

## Beugung am Einzelspalt

Aufzeichnung und Auswertung mit CASSY

### Versuchsziele

- Aufzeichnung der Lichtintensität als Funktion des Beugungswinkels.
- Beobachtung der Wellennatur des Lichts.
- Vergleich der Messdaten mit der Theorie.

### Versuchsbeschreibung

Beugungserscheinungen treten grundsätzlich auf, wenn die freie Ausbreitung des Lichtes durch Hindernisse – wie z. B. Lochblenden oder Spalte – geändert wird. Die dabei zu beobachtende Abweichung von der geradlinigen Ausbreitung des Lichtes bezeichnet man als Beugung.

Es wird die Spannung eines Fotoelementes in Abhängigkeit vom Beugungswinkel gemessen. Man beobachtet, dass mit abnehmender Spaltbreite die Intensitätsverteilung des Beugungsbildes immer mehr in den geometrischen Schattenraum hinein wandert.

Die aufgezeichneten Messwerte werden mit der Modellrechnung für die Beugungsintensität  $U$ :

$$U \propto \left( \frac{\sin(\pi b / \lambda \cdot \alpha)}{\pi b / \lambda \cdot \alpha} \right)^2$$

verglichen, in welche die Spaltbreite  $b$  und die Wellenlänge  $\lambda$  als Parameter eingehen. Für kleine Beugungswinkel  $\alpha$  lässt sich  $\alpha$  einfach aus dem Abstand  $L$  zwischen Beugungsobjekt und Fotoelement sowie dem Verschiebeweg  $s$  des Fotoelements zu  $\alpha \approx \tan \alpha = s/L$  bestimmen

