

Protokoll des Versuchs Interferenz am Gitter

Autor: Ricarda Staehle
Versuchspartner: Linda Seibel
Praktikumsgruppe: 04
Studiengang: Medizintechnik
Betreuer: Maximilian Reinhardt

Zielstellung

Ziel des ersten Versuches ist es die Wellenlänge eines Lasers mithilfe von Interferenz an einem Gitter zu bestimmen. Im zweiten Versuch wird die Breite eines Einzelspalts mithilfe einer CCD-Kamera ermittelt.

Versuchsaufbau

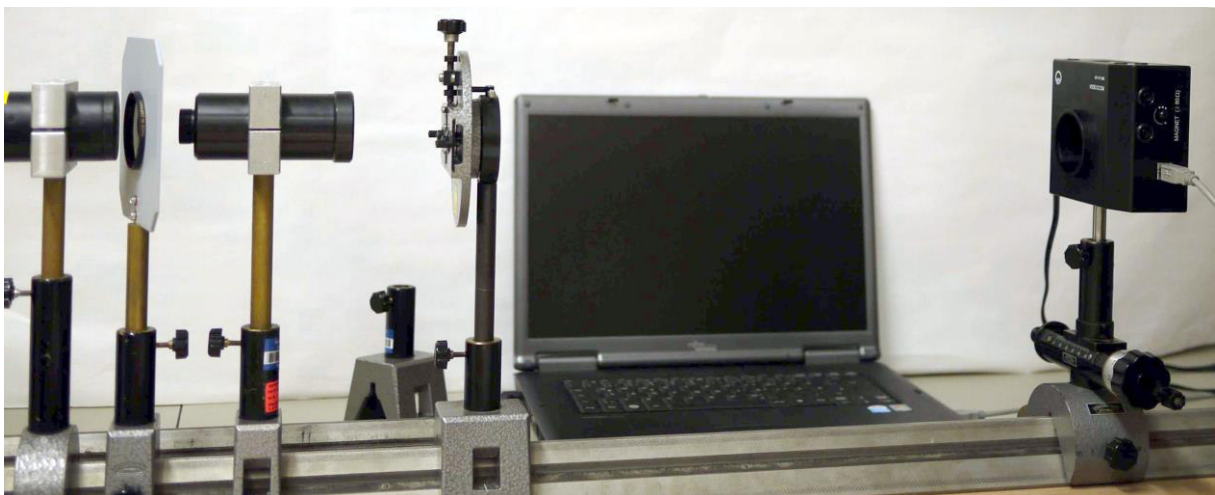


Abbildung 1 Aufbau für Versuch 2 zur Beugung am Einzelspalt (Quelle: Versuchsanleitung)

In Versuch 1 wird zwischen dem Laser und der Projektionsfläche ein optisches Gitter mit bekannter Gitterkonstante auf dem optischen Reiter justiert. Als Projektionsfläche wird ein Papier genutzt, auf welchem man bei abgedunkeltem Licht die auf dieses projizierte Maxima markieren kann.

Für Versuch 2 wird das Interferenzmuster eines Einzelspalts mithilfe einer CCD-Zeilenkamera erfasst. Dafür wird zwischen der Kamera und dem Laser ein Graufilter, eine Aufweitungsoptik und ein variabler Einzelspalt verwendet. Mithilfe eines Computerprogramms können die Abstände der Minima ausgemessen werden.

Auswertung

1. a)

N. tes Maximum	Abstand zum Maximum 0. ter Ordnung [m]	Beugungswinkel Θ_n [rad]	Sin (Θ_n) [rad]
1	0,0130	0,0081	0,0081
2	0,0285	0,0178	0,0178
3	0,0385	0,0241	0,0241
4	0,0510	0,0319	0,0319
5	0,0645	0,0403	0,0403
6	0,0780	0,0487	0,0487

