

Aufbau eines Michelson-Interferometers auf der Laseroptik-Grundplatte

Versuchsziele

- Aufbau eines Michelson-Interferometers
- Beobachtung des Interferenzmusters

Grundlagen

Interferometrie ist eine sehr genaue und empfindliche Meßmethode zur Bestimmung z. B. von Längenänderungen, Schichtdicken, Brechungsindizes und Wellenlängen. Das Michelson-Interferometer gehört zur Familie der Zweistrahlinterferometer. Die interferometrischen Messungen basieren bei diesem Interferometertyp auf folgendem Prinzip:

Der aus einer geeigneten Quelle kommende kohärente Lichtstrahl wird durch ein optisches Bauelement in zwei Teile aufgespalten. Die Teilstrahlen durchlaufen unterschiedliche Wege, werden in sich reflektiert, schließlich wieder zusammengeführt und überlagern sich. Durch die Überlagerung der Lichtwellen entsteht ein Interferenzbild. Ändert sich nun bei einem dieser Teilstrahlen die optische Weglänge, d. h. das Produkt aus Brechzahl und geometrischem Weg, so erfährt er eine Phasenverschiebung gegenüber dem ungestörten Strahl. Daraus ergibt sich eine Änderung des Interferenzbildes, aus

der man die Änderung der Brechzahl oder des geometrischen Weges ermitteln kann, wenn die jeweils andere Größe konstant geblieben ist.

Bei konstant gehaltener Brechzahl können also Differenzen des geometrischen Weges bestimmt werden, z. B. Längenänderungen von Materialien durch Wärme oder den Einfluß von elektrischen und magnetischen Feldern. Wird dagegen der geometrische Weg konstant gehalten, so können Brechungsindizes oder auch Größen und Einflüsse, die den Brechungsindex verändern, ermittelt werden. Dazu gehören z. B. Druck-, Temperatur- oder Dichteänderungen.

Das Michelson-Interferometer ist u. a. geeignet, den Einfluß von mechanischen Erschütterungen und Luftschlieren auf der Laseroptik-Grundplatte erkennbar zu machen. Bei der Herstellung von Hologrammen kann es dazu beitragen, Störungen zu erkennen und somit auszuschalten.

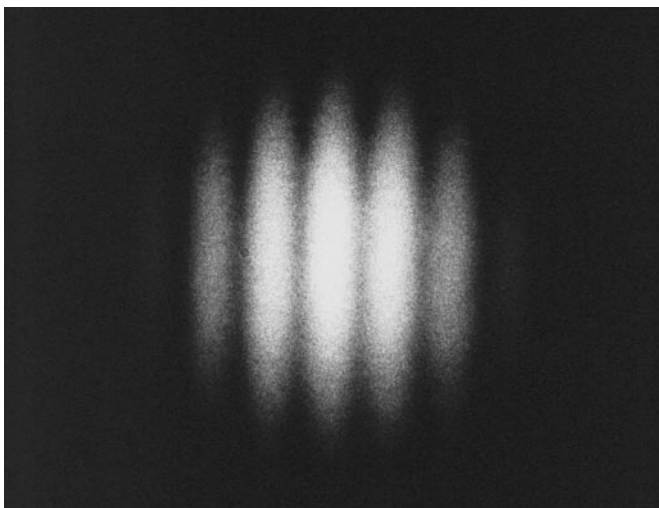


Fig. 1: Foto des Interferenzmusters auf dem durchscheinenden Schirm

Geräte

1 Laseroptik-Grundplatte	473 40
1 He-Ne-Laser, linear polarisiert	471 840
1 Laserträger	473 41
4 Optik-Füße	473 42
1 Strahlteiler z. B.	473 432
1 Halter für Strahlteiler	473 43
2 Planspiegel, feinjustierbar	473 46
1 Kugellinse, $f = 2,7$ mm	473 47
1 Durchscheinender Schirm	441 53
1 Sockel	300 11
1 Holzmaßstab	311 03

Aufbau und Durchführung

Hinweis: Optische Komponenten mit beschädigten oder verschmutzten Oberflächen können Störungen im Interferenzmuster hervorrufen:

Planspiegel, Strahlteiler und Kugellinse sorgfältig behandeln, staubfrei aufbewahren und nicht mit bloßen Händen anfassen.

Die Anordnung des Michelson-Interferometers auf der Laseroptik-Grundplatte ist in Fig. 2 dargestellt. Zum Aufbau sind folgende Schritte notwendig:

Laseroptik-Grundplatte und Laser:

- Luftpolster aufpumpen.
- Laseroptik-Grundplatte **(a)** mit Luftpolster waagrecht auf stabilem Experimentiertisch aufstellen.
- Laser auf Laserträger montieren und am linken Rand der Grundplatte platzieren.
- Laser anschließen und einschalten.
- Kontermuttern der drei Justierschrauben des Laserträgers lösen.
- Höhe und Neigung des Lasers mit Hilfe der Justierschrauben so ausrichten, daß sein Strahl waagrecht etwa 75 mm über der Grundplatte verläuft (für Feinjustierung bleibt dann genügend Spielraum); mit Holzmaßstab nachmessen.
- Kontermuttern wieder festziehen.

