



## Protokoll zum Versuch

### *Fourieroptik*

(Versuch 233)

Autor: Finn Zeumer (hz334)

Versuchspartnerin: Annika Künstle

Versuchsbegleiter: Lasse Hertle

Datum der Ausführung: 13.02.26, 17.02.26

Abgabedatum: 24. Februar 2026

# Inhaltsverzeichnis

<b>1. Einleitung</b>	<b>3</b>
1.1 Aufgabe und Motivation . . . . .	3
1.2 Physikalische Grundlagen . . . . .	3
1.3 Versuchsaufbau . . . . .	4
1.4 Messmethodik und Datenanalyse . . . . .	4
1.5 Beugungsbild des Spalts als Fourier-Transformation der Spaltfunktion . . . . .	4
1.6 Zusammenfassung des theoretischen Hintergrundes . . . . .	5
<b>2. Messprotokoll</b>	<b>6</b>
<b>3. Durchführung</b>	<b>10</b>
3.1 Messverfahren . . . . .	10
3.1.1 Vorbereitung des Aufbaus . . . . .	10
3.1.2 Aufnahme von Bildern . . . . .	10
3.1.3 Auswertung der Aufnahmen . . . . .	10
<b>4. Auswertung</b>	<b>12</b>
4.1 Aufgabe 1: Qualitative Beobachtungen am Einfachspalt . . . . .	13
4.2 Aufgabe 2: Vermessen der Beugungsstruktur des Einfachspaltes . . . . .	13
4.3 Aufgabe 3: Vermessen der Beugungsstruktur des Doppelspaltes . . . . .	13
4.4 Aufgabe 4: Das Objektbild als Fouriersynthese des Beugungsbildes am Beispiel des Einfachpaltes . . . . .	13
4.5 Aufgabe 5: Das Objektbild als Fouriersynthese des Beugungsbildes am Beispiel des Doppelpaltes . . . . .	13
<b>5. Diskussion</b>	<b>14</b>
5.1 Zusammenfassung . . . . .	14
5.2 Analyse der Messwerte . . . . .	14
5.3 Kritik . . . . .	14
<b>6. Python-Code</b>	<b>15</b>
<b>7. Anhang</b>	<b>16</b>

# 1. Einleitung

## 1.1 Aufgabe und Motivation

[Wag26] Im Rahmen des Praktikums *Fourier-Optik* sollen die Beugungsphänomene eines einfachen und eines doppelten Spalts experimentell untersucht werden. Ziel ist es, die gemessenen Beugungsbilder mit den theoretischen Vorhersagen der Fraunhofer-Beugung zu vergleichen und dabei explizit die Zusammenhänge zwischen dem Spaltbild und seiner Fourier-Transformation herauszuarbeiten. Durch die Variation der Spaltbreite und das gezielte Ausblenden einzelner Beugungsordnungen wird zudem demonstriert, wie Modenfilter die räumliche Frequenzverteilung beeinflussen können. Die gewonnenen Erkenntnisse bilden eine wichtige Grundlage für Anwendungen wie optische Bildverarbeitung, Spektroskopie und die Entwicklung von hochauflösenden Mikroskopen.

## 1.2 Physikalische Grundlagen

Die theoretische Beschreibung beruht auf der Fraunhofer-Beugung, bei der die einfallenden Lichtstrahlen als ebenwellig angenommen werden. Für einen einfachen Spalt ergibt sich das komplexe Feld im Fernfeld zu

$$E(\alpha) = E_0 e^{i\omega t} \int_{-d/2}^{d/2} e^{-ik y \sin \alpha} dy \quad (1)$$

wobei  $d$  die Spaltbreite,  $k = 2\pi/\lambda$  die Wellenzahl und  $\alpha$  der Beobachtungswinkel ist. Die Auswertung des Integrals liefert

$$E(\alpha) = E_0 e^{i\omega t} d \operatorname{sinc}\left(\frac{\pi d \sin \alpha}{\lambda}\right). \quad (2)$$

Die Intensität ist das Quadrat des Betrags des Feldes:

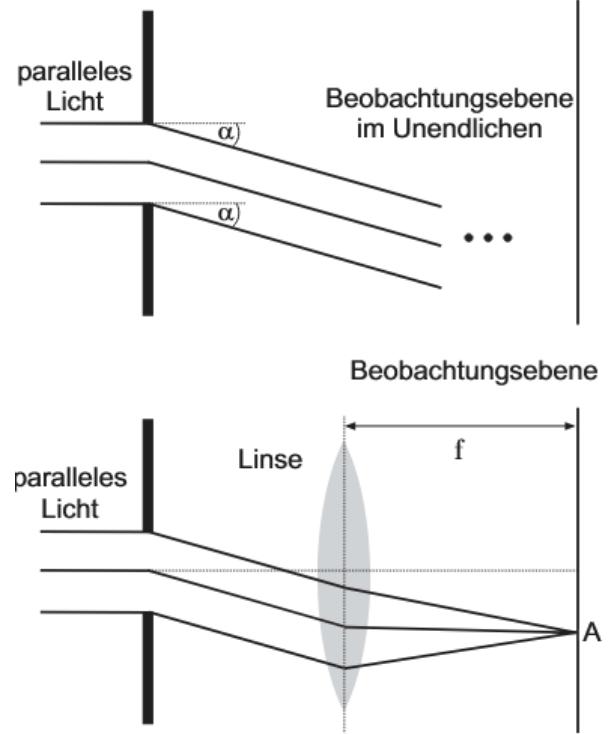
$$I(\alpha) = I_0 \operatorname{sinc}^2\left(\frac{\pi d \sin \alpha}{\lambda}\right). \quad (3)$$

Für den Doppelspalt mit Spaltbreite  $d$  und Spaltabstand  $g$  ergibt sich das Feld als Superposition zweier einzelner Spalte:

$$E_{\text{Doppel}}(\alpha) = 2E_0 e^{i\omega t} \cos\left(\frac{\pi g \sin \alpha}{\lambda}\right) d \operatorname{sinc}\left(\frac{\pi d \sin \alpha}{\lambda}\right). \quad (4)$$

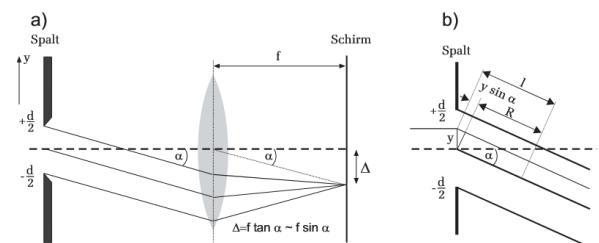
Damit lautet die Intensitätsverteilung

$$I_{\text{Doppel}}(\alpha) = I_0 \cos^2\left(\frac{\pi g \sin \alpha}{\lambda}\right) \operatorname{sinc}^2\left(\frac{\pi d \sin \alpha}{\lambda}\right). \quad (5)$$



**Abbildung I:** Schematische Darstellung der Fraunhoferbeugung. Sowohl im Unendlichen, als auch mit Linse.

Die Gleichungen 2 bzw. 5 zeigen deutlich, dass das Beugungsbild die Fourier-Transformation der jeweiligen Spaltfunktion ist. Durch das Einführen einer Modenblende in der Fourier-Ebene können einzelne Nullstellen der 2 bzw. 5 ausgespart und damit gezielt bestimmte Ordnungen unterdrückt werden.

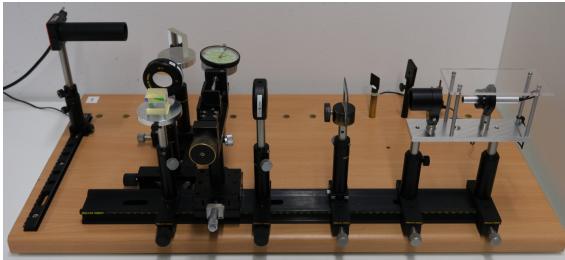


**Abbildung II:** Schematische Darstellung der Fraunhoferbeugung am Spalt.

## 1.3 Versuchsaufbau

Der Versuchsaufbau ist im Messprotokoll, sowie in Abbildung III skizziert. Er besteht aus den folgenden Komponenten:

- **Laser:** Single-Mode-Diodenlaser, Wellenlänge  $\lambda \approx 635 \text{ nm}$ , mit einstellbarer Stromversorgung.
- **Variable Spalte:** ein verstellbarer Einfachspalt bzw. ein Doppelspalthalter, die als Objekt dienen.
- **Linse**  $L_1$  (Brennweite  $f_1 = 80 \text{ mm}$ ): erzeugt die Fourier-Ebene im Abstand  $f_1$  hinter dem Spalt.
- **Analysierspalt / Modenblende** in der Fourier-Ebene, über den einzelne Beugungsordnungen selektiv blockiert werden können.
- **Linse**  $L_2$  (Brennweite  $f_2$ , im Praktikum  $f_2 = 100 \text{ mm}$ ): bildet das Beugungsbild auf den Detektor.
- **Kamera (ThorCam):** Sensorgroße  $4,968 \text{ mm} \times 3,726 \text{ mm}$ , Auflösung  $1440 \times 1080 \text{ Pixel}$ , Pixelgröße  $3,45 \mu\text{m}$ .
- **Strahlteiler und Umlenkspiegel** zur Führung des Strahls zum Detektor.
- **Graufilter** zur Intensitätskontrolle.



