



Versuchsanleitung

Michelson-Interferometer

Nummer: 19
Kompiliert am: 29. März 2023
Letzte Änderung: 29.03.2023
Beschreibung: Quantitative Erfassung von Interferenzerscheinungen verschieden kohärenter Quellen.
Webseite: <https://www.uni-ulm.de/nawi/institut-fuer-quantenoptik/ag-prof-jelezko/lehre/grundpraktikum-physik-physwiphys-la-phys/>

Inhaltsverzeichnis

1 Einführung	2
2 Stichpunkte zur Versuchsvorbereitung	2
2.1 Theorie	2
2.2 Beispiele aus Natur und Alltag	2
3 Versuchsdurchführung	3
3.1 Quecksilberdampf Lampe ($\lambda = 546.1 \text{ nm}$)	3
3.2 Natriumdampf Lampe	3
3.3 Wolframbandlampe	4
3.4 Häufige Fehler	4
4 Versuchszubehör	4
5 Hinweise zur Ausarbeitung	4
5.1 Versuchsspezifisch	4
5.2 Allgemein	5
Literatur	6

1 Einführung

Der Interferenz kommt insbesondere in der Optik eine entscheidende Bedeutung zu, da sich mit ihrer Hilfe z.B. die Wellennatur des Lichts nachweisen lässt. Unter Interferenz versteht man zunächst einfach die Überlagerung mehrerer Wellen. Da zum Auftreten besonderer Phänomene jedoch gewisse Bedingungen erfüllt werden müssen, spielen diese Phänomene im Alltag eine eher untergeordnete Rolle. Damit Interferenz für uns beobachtbar wird, muss die verwendete Lichtquelle über eine gewisse Länge (*Kohärenzlänge*) und Zeit (*Kohärenzzeit*) *kohärent* sein, das heißt eine räumliche und zeitliche Phasenbedingung erfüllen.

Im Versuch wird mit verschiedenen kohärenten Licht-Quellen gearbeitet werden, unter anderem um aus den auftretenden Interferenzerscheinungen auf Eigenschaften der Quellen zurückschließen zu können.

2 Stichpunkte zur Versuchsvorbereitung

2.1 Theorie

Zur Versuchsdurchführung sollten folgende Punkte vorbereitet werden:

- Maxwell-Gleichungen mit kurzer Erläuterung
- Wellengleichung (Herleitung, reelle und komplexe Lösungen) [BS04, Dem13]
- Superpositionsprinzip (Gültigkeit, Anwendung)
- Intensität elektromagnetischer Wellen (Definition, Zusammenhang mit Poynting-Vektor) [Dem13, ST07]
- Kohärenz und Erzeugung von kohärentem Licht [Dem13, ST07]
 - Zeitliche und räumliche Kohärenz (Unterschiede, Anwendungsbeispiele), Kohärenzzeit (Zusammenhang mit spektraler Bandbreite), Kohärenzlänge
 - Quantitative Formulierungen des Kohärenzbegriffs (z.B. mittels Phasenbeziehung in [Dem13], oder mittels Korrelationsfunktion in [ST07])
- Interferenz [BS04, Dem13, ST07]
 - Ursache, Beispiel Überlagerung ebener Wellen gleicher Ausbreitungsrichtung
 - Interferenz an planparallelen Platten (Herleitung) mit Skizze, Interferenzordnungen
- Funktionsweise des Michelson-Interferometers sowie zwei weiterer Interferometer mit Skizze [BS04, Dem13]
- Funktionsweise von HeNe-Laser und Dampf lampen [BS04]
- Mögliche Auswertformeln und deren Herleitungen

