

Michelson-Interferometer II

BESTIMMUNG DER BRECHZAHL VON GLAS.

- Bestimmung der Brechzahl von Glas.
- Beurteilung der Oberflächengüte eines Klebestreifens.

UE4030411

01/17 JS/ALF

ALLGEMEINE GRUNDLAGEN

Das Michelson-Interferometer kann zur interferometrischen Messung z.B. von Längenänderungen, Schichtdicken oder Brechzahlen eingesetzt werden, da es empfindlich auf Änderungen der optischen Weglänge eines Teilbündels reagiert. Wird der geometrische Weg konstant gehalten, lassen sich Brechzahlen bzw. deren Änderungen durch Druck-, Temperatur- oder Dichteänderungen ermitteln.

Je nachdem, ob sich die optische Weglänge vergrößert oder verkleinert, entstehen oder verschwinden Interferenzstreifen im Zentrum des Interferenzbildes. Zwischen der Änderung Δs der optischen Weglänge und der Lichtwellenlänge λ besteht der Zusammenhang

$$(1) \quad 2 \cdot \Delta s = m \cdot \lambda,$$

dabei gibt die positive oder negative ganze Zahl m die Zahl der Interferenzstreifen, die auf dem Beobachtungsschirm entstehen bzw. verschwinden.

Wird eine Glasplatte schräg in den Strahlengang eines Teilstrahls gestellt, so ändert sich dadurch die optische Weglänge um

$$(2) \quad \Delta s(\alpha) = \frac{d}{\cos\beta} \cdot (n - \cos(\alpha - \beta))$$

d Dicke der Glasplatte, n : Brechzahl, α : Winkel

Dabei sind der Einfallswinkel α und der Brechungswinkel β innerhalb der Glasplatte durch das Snellius'sche Gesetz verknüpft.

$$(3) \quad \sin\alpha = n \cdot \sin\beta$$

Steht die Glasplatte zunächst senkrecht zum Strahl und wird aus dieser Stellung um den Winkel α gedreht, so ändert sich dadurch die optische Weglänge um

$$(4) \quad \Delta s = \Delta s(\alpha) - \Delta s(0) = \frac{d}{\cos\beta} \cdot (n - \cos(\alpha - \beta)) - d \cdot (n - 1)$$

Durch eine geringe Modifikation wird das Michelson-Interferometer in ein Twyman-Green-Interferometer gewandelt, mit dem die Oberflächengüte optischer Bauteile bestimmt werden kann. Normalerweise wird unter einem Twyman-Green Interferometer ein Interferometer verstanden, bei dem der (Laser-) Lichtstrahl aufgeweitet und parallel ist. Zum qualitativen Verständnis des Funktionsprinzips kann aber auch aufgeweitetes aber nicht paralleles Licht verwendet werden.



Fig.1: Messaufbau zur Bestimmung der Brechzahl von Glas mit einem Michelson-Interferometer

GERÄTELISTE

1	Interferometer	1002651 (U10350)
1	Ergänzungssatz zum Interferometer	1002652 (U10351)
1	HeNe-Laser	1003165 (U21840)

AUFBAU

Hinweis: Die erforderliche Höhe des Lichtstrahls über der Arbeitsplatte beträgt 60 – 62 mm.

- Interferometer möglichst waagrecht auf einen stabilen Tisch stellen.
- Laser mittels Sechskantverlängerung auf den Laserträger montieren und möglichst gerade vor die Aufweitungslinse stellen.
- Festen Spiegel und Strahlteiler entfernen.
- Rändelschraube der Aufweitungslinse lösen und Aufweitungslinse aus dem Strahlengang schwenken.
- Laser so einstellen, dass sein Strahl den verschiebbaren Spiegel zentrisch trifft und der reflektierte Strahl zentrisch zurück auf den Laser fällt.
- Aufweitungslinse probeweise in den Strahlengang schwenken und Strahlengang so korrigieren, dass auch diese zentrisch getroffen wird.
- Anschließend Aufweitungslinse wieder aus dem Strahlengang schwenken.
- Festen Spiegel montieren und mit den Einstellschrauben so justieren, dass der Abstand zwischen der Spiegelträgerplatte und dem eigentlichen Träger rundum gleich ist und etwa 5-6 mm beträgt.
- Strahlteiler mit der teilreflektierenden, mit Dreieck gekennzeichneten Seite in Richtung Winkelteilung weisend so montieren, dass die beiden hellsten auf dem Beobachtungsschirm sichtbaren Punkte möglichst auf einer vertikalen Linie liegen.
- Festen Spiegels so justieren, dass sich die beiden hellsten Punkte auf dem Schirm exakt decken.
- Aufweitungslinse wieder in den Strahl schwenken und in der Position festschrauben, in der der Strahlfleck möglichst in der Mitte des Schirms liegt.
- Schirm gegen die Vertikale neigen, so dass der Beobachter ein helles und klares Bild sieht.
- Festen Spiegel nachjustieren, um die Interferenzringe mittig auf dem Schirm zu erhalten.

