

## **Inhaltsverzeichnis**

<b>1 Zielsetzung</b>	<b>3</b>
<b>2 Theorie</b>	<b>3</b>
<b>3 Fehlerrechnung</b>	<b>5</b>
<b>4 Durchführung</b>	<b>5</b>
<b>5 Auswertung</b>	<b>6</b>
<b>6 Diskussion</b>	<b>16</b>
<b>Literatur</b>	<b>16</b>

## 1 Zielsetzung

In diesem Versuch sollen mit Hilfe der Beugungsbilder die Breite  $b$  zweier Einzelspalte ausgemessen werden. Zudem soll auch die Breite  $b$  der Spalte und der Spaltabstand  $s$  bei einem Doppelspalt in analoger Weise bestimmt werden. Weiterhin soll das Beugungsbild eines Doppelspalts mit dem eines Einzelspalts verglichen werden.

## 2 Theorie

Lichtbeugung tritt immer dann auf, wenn die Abmessungen der Hindernisse ungefähr in der Größenordnung der Wellenlänge  $\lambda$  des Lichts sind. In diesem Versuch wird nur die Fraunhofer Beugung betrachtet, da ihre mathematische Beschreibung relativ einfach ist. Bei dieser wird die Lichtquelle in einem großen Abstand zum beugenden Objekt positioniert, sodass von einem parallel ankommenden Strahlenbündel ausgegangen werden kann. Im Punkt  $P$  interferieren dann diejenigen Lichtstrahlen, die unter dem gleichen Winkel  $\phi$  gebeugt werden. Eine schematische Darstellung der Fraunhofer Beugung ist in Abbildung 1 zu sehen. Die Beugung wird mit Hilfe des Huygensschen Prinzips der

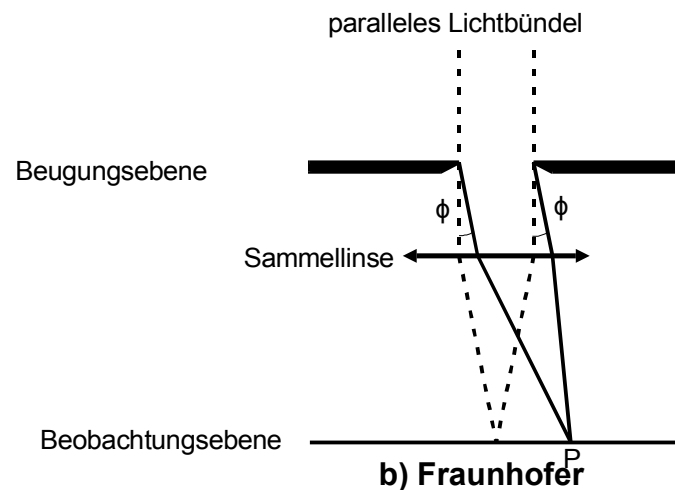


Abbildung 1: Fraunhofer Beugung am Einzelspalt[1, S. 31].

Elementarwellen und dem Interferenzprinzip erklärt. Von jedem Punkt einer Wellenfront gehen zu jedem Zeitpunkt neue Kugelwellen aus. Die Überlagerung dieser neuen Wellen ergibt eine neue Wellenfront, die die Einhüllende der ausgesendeten Kugelwellen ist. Um nun den Zustand eines bestimmten Punktes innerhalb der Wellenfront zu beschreiben, müssen alle zu einem bestimmten Zeitpunkt dort ankommenden Kugelwellen überlagert werden. Wird das auf den Einzelspalt übertragen, so muss über alle Strahlenbündel, die unter dem Winkel  $\phi$  abgelenkt werden, summiert werden, um die Amplitude bestimmen zu können. Da diese Strahlenbündel sehr klein sind, geht die Summation in eine Integration über die gesamte Spaltbreite  $b$  über. Es wird davon ausgegangen, dass eine Welle,

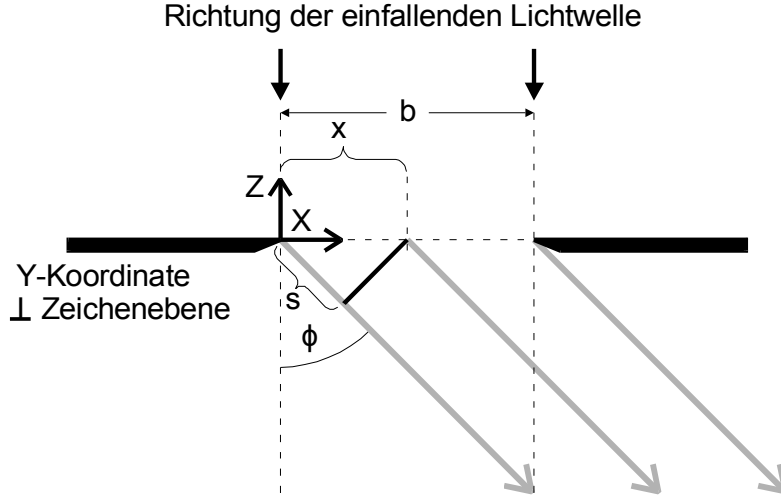
beschrieben durch die Gleichung

$$A(z, t) = A_0 \exp \left\{ i \left( \omega t - 2\pi \frac{z}{\lambda} \right) \right\}, \quad (1)$$

einfällt. Zwischen zwei Strahlen, die von unterschiedlichen Orten mit dem Abstand  $x$  ausgehen, stellt sich ein Phasenunterschied ein. Dieser beträgt:

$$\delta = \frac{2\pi x \sin(\phi)}{\lambda},$$

wie aus Abbildung 2 ersichtlich wird. Nach Ausführen der Integration und einigen Um-



