

6. Berechnung der resultierenden Brennweite für ein Linsensystem bestehend aus einer Sammell- und einer Zerstreuungslinse.

6.1 Ergebnisse aus Versuchsdurchführung 2.3.5

Aufgabe	PG [mm]	Pos.1: PL [mm]	Pos.2: PL [mm]	PB [mm]	Abstand l [mm]
(a)	190	245	635	720	22
(b)	190	324	503	720	22

6.2 Berechnung resultierender Brennweite aus Messergebnissen

$f_{\text{res}} = 117,4 \text{ mm}$

6.3 Berechnung resultierender Brennweite aus Theorie

$$\frac{1}{f_{\text{res}}} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_3} - \frac{l}{f_3 * f_1}$$

$$f_1 = \left(1 - \frac{l}{f_3}\right) * \left(\frac{1}{\frac{1}{f_{\text{res}}} - \frac{1}{f_3}}\right)$$

Mit $f_3 = 70 \text{ mm}$ und $f_{\text{res}} = 117,4 \text{ mm}$ und $l = 22 \text{ mm}$

Daraus ergibt sich folgender theoretischer Wert:

$f_1 = -118,89 \text{ mm}$

6.4 Berechnung der Brechkraft der Zerstreuungslinse

$$D = \frac{1}{f}$$

$D = -8,41 \text{ dpt}$

OPTISCHE ABBILDUNGEN

2. VERSUCH/DURCHFÜHRUNG

#3: Sammellinse

mitte
verändert: $\Delta p_1 = 2$ Schritte Punkte

$p_{1,1} = 26,8 \text{ cm} = 268 \text{ mm}$	} $\frac{2}{p_1} = \frac{p_2}{p_1} = \frac{p_2}{p_1}$
$p_{1,2} = 23,8 \text{ cm} = 238 \text{ mm}$	
$p_{1,3} = 99,4 \text{ cm} = 994 \text{ mm}$	
$p_{1,4} = 60,3 \text{ cm} = 603 \text{ mm}$	

$\Delta p_1 = 10 \text{ mm}$

#2: Sammellinse (groß Schwarz)

$p_6 = 190 \text{ mm}$
 $p_8 = 198 \text{ mm}$

$p_{L,1} = 64,6 \text{ cm} = \frac{646 \text{ mm}}{10}$
 $p_{L,2} = 62,0 \text{ cm} = 620 \text{ mm}$

$p_{L,3} = 103,4 \text{ cm} = 1034 \text{ mm}$
 $p_{L,4} = 105,5 \text{ cm} = 1055 \text{ mm}$

$\Delta p_L = 23 \text{ mm}$

Am...

3. #3

$p_L = 65,8 \text{ cm} = 658 \text{ mm}$ } $f = 68 \text{ mm} \checkmark \pm 6,5$
 $p_6 = 190 \text{ mm}$

#2

$p_L = 48,7 \text{ cm} = 487 \text{ mm}$ } ± 4
 $p_6 = 190 \text{ mm}$

5

$$f_B = 720 \text{ mm}$$

$$p_B = 190 \text{ mm}$$

2 + # 3

$$p_{L1} = 24,5 = \underline{245 \text{ mm}}$$

$$p_{L2} = 83,5 = \underline{835 \text{ mm}}$$

3 + # 1

$$p_{L1} = 32,4 = \underline{324 \text{ mm}}$$

$$p_{L2} = 50,5 = \underline{505 \text{ mm}}$$

$$f_B = \cancel{720} \text{ mm} \quad 720 \text{ mm}$$

$$p_B = 190 \text{ mm}$$

$$\cancel{1470} \text{ mm}$$

$$p_B = \cancel{1470} \text{ mm}$$

$$p_B = 190 \text{ mm}$$

6. #2 (dick schwarz)

blau

$$105,2 \text{ cm} = \underline{1052 \text{ mm}}$$

$$61,8 \text{ cm} = \underline{618 \text{ mm}}$$

rot

$$66,3$$

$$\cancel{64,3} \text{ cm} = \underline{643 \text{ mm}}$$

$$100,2 \text{ cm} = \underline{1002 \text{ mm}}$$

$$d = \cancel{257} \text{ mm} \quad 1280 \text{ mm}$$

$$e_{\text{rot}} = 335 \text{ mm}$$

$$e_{\text{blau}} = 434 \text{ mm}$$

$$\frac{297 \text{ mm}}{241 \text{ mm}}$$

$$f_{\text{rot}} = \frac{297 \text{ mm}}{241 \text{ mm}}$$

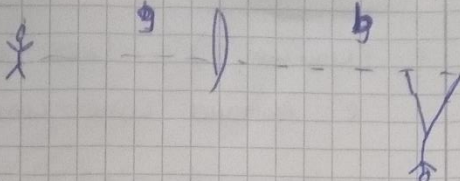
$$\frac{283 \text{ mm}}{225 \text{ mm}}$$