DURCHFÜHRUNG

Bestimmung der Brechzahl von Glas:

- Glasplatte mit Drehhalter in den vorderen Teilstrahl stellen.
- Justierbaren Spiegel minimal nachstellen, um die Interferenzringe mittig auf dem Schirm halten.
- Glasplatte jetzt im Bereich um 0° etwas vor- und zurückdrehen, um den Winkel α_0 zu bestimmen, bei dem der Übergang von entstehenden zu verschwindenden Interferenzringen liegt.
- Durch Nachjustieren des Strahlteilers den Winkel α_0 auf möglichst 0° bringen.
- Glasplatte vom Winkel α_0 ausgehend langsam drehen und dabei sorgfältig die Anzahl m der verschwindenden Ringe zählen.

Twyman-Green-Interferometer zur Beurteilung der Oberflächengüte eines Klebestreifens:

- Glasplatte mit Drehhalter gemäß Bedienungsanleitung so in den vorderen Teilstrahl stellen, dass dieser auch den Klebestreifen auf der Glasplatte erfasst.
- Justierbaren Spiegel minimal nachstellen, um die Interferenzringe mittig auf dem Schirm halten.

MESSBEISPIEL UND AUSWERTUNG

Bestimmung der Brechzahl von Glas:

Tab. 1: Zahl m der erzeugten Interferenzringe und daraus berechneter Gangunterschied.

α	m	$m \lambda / \mu\text{m}$
0,0°	0	0
5,0°	20	13
7,8°	40	25
9,2°	60	38
10,9°	80	51
12,0°	100	63
13,6°	120	76
14,6°	140	89
15,8°	160	101
17,0°	180	114
17,9°	200	127
18,6°	220	139
19,4°	240	152
20,0°	260	165

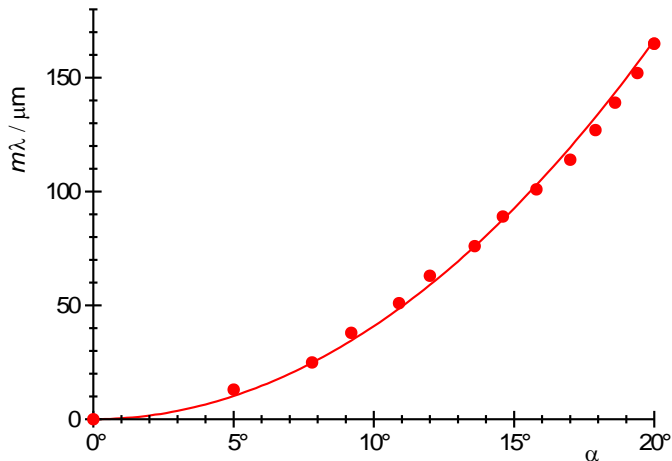


Fig. 2: Durch Abzählen der Interferenzringe bestimmter Gangunterschied einer um den Winkel α geschwenkten Glasplatte in Abhängigkeit von α .

In Fig. 2 ist der durch Abzählen der hervorquellenden bzw. verschwindenden Interferenzringe bestimmte Gangunterschied einer um den Winkel α geschwenkten Glasplatte in Abhängigkeit von α dargestellt. Für die Berechnung des Gangunterschiedes aus der Zahl m der Interferenzringe wurde die Wellenlänge $\lambda = 632,8 \text{ nm}$ des He-Ne-Lasers eingesetzt.

Die in Fig. 2 eingezeichnete Kurve wurde gemäß (4) für die Dicke $d = 4 \text{ mm}$ und die Brechzahl $n = 1,5$ berechnet.

Twyman-Green-Interferometer zur Beurteilung der Oberflächengüte eines Klebestreifens:

Auf der rechten Seite des Beobachtungsschirms sind gleichmäßige Interferenzringe zu sehen. Auf der linken Seite hingegen sind die Ringe ausgefranst und teilweise befinden sich in eigentlich dunklen Bereichen helle Punkte und umgekehrt.

Da bereits sehr kleine Schichtdickenänderungen zur Verschiebung der Interferenzringe führen, liegt hier die Vermutung nahe, dass die Störungen in den Ringen auf die ungleichmäßige, hügelige Oberfläche des Klebefilms zurückzuführen sind.

