

DOI Linsen und Linsensysteme

3.1 Der schnellste Weg, die Brennweite zu bestimmen

Formeln & Konstanten:

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

Messergebnisse:

$$\bar{f} = 15,5 \text{ cm}$$

3.2 Bestimmung der Brennweite durch eine Messreihe

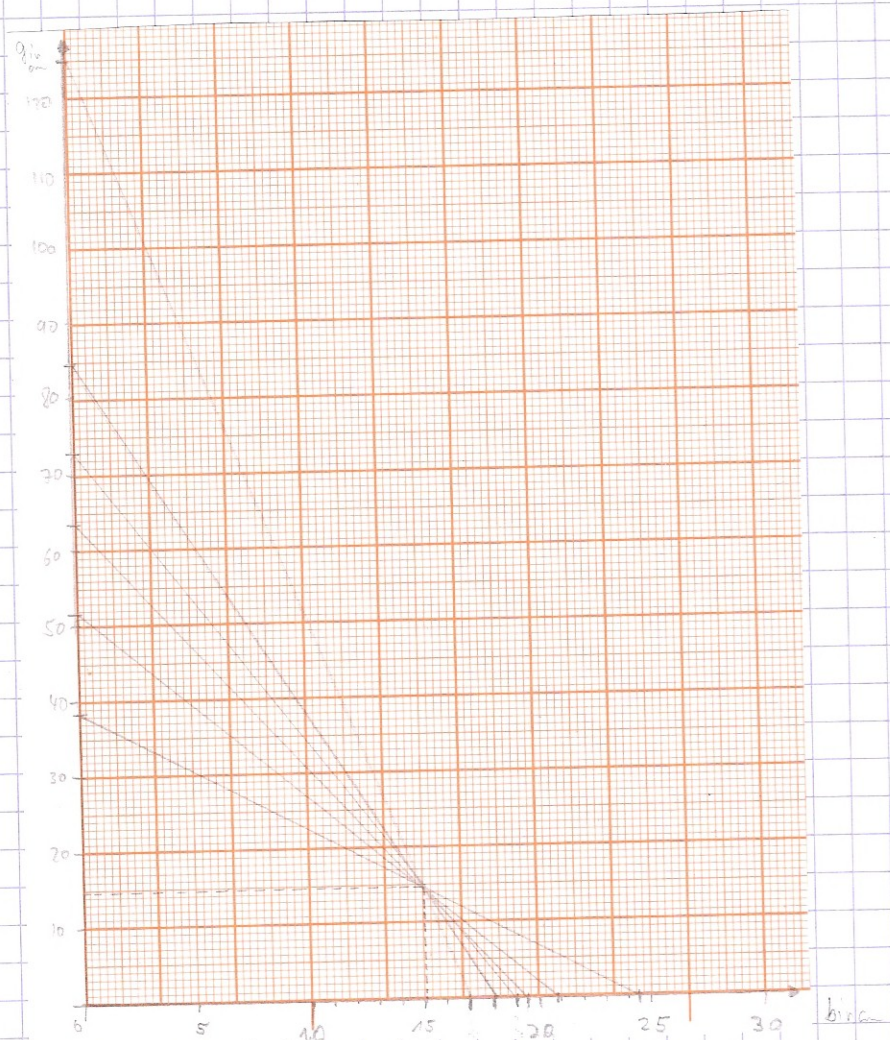
Formeln & Konstanten:

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

Messergebnisse:

g in cm	b in cm	$\left(\frac{1}{g} + \frac{1}{b}\right)^{-1}$ in cm
17	125,8	14,98
18	84,8	14,85
19	173,8	15,11
19,5	63,3	14,91
20,9	51,9	14,90
24,4	38,4	14,92

$$\bar{f} = 14,95 \text{ cm}$$



Fehlerrechnung:

$$\text{Standardabweichung: } S_{\bar{x}} = \frac{t}{\sqrt{n}} \cdot \sqrt{\frac{1}{n-1} \cdot \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \approx \underline{\underline{0,04 \text{ cm}}}$$

3.3 Besselverfahren

Formeln & Konstanten:

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

Rechnung:

$$f = \frac{(65 \text{ cm})^2 - (19 \text{ cm})^2}{4 \cdot (65 \text{ cm})} = \underline{\underline{14,86 \text{ cm}}}$$

Fehlerrechnung:

