Physiklabor für Anfänger*innen
Ferienpraktikum im Sommersemester 2018

Versuch 70: Linsen und Linsensysteme

(durchgeführt am 28.09.2018 bei Daniel Bartel)

Andréz Gockel, Patrick Münnich

6. Oktober 2018

Inhaltsverzeichnis

Tabellenverzeichnis

Abbildungsverzeichnis

1 Ziel des Versuchs

XXXX

2 Teil 1

2.1 Theorie

XXXX

2.2 Aufbau

2.3 Durchführung

XXXX

2.4 Auswertung

In diesem Teil wollen wir einfach $1/b$ gegen $1/g$ auftragen. Die geschätzten Fehler werden als Fehlerbalken eingezeichnet. Zum Vergleich werden noch Geraden addiert, welche für die Linse mit $f = 80\,\mathrm{mm}$ mit

$$\frac{g}{f}$$

berechnet wurde und für die Linsensysteme mit jeweils $f_1 = 80\,\mathrm{mm}$ und $f_2 = 150\,\mathrm{mm}$ bzw. $f_1 = 80\,\mathrm{mm}$ und $f_2 = 200\,\mathrm{mm}$ mit

$$\frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} - \frac{1}{g}$$

bestimmt. Die resultierende Graphik kann im Anhang als Abbildung **??** gefunden werden.

3 Teil 2

3.1 Theorie

XXXX

3.2 Aufbau

3.3 Durchführung

XXXX

3.4 Auswertung

In diesem Teil wollen wir einfach mit unseren Messwerten und der Formel (**??**) zuerst unsere Werte für (s, e):

- $e(80\,\mathrm{mm}) : [35.0{+}/{-}0.424264068711928523.3{+}/{-}0.424264068711928518.9{+}/{-}0.424264068711928554.39999$ $/ - 0.424264068711928544.50000000000001 + / - 0.4242640687119285]$
- $s(80\,\mathrm{mm}) : [55.0 + / - 0.519615242270663244.599999999999994 + / - 0.519615242270663241.2 +$ $/ - 0.519615242270663273.2 + / - 0.519615242270663263.8 + / - 0.5196152422706632]$

- $e(80, 150\,\mathrm{mm})$: [51.0+/−0.424264068711928543.3+/−0.424264068711928540.849999999999994+ / − 0.424264068711928546.6 + / − 0.424264068711928554.3 + / − 0.4242640687119285]

- $s(80, 150\,\mathrm{mm})$: [63.8+/−0.519615242270663256.5+/−0.519615242270663254.2+/−0.519615242270663259.5 / − 0.519615242270663267.1 + / − 0.5196152422706632]

- $e(80, -200\,\mathrm{mm})$: [32.400000000000006+/−0.424264068711928523.700000000000003+/−0.42426406871192858 /−0.424264068711928543.49999999999999+/−0.424264068711928522.5+/−0.4242640687119285]

- $s(80, -200\,\mathrm{mm})$: [63.8+/−0.519615242270663257.3+/−0.519615242270663267.5+/−0.519615242270663273. / − 0.519615242270663256.3 + / − 0.5196152422706632]

Wir können hier die Rechnungen per Hand mit Gaußscher Fehlerfortpflanzung durchführen. Hierzu müssen wir unsere Gleichung einfach nach jeweils e und s partiell ableiten:

$$\frac{\partial f}{\partial s} = \frac{s^2 + e^2}{4s}$$
$$\frac{\partial f}{\partial e} = \frac{-e}{2s}$$

Dies können wir in

$$\Delta f = \sqrt{\left(\frac{\partial f}{\partial s}\Delta s\right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial e}\Delta e\right)^2}$$

einsetzen und berechnen. In diesem Fall sind unsere Ergebnissen jedoch mit dem *uncertainties* Paket in Python berechnet worden. Siehe Anhang: *Rechnungen in Python* (`In [12]`) Dieses Paket hat die Fähigkeit, Korrelationen zwischen Variablen zu berücksichtigen [1].

Da uns hier die Mittelwerte interessieren, nutzen wir noch

$$\frac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{n} \tag{1}$$

für die Berechnung des Mittelwerts und

$$s_x = \sqrt{\frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}(x_i - \overline{x})^2} \tag{2}$$

für der Berechnung der Unsicherheit dessen.