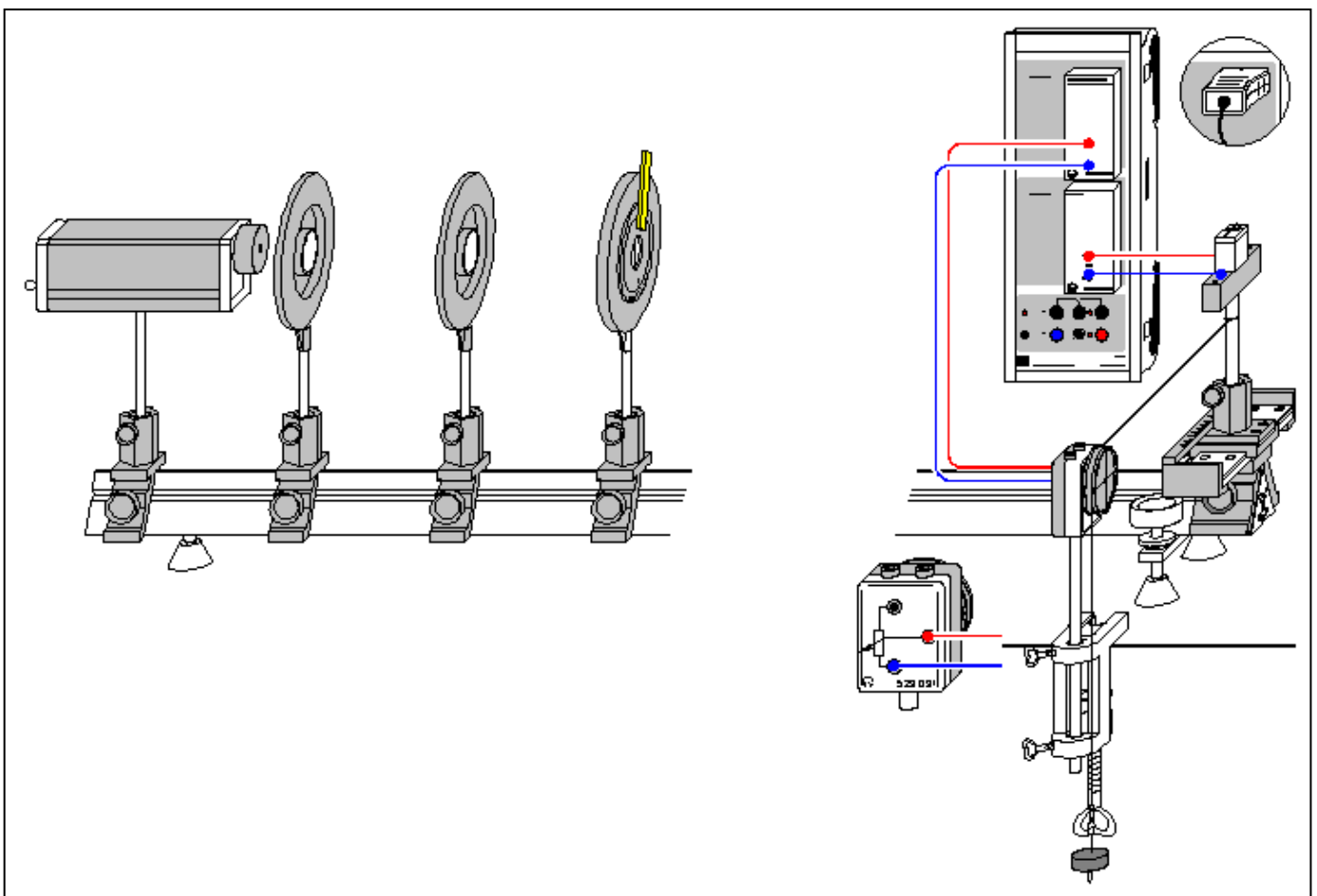


Abb 1: Versuchsaufbau: Beugung am Einzelspalt.

**Geräte**

1	Sensor-CASSY .....	524 010/13
1	CASSY Lab 2.....	524 220
1	<b>µV-Box</b> .....	524 040
1	<b>Stromquellen-Box</b> .....	524 031
	mit Wegaufnehmer und .....	529 031
	Paar-Kabel, 100 cm, rot und blau .....	501 46
1	<b>Drehbewegungssensor S</b> .....	524 082
1	He-Ne-Laser, linear polarisiert .....	471 840
1	Optische Bank, Normalprofil 2 m .....	460 33
4	Optikreiter, H=90 mm/B=60 mm .....	460 374
1	Verschiebereiter.....	460 383
1	Linse $f = +5$ mm.....	460 01
1	Linse $f = +50$ mm.....	460 02
1	Verstellbarer Spalt .....	460 14
1	Halter für Steckelement .....	460 21
1	STE-Fotoelement.....	578 62
1	Tischklemme, einfach .....	301 07
1	Angelschnur, 10 m.....	309 48ET2
1	Satz 12 Laststücke, je 50 g.....	342 61
1	Paar Kabel, 100 cm, rot und blau .....	501 46
1	PC mit Windows XP/Vista/7	

**Versuchsaufbau**

*Hinweis: Justierung in einem leicht verdunkelten Raum durchführen.*

Der Versuchsaufbau ist in Abb. 1 dargestellt.

- He-Ne-Laser entsprechend Skizze mittels eines Optikreiters auf der Optischen Bank befestigen.
- Fotoelement in ca. 1,90 m vom Laser entfernt mit Hilfe des Verschiebereiters und des Halters für Steckelement aufstellen. Das Fotoelement sollte in der Mitte des Verschiebereiters stehen. Fotoelement mit zwei dunklen Papierstreifen so abkleben, dass ein kleiner Eintrittsspalt mit der Breite von ca. 1 mm entsteht.
- Laser auf das Fotoelement ausrichten und einschalten.
- Die Höhe des Lasers so justieren, dass der Laserstrahl die Mitte der Fotozelle trifft.
- Kugellinse der Brennweite  $f = +5$  mm in ca. 1 cm Abstand vor den Laser stellen. Der Laserstrahl soll das Fotoelement gut ausleuchten.
- Sammellinse der Brennweite  $f = +50$  mm in ca. 55 mm Abstand vor der Kugellinse positionieren und auf der Optischen Bank in Richtung Kugellinse verschieben bis der Laserstrahl auf dem Fotoelement scharf abgebildet wird.
- Sammellinse auf der Optischen Bank dann noch ein wenig in Richtung der Kugellinse verschieben bis sich der Durchmesser des Laserstrahls auf der Fotozelle auf ca. 6 mm aufweitet. Der Laserstrahl sollte dann entlang der optischen Achse ein kreisrundes Profil von konstantem Durchmesser aufweisen.
- Verstellbarer Spalt auf die Optische Bank stellen und so verschieben, bis der Abstand  $L$  zwischen Fotoelement und Spaltblende 1,50 m beträgt.
- Tischklemme mit Wegaufnehmer entsprechend Skizze am Tisch befestigen.
- Die Messung des Verschiebungsweges  $s_{A1}$  senkrecht zur optischen Achse geschieht über den Wegaufnehmer an der Stromquellenbox auf Eingang A des Sensor-CASSYs.

- Das Fotoelement wird zur Messung der Spannung über die µV-Box an den Eingang B des Sensor-CASSYs angeschlossen.

