

## Versuch 70: Linsen und Linsensysteme

(durchgeführt am 28.09.2018 bei Daniel Bartel)  
Andréz Gockel, Patrick Münnich  
6. Oktober 2018

### Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Ziel des Versuchs</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Teil 1</b>	<b>3</b>
2.1	Theorie . . . . .	3
2.2	Aufbau . . . . .	3
2.3	Durchführung . . . . .	3
2.4	Auswertung . . . . .	3
<b>3</b>	<b>Teil 2</b>	<b>3</b>
3.1	Theorie . . . . .	3
3.2	Aufbau . . . . .	3
3.3	Durchführung . . . . .	3
3.4	Auswertung . . . . .	3
<b>4</b>	<b>Teil 3</b>	<b>4</b>
4.1	Theorie . . . . .	4
4.2	Aufbau . . . . .	4
4.3	Durchführung . . . . .	4
4.4	Auswertung . . . . .	5
<b>5</b>	<b>Teil 4</b>	<b>5</b>
5.1	Theorie . . . . .	5
5.2	Aufbau . . . . .	5
5.3	Durchführung . . . . .	5
5.4	Auswertung . . . . .	5
<b>6</b>	<b>Diskussion</b>	<b>6</b>
<b>7</b>	<b>Anhang: Tabellen und Diagramme</b>	<b>7</b>

### Tabellenverzeichnis

1	XXXX . . . . .	7
---	----------------	---

## Abbildungsverzeichnis

69	$1 + 1/\beta$ gegen $g'$ dargestellt . . . . .	5
420	$1 + \beta$ gegen $b'$ dargestellt . . . . .	6
3	Maßstabsgetreue Skizze . . . . .	7

## 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  $f = 80$  mm mit

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

berechnet wurde und für die Linsensysteme mit jeweils  $f_1 = 80$  mm und  $f_2 = 150$  mm bzw.  $f_1 = 80$  mm und  $f_2 = 200$  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  $(s, e)$ :

- $e(80 \text{ mm}) : [35.0 + / - 0.424264068711928523.3 + / - 0.424264068711928518.9 + / - 0.424264068711928554.39999 / - 0.424264068711928544.500000000000001 + / - 0.4242640687119285]$
- $s(80 \text{ mm}) : [55.0 + / - 0.519615242270663244.5999999999999994 + / - 0.519615242270663241.2 + / - 0.519615242270663273.2 + / - 0.519615242270663263.8 + / - 0.5196152422706632]$

- $e(80, 150 \text{ mm}) : [51.0 + / - 0.424264068711928543.3 + / - 0.424264068711928540.8499999999999994 + / - 0.424264068711928546.6 + / - 0.424264068711928554.3 + / - 0.4242640687119285]$
- $s(80, 150 \text{ mm}) : [63.8 + / - 0.519615242270663256.5 + / - 0.519615242270663254.2 + / - 0.519615242270663259.5 + / - 0.519615242270663267.1 + / - 0.5196152422706632]$
- $e(80, -200 \text{ mm}) : [32.400000000000006 + / - 0.424264068711928523.7000000000000003 + / - 0.4242640687119285 + / - 0.424264068711928543.499999999999999 + / - 0.424264068711928522.5 + / - 0.4242640687119285]$
- $s(80, -200 \text{ mm}) : [63.8 + / - 0.519615242270663257.3 + / - 0.519615242270663267.5 + / - 0.519615242270663273.5 + / - 0.519615242270663256.3 + / - 0.5196152422706632]$

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

$$\frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (1)$$

für die Berechnung des Mittelwerts und

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

für der Berechnung der Unsicherheit dessen.