$$f_{\text{blau}} = \frac{283 \text{ mm}}{225 \text{ mm}}$$

$$\lambda_r = 628 \text{ nm}$$

$$\lambda_b = 436 \text{ nm}$$

Answer

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


Fall 1

$g_1 = 268 \text{ mm} - 190 \text{ mm} = 78 \text{ mm}$
 $b_1 = 685 \text{ mm} - 268 \text{ mm} = 417 \text{ mm}$

Fall 2

$g_2 = 278 \text{ mm} - 190 \text{ mm} = 88 \text{ mm}$
 $b_2 = 685 \text{ mm} - 278 \text{ mm} = 407 \text{ mm}$

$\frac{1}{f_1} = \frac{1}{g_1} + \frac{1}{b_1} \Rightarrow f_1 = 65,70303031 \text{ mm}$

$f_2 = 72,355555 \text{ mm}$

Fall 2

$g_1 = 594 \text{ mm} - 190 \text{ mm} = 404 \text{ mm}$
 $b_1 = 685 \text{ mm} - 594 \text{ mm} = 91 \text{ mm}$

Fall 2

$g_2 = 603 \text{ mm} - 190 \text{ mm} = 413 \text{ mm}$
 $b_2 = 685 \text{ mm} - 603 \text{ mm} = 82 \text{ mm}$

$f_1 = 117,3070707 \text{ mm}$
 $f_2 = 68,41666662$

Fall 2

$g_1 = 646 \text{ mm} - 190 \text{ mm} = 456 \text{ mm}$
 $b_1 = 1484 - 646 = 838$
 $f = 295,3075734$

Fall 2

$g_1 = 1034 \text{ mm} - 190 \text{ mm} = 844 \text{ mm}$
 $b_1 = 1484 - 1034 = 450 \text{ mm}$
 $f_1 = 292,5035008$

Answer

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

$$\frac{1}{\left(\frac{1}{b} + \frac{1}{g}\right)} = f = \left(\frac{1}{b} + \frac{1}{g}\right)^{-1}$$

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

Mit $\Delta P_{Ei} = 10 \text{ mm}$

$$\Delta m = \frac{0,2483011938 \cdot 2 \cdot (f_{\text{Fall 1}} + \frac{bg(-1)}{b+g})}{0,281155}$$

$$\Delta f = \left(\frac{g}{g+b} - \frac{g \cdot b}{(g+b)^2} \right) \cdot \Delta P_{Ei}$$

$$\frac{bg}{b+g} \quad bg \cdot \frac{1}{b+g} = bg \cdot (b+g)^{-1}$$

$$g \cdot (b+g)^{-1} + bg \cdot (-1) \cdot (b+g)^{-2}$$

$$f' = \left(\frac{g}{b+g} - \frac{bg}{(b+g)^2} \right) \cdot \Delta P_{Ei}$$

Linse 1 $\Delta f'_1 = \left(\frac{83}{83+412} - \frac{83 \cdot 412}{(412+83)^2} \right) \cdot \frac{10}{100} \approx 0,2811549842 \cdot 2 = 0,1405774921$

$$\Delta f'_2 = \left(\frac{408,5}{408,5+86,5} - \frac{408,5 \cdot 86,5}{(408,5+86,5)^2} \right) \cdot \frac{10}{100} = 1,2349199 \cdot 2 = 2,4698398$$

Linse 2 $\Delta f'_1 = \left(\frac{443}{851+443} - \frac{851 \cdot 443}{(851+443)^2} \right) \cdot \frac{23}{100} \cdot b = 851 \quad g = 443$

$$\approx 1,347835 \cdot 2 = 2,69567$$

$$\Delta f'_2 = \left(\frac{854}{439,5+854} - \frac{854 \cdot 439,5}{(854+439,5)^2} \right) \cdot \frac{23}{100} \cdot b = 439,5 \quad g = 854,5$$

$$\approx 5,0128 \cdot 2 = 10,0256$$

Mittelwert Linse 1: $0,28 + 7,83198 \approx 8,11198$

Mittelwert = $8,11198 \cdot 2 = 16,22396$

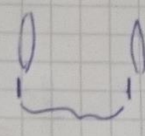
Mittelwert Linse 2 $\approx 3,05044$

Linie 1 (Nummer 3) $(685 - 190) \text{ mm} = d = 495 \text{ mm}$
 e : Abstand Linie-Linie: ~~zum 994~~ $594 - 268 = 326$
 $f = \frac{d^2 - e^2}{4d} =$
 $f = 70,07525253$