Maximale Abweichung; $\pm 0,1 \text{ cm}$ Messgenauigkeit ; Standardabweichung von „d“

$$S_{\text{max}} = \frac{65,1 \text{ cm}^2 - 18,88 \text{ cm}^2}{4 \cdot 64,9 \text{ cm}} = 14,95 \text{ cm}$$

$$S_{\bar{x},d} = \sqrt{\frac{1}{5} \cdot (5 \cdot (0,05)^2 + (0,25)^2)} \approx 0,12 \text{ cm}$$

$$S_{\text{min}} = \frac{64,9 \text{ cm}^2 - 19,12 \text{ cm}^2}{4 \cdot 65,1 \text{ cm}} = 14,77 \text{ cm}$$

Abweichung $\pm 0,09 \text{ cm}$

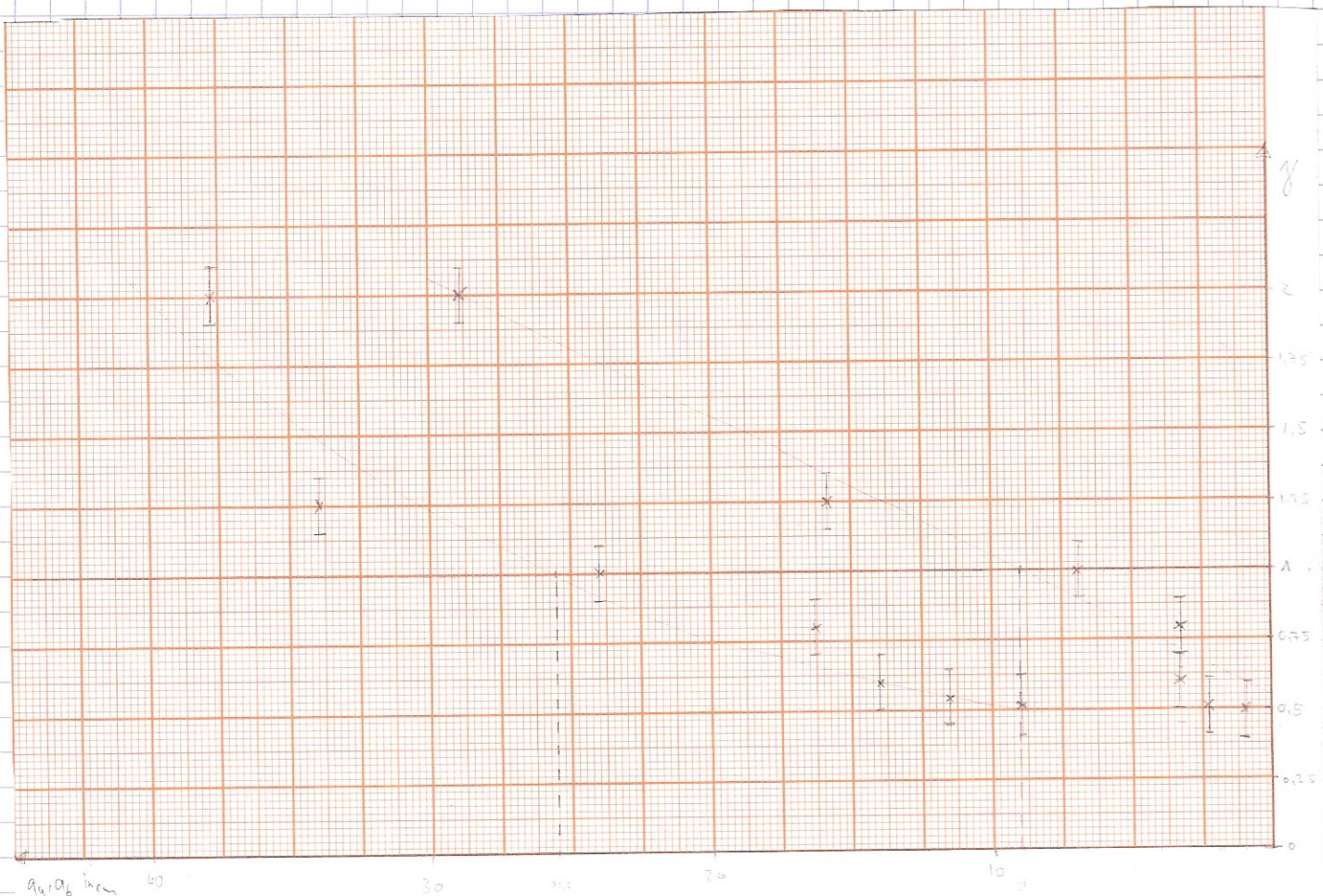
4.1 Messungen des Abstandes „h“ der Hauptebenen

