

a)

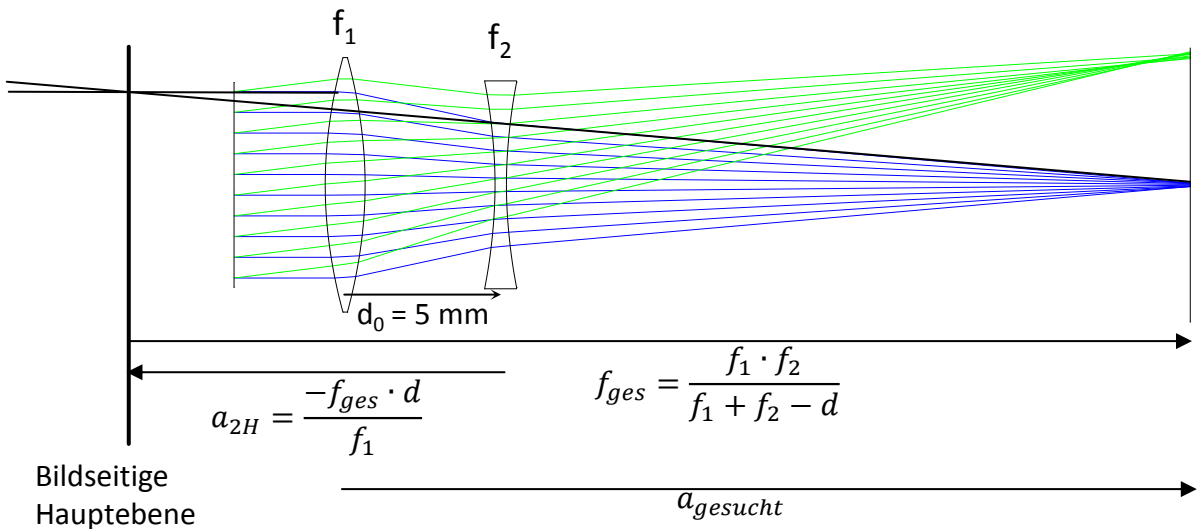
Verschiebung = Steigung x Umdrehungen = 6.39 mm

Verschiebung kann nur von L1 weg erfolgt sein, da die Linsen sich sonst hätten durchschneiden müssten

$$d_0 = 5 \text{ mm}$$

$$d_1 = 5 + 6.39 = 11.39 \text{ mm}$$

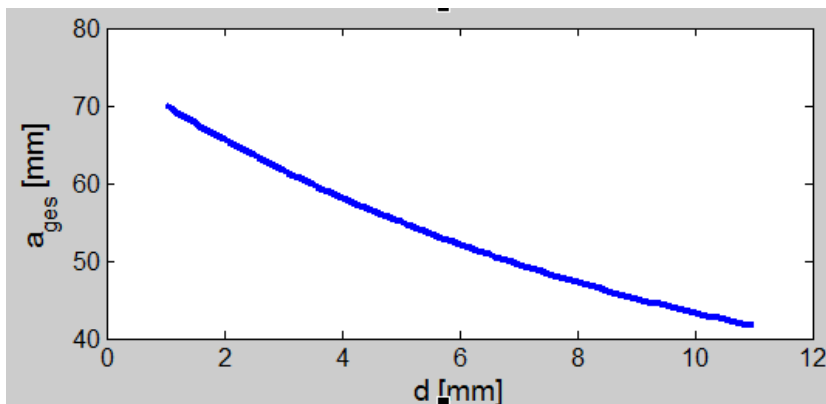
Zunächst: Herleitung der Formel für Abstand der Schärfeebene von Linse 1



Gesuchter Abstand L1-Schärfeebene:

$$a_{\text{gesucht}} = f_{\text{ges}} + a_{2H} + d = \frac{f_1 \cdot f_2}{f_1 + f_2 - d} - \frac{f_1 \cdot f_2}{f_1 + f_2 - d} \cdot \frac{d}{f_1} + d = \frac{f_1 \cdot f_2}{f_1 + f_2 - d} \left(1 - \frac{d}{f_1}\right) + d$$

a_{gesucht} als Funktion von d :



