

NG Brechzahl von Glasplatten

1. Motivation

Lässt man polarisiertes Licht, dessen \vec{E} -Vektor in der Einfallsebene schwingt, auf eine Glasplatte fallen, so wird bei einem bestimmten Einfallswinkel kein Licht reflektiert.

Das Brewstersche Gesetz verknüpft diesen Winkel mit dem Brechungsindex, der auf diese Weise einfach bestimmt werden kann.

2. Grundlagen/Theorie

- Licht als elektromagnetische Welle
(Staudt Skript II, Kap. 8.1 oder E. Hecht, Optik, Kap. 3.2, 3.4)
- Unterschied geometrische Optik/Wellenoptik
(Staudt Skript II, Kap. 8.1 oder E. Hecht, Optik, Kap. 4.2.3, 5.1)
- Polarisation von Licht
(Staudt Skript II, Kap. 8.3.1 oder E. Hecht, Optik, Kap. 8.1, 8.5, 8.6)
- Reflexion und Brechung in Glas
(Staudt Skript II, 8.2.1 oder E. Hecht, Optik, Kap. 4.2)
- Fresnelsche Formeln
(Demtröder Experimentalphysik 2, Kap. 8.5.3 oder E. Hecht, Optik, Kap. 8.6.1)
- Brewstersches Gesetz
(Staudt Skript II, Kap. 8.3 oder E. Hecht, Optik, Kap. 8.6)

Fragen:

- Wann können optische Phänomene mit geometrischer Optik beschrieben werden? Wann wird die Welleneigenschaft des Lichts zur Erklärung benötigt? Womit wird eine Lichtwelle beschrieben? Wie entsteht Licht?
- Was versteht man unter linear polarisiertem Licht? Wie ist natürliches Licht polarisiert und wie kann daraus linear polarisiertes Licht erzeugt werden? Wie kann polarisiertes Licht nachgewiesen werden?
- Wie lautet das Snelliussche Brechungsgesetz? Was ist Totalreflexion und wann tritt sie auf?
- Was beschreiben die Fresnelschen Formeln? Was passiert, wenn in Gleichung NG.1 $\alpha + \beta = 90^\circ$ wird?
- Wie lautet das Brewstersche Gesetz? Was kann mit ihm bestimmt werden?
- Erklären Sie anhand des 4-Niveau-Systems die Funktionsweise eines Lasers.

3. Fresnelsche Formeln

Die vollständige Theorie der Reflexion, Brechung und Polarisation für Licht in isotropen Medien wird durch die Fresnelschen Formeln beschrieben (aufgestellt von A. Fresnel im Jahr 1821). Die Formeln können direkt aus der Wellennatur des Lichts abgeleitet werden.

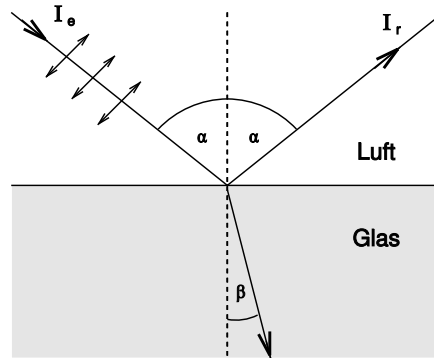


Abbildung NG.1: Strahlengang an einer dielektrischen Grenzfläche

Für linear polarisiertes Licht, dessen \vec{E} -Vektor in der Einfallsebene schwingt und das auf eine Grenzfläche zweier dielektrischer Medien fällt, gilt für die Intensität des reflektierten Strahls folgende Formel:

$$I_r = I_e \left(\frac{\tan(\alpha - \beta)}{\tan(\alpha + \beta)} \right)^2 \quad (\text{NG.1})$$

4. Versuchsaufbau

Der Aufbau besteht aus einem festen und einem schwenkbaren Arm, die beide an dem Reflexionstisch befestigt sind (vgl. Abbildung NG.2). Die Halterung in der Mitte dieses Tisches nimmt eines der Reflexionsgläser auf. Als Lichtquelle dient ein Halbleiterlaser (1), dessen Polarisation sich mit einer zusätzlichen Polarisationsfolie (2) einstellen lässt. Dieser Lichtstrahl wird auf ein Reflexionsglas (3) gelenkt. Außerdem wird am beweglichen Arm eine Photodiode (5) zur Messung der Intensität befestigt. Das Lichtmessgerät liefert eine zur Intensität proportionale Spannung zwischen 0 V und ca. 5 V. Bei höheren Spannungen ist das Gerät in Sättigung, d.h. die angezeigte Spannung ändert sich nicht mehr mit zunehmender Lichtintensität.

Der Laser ist so einzubauen, dass der Strahl in der Mitte des Messglases auftrifft. Der reflektierte Strahl muss dann in die Öffnung der Photodiode fallen. Bei Verstellung des beweglichen Arms um den Winkel ϕ wird der Einfallswinkel und Ausfallswinkel des Lichtbündels auf das Reflexionsglas um $\phi/2$ verändert. Mit der Photodiode kann so die Intensität des reflektierten Strahls bei verschiedenen Einfallswinkeln gemessen und insbesondere der Brewsterwinkel aufgesucht werden.