Strahlteiler:

Reflektierter und transmittierter Teilstrahl sollten ähnliche Intensitäten haben:

Bei Verwendung des variablen Strahlteilers (473 435) darauf achten, daß der Laserstrahl den Strahlteiler etwa in der Mitte trifft.

- zunächst kontrollieren, ob der Strahlteiler **(b)** das Laserlicht waagrecht reflektiert; dazu den Strahlteiler mit Halter und Optik-Fuß am anderen Ende der Laseroptik-Grundplatte in den Strahlengang stellen und den Lichtstrahl neben die Austrittsöffnung des Lasers reflektieren.
- ggf. den Neigungswinkel des Strahlteilers und somit den Strahlverlauf mit Hilfe der zwei Schrauben am Stiel korrigieren.
- anschließend den Strahlteiler gemäß Fig. 2 unter einem Winkel von 45° in den Strahlengang bringen; dabei die teildurchlässige Schicht des Strahlteilers am besten dem Laser zuwenden.

Planspiegel:

Hinweise:

Bei leicht verdunkeltem Raum ist die Justierung einfacher.

Neben den Hauptstrahlen treten durch Vielfachreflexionen noch weitere, sog. parasitäre Teilstrahlen mit geringerer Intensität auf. Diese Teilstrahlen werden später durch den Linsenhalter ausgeblendet und spielen daher für die weitere Justierung keine Rolle.

Die Qualität des Laserstrahls wird beeinträchtigt, wenn die an den Planspiegeln reflektierten Teilstrahlen genau in die Austrittsöffnung des Lasers zurückfallen.

- Planspiegel **(c)** so aufstellen, daß er zentrisch vom Laserstrahl getroffen wird.
- Planspiegel durch Drehen des Optik-Fußes auf der Grundplatte und Verstellen der Justierschrauben auf der Rückseite so ausrichten, daß der Strahl nahezu in sich reflektiert wird und nach der Transmission durch den Strahlteiler dicht über die Austrittsöffnung des Lasers zurückfällt.

Sicherheitshinweis

Der He-Ne-Laser genügt den „Sicherheitstechnischen Anforderungen für Lehr-, Lern- und Ausbildungsmittel – Laser; DIN 58126 Teil 6“ für Laser der Klasse 2. Bei Beachtung der entsprechenden Hinweise in der Gebrauchsanweisung ist das Experimentieren mit dem He-Ne-Laser ungefährlich.

- Nicht in den direkten oder reflektierten Laserstrahl blicken.
- Überschreiten der Blendungsgrenze vermeiden (d.h. kein Beobachter darf sich geblendet fühlen)

