

AUFGABEN

- Nutzung eines Fresnel'schen Biprismas zur Erzeugung zweier virtueller, kohärenter Lichtquellen aus einer punktförmigen Lichtquelle.
- Beobachtung der Zweistrahlinterferenz der beiden virtuellen Lichtquellen.
- Bestimmung der Wellenlänge eines He-Ne-Laserlichts aus dem Abstand der Interferenzstreifen.

ZIEL

Erzeugung von Zweistrahlinterferenz mit einem Fresnel'schen Biprisma

ZUSAMMENFASSUNG

Durch Brechung eines divergenten Lichtbündels an einem Biprisma werden zwei Teilbündel erzeugt, die aufgrund ihrer Kohärenz miteinander interferieren. Die Wellenlänge des verwendeten Lichts kann aus dem Abstand der virtuellen Lichtquellen und dem Abstand zweier Interferenzstreifen bestimmt werden.

BENÖTIGTE GERÄTE

Anzahl	Geräte	Art.-Nr.
1	Biprisma nach Fresnel	1008652
1	Prismentisch auf Stiel	1003019
1	He-Ne-Laser	1003165
1	achromatisches Objektiv 10x/ 0,25	1005408
1	Sammellinse auf Stiel f = 200 mm	1003025
3	Optikreiter D, 90/50	1002635
1	Optische Bank D, 50 cm	1002630
1	Projektionsschirm	1000608
1	Tonnenfuß, 1000 g	1002834
1	Taschenbandmaß, 2 m	1002603

2

ALLGEMEINE GRUNDLAGEN

In einem seiner Interferenzexperimente verwendete August Jean Fresnel ein Biprisma zur Erzeugung von Zweistrahlinterferenz. Er zerlegte ein divergentes Lichtbündel durch Brechung am Biprisma in zwei Teilbündel, die zwei kohärenten Lichtquellen zu entstammen scheinen und deshalb miteinander interferieren. Auf einem Beobachtungsschirm konnte er eine Serie von Intensitätsmaxima im konstanten Abstand beobachten.

Ob ein Intensitätsmaximum entsteht, hängt vom Gangunterschied Δ zwischen optischen Wegen der Teilbündel ab. Bei großer Entfernung L der Lichtquelle zum Beobachtungsschirm ist in guter Näherung

$$(1) \quad \Delta = A \cdot \frac{x}{L}$$

Dabei ist x die Koordinate des betrachteten Punktes auf dem Beobachtungsschirm senkrecht zur Symmetrieachse und A der noch zu ermittelnde Abstand der beiden virtuellen Lichtquellen. Intensitätsmaxima treten genau dann auf, wenn der Gangunterschied ein Vielfaches der Wellenlänge λ ist:

$$(2) \quad \Delta_n = n \cdot \lambda, \text{ mit } n = 0, 1, 2, \dots$$

Ein Vergleich von (1) und (2) zeigt, dass die Intensitätsmaxima auf den Koordinaten

$$(3) \quad x_n = n \cdot D$$

liegen und den konstanten Abstand D aufweisen. Außerdem gilt der Zusammenhang

$$(4) \quad \lambda = A \cdot \frac{D}{L}$$

Gleichung (4) kann als Bestimmungsgleichung für die Wellenlänge λ des verwendeten Lichts betrachtet werden. Sie gilt bei Zweistrahlinterferenz grundsätzlich.

Allerdings ist noch zunächst noch offen, wie der Abstand A der beiden virtuellen Lichtquellen gemessen werden kann. Hier hilft ein einfacher optischer Aufbau weiter, in dem die beiden Lichtquellen mit Hilfe einer Sammellinse auf dem Beobachtungsschirm abgebildet werden und der Abstand B der Bilder dieser Lichtquellen gemessen wird (siehe Abb. 2). Es gilt:

$$(5) \quad A = B \cdot \frac{a}{b}$$

a : Gegenstandsweite, b : Bildweite.

ANMERKUNG

An Stelle eines Biprismas kann auch ein Fresnel-Spiegel (1002649) zur Erzeugung der beiden virtuellen Lichtquellen verwendet werden. Die zugehörige Zubehörliste bieten wir unter der Nummer UE4030320 an.

AUSWERTUNG

Im Experiment dient ein Laser als Lichtquelle, dessen Strahl mit einer Linse aufgeweitet wird. Die Position der Lichtquelle und somit auch die Gegenstandsweite a sind daher nicht genau bekannt. Sie muss daher mit Hilfe des Abbildungsgesetzes

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b}$$

aus der Brennweite f der Sammellinse und der experimentell leicht zugänglichen Bildweite b berechnet werden. Es ist also

$$A = a \cdot \frac{B}{b} = \frac{f \cdot B}{b - f}$$

Die Abstände D und L werden unmittelbar gemessen. Somit sind alle Größen aus der Bestimmungsgleichung (3) für die Wellenlänge bekannt.

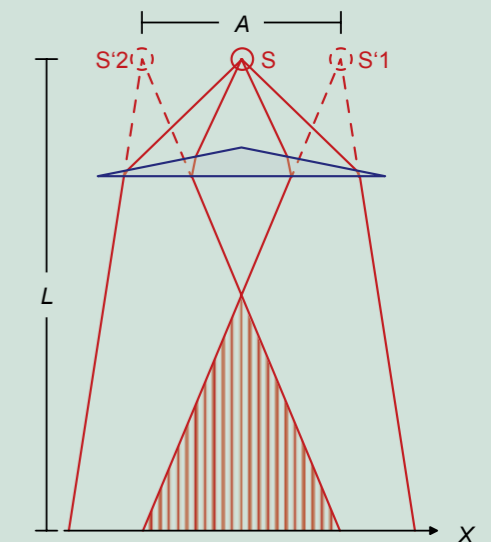


Abb. 1: Schematische Darstellung des Strahlengangs am Biprisma

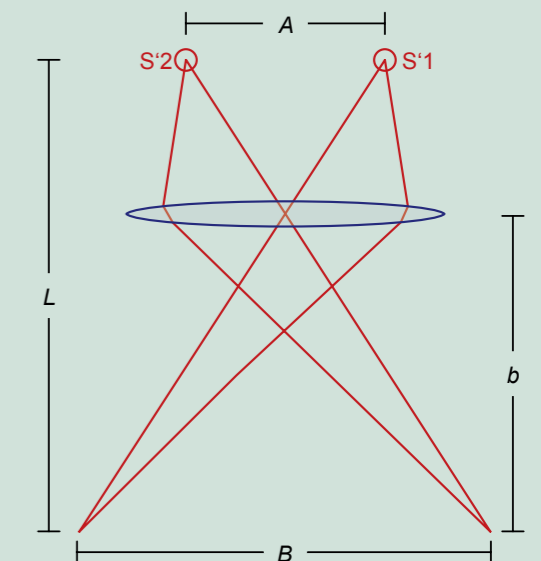


Abb. 2: Strahlengang zur Abbildung der beiden virtuellen Lichtquellen auf dem Schirm