**Abbildung 2:** Schema zum Gangunterschied zweier Teilstrahlen[1, S. 32].

formungen ergibt sich für die Amplitude des in  $\phi$ -Richtung abgelenkten Strahls:

$$B(z, t, \phi) = A_0 \exp \left\{ i \left( \omega t - \frac{2\pi z}{\lambda} \right) \right\} \cdot \exp \left\{ \frac{\pi i b \sin(\phi)}{\lambda} \right\} \cdot \frac{\lambda}{\pi \sin(\phi)} \sin \left\{ \frac{\pi b \sin(\phi)}{\lambda} \right\}, \quad (2)$$

wobei die beiden komplexen Exponentialfunktionen nur Phasenfunktionen beschreiben und nur die beiden letzten Terme für experimentelle Überprüfungen wichtig sind. Zur Überprüfung wird die zeitlich gemittelte Intensität  $I(\phi)$  betrachtet, da sich die Amplitude nicht messen lässt. Es gilt der Zusammenhang  $I(\phi) \propto B(\phi)^2$ :

$$I(\phi) \propto B(\phi)^2 = A_0^2 b^2 \left\{ \frac{\lambda}{\pi b \sin(\phi)} \right\}^2 \cdot \sin^2 \left\{ \frac{\pi b \sin(\phi)}{\lambda} \right\}. \quad (3)$$

Ein Doppelspalt lässt sich in analoger Form berechnen, wenn er als Überlagerung zweier Einzelspalte der Breite  $b$ , die im Abstand  $s$  angeordnet sind, betrachtet wird. Es ergibt sich dann für die Intensitätsverteilung  $I(\phi)$ :

$$I(\phi) \propto B(\phi)^2 = 4 \cos^2 \left( \frac{\pi s \sin(\phi)}{\lambda} \right) \cdot \left\{ \frac{\lambda}{\pi b \sin(\phi)} \right\}^2 \cdot \sin^2 \left( \frac{\pi b \sin(\phi)}{\lambda} \right). \quad (4)$$

Zu sehen ist, dass in der Intensitätsverteilung  $I(\phi)$  zusätzlich zu der  $\cos^2$ -Verteilung auch die Terme der Intensitätsverteilung des Einzelspalts beitragen.

### 3 Fehlerrechnung

Im Folgenden werden alle Mittelwerte mit folgender Formel bestimmt:

$$\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i. \quad (5)$$

Der zugehörige Fehler des Mittelwertes berechnet sich mit

$$\Delta\bar{x} = \frac{1}{\sqrt{N}} \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}. \quad (6)$$

Werden fehlerbehaftete Größen in einer späteren Formel benutzt, so wird der neue Fehler mit Hilfe der Gauß'schen Fehlerfortpflanzung angegeben:

$$\Delta f(x_i) = \sqrt{\sum_{i=1}^N \left( \frac{\partial f}{\partial x_i} \right)^2 \cdot (\Delta x_i)^2}. \quad (7)$$

Eventuelle Ausgleichsgeraden berechnen sich über

$$y = a \cdot x + b \quad (8a)$$

$$a = \frac{\overline{xy} - \bar{x} \bar{y}}{\overline{x^2} - \bar{x}^2} \quad (8b)$$

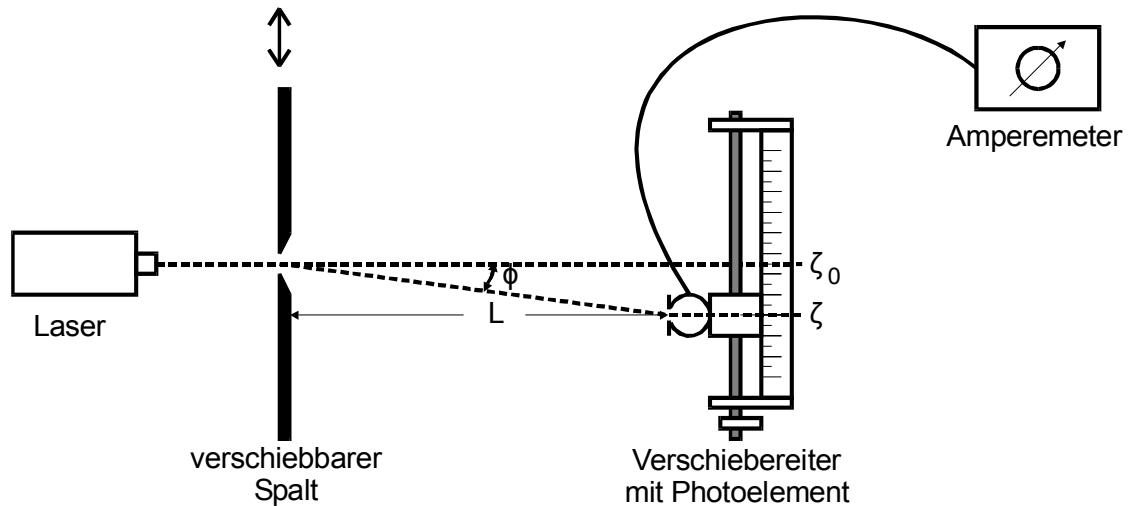
$$b = \frac{\overline{x^2 \bar{y}} - \bar{x} \overline{xy}}{\overline{x^2} - \bar{x}^2}. \quad (8c)$$

Die Regression, sowohl von Ausgleichsgeraden als auch von anderen Funktionen, sowie die Bestimmung der zugehörigen Fehler, wird mit iPython 2.1.0 durchgeführt.

