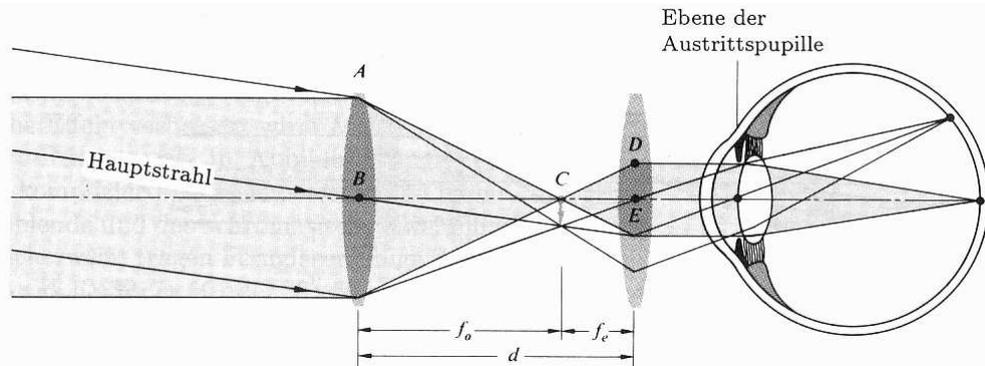


**22. Fernrohr**



Diskutieren Sie das astronomische Fernrohr. Hier werden aus sehr großer Entfernung kommende parallele Strahlen mit Hilfe einer ersten Linse (Brennweite  $f_o$ ) fokussiert und mit einer Lupe (Brennweite  $f_e$ ) ins Auge abgebildet. Zeigen Sie, dass die Vergrößerung des

Fernrohrs (Vergrößerung des Seh winkels)  $V = \frac{f_o}{f_e}$  ist. (4 Punkte)

**23. Linsen im Röntgenbereich**

Im Röntgenbereich ist die Brechung an Oberflächen sehr gering, da der Brechungsindex nahe bei 1 liegt; außerdem ist die Absorption nicht vernachlässigbar. Der Einsatz von Linsen im Röntgenbereich ist daher bisher nicht als möglich angesehen worden. Im Gegensatz zu diesen Vorstellungen sind in den letzten Jahren Linsen für den Röntgenbereich zum Einsatz an Synchrotronstrahlungsquellen entwickelt und getestet worden [B. Lengeler et al., J. Synchrotron Radiation 6, 1153 (1999)]. Diskutieren Sie diese Linsen.

- a) Der Brechungsindex  $n = 1 - \delta + i\beta$  mit  $\delta > 0$  ist kleiner als 1. Wie muss eine Sammellinse also aufgebaut sein, wenn der Brechungsindex von Luft 1 ist (Skizze)?
- b) Zeigen Sie mit der Linsengleichung, dass (für dünne Linsen) die Brennweite für eine symmetrische Linse gegeben ist durch  $1/f = 2(n - 1)/R$
- c) Die Tabelle gibt einige Werte für  $\delta$  und  $\beta$  von Be und Al für verschiedene Photonenenergien an. Warum sind Be und Al für diese Anwendung interessant? Berechnen Sie für Be und Al die Brennweite bei 15 keV, die man für einen Linsenradius von 0,2 mm erhält.

E (keV)	Be		Al	
	$\delta$ ( $10^{-6}$ )	$\beta$ ( $10^{-9}$ )	$\delta$ ( $10^{-6}$ )	$\beta$ ( $10^{-9}$ )
8	5.334	2.419	8.579	158.20
10	3.412	1.095	5.468	66.61
15	1.515	0.341	2.414	13.50
20	0.852	0.195	1.355	4.40
30	0.379	0.113	0.601	0.95

- d) Wie kann man eine Brennweite von etwa 1 m erhalten?
- e) Wie groß ist die Absorption in diesem Fall, d.h. wie viel der einfallenden Intensität kommt durch die Linse für einen Strahl im Abstand 0,06 mm von der optischen Achse?

(7 Punkte)

#### 24. Longitudinale Kohärenz

Man erhält die Kohärenzzeit  $\Delta t_c = 2\pi / \Delta\omega$  zweier Wellenzüge mit leicht unterschiedlichen Schwingungsfrequenzen aus der Überlegung, dass die Phasenverschiebung zwischen den Wellen nach der Zeit  $\Delta t_c$  maximal  $2\pi$  werden darf.

- a) Mit unterschiedlichen Frequenzen sind natürlich auch die Wellenlängen leicht unterschiedlich ( $\lambda, \lambda + \Delta\lambda$ ) und man erhält in analoger Weise eine Beziehung für die Kohärenzlänge. Zeigen Sie, dass  $\Delta l_c = \lambda^2 / \Delta\lambda$ , wenn man (für kleine  $\Delta\lambda$ ) fordert, dass die zwei Wellenzüge zu einem festen Zeitpunkt in einem Abstand  $\Delta l_c$  höchstens um  $\lambda$  gegeneinander verschoben sein dürfen.
- b) Wie erhält man dieses Ergebnis formal aus der Beziehung  $\Delta l_c = c\Delta t_c = c / \Delta\nu$ ? (4 Punkte)