

Versuch 3: Beugung und Brechung

Team 4-11: Jascha Fricker, Benedict Brouwer

24. März 2023

Inhaltsverzeichnis

1 Theorie

In diesem Versuch wurde mit einem Einfachspalt, einem Gitter und einem Prisma Phänomene der Beugung und Brechung untersucht.

1.1 Beugung am Einfachspalt

Bei bestrahlung eines Einfachspalts (mit Spaltbreite d) mit kohärentem Licht der Wellenlänge λ entsteht auf dem Schirm mit Abstand l ein Beugungsbild bestehend aus Minima und Maxima mit Abstand s zum Maxima nullter Ordnung. Dessen Position kann mit folgenden Formeln berechnet werden:

$$\frac{n * \lambda}{d} = \sin \alpha \approx \tan \alpha = \frac{s_{Minima}}{l} \quad (1)$$

$$\frac{(n + \frac{1}{2}) * \lambda}{d} = \sin \alpha \approx \tan \alpha = \frac{s_{Maxima}}{l} \quad (2)$$

1.2 Beugung am Gitter

Wird ein Gitter mit Gitterkonstante a bestrahlt so entsteht auf dem Schirm ein charakteristisches Beugungsbild mit Hauptmaxima n -ter Ordnung mit Entfernung s zum Mittelpunkt. Deren Position kann berechnet werden mit:

$$\frac{n * \lambda}{a} = \sin \alpha \approx \tan \alpha = \frac{s_{Maxima}}{l} \quad (3)$$

$$(4)$$

1.3 Brechung am Prisma

2 Ergebnisse

2.1 Einfachspalt

In diesem Versuchsteil wurde mit einem Laser der Wellenlänge $\lambda = 532(1)\text{nm}$ ein Einfachspalt bestrahlt und dessen Beugungsbild untersucht. Dazu wurde bei drei unterschiedlichen Schirmabständen der Abstand der Minima der jeweiligen Ordnung zueinander gemessen. Bei der Auswertung wurde die Kleinwinkelnäherung angewendet, da im Extremfall $\arctan(\frac{s}{l}) = 1,1457$ und $\arcsin(\frac{s}{l}) = 1,1459$ was einer Abweichung von 0,017% entspricht. Die Messergebnisse wurden in Graph ?? geplottet und mit einer Ausgleichsgerade $a \cdot x + b$ mit den Parametern $a = 3,64(13) \cdot 10^{-3}$ und $b = -1,05 \cdot 10^{-4}$ gefittet. Mit diesen Parameter lässt sich aus Formel ?? und mithilfe der Gaußschen Fehlerfortpflanzung die Spaltbreite berechnen zu $d = 146(5) \cdot 10^{-3}$. Die Fehlerbalken wurden mit dem Analogfehler eines Metermaßes und Fehlerfortpflanzung berechnet.

