untersucht und ihre Brennweite mittels 2 verschiedener Verfahren bestimmt. Einerseits wurde die Gegenstandsweite, also die Entfernung Linse-Gegenstand direkt gemessen und auch die Gesamtentfernung von Gegenstand und Bild(schirm). Daraus konnte man durch eine Subtraktion die Bildweite errechnen. Durch Anwendung der Linsengleichung $f = g * b / (g + b)$ erhält man sofort die Brennweite der Linse. Es ergab sich durch die Auswertung unserer Messergebnisse für die Linse 1 eine Brennweite von $(20,5642 \pm 0,3229)$ cm und für die Linse 2 eine Brennweite von $(9,3794 \pm 1,7229)$ cm. Es wurde dann noch weiters eine Messung nach dem Besselschen Verfahren durchgeführt. Aus der Formel $f = \frac{1}{4} (s - (e^2/s))$ ergibt sich die Brennweite f der Linse, wobei s die Gesamtentfernung von Gegenstand und Schirm ist und e ist der Abstand zwischen den beiden Linsenpositionen wo man ein scharfes Bild erhält. Wieder durch statistische Auswertung unsere Messergebnisse erhielt wir nun eine Brennweite für die Linse 1 von $(20,6571 \pm 0,0564)$ cm und für die Linse 2 von $(9,5746 \pm 0,1401)$ cm. Nach diesem Experiment wurde die Brennweite eines Linsensystems bestimmt, welches aus der Linse 2 und einer Zerstreuungslinse bestand. Hierzu wurde nur das Besselsche Verfahren verwendet. Es ergab sich daraus eine Brennweite des Gesamtsystems von $(23,5483 \pm 0,7586)$ cm. Anschließend wurde die Brennweite der Zerstreuungslinse f_z aus der bekannte Brennweite der Linse 2 (es wurde der Wert des Besselschen Verfahren verwendet) f_2 und des Gesamtsystems f_g mit der Formel $f_z = f_g * f_2 / (f_g - f_2)$. Hierbei wurde das Gauß'sche Fehlerfortpflanzungsgesetz angewendet und es ergab sich eine Brennweite für die Zerstreuungslinse von $(-16,1349 \pm 0,5340)$ cm. Es ist noch anzumerken, dass in alle Rechnungen einheitlich in cm gerechnet wurde.

Interpretation

Die Ergebnisse der Direktmessung und der Messung mittels des Besselschen Verfahren liegen sehr nahe beisammen. Doch es fällt auf, dass die Standardabweichung beim Besselschen Verfahren um eine Größenordnung kleiner ist als wie bei der Direktmessung, wodurch sich zeigt, dass das Besselsche Verfahren tatsächlich ein wenig genauer (weniger fehleranfällig) ist. Die errechnete Brennweite wurde dann noch zusätzlich durch ein simples und grobes Experiment näherungsweise überprüft. Wir benutzen eine Lampe und leuchten damit durch die Linse. Dann versuchten wir den Brennpunkt genau auf den Tisch zu projizieren und die Höhe der Linse über den Tisch zu schätzen. Somit waren wir uns sicher, dass unsere Messergebnisse auch tatsächliche in der richtigen Größenordnung lagen. Bei dem Linsensystem war vermutlich auf Grund der Linsenfehler es nicht leicht zu erkennen, wann das Bild wirklich scharf ist, da es eine kleine Verzerrung gab. Doch die Ergebnisse zeigten, dass wir trotzdem eine akzeptable Genauigkeit erreicht hatten.