

Modellierung und Simulation von Röntgenmikroskopie durch das Lösen der Helmholtz-Gleichung mit der Fourier-Transformation

Modeling and Simulation of X-ray microscopy by Solving the Helmholtz-Equation with the Fourier-Transform

betreut von / supervised by:

Christopher Pratsch (Helmholtz-Zentrum Berlin)

Prof. Dr. Jan Modersitzki (Universität zu Lübeck)

vorgelegt von/ submitted by:

Jannes Quer

Zusammenfassung

Ziel dieser Arbeit ist eine Simulation der Röntgenmikroskopie. Dazu wird zunächst ein skalares Modell der Wellenausbreitung (Helmholtz-Gleichung) hergeleitet. Im Anschluss wird die Fourier-Transformation genutzt, um eine Lösung der Helmholtz-Gleichung zu ermitteln. Anhand dieser Lösung wird ein Algorithmus (sog.: Beam Propagation Method) entwickelt, mit dem die Wellenausbreitung in sowohl inhomogenen als auch homogenen Medien berechnet werden kann. Ein Test des Algorithmus erfolgt exemplarisch an den, für die Röntgenmikroskopie typischen, Fresnel-Zonenplatten.

Abstract

The aim of this thesis is a simulation of X-ray microscopy. Therefore a scalar model of wave propagation (Helmholtz equation) is derived. Following the Fourier transform is used to calculate a solution of the Helmholtz equation. With the aid of this result an algorithm is developed (so-called: Beam Propagation Method) in order to compute wave propagation in inhomogeneous as well as homogeneous media. The test of this algorithm is done exemplarily for Fresnel zone plates, which are typical of X-ray microscopy.

Ergebnisse / Results

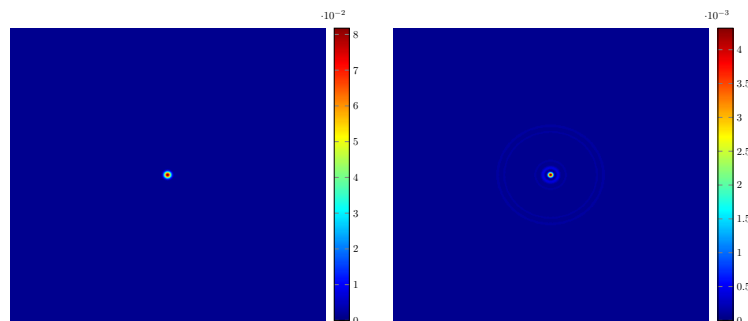


Abbildung: Intensität (I/I_0) in der Fokusebene einer Fresnel-Zonenplatte (links) und einer modifizierten Fresnel-Zonenplatte (rechts). In den gezeigten Bildern entspricht ein Pixel $24.41 \text{ nm} \times 24.41 \text{ nm}$. Die Nebenfoki im rechten Bild entstehen durch eine Unterabtastung.

Figure: Intensity (I/I_0) in the focal plane of a Fresnel zone plate (left) and a modified Fresnel zone plate (right). One pixel corresponds to $24.41 \text{ nm} \times 24.41 \text{ nm}$ in the shown pictures. The side foci in the right image are a result of subsampling.