

FACHHOCHSCHULE BINGEN		
Elektrotechnik/Informatik	PHYSIKLABOR	Anwesenheit
Name / Datum Platten Daniel 20.10.2004	V 2.2 geometrische Optik Version 15.09.2004	Testat

Vor der Versuchsdurchführung müssen die Schlagworte mit Hintergrundwissen erklärt werden können und die nachfolgenden Fragen beantwortet sein.

TIP: Machen Sie sich schon vor Ihrem Versuchstermin mit dem Versuchsaufbau vertraut!

Schlagworte: *Abbildungsgleichung, Hauptebene, Brennweite, Bild- und Gegenstandsweite, Sammellinse, Zerstreuungslinse, Spiegel, Reflexion*

Auswertung und Fragen:

1. Wie heißt die in Aufg. 1 benutzte Funktion? Welche Bilder entstehen für $g < f$?
Was geschieht bei $g = f$?
2. Warum ist f einer Zerstreuungslinse nicht direkt meßbar? (Begründung mit Strahlengang-Skizze)
3. Leiten Sie die Gleichung $\frac{1}{f_z} = \frac{1}{f_k} - \frac{1}{f_s}$ her (graphischer Ansatz)!
4. Kommt es bei Aufgabe 3 (Duplett) darauf an, ob Sie die Position der Sammellinse oder die Position der Zerstreuungslinse notieren, um daraus d zu bestimmen?
5. Welche physikalische Ursache hat der Farbfehler einer Linse? Welche Möglichkeiten zur Korrektur bzw. Abhilfe gibt es?

Aufgabe 1: Bestimmung der Brennweite f_H und des Krümmungsradius R eines Hohlspiegels

Bilden Sie den Gegenstand (Dia mit Pfeil) mittels Konkavspiegel scharf auf den Schirm ab. Achten Sie darauf, dass die Spiegelnormale nur wenig von der optischen Achse abweicht (nahezu senkrechter Lichteinfall). Messen Sie die Bildweite b für die Gegenstandsweiten g (800mm-300mm, Schrittweite 50mm).

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{g} + \frac{1}{b}$$

Tabelle 1: 11 Werte für g , b und f_H , je einen Wert für $\overline{f_H}$ und R

Grafik 1: Rechtwinkliges Koordinatensystem. Tragen sie die g -Werte auf der Abszisse, die b -Werte auf der Ordinate auf und verbinden Sie je zwei zusammengehörige g - und b -Werte durch eine Gerade. Sie erhalten also 11 Geraden unterschiedlicher Steigung. Wo können Sie in Ihrer Grafik die Brennweite f_H ablesen? (mit Herleitung/Begründung)

Aufgabe 2: Bestimmung der Brennweite f_s einer Sammellinse für konstante Gegenstand – Schirm-Abstände (Bessel-Methode)

Konstanter Gegenstand-Schirmabstand $e = 0,25m$, $0,30m$ und $0,35m$. Durch Verschieben der Sammellinse erhält man einmal ein vergrößertes, einmal ein verkleinertes scharfes Bild. Bestimmen Sie die Verschiebung d der Linse zwischen den beiden Scharfstellungen.

$$f_s = \frac{e^2 - d^2}{4 \cdot e}$$

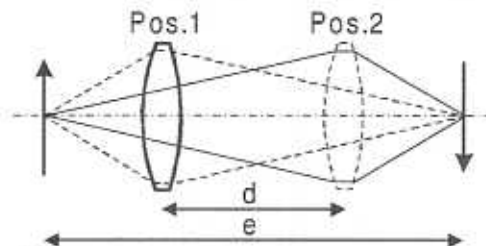


Tabelle 2: 3 Werte für e , d und f_s

Aufgabe 3: Bestimmung der Brennweite f_z einer Zerstreuungslinse aus der Brennweite f_k eines Dupletts (Kombination aus Sammellinse und Zerstreuungslinse)