Formeln & Konstanten:

$$\frac{z-f}{z} = \frac{s-f_2}{s} \quad ; \quad h = \frac{s^2}{s-f_1-f_2}$$

Messergebnisse:

γ	G. in cm	Tele in cm	H. Linse in cm	Schirm in cm	a_g	a_s
0,8	336	352,7	397,2	449,5	16,7	3,2
0,6	- -	350	394,4	446,8	14	3,2
0,56	- -	348	393,4	445,7	12	2,3
0,52	- -	345	391,9	444	9	1
1	- -	360	400,9	453,1	24	6,9
1,24	- -	370	401,9	454,2	34	15,8
2	- -	380	393,4	456,2	38	28,9



$h \approx 18,1 \text{ cm}$

nach (6):

$$h = \frac{s^2}{s - f_1 - f_2} = \frac{(10,8 \text{ cm})^2}{10,8 \text{ cm} - 15 \text{ cm} - (-10 \text{ cm})} = \underline{\underline{20,11 \text{ cm}}}$$

Fehlerrechnung:

Der Fehler von „ x “ steigt prozentual an, je kleiner das Bild ist. Aus dem Skript wurde eine Abweichung von 0,2 übernommen.

Abweichung für „ h “:

Maximale Abweichung, $\pm 0,1 \text{ cm}$ Messgenauigkeit für „ s “

$$s_{\max, h} = \frac{(10,9 \text{ cm})^2}{10,7 \text{ cm} - 15 \text{ cm} - (-10 \text{ cm})} = 20,84 \text{ cm}$$

$$s_{\min, h} = \frac{(10,7 \text{ cm})^2}{10,8 \text{ cm} - 15 \text{ cm} - (-10 \text{ cm})} = 19,41 \text{ cm}$$

Abweichung für „ h “: $\pm 0,71 \text{ cm}$

4.2 Messung der Brennweite des Systems

Formeln & Konstanten:

$$(8): f = \frac{(e-h)^2 - d^2}{4(e-h)}$$

$$(7): \frac{1}{f} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} - \frac{S}{f_1 \cdot f_2}$$

Rechnung:

nach (8):

$$f_{(8)} = \frac{(142,8 \text{ cm} - 18,1 \text{ cm})^2 - (54,18 \text{ cm})^2}{4 \cdot (142,8 - 18,1 \text{ cm})} = \underline{\underline{25,29 \text{ cm}}}$$

nach (7):

$$\left(\frac{1}{f} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} - \frac{10,8 \text{ cm}}{15 \text{ cm} \cdot (-10 \text{ cm})} \right)^{-1} = \underline{\underline{25,86 \text{ cm}}} = f_{(7)}$$

Fehlerrechnung:

Den Fehler von der Brennweite $f \rightarrow \Delta f$ kann man wie folgt berechnen:

$$\Delta f = \left(\frac{\partial f}{\partial e} \right)_{n,d} \Delta e + \left(\frac{\partial f}{\partial h} \right)_{e,d} \Delta h + \left(\frac{\partial f}{\partial d} \right)_{e,h} \Delta d$$

$$\Delta f = \left[\frac{1}{4} + \frac{d^2}{4(e-h)^2} \right] \cdot \Delta e \left[-\frac{1}{4} - \frac{d^2}{4(e-h)^2} \right] \cdot \Delta h + \left[-\frac{d}{2(e-h)} \right] \cdot \Delta d$$

$$\Delta f = \left(\frac{1}{4} + \frac{d^2}{4(e-h)^2} \right) \cdot (\Delta e - \Delta h) - \left(\frac{d}{2(e-h)} \right) \cdot \Delta d$$

$$\left. \begin{array}{l} \Delta e = 0,1 \text{ cm} \\ \Delta h = 0,2 \text{ cm} \\ \Delta d = 0,1 \text{ cm} \end{array} \right\} \begin{array}{l} \bar{d} = 54,18 \text{ cm} \\ h = 18,1 \text{ cm} \\ \bar{e} = 142,8 \text{ cm} \end{array} \quad \text{in } \Delta f \text{ einsetzen}$$

$$\Delta f = \pm 0,0514 \text{ cm}$$

Standardabweichung für „d“ und „e“

$$s_d = 0,435 \text{ cm} \quad \langle s_d \rangle = 0,178 \text{ cm}$$

$$s_e = 0 \quad \langle s_e \rangle = 0$$