

Pressedienst Wissenschaft

17. April 2009

+++ Sperrfrist: Sonntag, 19. April, 19 Uhr +++

Die Guten ins Töpfchen, die Schlechten ins Kröpfchen:

Neue Methode erlaubt genaue Charakterisierung ultrakurzer Laserpulse

Momentaufnahmen vom Innenleben der Atome zu erhalten, ist eines der wichtigsten Ziele der Attosekunden-Physik: Extrem kurze Laserblitze sollen die Bewegung der Elektronen um den Atomkern sichtbar machen. Ideal wäre dafür ein Laserpuls, der genau eine Cosinusschwingung umfasst. Ein Team um Professor Reinhard Kienberger, Physiker der Technischen Universität München (TUM), hat nun eine Methode entwickelt, mit der es einzelne ultrakurze Laserpulse vollständig charakterisieren kann. Damit kann der Versuchsaufbau genau auf die gewünschte Cosinuswelle optimiert werden. Die Ergebnisse ihrer Forschungsarbeit wurden in der aktuellen Online-Ausgabe des renommierten Wissenschaftsjournals Nature Physics veröffentlicht. (Nature Physics, Advance Online Publication, 19. April 2009, DOI 10.1038/NPHYS1250)

Atome werden üblicherweise so dargestellt, als würden die Elektronen in einer Art Kugel den Kern umhüllen. Doch für die gezielte Beeinflussung chemischer Reaktionen oder die Weiterentwicklung elektronischer Bauteile wäre es höchst interessant die Elektronen und ihre Wechselwirkung mit dem Kern und der Umgebung direkt beobachten zu können. Mit extrem kurzen intensiven Laserpulsen schickt sich die Attosekunden-Physik an, diesen weißen Fleck auf der Landkarte zu erforschen.

Es bedarf einiger Tricks, um diese unvorstellbar kurzen Lichtblitze zu erzeugen. „Eine Attosekunde ist eine Trillionstel Sekunde, eine Zahl, bei der 17 Nullen zwischen dem Komma und der Eins stehen,“ erläutert Kienberger. „Schon eine einzige vollständige Welle aus sichtbarem Licht ist mit 2500 Attosekunden viel zu lang für unsere Experimente.“ Die Physiker schießen daher mit ultrakurzen Laserpulsen Elektronen aus Atomen des Edelgases Neon heraus, die beim Zurückfallen in ihre ursprüngliche Position ultraviolettes Licht abstrahlen. Dieses Licht hat nun die benötigte Wellenlänge im Attosekundenbereich. Und Professor Ferenc Krausz vom Max-Planck-Institut für Quantenoptik in Garching konnte damit erstmals Elektronen in ihrem atomaren Umfeld direkt beobachten.

Technische Universität München Corporate Communications Center 80290 München

Name	Position	Telefon	E-Mail
Dr. Ulrich Marsch	Sprecher des Präsidenten	+49 89 289 22779	marsch@zv.tum.de
Dr. Andreas Battenberg	PR-Referent Campus Garching	+49 89 289 12890	battenberg@zv.tum.de

Für genauere Beobachtungen wünschen sich die Physiker nun die ideale Cosinuswelle, bei der eine maximale Stärke des elektrischen Feldes erreicht wird. Doch selbst mit aufwändigsten technischen Tricks gibt es immer wieder kleine Abweichungen, die die Messungen verfälschen. Schlimmer noch: Bisher konnte man gar nicht einmal exakt messen, welche Phase ein bestimmter Puls hatte. Nur aus dem Mittelwert vieler Pulse konnte man sehen, ob man im Mittel richtig lag. Für viele Experimente ist diese Vorgehensweise zu ungenau und für Hochenergie-Laser, die nur einzelne Pulse liefern, überhaupt nicht brauchbar.

