

4. Übung zur Vorlesung Methoden moderner Röntgenphysik II: Streuung und Abbildung

SS 2014

G. Grübel, M. Martins, E. Weckert

06.05.2014

Übung: M.A. Schroer

1. Kohärenzlängen

a) Berechnen Sie die transversale Kohärenzlänge von:

- einer Röntgenquelle mit Durchmesser 100 μm und Wellenlänge 0.1 nm in einer Entfernung von 80 m
- der Sonne auf der Erde im sichtbaren Bereich
- der Sterns Beteigeuze auf der Erde im sichtbaren Bereich.

b) Berechnen Sie die longitudinale Kohärenzlänge einer Röntgenquelle (0.1 nm) mit einer Bandbreite 10^{-4} .

Ein HeNe Laser habe eine longitudinale Kohärenzlänge von 40 cm. Berechnen Sie die spektrale Breite der Laserlinie (Ein-Moden Laser).

2. Speckle-Größe

Für viele Experimente mit kohärenter Röntgenstrahlung sollte die Speckle-Größe auf dem Detektor der Pixelgröße entsprechen.

Wie groß muss der kohärente Strahldurchmesser auf einer Probe sein, damit bei 8 keV Strahlung die Speckle mit einer Kamera von 15 μm Pixelgröße in 5 m aufgelöst werden?

3. Wiener-Khinchin-Theorem

Das Wiener-Khinchin besagt, dass die (normierte) spektrale Dichte einer Lichtquelle $F(\omega)$ mit der (normierten) Kohärenzfunktion 1.Ordnung $g^{(1)}(\tau)$ über die Fourier-Transformation folgendermaßen verknüpft ist:

$$F(\omega) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \mathcal{F}[g^{(1)}(\tau)]$$

Wie verläuft $g^{(1)}(\tau)$ für

- a) monochromatisches Licht,
- b) gaußförmiges Spektrum (Niedrigdruck Gas-Entladungslampe),
- c) lorentzförmiges Spektrum (Hochdruck Gas-Entladungslampe)?

4. Siegert-Relation

Zeigen Sie, dass für chaotisches Licht die folgende Beziehung zwischen den Kohärenzfunktionen 1.Ordnung, $g^{(1)}(\tau)$, und 2.Ordnung, $g^{(2)}(\tau)$, gilt (*Siegert-Relation*)

$$g^{(2)}(\tau) = 1 + |g^{(1)}(\tau)|^2$$

(Hinweis: Verwenden sie für die Mittelung, dass die Größen der Gauß-Verteilung gehorchen.)

Welche Werte können die Korrelationsfunktion annehmen?

Was ändert sich, wenn KEINE perfekte monochromatische Strahlung vorliegt?