

# Neue Weltrekorde beim Zusammentreffen von Nanotechnologie, Attosekundenphysik und Photovoltaik

## **Bahnbrechende Untersuchungen von Forschern aus Bielefeld und Garching zur Dynamik von Photoströmen**

Wie die renommierte englisch-amerikanische Zeitschrift "Nature" in ihrer neuesten Ausgabe am 25.10.2007 berichtet, gibt es zur Zeitauflösung in der Elektronik fester Materie bahnbrechende Experimente, die in mehrfacher Hinsicht neue Weltrekorde aufstellen:

Einem Forscherteam um Norbert Müller und Ulrich Heinzmann (Bielefeld) sowie Adrian Cavaliere und Ferenc Krausz (Garching) ist es erstmalig gelungen, Geschwindigkeiten und Laufzeiten von Elektronen in einem Metall innerhalb von zwei Atomlagen (ein halbes Nanometer: 0,000 000 000 500 m) mit einer Zeitauflösung von besser als 100 Attosekunden (0,000 000 000 000 000 100 s) zu messen. Dies erfolgte mit einer Bielefelder Ultrahochvakuumapparatur zur Vermessung der zeitlichen Dynamik von Photoströmen (das sind photovoltaisch erzeugte Ströme) und einem Garchinger Lasersystem. Dabei kam auch die schnellste Stoppuhr der Welt, über die dpa erstmalig am 25. Februar 2004 berichtete, erstmals bei elektronischen Prozessen in einem Festkörper erfolgreich zum Einsatz. Die quantitative theoretische Beschreibung der beobachteten physikalischen Abläufe des Photostroms lieferte der spanische Theoretiker Pedro Echenique (San Sebastian).

Verschiedene ultrakurze Photostrompulse einer Dauer von 300 Attosekunden ( $300 \cdot 10^{-18}$ s) wurden in Wolfram erzeugt und nachgewiesen. Sie breiten sich für den Laufweg von nur 0,5 Nanometer (ein bis zwei Atomlagen) mit einer Geschwindigkeit von 5.000 km pro Sekunde im Metall aus und benötigen dabei Laufzeiten zwischen 50 und 200 Attosekunden. Wie experimentell gezeigt wurde, erreichen diese verschiedenen aber gleichzeitig erzeugten Photostrompulse zu unterschiedlichen Ankunftszeiten die Metalloberfläche trotz gleicher Wegstrecke. Eine Differenz der Ankunftszeit zweier Elektronenpakete von 110 Attosekunden wurde gemessen. Dabei verhalten sich die Elektronen im Metall hinsichtlich ihrer Geschwindigkeit anders als freie Elektronen. Die tatsächlichen Geschwindigkeiten entsprechen dabei nicht der von der Bewegungsenergie abgeleiteten Geschwindigkeit, sondern sind teils größer, teils kleiner.

Photovoltaik, Photosensorik, Optoelektronik und ultraschnelle Schaltprozesse sind die Schlüsselgebiete der modernen Hightech- Elektronik. Der auf Albert Einstein zurückgehende Photoeffekt stellt die physikalische Grundlage der Photovoltaik, der Photosensorik, der Optoelektronik und der Halbleiterelektronik dar. Die jetzt veröffentlichten Ergebnisse zeigen in diesem so wichtigen Gebiet auf, wie in nanotechnologisch wichtigen Materialien und Bauelementen selbst auf atomarer Ortschaft zeitliche Abläufe der Elektronik gemessen werden können. Die der Ortschaft von Nanometern entsprechenden Flugzeiten von Photoströmen sind die jetzt auch für angewandte Technologie zugänglichen Attosekunden.

### **Kontakt und Information:**

Prof. Dr. Ulrich Heinzmann

Universität Bielefeld

uheinz@physik.uni-bielefeld.de

Tel. 0521/106-5469