**Abbildung III:** Schematischer Versuchsaufbau für die Fourier-Optik-Messungen.

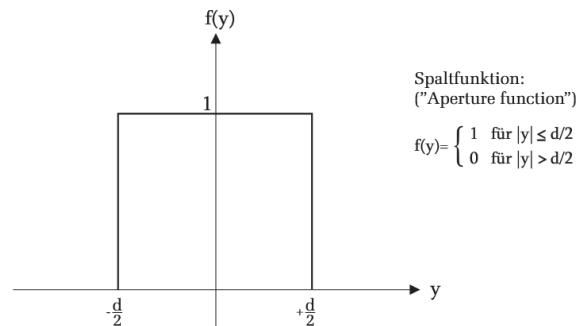
## 1.4 Messmethodik und Datenanalyse

Zur Quantifizierung der Beugungsbilder werden zunächst die Pixel-Positionen der Minima und Maxima im Kamerabild ermittelt. Anschließend wird eine lineare Eichung zwischen Pixel- und Millimetereinheiten durchgeführt ( $m = 0.0041 \text{ mm}/\text{px}$ ). Mit dieser Skalierung lässt sich der Abstand  $d$  zwischen den Beugungsordnungen in physikalische Längen umrechnen, woraus über die bekannten Formeln (3) und (5) die Spaltbreite  $b$  bzw. der Spaltabstand  $g$  bestimmt werden.

## 1.5 Beugungsbild des Spalts als Fourier-Transformation der Spaltfunktion

### Einzelspalt

Der Einzelspalt lässt sich durch eine rechteckige Spaltfunktion  $f(y)$  beschreiben, die von der transversalen Koordinate  $y$  abhängt (vgl. Abb. IV).



**Abbildung IV:** Spaltfunktion des Einfachspalts

Die Fourier-Transformierte  $F(k_y)$  lautet dann

$$F(k_y) = A \operatorname{sinc}\left(\frac{k_y d}{2}\right), \quad (6)$$

wobei die Nullstellen bei

$$k_{y,n} = \frac{2\pi n}{d} \quad (7)$$

liegen.

Um die ursprüngliche Spaltfunktion zurückzugewinnen, muss das Inverse-Fourier-Integral ausgewertet werden. Da dieses Integral analytisch nicht lösbar ist, wird es numerisch über die symmetrische Beziehung  $F(k_y) = F(-k_y)$  berechnet:

$$f(y) = \frac{d}{\pi} \int_0^{\infty} \operatorname{sinc}\left(\frac{k_y d}{2}\right) \cos(k_y y) dk_y. \quad (8)$$

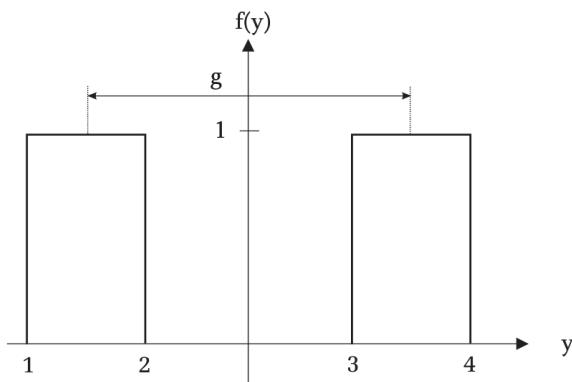
Durch Beschränkung des Integrationsbereichs bis zur  $n$ -ten Nullstelle  $k_{y,n}$  erhalten wir ein modifiziertes Bild, das nur einen Teil des Spektrums berücksichtigt:

$$f_{\text{mod}}(y) = \frac{d}{\pi} \int_0^{k_{y,n}} \operatorname{sinc}\left(\frac{k_y d}{2}\right) \cos(k_y y) dk_y. \quad (9)$$

Das Ergebnis wird anschließend quadriert, um die Intensitätsverteilung zu erhalten.

### Doppelspalt

Für den Doppelspalt wird die Spaltfunktion als Überlagerung zweier um den Abstand  $g$  verschobener Einzelspalte modelliert (vgl. Abb. V).



