

V400

Reflexion, Brechung und Beugung

Fritz Agildere
fritz.agildere@udo.edu

Amelie Strathmann
amelie.strathmann@udo.edu

Durchführung: 30. Mai 2023

Abgabe:

TU Dortmund – Fakultät Physik

Inhaltsverzeichnis

1	Zielsetzung	2
2	Theorie	2
2.1	Strahlenoptik	2
2.1.1	Reflexion	3
3	Durchführung	3
4	Auswertung	3
4.1	Reflexion	3
4.2	Brechung	4
4.3	Strahlversatz	5
4.4	Dispersion	6
4.5	Beugung	7
5	Diskussion	8
	Anhang	9

1 Zielsetzung

Ziel des Versuches ist es, grundlegende Gesetzmäßigkeiten der Strahlenoptik und der Wellenoptik zu untersuchen.

2 Theorie

Im Folgenden werden elementare Begriffe der Strahlen- und der Wellenoptik eingeführt und erläutert.

Licht ist eine Form der elektromagnetischen Strahlung. Das optische Spektrum erstreckt sich von ultravioletttem Licht, welches in einem Wellenlängenbereich von 100 nm bis 380 nm vorkommt und reicht bis in das Infrarotspektrum, welches den Wellenlängenbereich von 780 nm bis 1 mm hat. Das für den Menschen sichtbare Licht ist dabei in dem Wellenlängenbereich von 380 nm bis 780 nm.

2.1 Strahlenoptik

Für die Beschreibung von Reflexion und Brechung an Grenzflächen können die Regeln der Strahlenoptik angewandt werden. Dabei wird die Wellenausbreitung über die Normalen der Wellenflächen beschrieben. Diese wird als Lichtstrahl bezeichnet. Lichtstrahlen breiten sich in einem homogenen Medium geradlinig aus. Wenn sich zwei oder mehr Lichtstrahlen kreuzen haben diese keine Einflüsse aufeinander. Für unterschiedliche Materialien ist auch die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Welle anders. Daher wird beim Übergang von einem Medium in ein anderes die Welle gebrochen. Für die Ausbreitungsgeschwindigkeiten v_1 und v_2 ergibt sich die Beziehung

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{n_1}{n_2}. \quad (1)$$

Dabei beschreibt der Winkel α den Einfallswinkel und β den Ausfallswinkel, beide Winkel werden zur Normalen der Grenzfläche gemessen. n ist der Brechungsindex, welcher eine optische Materialeigenschaft ist. Wenn die Ausbreitungsgeschwindigkeit in Medium 1 größer ist als die in Medium 2, wird das Medium 1 als optisch dünner bezeichnet. Andersherum ist das Medium 1 optisch dicker.