Zwei Gleichungen zwei Unbekannte:

$$55 = \frac{f_1 \cdot f_2}{f_1 + f_2 - d_0} \left(1 - \frac{d_0}{f_1}\right) + d_0$$

$$41 = \frac{f_1 \cdot f_2}{f_1 + f_2 - d_1} \left(1 - \frac{d_1}{f_1}\right) + d_1$$

Bei f_1 zählt nur die positive Lösung: $\sim 30 \text{ mm}$

Bei f_2 zählt nur die negative Lösung: $\sim -50 \text{ mm}$

- a) Matlab-Code zur Lösung des Gleichungssystems
Am besten als Text in eine leere m-Datei kopieren
oder hochgeladene m-Datei aus Ilias verwenden

```
syms f1 f2 % symbolische Variablen müssen definiert werden (haben keinen Wert, sind die Variablen,
           % nach denen das Gleichungssystem aufgelöst werden soll)
```

```
d0 = 5; %Anfangsabstand der beiden Linsen
```

```
d1 = 5 + 15*0.426; %Abstand der beiden Linsen nach 15 Umdrehungen der Steigung 0.426
```

```
fgesamt_1 = (f1*f2)/(f1+f2-d0); %Gesamtbrennweite Anfang
```

```
fgesamt_2 = (f1*f2)/(f1+f2-d1); %Gesamtbrennweite nach der Verschiebung
```

```
res = solve(d0*((-fgesamt_1/f1) + 1) + fgesamt_1 == 55 , d1*((-fgesamt_2/f1) + 1) + fgesamt_2 == 41, f1,f2);
```

```
%Hier wird das Gleichungssystem gelöst und die Lösung in "res" geschrieben
```

```
loesungen_linse_1 = double(res.f1); %Zugriff auf f1 in res und Umwandlung in Fließkommazahl
```

```
loesungen_linse_2 = double(res.f2); %Zugriff auf f2 in res und Umwandlung in Fließkommazahl
```

```
relevantes_f1 = loesungen_linse_1(1) %Nur die erste Lösung für f1 wird verwendet, weil die zweite negativ ist
```

```
relevantes_f2 = loesungen_linse_2(1) %Nur die erste Lösung für f2 wird verwendet, weil die zweite positiv ist
```

b) Gesuchte Größe: $f_1 \approx s'$

Hilfreiche Größe: Größe des Zwischenbildes $2 \cdot y' =$
Sehfeldzahl

$$\tan(w'/2) = y'/f$$

$$\tan(w'/2) \cdot f_2 = y'$$

$$y' = 4.84 \text{ mm}$$

$$2 \cdot y' = 9.69 \text{ mm}$$

$$f_1 / \text{Entfernung Mond} = 9.69 \text{e-3 m} / \text{Durchmesser Mond}$$

$$f_1 = 9.69 \text{e-3 m} \cdot \text{Entfernung Mond} / \text{Durchmesser Mond}$$

$$\text{Entfernung Mond} / \text{Durchmesser Mond} = 110.58 \text{ m}$$

$$f_1 = 9.69 \text{e-3 m} \cdot 110.58 \text{ m} = 1.07 \text{ m}$$

c)

$$\varphi = \varphi_1 + \varphi_2$$

Korrektur des Farblängsfehlers bedeutet, dass die Summe der chromatischen Variationen der Brechkraft verschwindet:

$$0 = \Delta\varphi_1 + \Delta\varphi_2 = \frac{\varphi_1}{v_1} + \frac{\varphi_2}{v_2}$$