Fehler werden nach DIN auf eine geltende Ziffer gerundet. Sollte diese Zahl eine 1 sein, so wird, ebenfalls nach DIN, eine weitere Ziffer angegeben. Der zugehörige Wert wird mit der gleichen Anzahl an Nachkommastellen wie der Fehler angegeben. Ausnahmen sind Werte, bei denen der Fehler größer als der eigentliche Wert ist. In diesem Fall wird eine geltende Ziffer des Wertes angegeben. Im Falle einer 1 wird erneut auch die nächste Ziffer angegeben, der Fehler wird entsprechend gerundet.

### 4 Durchführung

Zunächst wird die Strecke  $L$ , die den Abstand zwischen dem Spalt und dem Photoelement, wie in Abbildung 3 zu sehen, angibt, ausgemessen. Danach wird die Messung für den ersten Einzelspalt gestartet. Da das Photoelement, mit dem die Intensität des gebeugten Strahls gemessen wird, bereits im unbeleuchteten Zustand einen Strom  $I_{\text{Dunkel}}$  anzeigt, muss dieser vor jeder Messung ausgemessen werden. Dazu wird das Photoelement mit einem kalten lichtundurchlässigen Gegenstand abgedeckt und der Dunkelstrom  $I_{\text{Dunkel}}$  notiert. Für die Intensitätsmessung wird der Gegenstand wieder entfernt, und der



**Abbildung 3:** Aufbau der Messapparatur zur Ausmessung der Spaltgröße[1, S. 36].

angezeigte Strom  $I$  wird notiert. Das Photoelement wird nach jeder Messung der beiden Ströme verschoben. In der Nähe des Hauptmaximums wird es in  $0,25 \cdot 10^{-3}$  m Schritten bewegt, weiter außen in  $0,50 \cdot 10^{-3}$  m beziehungsweise  $1,00 \cdot 10^{-3}$  m Schritten. Daraus ergeben sich Datentripel bestehend aus der Verschiebung  $x$  des Photoelementes und den beiden an dieser Stelle gemessenen Strömen  $I_{\text{Dunkel}}$  und  $I$ . Das Photoelement wird in beide Richtungen des Hauptmaximums um insgesamt ca.  $25,00 \cdot 10^{-3}$  m verschoben.

Der zweite Einzelspalt und der Doppelspalt werden analog ausgemessen, sodass sich auch hier wieder die gleichen Datentripel aus der Verschiebung  $x$  und den beiden Strömen  $I_{\text{Dunkel}}$  und  $I$  ergeben.

Nach diesen Messungen werden die Spalte noch mit einem Mikroskop ausgemessen. Dazu wird ein Lineal mit dem Mikroskop betrachtet, sodass dadurch die Vergrößerung des Mikroskops bestimmt werden kann. Sobald diese bestimmt ist, werden die Breiten  $b$  der beiden Einzelspalte und des Doppelspalts abgelesen und zusätzlich wird der Spaltabstand  $s$  des Doppelspalts abgelesen und alle Werte werden notiert.

## 5 Auswertung

Der anfangs ausgemessene Abstand  $L$  von dem optischen Element zur Messsonde sowie die Wellenlänge[1, S. 36]  $\lambda$  des verwendeten Lasers lauten:

$$L = 1,27 \text{ m}$$

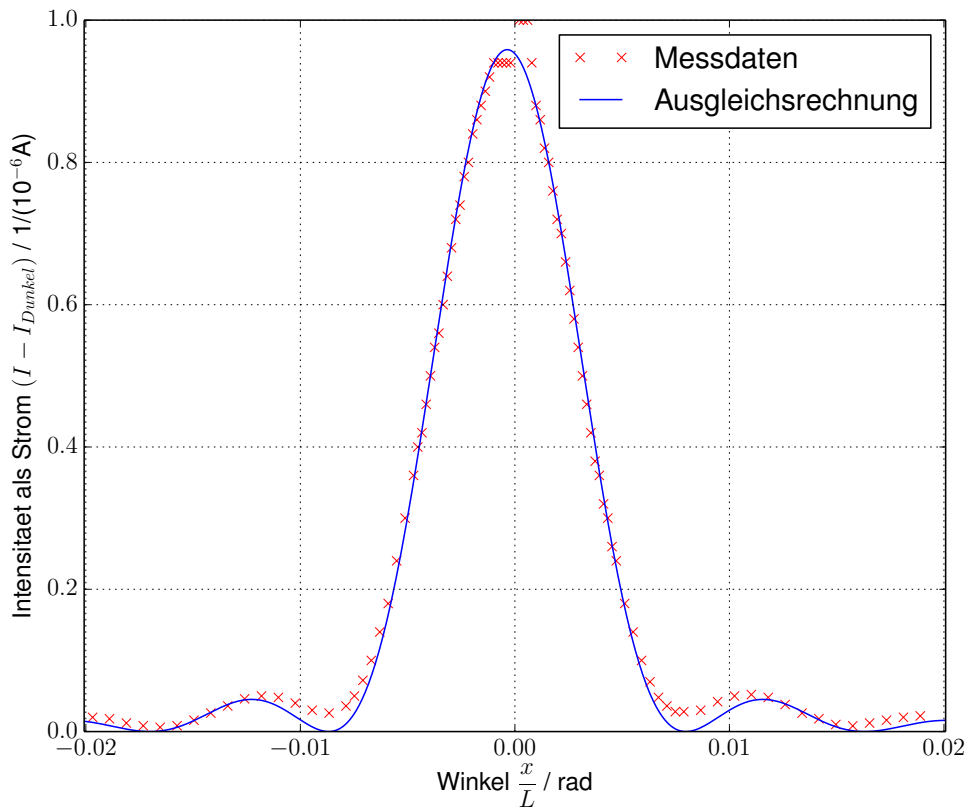
$$\lambda = 633 \cdot 10^{-9} \text{ m.}$$

Die Probemessung an dem Mikroskop hat eine Vergrößerung  $V$  von

$$V = 9,4$$

ergeben.

