

Lichtbeugung und Lichtbrechung (BUB)

Themengebiet: Optik

In diesem Versuch werden die Beugung und die Brechung des Lichts untersucht. Beide Phänomene lassen sich zur räumlichen Trennung unterschiedlicher Wellenlängen in einem Lichtbündel verwenden. Für die Beschreibung der Beugung ist die Wellennatur des Lichts wichtige Voraussetzung. Dagegen ist für die Behandlung der Brechung die Annahme unterschiedlicher Brechungsindizes in unterschiedlichen Medien ausreichend.

1 Beugung

Im ersten Teil des Versuchs wird die Beugungseigenschaft des Lichts an Spalt und Gitter untersucht.

1.1 Huygens-Prinzip

Liegt die lineare Ausdehnung von Körpern oder Öffnungen in der Größenordnung der Lichtwellenlänge, sind Beugungsphänomene beobachtbar. Die geometrische Optik, die für $\lambda \rightarrow 0$ den Grenzfall der Wellenoptik bildet, ist dann nicht mehr anwendbar. Das Huygens-Prinzip dient als Grundlage für die mathematische Behandlung der Beugung: Jeder Punkt einer Wellenfront ist Ausgangspunkt einer Elementarwelle. Diese Elementarwellen interferieren.

Im vorliegenden Experiment werden einfallende und beobachtete Lichtbündel als parallel angenommen. D.h. man betrachtet die Beugungserscheinung in großer Entfernung vom beugenden Objekt (Fernfeld), man spricht dann von Fraunhoferscher Beugung.

1.2 Beugungsbild des Gitters

Auf ein Gitter mit N Spalten, die den Abstand a voneinander haben (Abbildung 1), trifft paralleles, monochromatisches Licht. Von jedem Spalt des Gitters breitet sich nun eine Elementarwelle in den Raum hinter dem Gitter aus. Betrachtet man das Gitter unter dem Winkel α so besteht zwischen zwei Wellen, die von benachbarten Spalten ausgehen, ein Gangunterschied $a \cdot \sin \alpha$, und damit eine Phasendifferenz

$$\delta = 2\pi \frac{a}{\lambda} \sin \alpha. \quad (1)$$

Um die resultierende Amplitude der Lichtwelle in Beobachtungsrichtung zu erhalten, addiert man die Feldstärken der Einzelwellen auf:

$$E(\alpha) = \sum_{n=1}^N E' \cos(2\pi f \cdot t + n \cdot \delta) \quad (2)$$

E' gibt hierbei die die Feldamplitude der Einzelwellen an, f ist die Frequenz des Lichts.

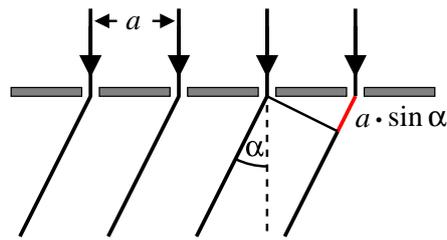


Abbildung 1: Beugung am Gitter. Man betrachtet den Gangunterschied der Elementarwellen, die von benachbarten Gitterspalten kommen.

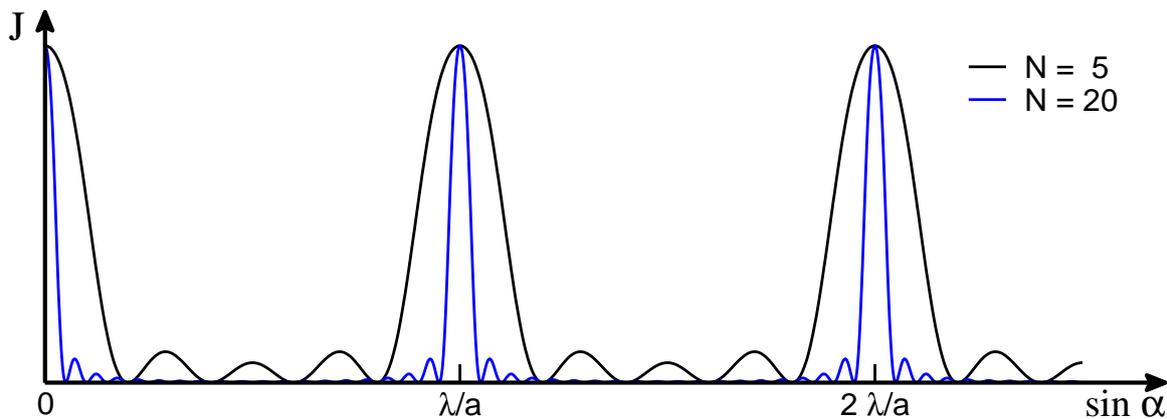


Abbildung 2: Beugungsbild eines Gitters für unterschiedliche Strichzahl $N = 5$ und $N = 20$. Zwischen den Hauptmaxima gibt es $N - 1$ Minima und $N - 2$ Nebenmaxima. Je höher die Strichzahl N ist, desto schärfer werden die Hauptmaxima.