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

## 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 (??)  $g'$ ,  $b'$ ,  $\beta$  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:

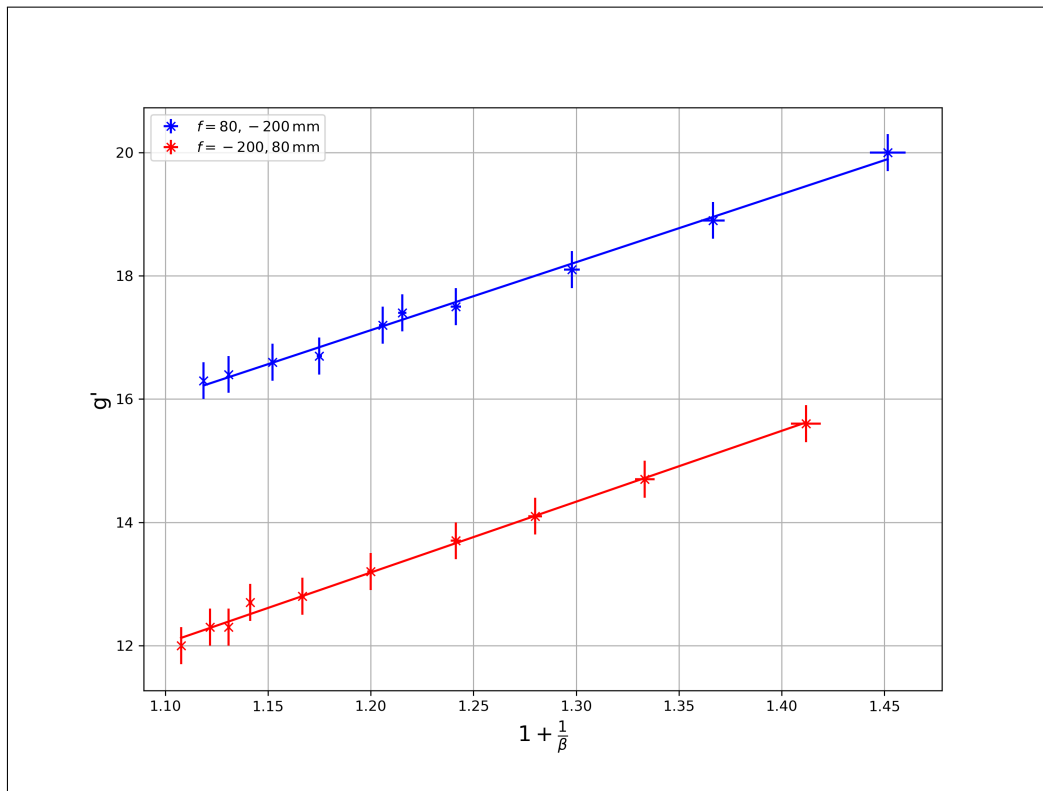


Abbildung 69:  $1 + 1/\beta$  gegen  $g'$  dargestellt

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

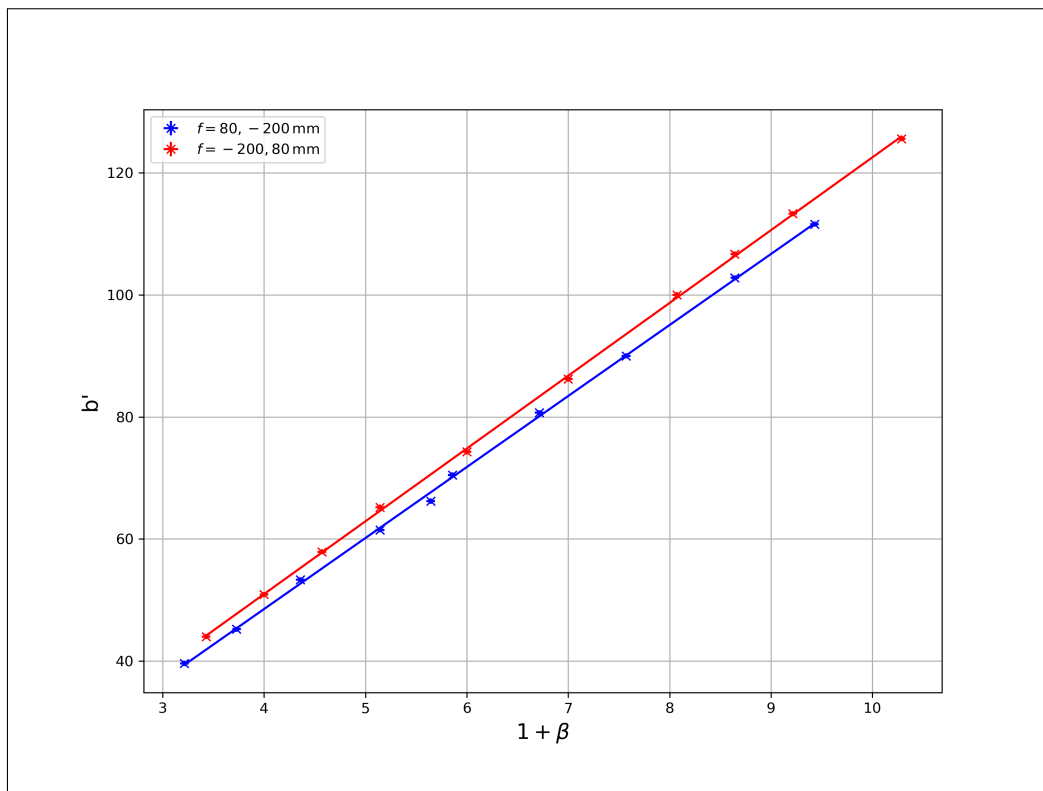


