

Abstract

With x-ray and XUV single-shot diffractive imaging on free nanoparticles it is possible to investigate structure and shape of the particles. To infer this information from experimental data, numerical methods are required, since the scattering image of the nanoparticle only contains the intensity distribution of the scattered light, but not its phase. In this thesis, different reconstruction methods are implemented, characterized and advanced. The methods are applied to analyze the effect of different laser parameters onto diffraction patterns and the accessible information content of structure and three-dimensional orientation. Further, experimental diffraction patterns of spherical helium nanodroplets are utilized for extracting optical properties of helium. Wide-angle scattering data from non-spherical helium droplets is analyzed to assign 3D particle shapes. Characteristic diffraction patterns of hydrogen jet targets are investigated and shape variations are connected to experimental data. Last, an experimental setup is proposed in which two simultaneously recorded diffraction patterns in the wide angle and small angle scattering regime enable the orientation retrieval and finally 3D reconstruction of reproducible nanotargets via phase retrieval.

Zusammenfassung

Mittels Einzelschussmessungen an freien Nanopartikeln mit Verwendung von Röntgen- und XUV-Strahlung ist es möglich die Struktur der Teilchen zu untersuchen. Damit diese Information aus Experimenten gewonnen werden kann, sind numerische Methoden notwendig, da das Streubild der Nanoteilchen nur die Intensitätsverteilung des gestreuten Lichtes, aber nicht die Phase des Lichtes bereitstellt. In dieser Dissertation werden verschiedene Rekonstruktionsmethoden implementiert, charakterisiert und weiterentwickelt. Die Methoden werden angewendet um die Effekte von verschiedenen Laserparametern auf das Streubild und den enthaltenen Informationsgehalt über Struktur und dreidimensionale Orientierung des Teilchens zu untersuchen. Weiterhin werden experimentelle Streubilder von freien sphärischen Heliumtröpfchen genutzt um optische Eigenschaften von Helium zu extrahieren. Weitwinkel-Streubilder von nichtsphärischen Heliumtröpfchen können genutzt werden um die 3D Struktur der Teilchen zu analysieren. Charakteristische Streubilder von Wasserstoff-Jets werden untersucht und Strukturveränderungen der Jets experimentellen Daten zugeordnet. Schließlich wird ein Zweifarben-Experiment vorgeschlagen, bei dem von einem reproduzierbaren Nanoteilchen simultan zwei Streubilder im Weitwinkel und Kleinwinkel-Streubereich aufgenommen werden. Die enthaltenen Informationen können dazu genutzt werden, die Orientierung des Teilchens zu gewinnen und zuletzt die 3D Struktur des Teilchens mittels Phasenrekonstruktion zu gewinnen.