

Voruch 82: Optische Abbildung

Name: Georg Dietrich
Matrikel: René Lehmann
Betriebe: Schlapkopf

Datum: 6.7.02
Prüfungszettel: 654

Aufstellung:

- ① Ermittlung der Brennweite einer dünnen Sammellinse mit Hilfe des Ding- und Bildhöhenverfahrens
- ② Kombination der dünnen Sammellinse mit einer Zerstreuungslinse und Bestimmung des Linsensystems Brennweite mit Hilfe des Besselverfahrens sowie Bestimmung der Brennweite der Zerstreuungslinse
- ③ Bestimmung der Brennweite einer dicken Linse unter Berücksichtigung des Abbildungsmaßstabes

Formeln
① $\frac{1}{f} = \frac{1}{a} + \frac{1}{a'}$

f ... Brennweite
a ... Gegenstandsweite
a' ... Bildweite

② $\frac{1}{f} = \frac{1}{4} \left[L - \frac{L^2}{L'} \right]$

L ... $L = a + a'$
L' ... Verschiebungslänge der Linse zwischen den zwei reellen Bildern (Bessel)

$\frac{1}{f} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2}$

f₁ ... Brennweite Sammellinse
f₂ ... Brennweite Zerstreuungslinse

$\beta' = \frac{B}{G} = -\frac{a'}{a}$

β' ... Abbildungsmaßstab
B ... Bildhöhe
G ... Gegenstandshöhe

$b \sim f \left(1 + \frac{1}{\beta'} \right)$

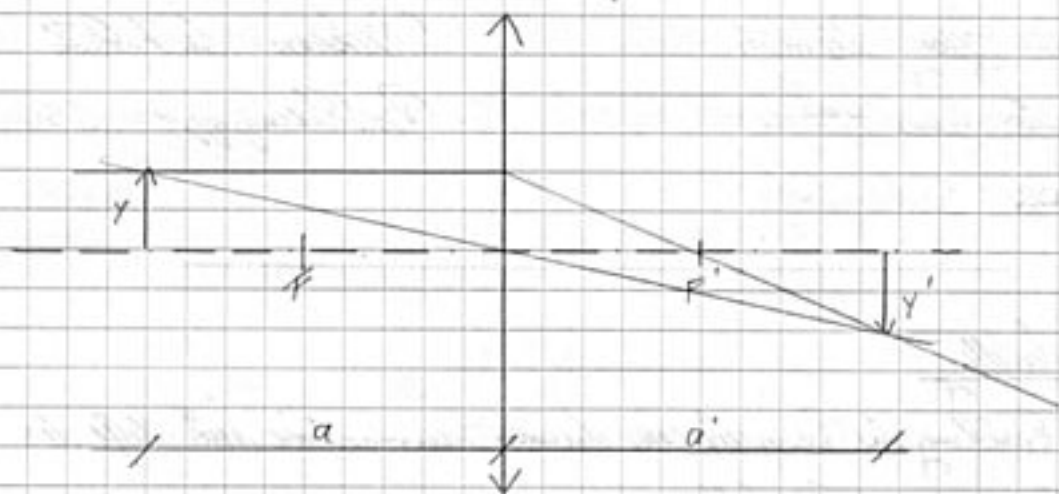
b ... Abstand Gegenstand zu frei wählbaren Merkmals

