

## Methoden moderner Röntgenphysik: Streuung und Abbildung

G. Grübel, O. Seeck, A. Kobs, V. Markmann, F. Lehmkuhler

---

### 1. X-RAY SPECKLE VISIBILITY SPECTROSCOPY

Lösen Sie das XSVS Integral  $\beta^2(q, t_e) = \frac{2\beta_0^2}{t_e} \int_0^{t_e} \left(1 - \frac{\tau}{t_e}\right) |f(q, \tau)|^2 d\tau$  für den Fall von Diffusion, d.h.  $f(q, \tau) = \exp(-Dq^2\tau)$  und skizzieren Sie den Verlauf im Vergleich zu der entsprechenden  $g_2$  Funktion.

### 2. DOPPELSCHUSS XPCS

Um Probendynamik im Bereich von fs bis ns mit XPCS/XSVS an Freien-Elektronenlasern zu messen, werden sogenannte Doppelschüsse, z.B. mit einer Split-and-Delay-Line, erzeugt. Der Detektor nimmt dann die Summe beider Streubilder auf. Ähnlich wie bei XSVS Experimenten, ist der Speckle-Kontrast geringer, wenn sich die Struktur der Probe zwischen den beiden Schüssen verändert hat, z.B. durch Diffusion. Eine Korrelationsfunktion kann dann stückweise mithilfe des gemessenen Speckle-Kontrasts bei Veränderung der Zeitdifferenz zwischen den Pulsen gemessen werden. Anders als bei XPCS wird der Kontrast jedoch nicht auf 0 abfallen.

Nehmen Sie an, dass jeder Einzelschuß einen Speckle-Kontrast von  $\beta^2$  erzeugt.

- Bestimmen Sie den Maximal- (d.h. keine Dekorrelation der Struktur zwischen den beiden Schüssen) und Minimalkontrast (d.h. vollständige Dekorrelation zwischen den Schüssen) in Doppel-Schuß XPCS Experimenten.
- Was ändert sich, wenn die Intensität der beiden Schüsse unterschiedlich ist?

## Methoden moderner Röntgenphysik: Streuung und Abbildung

G. Grübel, O. Seeck, A. Kobs, V. Markmann, F. Lehmkuhler

---

### 1. X-RAY SPECKLE VISIBILITY SPECTROSCOPY

Solve the XSVS integral  $\beta^2(q, t_e) = \frac{2\beta_0^2}{t_e} \int_0^{t_e} \left(1 - \frac{\tau}{t_e}\right) |f(q, \tau)|^2 d\tau$  for the case of diffusion, i.e.  $f(q, \tau) = \exp(-Dq^2\tau)$  and draw the result compared a corresponding  $g_2$  function.

### 2. DOUBLE SHOT XPCS

To study dynamics between fs and ns by XPCS/XSVS at free-electron laser sources so-called double shots are employed, e.g. using a split-and-delay-line. The detector records the sum of both speckle patterns. Similar to XSVS experiments, the speckle contrast is reduced in case the structure of the sample changes between both shots, e.g. due to diffusion. A correlation function can then be built up piece-wise using the experimental speckle contrasts obtained with different time delays between the double shots. Different from XPCS the speckle contrast will not drop to 0.

Consider now that each single shot would produce a speckle pattern with a speckle contrast of  $\beta^2$ .

- a) Calculate the maximum speckle contrast - (i.e. no decorrelation of the structure between both shots) and the minimum speckle contrast (i.e. complete decorrelation between both shots) in double-shot XPCS experiments.
- b) What changes when the intensities of both shots are different?