



Pressemitteilung Nr. 63/2016

Redaktion Medien und Aktuelles
Universitätsstraße 10
D-78464 Konstanz
+49 7531 88-3603
Fax +49 7531 88-3766

kum@uni-konstanz.de
www.uni-konstanz.de
www.uni.kn/50Jahre

16.09.2016

Einzelne Elektronen am Rande des Möglichen

Konstanzer Physiker steuern Ströme zehntausendmal schneller als Hochgeschwindigkeits-Elektronik

An der Konstanzer Professur für Ultrakurzzeitphysik und Photonik ist es gelungen, die Bewegung einzelner Elektronen auf Attosekunden-Zeitskalen zu kontrollieren. Eine Attosekunde ist der milliardste Teil einer milliardstel Sekunde. Das elektrische Feld ultrakurzer Lichtimpulse legt dabei fest, wie die Elektronen zwischen zwei Nanoelektroden hin und her transportiert werden. Langfristiges Ziel ist, den Stromfluss in neuartigen Bauelementen optisch und damit deutlich schneller zu steuern, als es die heutige Halbleitertechnik erlaubt. Die Ergebnisse wurden am 19. September 2016 vorab in der Internet-Ausgabe des Fachjournals Nature Photonics veröffentlicht.

Licht ist elektromagnetische Strahlung, deren elektrisches und magnetisches Feld mit einer extrem hohen Frequenz im Tera- und Petahertzbereich oszilliert. Das sind eine Billion beziehungsweise tausend Billionen Schwingungen pro Sekunde. Extrem kurze Lichtimpulse, die nur noch einen einzigen Oszillationszyklus umfassen, werden in dem erfolgreichen Konstanzer Experiment auf zwei Elektroden fokussiert, zwei metallischen Leiterbahnen, die zueinander hinführen, sich jedoch nicht berühren. Die Lücke zwischen ihnen misst nur acht Nanometer. Durch ultrakurze Lichtimpulse ist es den Konstanzer Physikern gelungen, dass die einzelnen Elektronen im freien Raum über diese Lücke hinweg von der einen Elektrode zur anderen Elektrode rasen. Die metallischen Nanostrukturen wurden mit Hilfe von Elektronenstrahlolithographie hergestellt, einem Hightech-Verfahren zur Nanostrukturierung. Allerdings bewegt sich die „Auflösung“ der Strukturen selbst für diese Technik am Rande des derzeit Möglichen.

Die ultrakurzen optischen Impulse haben gerade mal die Länge einer einzelnen Lichtschwingung. In diesem Fall wird es relevant, ob die stärkste Halbschwingung des Feldes ein positives oder negatives Vorzeichen hat. Damit kann die Bewegungsrichtung der Elektronen verändert werden. Heute ist es möglich, über Transistoren elektrische Schaltkreise schon fast im Terahertzbereich zu steuern. Die Idee hinter der Technik des Teams um Nachwuchsgruppenleiter Dr. Daniele Brida und Prof. Dr. Alfred Leitenstorfer ist, dass es mit Licht möglich wird, die Elektronen zehntausendmal schneller zu schalten - auf einer Zeitskala von etwa hundert Attosekunden.

Die Technologie für die Untersuchungen, ein extrem hochgezüchtetes Lasersystem, wurde von den Konstanzer Physikern selbst entwickelt und gebaut. Mit diesem Instrument lassen sich die extrem kurzen Impulse mit einer Dauer von nur einer einzigen Lichtschwingung erzeugen. Darüber hinaus kann der zeitliche Verlauf des elektrischen Feldes dieser Lichtschwingung genau eingestellt werden. Dies ermöglicht letztlich die Entscheidung darüber, ob sich das Elektron vom rechten Kontakt zum linken bewegt oder umgekehrt.

Originalveröffentlichung:

Tobias Rybka, Markus Ludwig, Michael Schmalz, Vanessa Knittel, Daniele Brida and Alfred Leitenstorfer: Sub-cycle optical phase control of nanotunnelling in the single-electron regime. Nature Photonics. DOI: 10.1038/NPHOTON.2016.174

Faktenübersicht:

Das Projekt wird durch zahlreiche Programme gefördert: Den Sonderforschungsbereich (SFB) 767, das Emmy Noether Programm der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG), den Advanced Grant des Europäischen Forschungsrates (ERC Advanced Grant), das Eliteprogramm der Baden-Württemberg Stiftung und durch den „Marie Curie Carrier Integration Grant“ (CIG) des 7. Forschungsrahmenprogramms der Europäische Kommission.

Kontakt:

Universität Konstanz
Kommunikation und Marketing
Telefon: + 49 7531 88-3603
E-Mail: kum@uni-konstanz.de

- uni.kn