

# **Praktikum Klassische Physik Teil 2 (P2)**

## **Laser A**

Simon Fromme, Philipp Laur

27. Juni 2013

### **Inhaltsverzeichnis**

<b>1 Brewsterwinkel</b>	<b>2</b>
1.1 Brechungsindex von Glas . . . . .	2
<b>2 Beugung an Spalt, Steg, Kreisloch, Kreisblende und Kante</b>	<b>2</b>
2.1 Bestimmung der Breite eines Spalts . . . . .	2
2.2 Vergleich der Beugungsfiguren von Spalt und Steg . . . . .	4
2.3 Vergleich der Beugungsfiguren von Kreisöffnung, Kreisscheibe und Kante . . . . .	4
2.4 Durchmesser eines Haares aus Beugungsbild . . . . .	4
<b>3 Beugung an Mehrfachspalt und Gittern</b>	<b>5</b>
3.1 Beugungsbilder von Doppel- und Dreifachspalt . . . . .	5
3.2 Beugungsbilder von Kreuz- und Wabengittern . . . . .	5

# 1 Brewsterwinkel

## 1.1 Brechungsindex von Glas

Der Bresterwinkel wird über die Reflexion des Laserstrahls an der Zimmerdecke beobachtet, für

$$\begin{aligned}\alpha_B &= 180^\circ - 125^\circ \\ &= 55^\circ\end{aligned}$$

kann man hier ein Minimum der Intensität beobachten. Aus der bekannten Beziehung aus der Vorbereitung (Annahme für den Brechungsindex von Luft  $n_{\text{Luft}} = 1$ ) ergibt sich der Brechungsindex des Glases zu

$$\begin{aligned}n_{\text{Glas}} &= \tan(\alpha_B) \\ &= 1,428.\end{aligned}$$

Dies liegt in der Größenordnung gängiger optischer Gläser.

Die Bestimmung des Brewsterwinkels über das Maximum der Transmission mithilfe eines Si-Photoelements ist ungenau, da das Spannungssignal des Photoelements während des Messvorgangs zu stark schwankt, um genau messen zu können, wann das Maximum der Transmission erreicht ist.

# 2 Beugung an Spalt, Steg, Kreisloch, Kreisblende und Kante

## 2.1 Bestimmung der Breite eines Spalts

In diesem Versuchsteil wird die Breite eines Einfach-Spalts aus dem -nach Bestrahlung durch Laser-Licht erzeugtem- Beugungsmuster bestimmt.

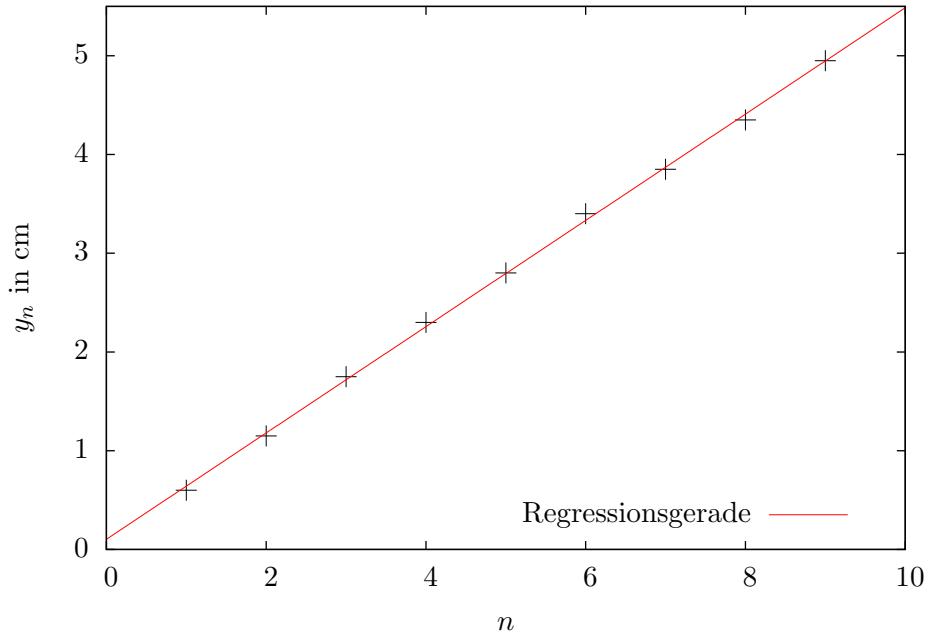
Hierzu wurde jeweils der Abstand des n-ten Beugungsminimums von der optischen Achse aus  $y_n = \frac{1}{2} \cdot (y_n^{(l)} - y_n^{(r)})$  bestimmt, wobei  $y_n^{(l)}$  die y-Position des links und  $y_n^{(r)}$  die Position des rechts vom Hauptmaximum liegend Beugungsminimum n-ter Ordnung ist. Die ermittelten Werte für die ersten neun Beugungsminima sind in Tabelle 1 dargestellt.