**Abbildung V:** Spaltfunktion des Doppelspalts

Die Fourier-Transformierte ergibt sich zu

$$F(k_y) = 2d \cos\left(\frac{k_y g}{2}\right) \operatorname{sinc}\left(\frac{k_y d}{2}\right). \quad (10)$$

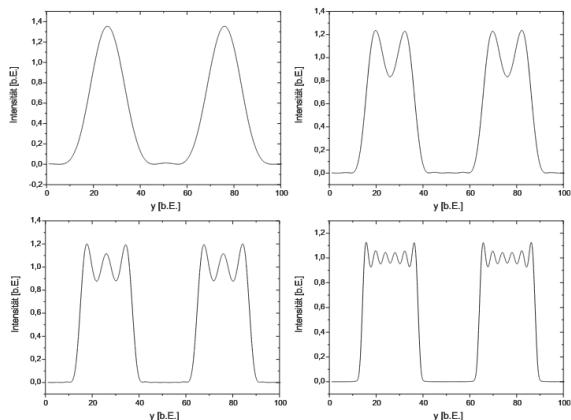
Nach Quadrieren und geeigneter Substitution  $k_y = 2\pi \sin \alpha / \lambda$  erhält man die bekannte Intensitätsverteilung des Doppelspalts:

$$I(\alpha) = 4d^2 \cos^2(\pi g \sin \alpha / \lambda) \operatorname{sinc}^2(\pi d \sin \alpha / \lambda). \quad (11)$$

Analog zum Einzelspalt wird das modifizierte Bild durch Beschränkung des Integrals bis zur  $n$ -ten Nullstelle bestimmt:

$$f_{\text{mod}}(y) = \frac{2d}{\pi} \int_0^{k_{y,n}} \cos\left(\frac{k_y g}{2}\right) \operatorname{sinc}\left(\frac{k_y d}{2}\right) \cos(k_y y) dk_y. \quad (12)$$

## Beugungsbilder



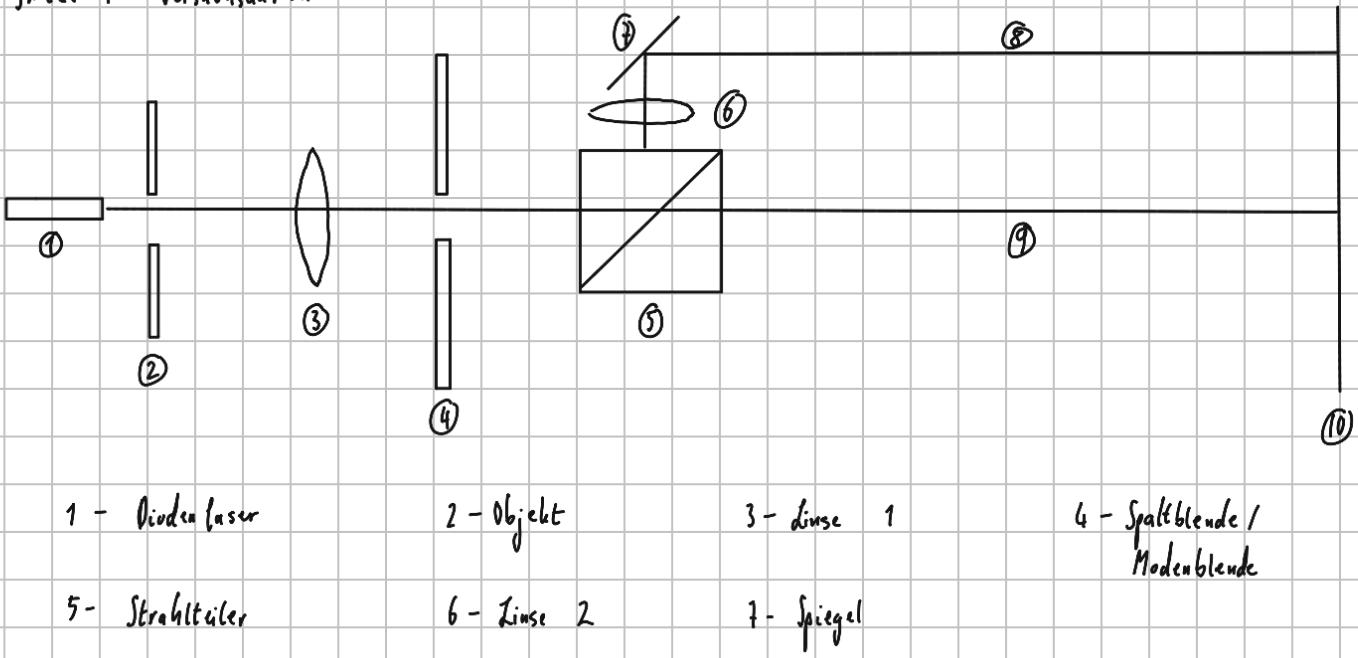
**Abbildung VI:** Spaltbilder des Doppelspaltes unter Ausblendung verschiedener Beugungsordnungen.