③ $b' \sim f \left(1 + \beta' \right)$

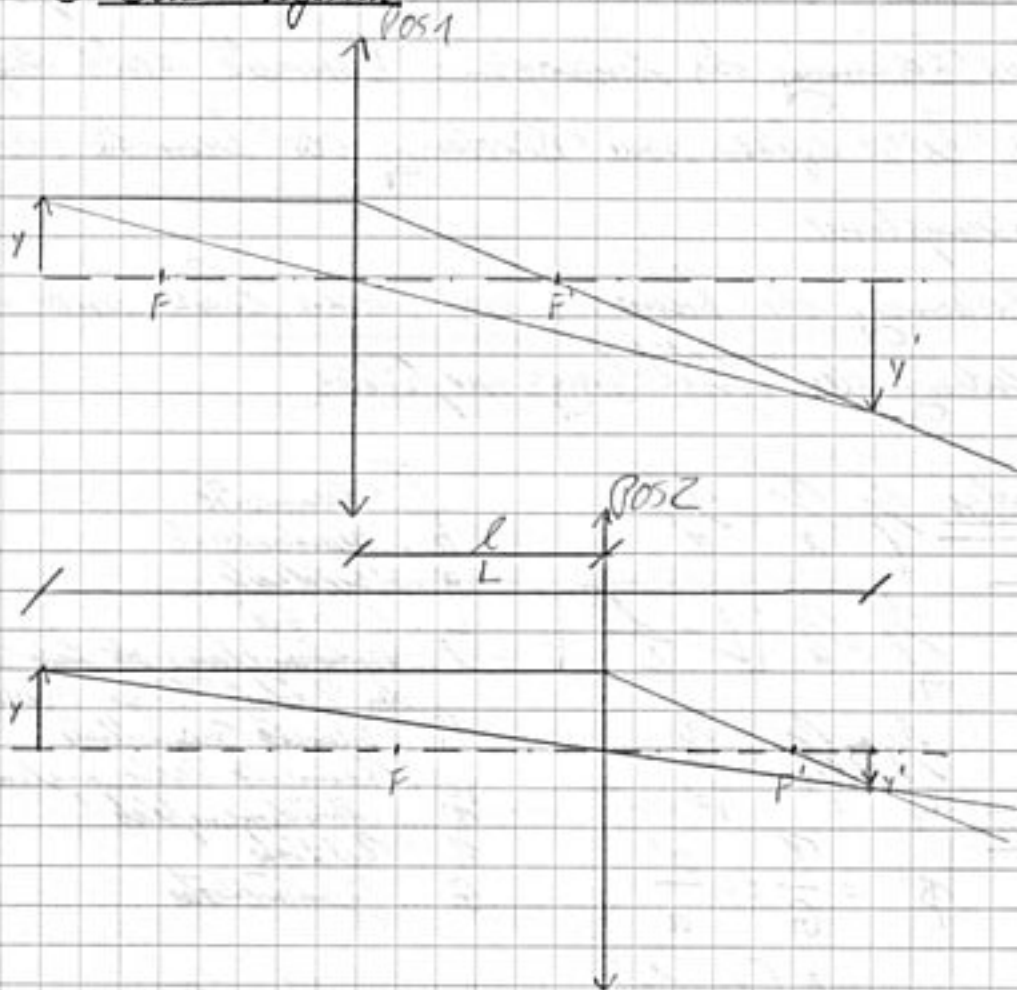
b' ... Abstand Bild zu frei wählbaren Merkmals

→ Ansatz der Hauptebenen entspricht der Brennweite der Dicken Linse

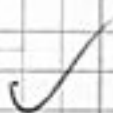
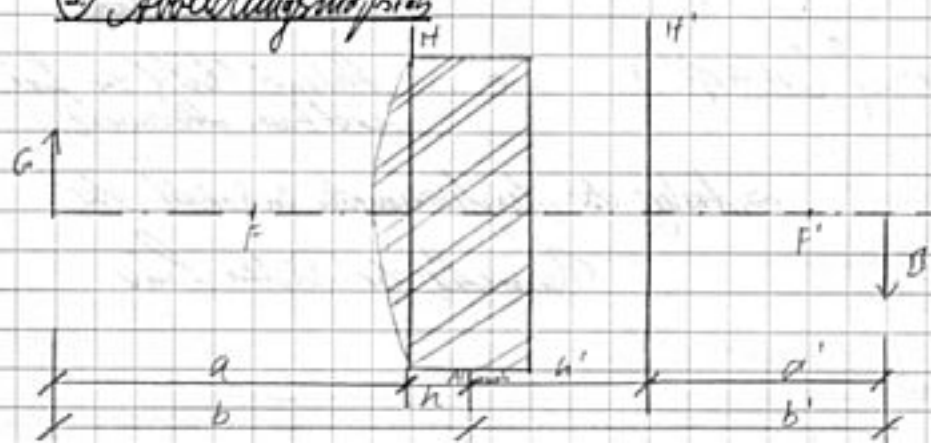
Verfahren: ① Gegenstands-Bildruken-Verfahren



② Bessel-Verfahren



③ Abbildungsmassstab



10 Punkte (1)

$x_1 = 100 \text{ mm}$

x_2/mm	x_3/mm	x_4/mm	x_{23}/mm	\bar{x}_2/mm	α/mm	α'/mm	f/mm
920	1100	1101	1104	1101,67	320	121,67	148,7
800	982	551	990	820	700	130	162,4
600	813	813	816	812,3	500	210,33	169 ✓

$a = x_2 - x_1$
 $a' = x_3 - x_2$
 $\frac{1}{f} = \frac{1}{a} + \frac{1}{a'}$
 $\bar{f} = 169,03 \text{ mm} \checkmark$

(2) $x_1 = 100 \text{ mm}$

x_4/mm	x_2/mm	x_3/mm	\bar{x}_2/mm	\bar{x}_3/mm	L/mm	L'/mm	f'/mm
1600	744 751 746	1000 922 988	740,5	922,67	1500	253,37 253	364,3
1650	620 631 622	1027 1109 1102	691	1103,3	1550	412,3	560,4 ✓

$L = x_4 - x_1 =$
 $L = \bar{x}_3 - \bar{x}_2$
 $\bar{f} = 364,6 \text{ mm}$
 $\bar{f}' = 169,03 \text{ mm}$

