

Methoden moderner Röntgenphysik: Streuung und Abbildung

G. Grübel, O. Seeck, L. Müller, L. Frenzel, F. Lehmkuhler

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

2. SPECKLEGRÖSSEN

Für viele Experimente mit kohärenter Röntgenstrahlung sollte die Specklegröße auf dem Detektor der Pixelgröße entsprechen.

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

3. SPECKLEKONTRAST

Bei geringen Streu-Intensitäten kann der Specklekontrast mittels der Verteilung von 0-, 1-, 2-, etc. Photonenevents bestimmt werden. Diese wird dann durch eine negative Binomialverteilung $P_{nb}(i) = \frac{\Gamma(i+M)}{\Gamma(M)\Gamma(i+1)} \left(1 + \frac{M}{\langle i \rangle}\right)^{-i} \left(1 + \frac{\langle i \rangle}{M}\right)^{-M}$ beschrieben. Dabei ist $i = 0, 1, 2, 3, \dots$ die Anzahl von Photonen in einem Pixel, $\langle i \rangle$ die mittlere Zählrate des Detektors und $M = 1/\beta$.

- a. Bestimmen Sie den Kontrast β mittels des Verhältnisses aus 1 und 2 Photonenevents.
- b. Schätzen Sie den Fehler der Kontrastbestimmung ab, wenn die mittlere Zählrate $5 \cdot 10^{-3}$ Photonen pro Pixel bei einem Megapixel Chip beträgt. Nehmen Sie einen Kontrast von 50 % an.