Linie 2 (Nummer 2) $d = 1484 - 190 = 1294$
 $e = 1034 - 646 = 388$
 $f = 294,4149923$

⑤ SS $f = \frac{d^2 - e^2}{4d} = \underline{60,75471698}$ $d = 720 - 190 = 530$
 $e = 635 - 245 = 390$

SSr. $f = \frac{d^2 - e^2}{4d}$ mit $d = 720 - 190 = 530$
 $e = 503 - 324 = 179$
 $= 117,3863208$



⑤

Sammellinse - Sammellinse

$$f = \frac{d^2 - e^2}{4d} = 60,75471698 \quad \text{mit} \quad d = 720 \text{ mm} - 190 \text{ mm} = 530 \text{ mm}$$

$$e = 635 \text{ mm} - 245 \text{ mm} = 390 \text{ mm}$$

$$\text{mit OA 6} \quad \frac{1}{f_{\text{ges}}} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} = \frac{1}{f_1 f_2}$$

$$\text{mit } f_1 = \frac{1}{70} \quad f_2 = \frac{1}{290,5}$$

$$\frac{1}{f_{\text{ges}}} = \frac{1}{70} + \frac{1}{290,5} = \frac{1}{70 \cdot 290,5} \rightarrow f_{\text{ges}} = 56,56467$$

Der theoretisch bestimmte Wert ist tiefer als der experimentell bestimmte Wert.

⑥

Sammellinse - Zerstreuungslinse

$$f = \frac{d^2 - e^2}{4d} = 117,386321 \quad \text{mit} \quad d = 720 \text{ mm} - 190 \text{ mm} = 530 \text{ mm}$$

$$e = 503 \text{ mm} - 324 \text{ mm} = 179 \text{ mm}$$

$$\text{OA 6} \quad \frac{1}{f_{\text{ges}}} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} = \frac{1}{f_1 f_2} \quad \text{mit } f_1 = 290,5$$

$$\frac{1}{f_{\text{ges}}} = \frac{1}{290,5} + \frac{1}{f_2} = \frac{1}{290,5 f_2} \quad \text{mit } f_{\text{ges}} = 117,386321$$

$$\frac{1}{117,386321} - \frac{1}{290,5} = \frac{1}{f_2} - \frac{1}{290,5 f_2}$$

$$f_2 \left(\frac{1}{117,386321} - \frac{1}{290,5} \right) = 1 - \frac{1}{290,5} \quad | \cdot (1)$$

$$f_2 = \frac{\left(1 - \frac{1}{290,5} \right)}{\left(\frac{1}{117,386321} - \frac{1}{290,5} \right)} = 304,8009142 \text{ mm}$$

$$\text{Brechkraft der Zerstreuungslinse} \quad D = \frac{1}{f} = 9,28 \cdot 10^{-3} \text{ dpt} = 3,28 \text{ dpt}$$

⑦

blauer Filter $\lambda_0 = 436 \text{ nm}$

$$\begin{array}{ccccccc} \text{Punkt} & \text{rechts, sodass scharfes Bild} & 1052 \text{ mm} \\ - \text{II} - & \text{links} & - \text{II} - & - \text{II} - & - \text{II} - & 618 \text{ mm} \end{array}$$

$$\text{mit } d = P_6 - P_0 = 1470 \text{ mm} - 190 \text{ mm} = 1280 \text{ mm}$$

$$f = \frac{d^2 - e^2}{4d} = 293 \text{ mm}$$

$$(\text{mit } e_{\text{neu}} = (1052 - 618) \text{ mm} = 434 \text{ mm})$$

roter Filter $\lambda_0 = 623 \text{ nm}$

$$\begin{array}{ccccccc} \text{Punkt} & \text{rechts, sodass scharfes Bild} & 1002 \text{ mm} \\ - \text{II} - & \text{links, sodass} & - \text{II} - & - \text{II} - & - \text{II} - & 663 \text{ mm} \end{array}$$

$$\text{mit } d = P_0 - P_6 = 1470 \text{ mm} - 190 \text{ mm} = 1280 \text{ mm}$$