$f = \frac{1}{\frac{1}{L} - \frac{1}{L'}}$
 $\frac{1}{f} = \frac{1}{f'} + \frac{1}{f}$
 $\frac{1}{f'} = \frac{1}{f} - \frac{1}{f'} \Rightarrow \bar{f}' = -253,2 \text{ mm} \checkmark$

(3) $x_1 = 100 \text{ mm}$ $y = 20 \text{ mm}$

x_2/mm	x_3/mm	y/mm	β	β'	b/mm	b'/mm
500	1552	72	0,278	3,6	400	1052
600	1136	30	0,66	1,5	500	536
700	1105	12	1,093	0,25	600	405
800	1207	11	1,818	0,55	800	307
1100	1372	8	2,5	0,4	1000	272

$\beta = \frac{y}{x}$ $b = x_2 - x_1$

$\beta' = \frac{1}{\beta}$ $b' = x_3 - x_2$

B.a) Dimension aus Diagramm: $f_{D1} = 268 \text{ mm}$

$$f_{D2} = 244 \text{ mm}$$

$$f_D = 256 \text{ mm} \quad \checkmark$$

b) $D = 50 \text{ mm}$
 $f_1 = 169,03 \text{ mm}$
 $f_2 = -253,2 \text{ mm}$

$$\frac{1}{f_e} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} - \frac{D}{f_1 f_2}$$

$$\frac{1}{f_e} = \frac{1}{169,03 \text{ mm}} + \frac{1}{-253,2 \text{ mm}} - \frac{50 \text{ mm}}{169,03 \text{ mm} \cdot (-253,2 \text{ mm})}$$

$$\frac{1}{f_e} = 0,00408566 \text{ mm}^{-1} \quad f_D \text{ liegt nah an } f_e \text{ (siehe Lösung)}$$

$$f_e = 244,8 \text{ mm} \quad \checkmark$$

Fehlerrechnung: zu D

$$\left| \frac{\Delta f}{f} \right| = \left| \frac{f_1}{a^2} \Delta x_1 \right| + \left| \frac{a-a'}{a^2} \Delta x_2 \right| + \left| \frac{f_2}{a^2} \Delta x_3 \right| \quad \checkmark$$

$$\Delta x_{\text{Zuf}} = |\bar{x} - x_{\text{max}}|$$

$$\Delta x_1 = \Delta x_{1\text{Zuf}} + \Delta x_{1\text{Zuf}} = 0,25 \text{ mm} + 0,5 \text{ mm} = 0,75 \text{ mm}$$

$$\Delta x_2 = \Delta x_{2\text{Zuf}} + \Delta x_{2\text{Zuf}} = 0,667 \text{ mm} + 0,5 \text{ mm} = 1,167 \text{ mm}$$

$$\Delta x_3 = \Delta x_{3\text{Zuf}} + \Delta x_{3\text{Zuf}} = 0,75 \text{ mm} + 0,5 \text{ mm} + 2,53 \text{ mm} = 3,58 \text{ mm}$$

$$\left| \frac{\Delta f}{f} \right| = \left| \frac{169,03 \text{ mm} \cdot 0,75 \text{ mm}}{(820 \text{ mm})^2} \right| + \left| \frac{(820 \text{ mm} - 104,17 \text{ mm}) \cdot 1,167 \text{ mm}}{(820 \text{ mm} \cdot 104,17 \text{ mm})} \right| + \left| \frac{169,03 \text{ mm} \cdot 3,58 \text{ mm}}{(169,03 \text{ mm})^2} \right|$$

$$\left| \frac{\Delta f}{f} \right| = 0,0213 \rightarrow 2,13\% \quad \checkmark$$

$$\Delta f = 3,18 \text{ mm} \Rightarrow f_1 = 169,03 \text{ mm} \pm 3,18 \text{ mm}$$

$$f_1 = (169 \pm 3) \text{ mm} \quad \checkmark$$

B. 11

2. 1000

1000

200

300

400

500

600

700

800

900

1000

July $S(T) = 268$

July $S(T) = 268$

$S(T)$

$S(T)$

1

2

3

4

7.11

✓

Discussion:

Dem Versuch ergaben sich für die verschiedenen Linsen folgende Brennweiten:

$$f_s = (16,9 \pm 3) \text{ mm} \quad \text{für die Sammellinse}$$

$$f_z = -253 \text{ mm} \quad \text{für die Zerstreuungslinse.}$$

Bei der Sammellinse ergab sich ein Fehler von $2,13\%$. Dies ist ein relativ geringer Fehler. Hauptfehlerquellen sind das subjektive Schätzempfinden der ablesenden Person und der systematische Fehler des Linsens, welche durch die Krümmung von 1780 mm relativ groß sind.

Bei der Zerstreuungslinse ergibt sich aus der Näherung $D \approx 0$ ein starker Fehler einfluss, wodurch Abweichungen zum theoretischen Wert entstehen.

04.07.1

