

GI Beugungsgitter

1. Motivation

Interferenz an Mehrfachspalt und Gitter zeigt eindeutig, dass Licht die Eigenschaften einer Welle besitzt. Im Versuch wird diese grundlegende Eigenschaft des Lichts an mehreren Beispielen genauer untersucht. Dazu wird die Anwendung der Interferenz am Gitter zur spektralen Zerlegung von Licht gezeigt.

2. Grundlagen/Theorie

- Licht als elektromagnetische Welle
(Staudt Skript II, Kap. 8.1 oder E. Hecht, Optik, Kap. 3.2, 3.4)
- Unterschied geometrische Optik/Wellenoptik
(Staudt Skript II, Kap. 8.1 oder E. Hecht, Optik, Kap. 4.2.3, 5.1)
- Interferenz von Wellen
(Staudt Skript II, Kap. 8.4.1 oder E. Hecht, Optik, Kap. 9.1, 9.2, 9.3)
- Interferenz an Mehrfachspalten
(Staudt Skript II, Kap. 8.4.2)
- Beugung am Einzelspalt
(Staudt Skript II, Kap. 8.4.4 oder E. Hecht, Optik, Kap. 10.1, 10.2, 10.5)
- Funktionsprinzip eines Lasers
(Gerthsen Physik, Kap. 12.2.9)

Fragen:

- Wann können optische Phänomene mit geometrischer Optik beschrieben werden? Wann wird die Welleneigenschaft des Lichts zur Erklärung benötigt? Durch was wird eine Lichtwelle beschrieben? Wie entsteht Licht?
- Wie lautet das Huygenssche Prinzip? Wo liegen die Grenzen dieses Modells?
- Wie sehen die Interferenzbilder von Doppelspalt, Dreifachspalt und Gitter aus (bei Vernachlässigung der Breite der einzelnen Spalte)? Wie lautet jeweils die Bedingung für Intensitätsmaxima?
- Verletzt destruktive Interferenz den Energiesatz? Wo geht die Energie hin?
- Unter welchen Bedingungen tritt Interferenz auf? Wie werden diese Bedingungen im Versuch erfüllt?

- Wie sieht das Interferenzbild eines schmalen Einzelspaltes aus? Durch welche Formel wird es beschrieben? Wie beeinflusst die endliche Breite der einzelnen Spalte eines Gitters das Interferenzbild?
- Wieso kann ein Gitter zur spektralen Auflösung von Licht verwendet werden? Von was hängt das Auflösungsvermögen ab?
- Welches sind die charakteristischen Unterschiede zwischen den Spektren von Gittern und Prismen? (vgl. auch Auswertung)
- Was ist das Funktionsprinzip eines Lasers? Welche Eigenschaften hat das von einem Laser ausgesendete Licht?

3. Beschreibung des Versuchs

Im Versuch wird zunächst die Gitterkonstante eines Strichgitters bestimmt, in dem das Gitter vergrößert auf den Schirm projiziert wird.

Anschließend wird das Interferenzbild des Gitters untersucht. Dazu wird das Gitter mit Licht aus einer konventionellen Glühlampe beleuchtet, das durch geeignete Maßnahmen kohärent gemacht wird.

Zum Schluss wird das Interferenzmuster eines Kreuzgitters untersucht, das mit einem Laser beleuchtet wird.

4. Messungen

1. Bestimmung der Gitterkonstanten des Strichgitters:

Das Strichgitter wird mit der Lampe beleuchtet und durch das Objektiv scharf auf den Schirm (z.B. die Wand) abgebildet, wobei die Vergrößerung möglichst hoch sein sollte. Bei richtigem Strahlengang wird die Lichtquelle (Glühfaden) in das Objektiv abgebildet; in diesem Fall wird die größte Helligkeit erzielt.

