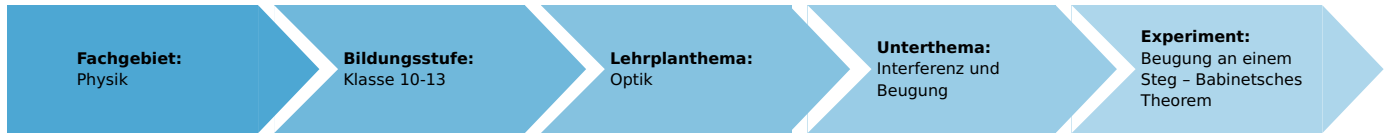


Beugung an einem Steg - Babinet'sches Theorem

(Artikelnr.: P1412101)

Curriculare Themenzuordnung



Schwierigkeitsgrad



Mittel

Vorbereitungszeit



10 Minuten

Durchführungszeit



20 Minuten

empfohlene Gruppengröße



2 Schüler/Studenten

Zusätzlich wird benötigt:

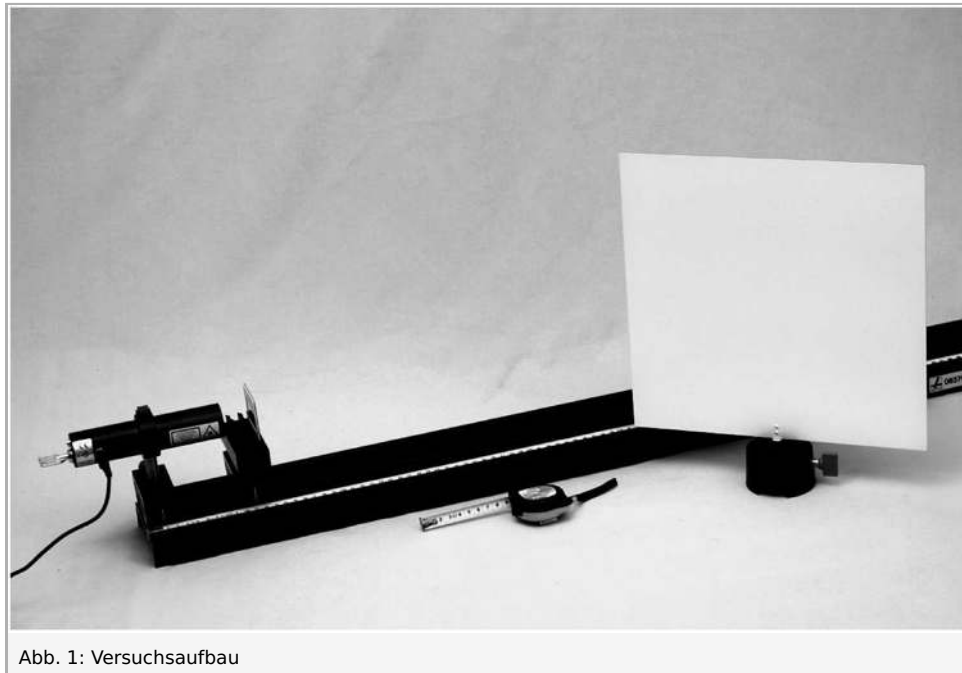
Versuchsvarianten:

Schlagwörter:

Einführung

Einleitung

Das Babinet'sche Theorem besagt, dass komplementäre Objekte (Spalt-Steg od. Draht) Beugungsmuster liefern, die außerhalb des zentralen Maximums identisch sind.



Material

Position	Material	Bestellnr.	Menge
1	Optische Profilbank, l = 1000 mm	08370-00	1
2	Diodenlaser 0,2 / 1,0 mW, 635 nm	08760-99	1
3	Halter für Diodenlaser	08384-00	1
4	Reiter für optische Profilbank	09822-00	2
5	Plattenhalter für 3 Objekte	09830-00	1
6	Blende mit Spalt, Steg und Kante	08521-00	1
7	Schirm, Metall, 300 mm x 300 mm	08062-00	1
8	Tonnenfuß PHYWE	02006-55	1
9	Maßband, l = 2 m	09936-00	1

Aufgaben

Baue einen Strahlengang auf der ein anschauliches Beispiel für das Babinetsche Theorem zeigt.