Montieren Sie die Sammellinse bekannter Brennweite f_s und die Zerstreuungslinse mit der unbekannten Brennweite f_z . Bestimmen Sie die Brennweite der Linsenkombination f_k nach der Bessel-Methode. Wählen Sie dazu e geeignet, so dass Sie **zwei** Duplett-Positionen mit scharfem, verkleinertem bzw. vergrößertem Bild finden.

$$\frac{1}{f_z} = \frac{1}{f_k} - \frac{1}{f_s}$$

Tabelle 3: 1 Wert für e , d , f_k , f_s (aus Aufgabe 2), f_z

Aufgabe 4: Farbfehler (chromatische Aberration) einer Sammellinse

Bestimmen Sie die Brennweite einer Sammellinse mit stark

gekrümmten Oberflächen nach einer von Ihnen gewählten Methode, und zwar einmal für rotes Licht (Dia mit Pfeil + Rotfilter), ein zweites

Mal für blaues Licht (Dia mit Pfeil + Blaufilter). Ist $\frac{df}{d\lambda} < 0$ oder

$\frac{df}{d\lambda} > 0$? (Begründung mit Formel)

Auswertung:

Geben Sie die „Genauigkeit“ für **alle** Ihre Meßwerte an. Schätzen Sie hierzu die Genauigkeit der Messungen ab und begründen Sie Ihre Annahmen (Meßgeräteauflösung etc.).

Bei errechneten Größen verwenden Sie eine geeignete Methode der Fehlerfortpflanzung.

Tragen Sie in alle Graphen die entsprechenden Fehlerbalken bzw. -kreuze ein!

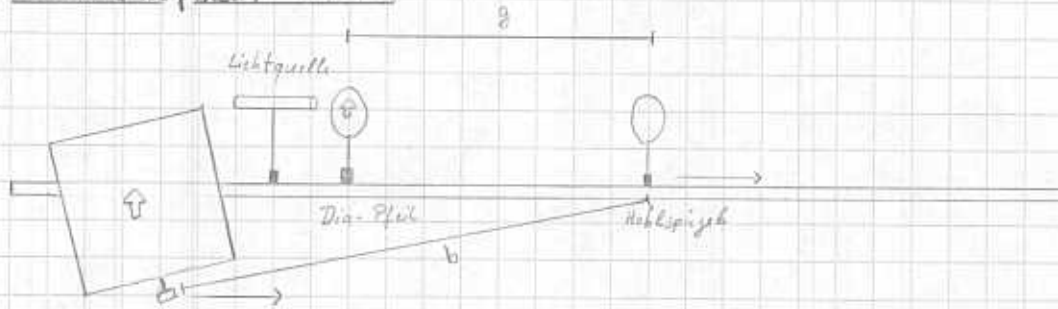
Anmerkung:

Statistische Auswertungen sind nicht nötig.

Versuch 2.2 Optik

Aufgabe 1

Versuchsaufbau: (Skizze)



Versuchsbeschreibung:

Die Lichtstrahlen von der Lichtquelle strahlen durch das Pfeil-Dia auf den Hohlspiegel. Dieser spiegelt das Bild auf die leicht versetzt stehende Leinwand. Man muss jetzt für die entsprechenden Gegenstandsweiten die Bildweiten ermitteln.