Nun wird  $y_n$  gegen  $n$  aufgetragen und aus der Steigung der Regressionsgerade  $m$  die Dicke des Haars zu  $d = \frac{\lambda l}{m}$  bestimmt.

Tabelle 1: Positionen der Beugungsminima

$n$	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$y_n$ in cm	0.60	1.15	1.75	2.30	2.80	3.40	3.85	4.35	4.95

Abbildung 1: Regression zur Bestimmung von  $m = \frac{\lambda \cdot l}{d}$



Es ergibt sich

$$m = 0,538 \text{ cm}$$

und mit der Wellenlänge des Lasers  $\lambda = 632,8 \text{ nm}$  und  $l = 289,8 \text{ cm} - 59,3 \text{ cm} = 230,5 \text{ cm}$  die Dicke des Spalts schließlich zu

$$d = 0,2709 \text{ mm.}$$

Dies entspricht in etwa dem angegebenen Spaltabstand von  $d = 0,3 \text{ mm}$ .

Aus der Position des Spalts  $x_1 = 59,3 \text{ cm}$  und der Position des Schirms  $x_2 = 289,8 \text{ cm}$  ergibt sich der Abstand Spalt-Schirm zu  $l = 230,5 \text{ cm}$ . Die Wellenlänge des Lasers war mit  $\lambda = 632,8 \text{ nm}$  angegeben.

## 2.2 Vergleich der Beugungsfiguren von Spalt und Steg

## 2.3 Vergleich der Beugungsfiguren von Kreisöffnung, Kreisscheibe und Kante

Im Versuch konnten die typischen (kreisförmigen) Beugungsminima bei der Beugung an Kreisöffnung und -scheibe nur sehr schlecht beobachtet werden. Es konnten jedoch keine nennenswerten Unterschiede zwischen den beiden Beugungsbildern beobachtet werden, so dass man das Babinet-Theorem in diesem Fall bestätigen kann.

## 2.4 Durchmesser eines Haars aus Beugungsbild

Nach dem Babinet-Theorem besitzt das Haar (Steg-förmig) das gleiche Beugungsbild, wie ein Spalt der selben Breite. Folglich kann die Haardicke analog zur ersten Teilaufgabe aus den Abständen der Beugungsminima bestimmt werden. Mit der bekannten Beziehung

$$d = \frac{n\lambda l}{y_n} \Rightarrow y_n = \frac{\lambda \cdot l}{d} \cdot n$$

bestimmt werden, wobei  $y_n$  der Abstand des n-ten Beugungsminimums von der optischen Achse ist.

Im Versuch wurde die Lage der Beugungsminima der Ordnung  $n = 1 \dots 4$  vermessen. Die Messwerte sind in Tabelle 2 dargestellt.

Tabelle 2: Positionen der Beugungsminima

$n$	1	2	3	4
$y_n$ in cm	1.90	3.75	5.65	7.45

Wie in 2.1 wird nun  $y_n$  gegen  $n$  aufgetragen und aus der Steigung der Regressionsgerade  $m$  die Dicke des Haars zu  $d = \frac{\lambda l}{m}$  bestimmt.