Führt man die Summation in Gleichung (2) aus¹, erhält man für die Feldamplitude

$$E \propto \frac{\sin(N\delta/2)}{\sin(\delta/2)} = \frac{\sin(\pi N \frac{a}{\lambda} \sin \alpha)}{\sin(\pi \frac{a}{\lambda} \sin \alpha)}. \quad (3)$$

Die Intensität J des Lichts ist proportional zum Quadrat der Feldamplitude:

$$J \propto \frac{\sin^2(N\delta/2)}{\sin^2(\delta/2)} = \frac{\sin^2(\pi N \frac{a}{\lambda} \sin \alpha)}{\sin^2(\pi \frac{a}{\lambda} \sin \alpha)}. \quad (4)$$

Die Hauptmaxima der Intensität erhält man dort, wo in Gleichung (4) der Nenner verschwindet. An diesen Positionen ist der Gangunterschied zweier benachbarter Teilwellen gerade ein ganzzahliges Vielfaches der Wellenlänge λ . Zwischen zwei Hauptmaxima gibt es $N - 1$ Minima.

$$\text{Hauptmaxima} \quad n \cdot \lambda = a \cdot \sin \alpha \quad (5)$$

$$\text{Minima} \quad n \cdot \lambda = N \cdot a \cdot \sin \alpha. \quad (6)$$

In Abbildung 2 ist das Beugungsbild für zwei verschiedene Strichzahlen $N = 5$ und $N = 20$ dargestellt. Mit ansteigender Strichzahl N werden die Hauptmaxima schärfer.

¹Dies ist eine längere Rechnung, die hier nicht vorgeführt werden soll.

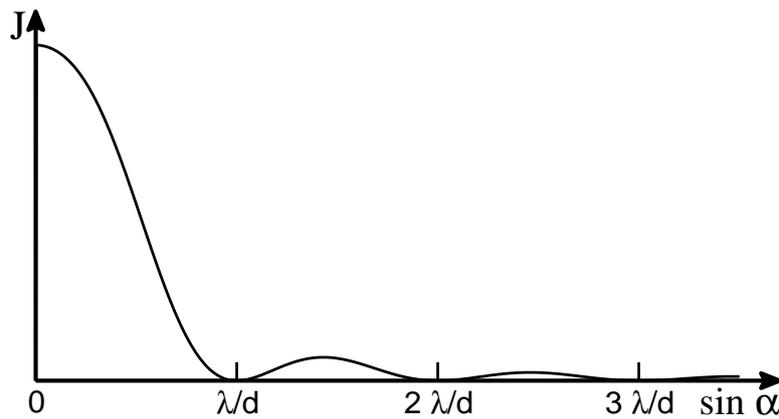


Abbildung 3: Beugungsbild eines Spalts. Der Verlauf entspricht einer $(\sin(x)/x)^2$ -Funktion. Außerhalb des Hauptmaximums fällt die Intensität sehr schnell ab.

1.3 Beugung am Spalt

Einen Spalt der Breite d , der durch ein Parallelbündel beleuchtet wird, kann man als ein Gitter aus unendlich vielen und unendlich dichten Strichen auffassen. Für den Strichabstand a und die Anzahl der Striche N muss dabei $N \cdot a = d$ gelten. Für die Intensitätsverteilung ändert sich dann die Gleichung (4) in

$$J \propto \left(\frac{\sin(\pi \frac{d}{\lambda} \cdot \sin \alpha)}{\pi \frac{d}{\lambda} \cdot \sin \alpha} \right)^2. \quad (7)$$

Im Gegensatz zum Gitter nehmen die Beugungsmaxima sehr schnell an Höhe ab (Abbildung 3). So hat das erste Nebenmaximum nur noch etwa 5% der Intensität des Hauptmaximums.