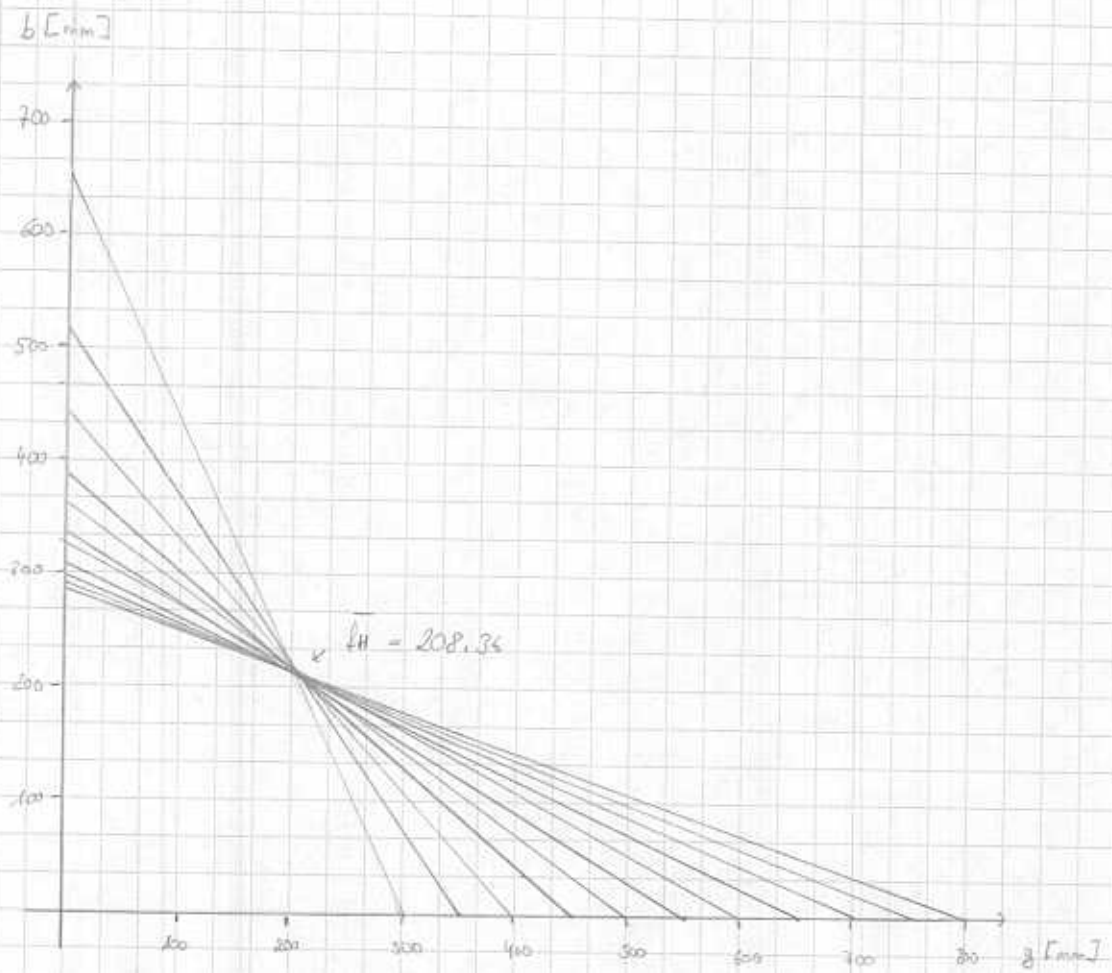
Tabelle 1:

g in mm	b in mm	f_H in mm
300	645	204,76
350	526	208,19
400	440	203,52
450	390	208,32
500	360	209,35
550	335	208,19
600	320	208,63
650	305	207,59
700	295	207,53
750	290	203,13
800	283	203,04

