

Numerische Beschreibung der Elektronenemission aus Nanospitzen in Einzelzyklenpulsen

Intensive Laserfelder ermöglichen es, die Dynamik von Elektronen auf ultrakurzen Zeitskalen zu untersuchen und zu steuern. Dieses Forschungsfeld der Attosekundenphysik hat bereits tiefe Einblicke in die physikalischen Prozesse in Atomen und Molekülen geschaffen und die zentralen Prozesse, wie die Elektronenbeschleunigung durch elastische Rückstreuung, wurden mittlerweile auch an Nanostrukturen wie Nanospitzen nachgewiesen. Die dort auftretende Lokalisierung der Elektronenemission und die lokale Verstärkung des einfallenden Laserfeldes beeinflussen zusätzlich die Elektronendynamik, sodass neue Szenarien im Vergleich zu atomaren Systemen zu finden sind. Insbesondere der Einsatz von gesteuerten ultrakurzen Laserpulsen mit nur etwa einer Schwingung im elektrischen Feld, sogenannte Einzelzyklenpulse, lässt neue Möglichkeiten der Generierung und Nutzung ultrakurzer, kohärenter Elektronenpulse erwarten.

Um das Emissionsverhalten von Nanospitzen unter dem Einfluss von Einzelzyklenpulsen zu beschreiben und zu untersuchen, werden in dieser Masterarbeit semiklassische und voll quantenmechanische Simulationen eingesetzt. Im Zentrum steht dabei die Auswertung und Analyse der Energiespektren der Photoelektronen in Abhängigkeit der Träger-Einhüllenden-Phase des einfallenden Laserpulses. Diese Spektren zeigen bei Verwendung von Einzelzyklenpulse auffällige Signaturen, die sich deutlich von denen früherer Studien unterscheiden, die mit Mehrzyklenpulsen durchgeführt wurden. Die Prozesse, die zu diesen Signaturen im Spektrum führen, werden durch Erweiterung des berühmten semiklassischen Simple-Man's Modells der Starkfeldphysik ergründet. Dabei zeigt sich beispielsweise, dass bei Einzelzyklenpulsen im Gegensatz zu Mehrzyklenpulsen die Interaktion von direkt emittierten Elektronen mit solchen, die an der Nanospitze rekollidieren, eine hohe Relevanz in der Entstehung der Signaturen hat.