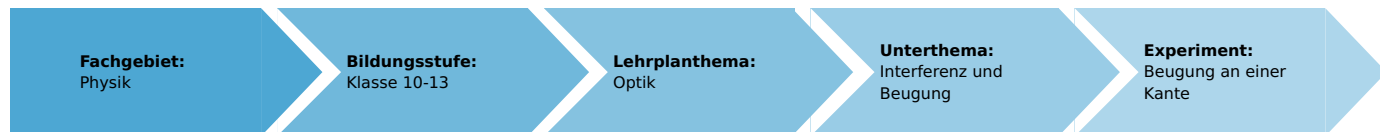


Beugung an einer Kante (Artikelnr.: P1412301)

Curriculare Themenzuordnung



Schwierigkeitsgrad



Mittel

Vorbereitungszeit



10 Minuten

Durchführungszeit



20 Minuten

empfohlene Gruppengröße



2 Schüler/Studenten

Zusätzlich wird benötigt:

Versuchsvarianten:

Schlagwörter:

Einführung

Einleitung

Trifft eine ebene Welle auf eine gerade Kante eines Hindernisses, so wirkt die Kante nach dem Huygensschen Prinzip als Ausgangspunkt von Sekundärwellen. Diese überlagern sich mit dem an der Kante ungestört vorbeilaufenden Wellenteil. Durch Interferenz beider Bündel ergibt sich im Durchlassbereich eine Abfolge von hellen und dunklen Interferenzstreifen.

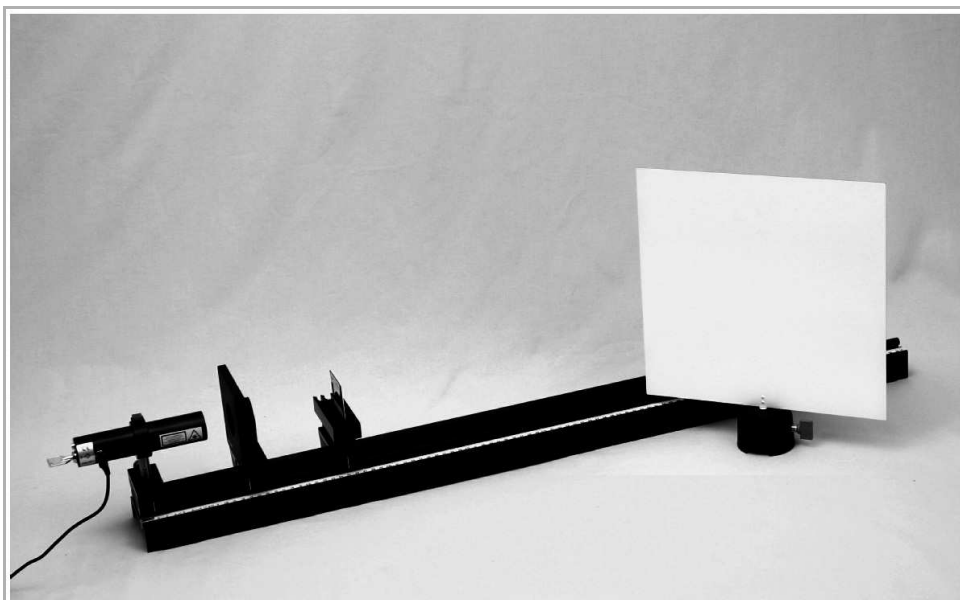


Abb. 1: Versuchsaufbau

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	Linse in Fassung, f = + 50 mm	08020-01	1
8	Fassung mit Skale auf Reiter	09823-00	1
9	Schirm, Metall, 300 mm x 300 mm	08062-00	1
10	Tonnenfuß PHYWE	02006-55	1

Aufgaben

Justiere die Komponente im Versuchsaufbau so, dass man die Interferenzerscheinungen bei der Beugung an einer Kante erkennen kann.

Aufbau und Durchführung

Aufbau

Der Versuchsaufbau erfolgt nach Abb. 1.

Die Strichmarken der Reiter zur Halterung der Komponenten haben auf der optischen Bank folgende Positionen.