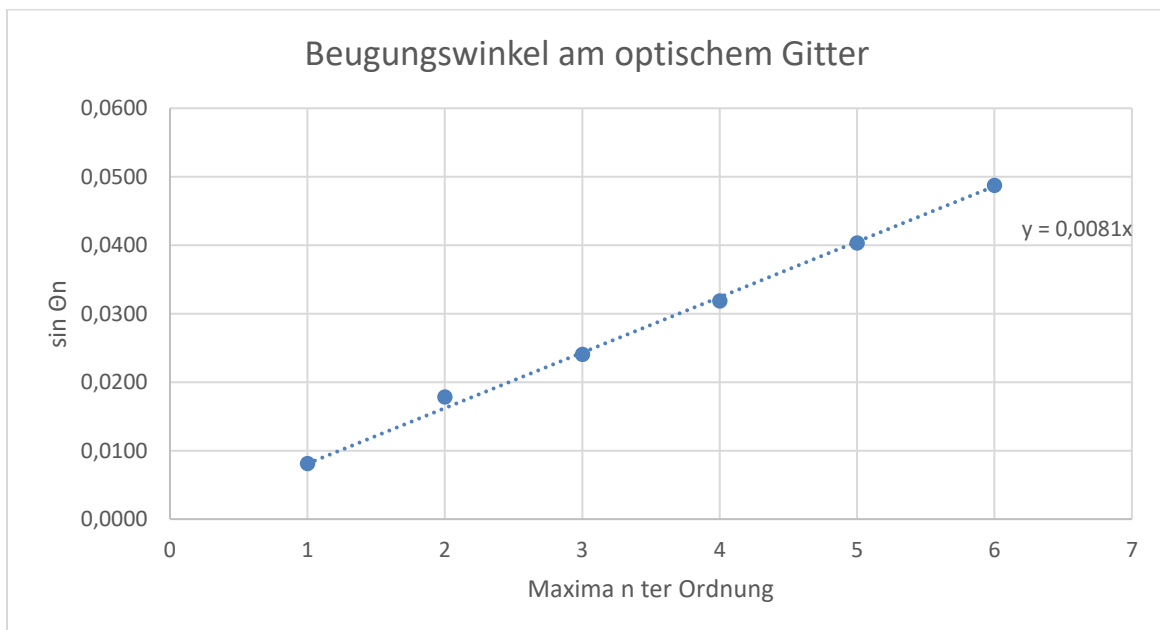
Der Beugungswinkel Θ_n wird durch folgende gegebene Gleichung berechnet:

$$\theta = \tan^{-1} \frac{x}{L} \quad (\text{IF.7})$$

An den Werten erkennt man, dass für kleine Winkel gilt:

$$\theta_n = \sin \theta_n$$

b)



$$m = \frac{\sin \theta_n}{n} = 0,00810$$

c)

Aus der Gleichung IF.5 kommt man durch Umstellen und Einsetzen von $m = \frac{\sin \theta_n}{n}$ auf folgende Gleichung für die Wellenlänge:

$$\lambda = g \cdot m \quad (\text{aus IF.5})$$

Die Unsicherheit lässt sich über Gauß berechnen.

$$\Delta \lambda = \sqrt{(g \cdot \Delta m)^2 + (m \cdot \Delta g)^2} \quad (\text{Gauß'sche Fehlerfortpflanzung})$$

$$\text{mit } \Delta m = 8,12622 \cdot 10^{-5}$$

$$\text{und mit } \Delta g = g \cdot 0,01 = 7,87 \cdot 10^{-7}$$

Dies führt zu folgendem Ergebnis für die Wellenlänge:

$$\lambda = (637,7 \pm 9,1) \text{ nm}$$

d)

Der Literaturwert liegt im Rahmen unserer Messunsicherheit. Die geringe Messungenauigkeit kann zum Beispiel durch ungenaues Markieren der Maxima auf dem Papier erklärt werden.

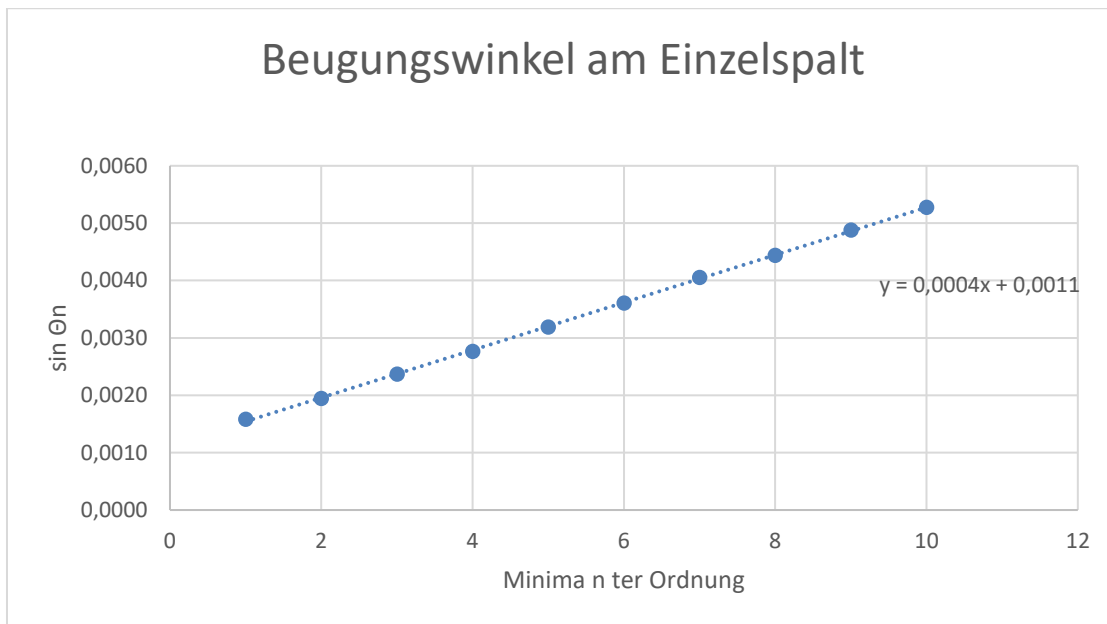
$$\frac{637,7 \text{ nm}}{632,8 \text{ nm}} - 1 = 0,77 \%$$

2. a)

Unser Maximum lag ungefähr auf dem Pixel 1571. Mit der Angabe, dass 2048 Pixel eine Breite von 2,4 cm haben, kann man den Abstand der Minima zum Maximum in Meter bestimmen.

