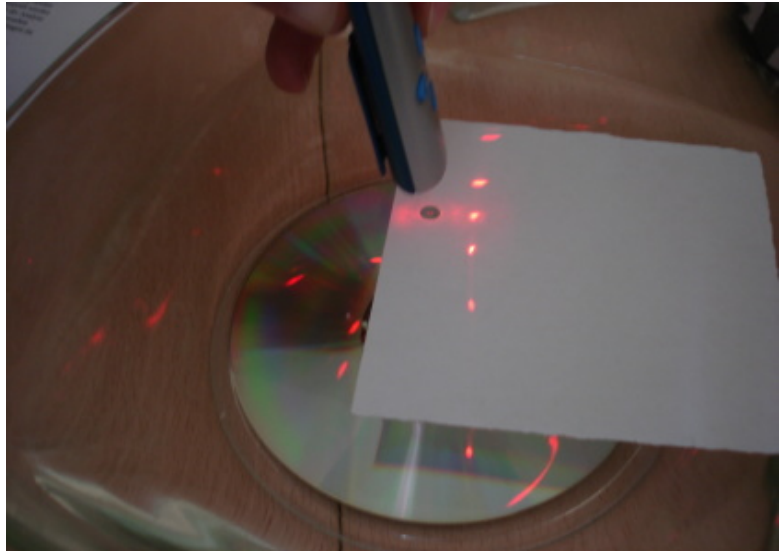


Aufgabe 4: Interferenz

1. Experiment und Theorie

In einer Wanne mit Wasser liegt auf dem Grund eine CD (Compact Disc) mit der Datenseite nach oben. Auf der Wasseroberfläche liegt ein Blatt Papier, das ein gestanztes Loch hat, durch das ein roter Laserstrahl der Wellenlänge 633nm nahezu senkrecht in das Wasser leuchtet. Auf dem durchscheinenden Papier erscheint ein Interferenzmuster.



- Erklären Sie diesen Effekt. Welche Funktion erfüllt die CD hier?
- Fertigen Sie eine übersichtliche Zeichnung der Anordnung an und leiten Sie daran die zur Berechnung der Maxima notwendigen Formeln her, eventuell mit weiteren Illustrationen. Gehen Sie davon aus, dass der Lichtstrahl genau senkrecht einfällt.
- Berechnen Sie die Entfernung der beiden Maxima 1. Ordnung voneinander für den Fall, dass die Wassertiefe 6cm und der Datenbitabstand der CD $1,689\mu\text{m}$ beträgt. Der Brechungsindex für Wasser ist $n_w=1,33$, der von Luft ist $n_l=1,000292$.
- Erklären Sie, bis zu welcher Ordnung Maxima auf dem Papier idealerweise beobachtet werden können.
- Beschreiben Sie die Veränderung des Interferenzmusters bei gleichen Abständen aber ohne Wasser. Begründen Sie ihre Aussagen.
- Erklären Sie, bis zu welcher Ordnung Maxima ohne Wasser auf dem Papier beobachtbar sind.

2. Anwendungsteil

Spektrales Auflösungsvermögen

„Bei *Spektralapparaten* wird die Größe $U = \lambda/\Delta\lambda$ als *Auflösungsvermögen* definiert. Sie gibt die Fähigkeit des Spektralapparates an, für Lichtwellen nahe beieinander liegender Wellenlängen die Intensitätsmaxima nach Durchgang durch den Apparat räumlich zu trennen. (...). Bei Beugungsgittern gelten zwei Wellenlängen λ_1 und $\lambda_2 = \lambda_1 + \Delta\lambda$ dann als getrennt, wenn das Interferenzmaximum von λ_1 in ein Minimum von λ_2 fällt (...). Es gilt $\lambda/\Delta\lambda = p \cdot k$, wobei k die Beugungsordnung und p die Zahl der beleuchteten Striche [*Gitterspalte*] ist. Während die beobachtbare Gitterordnung durch die mit höherer Ordnung abnehmende Intensität der Maxima beschränkt ist, kann man das Auflösungsvermögen eines Gitters auch durch die Zahl der kohärent beleuchteten Gitterspalte beeinflussen. Ein typisches *Transmissionsgitter* hat ca. 600 Striche pro Millimeter. Bei einer beleuchteten Breite von 16 cm ergibt dies für $p \approx 100\,000$. Beobachtet man in der dritten Beugungsordnung, erreicht man ein Auflösungsvermögen von ca. 300 000.“

(Zitat aus : www.wissenschaft-online.de/abo/lexikon/physik/961)

- Bestimmen Sie das beste nutzbare Auflösungsvermögen U der CD im Wassergefäß unter der Annahme, dass der Laserstrahl eine Dicke von 1mm hat.
- Bei genaueren Untersuchungen des Spektrums von Natriumlicht stellte sich heraus, dass die gelbe Spektrallinie dieses Lichts aus zwei eng benachbarten Linien – den so genannten D-Linien – besteht. Die dazugehörigen Wellenlängen haben die Werte $\lambda_1 = 589\text{ nm}$ und $\lambda_2 = 589,6\text{ nm}$. In einem Beugungsspektrum 2. Ordnung sollen die beiden D-Linien des Natriumlichts auf einem Schirm getrennt erscheinen. Es steht ein Gitter zur Verfügung, das je 1cm Gitterbreite 2000 Einzelspalte besitzt. Bestimmen Sie die Gitterbreite, die mindestens beleuchtet werden muss, um die D-Linien des Natriumlichts getrennt beobachten zu können.