

O 12 Interferometer

1 Aufgabenstellung

Michelson-Interferometer

- 1.1 Ein Michelson-Interferometer ist aufzubauen, zu justieren und dem Praktikumsassistenten vorzuführen.
- 1.2 Die Änderung der Brechzahl Δn von Luft ist als Funktion des Druckes p am Michelson-Interferometer zu messen und graphisch darzustellen, der Anstieg $\beta = dn/dp$ ist durch lineare Regression zu bestimmen. Aus β sind die Brechzahlen der Luft unter Raumbedingungen und im Normzustand zu berechnen.
- 1.3 Die Anhängigkeiten der Spiegelverschiebung s von der Betriebsspannung U eines piezoelektrischen Feintriebs und vom Skalenwert P des Potentiometers zur Spannungseinstellung sind bei zu- und abnehmender Betriebsspannung am Michelson-Interferometer je zweimal aufzunehmen und graphisch darzustellen (Eichkurven, Hysterese des Piezoelements). Die Auflösung $\Delta s/\Delta U$ des Piezoelements und die Hysteresebreite sind zu ermitteln.

Mach-Zehnder-Interferometer

- 1.4 Ein Mach-Zehnder-Interferometer ist aufzubauen, zu justieren und dem Praktikumsassistenten vorzuführen.
- 1.5 Die in 3.5 formulierten Fragen zur Interferenz linear polarisierten Lichtes sind zu beantworten, die Antworten sind zu begründen.

Zusatzaufgabe:

- 1.6 Die Messungen gemäß Aufgabe 1.2 sind am Mach-Zehnder-Interferometer zu wiederholen.

2 Literatur

- 2.1 Becker, J., Jodl, H.-J. Physikalisches Praktikum für Naturwissenschaftler und Ingenieure VDI-Verlag GmbH Düsseldorf 1. Auflage 1991, S. 131 - 136
- 2.2 Ilberg, W., Kröttsch, M., Geschke, D. Physikalisches Praktikum B.G. Teubner Verlagsgesellschaft Stuttgart, Leipzig 10. Auflage 1994, S. 235 - 238 (zu 1.4)
- 2.3 Kohlrausch, F. Praktische Physik Band 1 B. G. Teubner Stuttgart 23. Auflage 1985, S. 674 - 678
- 2.4 Gerthsen, Ch., Kneser, H. O., Vogel, H. Physik Springer Berlin, Heidelberg, New York 16. Auflage 1989, S. 294 - 295, 504 - 508

3 Hinweise zum Versuch

Vorsicht Laserstrahlung! Nicht in den direkten oder reflektierten Strahl blicken!
Laserstrahl durch Schirm begrenzen, damit er andere Arbeitsplätze nicht erreichen kann.

Oberflächen von Spiegeln und Strahlteilern keinesfalls mit dem Finger berühren!
Bauelemente nicht auf den Tisch legen, sondern stets im Standgestell vertikal abstellen.
Schutzkappen der Spiegel nur während der Benutzung entfernen und danach wieder aufsetzen!

- 3.1 Hinweise zur Justierung des **Michelson-Interferometers** und eine Schablone der Bauelemente-Anordnung sind am Arbeitsplatz zu finden. Die Justierung ist beendet, wenn auf dem Schirm ein kontrastreiches System konzentrischer Ringe möglichst großen Abstands sichtbar ist. Nach Abschluss der Justierung ist die Empfindlichkeit des Interferometers gegenüber mechanischen Störungen (Druck auf die Grundplatte, Luftwirbel, Handwärme) zu beobachten und dem Assistenten vorzuführen. Die Wellenlänge der Strahlung des He-Ne-Lasers ist $\lambda = 632,8 \text{ nm}$.
- 3.2 Zur Messung der **Brechzahländerung** Δn von Luft in Abhängigkeit vom Druck p wird in einen der Teilstrahlen des Interferometers eine evakuierbare Kammer (Länge $l = 50 \text{ mm}$) eingesetzt, an deren Schlauch-

olive eine Handvakuumpumpe mit Belüftungsventil angeschlossen ist. Bei deren Betätigung dürfen keine Vibrationen auf das Interferometer übertragen werden; erforderlichenfalls ist der Schlauch in der Nut an der Tischklemme zu fixieren.