Die Photodiode wird über eine SensorBox an CASSY angeschlossen und wie die Spannungseingänge an den 4 mm Buchsen behandelt (vgl. auch Anhang ab Seite 209). Das Intensitätssignal wird nun mit CASSY aufgenommen (*Manuelle Aufnahme*) während die Reflexionswinkel am Reflexionstisch abgelesen und „von Hand“ in CASSY eingegeben werden müssen.

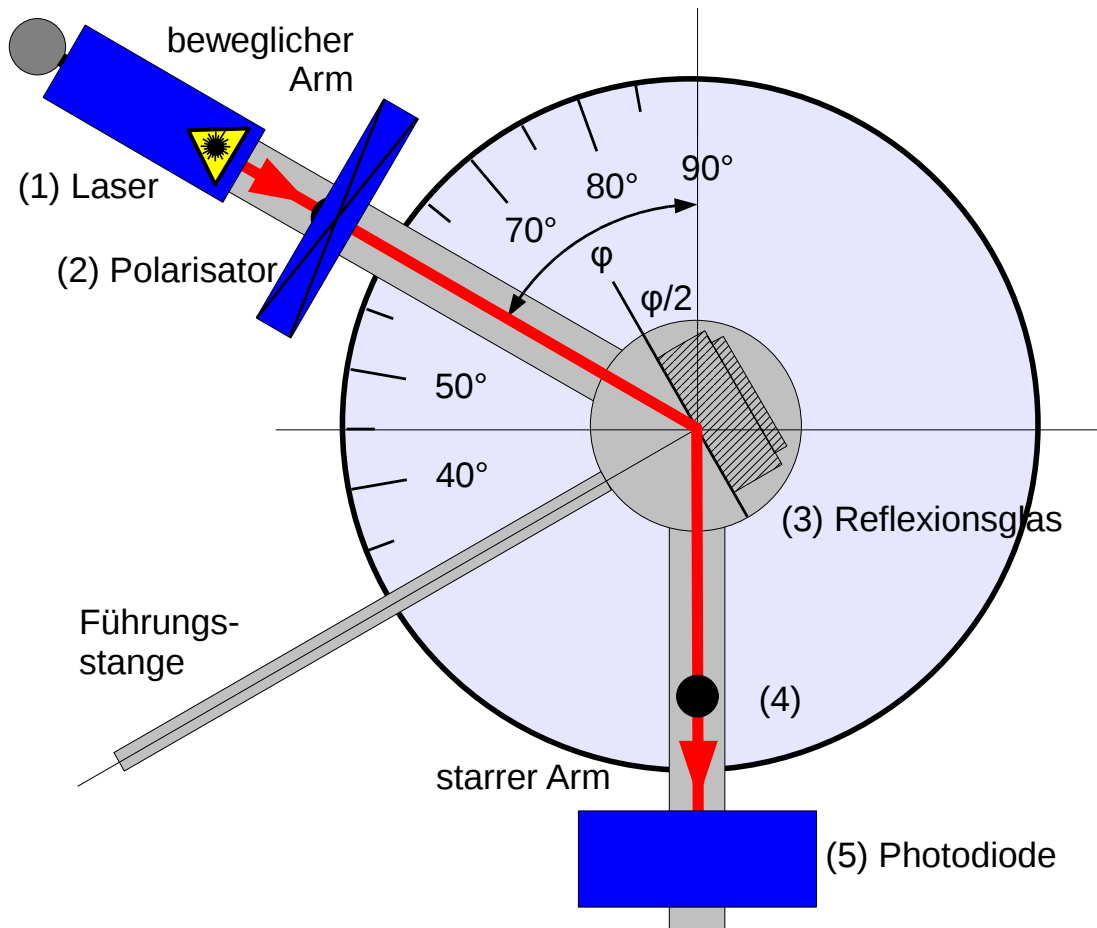


Abbildung NG.2: Reflexionstisch

5. Messungen

Für jedes Messglas sind folgende Messungen durchzuführen:

1. Überprüfen Sie, dass die gemessene Intensität im Bereich von 80° bis 40° ein Minimum hat.
2. Messen Sie die Intensität in dem Bereich, in dem die Photodiode nicht übersteuert, in 1° -Schritten.

Schätzen Sie jeweils einen Fehler ab (z.B. aus der Auflösung der Winkelskala und/oder der Breite des Minimums) und notieren Sie die Glassorte.

6. Aufgaben zur Auswertung

- Stellen Sie die gemessene Intensitäten in Abhängigkeit des Winkels dar.
- Bestimmen Sie für jedes Glas jeweils den Brechungsindex, indem Sie den theoretischen Zusammenhang bestmöglich an Ihre Messdaten anpassen. Berücksichtigen Sie hierbei auch, dass möglicherweise Streulicht in die Photodiode gelangt und eine Hintergrundintensität verursacht.