2.1.1 Reflexion

3 Durchführung

4 Auswertung

4.1 Reflexion

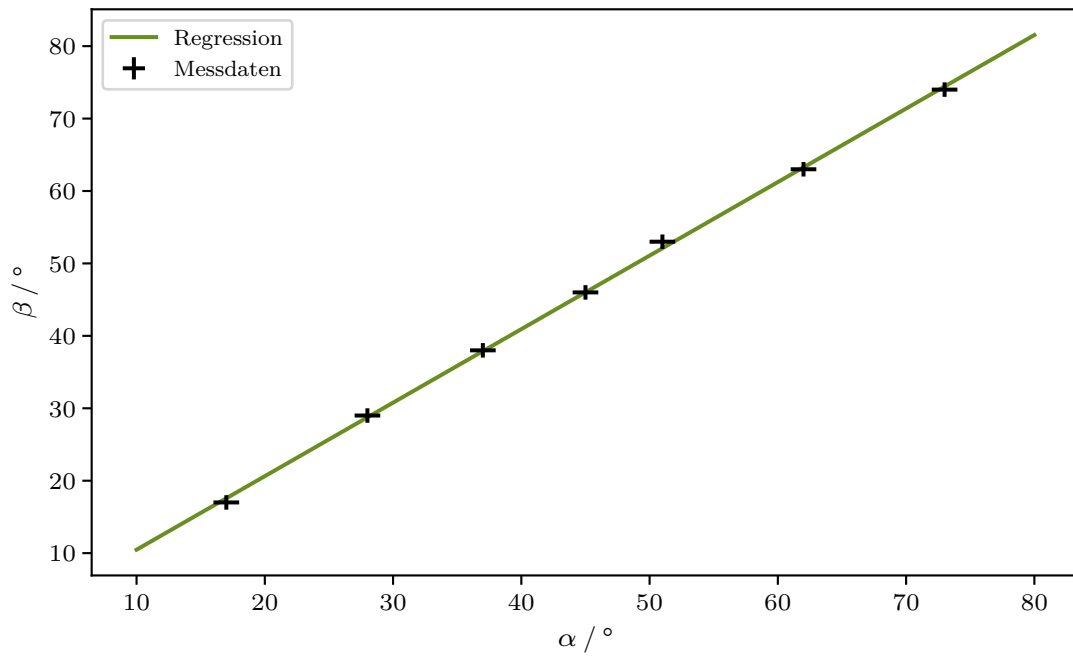


Abbildung 1

$$\beta = \alpha$$

$$\beta = A\alpha + B$$

$$A = 1,015 \pm 0,012$$

$$B = 0,323 \pm 0,554$$

Tabelle 1

$\alpha / ^\circ$	$\beta / ^\circ$	β/α
73 ± 1	74 ± 1	$1,014 \pm 0,020$
62 ± 1	63 ± 1	$1,016 \pm 0,023$
51 ± 1	53 ± 1	$1,039 \pm 0,028$
45 ± 1	46 ± 1	$1,022 \pm 0,032$
37 ± 1	38 ± 1	$1,027 \pm 0,039$
28 ± 1	29 ± 1	$1,036 \pm 0,051$
17 ± 1	17 ± 1	$1,000 \pm 0,083$

$$\beta/\alpha = 1,022 \pm 0,068$$

4.2 Brechung

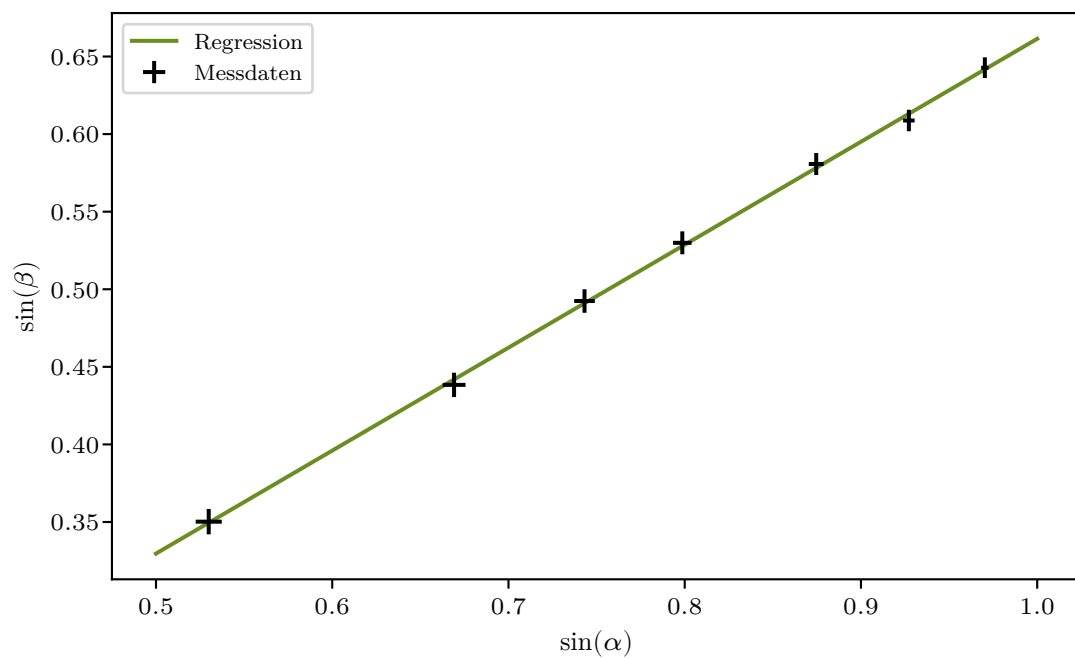


Abbildung 2

$$\frac{\sin(\alpha)}{\sin(\beta)} = n$$

$$\sin(\beta) = A \sin(\alpha) + B$$

$$A = 0,664 \pm 0,008$$

$$B = -0,002 \pm 0,006$$

$$n = 1,507 \pm 0,018$$

$$c = 2,998 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$$

$$c = (1,989 \pm 0,024) \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$$

Tabelle 2

$\alpha / ^\circ$	$\beta / ^\circ$	n
76	$40,0 \pm 0,5$	$1,510 \pm 0,016$
68	$37,5 \pm 0,5$	$1,523 \pm 0,018$
61	$35,5 \pm 0,5$	$1,506 \pm 0,020$
53	$32,0 \pm 0,5$	$1,507 \pm 0,023$
48	$29,5 \pm 0,5$	$1,509 \pm 0,026$
42	$26,0 \pm 0,5$	$1,526 \pm 0,031$
32	$20,5 \pm 0,5$	$1,513 \pm 0,041$

