

Lösungen: Übungsblatt 8 zur Quantenelektronik I

Aufgabe 1 Fraunhofer-Beugung am Gitter

Ausgehend von der Annahme, dass die Gitter-Transmissionsfunktion $t(x)$ periodisch ist, können die Fourierkomponenten $T_m = \frac{1}{\Lambda} \int_0^{\Lambda} t(x) e^{i \frac{2\pi m x}{\Lambda}} dx$ der einzelnen Beugungsordnungen berechnet werden.

a) Man erhält für das Amplitudengitter:

$$T_m = \begin{cases} \frac{1}{2} & ; m = 0 \\ \frac{e^{im\pi/2}}{2} \text{sinc}(m\pi/2) & ; m \in \{\pm 1, \pm 2, \dots\} \end{cases}$$

und das Phasengitter:

$$T_m = \begin{cases} \frac{e^{i\delta_0\pi} + 1}{2} & ; m = 0 \\ \frac{e^{im\pi/2}}{2} \text{sinc}(m\pi/2) (e^{i\delta_0\pi} + e^{im\pi}) & ; m \in \{\pm 1, \pm 2, \dots\} \end{cases}$$

b) Einsetzen in die im Text genannten Formeln ergibt für das Amplitudengitter:

$$L = \frac{1}{2}$$

<

Strukturen mit Abmessungen von $\frac{a}{2} = \frac{\lambda}{2 \sin \alpha}$ (z. B. die Striche des diskutierten Gitters) gerade noch auflösen.

Dies ist der Kern der Abbeschen Theorie des Mikroskops (nach Ernst Abbe, 19. Jhd.) Den häufiger auftretenden Fall inkohärenter Beleuchtung des Objekts hat übrigens etwa gleichzeitig Hermann v. Helmholtz untersucht.