Minima der Intensität gibt es immer dann, wenn der Zähler in Gleichung (7) verschwindet. Die Maxima liegen näherungsweise in der Mitte zwischen den Minima. Man nummeriert die Maxima und Minima beginnend mit $n = 0$ für den ungebeugten Strahl durch. n wird als Ordnung bezeichnet. Es ergeben sich folgende Formeln:

$$\text{Minima} \quad n \cdot \lambda = d \cdot \sin \alpha \quad (8)$$

$$\text{Maxima} \quad (n + 1/2) \cdot \lambda \simeq d \cdot \sin \alpha \quad (9)$$

1.4 Das reale Gitter

Bei der Betrachtung des Gitters in Abschnitt 1.2 wurde angenommen, dass von den Gitterspalten „einzelne“ Kugelwellen ausgehen. Für ein reales Gitter muss jedoch die endliche Ausdehnung d der Gitterspalte berücksichtigt werden. Dadurch ist das Beugungsbild eines realen Gitters die Überlagerung der Beugungsbilder des idealen Gitters nach Gleichung (4) und des Spalts nach Gleichung (7). Für die Intensitätsverteilung ergibt sich dann

$$J \propto \underbrace{\left(\frac{\sin(\pi \frac{d}{\lambda} \cdot \sin \alpha)}{\pi \frac{d}{\lambda} \cdot \sin \alpha} \right)^2}_{\text{Spalteinfluss}} \cdot \underbrace{\frac{\sin^2(\pi N \frac{a}{\lambda} \sin \alpha)}{\sin^2(\pi \frac{a}{\lambda} \sin \alpha)}}_{\text{Gittereinfluss}}. \quad (10)$$

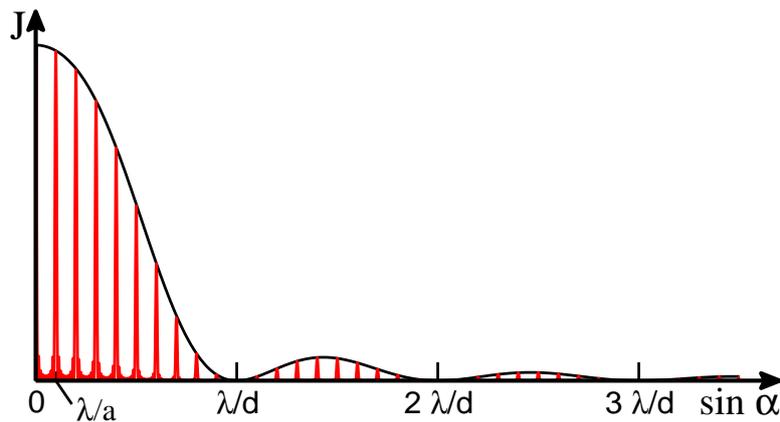


Abbildung 4: Beugungsbild eines realen Gitters.

Das resultierende Beugungsbild eines realen Gitters ist in Abbildung 4 dargestellt.

1.5 Auflösungsvermögen optischer Instrumente

Spektrale Auflösung

Wegen der Wellenlängen-Abhängigkeit der Beugungsrichtungen eignet sich das Gitter zur Spektralanalyse des Lichts (Gitterspektrometer). Unter dem Auflösungsvermögen $U = \frac{\lambda}{\Delta\lambda}$ eines Gitterspektrometers versteht man dessen Fähigkeit, zwei benachbarte Wellenlängen, λ und $\lambda + \Delta\lambda$, noch erkenntlich zu trennen. Dies ist erreicht, wenn das Beugungsmaximum der Wellenlänge λ in das Minimum der Wellenlänge $\lambda + \Delta\lambda$ fällt. Für das Gitterspektrometer ergibt sich dann

$$U = \frac{\lambda}{\Delta\lambda} = n \cdot N \quad (11)$$

Das Auflösungsvermögen steigt also mit der Ordnungszahl n und der Zahl der vom Licht durchsetzten Gitterstriche N .

Ortsauflösung

Jedes optische Instrument (Fernrohr, Mikroskop usw.) besitzt ein Auflösungsvermögen A .

Es beschreibt, welchen minimalen Abstand zwei Punkte, die Licht der Wellenlänge λ aussenden, voneinander haben müssen, damit sie getrennt beobachtet werden können. Die Beugung ist für einen endlichen Wert des Auflösungsvermögens verantwortlich. An vielen Stellen des Instruments, z.B. an der Linsenfassung eines Fernrohrs, wird das einfallende Licht gebeugt. Ein Lichtpunkt wird dadurch in ein sogenanntes „Beugungsscheibchen“ abgebildet und somit unscharf. Durch Vergrößern des Objektivdurchmessers kann man diese „Randeffekte“ reduzieren. Außerdem nimmt die Größe des „Beugungsscheibchens“ mit kleiner werdender Wellenlänge ab. Das Auflösungsvermögen eines optischen Geräts ist daher proportional $A \propto D/\lambda$, wobei D für den Durchmesser der jeweiligen Objektivlinse steht.