Aufbau und Durchführung

Aufbau

Abb. 1. zeigt den Versuchsaufbau. Der Diodenlaser steht am Kopfende der optischen Bank.

Dicht dahinter befindet sich der Plattenhalter mit der Blende mit den Beugungsobjekten.

Der Schirm wird im Tonnenfuß befestigt und ca. 4 – 5 m von der Blende entfernt aufgestellt.

Durchführung

Auf dem Schirm, dessen Flächennormale in Richtung der optischen Achse zeigt, wird mit Tesafilm ein Blatt Schreibmaschinenpapier befestigt. Die Blende mit den Beugungsobjekten wird in dem Plattenhalter so verschoben, dass der Steg vom Laserlicht gleichmäßig ausgeleuchtet wird. Mit einem wasserlöslichen Filzstift sind die Lagen der Minima mehrerer Beugungsordnungen zu markieren.

Ohne den Abstand von Blende und Schirm zu verändern, wird nun der Spalt in den Strahlengang geschoben. Es werden wieder die Lagen der Minima markiert.

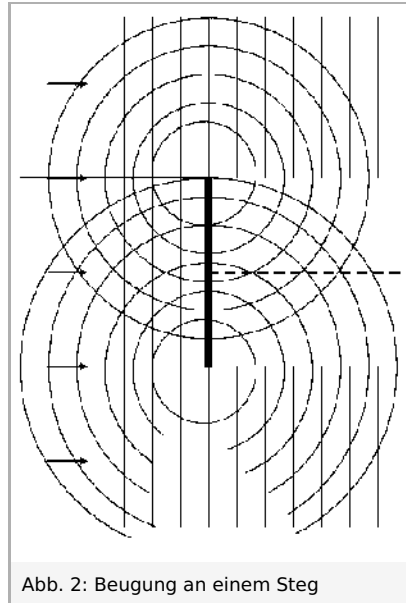
Zum Schluss wird wieder der Steg ausgeleuchtet. Der Abstand r zwischen Blende und Schirm wird nun durch Verschieben des Schirms verändert. Dabei ist das Interferenzmuster zu beobachten.

Sollte der Experimentierraum nicht vollständig abzudunkeln sein, kann der Laser auch im 1-mW-Modus betrieben werden. **DABEI IST ABER UNBEDINGT DARAUF ZU ACHTEN, DASS NICHT DIREKT IN DEN LASERSTRAHL GEBLICHT WIRD.**

Beobachtung und Ergebnis

Beobachtung

Fällt ein paralleler Lichtstrahl auf einen Steg der Breite b , so werden die Randstrahlen nach dem Huygensschen Prinzip an den Hinderniskanten gebeugt (Abb. 2). Da die Strahlen von der gleichen Lichtquelle ausgehen, dringen diese somit als zwei phasengleiche Wellensysteme in den Bereich des geometrischen Schattens ein.

