

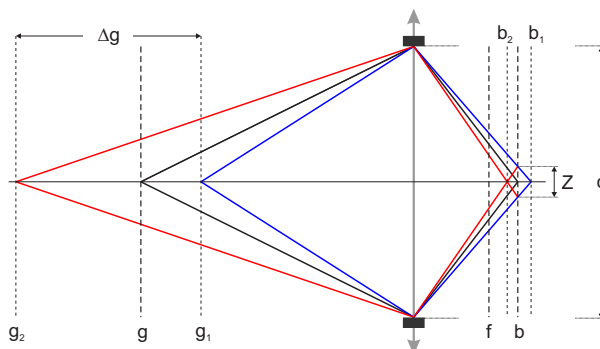


ÜBUNGSAUFGABEN (XI)

(Besprechung am Donnerstag, 17.01.2013)

Aufgabe 1: (5 Punkte)

In der Fotografie gibt die Schärfentiefe Δg den Bereich vor und hinter dem abgebildeten Objekt im Abstand g an, der ebenfalls noch als „scharf“ angesehen werden kann (vgl. Skizze). Zur Definition der Schärfentiefe wird der Durchmesser Z für den erlaubten Zerstreungskreis bei der Abbildung eines Punktobjekts in der Bildebene oft mit $Z = 30 \mu\text{m}$ angegeben. Zeigen Sie mit Hilfe der Abbildungsgleichung dünner Linsen, dass bei gegebenem Durchmesser Z die Schärfentiefe Δg bestimmt wird durch

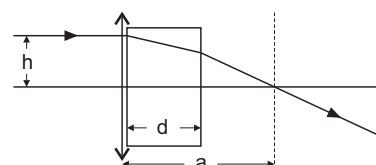


$$\Delta g = \frac{2NZ(1+M)}{M^2 - \left(\frac{NZ}{f}\right)^2}$$

mit Brennweite f , Bildweite b , Gegenstandsweite g , Blendendurchmesser d , Blendenzahl $N = f/d$ und Vergrößerung $M = b/g$. Wie groß wird demzufolge die Schärfentiefe für die Blendenzahl $N = 2.8$, Brennweite $f = 50 \text{ mm}$ und Gegenstandsweite $g = 2 \text{ m}$?

Aufgabe 2: (4 Punkte)

Hinter einer dünnen konvexen Linse der Brennweite $f = 5 \text{ cm}$ steht eine planparallele Glasplatte mit Dicke $d = 3 \text{ cm}$ und Brechungsindex $n = 1.5$ (der Abstand sei vernachlässigbar klein). Ein achsenparalleler Strahl fällt von links auf die Linse. Bei welcher Entfernung a von der Linse schneidet der gebrochene Strahl die optische Achse? Leiten Sie zur Berechnung einen allgemeinen Ausdruck für a als Funktion von f , d und n mit Hilfe der Matrixoptik her.



Tipp: Berechnen Sie zunächst die Matrix für den Durchgang des Strahls durch die Glasplatte.

Aufgabe 3: (4 Punkte)

Zur Effizienzsteigerung sowie zur Vermeidung der Gewässererwärmung wird in Heizkraftwerken für die Versorgung großer Stadtgebiete die Heizwärme zentral mittels Kraft-Wärme-Kopplung erzeugt. Dazu dient eine Wärmepumpe P , die mittels der zugeführten mechanischen Arbeit W einem Gewässer der Temperatur T_G die Wärme Q_{G1} entzieht und dem Heizreservoir (also den Haushalten) die Wärme Q_H bei der Temperatur T_H zuführt. Die erforderliche Arbeit W wird durch ein konventionelles Kraftwerk K (Wärmekraftmaschine) erzeugt, das seine Energie Q_K aus einem „Wärmereservoir“ (Verbrennungsprozeß) der Temperatur T_K bezieht und die Abwärme Q_{G2} in das Gewässer abführt. Zeichnen Sie zunächst in einem Diagramm die Zu- und Abflüsse von Wärme und Arbeit beider Prozesse ein. Berechnen Sie dann mit $T_G = 15^\circ\text{C}$, $T_H = 70^\circ\text{C}$ und $T_K = 500^\circ\text{C}$ den Gesamtwirkungsgrad $\eta_{\text{ges}} = Q_H/Q_K$ für den Fall, dass sowohl die Wärmepumpe P als auch die Wärmekraftmaschine K durch ideale Carnot-Maschinen beschrieben werden können.