

# GI - Gitter

## Blockpraktikum Frühjahr 2005

Alexander Seizinger, Tobias Müller  
Assistent Gunnar Ritt

Tübingen, den 5. April 2005

### 1 Einführung

In diesem Versuch werden die Welleneigenschaften, insbesondere die Interferenz, des Lichts näher untersucht.

### 2 Theoretische Grundlagen

#### 2.1 Interferenz

Überlagern sich mehrere Wellen so bestimmt man die Amplitude der resultierenden Welle indem man die Amplituden der einzelnen Wellen aufsummiert. Bei gleicher Amplitude ergibt sich somit für einen Phasenunterschied  $\Delta\varphi$  von  $\Delta\varphi = k \cdot 2\pi$  mit  $k \in \mathbb{N}_0$  ein Maximum, man spricht auch von konstruktiver Interferenz.

Für  $\Delta\varphi = (2k + 1) \cdot 2\pi$  mit  $k \in \mathbb{N}_0$  löschen sich die Wellen aus, man spricht von destruktiver Interferenz.

#### 2.2 Interferenz am Einzelspalt

Bei einem Einzelspalt der Breite  $d$  beobachtet man Minima genau dann, wenn für den Gangunterschied  $\Delta g$  der vom linken und rechten Rand ausgehenden Wellen gilt:

$$\Delta g = k \cdot \lambda$$

Durch elementare Geometrie und die Näherung paralleler Strahlen erhält man für die zugehörigen Winkel  $\alpha_k$ :

$$k \cdot \lambda = d \cdot \sin \alpha_k$$

#### 2.3 Interferenz an Doppelspalt

Sei  $d$  wieder die Spaltbreite; unter den für den Einzelspalt gemachten Näherungen gilt für die Winkel  $\alpha_k$ , unter denen Maxima auftreten:

$$k \cdot \lambda = d \cdot \sin \alpha_k$$

#### 2.4 Gitter

Bei einem Gitter mit  $N$  Spalten ergibt sich eine ähnliche Intensitätsverteilung wie beim Doppelspalt. Allerdings liegen zwischen je zwei Hauptmaxima  $(n - 2)$  Nebenmaxima kleinerer Intensität. Die Hauptmaxima selbst sind schärfer als die des Doppelspalts.

### 3 Versuchsdurchführung

#### 3.1 Bestimmung der Gitterkonstante

Durch Projektion des Gitters auf einen Schirm und ein Vergleichsnormale maßen wir den Abstand zwischen den Gitterstäben aus.

## 4 Auswertung

### 4.1 Bestimmung der Gitterkonstanten

Mit dem Maßstab wurde eine Vergrößerung  $v = 17,9$  ermittelt. Die Gitterkonstante lässt sich nun einfach auf die Originalgröße zurückführen.

$$\bar{g} = 69,9\mu\text{m} \pm 0,07\mu\text{m}$$

### 4.2 Bestimmung der Wellenlängen

Da die Winkel im folgenden immer sehr klein sind, verwenden wir immer die Näherung  $\alpha \approx \tan \alpha \approx \sin \alpha$ .

Da der Abstand  $a$  des Gitters zum Schirm und der Abstand der Maxima  $m$  bekannt ist, kann man auf den Winkel  $\alpha$  zurückrechnen:

$$\frac{m}{a} = \tan \alpha \approx \alpha \quad (1)$$

Mit Hilfe diesen Winkel  $\alpha$  und der Gitterkonstante  $g$  lässt sich nun die Wellenlänge ermitteln.

$$\lambda = g \cdot \sin \alpha \approx g \cdot \alpha \approx g \frac{m}{a} \quad (2)$$

Für die zufälligen Fehler  $\sigma$  gilt:

$$\sigma_\alpha = \frac{1}{a} \sigma_m$$

$$\sigma_\lambda = \sqrt{\left(g \frac{1}{a} \sigma_m\right)^2 + \left(\frac{m}{a} \sigma_g\right)^2}$$

Damit erhalten wir als Wellenlängen

$$\lambda_{rot} = 700\text{nm} \pm 12\text{nm}$$

$$\lambda_{gruen} = 600\text{nm} \pm 27\text{nm}$$

$$\lambda_{blau} = 550\text{nm} \pm 32\text{nm}$$

Hätte man bei dieser Messung den Spalt weggelassen wäre die Lichtquelle nicht kohärent gewesen und das Interferenzbild wäre verschwommen. Auch wenn man den Filter weggelassen hätte wäre es nicht zu sehen gewesen da sich die Bilder der verschiedenen Wellenlängen überlagert hätten. Eine Nachstellung der Filter war wegen der chromatischer Abberation der Linse notwendig.

### 4.3 Kreuzgitter

Für die Berechnung der Gitterkonstanten bzw. der Spaltenbreite gilt nach (1) und (2):

$$g = \lambda \frac{a}{m}$$

$$\sigma_g = \lambda \frac{a}{m^2} \sigma_m$$

Damit erhalten wir

$$g_{vertikal} = 93\mu\text{m} \pm 1,6\mu\text{m}$$

$$g_{horizontal} = 95\mu\text{m} \pm 1,1\mu\text{m}$$

$$b_{vertikal} = 37\mu\text{m} \pm 1,3\mu\text{m}$$

$$b_{horizontal} = 32\mu\text{m} \pm 2,5\mu\text{m}$$

#### 4.4 Unterschiede zwischen Prisma- und Gitterspektren

- a) Da beim Gittern die längeren Wellenlängen stärker gebeugt werden als die kurzen, beim Prisma aber die kürzere stärker gebrochen als die längeren erscheinen die Gitter genau „andersherum“.
- b) Beim Gitter erhält man immer mehrere Ordnungen der Spektren die symmetrisch zur optischen Achse angeordnet sind.
- c) Beim Gitter muss kohärentes Licht vorhanden sein.