- Reiter mit Diodenlaser bei 2 cm
- Fassung mit Skale und eingesetzter Sammellinse $f = +50 \text{ mm}$ bei 13 cm
- Reiter mit Plattenhalter und eingesetzter Blende mit Spalt und Steg bei 25 cm

Der Tonnenfuß mit Schirm befindet sich in einem Abstand $1,5 \text{ m} < r < 2 \text{ m}$ zur Stegblende.

Durchführung

Auf dem Schirm wird mit Tesafilm ein weißes Blatt Papier befestigt, worauf der Auftreffpunkt des ungehindert verlaufenden Laserstrahls mit Hilfe eines Filzstiftes markiert wird. Durch den Auftreffpunkt wird eine senkrechte Linie gezogen. Danach wird zur Aufweitung des Laserstrahls die Fassung mit eingesetzter Sammellinse montiert. Zum Schluss ist die Blende mit Steg in den Plattenhalter einzuschieben und so zu positionieren, dass etwa 2/3 des Strahls von der Blende abgedeckt werden und der übrige Teil an der Kante vorbei auf den Schirm treffen kann.

Beobachtung und Ergebnis

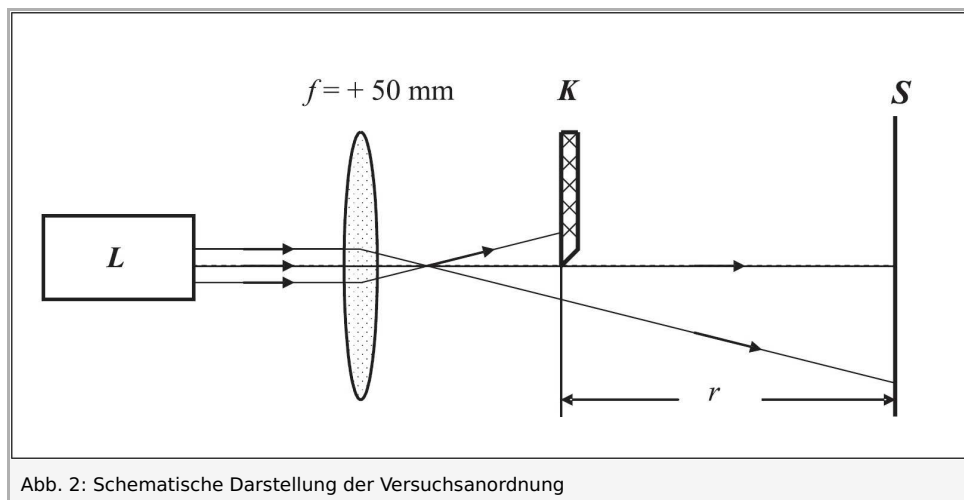
Beobachtung

In der Abb. 2 ist die Versuchsanordnung schematisch dargestellt.

Der nahezu parallele Lichtstrahl eines Lasers L wird durch eine Sammellinse ($f = +50 \text{ mm}$) divergent gemacht und trifft danach auf eine gerade Kante K eines Hindernisses.

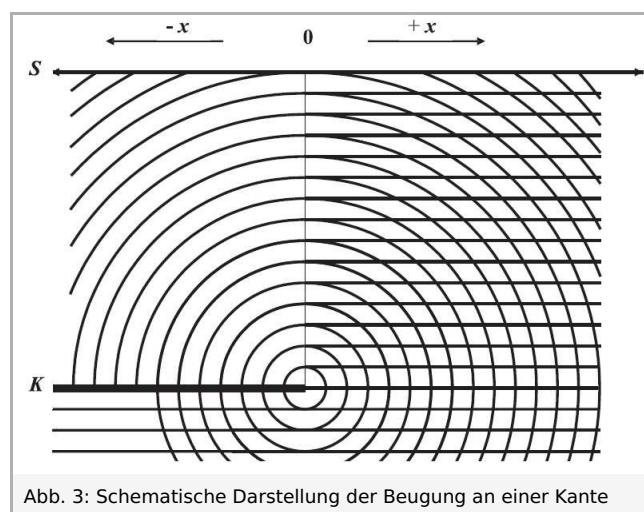
Auf einem Schirm S im Abstand r zur Kante ist im freien Durchlassbereich eine vergrößerte Abbildung von hellen und dunklen Interferenzstreifen zu beobachten.