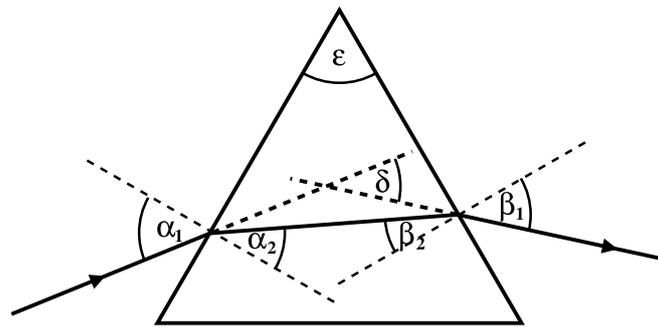


Abbildung 5: Strahlengang durch ein Prisma. Wichtige Größen sind der brechende Winkel ε , der Einfallswinkel α_1 , der Austrittswinkel β_1 und der Winkel der Gesamtablenkung $\delta = \alpha_1 + \beta_1 - \varepsilon$

2 Brechung

Um die Lichtbrechung zu erklären, ist die Welleneigenschaft des Lichts nicht erforderlich. Hier genügt es anzunehmen, dass sich Licht in verschiedenen Medien mit unterschiedlicher Geschwindigkeit ausbreitet. Diese Ausbreitungsgeschwindigkeit kann je nach Material von der Wellenlänge des Lichts abhängen (Dispersion).

2.1 Brechungsindex und Winkel der Minimalablenkung

Licht breitet sich in einem Medium mit der Geschwindigkeit c_m aus. Der Brechungsindex n gibt das Verhältnis dieser Geschwindigkeit zur Lichtgeschwindigkeit c im Vakuum an:

$$n = \frac{c}{c_m} \quad (12)$$

Der Brechungsindex n hängt von der Wellenlänge und dem jeweiligen Material ab. Beim Übergang von einem Medium 1 mit Brechungsindex n_1 in ein Medium 2 mit Brechungsindex n_2 tritt Brechung auf, d.h. Die Ausbreitungsrichtung des Lichts ändert sich. Nach dem Snellius'schen Brechungsgesetz gilt:

$$\frac{\sin \alpha_1}{\sin \alpha_2} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{c_1}{c_2} \quad (13)$$

Darin bedeuten α_1 den Einfallswinkel (gegen das Lot) eines Lichtstrahls im Medium 1 und α_2 den Austrittswinkel des Lichtstrahls im Medium 2. $c_{1,2}$ sind die Lichtgeschwindigkeiten in den entsprechenden Medien.

Eine Möglichkeit, den Brechungsindex (bei vorgegebener Wellenlänge) für ein bestimmtes Material zu ermitteln, ergibt sich aus dem „Winkel der minimalen Ablenkung“ eines Prismas. Wir betrachten hierfür den Strahlengang durch ein Prisma nach Abbildung 5. Der Ablenkwinkel δ ist eine Funktion des Brechungsindex n , des Einfallswinkels α_1 und des Prismenwinkels ε . Die kleinstmögliche Ablenkung δ_{\min} („Winkel der minimalen Ablenkung“) ergibt sich dann, wenn der Strahlengang durch das Prisma symmetrisch ist, also $\alpha_1 = \beta_1$.

Für den Brechungsindex gilt dann (ohne Ableitung)

$$n = \frac{\sin\left(\frac{\delta_{\min} + \varepsilon}{2}\right)}{\sin\left(\frac{\varepsilon}{2}\right)} \quad (14)$$

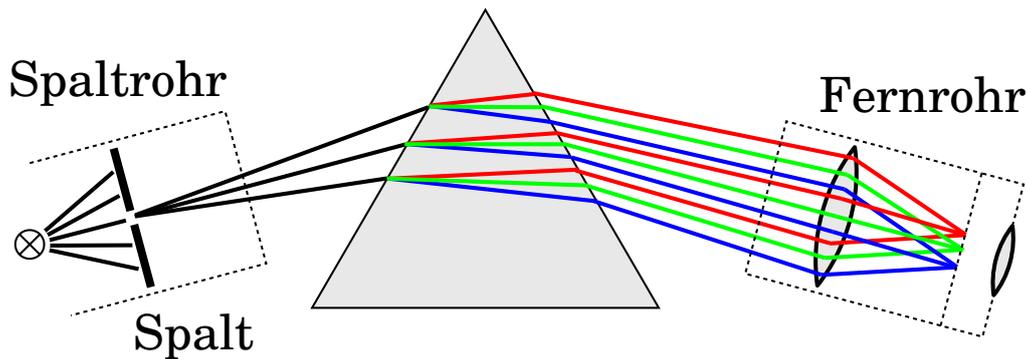


Abbildung 6: Aufbau eines Prismenspektroskops für sichtbares Licht. Das Licht fällt durch einen Spalt auf das Prisma. Wegen der Dispersion werden unterschiedliche Wellenlängen unterschiedlich gebrochen. Die Bilder des Spalts erscheinen im Fernrohr daher für die verschiedenen Wellenlängen unter unterschiedlichen Winkeln.