## 1.6 Zusammenfassung des theoretischen Hintergrundes

Die zentrale Aussage des Versuchs lautet, dass das im Fernfeld beobachtete Beugungsbild exakt die Fourier-Transformation der räumlichen Spaltfunktion ist. Für einen rechteckigen Einzelspalt führt dies zu einer sinc-Funktion, während beim Doppelspalt zusätzlich eine  $\cos^2$ -Modulation entsteht, die das Interferenzmuster zwischen den beiden Spalten beschreibt. Durch das gezielte Blockieren einzelner Fourier-Komponenten (Modenblende) lässt sich das Bild manipulieren und so die Wirkung einzelner Frequenzanteile auf die Gesamtdarstellung veranschaulichen - ein wichtiges Prinzip für moderne Techniken der optischen Bildverarbeitung und spektralen Analyse.

## V233 : Fourieroptik (Doppelversuch)

Skizze 1: Versuchsaufbau



1 - Diodenlaser

2 - Objekt

3 - Linse 1

4 - Spaltblende /  
Modenblende

5 - Strahlteiler

6 - Linse 2

7 - Spiegel

8 - Beugungsbild

9 - Objektbild

10 - Schirm

### Messprotokoll

Fehlergrößen:

Messuhre  $\pm 0,5 \text{ mm}$  ( $\frac{1}{2}$  der Skaleinheit)

Einzelspalt „Micrometerschraube Spaltbreite“  $\pm 0,5 \mu\text{m}$

Offset:  $30 \mu\text{m}$  (Spalt geht nur mit Gewalt weiter zu)

„Micrometerschraube horizontale Position“  $\pm 0,5 \mu\text{m}$

Linsen  
 · L1:  $f_1 = 80 \text{ mm}$   
 · L2:  $f_2 = 100 \text{ mm}$

} kein Fehler angegeben

Messuhrt  $\pm 0,005 \text{ mm}$  ( $\frac{1}{2}$  der Skaleinheit)

Pixelfehler: Der Pixelfehler wurde für den gesamten Versuch abgeschätzt. Dabei wurde für die Ortsposition  $x$  jeweils ein Fehler von  $\Delta x = 3$  gewählt, da hier vergleichsmäßig wenige Schwankungen auftraten und nur die menschliche Treffsicherheit ein Hindernis darstellte. Für die Intensität  $I$  wählten wir einen Fehler von  $\Delta I = 10$ , da hier zusätzlich zur Treffunsicherheit deutlich stärkere Schwankungen auftraten.

## Aufgabe 1

a) Variierter Parameter: Spaltbreite Objekt

Bei Vergrößerung der Spaltbreite wächst auch die Breite des Objektbildes, während die Breite des Beugungsbildes abnimmt. Visuell scheint es beim Beugungsbild außerdem zu einer Steigerung der Intensität zu kommen.

b) Variierter Parameter: Rotation Objekt

Bei links zirkulärer Rotation des Objektes rotieren beide Bilder ebenfalls links zirkulär.

c) Variierter Parameter: Spaltbreite Analysespalt

Es wird beobachtet, dass ab einem gewissen kritischen Punkt das Bild wie zu erwarten verschwindet.  
→ (Spalt zu)

Bei minimaler Öffnung werden zwei vertikale parallele Lichtstrahlen beobachtet. Im Zentrum befindet sich ein Minimum.

Je weiter der Spalt geöffnet wird, desto weiter verschwindet die Grenze und die Mitte der Striche wird ebenfalls beobachtet bis erneut ein einziger breiter Strahl zu beobachten ist. Dabei ändern sich die Positionen der äußeren Striche nicht. (Variieren wir nun jedoch den Spaltbreite des Objektes können wir deren horizontalen Abstand vergrößern.)

