

# O11 - Polarisation durch Reflexion\* - 621253, 620710

Date: 2023-05-22

Tags: O11

Created by: Laurenz Guentner

## Versuch O11 - 621253, 620710 - Polarisation durch Reflexion an Glas

Zuerst tragen Sie ganz oben in der "Title" Zeile hinter "O11" ihre Matrikelnummern ein (Bsp: "O11 - 333444, 456678").

Ab hier befüllen Sie bitte alle blau markierten Textfelder, die Tabellen und ersetzen Sie die Platzhalter Grafiken entsprechend.

Name	Matrikelnummer
Laurenz Güntner	621253
Matvei Kotenev	620710

### 1. Vor Ort: Rohdaten aufnehmen

Tragen Sie hier den Referenzwert ein

$U_e$ (V)	4,500 $\pm$ 0,015
-----------	-------------------------

Tab. 1: Tragen Sie hier die Reflektierten Intensitäten ein (winkel- und polarisationsabhängig):

Parallele Polarisation				Senkrechte Polarisation			
$\vartheta_e$ (°)	$U_r$ (V)	$\vartheta_e$ (°)	$U_r$ (V)	$\vartheta_e$ (°)	$U_r$ (V)	$\vartheta_e$ (°)	$U_r$ (V)
5	---	47.5	0,290	5	---	47.5	0,483
7.5	0,169	50	0,018	7.5	0,124	50	0,516
10	0,168	52.5	0,007	10	0,131	52.5	0,612
12.5	0,171	55	0,003	12.5	0,140	55	0,645
15	0,173	57.5	0,002	15	0,150	57.5	0,723

17.5	0,168	60	0,009	17.5	0,163	60	0,832
20	0,167	62.5	0,024	20	0,189	62.5	0,958
22.5	0,159	65	0,057	22.5	0,198	65	1,085
25	0,141	67.5	0,113	25	0,210	67.5	1,231
27.5	0,130	70	0,197	27.5	0,266	70	1,409
30	0,125	72.5	0,328	30	0,280	72.5	1,704
32.5	0,102	75	0,513	32.5	0,293	75	1,913
35	0,091	77.5	0,789	35	0,303	77.5	2,248
37.5	0,078	80	1,136	37.5	0,330	80	2,760
40	0,067	82.5	1,713	40	0,360	82.5	2,949
42.5	0,055	85	2,376	42.5	0,410	85	3,508
45	0,041			45	0,434		

(Beispiel Jupyter Notebook, das diese Tabelle direkt ausliest [bitte Experiment ID anpassen!])

## 2. Auswertung der Daten

*Kommentare:*

- *Alle Abbildungen haben aussagekräftige Bildunterschriften, Messunsicherheiten werden mit eingezeichnet, Datenpunkte werden nicht mit Linien verbunden. Aussagekräftig heißt, dass alles, was man sehen kann kurz erklärt wird (z.B. "durchgezogene Linie zeigt die Fitfunktion f") und Überraschendes erwähnt wird (z.B. krasse Ausreißer).*
- *Alle finalen Messergebnisse (hier nur der Brechungsindex) werden mit Messunsicherheiten angegeben.*

### 2.1. Messunsicherheiten

Geben Sie hier die von Ihnen genutzten Formeln zur Berechnung der Messunsicherheiten zu den von Ihnen direkt gemessenen Größen  $R$  und  $\alpha$  an. Das sind die Messunsicherheiten, die Sie auch für die graphischen Darstellungen und Kurvenanpassungen benötigen. Denken Sie daran, dass es systematische und statistische Messunsicherheiten gibt.

Wir schätzen die statistische Ableseunsicherheit des Winkels auf  $u_\alpha = 1^\circ$  ab. Zudem wählen wir für die Unsicherheit der jeweilig gemessenen Spannungen einen Größtfehler von  $u_{U_\alpha} = 0,015V$ , was sich gut mit den beobachteten Fluktuationen am Messgerät deckt.