$$n = 1,513 \pm 0,057$$

$$c = (1,981 \pm 0,075) \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$$

4.3 Strahlversatz

$$d = 5,85 \text{ cm}$$

$$s = d \frac{\sin(\alpha - \beta)}{\cos(\beta)}$$

$$n = 1,509 \pm 0,117$$

Tabelle 3

$\alpha / ^\circ$	$\beta / ^\circ$	$\hat{\beta} / ^\circ$	s / cm	\hat{s} / cm
76	$40,0 \pm 0,5$	$40,0 \pm 3,7$	$4,49 \pm 0,06$	$4,49 \pm 0,17$
68	$37,5 \pm 0,5$	$37,9 \pm 3,5$	$3,74 \pm 0,06$	$3,72 \pm 0,22$
61	$35,5 \pm 0,5$	$35,4 \pm 3,2$	$3,09 \pm 0,07$	$3,10 \pm 0,24$
53	$32,0 \pm 0,5$	$32,0 \pm 2,8$	$2,47 \pm 0,07$	$2,47 \pm 0,24$
48	$29,5 \pm 0,5$	$29,5 \pm 2,5$	$2,13 \pm 0,07$	$2,13 \pm 0,23$
42	$26,0 \pm 0,5$	$26,3 \pm 2,2$	$1,79 \pm 0,07$	$1,76 \pm 0,21$
32	$20,5 \pm 0,5$	$20,6 \pm 1,7$	$1,25 \pm 0,07$	$1,24 \pm 0,17$

4.4 Dispersion

$$n = 1,510$$

$$\delta = (\alpha_1 + \alpha_2) - (\beta_1 + \beta_2)$$

$$\sin(\alpha) = n \sin(\beta)$$

$$\gamma = \beta_1 + \beta_2$$

Tabelle 4

$\alpha_1 / ^\circ$	$\beta_1 / ^\circ$	$\alpha_2 / ^\circ$	$\beta_2 / ^\circ$	$\beta_1 + \beta_2 / ^\circ$	$\delta_G / ^\circ$
35 ± 1	$22,3 \pm 0,6$	66 ± 1	$37,2 \pm 0,3$	$59,6 \pm 0,7$	$41,4 \pm 0,8$
42 ± 1	$26,3 \pm 0,5$	57 ± 1	$33,7 \pm 0,4$	$60,0 \pm 0,7$	$39,0 \pm 0,7$
49 ± 1	$30,0 \pm 0,5$	48 ± 1	$29,5 \pm 0,5$	$59,5 \pm 0,7$	$37,5 \pm 0,7$
54 ± 1	$32,4 \pm 0,5$	42 ± 1	$26,3 \pm 0,5$	$58,7 \pm 0,7$	$37,3 \pm 0,7$
67 ± 1	$37,6 \pm 0,3$	33 ± 1	$21,1 \pm 0,6$	$58,7 \pm 0,7$	$41,3 \pm 0,8$

$$\delta_G = (39,2 \pm 0,4)^\circ$$

Tabelle 5

$\alpha_1 / ^\circ$	$\beta_1 / ^\circ$	$\alpha_2 / ^\circ$	$\beta_2 / ^\circ$	$\beta_1 + \beta_2 / ^\circ$	$\delta_R / ^\circ$
35 ± 1	$22,3 \pm 0,6$	65 ± 1	$36,9 \pm 0,3$	$59,2 \pm 0,7$	$40,8 \pm 0,8$
42 ± 1	$26,3 \pm 0,5$	56 ± 1	$33,3 \pm 0,4$	$59,6 \pm 0,7$	$38,4 \pm 0,7$
49 ± 1	$30,0 \pm 0,5$	48 ± 1	$29,5 \pm 0,5$	$59,5 \pm 0,7$	$37,5 \pm 0,7$
54 ± 1	$32,4 \pm 0,5$	41 ± 1	$25,8 \pm 0,6$	$58,1 \pm 0,7$	$36,9 \pm 0,7$
67 ± 1	$37,6 \pm 0,3$	32 ± 1	$20,5 \pm 0,6$	$58,1 \pm 0,7$	$40,9 \pm 0,8$