Ab einem gewissen Maß an Spaltbreite wird nur einer (!) der Striche breiter und steigt in Intensität. Die Beobachtung betrifft sowohl Beugung- als auch Objektbild.

d) Variierter Parameter: Modellblende

Bei Einfügen der Modellblende verschwindet der mittlere und hellste Strich und es sind nur noch weniger helle Striche (symmetrisch) zu dessen Seite zu beobachten. Im Beugungsbild beobachten wir dasselbe.

## Aufgabe 2

Minimum	Pixel ( $x$ )	Spaltbreite Analysespalt (mm)
5	336 $\pm$ 3	0,600 $\pm$ 0,005
4	386 $\pm$ 3	0,443 $\pm$ 0,005
3	432 $\pm$ 3	0,310 $\pm$ 0,005
2	477 $\pm$ 3	0,200 $\pm$ 0,005
1	525 $\pm$ 3	0,110 $\pm$ 0,005

Skizze 2: Eichung der Abszisse

### Aufgabe 3

Doppelspalt :

Abstand der Spalte :



Skizze :

Doppelspalt A



Doppelspalt B



Doppelspalt C



Interpretation :

Je größer der Abstand zwischen den beiden Spalten, desto weniger stehen die Maxima bzw. Minima zusammen. Ein größerer Spaltabstand bedeutet einen größeren Gravierschied schon bei kleinen Winkeln, weshalb Interferenzen häufiger hintereinander auftreten.

Zuordnung Beugungsordnung:  $n\lambda = d \sin(\varphi)$

$n \hat{=} \text{Beugungsordnung}$

Da das Hauptmaximum klar zu erkennen ist lassen sich die Beugungsordnungen durch durchzählen ermitteln.

DS A:  $n = 4$

DS B:  $n = 8$

DS C:  $n = 12$

Maximum	Pixel ( $x$ )	Intensität ( $y$ )
1. NM links HM	$812 \pm 3$	$666 \pm 10$
HM	$843 \pm 3$	$1005 \pm 10$
1. NM rechts	$875 \pm 3$	$550 \pm 10$

Tabelle 3.1: Intensität der Doppelspaltmaxima

### Aufgabe 4

maximal zugelassene Ordnung	Spaltabstand Analysierspalt [mm]
0	0,110
1	0,286
2	0,420
3	0,649
„voll geöffnet“	18,975

Tabelle 4.1: Spaltabstand des Analysierspaltes bei maximal zugelassener Beugungsordnung am Einzelpunkt

gemessene Bildweite  $b = 35,0 \text{ cm} \pm 0,5 \text{ cm}$

Abstand zwischen  $L_1$  und Objekt  $d = 115 \text{ mm} \pm 0,5 \text{ mm}$

Brennweite  $L_1$ :  $f_1 = 80 \text{ mm}$

### Aufgabe 5

maximal zugelassene Ordnung	Spaltabstand Analysierspalt [mm]
0	0,057
1	0,171

Tabelle 5.1: Spaltabstand des Analysierspaltes bei maximal zugelassener Beugungsordnung am Doppelpunkt

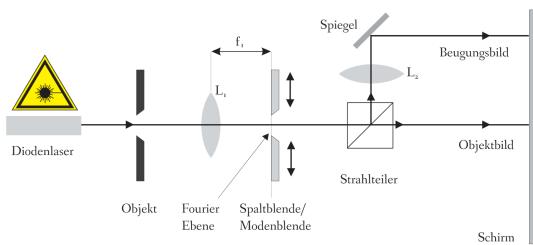
# 3. Durchführung

## 3.1 Messverfahren

Für die Aufnahme und Auswertung der Beugungsbilder wurde das folgende Messprotokoll verwendet. Alle Schritte wurden gemäß den Anweisungen des Praktikumsskripts durchgeführt und dokumentiert.

### 3.1.1 Vorbereitung des Aufbaus

- Der Diodenlaser wurde eingeschaltet und auf stabile Ausgangsleistung eingestellt. Der Graufilter wurde zunächst aus dem Strahlengang genommen, um eine ausreichende Intensität für die Justage zu gewährleisten.
- Der variable Einzelpalt (bzw. später der Doppelspalthalter) wurde als Objekt vor dem Laser positioniert. Die Spaltbreite wurde zunächst so gewählt, dass mindestens das Hauptmaximum und fünf Nebenmaxima im Bildsensor erfasst werden konnten (vgl. Abschnitt 1.2).
- Die Linse  $L_1$  wurde so platziert, dass ihr Abstand zum Analysierspalt exakt  $f_1 = 80\text{ mm}$  betrug (vgl. Abb. III). Dieser Abstand definiert die Fourier-Ebene.
- Der Analysierspalt bzw. die Modenblende wurde in die Fourier-Ebene eingesetzt. Durch schrittweises Schließen des Spalts konnten die gewünschten Beugungsordnungen selektiv abgeschaltet werden.
- Die zweite Linse  $L_2$  wurde so justiert, dass das Beugungsbild auf dem Detektor scharf abgebildet wird. Der Strahlteiler und der Umlenkspiegel leiteten das Bild zur ThorCam-Kamera.