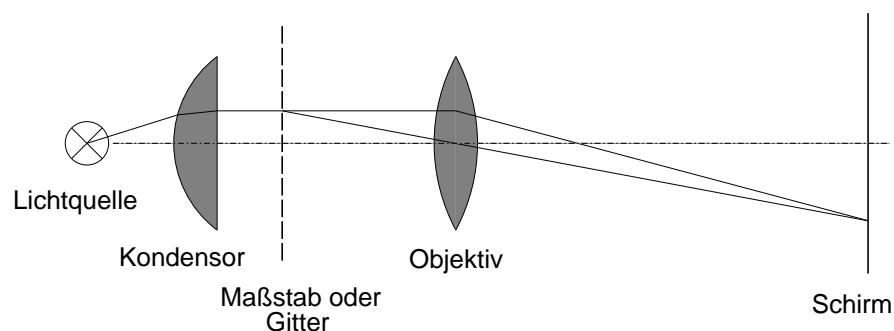


Abbildung GI.1: Messanordnung zur Bestimmung der Gitterkonstanten g

Messen Sie zwei Mal die Breite von 20 Gitterperioden und schätzen Sie den Fehler ab. Zur Bestimmung der Vergrößerung wird das Gitter gegen einen Maßstab mit mm-Teilung ausgetauscht. Die Vergrößerung ist dann $v = B/G$ (B : Bildgröße, G : Gegenstandsgröße). Schätzen Sie auch hier einen Fehler ab.

2. Bestimmung der mittleren Wellenlängen von drei verschiedenen Filtern (rot, grün, blau) mit dem Strichgitter:

Der Spalt wird durch das Objektiv auf den Schirm abgebildet. Zur Erzielung maximaler Helligkeit wird der Glühfaden durch den Kondensator auf den Spalt abgebildet. Dann wird der Farbfilter in den Strahlengang gestellt (Scharfeinstellung der Spaltabbildung nachstellen) und das Gitter zwischen Objektiv und Schirm gestellt.

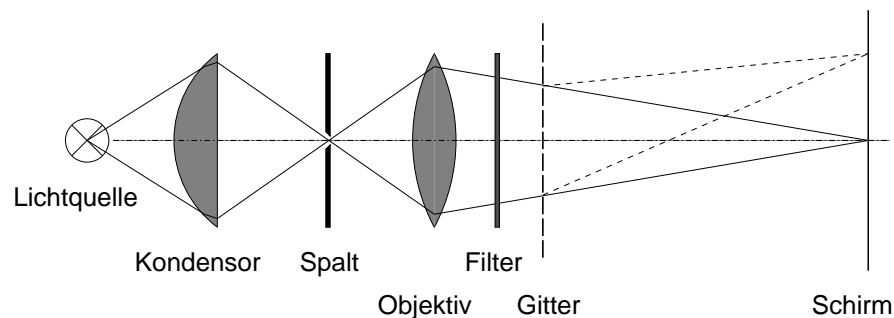


Abbildung GI.2: Messanordnung zur Bestimmung der Wellenlänge λ

Messen Sie den Abstand zwischen zwei (beliebigen) Maxima 2 bis 3 Mal, und bestimmen Sie daraus den Abstand zwischen zwei benachbarten Maxima. Schätzen Sie für diesen Abstand einen Fehler ab.

Messen Sie außerdem den Abstand zwischen Gitter und Schirm.

3. Interferenz am Kreuzgitter:

Verwenden Sie dazu den Helium-Neon-Laser ($\lambda = 632,8 \text{ nm}$) und ersetzen Sie das Strichgitter durch ein Kreuzgitter. Wie muss die Versuchsanordnung geändert werden, um ein Interferenzmuster zu beobachten?

Messen Sie den horizontalen und vertikalen Abstand der Maxima je 2 bis 3 Mal und schätzen Sie jeweils einen Fehler ab.

Messen Sie außerdem in jede Richtung den Abstand zwischen den ersten Minima des überlagerten Beugungsbildes der Einzelspalte.

Vergessen Sie auch hier nicht, den Abstand zwischen Gitter und Schirm zu bestimmen!

5. Aufgaben zur Auswertung

- Bestimmen Sie aus Messung 1 die Gitterkonstante mit Fehler.
- Bestimmen Sie aus Messung 2 die mittleren Wellenlängen der drei Filter, ebenfalls mit Fehler.

- Bestimmen Sie aus Messung 3 die zwei Gitterkonstanten des Kreuzgitters mit Fehler. Schätzen Sie außerdem aus den gemessenen Abständen der Minima die Breite der Einzelspalte in beide Richtungen ab.
- Wie würde das Bild auf dem Schirm aussehen, wenn man in Messung 2 Spalt oder Filter weglässt? Warum muss beim Einsetzen der Filter die Scharfstellung nachgestellt werden?
- Welches sind die charakteristischen Unterschiede (mindestens 3) zwischen Gitter und Prisma bezüglich der spektralen Zerlegung von Licht und den entstehenden Spektren?