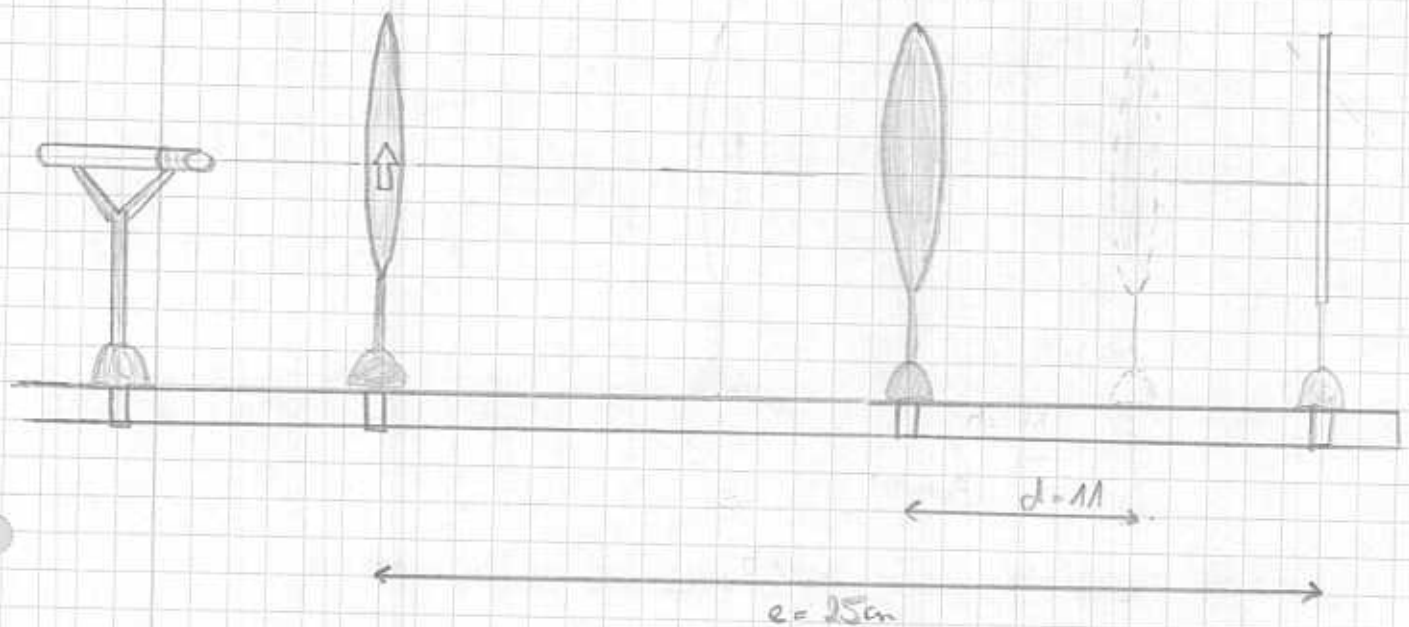
$$\bar{f}_H = 208,36 \text{ mm}$$

$$R = 2 \cdot \bar{f}_H = 416,72 \text{ mm}$$

Grafik 1:



Aufgabe 2



Versuchsbeschreibung: Wir werfen die Abbildung eines Pfeils, mit Hilfe einer Diode durch eine Sammellinse auf die Leinwand. Durch Verschieben der Sammellinse wird einmal ein großes einmal ein kleines Bild des Pfeils auf der Leinwand projiziert. Die Differenz bzw. der Abstand zwischen den beiden messungen (d) wird in der unten Tabelle dargestellt. Durch Veränderung bzw. Vergrößerung des Abstands e von Pfeil und Leinwand erhält man 3 verschiedene Differenzen.

1. Messung

$$e = 25 \text{ cm}$$

$$d = 17,7 \text{ cm} - 6,7 \text{ cm} = 11 \text{ cm}$$

$$f_s = \frac{e^2 - d^2}{4 \cdot e} = \underline{\underline{5,04 \text{ cm}}}$$

2. Messung

$$e = 30$$

$$d = 22,9 \text{ cm} - 16,7 \text{ cm}$$

$$f_s = \frac{e^2 - d^2}{4 \cdot e} = \underline{\underline{5,17 \text{ cm}}}$$

3. Messung

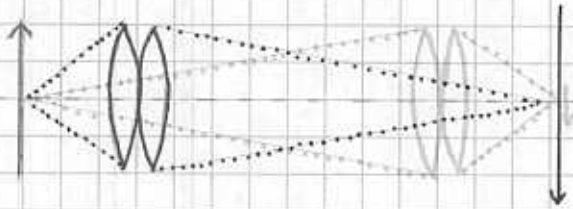
$$e = 35$$

$$d = 28,7 \text{ cm} - 5,7 = 23$$

$$f_s = \frac{e^2 - d^2}{4 \cdot e} = \underline{\underline{4,97 \text{ cm}}}$$

Aufgabe 2

Versuchsaufbau:



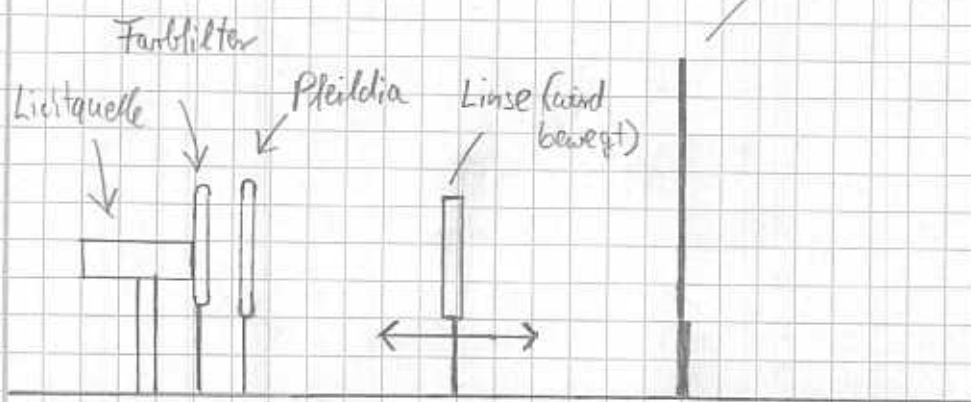
Versuchsbeschreibung:

Eine Sammellinse bekannter Brennweite $f_1 = 5,06$ (aus Versuch 2) und eine Zerstreuungslinse mit unbekannter Brennweite werden hintereinander montiert. Es wurde die Brennweite mit der Bessel-Methode bestimmt.

Tabelle 3

e	d	f_1	f_2	f_k
500 mm	215 mm	50,6 mm	102 mm	33,8 mm

Versuch 4



Versuchsbeschreibung:

Licht wird durch einen Farbfilter (rot, blau) geschickt und damit durch ein Pfeildia und eine Sammellinse auf eine Leinwand projiziert.

Durch bewegen der Linse wird die Projektion scharf gestellt und somit die Brennweite bestimmt.

Tabelle 4

	e	λ	d	f _{kin}
blau	40cm	468nm	7,5cm	9,648
rot	40cm	595nm	5,5cm	9,810

$$f = \frac{e^2 - d^2}{4 \cdot e}$$

Es gilt $\frac{dn}{d\lambda} < 0$

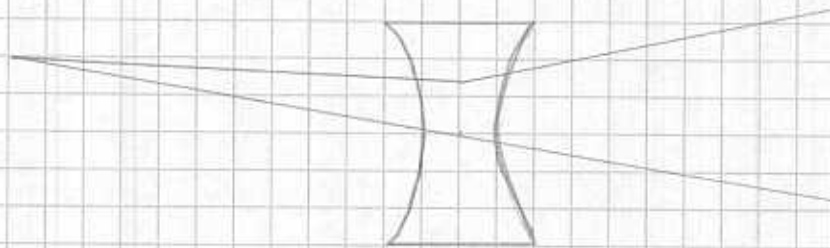
$$n(\lambda_{\text{blau}}) > n(\lambda_{\text{rot}}) \text{ mit } \frac{1}{f} = \left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} \right) (n-1) \text{ folgt } \frac{df}{d\lambda} > 0$$

Fehlerbetrachtung:

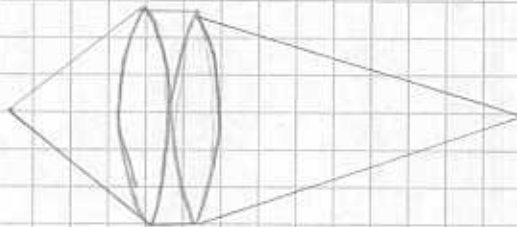
- verschmutzte Linse
- Messfehler (menschliche Fehler) Genauigkeit auf $\pm$ mm
- falsch ausgerichtete Linse (verdreht)
- ungenau Einstellung bei $\overline{f}$ der Schärfe, besonders bei kleinen Darstellungen

Fragen

1. Die Funktion heißt Abbildungsgleichung $g < f$, dann entsteht ein virtuelles Bild hinter dem Spiegel. Ist $g = f$ werden die Strahlen parallel reflektiert und es kann kein Bild entstehen.
2. Mit der Zerstreuungslinse können nur virtuelle Bilder erzeugt werden, die sich nicht auf einem Bildschirm darstellen lassen. Damit kann man keine geometrischen Größen messen und auch keine Brennweite bestimmen.