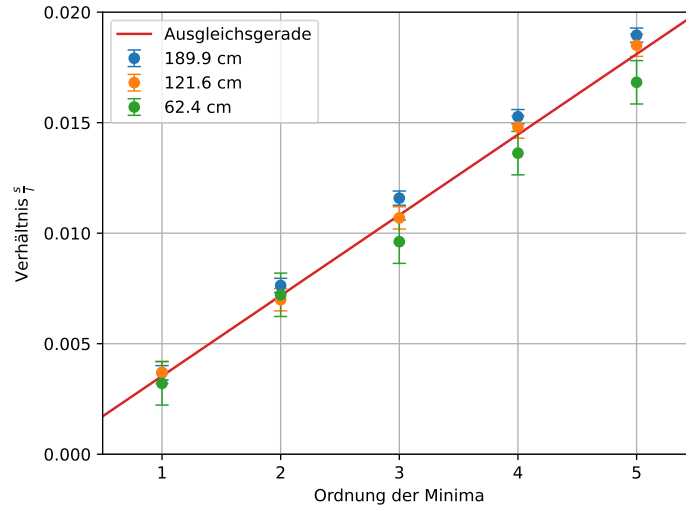


Abbildung 1: Messergebnisse des Einzelspalts

2.2 Berechnung der Wellenlängen einer Hg Lampe

Um die charakteristischen Wellenlängen einer Quksilberdampf-Lampe zu bestimmen wird in diesem Versuchsteil deren Licht auf ein Gitter mit einer Gitterkonstante von $a = 10.00(02) \cdot \mu\text{m}$ gerichtet. Anschließend wurde bei drei unterschiedlichen Abständen der Abstand der Maxima gleicher Ordnung zueinander gemessen für drei der Charakteristischen Wellenlängen. Hierbei kann nicht von der Kleinwinkelnäherung gebrauch gemacht werden, da im Extremfall $\arctan\left(\frac{s}{l}\right) = 14.574$ und $\arcsin\left(\frac{s}{l}\right) = 15.070$ was einer Abweichung von 2,14 entspricht. Daher wurde in der Auswertung $\sin\left(\arctan\left(\frac{s}{l}\right)\right)$ gegen die Ordnung der Maxima für die Drei Wellenlängen wie in den Graphen ??, ?? und ?? zu sehen aufgetragen. Dabei fällt auf, dass die Messwerte des Abstandes 26,15cm eine hohe ungenauigkeit aufweisen, was vermutlich an dem kleineren Abstand der Maxima bei dieser Länge liegt. Mit den Parametern der Ausgleichsgeraden kann nun mit Formel ?? kann nun für jede Farbe die Wellenlänge berechnet werden. Die Ergebnisse sind in Tabelle ?? mit den Literaturwerten verglichen. Die Ergebnisse liegen nahe an den Literaturwerten allerdings mit einem großen Fehler von bis zu 40 nm. Dieser lässt sich mit dem großen Fehler des Fits erklären aufgrund der großen ungenauigkeit bei Abstand $a = 26,15\text{cm}$. Zur Fehler berechnung fließen die analogen Fehler in den Fehler des Fits mit ein welcher dann mit gaußscher Fehlerfortpflanzung mit dem Fehler der Gitterkonstante kombiniert wird.

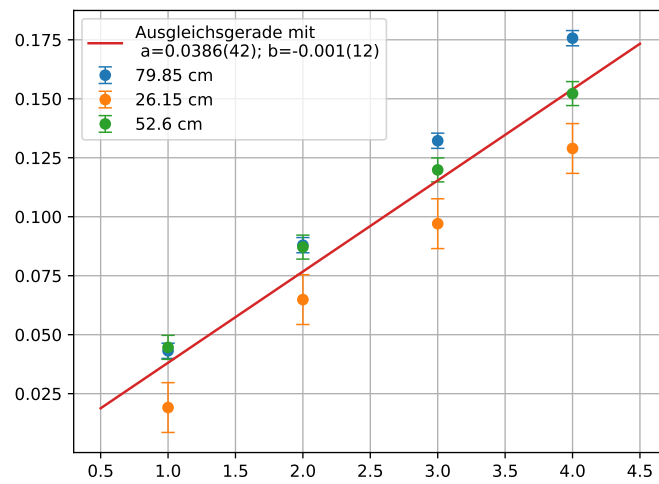


Abbildung 2: Messergebnisse am Gitter der blauen Wellenlänge

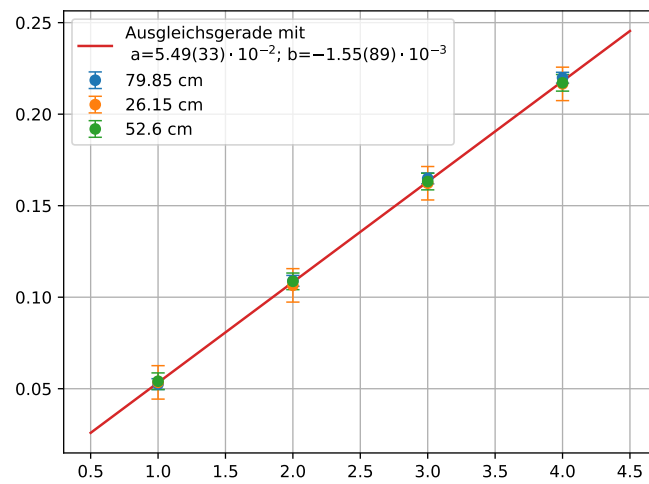


Abbildung 3: Messergebnisse am Gitter der grünen Wellenlänge

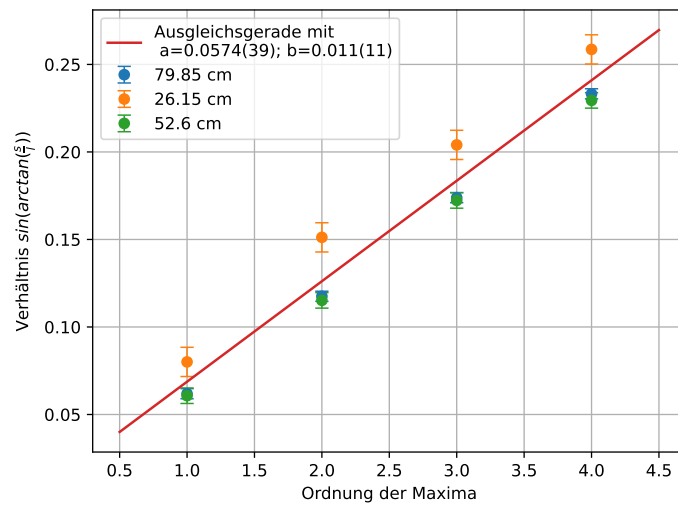


Abbildung 4: Messergebnisse am Gitter der roten Wellenlänge

Farbe Literaturwert λ_{lit} in nm	Steigung der Ausgleichsgeraden	Wellenlänge λ in nm
Grün 546	0,0549(33)	549(33)
Blau 405	0,0386(42)	390(40)
Rot 577 bzw. 579	0,0574(39)	570(40)

Tabelle 1: Ergebnisse der Hg-Lampe