2.2 Beispiele aus Natur und Alltag

- Spektrometer (Wellenlängenbestimmung)
- Bestimmung des Brechungsindex

- Falsifizierung der Äther-Theorie
- Gravitationswellendetektor

3 Versuchsdurchführung

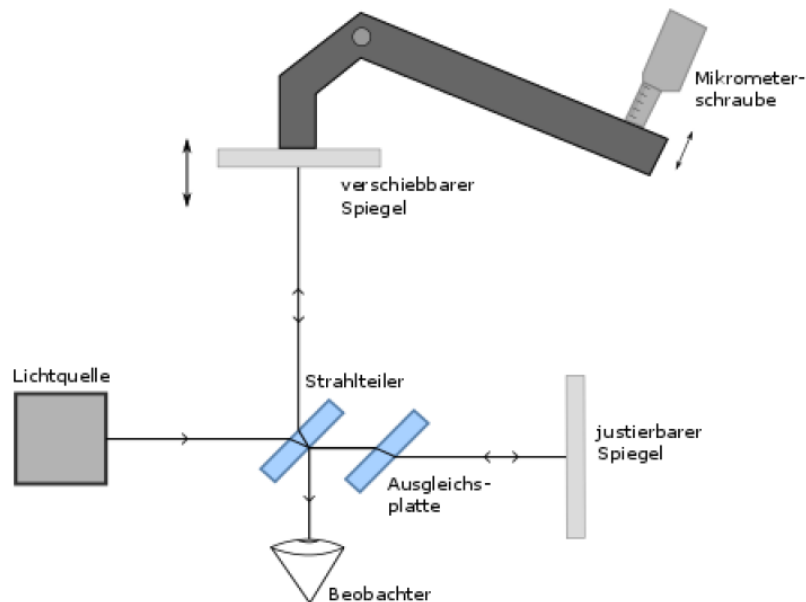


Abbildung 1: Schematische Aufbau des zu verwendenden Michelson-Interferometers

3.1 Quecksilberdampfampe ($\lambda = 546.1 \text{ nm}$)

- Zunächst soll der Spiegel durch einen Schrittmotor mit konstanter Geschwindigkeit bewegt werden und eine feste Anzahl von Interferenzextrema (etwa 200) gezählt werden; die jeweilige Differenz der Positionen der Mikrometerschraube werden notiert.
- Die Messung wird dreimal durchgeführt.

3.2 Natriumdampfampe

- Bei dieser Quelle werden die Messungen zuerst analog zur Hg-Dampfampe durchgeführt. Anschließend sollen „von Hand“ (ohne Schrittmotor) Positionen herausgesucht werden, in denen das Interferenzmuster verschwindet.
- Es sollen je fünf aufeinanderfolgende Positionen, in denen das Interferenzmuster verschwindet, notiert werden.
- Diese Messung wird zweimal durchgeführt.

3.3 Wolframbandlampe

- Durch Nullstellung des verschiebbaren Spiegels und anschließendem Vorschub von Hand mithilfe der Mikrometerschraube soll die Stellung gefunden werden, in der der Gangunterschied in beiden optischen Pfaden des Interferometers verschwindet. Diese Position wird notiert.
- Es wird im Strahlengang mit festem Spiegel ein Objektträger eingebracht und erneut die Stellung gesucht, bei dem der Gangunterschied der optischen Pfade verschwindet. Auch diese Position wird notiert.

3.4 Häufige Fehler

4 Versuchszubehör

- Grundplatte mit
 - Spiegel, verschiebbar per Mikrometerschraube
 - Spiegel, justierbar
 - Strahlteilerplatte mit Ausgleichsplatte
 - Beobachtungsrohr
- Wolfram-Lampe
- Quecksilberdampf Lampe
- Natriumdampf Lampe
- Netzteil für Dampf Lampen
- Netzteil für Wolfram-Lampe
- Engpassfilter für $\lambda = 546.1 \text{ nm}$
- Lochblende
- Schrittmotor mit zwei Schrauben und passendem Inbusschlüssel
- Objektträger

5 Hinweise zur Ausarbeitung

5.1 Versuchsspezifisch

- Herleitung der zur Auswertung benötigten Gleichungen
 - Kalibrierung/ Bestimmung der Wellenlänge der Na-Dampf Lampe
 - Bestimmung der Wellenlängendifferenz zwischen den Spektrallinien der Na-Lampe
 - Bestimmung des Brechungsindex durch Verlängerung des optischen Weges im Interferometer

- Gemessene Werte in Tabelle darstellen und berechneten Mittelwert mit Fehler angeben
- Fehler mit Gauss-Fehlerfortpflanzung berechnen und die verwendete Formel angeben (Ableitungen sollen ausgeführt werden)
- Bei Wolframbandlampe: Sichtbaren Effekt erläutern und Herkunft erklären
- Sinnvoller Vergleich mit Literaturwerten und Diskussion der Ergebnisse mit Fehlerdiskussion

5.2 Allgemein

- Kopie des Laborbuchs anhängen
- Fehlerbalken in den Schaubildern
- Fehler des Mittelwerts richtig berechnen und Ergebnisse richtig runden (siehe Anleitung Limmer und/oder Folien zu unserem Statistik-Workshop)
- Gute Skizzen und Abbildungen verwendet (z.B. deutsche Beschriftung, Skizzen entsprechen den Erläuterungen, ...); Skizzen dürfen gerne selbst angefertigt werden
- Vergleich mit Literaturwerten
- Diskussion und/oder Wertung der Ergebnisse

Literatur

- [BS04] BERGMANN, Ludwig ; SCHAEFER, Clemens: *Lehrbuch der Experimentalphysik*. Bd. 3: *Optik: Wellen- und Teilchenoptik*. 10. Auflage. Berlin, New York : Walter de Gruyter Verlag, 2004
- [Dem13] DEMTRÖDER, Wolfgang: *Experimentalphysik 2: Elektrizität und Optik*. 5. Auflage. Berlin, Heidelberg : Springer Verlag, 2013
- [ST07] SALEH, Bahaa E. A. ; TEICH, Malvin C.: *Fundamentals of Photonics*. 2nd edition. Weinheim : Wiley-VCH Verlag, 2007