

Experimentalphysik III

Optik und Quantenphysik

Übungsblatt 7

Zur Abgabe über *moodle* bis 28.11.2023 24:00 Uhr!

● **Aufgabe 1:** (5 Punkte) **Beugungsscheibchen eines Sterns**

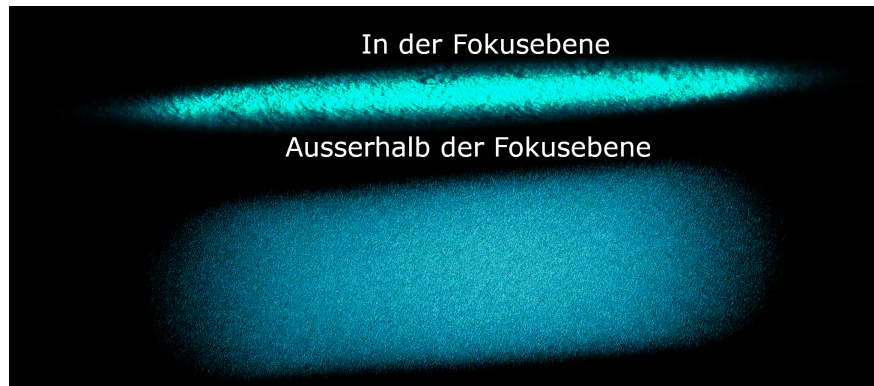
Mit einer Kamera vom Öffnungsverhältnis $\frac{D}{f} = \frac{1}{2,8}$, mit dem Öffnungsdurchmesser D und der Brennweite f , wird ein Stern fotografiert. Welchen Radius hat das auf dem Fotochip entstehende zentrale Beugungsscheibchen ($\lambda = 600 \text{ nm}$)?

● **Aufgabe 2:** (5 Punkte) **Spektrumsüberlappung**

Weisen Sie nach, dass das rote Ende ($\lambda_1 = 700 \text{ nm}$) des Spektrums 2. Ordnung eines Beugungsgitters vom violetten Ende des Spektrums 3. Ordnung ($\lambda_2 = 400 \text{ nm}$) überlappt wird.

●● Aufgabe 3: (5 Punkte) Laser auf gerader Oberfläche

Scheint man mit einem optischen Laser auf eine gerade Oberfläche, sieht man ein Scheibchen reflektierten Lichts (siehe Bild).



Laserpunkt schief auf weißem Papier.

Beachte: Die gröbere Struktur im oberen Bild zeigt die Papierfasern, hier sind die kleinen Punkte gemeint die auch im unteren Bild zu erkennen sind.

Man erkennt, dass dem Intensitätsprofil des Lasers (circa gaussisch) eine granulare Feinstruktur überlagert ist. Betrachtet ein(e) Brillenträger(in) das Scheibchen ohne Brille in einer Distanz, in der er/sie nicht mehr scharf sehen kann, verschwimmt das Scheibchen. Die granulare Feinstruktur verschmiert interessanterweise nicht. (Jemand der üblicherweise keine Brille trägt, beobachtet den gleichen Effekt, wenn er das Scheibchen durch die Brille jemand anderes beobachtet)
Erklären Sie diese Beobachtung qualitativ!

Falls Sie einen Laserpointer zur Hand haben, können Sie dieses "Experiment" einfach nachmachen.

●● Aufgabe 4: (5 Punkte) Kohärenz beim Michelson-Interferometer

Bei Messungen mit einem Michelson-Interferometer wird bei einem der beiden Interferometer-Arme der Spiegel bewegt und dabei das Erscheinen und Verschwinden der Maxima im Zentrum des Interferenzbildes auf dem Schirm beobachtet. Im Interferometer werde zunächst Licht der roten Cadmium-Linie mit der Wellenlänge $\lambda = 643,8 \text{ nm}$ und der Linienbreite $\Delta\lambda = 0,0013 \text{ nm}$ benutzt. Für die Abstrahlung gilt für die Frequenz ν und die Abstrahldauer t , $\Delta\nu \cdot \Delta t = 1$.

- a) Wie groß ist die gesamte Verstellstrecke des Spiegels, innerhalb derer ein Interferenzbild zu beobachten ist?
- b) Wie groß ist sie, wenn man Licht eines Helium-Neon-Lasers mit $\lambda = 632,8 \text{ nm}$ und einer Frequenzstabilität von $2 \cdot 10^{-10}$ benutzt?

●●● Aufgabe 5: (10 Punkte) Fresnelsche Zonenplatte

Eine Zonenplatte ist eine ebene Glasplatte mit konzentrischen Kreisringen, die abwechselnd lichtdurchlässig und

lichtundurchlässig sind. Die innerste Kreisfläche ist dabei lichtundurchlässig. Bestimmen Sie die Radien der Kreise so, dass die Platte als symmetrischen bikonvexen Sammellinse wirkt.

a) Wie müssen die Radien gewählt werden, wenn Licht der Wellenlänge 600 nm mit einer Brennweite von 50 cm fokussiert werden soll?

b) Vergleichen Sie die chromatische Aberration $\frac{dD}{d\lambda}$ dieser Zonenplatte mit der einer Sammellinse aus Flintglas mit der gleichen Brennweite.

Daten für Flintglas: $n = 1,61$ und $\frac{dn}{d\lambda} = -0,97 \cdot 10^5 \text{ m}^{-1}$ bei $\lambda = 600 \text{ nm}$