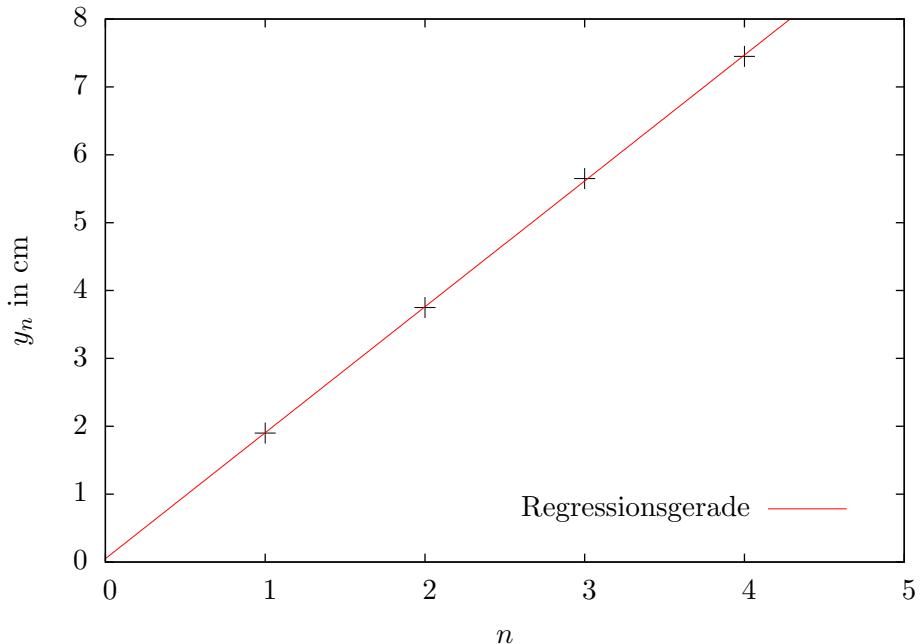
Es ergibt sich

$$m = 1,855 \text{ cm}$$

und mit der Wellenlänge des Lasers  $\lambda = 632,8 \text{ nm}$  und  $l = 289,8 \text{ cm} - 56,2 \text{ cm} = 233,6 \text{ cm}$  die Dicke des Haars schließlich zu

$$d = 79,69 \mu\text{m}.$$

Abbildung 2: Regression zur Bestimmung von  $m = \frac{\lambda \cdot l}{d}$

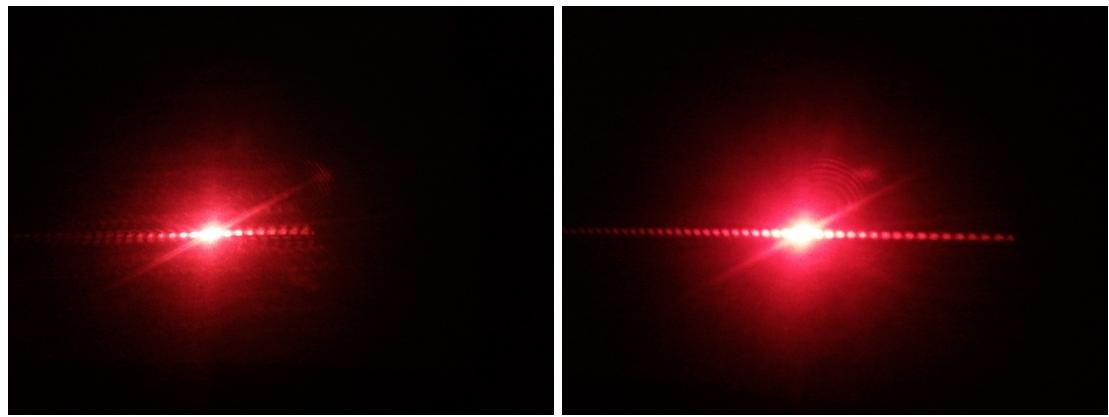


Mit der Micrometerschraube wurde eine Dicke von  $d = 55 \mu\text{m}$  bestimmt, was deutlich unter dem Wert aus dem Beugungsexperiment liegt. Dies kann dadurch erklärt werden, dass das Haar hier möglicherweise gequetscht wurde.