Durch Messung von δ_{\min} und ϵ lässt sich so bei vorgegebener Wellenlänge der Brechungsindex des Prismenmaterials ermitteln.

2.2 Aufbau des Prismenspektroskops

Der Aufbau eines Prismenspektroskops ist in der Abbildung 6 dargestellt. Das Kernbauteil ist das Prisma aus einem lichtbrechenden Stoff. Es hat zwei polierte Flächen, die vom Licht durchstrahlt werden. Sie schließen den Winkel ϵ ein. Das von der Lichtquelle ausgehende Licht fällt auf den Eintrittsspalt. Beim Durchgang durch das Prisma wird es um einen definierten Winkel abgelenkt. In Richtung des abgelenkten Lichtbündels kann man durch das Fernrohr ein scharfes Bild des Spalts beobachten.

Der Winkel, um den das Licht abgelenkt wird, variiert aufgrund der Dispersion des Prismenmaterials mit der Lichtwellenlänge. Für jede Wellenlänge ergibt sich so ein Bild des Spalts. Diese Spaltbilder erscheinen im Teleskop gegeneinander seitlich verschoben.

(Anmerkung: Im Idealfall trifft das einfallende Licht parallel auf das Prisma. Dies ließe sich durch eine Sammellinse, deren Brennpunkt im Spalt liegt, erreichen. Dies ist in diesem Versuch jedoch nicht realisiert.)

3 Aufgaben

3.1 Bestimmung der Breite eines Spalts

Durch Beugung am Spalt wird die Breite eines Spaltes bestimmt. Als Lichtquelle dient ein grüner Laser mit der Wellenlänge $\lambda = (532 \pm 1)$ nm.

3.1.1 Versuchsdurchführung

Mit dem Laser wird der Spalt möglichst gleichmäßig ausgeleuchtet. Das Lichtbündel des Lasers kann hierbei als parallel angenommen werden. Das vom Spalt erzeugte Beugungsbild wird im Abstand l hinter dem Spalt am Schirm betrachtet. Als Schirm dient ein transparenter Papierstreifen, der an einer Halterung befestigt wird.

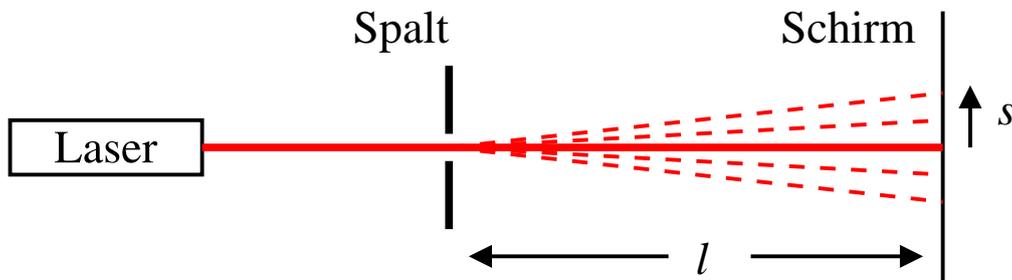


Abbildung 7: Versuchsaufbau am Spalt. Der Spalt wird mit einem Laser beleuchtet. Im Abstand l hinter dem Spalt wird das Beugungsbild auf einem Schirm beobachtet.

1. Stellen sie drei unterschiedliche Längen (l_1, l_2, l_3) vom Spalt zum Schirm ein. Achten Sie darauf, dass die von Ihnen gewählten Längen möglichst unterschiedlich sind.
2. Messen Sie für jeden dieser Längen jeweils die Abstände der Minima gleicher Ordnung auf beiden Seiten des 0ten Maximums. Nehmen Sie die Abstände der Minima für möglichst viele Ordnungen auf, mindestens jedoch bis zum Minimum 5ter Ordnung.
3. Dokumentieren Sie alle für die Auswertung und die Fehlerrechnung nötigen Größen

3.1.2 Auswertung

Gleichung (8) verknüpft die Wellenlänge mit dem Beugungswinkel α der gemessenen Minima. Der Winkel ergibt sich aus den gemessenen Größen zu

$$\tan \alpha = \frac{s}{l}. \quad (15)$$

1. Zeigen Sie, dass die Kleinwinkelnäherung ($\alpha \simeq \sin \alpha \simeq \tan \alpha$) in diesem Versuch eine sinnvolle Näherung ist.
2. Tragen Sie **alle** Ihre Einzelmessungen in **einem** Diagramm $\frac{s}{l}$ gegen die Beugungsordnung n auf.

