

Untersuchung von laserinduzierter Plasmadynamik mittels zeitaufgelöstem Coherent Diffractive Imaging

Tom Böttcher

Ultrakurze Laserpulse sind aufgrund ihrer sehr kurzen Pulsdauer und der damit einhergehenden hohen Spitzenleistung für viele moderne Anwendungen unverzichtbar. Sie ermöglichen die präzise Bearbeitung verschiedenster Materialien und werden beispielsweise in der Medizin für minimalinvasive Eingriffe wie der Behandlung von Fehlsichtigkeit oder in der Industrie zur Herstellung hochpräziser Bohrungen oder Schnitte eingesetzt. Geringfügige Änderungen in der Pulsstruktur können jedoch drastische Auswirkungen auf die im Material hervorgerufenen Modifikationen haben. Warum kleine Änderungen am Laserpuls so große Auswirkungen auf die Materialbearbeitung hat, ist nicht vollständig geklärt. Daher ist es für die Entwicklung von Laserbearbeitungsverfahren von entscheidender Bedeutung, den Einfluss der Laserparameter auf die Prozesse im Material, die schließlich zur Modifikation führen, zu verstehen.

Um die nach Anregung mit hochintensiver Laserstrahlung im Material ablaufenden Prozesse abzubilden, stelle ich in meiner Arbeit eine experimentelle Methode vor, die eine orts- und zeitaufgelöste Beobachtung der ablaufenden Dynamik in angeregten dünnen Materialien ermöglicht. Im Detail habe ich Vorgänge in einer dünnen Goldfolie untersucht, die mit einem ultrakurzen Laserpuls angeregt und schließlich zerstört wird. Die im Material von der Anregung bis zur Zerstörung ablaufende Dynamik wird durch einen ultrakurzen Abfragepuls mit mehreren Schnappschüssen abgebildet. Mithilfe eines sogenannten Phase-Retrieval-Algorithmus kann aus diesen Bildern die räumliche Struktur der angeregten Folie für verschiedene Zeiten nach der Anregung aufgelöst werden. Dies ermöglicht eine detaillierte Analyse verschiedenster Prozesse: von der ultraschnellen Anregung der Elektronen über die Energieumverteilung im Material bis hin zu dessen Abtragung. Die Realisierung dieser Methode im Rahmen meiner Masterarbeit ebnet somit den Weg zu einem tieferen Verständnis der Wechselwirkung zwischen hochintensiver Strahlung und Materie.