**Versuchsdurchführung**

Während des Versuchs bleibt der Laser die ganze Zeit an

**Sicherheitshinweise**



Vorsicht beim Experimentieren mit dem He-Ne-Laser

Der He-Ne-Laser genügt den "Sicherheitstechnischen Anforderungen für Lehr-, Lern- und Ausbildungsmittel-Laser; DIN 58126 Teil 6" für Laser Klasse 2. Bei Beachtung der entsprechenden Hinweise in der Gebrauchsanleitung ist das Experimentieren mit dem He-Ne-Laser ungefährlich.

Nicht in den direkten oder reflektierten Laserstrahl blicken.

Überschreitung der Blendungsgrenze vermeiden (d. h. kein Beobachter darf sich geblendet fühlen).

und wird dabei nicht bewegt. Das Fotoelement wird *langsam* von Hand in einer zum Laserstrahl senkrechte Richtung parallel zur Bodenebene verschoben. Dabei ist zu beachten, dass ohne eingebaute Blende der Laserstrahl möglichst in die Mitte des Verschiebeweges treffen sollte, d. h. die Lichtachse sollte durch die Mitte der Verschiebeweges verlaufen.

- Einstellungen in CASSY Lab laden.
- Fotoelement auf der dem Wegaufnehmer entgegengesetzten Position -6,0 cm stellen.
- Rad des Wegaufnehmers an den Anschlag drehen, so dass die Anzeige des Weges  $s_{A1}$  bei etwa -6,0 cm liegt. Sollte sich dabei herausstellen, dass die Wegmessung ein falsches Vorzeichen liefern wird, dann ist der Anschluss der Stromquellenbox auf dem anderen Arm des Wegaufnehmers zu legen.
- Angelschnur an den Halter für Steckelemente binden und einmal um das Rad des Wegaufnehmers wickeln und ein Massstück anhängen.
- Wegnullpunkt kalibrieren – dazu Fotoelement in die Mitte des Verschiebereiters stellen (= Nullpunkt der Skala bzw. Lage des Intensitätshauptmaxima).
- In den [Einstellungen sA1](#) **Korrigieren** den **Sollwert** 0 cm eingeben und anschließend **Offset korrigieren** wählen.
- Fotoelement wieder auf die dem Wegaufnehmer entgegengesetzte Position schieben und dort festhalten.
- Falls notwendig, die Hintergrundhelligkeit in den [Einstellungen UB1](#) **Korrigieren**. Dazu den **Sollwert** 0 mV eingeben und anschließend **Offset korrigieren** wählen.
- Messung mit  starten (Meldung **Triggersignal fehlt** erscheint).
- Fotoelement sehr langsam von Hand in Richtung Wegaufnehmer verschieben. Sobald der Startpunkt bei -5,5 cm überschritten wird, beginnt das Einlesen von Messwerten.
- Messung mit  stoppen.

## Messbeispiel

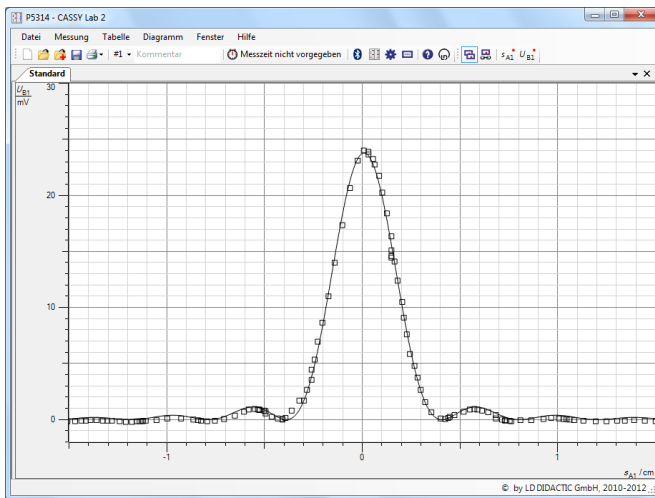


Abb. 2: Die Lichtintensität  $U$  als Funktion des Verschiebeweges  $s$ , der für kleine Beugungswinkel  $\alpha$  zu diesem proportional ist. Die aufgenommene Messwerte sind mit  $\square$  markiert. Die durchgezogene Linie ist die mit der aus der Versuchsbeschreibung entnommenen Formel angepasste Funktion.

Die in Abb 2 dargestellten Messwerte sind wie erwartet symmetrisch um die y-Achse verteilt. Die aufgenommenen Werte folgen ziemlich genau der aus der Wellenoptik bekannten Kurve, was die Wellennatur des Lichts bestätigt.