### 3 Beugung an Mehrfachspalt und Gittern

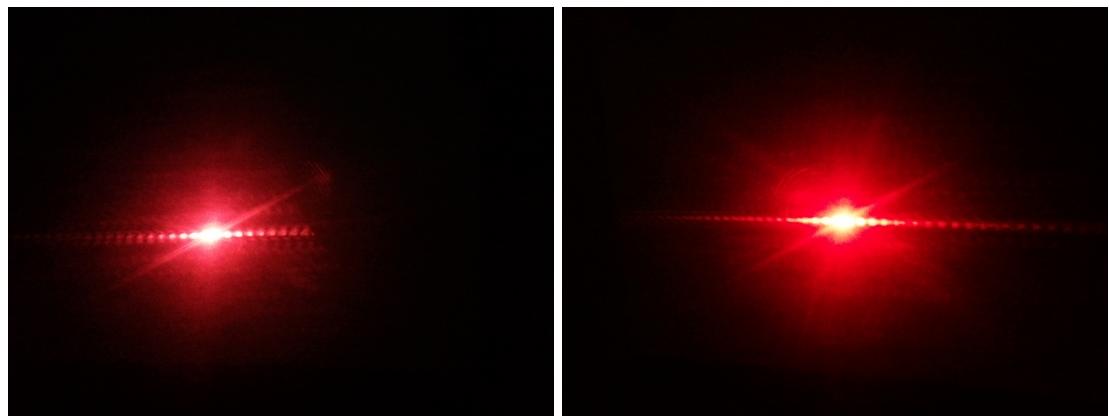
#### 3.1 Beugungsbilder von Doppel- und Dreifachspalt

#### 3.2 Beugungsbilder von Kreuz- und Wabengittern



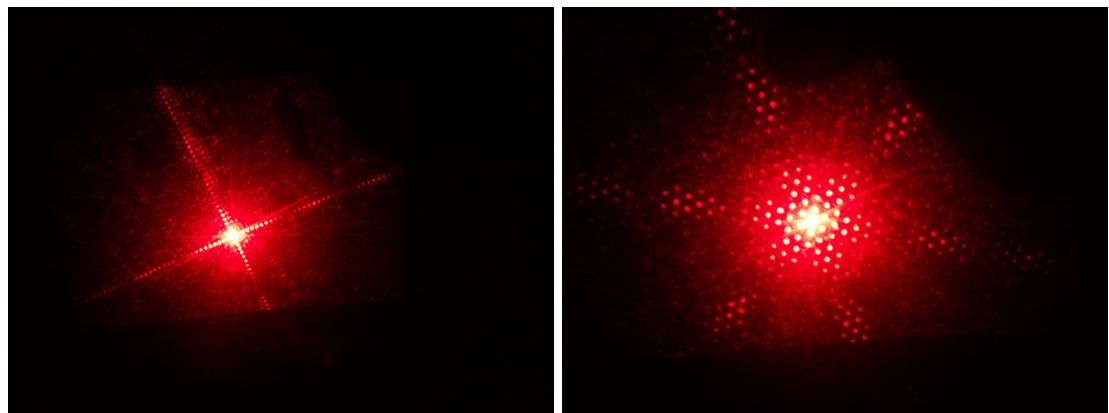
(a) Doppelspalt,  $d = 0,25$  mm,  $b = 0,50$  mm

(b) Doppelspalt,  $d = 0,25$  mm,  $b = 0,75$  mm



(c) Doppelspalt,  $d = 0,25$  mm,  $b = 0,50$  mm

(d) Dreifachspalt



(e) Kreuzgitter

(f) Wabengitter