

Michelson-Interferometer (FP11)(O)

Aufgabenstellungen

1. Komplettieren Sie den Interferometeraufbau so, dass Sie mit dem He-Ne-Laser als Strahlungsquelle Interferenzringe (Interferenzen gleicher Neigung) beobachten können.
2. Nehmen Sie die Kalibrierungskurve des Piezostellers im geregelten Modus auf. Der Piezo wird mit einer Ansteuerspannung von 0 bis 10 V und im Idealfall mit einer Frequenz zwischen 0,01 – 0,02 Hz gefahren. Nutzen Sie für die Kalibrierung ein Interferogramm mit dem He-Ne-Laser als Lichtquelle und fitten Sie eine lineare Funktion der Form $\Delta s(U) = aU - b$ an.
3. Im Interferogramm der Natriumdampflampe können aufgrund der Doppellinie ($\lambda_1 = 588,995$ und $\lambda_2 = 589,592$ nm) Schwebungen beobachtet werden. Bestimmen Sie den Abstand benachbarter Schwebungspunkte im Kontrastprofil der Natriumdampflampe und bestimmen Sie aus der Schwebungswellenlänge λ_s möglichst genau den spektralen Abstand zwischen beiden Linien. Nehmen Sie mindestens vier Messreihen mit je 10 Schwebungspunkten auf. Nutzen Sie zur Aufnahme der Interferogramme mit Schwebungspunkten den DC-motorgetriebenen Verschiebetisch.
4. Nehmen Sie für die rote und weiße LED das Interferogramm auf. Bestimmen Sie daraus durch Fouriertransformation (FFT) die Emissionsspektren beider LEDs. Nehmen Sie zusätzlich mit dem Spektrometer HR2000 (steht am FP-Versuch (O) He-Ne-Laser) die Spektren der LEDs direkt auf und vergleichen Sie diese mit den aus den Interferogrammen berechneten Spektren.
5. Bestimmen Sie aus der Einhüllenden des Interferogramms der roten LED die Kohärenzlänge und die Halbwertsbreite (FWHM). Vergleichen Sie diese Werte mit denen, die Sie aus dem gemessenen Spektrum (HR2000) und dem mittels FFT berechneten Spektrum erhalten haben.
6. Nehmen Sie die Interferogramme der Transmissionsspektren der IF mit $\lambda = 546$ und 589 nm auf. Nutzen Sie die weiße LED als Lichtquelle. Die IF können direkt vor der Photodiode (OPT301) platziert werden. Bestimmen Sie aus den Einhüllenden der Interferogramme die Kohärenzlängen des jeweils transmittierten Lichtes. Was lässt sich aus dem Verlauf der Einhüllenden über den Verlauf der Transmissionsspektren sagen?

7. Untersuchen Sie die Axial-Moden eines grünen Halbleiterlasers (LFD532-1, Wellenlänge von $\lambda = 532 \text{ nm}$). Messen Sie dazu den Abstand der aus den Moden resultierenden Schwebungspunkte im Kontrastprofil und bestimmen Sie den freien Spektralbereich ν_{FSR} des Lasers sowie die Länge des Halbleiter-Laserresonators (Brechungsindex des Lasermaterials: $n \approx 2$)
8. Optional: Bestimmen Sie den Brechungsindex einer Glasplatte. Die Glasplatte wird mit Hilfe eines Rotationstisches in einem der Interferometerarme um den Winkel θ kontinuierlich verdreht. Nehmen Sie das dazugehörige Interferogramm auf und berechnen Sie den Brechungsindex. Beginnen Sie die Messung bei einem Anfangswinkel $\theta < 0^\circ$.
9. Optional: Messen Sie die Spektren von mit dem Interferometer erzeugten konstruktiven Interferenzringen der roten LED für vier verschiedene Spiegelpositionen (Armlängen) aus und interpretieren Sie das Ergebnis. Nutzen Sie dazu das Spektrometer HR2000 mit der Fiberoptik.

Justage des Michelson-Interferometers für den Einsatz der LED

Schritt 1: Näherungsweise Lokalisierung der Weißlichtposition mit Hilfe des He-Ne-Lasers

- Spiegelabstände der Spiegel $M_{1,2}$ zum Strahlteiler *zwischen* $s_1 = s_2 = 4 - 5$ cm wählen
- Zweite Linse zum Aufweiten des Interferenzringsystems aus dem Aufbau entfernen
- Symmetrisches Ringsystem erzeugen und Weißlichtposition möglichst genau finden (bei einem gut justierten Aufbau verändert sich die Position des Maximums 0-ter Ordnung nur unwesentlich; ggf. mit Spiegel M_2 das Maximum 0-ter Ordnung suchen)

Schritt 2: Genauere Lokalisierung der Weißlichtposition mit Hilfe der Natriumdampflampe (vgl. Masterarbeit: Anhang, S.105)

- Licht der Natriumdampflampe mit *einer* plan-konvexen Linse $f = 100$ mm mittig auf Spiegel M_1 fokussieren
- Symmetrisches Interferenzbild mit gutem Kontrast erzeugen:
 - Mit Stellschraube Punkt mit hohem Kontrast finden
 - bleibt der Kontrast schlecht, dann mit Spiegel M_2 vorsichtig nachjustieren
- Anschließend Weißlichtposition finden

Schritt 3: Interferenzbild mit der LED erzeugen (vgl. Masterarbeit: Kapitel 6, S.52)

- LED mit *zwei* plan-konvexen Linsen auf Halterung platzieren und Lichtfleck auf Spiegel M_1 erzeugen
- Falls nicht sofort Interferenz zu beobachten ist, *vorsichtig* mit Stellschraube Δs nachjustieren
- ggf. Symmetrie über M_2 nachjustieren

Hinweise zur Interferogrammaufnahme

- Der Piezo darf maximal mit $U_{\max} = 0 - 10$ V angesteuert werden! Offset auf $U_{\max}/2$ stellen!
- Optimale Frequenz liegt zwischen $0,01 - 0,02$ Hz
- Das Interferogramm sollte mittig auf der aufsteigenden oder abfallenden Rampe liegen
- Der Öffnungsdurchmesser der Irisblende der Photodiode sollte bei der Interferogrammaufnahme klein gewählt sein
- Nicht die Spiegel- oder Linsenoberflächen sowie den Strahlteiler direkt anfassen!