Achromasiebedingung

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

$$f_1 = \frac{f \cdot f_2}{f - f_2}$$

$$f_2 = \frac{f \cdot f_1}{f - f_1}$$

$$-\frac{f_1}{f_2} = \frac{V_2}{V_1}$$

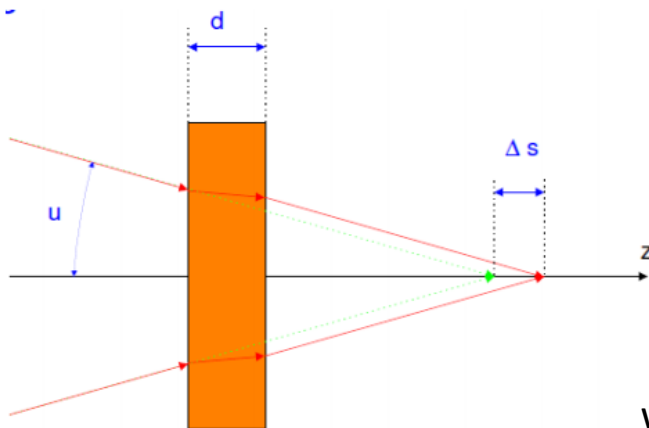
$$f_1 = \frac{(V_1 - V_2) f}{V_1} \quad \text{and} \quad f_2 = \frac{(V_2 - V_1) f}{V_2}$$

$$n_{u1} = 25.4; n_{u2} = 65.05$$

$$f_1 = -31.2$$

$$f_2 = 12.19$$

d) gewünschtes Δs : 1mm



$$\Delta s' = \frac{n-1}{n} d \approx \frac{d}{3}$$

Werte einsetzen:

$$\Delta s_{\text{PMMA3.5}} = 1.15 \text{ mm}$$

$$\Delta s_{\text{PMMA5}} = 1.64 \text{ mm}$$

$$\Delta s_{\text{PC}} = 0.997 \text{ mm} - \text{bestes}$$

e)

$$\Delta y = \frac{n-1}{n} \cdot d \cdot \sin \theta = \Delta s' \cdot \sin \theta$$

Werte einsetzen:

$$\Delta y_{\text{PMMA3.5}} = 100 \text{ } \mu\text{m}$$

$$\Delta y_{\text{PMMA5}} = 142 \text{ } \mu\text{m}$$

$$\Delta y_{\text{PC}} = 87 \mu\text{m}$$

f)

An jeder Grenzfläche 4% Verlust

$$T_{\text{ges}} = (1 - R)^n$$

$$0.1 = (1 - 0.04)^n$$

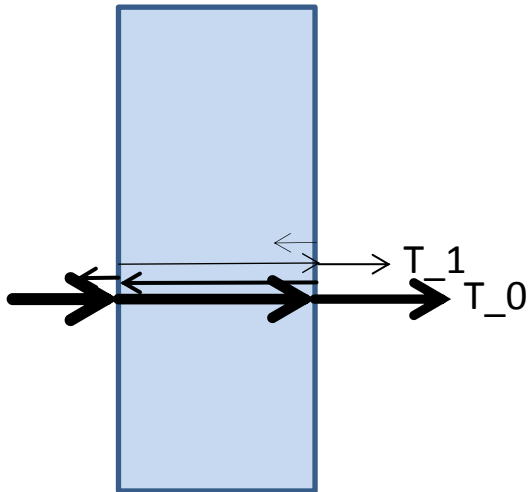
$$\log(0.1) = n * \log(1 - 0.04)$$

$$\frac{\log(0.1)}{\log(1 - 0.04)} = n$$

$$n = 56.4$$

Anzahl: mind. 29 Plättchen

g)



$$T_0 = 0.96 * 0.96$$

$$T_1 = 0.96 * 0.04 * 0.04 * 0.96$$

$$T_2 = 0.96 * 0.04 * 0.04 * 0.04 * 0.04 * 0.96$$

$$T_{n+1} = T_n * R^2$$

$$\text{Explizit: } T_x = (T^2) * (R^{2x})$$