

Hausaufgabe:

Zur Vorbereitung berechnen und zeichnen Sie I/I_0 für $b = 300\mu\text{m}$ und $\lambda = 632.8\text{ nm}$

Aufgaben:

- (1.) Skizzieren und erklären Sie den Aufbau der Versuchsanordnung.
- (2.) Messen Sie das Beugungsbild für zwei Spalte unterschiedlicher Breite ($200\mu\text{m}$ und $300\mu\text{m}$).
- (3.) Bestimmen Sie die Spaltbreite aus der Lage der Minima.
- (4.) Vergleichen Sie das gemessene Beugungsbild mit dem berechneten.

Hinweise:

Vermeiden Sie unter allen Umständen den direkten Blick ins Laserlicht! Es besteht die Gefahr schwerer Augenschäden. Verwenden Sie zum Beobachten des Strahlengangs nur reflektiertes Licht von einer matten Oberfläche, z.B. Papier. Das Experiment reagiert empfindlich auf geringste Dejustierung, gehen Sie daher mit äußerster Sorgfalt beim Experimentieren vor.

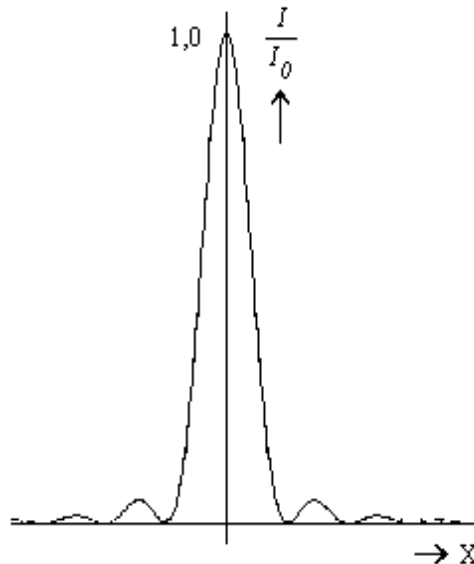


Abb.:1

Grundlagen:

Fällt monochromatisches, kohärentes Licht der Wellenlänge λ auf einen Spalt der Breite b , so beobachtet man im Abstand s ein charakteristisches Beugungsbild mit Hauptmaximum und Nebenmaxima (Abb. 1). Dieses lässt sich mit Hilfe des HUYGENSSchen Prinzips verstehen. Behandelt man die Beugung in der Fraunhoferschen Näherung, d. h. ist das zur Beugung verwendete Lichtbündel parallel, so erwartet man am Beobachtungsschirm die Intensitätsverteilung:

$$\frac{I}{I_0} = \left(\frac{\sin X}{X} \right)^2 \quad \text{mit} \quad X = \frac{\pi \cdot b}{\lambda} \sin \varphi \quad (1)$$

Die FRAUNHOFERSche Beobachtungsweise wird bei unserem Versuchsaufbau durch die Verwendung von Laserlicht und den relativ großen Abstand - Spalt - Beobachtungsebene ermöglicht.

Intensitätsminima treten auf für

$$\frac{b}{\lambda} \sin \varphi = n \quad \text{mit} \quad n = 1, 2, \dots \quad (2)$$

Versuchsaufbau:

Der Laserstrahl wird so auf den Beugungsspalt der Breite b gerichtet, dass beide Spalte symmetrisch beleuchtet sind. In der Entfernung s hinter dem Beugungsspalt befindet sich der Messkopf, der senkrecht zur Strahlachse in horizontaler Richtung also in Richtung x-Achse, verschiebbar ist. Der Messkopf enthält einen Messspalt der Breite $200\ \mu\text{m}$; unmittelbar dahinter befindet sich ein Phototransistor. Der Kollektorstrom des Phototransistors ist annähernd proportional zur Beleuchtungsstärke im Messspalt. Er wird als Spannungsabfall über einen Messwiderstand R_C mit einem Digital-Voltmeter gemessen.

Durchführung:

Das Experiment beginnt mit der Ausrichtung der Anordnung; dabei darf der Laser selbst nicht verstellt werden. Die genaue Zentrierung des Laserstrahls auf den Beugungsspalt erfolgt durch leichtes Verdrehen des letzteren um eine vertikale Achse. Durch Drehen des Beugungsspalt um die Strahlachse kann die Beugungsfigur genau waagerecht ausgerichtet werden. Als Orientierungshilfe dient hierzu ein auf einem Reiter montierter Bildschirm mit zwei parallelen dünnen Strichen. Der Bildschirm ist i. a. so justiert, dass diese beiden Parallelstriche genau waagerecht liegen. Die präzise waagerechte Ausrichtung des Beugungsbildes ist unbedingt erforderlich, damit sich der Messkopf bei einer waagerechten Verschiebung immer genau in der auszumessenden Beugungsfigur bewegt.

Die Betriebsspannung für den Phototransistor ist auf ca. 30V einzustellen. Vor Beginn der eigentlichen Messung muss der Signaluntergrund überprüft werden. Er setzt sich zusammen aus dem Dunkelstrom des Phototransistors, und der Wirkung des Restlichts. Der Signaluntergrund sollte deutlich unter dem kleinsten Nutzsignal, d. h. Photospannung im schwächsten Minimum, liegen. Sollte der Signaluntergrund zu hoch sein, muss zunächst der Fehler gesucht werden.

Bei der waagerechten Verschiebung des Messkopfs müssen Sie innerhalb einer Messreihe immer monoton steigend oder monoton fallend einstellen, um einen systematischen Fehler durch den toten Gang der Messspindel zu vermeiden. Bei versehentlichem Überschreiten einer gewünschten Einstellung müssen Sie also erst etwa um eine halbe Umdrehung unter den gewünschten Einstellpunkt zurückdrehen, um sich dann erneut von der richtigen Seite her demselben zu nähern. Der Abstand der Messpunkte voneinander sollte in der Nähe der Minima etwa 0,1mm, außerhalb der Minima etwa 0,2mm betragen.

Wegen der geometrischen Verhältnisse an diesem Experiment (der Abstand s zwischen Beugungsspalt und Messkopf ist viel größer als der Abstand Δx des äußersten gemessenen Minimums von der optischen Achse) gilt mit ausreichender Genauigkeit: $\sin\varphi \approx \tan\varphi = \frac{\Delta x}{s}$. Die optische Achse wird durch das Maximum nullter Ordnung definiert. Dieses muss also in seiner Lage auf der x-Achse sehr genau bestimmt werden.

Tragen Sie die gemessenen Photospannungen als Funktion der x-Position auf und vergleichen Sie im Falle des Spaltes mit der Breite $300\ \mu\text{m}$ Ihr Messergebnis mit Ihrer Rechnung in der Hausaufgabe.

Bestimmen Sie aus der Lage der Minima die Spaltbreiten.

Die drei Experimentiergruppen messen mit Spalten unterschiedlicher Breite. Wie unterscheiden sich die Beugungsbilder?

Bitte Millimeterpapier mitzubringen.

Literatur

W. Walcher, Praktikum der Physik,

Teubner Studienbücher;

Bergmann-Schäfer: Lehrbuch der Experimentalphysik Band 3.