$$\delta_R = (38,8 \pm 0,4)^\circ$$

4.5 Beugung

$$\lambda = d \frac{\sin(\varphi)}{k}$$

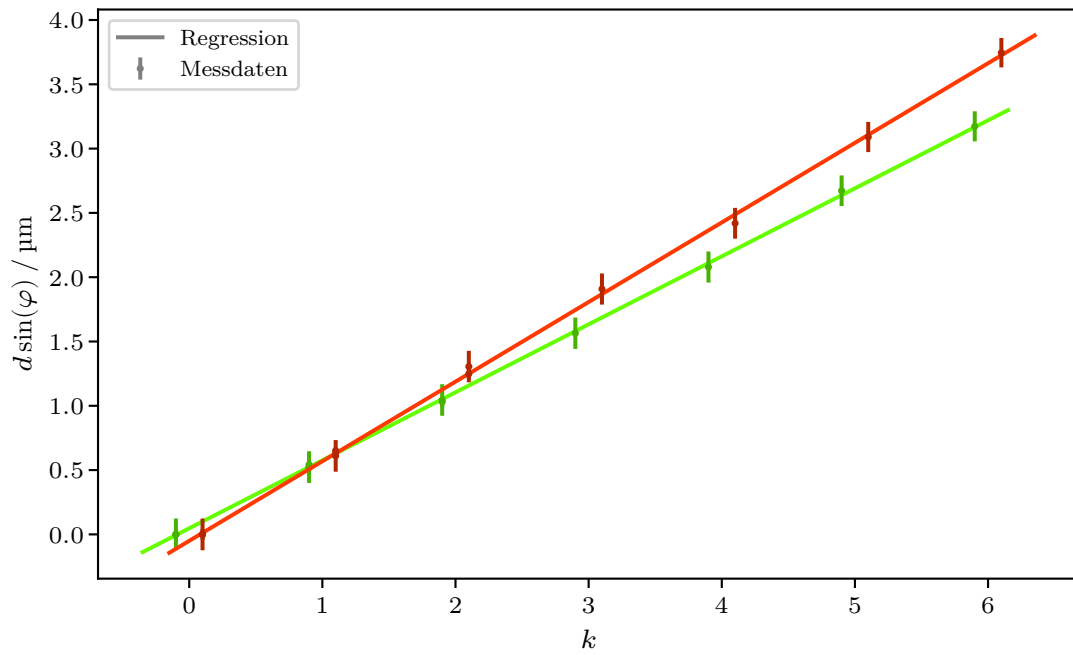


Abbildung 3

$$d \sin(\varphi) = \lambda k + A$$

$$\lambda_G = (529 \pm 3) \text{ nm}$$

$$A_G = (-6 \pm 8) \text{ nm}$$

$$\lambda_R = (619 \pm 5) \text{ nm}$$

$$A_R = (12 \pm 14) \text{ nm}$$

Tabelle 6

$d / \mu\text{m}$	k	$\varphi / ^\circ$		λ_G / nm	
1,67	1	19 ± 1	19 ± 1	543 ± 28	543 ± 28
3,33	1	9 ± 1	9 ± 1	521 ± 57	521 ± 57
3,33	2	18 ± 1	18 ± 1	515 ± 28	515 ± 28
10,00	1	3 ± 1	3 ± 1	523 ± 174	523 ± 174
10,00	2	6 ± 1	6 ± 1	523 ± 87	523 ± 87
10,00	3	9 ± 1	9 ± 1	521 ± 57	521 ± 57
10,00	4	12 ± 1	12 ± 1	520 ± 43	520 ± 43
10,00	5	16 ± 1	15 ± 1	551 ± 34	518 ± 34
10,00	6	18 ± 1	19 ± 1	515 ± 28	543 ± 28

$$\lambda_G = (527 \pm 2) \text{ nm}$$

Tabelle 7

$d / \mu\text{m}$	k	$\varphi / ^\circ$		λ_R / nm	
1,67	1	23 ± 1	23 ± 1	651 ± 27	651 ± 27
3,33	1	11 ± 1	11 ± 1	636 ± 57	636 ± 57
3,33	2	22 ± 1	22 ± 1	624 ± 27	624 ± 27
10,00	1	3 ± 1	4 ± 1	523 ± 174	698 ± 174
10,00	2	7 ± 1	8 ± 1	609 ± 87	696 ± 86
10,00	3	11 ± 1	11 ± 1	636 ± 57	636 ± 57
10,00	4	14 ± 1	14 ± 1	605 ± 42	605 ± 42
10,00	5	18 ± 1	18 ± 1	618 ± 33	618 ± 33
10,00	6	22 ± 1	22 ± 1	624 ± 27	624 ± 27

$$\lambda_R = (629 \pm 2) \text{ nm}$$

5 Diskussion

Anhang