3. Ermitteln Sie die Steigung der resultierenden Ausgleichsgerade sowie deren Unsicherheit.
4. Ermitteln Sie die Spaltbreite d durch Einsetzen der Steigung in Gleichung (8).
5. Führen Sie eine Fehlerrechnung durch. Welche Unsicherheiten der Messgrößen müssen berücksichtigt werden? Welche Beiträge überwiegen? Begründen Sie alle von Ihnen abgeschätzten Unsicherheiten kurz. Achten Sie darauf, dass keine Unsicherheiten mehrfach einfließen.

3.2 Wellenlängenbestimmung am Gitter

Die Wellenlängen der orangen, grünen und blauen Hg-Linie sollen durch Beugung am Gitter bestimmt werden.

3.2.1 Versuchsdurchführung

Eine Hg-Dampflampe beleuchtet einen etwa 0.5 mm breiten Spalt. Dieser wird mittels zweier Linsen (warum 2 Linsen?) und auf einen transparenten Papierstreifen fokussiert. Im Strahlengang befindet sich ein optisches Gitter, an dem das Licht beim Durchtritt gebeugt wird. Die Beugungserscheinungen werden mit bloßem Auge von der Rückseite des Papierstreifens beobachtet (Abbildung 8). Das hier verwendete Gitter hat eine Gitterkonstante $a = 10,00 \mu\text{m}$ mit einer Toleranz von $\pm 0.2\%$.

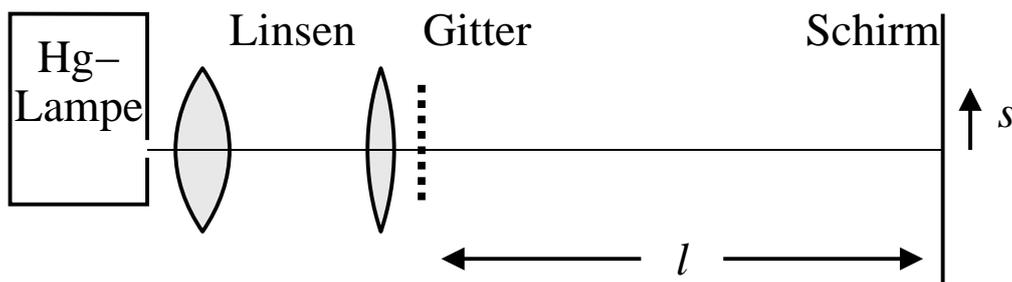


Abbildung 8: Versuchsaufbau am Gitter. Der beleuchtete Spalt wird mit zwei Linsen auf dem Schirm abgebildet. Durch das Gitter direkt hinter der zweiten Linse entsteht das Beugungsbild.

1. Stellen Sie die Linsen so ein, dass das gesamte Gitter möglichst hell ausgeleuchtet ist und gleichzeitig der Spalt scharf auf das Papier abgebildet wird. Justieren Sie die Höhe aller optischen Komponenten so, dass sie in einer Ebene liegen. Positionieren Sie die 2. Linse möglichst nah am Gitter um es gut auszuleuchten.
2. Wählen Sie den Abstand l_1 zwischen Gitter und Papierstreifen so, dass die ersten fünf Ordnungen gut sichtbar sind. Markieren Sie für diesen Abstand l_1 die Maxima bis zur 5. Ordnung auf beiden Seiten für die 3 hellsten Farben orange, grün, blau. Verwenden Sie den blauen Filter, um die schwachen blauen Maxima besser ablesen zu können.
3. Wiederholen Sie die Messungen für insgesamt zwei weitere Abstände l_2 und l_3 , (Papierstreifen in der Höhe verschieben). Stellen Sie für jeden Abstand das Linsensystem so ein, dass der Spalt wieder scharf abgebildet wird.
4. Dokumentieren Sie alle für die Auswertung und für die Fehlerrechnung notwendigen Größen.

3.2.2 Auswertung

Der Winkel unter dem die Beugungsordnungen n beobachtet werden, ergibt sich aus der Auslenkung auf dem Papierstreifen zu

$$\tan \alpha = \frac{s}{l}. \quad (16)$$

Der Zusammenhang zwischen diesem Winkel und der Wellenlänge ist durch die Gleichung (5) beschrieben.