Abbildung 420:  $1 + \beta$  gegen  $b'$  dargestellt

## 6 Diskussion

XXXX

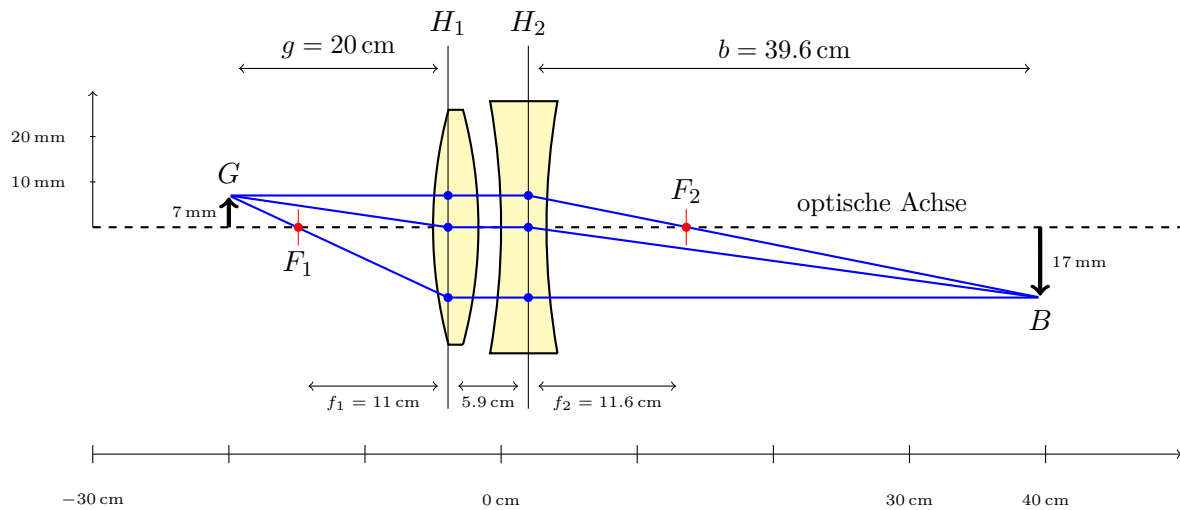


Abbildung 3: Maßstabsgetreue Skizze

## 7 Anhang: Tabellen und Diagramme

Tabelle 1: XXXX

	XXXX/XX	XXXX/XX	XXXX/XX
	2	0.26	0.23
	4	0.33	0.25
Unsicherheiten:	5		0.3
XXXX: $\pm$ XXXX	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.