Die Daten zur Bestimmung der Spaltgröße  $b$  für den kleinen Spalt über das Beugungsmuster befinden sich in Tabelle 1. Wie in der Tabelle zu sehen ist, ist der gemessene Dunkelstrom stark von der Auslenkung  $x$  abhängig. Da dies physikalisch keinen Sinn ergibt, wurde für die nächsten beiden Messungen ein dickeres Objekt zur Abschirmung verwendet. Es zeigt sich, dass der dabei gemessene Dunkelstrom  $0,1 \cdot 10^{-12}$  A beträgt. Da diese Messgröße bei allen Messungen konstant ist und der Wert um einen ungefähren Faktor von 6 kleiner ist als die Ströme die durch das Laserlicht erzeugt werden, wird darauf verzichtet die erste Messung erneut durchzuführen und es wird auch für diese Messreihe ein Dunkelstrom von  $I_{\text{Dunkel}} \equiv 0,1 \cdot 10^{-12}$  A angenommen. Mit Hilfe der Messwerte und Gleichung (3) wird eine Ausgleichsrechnung durchgeführt, wobei für den Winkel  $\phi \approx \frac{x}{L}$  angenommen wird. Da in der Formel durch  $\sin(\frac{x}{L})$  geteilt wird, wird der Wert bei  $x = 0$  für die Ausgleichsrechnung nicht betrachtet, da sich an dieser Stelle trotz Konvergenz kein numerisch zu verarbeitender Wert ergibt. Zusätzlich wird davon ausgegangen, dass es nicht perfekt geschafft wurde die Nulllinie des direkten Strahlendurchgangs zu finden und eine entsprechende numerische Korrektur wird bei der Regression beachtet. Die Regression befindet sich in Abbildung 4. Es ergeben sich



**Abbildung 4:** Ausgleichsrechnung zur Bestimmung der Breite des kleinen Spaltes.

**Tabelle 1:** Messdaten des Beugungsmusters des kleinen Spaltes.

$x / 10^{-3} \text{ m}$	$I_{\text{Dunkel}} / 10^{-9} \text{ A}$	$I / 10^{-6} \text{ A}$		$x / 10^{-3} \text{ m}$	$I_{\text{Dunkel}} / 10^{-9} \text{ A}$	$I / 10^{-6} \text{ A}$
-25,00	0,008	0,020		0,00	0,36	1,00
-24,00	0,008	0,018		0,25	0,34	1,00
-23,00	0,006	0,012		0,50	0,34	1,00
-22,00	0,006	0,0082		0,75	0,32	1,00
-21,00	0,004	0,0060		1,00	0,3	0,94
-20,00	0,006	0,0082		1,25	0,34	0,88
-19,00	0,008	0,016		1,50	0,32	0,86
-18,00	0,012	0,026		1,75	0,30	0,82
-17,00	0,016	0,036		2,00	0,30	0,80
-16,00	0,020	0,046		2,25	0,28	0,76
-15,00	0,020	0,050		2,50	0,28	0,72
-14,00	0,020	0,048		2,75	0,26	0,70
-13,00	0,018	0,040		3,00	0,24	0,66
-12,00	0,018	0,030		3,25	0,22	0,62
-11,00	0,018	0,026		3,50	0,22	0,58
-10,00	0,024	0,036		3,75	0,20	0,54
-9,50	0,030	0,050		4,00	0,20	0,50
-9,00	0,038	0,072		4,25	0,18	0,46
-8,50	0,050	0,10		4,50	0,16	0,42
-8,00	0,066	0,14		4,75	0,16	0,38
-7,50	0,086	0,18		5,00	0,14	0,36
-7,00	0,10	0,24		5,25	0,14	0,32
-6,50	0,12	0,30		5,50	0,12	0,30
-6,00	0,16	0,36		5,75	0,10	0,26
-5,75	0,18	0,40		6,00	0,10	0,24
-5,50	0,18	0,42		6,50	0,072	0,18
-5,25	0,20	0,46		7,00	0,058	0,14
-5,00	0,20	0,50		7,50	0,042	0,10
-4,75	0,22	0,54		8,00	0,036	0,070
-4,50	0,24	0,56		8,50	0,028	0,048
-4,25	0,24	0,60		9,00	0,022	0,036
-4,00	0,26	0,64		9,50	0,018	0,028
-3,75	0,28	0,68		10,00	0,016	0,028
-3,50	0,28	0,72		11,00	0,016	0,030
-3,25	0,28	0,74		12,00	0,018	0,042
-3,00	0,30	0,78		13,00	0,020	0,050
-2,75	0,30	0,80		14,00	0,018	0,052
-2,50	0,32	0,84		15,00	0,018	0,048
-2,25	0,32	0,86		16,00	0,016	0,038
-2,00	0,32	0,88		17,00	0,012	0,026
-1,75	0,34	0,90		18,00	0,010	0,018
-1,50	0,34	0,92		19,00	0,008	0,010
-1,25	0,34	0,94		20,00	0,006	0,008
-1,00	0,36	0,94		21,00	0,006	0,012
-0,75	0,36	0,94		22,00	0,008	0,016
-0,50	0,36	0,94		23,00	0,008	0,020
-0,25	0,36	0,94		24,00	0,010	0,022

folgende Werte:

Verschiebung der Nulllinie:	$\Delta\phi = (5,7 \pm 0,3) \cdot 10^{-4} \text{ rad}$
Spaltbreite:	$b_{\text{Beugung}} = (7,60 \pm 0,04) \cdot 10^{-5} \text{ m}$
Herstellerangabe:	$b_{\text{Her}} = 7,5 \cdot 10^{-5} \text{ m}$
$\Rightarrow$ Abweichung:	$\frac{b_{\text{Beugung}} - b_{\text{Her}}}{b_{\text{Her}}} = 1,34 \%$

Die Messung mit dem Mikroskop hat folgende Werte ergeben:

Spaltbreite:	$b_{\text{Mikroskop}} = 5,32 \cdot 10^{-5} \text{ m}$
Herstellerangabe:	$b_{\text{Her}} = 7,5 \cdot 10^{-5} \text{ m}$
$\Rightarrow$ Abweichung:	$\frac{b_{\text{Mikroskop}} - b_{\text{Her}}}{b_{\text{Her}}} = -29,08 \%$

Die Daten zur Bestimmung der Spaltgröße  $b$  des großen Spalts mit Hilfe des Beugungsmusters befinden sich in Tabelle 2. Mit den Werten wird analog wie zuvor vorgegangen. Die Regression befindet sich in Abbildung 5 und die zugehörigen Werte lauten:

Verschiebung der Nulllinie:	$\Delta\phi = (1,15 \pm 0,14) \cdot 10^{-4} \text{ rad}$
Spaltbreite:	$b_{\text{Beugung}} = (1,445 \pm 0,007) \cdot 10^{-4} \text{ m}$
Herstellerangabe:	$b_{\text{Her}} = 1,5 \cdot 10^{-4} \text{ m}$
$\Rightarrow$ Abweichung:	$\frac{b_{\text{Beugung}} - b_{\text{Her}}}{b_{\text{Her}}} = -3,70 \%$

Die Messung mit dem Mikroskop hat folgende Werte ergeben:

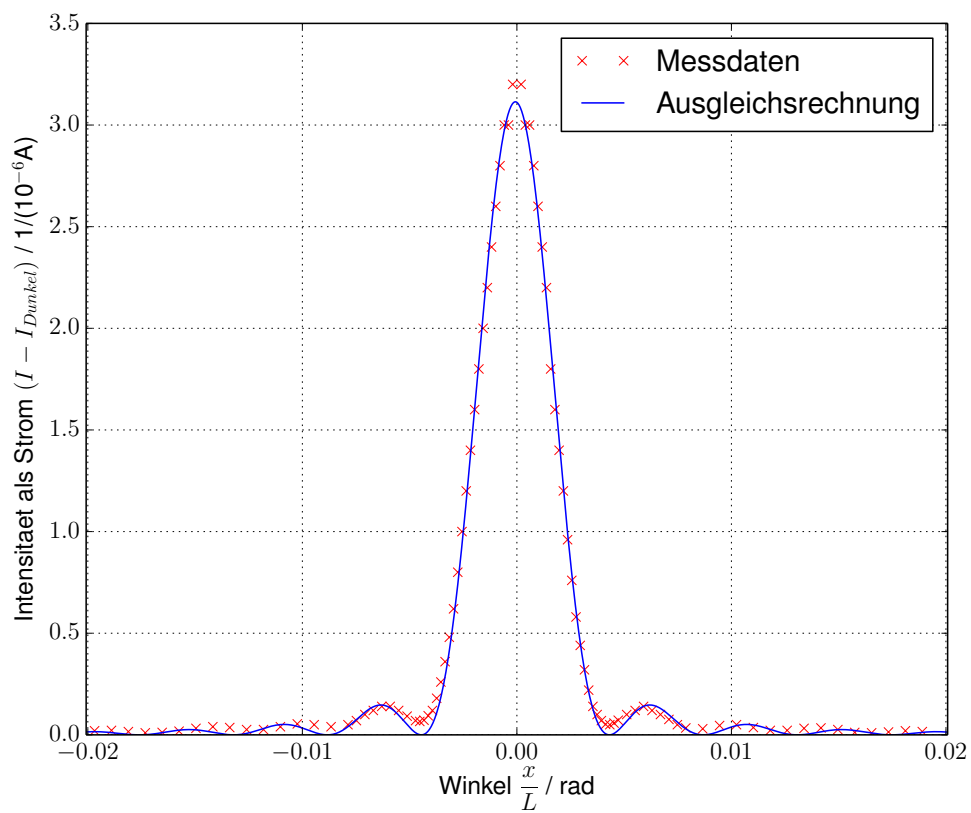
Spaltbreite:	$b_{\text{Mikroskop}} = 1,17 \cdot 10^{-4} \text{ m}$
Herstellerangabe:	$b_{\text{Her}} = 1,5 \cdot 10^{-4} \text{ m}$
$\Rightarrow$ Abweichung:	$\frac{b_{\text{Mikroskop}} - b_{\text{Her}}}{b_{\text{Her}}} = -21,99 \%$