Den resultierenden zufälligen Fehler für die Quadratwurzel der Reflektivität  $\sqrt{R} = \sqrt{\frac{U_r(\alpha_e)}{U_e}}$  ergibt sich entsprechend nach Gaußscher Fehlerfortpflanzung  $u_{\sqrt{R}} = \sqrt{\left(\frac{\partial \sqrt{R}}{\partial U_r} \cdot u_{U_r}\right)^2 + \left(\frac{\partial \sqrt{R}}{\partial U_e} \cdot u_{U_e}\right)^2}$

Theoretisch ergibt sich zusätzlich eine systematische Messunsicherheit für die Spannung, da aus den räumlichen Drehungen des Lichtsensors unterschiedliche Intensität von Hintergrundlicht auf den Sensor fällt, was für die Bestimmung des Brewsterwinkels unerheblich ist, aber dennoch gemessene Intensitäten

beeinflusst.

## 2.1. Grafik der Experimentelle Daten

Fügen Sie eine Grafiken  $\sqrt{R}$  gegen  $\alpha$  mit beiden Polarisationen (s- und p-pol) in das folgenden freie Feld ein:

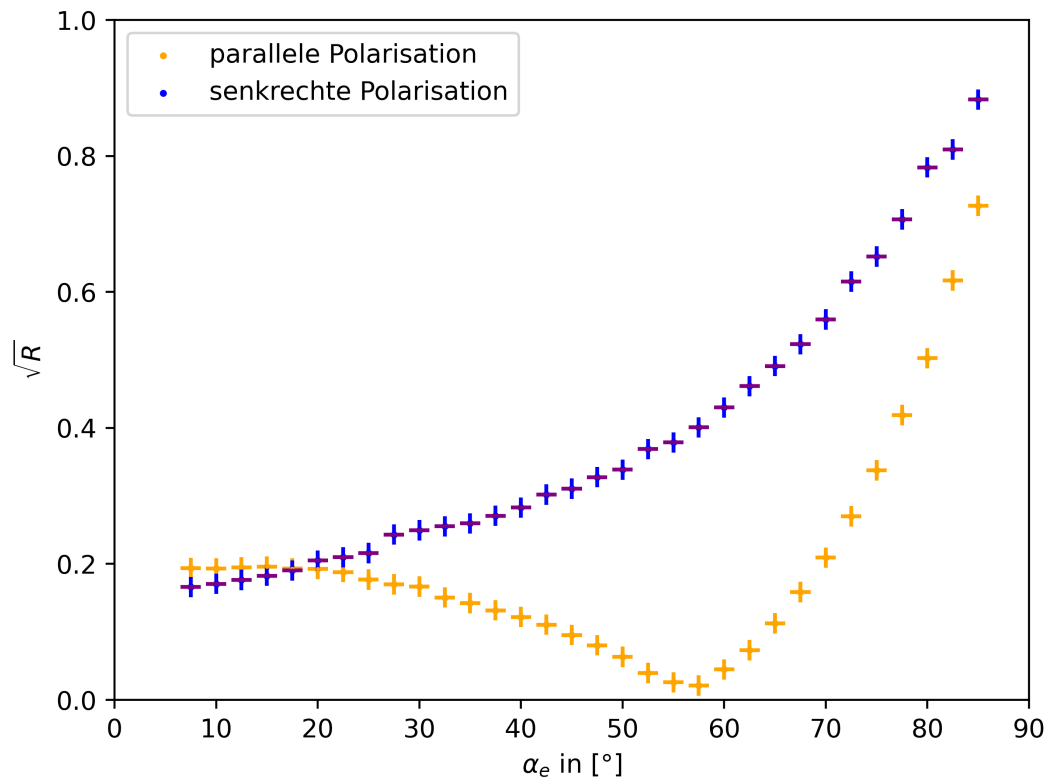


Abb.1: Graphische Darstellung der Messreihen mit Fehlerbalken, sowohl für parallel als auch senkrecht zur Einfallsebene polarisiertes Licht. Dabei wurde auf der x-Achse der Einfallswinkel  $\alpha_e$  in Grad gegen die einheitslose Quadratwurzel der Reflektivität  $R$  auf der y-Achse aufgetragen.