Ein Effekt, der wie die Erzeugung von Attosekundenpulsen bei der Wechselwirkung von hochintensiven Laserpulsen mit Atomen auftritt, brachte nun für Professor Kienberger und sein Team den entscheidenden Durchbruch: Die meisten aus einem Atom vom Laserpuls heraus geschlagenen Elektronen finden nicht mehr zurück zu ihrem "Mutteratom". Etwas vereinfacht: Zeigt das Maximum der Cosinuswelle nach links, fliegen diese Elektronen nach links, zeigt sie nach rechts, fliegen sie nach rechts. Beim Durchgang einer Sinuswelle werden rechts und links gleich viele Elektronen registriert. So können die Forscher nun genau sagen, wie die Phasenlage des durchgehenden Pulses war. Und sie können die Elektronik so optimieren, dass Abweichungen ausgeglichen werden.

Für Hochenergie-Laser stößt Kienberger mit seiner Methode die Tür zu völlig neuen Experimenten auf: Diese Laser liefern nur wenige Pulse pro Sekunde. Eine Stabilisierung ist hier aussichtslos, weil die Zeit zwischen zwei Pulsen zu lang ist. Doch wenn man viele Pulse sammelt und diejenigen auswählt, bei denen die Welle die richtige Phase besaß, dann werden plötzlich auch hier die Messergebnisse interpretierbar.

Die Forschungsarbeit Kienbergers ist ein typisches Produkt der fruchtbaren Zusammenarbeit der verschiedenen Institutionen des Campus Garching. Organisatorisch gehört Kienberger zum Lehrstuhl für Ultraschnelle Phänomene und Quantenoptik (E 11, Prof. Laubereau) des Physik-Departments der TU München. Finanziert wird seine Juniorprofessur aus Mitteln der Exzellenzinitiative über den Exzellenzcluster Munich-Centre for Advanced Photonics. Kienbergers Labor befindet sich im Max-Planck-Institut für Quantenoptik, wo er schon als Doktorand mit Attosekunden-Pionier Krausz zusammen gearbeitet hat.

Originalpublikation:

T. Wittmann, B. Horvath, W. Helml, M. G. Schätzel, X. Gu, A. L. Cavalieri, G. G. Paulus, R. Kienberger; Single-Shot Carrier-Envelope Phase Measurement of Few-Cycle Laser Pulses, Nature Physics, Advance Online Publication, 19. April 2009, DOI 10.1038/NPHYS1250)

Technische Universität München Corporate Communications Center 80290 München

Name	Position	Telefon	E-Mail
Dr. Ulrich Marsch	Sprecher des Präsidenten	+49 89 289 22779	marsch@zv.tum.de
Dr. Andreas Battenberg	PR-Referent Campus Garching	+49 89 289 12890	battenberg@zv.tum.de

Bildmaterial:

<http://mediatum.ub.tum.de/node?id=735557>

Professor Reinhard Kienberger erzeugt in seinem Labor Laserpulse von nur wenigen Trillionstel Sekunden. In einer nun in Nature publizierten Arbeit zeigt er, wie man solche Laserpulse genau charakterisieren kann.

Kontakt:

Prof. Dr. Reinhard Kienberger

Technische Universität München
Physik Department, E11 und
Max-Planck-Institut für Quantenoptik
Hans-Kopfermann-Str. 1
85748 Garching, Germany
E-Mail: reinhard.kienberger@ph.tum.de

Die **Technische Universität München (TUM)** ist mit rund 420 Professorinnen und Professoren, 6.500 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern (einschließlich Klinikum rechts der Isar) und 23.000 Studierenden eine der führenden technischen Universitäten Europas. Ihre Schwerpunktfelder sind die Ingenieurwissenschaften, Naturwissenschaften, Lebenswissenschaften, Medizin und Wirtschaftswissenschaften. Nach zahlreichen Auszeichnungen wurde sie 2006 vom Wissenschaftsrat und der Deutschen Forschungsgemeinschaft zur Exzellenzuniversität gewählt. Das weltweite Netzwerk der TUM umfasst auch eine Dependence in Singapur. Die TUM ist dem Leitbild einer unternehmerischen Universität verpflichtet.

Technische Universität München Corporate Communications Center 80290 München

Name	Position	Telefon	E-Mail
Dr. Ulrich Marsch	Sprecher des Präsidenten	+49 89 289 22779	marsch@zv.tum.de
Dr. Andreas Battenberg	PR-Referent Campus Garching	+49 89 289 12890	battenberg@zv.tum.de