**Abbildung I:** Schematische Darstellung des optischen Aufbaus

### 3.1.2 Aufnahme von Bildern

- Die Kamera wurde über die Software ThorCam konfiguriert:
  - Bildformat: **16-bit TIFF without Annotations.**
  - Belichtungszeit so eingestellt, dass weder das Hauptmaximum noch die ersten Nebenmaxima gesättigt waren (vgl. (3)).
  - Gain=0.**
- Für jede Spaltbreite bzw. jeden Spaltabstand wurden mindestens drei Bilder aufgenommen:
  - Bild mit voller Beugungsordnung (keine Abschattung).
  - Bild mit abgeschalteter Nullordnung (Modenblende blockiert  $k_y = 0$ ).
  - Bild mit abgeschalteten höheren Ordnungen (z. B.  $\pm 1, \pm 2$ ).
- Zusätzlich wurden für den Doppelspalt Bilder bei verschiedenen Spaltabständen  $g$  aufgenommen, um die Interferenzterm  $\cos^2(\pi g \sin \theta / \lambda)$  aus (5) zu untersuchen.

### 3.1.3 Auswertung der Aufnahmen

- Die aufgenommenen TIFF-Dateien wurden in das Analyseprogramm Gwyddion importiert. Dort wurde für jedes Bild ein Intensitätsprofil entlang einer horizontalen Linie durch das Hauptmaximum erzeugt (Menü **Intensity Profile**).
- Das Profil wurde als Textdatei exportiert, sodass die Intensität  $I(x)$  in Abhängigkeit von der Pixelposition  $x$  vorliegt.
- Die Pixelpositionen wurden mit der bekannten Pixelgröße  $p = 3,45\text{ }\mu\text{m}$  in physikalische Koordinaten umgerechnet:
 
$$X = p \cdot x.$$
- Zur Kalibrierung der Abszisse wurden die Positionen mehrerer Beugungsminima (mindestens fünf gut sichtbare Minima) gemessen. Aus den bekannten theoretischen Minima-Positionen  $x_n = n\lambda f/(d)$  (Einzelpalt) bzw.  $x_n = n\lambda f/g$  (Doppelspalt) wurde der Skalierungsfaktor bestimmt und die Bildweite  $b$  sowie die Vergrößerung  $M = f/b$  berechnet.

5. Die gemessenen Intensitätsprofile wurden mit den theoretischen Funktionen (3) bzw. (5) verglichen. Für die Anpassung wurden die Parameter  $d$  (Spaltbreite) und  $g$  (Spaltabstand) als freie Variablen in einem nichtlinearen Fit (Levenberg-Marquardt) verwendet.

## 4. Auswertung

### Fehlerrechnung

Für die statistische Auswertung von  $n$  Messwerten  $x_i$  werden folgende Größen definiert [Wag25]:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad \text{Arithmetisches Mittel} \quad (1)$$

$$\sigma^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \quad \text{Variation} \quad (2)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad \text{Standardabweichung} \quad (3)$$

$$\Delta\bar{x} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = \sqrt{\frac{1}{n(n-1)} \sum_{i=1}^n (\bar{x} - x_i)^2} \quad \text{Fehler des Mittelwerts} \quad (4)$$

$$\Delta f = \sqrt{\left(\frac{\partial f}{\partial x} \Delta x\right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial y} \Delta y\right)^2} \quad \text{Gauß'sches Fehlerfortpflanzungsgesetz für } f(x, y) \quad (5)$$

$$\Delta f = \sqrt{(\Delta x)^2 + (\Delta y)^2} \quad \text{Fehler für } f = x + y \quad (6)$$

$$\Delta f = |a| \Delta x \quad \text{Fehler für } f = ax \quad (7)$$

$$\frac{\Delta f}{|f|} = \sqrt{\left(\frac{\Delta x}{x}\right)^2 + \left(\frac{\Delta y}{y}\right)^2} \quad \text{relativer Fehler für } f = xy \text{ oder } f = x/y \quad (8)$$

$$\sigma = \frac{|a_{lit} - a_{gem}|}{\sqrt{\Delta a_{lit}^2 + \Delta a_{gem}^2}} \quad \text{Berechnung der signifikanten Abweichung} \quad (9)$$

Im Folgenden werden nun die Auswertungen zu den einzelnen Aufgaben durchgeführt. Die [Formeln zur Auswertung](#) sind oben gelistet. Der [Python code](#) ist am Dokumentende zu finden.