1. Zeigen Sie, dass die Kleinwinkelnäherung für die Bestimmung der Beugung am Gitter zu ungenau ist.
2. Tragen Sie für jede Farbe getrennt alle Einzelmessergebnisse in einem Diagramm $\sin(\arctan(\frac{s}{l}))$ gegen die Beugungsordnung n auf (nicht erst den Mittelwert bilden).
3. Ermitteln Sie die Steigung der resultierenden Ausgleichsgerade sowie deren Unsicherheit für jede Farbe. Gehen Ihre Geraden durch den Nullpunkt?
4. Ermitteln Sie die Wellenlänge λ für jede Farbe.
5. Überlegen Sie für die Fehlerrechnung, welche Unsicherheiten für die Messgrößen berücksichtigt werden müssen. Welche Unsicherheiten überwiegen? Begründen Sie alle von Ihnen abgeschätzten Unsicherheiten kurz. Achten Sie darauf, dass keine Unsicherheiten mehrfach einfließen.
6. Überprüfen Sie, ob Ihr Messergebnis innerhalb der Unsicherheit mit den Literaturwerten für die Wellenlängen der einzelnen Farben übereinstimmt.

3.3 Untersuchungen am Prismenspektroskop

Für die Wellenlängen der orangen, grünen und blauen Hg-Linie wird der Brechungsindex n des verwendeten Prismenmaterials bestimmt. Danach werden zwei Wellenlängen einer unbekanntes Spektrallampe (Energiesparlampe) durch Interpolation der vorher gewonnenen Brechungsindizes bestimmt.

3.3.1 Versuchsdurchführung

Das zu untersuchende Licht trifft durch einen variabel einstellbaren Spalt auf das Prisma. Das Prisma ist auf einer drehbaren Halterung angebracht, sie kann mit einer Feststellschraube arretiert werden. An dieser Halterung ist eine Winkelskala angebracht, die sich mit der Halterung dreht. Ein Fernrohr kann unabhängig von der Stellung der Prismenhalterung um die Anordnung herum bewegt werden. Die relative Stellung des Fernrohrs zur Prismenhalterung kann mit einem Nonius auf einer Winkelskala abgelesen werden.

Bestimmung des Prismenwinkels ε :

1. Richten sie nach Abbildung 9 die Schnittkante der beiden polierten Prismenflächen in Richtung des Spalts aus. In dieser Stellung ist die Prismenhalterung mit der Feststellschraube zu arretieren.
2. Betrachten sie diese Reflexionen an den beiden polierten Prismenflächendem mit dem Fernrohr.

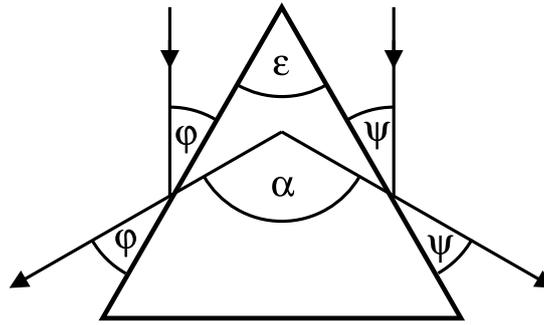


Abbildung 9: Bestimmung des Prismenwinkels. Die Spitze des Prismas zeigt in Richtung der Lichtquelle. Die Winkel der Reflexion auf beiden Seiten des Prismas werden gemessen.

- Stellen Sie zunächst die Beobachtungsrichtung des Fernrohrs grob auf den Reflex ein.
 - Stellen Sie das Bild des Spalts im Fernrohr durch Verschieben des Okulars scharf. Um eine möglichst genaue Messung vornehmen zu können kann nun die Spaltbreite verkleinert werden bis die Scharten des Spalts zu sehen sind.
 - Richten Sie nun das Fernrohr mit Hilfe des eingebauten Fadenkreuzes exakt auf die Reflexion des Lichts aus dem Spalt aus und lesen Sie den Relativwinkel zur Prismenhalterung in dieser Fernrohrposition ab.
 - Wiederholen Sie diesen Messvorgang mit dem zweiten Reflex auf der anderen Seite des Prismas. Achten Sie hierbei darauf, dass die Prismenhalterung arretiert bleibt.
3. Der Winkel α ergibt sich aus der Differenz der abgelesenen Winkel, der gesuchte Prismenwinkel ist dann:

$$\varepsilon = \varphi + \psi = \frac{\alpha}{2} \quad (17)$$

Bestimmung des Winkels der minimalen Ablenkung:

1. Verwenden Sie als Lichtquelle zunächst die Hg-Spektrallampe.
2. Drehen Sie das Prisma so, dass das Licht, das an einer der polierten Seiten gebrochen wird an der zweiten polierten Seite wieder austritt. Orientieren Sie sich an Abbildung 6.
Hierbei ist es sinnvoll, den Spalt zunächst wieder etwas zu öffnen und mit einem Papier (z.B. dieser Praktikumsanleitung), das man als Schirm verwendet, das gebrochene Lichtbündel zu beobachten. Ist das Prisma richtig ausgerichtet, kann man auf dem Papier bereits die Spektralfarben erkennen.
3. Richten Sie nun das Teleskop auf das gebrochene Lichtbündel aus. Wie in der vorherigen Aufgabe stellt man nun das Teleskop scharf und reduziert die Spaltbreite. Hierbei sollten die beiden orangefarbenen Spektrallinien der Hg-Lampe klar voneinander zu unterscheiden sein.
4. Ermitteln Sie nun den Winkel der minimalen Ablenkung für die orange (eine der beiden, oder die Mitte), die grüne und die blaue Spektrallinie der Hg-Dampfampe.
 - Blicken Sie hierzu durch das Fernrohr und drehen gleichzeitig die Halterung des Prismas. Die Spektrallinien bewegen sich mit dem Prisma. Diese Bewegung hat einen Extrempunkt, d.h. sie

dreht sich um. Dieser Umkehrpunkt unterscheidet sich natürlich für die verschiedenen Spektralfarben. Arretieren Sie die ie Stellung des Prismenhalters, bei der sich die beobachtete Spektrallinie exakt im Umkehrpunkt befindet mit der Feststellschraube.

- Richten Sie dann das Fernrohr mit Hilfe des Fadenkreuzes genau auf die Spektrallinie aus und lesen Sie den eingestellten Winkel auf der Skala ab. Es ist wichtig, den Winkel möglichst genau zu bestimmen, mit der Noniusskala sind die Winkel auf $0,1^\circ$ genau ablesbar.
 - Da es sich bei dem abgelesenen Winkel nur um einen Relativwinkel handelt, müssen Sie noch die Richtung des eintretenden Lichtbündels bestimmen. Nehmen Sie hierzu wird das Prisma vorsichtig aus seiner Halterung (nicht auf die polierten Flächen fassen!). Richten Sie das Fernrohr wird auf den Spalt aus und lesen den der zugehörige Winkel ab. Auch dies muss für jede Spektralfarbe separat durchgeführt werden, da man die Winkelskala zusammen mit dem Prisma verdreht.
 - Der Ablenkwinkel ergibt sich aus der Differenz der beiden abgelesenen Winkel.
5. Betrachten Sie nun das Spektrum der Energiesparlampe. Beschreiben Sie das Spektrum zunächst qualitativ im Vergleich zur Hg-Dampflampe. Bestimmen Sie den Winkel der kleinsten Ablenkung auch für die Spektrallinien (blau, grün, orange, stärkste rote) der Energiesparlampe.

3.3.2 Auswertung

1. Berechnen Sie aus den Winkeln der beiden reflektierten Strahlen (Vorversuch) den Winkel der brechenden Kante des Prismas.
2. Bestimmen Sie aus den „Winkeln der minimalen Ablenkung“ die Brechzahlen (mit Unsicherheit) für die gemessenen Wellenlängen der Hg-Spektrallampe. Verwenden Sie dabei die Literaturwerte der Wellenlängen.
3. Tragen Sie das Ergebnis mit Fehlerbalken graphisch auf. Ist die resultierende Funktion innerhalb der Unsicherheiten linear?
4. Bestimmen Sie aus den „Winkeln der minimalen Ablenkung“ die Wellenlänge der Spektrallinien (blau, grün, orange, stärkste rote) der Energiesparlampe. (ohne Fehlerrechnung)

4 Fragen

1. Mit welcher Lichtquelle lassen sich Interferenzerscheinungen am besten demonstrieren und warum ?
2. Treten Beugungserscheinungen nur an Objekten auf, deren Abmessung in der Größenordnung der Lichtwelle liegt (erster Satz in 1.1)?
3. Wie groß ist die Geschwindigkeit von Licht im Glas?
4. Was versteht man unter Dispersion?
5. Wodurch kann das Auflösungsvermögen eines Prismenspektrometers in der Praxis begrenzt sein?
6. Nimmt der Brechungsindex von Flintglas vom roten zum blauen Spektralbereich zu oder ab?
7. Ist der Verlauf der Funktion $n(\lambda)$ linear?