

Übungsblatt 8 zur Quantenelektronik I

Bereitgestellt: 14.05.07

Abgabe: 21.05.07

Rückgabe: 29.05.07

Aufgabe 1 Fraunhofer-Beugung am Gitter

Betrachten Sie Beugung im Fernfeld jeweils für den Fall eines Amplituden- und eines Phasengitters mit der gegebenen Transferfunktion $t(x)$ und der Gitterkonstante Λ :

(1) Amplitudengitter:
$$t(x) = \begin{cases} 1 & \text{für } 0 \leq x \leq \frac{\Lambda}{2} \\ 0 & \text{für } \frac{\Lambda}{2} \leq x \leq \Lambda \end{cases}$$

(2) Phasengitter:
$$t(x) = \begin{cases} e^{i\delta_0\pi} & \text{für } 0 \leq x \leq \frac{\Lambda}{2} \\ 1 & \text{für } \frac{\Lambda}{2} \leq x \leq \Lambda \end{cases}$$

a) Berechnen Sie Amplituden der Fourierreihe $T_m = \frac{1}{\Lambda} \int_0^{\Lambda} t(x) e^{i2\pi m \frac{x}{\Lambda}} dx$ für die Ordnungen $m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$

b) Vergleichen Sie die Leistung in allen Ordnungen ($L = \frac{1}{\Lambda} \int_0^{\Lambda} |t(x)|^2 dx$) mit der Leistung die die „nullte“ Ordnung enthält ($L_0 = |T_0|^2$). Was lässt sich über die Spezialfälle des Phasengitters für $\delta_0 = 1$ und 2 aussagen und welches Gitter würden Sie in einer praktischen Anwendung einsetzen?

Aufgabe 2 Auflösungsvermögen eines Mikroskops

In einem Mikroskop werde das zu untersuchende Objekt kohärent beleuchtet. Das von ihm ausgehende Licht tritt in eine Objektivlinse mit Brennweite f ein, die ungefähr im Abstand f vom Objekt steht und Licht auf einer Fläche mit Durchmesser D sammeln kann. Der Raum zwischen Objekt und Objektiv sei mit Luft gefüllt.

Die Bildentstehung im Mikroskop kann man sich so vorstellen, dass für eine bestimmte Wellenlänge des Lichts jede räumliche Fourier-Komponente des Objekts eine Welle mit entsprechender Richtung produziert, die je nach dem Winkel zwischen ihrer Ausbreitungsrichtung und der Achse der Linse in die Objektivlinse gelangen kann oder nicht. Hinter dem Objektiv wird mit Hilfe weiterer Optik ein Bild des Objekts erzeugt. Eine räumliche Struktur kann vom Mikroskop aufgelöst werden, wenn die dazu nötigen Fourier-Komponenten durch die Optik gelangen. Beispielsweise führt ein Strichgitter als Objekt zu einer entsprechenden oszillierenden Struktur im Bild, wenn mindestens die Fourier-Komponenten erster Ordnung noch durch die Optik gelangen. Schätzen Sie mit Hilfe dieser Überlegungen das Auflösungsvermögen des beschriebenen Mikroskops ab.