## 2.2. Bestimmen des Brechungsindex des Glases:

Erläutern Sie in 1-2 Sätzen Ihre Vorgehensweise zum Bestimmen des Brechungsindex des Glas-Halbzylinders. Gehen Sie auch auf die Bestimmung von Messunsicherheiten (statistisch / systematisch) ein.

Aus der Grafik für die experimentellen Daten lesen wir den Brewsterwinkel  $\alpha_B = (56 \pm 1)^\circ$  ab. Da der Brewsterwinkel von den Brechungsindizes der Medien abhängt, können wir aus dem entsprechenden Zusammenhang  $n_2 = \tan \alpha_B \cdot n_1$  den Brechungsindex des verwendeten Glases  $n_2 = 1,48$  berechnen, wobei wir als Brechungsindex der Luft  $n_1 = 1$  eingesetzt haben, was als systematischer Fehler gewertet werden kann, unter Berücksichtigung der Größe unserer Messfehler jedoch hinreichend genau ist. Den statistischen Fehler berechnen wir erneut nach Gaußscher Fehlerfortpflanzung  $u_{n_2} = \frac{\partial \tan \alpha_B}{\partial \alpha_B} \cdot u_{\alpha_B} \cdot n_1 = \frac{1}{\cos^2 \alpha_B} \cdot u_{\alpha_B} \cdot n_1 = 0,06$ .

Brechungsindex $n_2$ (inkl. Messunsicherheit):	$1,48 \pm 0,06$
--	-----------------

## 2.3. Theorie versus Experiment:

Fügen Sie erneut die Grafiken  $\sqrt{R}$  gegen  $\alpha$  wie unter 2.1. ein aber diesmal zusammen mit den Funktionen, die die Daten laut Model beschreiben sollen. Das Model füttern Sie mit dem gefundenen Brechungsindex aus 2.2:

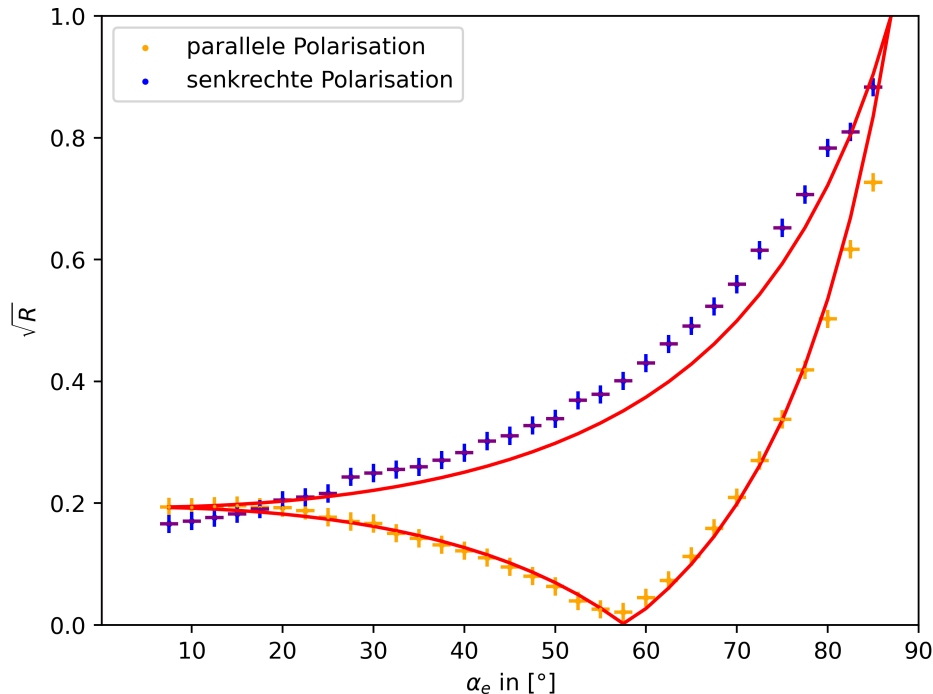


Abb.2: Messwerte mit theoretischer Funktion für das Quadrat der Reflektivität für den ermittelten Brechungsindex

Die theoretische Funktion haben wir gemäß  $R_s = \frac{\sin(\alpha_e - \alpha_g)^2}{\sin(\alpha_e + \alpha_g)^2}$  bzw.  $R_p = \frac{\tan(\alpha_e - \alpha_g)^2}{\tan(\alpha_e + \alpha_g)^2}$  mit  $\alpha_g = \arcsin \frac{n_1 \sin \alpha_e}{n_2}$  berechnet, wobei wir damit für die Quadratwurzeln der Reflektivitäten folgende Formeln erhalten haben:

$$\sqrt{R_s} = \sqrt{\frac{\sin(\alpha_e - \arcsin \frac{n_1 \sin \alpha_e}{n_2})^2}{\sin(\alpha_e + \arcsin \frac{n_1 \sin \alpha_e}{n_2})^2}}$$

$$\sqrt{R_p} = \sqrt{\frac{\tan(\alpha_e - \arcsin \frac{n_1 \sin \alpha_e}{n_2})^2}{\tan(\alpha_e + \arcsin \frac{n_1 \sin \alpha_e}{n_2})^2}}$$

## 3. Diskussion

0-4 Sätze: Welche Überraschungen gab es? Was ist jeweils die wahrscheinlichste Erklärung?

Der von uns bestimmte Wert für den Brechungsindex von Glas stimmt im Rahmen der Unsicherheit mit dem

Literaturwert  $n = 1,5$  überein.

Es ist jedoch festzuhalten, dass vor allem die Messwerte für parallel polarisiertes Licht im Rahmen der Messunsicherheit nicht mit unserer theoretischen Funktion zusammen passen.

Dies muss entsprechend auf systematische Fehler zurückzuführen sein. Möglicherweise hat sich die Hintergrundbeleuchtung für verschiedene Messwinkel verändert, sodass diese nicht mehr optimal durch die Kompensationsspannung ausgeglichen werden konnte.

## 4.Quellen

<https://www.baunetzwissen.de/glossar/b/brechungsindex-51605>

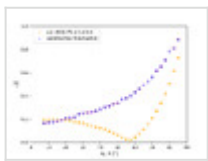
## Attached files

20230522151232-timestamped.zip (Timestamp archive by Günter Kewes)

sha256: 3642a3223fd62c559cb71aaa030c42bdb69b559488d77fdb7b3918cfd6135268

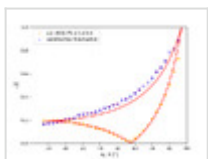
unknown.png

sha256: dbd7cac453455ad749392f8b2c94cacf18a91c4a1125d67a3fb85231ab3cc903



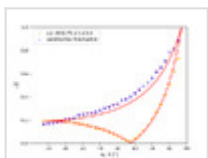
unknown.png

sha256: dce19efb4e0fd4789e14f4489e4e73e3de5cd7ff3eb5967c9d30146873e81bc2



unknown.png

sha256: dce19efb4e0fd4789e14f4489e4e73e3de5cd7ff3eb5967c9d30146873e81bc2



Unique eLabID: 20230522-50680255aacb609a4ef0af199ff8d625a0ae92f0  
Link: <https://elabftw.physik.hu-berlin.de/experiments.php?mode=view&id=1291>