

Press release**Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg****Dr. Susanne Langer**

02/14/2017

<http://idw-online.de/en/news667919>Research results
Physics / astronomy
transregional, national**Ultrakurze Pulse durch Laser**

Physiker der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (FAU) sind beim Pulsen von Elektronen in neue Dimensionen vorgestoßen. Ihr Verfahren könnte in naher Zukunft dazu verwendet werden, Elektronenmikroskope für ultrakurze Zeitskalen, etwa zur Beobachtung von Atombewegungen, zu entwickeln. Die Ergebnisse ihrer Arbeit wurden kürzlich in der renommierten Fachzeitschrift „Nature Communications“ veröffentlicht.*

Elektronenmikroskope haben Forschern eine neue Welt eröffnet: Modernste Raster- oder Transmissionsgeräte können heute einzelne Atome abbilden. Trotz dieser enormen Auflösung hat der Betrieb mit konstanten Elektronenströmen aber einen Nachteil: Ultraschnelle Reaktionen, etwa das Aufbrechen chemischer Verbindungen oder Schwingungen von Atomen, lassen sich damit nicht darstellen. Aus diesem Grund wurden in den letzten Jahren Mikroskope entwickelt, die mit Elektronenpulsen arbeiten. „Man kann das mit einem Stroboskop vergleichen, das die Bewegung des Untersuchungsobjektes mithilfe einer schnellen Blitzfolge abbildet“, erklärt Prof. Dr. Peter Hommelhoff, Inhaber des Lehrstuhls für Laserphysik der FAU. „Dieses Prinzip wird jetzt auch mit Elektronenpulsen funktionieren.“

Elektronen mit Laser gesteuert

Die besondere Herausforderung dabei ist, möglichst kurze Pulse zu erzeugen. Denn je kürzer ein Elektronenpaket ist, umso kleiner ist auch die Zeitskala, auf der atomare Bewegungen abgebildet werden können. Genau hier sind die Forscher um Peter Hommelhoff jetzt in neue Dimensionen vorgedrungen: Ihnen ist es gelungen, einen Elektronenstrom durch Laser so zu manipulieren, dass periodische Elektronenpakete mit einer Länge von 1,3 Femtosekunden – eine Femtosekunde entspricht dem millionsten Teil einer milliardstel Sekunde – entstehen. Dafür haben die Physiker einen Elektronenstrahl über die Oberfläche eines Siliziumgitters geleitet und ihn dort in zwei Abschnitten mit dem optischen Feld von Laserpulsen überlagert. Dr. Martin Kozák, Mitglied der Hommelhoff-Gruppe und Erstautor der Studie: „Über den Laser steuern wir die Frequenz des periodischen Feldes und synchronisieren sie mit der Geschwindigkeit der Elektronen. Dadurch gewinnen oder verlieren die Elektronen Energie, und wir können aus einem kontinuierlichen Strahl ultrakurze Pakete erzeugen.“

Pulse im Attosekundenbereich möglich

Zusätzlich zur kontrollierten Beschleunigung und Abbremsung ist es den Erlanger Physikern gelungen, die Elektronen am schräggestellten Siliziumgitter mit Laserpulsen seitlich abzulenken. Je nachdem, wann genau die Elektronen mit dem Laserfeld wechselwirken, werden sie in die eine oder in die andere Richtung abgelenkt. Die Detektion der so entstehenden Elektronenverteilung wird beispielsweise bei Schmierbildkameras angewandt, mit denen bisher schon zeitliche Auflösungen im Femtosekundenbereich realisiert werden. Die Erlanger Methode wird jedoch zeitliche Auflösungen im Attosekundenbereich erlauben, also im milliardsten Teil einer milliardstel Sekunde. Schmierbildkameras werden unter anderem eingesetzt, um die Ausbreitung von Licht zu beobachten.

*Die Forschungsergebnisse wurden unter dem Titel „Optical gating and streaking of free electrons with sub-optical cycle precision“ in der renommierten Fachzeitschrift „Nature Communications“ veröffentlicht: doi: 10.1038/NCOMMS14342

Weitere Informationen für die Medien:
Prof. Dr. Peter Hommelhoff
Tel.: 09131/85-27090
peter.hommelhoff@fau.de