Wir erhalten daraus für die Linse mit $f = 80\,\mathrm{mm}$ $\bar{f} = 82 \pm 1.7\,\mathrm{mm}$, für das System mit $f_1 = 80\,\mathrm{mm}$ und $f_2 = 150\,\mathrm{mm}$ $\bar{f} = 58 \pm 1.9\,\mathrm{mm}$ und für das Linsensystem mit $f_1 = 80\,\mathrm{mm}$ und $f_2 = 200\,\mathrm{mm}$ $\bar{f} = 123 \pm 1.4\,\mathrm{mm}$.

4 Teil 3

4.1 Theorie

XXXX

4.2 Aufbau

4.3 Durchführung

XXXX

4.4 Auswertung

In diesem Teil wollen wir zuerst mit den Formeln (??), (??) und (??) g', b', β und $\Delta\beta$ bestimmen. Wir erhalten aus unseren Messreihen:

Um dies visuell darzustellen, tragen wir $1 + 1/\beta$ gegen g' und $1 + \beta$ gegen b' dar:

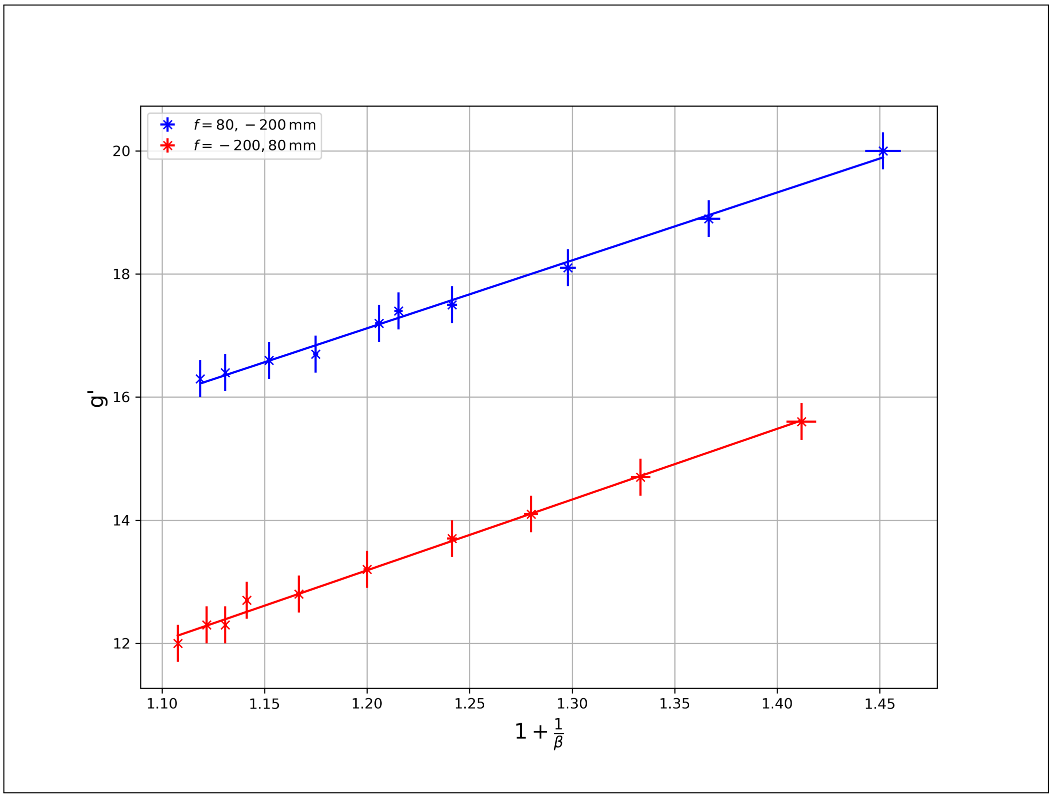

Abbildung 69: $1 + 1/\beta$ gegen g' dargestellt

Aus der linearen Regression können wir f_1, f_2, h_1 und h_2 bestimmen. Wir erhalten als Werte: $f_1 802000.5762491658548258 h_1 8020011.03475419102985 f_2 802001.9531933609241 h_2 8020011.639603091057374 f_1 200$ $3.913845161813182 h_1 2008011.49900273595246 f_2 200803.2411227934990583 h_2 2008011.930724229182056$

Zur Klarifizierung fertigen wir noch eine (außer der Linsen) maßstabsgetreue Skizze an:

5 Teil 4

5.1 Theorie

XXXX

5.2 Aufbau

5.3 Durchführung

XXXX

5.4 Auswertung

XXXX

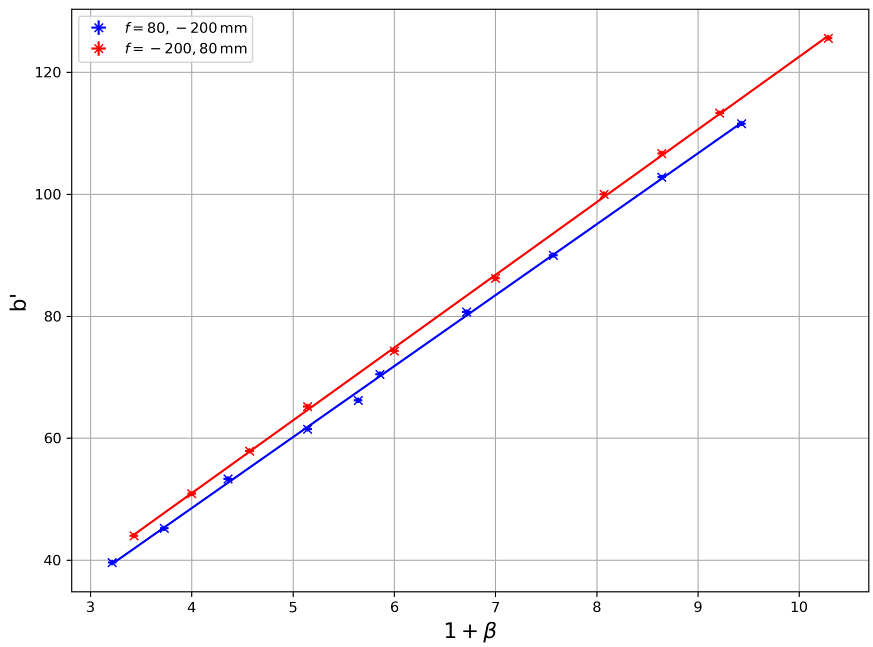

Abbildung 420: $1 + \beta$ gegen b' dargestellt

6 Diskussion

XXXX

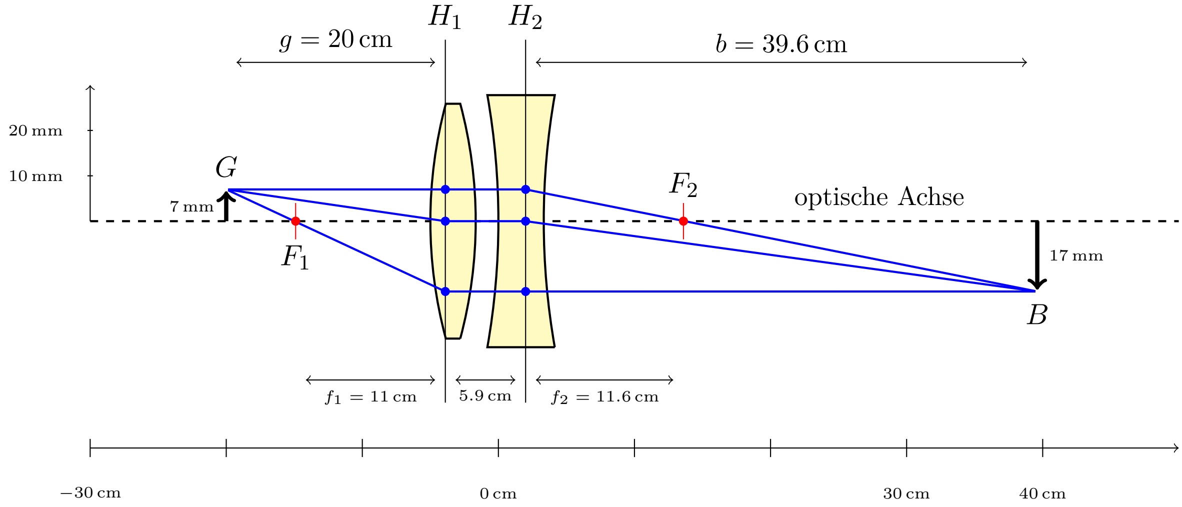

Abbildung 3: Maßstabsgetreue Skizze

7 Anhang: Tabellen und Diagramme

Tabelle 1: XXXX

Unsicherheiten:
XXXX: $\pm XXXX$

XXXX/XX	XXXX/XX	XXXX/XX
2	0.26	0.23
4	0.33	0.25
5		0.3
6	1.25	0.83
8	3.9	0.83
9	4.75	4.6
10	4.7	

Literatur

[1] ”Correlations between variables are automatically handled, which sets this module apart from many existing error propagation codes.” - `https://pythonhosted.org/uncertainties/`

[2] Physikalisches Institut der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg (Hrsg.) (08/2018): Versuchsanleitungen zum Physiklabor für Anfänger*innen, Teil 1, Ferienpraktikum im Sommersemester 2018.