## 4.1 Aufgabe 1: Qualitative Beobachtungen am Einfachspalt

Zunächst soll der Einfluss verschiedener Parameter qualitativ untersucht werden, um deren Auswirkung auf Objekt- und Beugungsbild zu verstehen.

### Spaltbreite

Wie zu erwarten wird bei Vergrößerung der Spaltbreite auch das *Objektbild* breiter, da dies ja eben die Projektion des Spaltes ist und diesen somit „darstellt“.

Das *Beugungsbild* jedoch wird bei größerer Spaltbreite schmäler. Es erscheint gleichzeitig intensiver in seiner Helligkeit im Centrum, so als würde sämliches Licht des Beugungsbildes sich auf dem Mittelpunkt zentrieren.

### Rotation des Spaltes

Sowohl *Objektbild*, als auch *Beugungsbild* rotieren symmetrisch und zirkulär zur Rotation des Spaltes.

### Öffnung des Analysespaltes

Die hier gemachten Beobachtungen sind nicht mehr trivial wie zuvor. Denn sobald die Spaltbreite des Analysespaltes klein genug ist, sind zwei Lichtlinien im *Objektbild* zu beobachten.

## 4.2 Aufgabe 2: Vermessen der Beugungsstruktur des Einfachspaltes

## 4.3 Aufgabe 3: Vermessen der Beugungsstruktur des Doppelspaltes

## 4.4 Aufgabe 4: Das Objektbild als Fouriersynthese des Beugungsbildes am Beispiel des Einfachspaltes

## 4.5 Aufgabe 5: Das Objektbild als Fouriersynthese des Beugungsbildes am Beispiel des Doppelspaltes

## 5. Diskussion

**5.1 Zusammenfassung**

**5.2 Analyse der Messwerte**

**5.3 Kritik**

## 6. Python-Code

Der gesamte Pythoncode ist auf meinem GitHub unter <https://github.com/FinnZeumer/PAP-2> zu finden. Zudem ist hier auch der Souce-Code für dieses Projekt selbst, falls Interesse besteht diesen zu sehen.

## 7. Anhang

# Abbildungsverzeichnis

I	Schematische Darstellung der Fraunhoferbeugung. Sowohl im Unendlichen, als auch mit Linse. . . . .	3
II	Schematische Darstellung der Fraunhoferbeugung am Spalt. . . . .	3
III	Schematischer Versuchsaufbau für die Fourier-Optik-Messungen. . . . .	4
IV	Spaltfunktion des Einfachspalts . . . . .	4
V	Spaltfunktion des Doppelpalts . . . . .	5
VI	Spaltbilder des Doppelpaltes unter Ausblendung verschiedener Beugungsordnungen. . . . .	5
I	Schematische Darstellung des optischen Aufbaus . . . . .	10

## Tabellenverzeichnis

2..1	Eichung der Abszisse . . . . .	10
2..2	Intensität der Doppelspaltmaxima . . . . .	10
2..3	Spaltabstand des Analysespaltes bei maximal zugelassener Beugungsordnung am Einzelpunkt . . . . .	10
2..4	Spaltabstand des Analysespaltes bei maximal zugelassener Beugungsordnung am Doppelpunkt . . . . .	10

## Literaturverzeichnis

- [Wag25] Dr. J. Wagner. *Physikalisches Praktikum PAP 1 für Studierende der Physik*, pages 4–28. Universität Heidelberg, 2025.
- [Wag26] Dr. J. Wagner. *Physikalisches Anfängerpraktikum PAP 2.1 für Studierende der Physik*, chapter 233. Universität Heidelberg, 2026.

Hinweis zur Nutzung des Universitäts-Logos sind unter: [Nutzung des Universitätslogos](#) zu finden. Der rechtliche Hinweis sagt dabei:

"Das Logo der Universität Heidelberg steht Ihnen ausschließlich zur Nutzung für universitäre Zwecke zur Verfügung. Eine anderweitige Verwendung muss mit der Abteilung Kommunikation und Marketing abgestimmt werden. Schriftzüge und Siegel dürfen nicht verändert werden."

Es wurden alle Designrichtlinien ordnungsgemäß nach Vorgabe eingehalten.