1 Ziel des Versuches

Interferenz und Beugung verdeutlichen den Wellencharakter des Lichtes. Sie sind auch für die optische Abbildung von grundlegender Bedeutung. Darüber hinaus werden diese Erscheinungen in zahlreichen optischen Bauelementen (Interferenzfilter, Beugungsgitter), in der optischen Messtechnik (Interferometrie) und in der Holografie technisch angewendet.
Im vorliegenden Versuch sollen die zu diesem Thema erworbenen Kenntnisse vertieft und angewendet werden. Durch Auswertung der Beugungserscheinungen an Spalten und Gittern sowie der Interferenzerscheinungen an dünnen Schichten sollen die Kenngrößen der Elemente bzw. die Wellenlänge des verwendeten Lichtes bestimmt werden.

2 Physikalische Grundlagen

Eine harmonische Welle, die sich in die positive x-Richtung ausbreitet, kann mit

(1) $$A(x,t) = A_{\max}\sin(\omega\cdot t - kx + \varphi_0) = A_{\max}\sin(\Phi(x,t))$$

beschrieben werden. Dabei sind $A_{\max}$ die Amplitude, $\omega = 2\pi\cdot f$ die Kreisfrequenz (f - Frequenz), $k = \frac{2\pi}{\lambda}$ die Wellenzahl (λ - Wellenlänge) und φ_0 eine Anfangsphase der Welle. $\Phi(x,t)$ bezeichnet man als **Phase** der harmonischen Welle.
Das Ergebnis der Überlagerung **(Superposition)** zweier (oder mehrerer) harmonischer Wellen $A_1 + A_2 (+ ... + A_n)$ gleicher Polarisationsrichtung hängt von ihrem Phasenunterschied $\Delta\Phi = \Phi_2 - \Phi_1$ ab. Bei gleicher Frequenz der Wellen ($f_1 = f_2 = f$) und zeitlich konstanter Differenz der Anfangsphase $\Delta\varphi_0 = \varphi_{02} - \varphi_{01} = \text{const}$ hängt der Phasenunterschied nur noch vom Ort ab ($\Delta\Phi(x)$).
Die betrachteten Lichtwellen besitzen eine solch hohe Frequenz, dass die oszilliernde Amplitude von keinem elektronischen Detektor aufgelöst werden kann. Sie registrieren die Intensität der Lichtwellen, die man aus dem zeitlichen Mittelwert der Amplituden erhält $I(x) \propto \overline{A(x,t)^2}^{\,t}$. Man beobachtet also bei der Überlagerung der Wellen eine von $\Delta\Phi(x)$ bestimmte räumliche Intensitätsmodulation, die man auch als **Interferenz** bezeichnet.
An den Orten, wo

(2a) $$\Delta\Phi = \Phi_n^{\max} = m\cdot 2\pi \quad \text{mit } m = 0, \pm 1, \pm 2, ...$$

beträgt, entstehen Interferenzmaxima. Es verstärken sich die überlagerten Wellen, weil sie die gleiche Auslenkung besitzen (in gleicher Phase schwingen). Dieser Phasenunterschied entspricht einem **Gangunterschied**

(2b) $$\Gamma_m^{\max} = m\cdot\lambda \qquad \text{mit } m = 0, \pm 1, \pm 2, ... \text{ (geradzahliges Vielfaches von } \frac{\lambda}{2})$$

zwischen den interferierenden Wellen. Die Zahl m wird als **Interferenzordnung** bezeichnet.
Minima der interferierenden Wellen beobachtet man an den Orten gegenphasiger Überlagerung. Der Phasenunterschied beträgt dann

(3a) $$\Delta\Phi = \Phi_n^{\min} = (2m-1)\pi \quad \text{mit} \quad m = 0, \pm 1, \pm 2, ...$$