Zur Bestimmung der Spaltgröße  $b$  und der Gitterkonstante  $s$  beim Doppelspalt wird erneut analog zur obigen Auswertung vorgegangen, allerdings wird hier Gleichung (4) zur Regression verwendet. Die Messdaten befinden sich in Tabelle 3 und die Ausgleichsrechnung in Abbildung 6. Es ergeben sich folgende Werte:



**Tabelle 2:** Messdaten des Beugungsmusters des großen Spaltes.

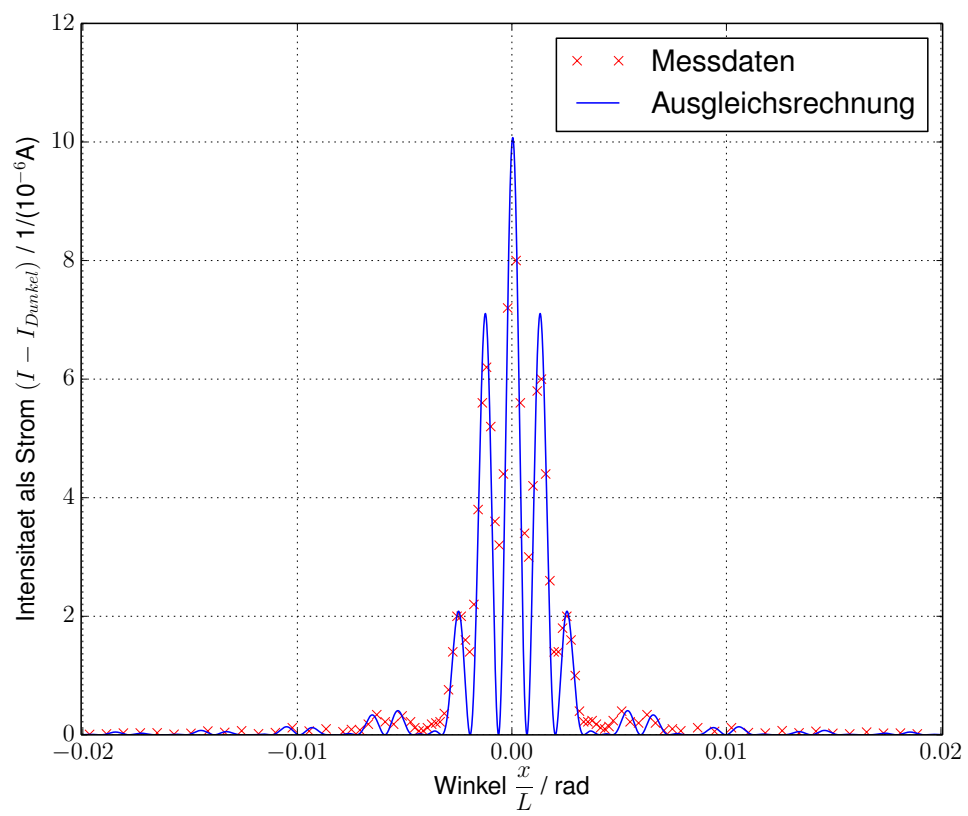
$x / 10^{-3} \text{ m}$	$I_{\text{Dunkel}} / 10^{-12} \text{ A}$	$I / 10^{-6} \text{ A}$		$x / 10^{-3} \text{ m}$	$I_{\text{Dunkel}} / 10^{-12} \text{ A}$	$I / 10^{-6} \text{ A}$
-25,00	0,1	0,020		0,00	0,1	3,2
-24,00	0,1	0,022		0,25	0,1	3,2
-23,00	0,1	0,016		0,50	0,1	3,0
-22,00	0,1	0,010		0,75	0,1	3,0
-21,00	0,1	0,012		1,00	0,1	2,8
-20,00	0,1	0,018		1,25	0,1	2,6
-19,00	0,1	0,032		1,50	0,1	2,4
-18,00	0,1	0,040		1,75	0,1	2,2
-17,00	0,1	0,036		2,00	0,1	1,8
-16,00	0,1	0,026		2,25	0,1	1,6
-15,00	0,1	0,026		2,50	0,1	1,4
-14,00	0,1	0,040		2,75	0,1	1,2
-13,00	0,1	0,054		3,00	0,1	0,96
-12,00	0,1	0,050		3,25	0,1	0,76
-11,00	0,1	0,040		3,50	0,1	0,58
-10,00	0,1	0,050		3,75	0,1	0,44
-9,50	0,1	0,070		4,00	0,1	0,32
-9,00	0,1	0,10		4,25	0,1	0,22
-8,50	0,1	0,12		4,50	0,1	0,14
-8,00	0,1	0,14		4,75	0,1	0,10
-7,50	0,1	0,14		5,00	0,1	0,070
-7,00	0,1	0,12		5,25	0,1	0,052
-6,50	0,1	0,092		5,50	0,1	0,050
-6,00	0,1	0,070		5,75	0,1	0,058
-5,75	0,1	0,066		6,00	0,1	0,072
-5,50	0,1	0,072		6,50	0,1	0,10
-5,25	0,1	0,094		7,00	0,1	0,12
-5,00	0,1	0,12		7,50	0,1	0,14
-4,75	0,1	0,18		8,00	0,1	0,12
-4,50	0,1	0,26		8,50	0,1	0,10
-4,25	0,1	0,36		9,00	0,1	0,076
-4,00	0,1	0,48		9,50	0,1	0,050
-3,75	0,1	0,62		10,00	0,1	0,034
-3,50	0,1	0,80		11,00	0,1	0,030
-3,25	0,1	1,0		12,00	0,1	0,046
-3,00	0,1	1,2		13,00	0,1	0,050
-2,75	0,1	1,4		14,00	0,1	0,036
-2,50	0,1	1,6		15,00	0,1	0,022
-2,25	0,1	1,8		16,00	0,1	0,022
-2,00	0,1	2,0		17,00	0,1	0,032
-1,75	0,1	2,2		18,00	0,1	0,034
-1,50	0,1	2,4		19,00	0,1	0,026
-1,25	0,1	2,6		20,00	0,1	0,012
-1,00	0,1	2,8		21,00	0,1	0,010
-0,75	0,1	3,0		22,00	0,1	0,014
-0,50	0,1	3,0		23,00	0,1	0,020
-0,25	0,1	3,2		24,00	0,1	0,016