3.



Die Brechkraft addieren sich

4. Es ist egal welchen Abstand man misst, da das Duplett komplett verschoben wird und nicht nur eine der Linsen.
5. Der Brechungsindex n hängt von der Wellenlänge des Lichtes ab. Da $n = n(\lambda)$, ist auch $f = f(\lambda)$ und somit farbabhängig.

Schlösworte

Abbildungsgleichung:

Der Begriff Abbildungsgleichung bezeichnet die mathematischen Beziehungen in der Kartographie, nach denen das geographische Koordinatennetz in einem bestimmten Kartennetzentwurf aufgetragen werden kann. Hierbei werden rechtwinklige Koordinaten x, y oder Polar koordinaten verwendet.

Hauptebene:

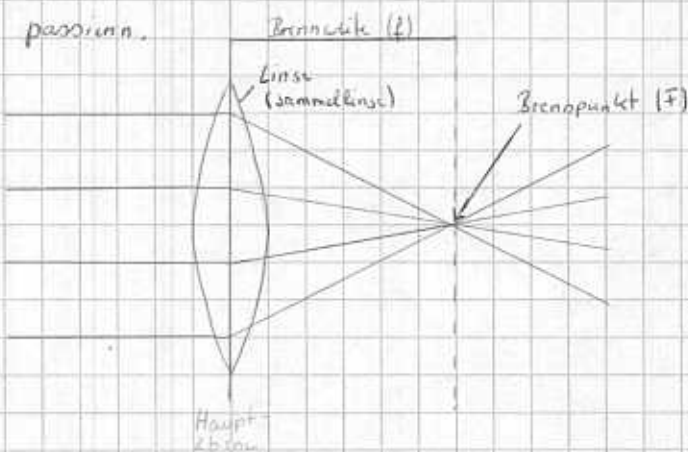
Eine Hauptebene ist die Mittellachse einer Linse und wird zur Berechnung des Brennpunktes benötigt.

Brennweite:

Die Brennweite ist der Abstand von der Hauptebene zum Brennpunkt, die wird in mm (z.B. bei Objektiven) angegeben.

Sammel Linse:

Strahlen, die parallel zur optischen Achse verlaufen, werden so gebrochen, dass sie durch den Brennpunkt (F) gehen. Strahlen, die links einander parallel verlaufen, werden so gebrochen, dass sie die Brennpunktebene in einem gemeinsamen Punkt passieren.



Zerstreuungslinse:

Die Zerstreuungslinse bewirkt im Grunde genommen das Gegenteil der Sammellinse. Sie lenkt parallel zur optischen Achse eintreffende Strahlen so ab, als würden sie von einem Punkt vor der Linse ausgehen. Dieser Punkt heißt wiederum Brennpunkt. Sein Abstand zum Linsenmittelpunkt

heißt ebenfalls Brennweite.

Bild- und Gegenstandsweite

Die Gegenstandsweite ist der Abstand vom Gegenstand zur Linse und die Bildweite ist der Abstand von der Linse zum dargestellten Bild.

Spiegel:

Ein Spiegel ist ~~aus~~ ein optisches Gerät ^{in der Regel} aus Glas mit polierter Oberfläche.

Im Prinzip erzeugt ein Spiegel durch Reflexion von Lichtstrahlen ein optisches Bild.

Reflexion

Wenn ein Lichtstrahl, der durch ein homogenes Medium läuft (z.B. Luft), auf die Oberfläche eines zweiten homogenen Medium (z.B. Wasser) trifft, so wird ein Teil des Lichts reflektiert und ein Teil kann als gebrochener Strahl ins zweite Medium (in unserem Fall ins Wasser) eindringen.