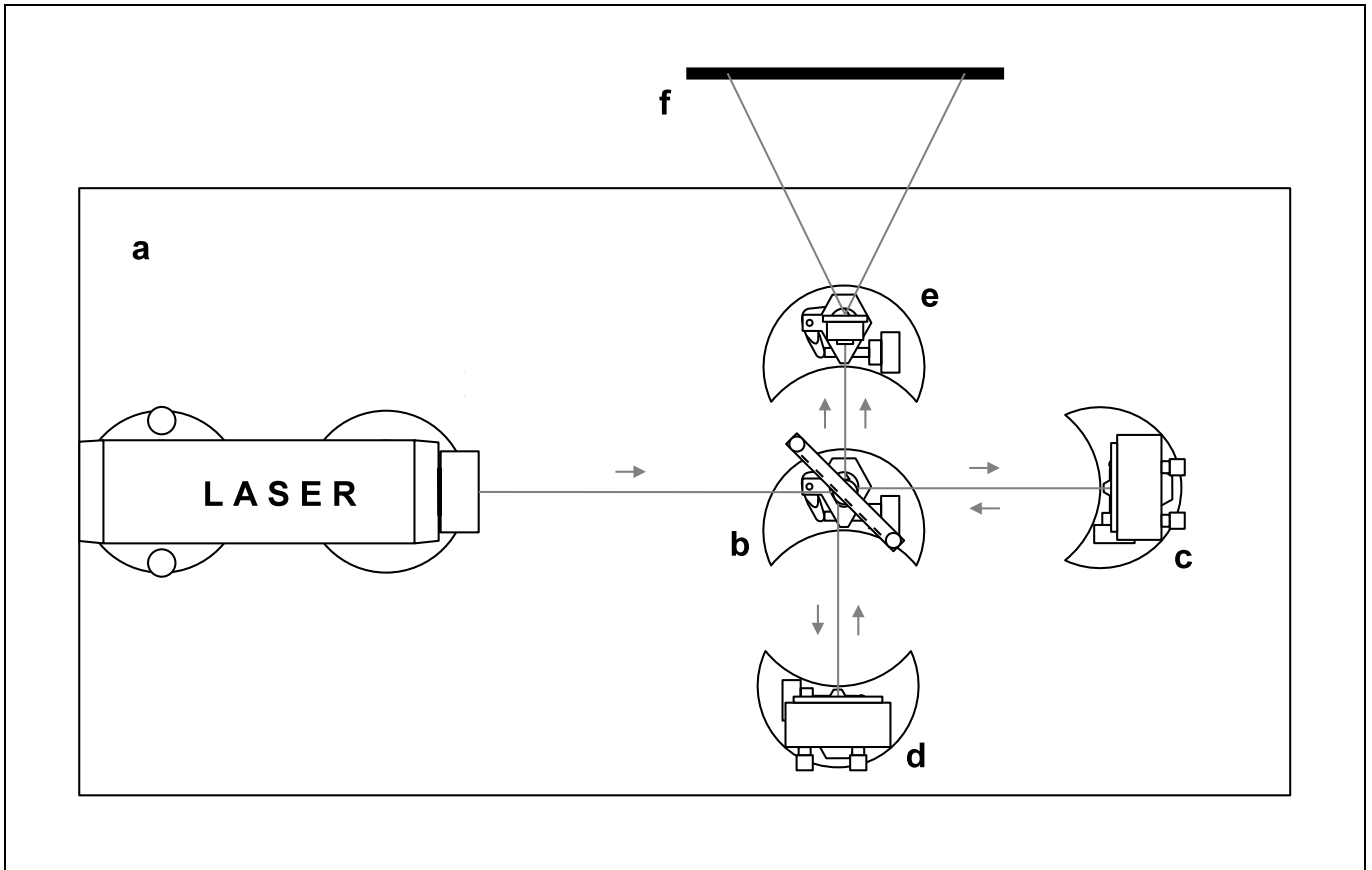


Fig. 2: Aufbau des Michelson-Interferometers auf der Laseroptik-Grundplatte, von oben betrachtet

- a Laseroptik-Grundplatte
- b Strahlteiler
- c, d Planspiegel, feinjustierbar
- e Kugellinse
- f Durchscheinender Schirm

- durchscheinenden Schirm (f) im Sockel befestigen und gemäß Fig. 2 hinter der Laseroptik-Grundplatte so aufstellen, daß er mittig vom Laserstrahl getroffen wird.
- Planspiegel (d) gemäß Fig. 2 in den vom Strahlteiler (b) reflektierten Teilstrahl stellen; dabei eine ähnliche Entfernung vom Strahlteiler wählen wie beim Planspiegel (c).
- den Planspiegel durch Drehen des Optik-Fußes auf der Grundplatte und Verstellen der Justierschrauben so ausrichten, daß dieser Teilstrahl ebenfalls nahezu in sich reflektiert wird und nach Transmission durch den Strahlteiler mit dem ersten Teilstrahl zusammentrifft.
- die jeweils intensivsten Strahlen der beiden Reflexgruppen auf dem Schirm durch Justieren der Planspiegel (c) und (d) mit Hilfe der Spiegelstellschrauben vollständig zur Deckung bringen.

Kugellinse:

- Zur Aufweitung des Laserstrahls Kugellinse (e) (mit kleinerer Strahleintrittsöffnung des Linsenhalters zum Strahlteiler zeigend) zwischen Strahlteiler und Schirm aufstellen.
- Kugellinse seitlich und in der Höhe so ausrichten, daß sie von beiden Teilstrahlen axial durchlaufen wird.

Feinjustierung:

Falls noch kein Streifenmuster auf dem durchscheinenden Schirm zu erkennen ist:

- Strahlengang durch Ausrichtung des Strahlteilers oder der Spiegel geringfügig verändern; dabei ggf. die Kugellinse nachjustieren.

Breite und Abstand der Interferenzstreifen sind um so größer, je besser die Parallelität der beiden Teilstrahlen zwischen Strahlteiler und Schirm gewährleistet ist:

- durch kleine Veränderungen der Ausrichtung der Spiegel und des Strahlteilers das Interferenzmuster auf ein bequem beobachtbares Format einstellen.

Falls die Feinjustierung nicht zum Ziel führt:

- die Interferometeranordnung nochmals von Anfang an justieren.

Das Interferenzmuster ist wesentlich heller und somit einfacher zu beobachten, wenn der Laser auf 1 mW Ausgangsleistung umgeschaltet wird. Weil der Strahlengang dadurch geringfügig verändert werden kann, muß die Position der Kugellinse oder der Strahlenverlauf ggf. etwas nachjustiert werden.

Meßbeispiel

Ein Foto des Interferenzmusters auf dem durchscheinenden Schirm findet man in Fig. 1 auf der Titelseite.