**Abbildung 5:** Ausgleichsrechnung zur Bestimmung der Breite des großen Spaltes.

**Tabelle 3:** Messdaten des Beugungsmusters des Doppelspaltes.

$x / 10^{-3} \text{ m}$	$I_{\text{Dunkel}} / 10^{-9} \text{ A}$	$I / 10^{-6} \text{ A}$		$x / 10^{-3} \text{ m}$	$I_{\text{Dunkel}} / 10^{-9} \text{ A}$	$I / 10^{-6} \text{ A}$
-25,00	0,1	0,0078		0,00	0,1	8,8
-24,00	0,1	0,016		0,25	0,1	8,0
-23,00	0,1	0,030		0,50	0,1	5,6
-22,00	0,1	0,032		0,75	0,1	3,4
-21,00	0,1	0,034		1,00	0,1	3,0
-20,00	0,1	0,010		1,25	0,1	4,2
-19,00	0,1	0,026		1,50	0,1	5,8
-18,00	0,1	0,064		1,75	0,1	6,0
-17,00	0,1	0,042		2,00	0,1	4,4
-16,00	0,1	0,068		2,25	0,1	2,6
-15,00	0,1	0,018		2,50	0,1	1,4
-14,00	0,1	0,038		2,75	0,1	1,4
-13,00	0,1	0,12		3,00	0,1	1,8
-12,00	0,1	0,064		3,25	0,1	2,0
-11,00	0,1	0,10		3,50	0,1	1,6
-10,00	0,1	0,052		3,75	0,1	1,0
-9,50	0,1	0,090		4,00	0,1	0,40
-9,00	0,1	0,080		4,25	0,1	0,22
-8,50	0,1	0,18		4,50	0,1	0,22
-8,00	0,1	0,34		4,75	0,1	0,24
-7,50	0,1	0,22		5,00	0,1	0,18
-7,00	0,1	0,18		5,25	0,1	0,12
-6,50	0,1	0,32		5,50	0,1	0,10
-6,00	0,1	0,22		5,75	0,1	0,14
-5,75	0,1	0,12		6,00	0,1	0,24
-5,50	0,1	0,066		6,50	0,1	0,40
-5,25	0,1	0,070		7,00	0,1	0,22
-5,00	0,1	0,12		7,50	0,1	0,20
-4,75	0,1	0,18		8,00	0,1	0,34
-4,50	0,1	0,20		8,50	0,1	0,20
-4,25	0,1	0,22		9,00	0,1	0,074
-4,00	0,1	0,36		9,50	0,1	0,10
-3,75	0,1	0,76		10,00	0,1	0,068
-3,50	0,1	1,4		11,00	0,1	0,12
-3,25	0,1	2,0		12,00	0,1	0,058
-3,00	0,1	2,0		13,00	0,1	0,12
-2,75	0,1	1,6		14,00	0,1	0,038
-2,50	0,1	1,4		15,00	0,1	0,030
-2,25	0,1	2,2		16,00	0,1	0,070
-2,00	0,1	3,8		17,00	0,1	0,034
-1,75	0,1	5,6		18,00	0,1	0,060
-1,50	0,1	6,2		19,00	0,1	0,026
-1,25	0,1	5,2		20,00	0,1	0,016
-1,00	0,1	3,6		21,00	0,1	0,046
-0,75	0,1	3,2		22,00	0,1	0,028
-0,50	0,1	4,4		23,00	0,1	0,030
-0,25	0,1	7,2		24,00	0,1	0,016



**Abbildung 6:** Ausgleichsrechnung zur Bestimmung der Daten des Doppelspaltes.

Verschiebung der Nulllinie:

$$\Delta\phi = (-6,3 \pm 1,9) \cdot 10^{-5} \text{ rad}$$

Spaltbreite:

$$b_{\text{Beugung}} = (1,56 \pm 0,06) \cdot 10^{-4} \text{ m}$$

Herstellerangabe:

$$b_{\text{Her}} = 1,5 \cdot 10^{-4} \text{ m}$$

$\Rightarrow$  Abweichung:

$$\frac{b_{\text{Beugung}} - b_{\text{Her}}}{b_{\text{Her}}} = 3,82 \%$$

Spaltbreite:

$$b_{\text{Mikroskop}} = 1,17 \cdot 10^{-4} \text{ m}$$

$\Rightarrow$  Abweichung:

$$\frac{b_{\text{Mikroskop}} - b_{\text{Her}}}{b_{\text{Her}}} = -21,99 \%$$

Spaltabstand:

$$s_{\text{Beugung}} = (4,78 \pm 0,05) \cdot 10^{-4} \text{ m}$$

Herstellerangabe:

$$s_{\text{Her}} = 5,0 \cdot 10^{-4} \text{ m}$$

$\Rightarrow$  Abweichung:

$$\frac{s_{\text{Beugung}} - s_{\text{Her}}}{s_{\text{Her}}} = -4,45 \%$$

Spaltabstand:

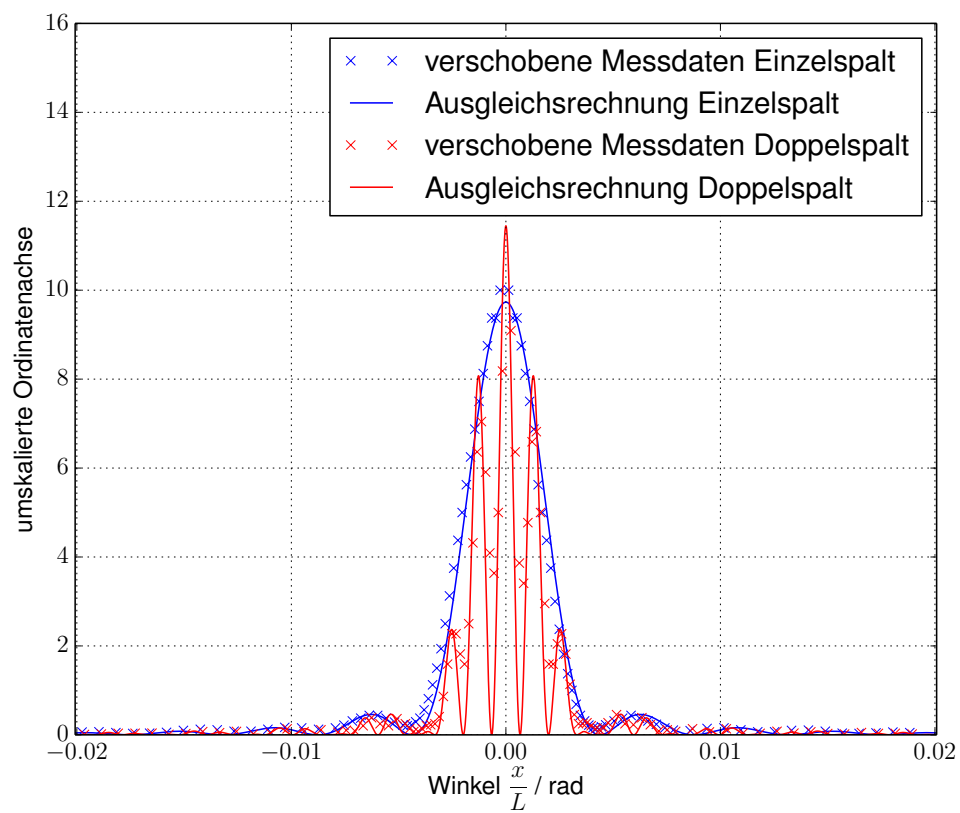
$$s_{\text{Mikroskop}} = 4,26 \cdot 10^{-4} \text{ m}$$

$\Rightarrow$  Abweichung:

$$\frac{s_{\text{Mikroskop}} - s_{\text{Her}}}{s_{\text{Her}}} = -14,89 \%$$

Auffällig ist, dass die Messungen mit dem Beugungsmuster immer deutlich näher an den Herstellerangaben liegen als die Messungen mit dem Mikroskop. Allerdings ist auch auffällig, dass die Messung mit dem Mikroskop bei größeren geometrischen Abmessungen immer genauer wird, während die mit dem Beugungsmuster immer ungenauer wird. Dies liegt daran, dass die Daten am Mikroskop bei größeren Längenskalen deutlich einfacher abzulesen sind, während das Beugungsmuster immer schwächer wird.

Zuletzt ist in Abbildung 7 noch ein Vergleich des Einzelspaltes mit großer Spaltbreite und dem Doppelspalt zu sehen. Dabei wurde die Ordinate so umskaliert, dass beide Graphen eine vergleichbare Amplitude haben und die in der obigen Auswertung festgestellten Verschiebungen der Nulllinien wurden mit eingerechnet. Zu erkennen ist, dass der Graph des Einzelspaltes im Groben die Einhüllende des Graphen des Doppelspaltes darstellt. Besonders bei den Nebenmaxima der Funktionen können allerdings leichte Unterschiede erkannt werden. Dies liegt daran, dass bei der Bestimmung der Graphen bereits leicht unterschiedliche Spaltbreiten ermittelt wurden.



**Abbildung 7:** Vergleich von Einzelspalt und Doppelspalt.

## 6 Diskussion

Die errechneten Daten für die Spaltabmessungen liegen alle sehr nah an den erwarteten Herstellerangaben. Dies lässt auf eine sehr genaue Messung schließen. Der Dunkelstrom wurde für den ersten Auswertungsteil zwar nur angenommen und nicht direkt gemessen, allerdings ist dieser Wert generell so viel kleiner als die eigentlich gemessene Intensität, dass dies praktisch keinen Einfluss auf die Ergebnisse hat. Schwankungen haben sich zum Teil auch beim Wechsel der Messskala des Amperemeters ergeben. Ein solches Wechseln ist in den Tabellen immer an der Erhöhung oder Erniedrigung der Genauigkeit zu erkennen. Diese Schwankungen sind aber auch alle nur sehr gering und anscheinend ohne größere Auswirkungen gewesen. Zudem wurde darauf geachtet, dass der Messbereich möglichst selten gewechselt wurde.

## Literatur

- [1] TU Dortmund. *Anleitung zum Versuch 406, Beugung am Spalt*. 19. Mai 2015. eprint: <http://129.217.224.2/HOME/PAGE/PHYSIKER/BACHELOR/AP/SKRIPT/V406.pdf>.