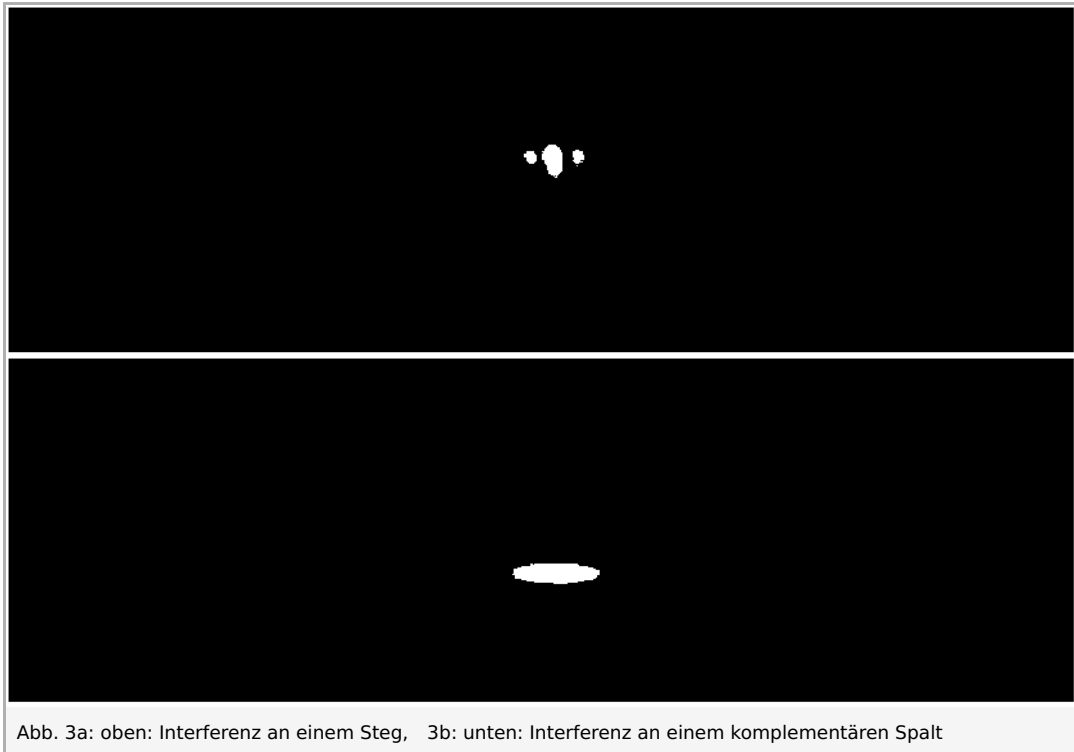


Überlagern sich die gebeugten Randstrahlen irgendwo in der Mittelachse des Schattenraumes, so treffen diese dort immer wegen ihres gleichen Weges phasengleich zusammen, d. h. auf der Mittelachse des Schattenraumes herrscht immer Helligkeit. Haben die Strahlen einen Wegunterschied von einer halben Wellenlänge oder ein ungeradzahliges Vielfaches davon, so löschen sie sich aus. Je nach Wegdifferenz sind nun auf einem Schirm abwechselnd Helligkeitsmaxima und -minima zu beobachten. Wird der Steg durch einen Spalt gleicher Breite ersetzt, so ist bis auf das zentrale Helligkeitsmaximum das gleiche Interferenzmuster zu beobachten.

Auswertung

Abb. 3a zeigt das Interferenzmuster, das durch Beugung des Laserstrahls an einem Steg der Breite $0,6 \text{ mm}$ entsteht. Der Vergleich mit dem entsprechenden Beugungsmuster des komplementären Spaltes in Abb. 3b verdeutlicht, dass bis auf das zentrale Maximum beide Beugungsmuster identisch sind. Im Gegensatz zum zentralen Maximum des Spaltmusters ist das des Steges jedoch noch von zwei zusätzlichen Minima durchsetzt.

Verschiebt man den Schirm, so zeigt das Beugungsbild des Steges im Zentrum des geometrischen Schattens immer ein intensitätsreiches Maximum, den sog. Poissonschen Fleck.



Anmerkung

Zur Kontrolle kann man aus den Abständen x_k der symmetrisch zum Intensitätsmaximum liegenden Minima bei bekannter Wellenlänge λ und aus dem Abstand r von Schirm und Beugungsobjekt jeweils die Spalt- bzw. Stegbreite berechnen.

Für die Lage der Minima gilt (mit Ausnahme der zusätzlichen Minima des Steges):

$$x_k = k \frac{\lambda \cdot r}{b} \quad (1)$$

Die Tabelle enthält die aus dem Experiment bestimmten $2x_k$ -Werte, sowie die daraus nach (1) berechneten Werte für die Breite b .

Spalt			Steg	
k	$2 x_k / \text{mm}$	b / mm	$2 x_k / \text{mm}$	b / mm
1	11,0	0,58	11,0	0,58
2	20,0	0,64	21,0	0,60
3	31,0	0,61	31,0	0,61
4	42,0	0,60	41,5	0,61
5	51,0	0,62	51,5	0,62
6	62,0	0,61	62,0	0,61

Tabelle: $\lambda = 635 \text{ nm}$, $r = 5 \text{ m}$

Innerhalb der Fehlergrenzen stimmt der Mittelwert für die Objektbreite b mit dem auf der Blende angegebenen Wert überein.