MESSUNG AM MICHELSON INTERFEROMETER

Wenn eine der Teilstrecken S_1 oder S_2 (Abb. 1) beim Michelson Interferometer verändert wird, ändert sich auch das Interferenzverhalten, da Maxima und Minima der Teilwellen gegeneinander verschoben werden.

Abb. 1 — Bildunterschrift

Die Änderung des Interferenzverhaltens lässt sich durch die Formeln für konstruktive Interferenz und destruktive Interferenz im Michelson Interferometer beschreiben.
Konstruktive Interferenz tritt auf bei $\Delta S = \lambda \cdot n$ für $n = 0, 1, 2, ...$
Destruktive Interferenz tritt auf für $\Delta S = \lambda \cdot (n + \frac{1}{2})$ für $n = 0, 1, 2, ...$
Wird der Gangunterschied ΔS größer oder kleiner, so treten abwechseln die Bedingungen für konstruktive und destruktive Interferenz ein. Eine gleichmäßige Änderung des Gangunterschieds führt dementsprechend zu einer periodischen Änderung des Interferenzverhaltens.

Zwischen zwei Maxima liegt also genau der Gangunterschied von **einer Wellenlänge.**

① Leite eine Formel her, mit der sich die durchlaufene **Änderung der Teilstrecke** ΔS_1 anhand der Anzahl der periodischen Durchgänge n und der Wellenlänge λ des Lasers bestimmen lässt.

gefördert durch:
WILHELM UND ELSE HERAEUS-STIFTUNG

AUSMESSEN EINES PIEZOELEMENTS MIT DEM MICHELSON INTERFEROMETER

Das Michelson Interferometer ist sehr gut geeignet, um Strecken-änderungen zu messen, die nur einige Lichtwellenlängen groß sind. Solche Änderungen treten beispielsweise bei der Verformung von Piezoelementen auf. Dies soll in den folgenden Versuchen genauer untersucht werden.

Der Piezoelektrische Effekt

Piezokristalle haben eine besondere elektrische Eigenschaft: Wenn sie richtig verformt werden, dann erzeugen sie eine Spannung. Das wird beispielsweise genutzt, um akustische Musikinstrumente, wie Gitarren oder Geigen zu verstärken. Dazu wird eine Piezoelement wie in Abb. 2 auf das Instrument geklebt. Die Vibrationen, die entstehen, wenn auf den Instrumenten gespielt wird, verformen den Piezokristall. Auf diese Weise entsteht am Piezoelement eine Spannung, die dann elektronisch verstärkt und abgespielt werden kann.

Abb. 2 — Darstellung eines Piezoelements

Diese Piezoelemente funktionieren auch andersherum: Sie dehnen sich aus oder ziehen sich zusammen, wenn eine elektrische Spannung angelegt wird. Diese Verformung ist sehr klein, kann aber mit einem Michelson Interferometer gemessen werden. Für die folgenden Versuche gibt es dazu gibt es einen besonderen Spiegelbaustein, in den ein Piezoelement verbaut wurde (Abb. 3). Mit diesem Baustein kann der Spiegel um eine kleine Strecke verschoben werden, indem eine Spannung angelegt wird.

Abb. 3 — Spiegelbaustein mit Piezoelement

Wie sehr der Piezotonabnehmer sich ausdehnt hängt etwa linear von der Spannung ab. Deshalb lässt sich diese Ausdehnung mit einem Ausdehnungs-koeffizient *d* beschreiben. Dieser gibt an, um welche Strecke sich das Piezoelement bei einer Spannung von einem Volt ausdehnt. Er liegt normalerweise in einer Größenordnung von $10\frac{\mathrm{nm}}{\mathrm{V}} - 10\frac{\mu\mathrm{m}}{\mathrm{V}}$.

② Leite eine Formel her, mit der sich der Ausdehnungskoeffizient *d* aus der Spannungsänderung ΔV und der Anzahl der periodischen Durchgänge *n* des Interferenzmusters berechnen lässt.

gefördert durch:
WILHELM UND ELSE HERAEUS-STIFTUNG

Aufbau und Durchführung der Messung

① Bauen Sie das Michelson Interferometer wie in Abbildung 4 auf. Schalten Sie die regelbare Spannungsquelle ein und stellen Sie sie auf 0V **bevor** Sie das Piezoelement anschließen.

Das Piezoelement darf nie mit einer Spannung über 20V betrieben werden!

Abb. 4 — Michelson Interferometer inklusive Spiegelverschiebung

② Justieren Sie das Michelson Interferometer, nachdem Sie das Piezoelement an die Spannungsquelle angeschlossen haben, sodass ein Interferenzmuster zu sehen ist.

Richtige Justage
Nach der Justage sollte das Zentrum des Interferenzmusters etwa mittig auf dem Schirm zu sehen sein. Dies vereinfacht die Messung.

③ Ändern Sie langsam die Spannung der Spannungsquelle. Was können Sie beobachten?

④ Berechnen Sie jetzt den Ausdehnungskoeffizienten *d* des Piezoelements. Verändern Sie dazu die Spannung nach Möglichkeit so, dass das Interferenzmuster mehrere periodische Durchgänge durchläuft.

gefördert durch:
WILHELM UND ELSE HERAEUS-STIFTUNG