Auf die theoretische Behandlung der Beugung an einer Kante, die mathematisch sehr aufwendig und anspruchsvoll ist, muss hier verzichtet werden.



Mit Hilfe der Darstellung in Abb. 3 kann jedoch das Zustandekommen der Interferenzen plausibel gemacht werden. Trifft ein Lichtbündel mit ebenen Wellenfronten auf eine Kante, so wird ein Teil des Bündels abgeschnitten, während der andere Teil diese ungehindert passieren kann. Nach dem Huygensschen Prinzip gehen aber von der Kante zusätzlich Streuwellen aus, die sich mit abnehmender Intensität auch in den Schattenbereich hinein ausbreiten. Im Durchlassbereich überlagern sich diese Streuwellen mit den sich ungehindert ausbreitenden ebenen Wellen. Haben am Abbildungsort beide Wellenzüge einen Wegunterschied von einem ganzzahligen Vielfachen der Wellenlänge λ , so tritt Verstärkung ein. Auslöschung ist hingegen zu beobachten, wenn der Wegunterschied ein ungeradzahliges Vielfaches von $\lambda/2$ ist.

Die exakte mathematische Behandlung des Streuproblems an der Kante zeigt, dass das Intensitätsmaximum nicht an der geometrischen Schattengrenze liegt, sondern erst in geringer Entfernung von der Kante im Durchlassbereich zu erwarten ist.



Auswertung

Auf dem Schirm sind bei abgedunkeltem Raum vergrößert abgebildete senkrechte helle und dunkle Interferenzstreifen zu beobachten (Abb. 4), deren Kontrast man durch feinfühliges Verschieben der Blende eventuell noch steigern kann.

Es zeigt sich, dass die intensitätsreichste Linie neben der geometrischen Schattengrenze im freien Durchlassbereich liegt, also nicht mit dieser zusammenfällt. Die folgenden hellen Linien nehmen mit zunehmendem Abstand von der geometrischen Schattengrenze in ihrer Intensität ab und rücken immer näher zusammen. Darüber hinaus ist zu erkennen, dass im Gegensatz zur Annahme einer geradlinigen Lichtausbreitung, wo im Schattenbereich Dunkelheit herrschen sollte, Licht auch in diesen Bereich eindringt.

Das beobachtete Phänomen der Beugung an der Kante trifft nicht nur auf Lichtwellen (Transversalwellen), sondern auch auf Longitudinalwellen (Schallwellen) zu.

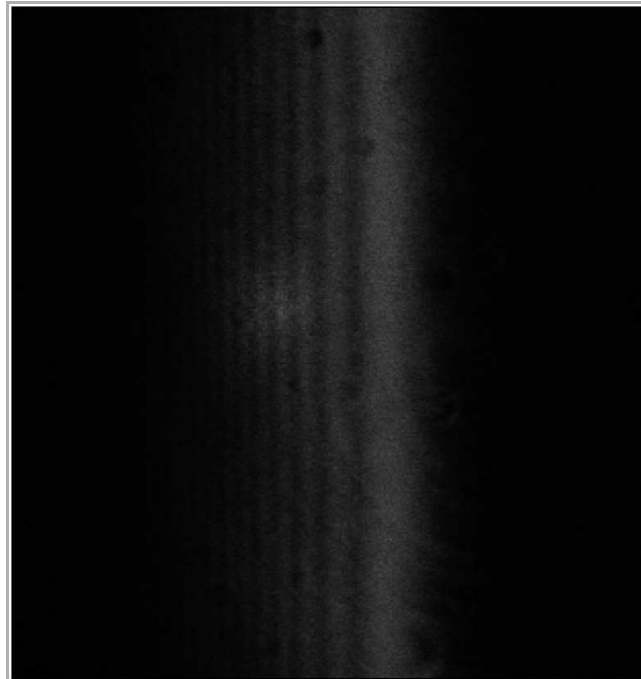


Abb. 4: Interferenzmuster durch Beugung an einer Kante