N tes Minima	Lage Minima [Pixel]	Betrag Abstand Minimum zum Maximum [Pixel]	Betrag Abstand x_n Minimum zum Maximum [m]	Beugungswinkel Θ_n [rad]	Sin (Θ_n)
1	1409	162	0,0022	0,0016	0,0016
2	1372	199	0,0027	0,0019	0,0019
3	1329	242	0,0033	0,0024	0,0024
4	1288	283	0,0039	0,0028	0,0028
5	1245	326	0,0045	0,0032	0,0032
6	1202	369	0,0050	0,0036	0,0036
7	1156	415	0,0057	0,0041	0,0041
8	1117	454	0,0062	0,0044	0,0044
9	1072	499	0,0068	0,0049	0,0049
10	1031	540	0,0074	0,0053	0,0053

b)



$$m = \frac{\sin \theta_n}{n} = 0,0004$$

c)

Aus der Gleichung IF.1 kommt man durch Umstellen und Einsetzen von $m = \frac{\sin \theta_n}{n}$ auf folgende Gleichung für die Spaltbreite:

$$d = \frac{\lambda}{m} = (1,54 (1 \pm 0,03)) \text{ mm} \quad (\text{aus IF.1})$$

$$\text{mit } \lambda = 632,8 \text{ nm}$$

d)

$$d = B \cdot \frac{g}{b} = 0,585 \text{ mm} \quad (\text{entnommen aus der Aufgabenstellung})$$

Die Kontrollmessung liegt weit außerhalb des Bereiches der Messungenauigkeit und zeigt so, dass unser Messergebnis aus Aufgabe 2. c) sehr ungenau ist.

Dies haben wir zu einem gewissen Grad erwartet, da uns keine gute Ausrichtung der Aufweitungsoptik und der Kamera gelungen ist. Dadurch konnten wir die Lage des Hauptmaximums nur abschätzen.

e)

Aus der Gleichung IF.1 folgt durch Umstellung folgende Gleichung für n:

$$n = \frac{d \cdot \sin \theta_n}{\lambda} \quad (\text{aus IF.1})$$

Da die Spaltbreite und die Wellenlänge als konstant angenommen werden, wird n maximal für $\sin \theta_n = 1$. Für die Spaltbreite d haben wir das Messergebnis aus der Aufgabe 2 d) gewählt, da uns dieses realistischer vorkommt:

$$n_{\max} = \frac{d}{\lambda} = 924$$

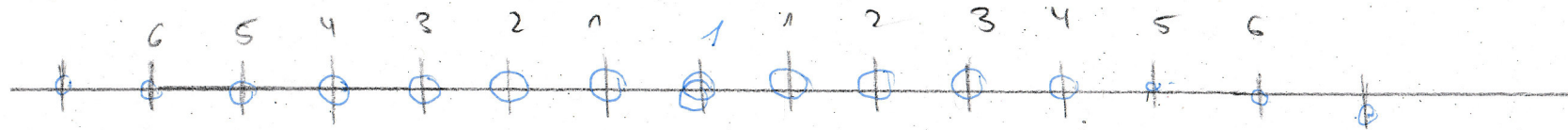
f)

Bei Verkleinerung der Spaltbreite kommt es zu einer Streckung des Beugungsbildes entlang der Horizontalen und bei Vergrößerung zur Stauchung.

Datum Versuchstag:

Gruppennummer:

Teilnehmer:



Messwerte:

Abstand Gitter-Projektionsfläche: 1,599 m (Abstand Gitter-Projektionsfläche: mind. 1,5 m)

Abstand von -1 zu +1 Maximum: 2,6 cm

Abstand von -2 zu +2 Maximum: 5,7 cm

Abstand von -3 zu +3 Maximum: 7,7 cm

Abstand von -4 zu +4 Maximum: 10,8 cm

Abstand von -5 zu +5 Maximum: 12,9 cm

Abstand von -6 zu +6 Maximum: 15,6 cm

M. Reinhardt

Daten zum verwendeten Gitter (Strichzahl):

Anzahl Striche/mm: 12,7 Striche/mm

Einzelspalt
Hauptmaxima 1571

1. Min	1409
2. Min	1372
3. Min	1329
4. Min	1288
5	1245
6	1202
7	1156
8	1117
9	1072
10	1031

Ricarda Staehle
Linda Seibel
Gruppe 4

$133,4 \mu\text{m} = b$
 $6,5 \mu\text{m} = g$
 $12 \text{ mm} = B$

M. Jendert