Die Kammer ist so langsam zu evakuieren und zu belüften, dass der Druck p am Membranmanometer nach jeweils 1 ... 2 im Zentrum des Ringsystems herausquellenden oder verschwindenden Ringen abgelesen werden kann. Aus der Anzahl z der Ringe und der Laser-Wellenlänge $\lambda = 632,8 \text{ nm}$ ist die Brechzahländerung Δn zu berechnen und als Funktion von p graphisch darzustellen. Aus dem durch Regression zu bestimmenden Anstieg β kann wegen der Proportionalität von $(n - 1)$ und Teilchenzahldichte die Brechzahl n von Luft bei beliebigen Werten von Druck und Temperatur unter Annahme der Gültigkeit der Gesetze des idealen Gases berechnet werden. Atmosphärendruck und Raumtemperatur sind im Praktikumsraum abzulesen.

- 3.3 Die Spiegelverschiebung s wird mit Hilfe des **Piezotranslators** einer piezoelektrischen Mikrometerschraube mit einem Feinstellbereich von etwa $30 \mu\text{m}$ realisiert und aus der Ringverschiebung bzw. aus der Anzahl z der entstehenden oder verschwindenden Ringe und der Laser-Wellenlänge bestimmt. Die Betriebsspannung U des Piezotranslators wird an einem 10-Gang-Wendelpotentiometer eingestellt, dessen Skalenteilungswerte P zu registrieren sind, und mit einem an der BNC-Buchse des Speisegeräts angeschlossenem Multimeter gemessen. Sie darf 120 V nicht übersteigen. Die darzustellenden Kurven $s = f(U)$ und $s = f(P)$ sind die **Eichkurven** des Piezotranslators, seine **Auflösung** wird aus der Steigung des linearen Teils der erstgenannten Kurve durch Regression bestimmt. Die gemeinsame Darstellung von s bei zu- und abnehmender Spannung U zeigt das Hystereseverhalten des Piezoelements, als **Hysteresebreite** wird die maximale Spannungsdifferenz ΔU_H bei gleicher Spiegelverschiebung angegeben.

Die Kurven $s = f(U)$ und $s = f(P)$ sind bei zu- und abnehmender Betriebsspannung je zweimal aufzunehmen, wobei sich die Verschiebeschritte der zweiten Messreihe von denen der ersten deutlich unterscheiden sollten. Vor Beginn jeder Feinverschiebung ist der Spiegel mit Hilfe des Grobtriebs der Mikrometerschraube in Vorwärtsrichtung an den Startpunkt (Nullpunkt des Feintriebs) heranzufahren.

- 3.4 Hinweise zur Justierung des **Mach-Zehnder-Interferometers** und eine Schablone der Anordnung sind am Arbeitsplatz zu finden, es gelten die Bemerkungen in 3.1. Die Justierung, insbesondere die Korrektur einer ev. Divergenz der beiden Strahlen am Interferometerausgang, erfordert Geduld und Sorgfalt.
- 3.5 Die nachfolgenden Fragen zur Interferenz polarisierten Lichtes sind schriftlich zu beantworten, die Antworten sind zu begründen:
- In den beiden Teilstrahlen eines Mach-Zehnder-Interferometers, in das polarisiertes Laserlicht einfällt, möge sich je 1 Polarisationsfilter befinden, dessen Polarisations Ebene um $+45^\circ$ bzw. -45° gegen die Schwingungsebene des Laserlichtes verdreht ist. Zusätzlich werde in einen der Teilstrahlen ein Quarzplättchen eingefügt, das die Polarisations Ebene um 90° dreht. Entstehen dann Interferenzringe?
 - Entstehen Interferenzringe, wenn beide Polarisationsfilter entfernt werden und nur das Quarzplättchen in einem Teilstrahl verbleibt?
 - Wären Interferenzerscheinungen in den beiden genannten Fällen beobachtbar, wenn ein Laser benutzt würde, der unpolarisierte Strahlung erzeugt?

4 Zugeordnete Themenkomplexe

Wellenoptik - Interferenz, Interferenzbedingungen; Gangunterschied, Kohärenz
Interferenzen gleicher Neigung und gleicher Dicke
Interferometer: Aufbau, Strahlengang, Anwendungen
Piezoelektrizität: Ursachen, Anwendungen