

Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät

Institut für Physik

Fachgebiet: *Experimentalphysik*

Betreuer: Prof. Dr. Domink Kraus
Benjamin Heuser
(e-mail: benjamin.heuser@uni-rostock.de)

Synthesis of Nanodiamonds via Laser-Driven Shock Compression of Plastic Precursors

Englische Zusammenfassung

This thesis explores the formation and recovery of nanodiamonds (NDs) created by laser-driven shock compression of plastics, mimicking conditions in planetary interiors. Using a combination of molecular dynamics simulations, x-ray diffraction, small-angle x-ray scattering, and microscopy techniques, it investigates the properties and behaviour of NDs during compression, on release, and thereafter. This work studies how laser pulse shaping influences ND properties and identifies pulse profiles favourable for ND stability. Cratering landscapes of high-velocity ejecta were analysed and several catcher materials investigated in regard to their recover potential, employing experimental and theoretical methods. With the use of a vacuum-compatible catcher material, this work has - for the first time - provided experimental evidence of the intact recovery of NDs from laser-driven shock compression of plastics. In this thesis, the compatibility of the used catcher material with high-repetition-rate setups is demonstrated, establishing a foundation for scalable synthesis pathways of metastable materials.

Deutsche Zusammenfassung

Diese Dissertation untersucht die Bildung und Wiedergewinnung von Nanodiamanten (NDs), die durch lasergetriebene Schockkompression von Kunststoffen erzeugt werden, welche Bedingungen ähnlich zum Inneren von Planeten erreichen. Mit einer Kombination aus Molekulardynamik-Simulationen, Röntgenbeugung, Kleinwinkel-Röntgenstreuung und Mikroskopietechniken werden die Eigenschaften und das Verhalten der NDs während der Kompression, bei der Freisetzung und danach untersucht. Diese Arbeit erforscht, welchen Einfluss die Laserpulsform auf die Eigenschaften der NDs hat und identifiziert Impulsprofile, die günstig für die Stabilität der NDs sind. Kraterlandschaften von Hochgeschwindigkeits-Auswürfen wurden analysiert und mehrere Auffangmaterialien hinsichtlich ihres Wiedergewinnungspotentials unter Verwendung experimenteller und theoretischer Methoden untersucht. Mit dem Einsatz eines vakuumkompatiblen Auffangmaterials konnte diese Arbeit erstmals experimentelle Nachweise für die intakte Wiedergewinnung von NDs aus der lasergetriebenen Schockkompression von Kunststoffen liefern. In dieser Dissertation wird die Kompatibilität des genutzten Auffangmaterials mit experimentellen Aufbauten für Hochwiederholrate demonstriert, wodurch eine Grundlage für skalierbare Synthesepfade metastabiler Materialien geschaffen wird.