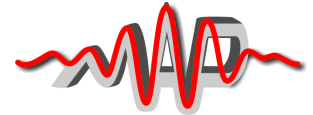




PRESSE-INFORMATION
Max-Planck-Institut für Quantenoptik
und
Munich Centre for Advanced Photonics



Garching, 28.05.2009

Neuer Blick auf die Bausteine des Lebens

Physiker der Ludwig-Maximilians-Universität und des Max-Planck-Instituts für Quantenoptik haben zum ersten Mal eine ultrakurzlebige Ausrichtung von Molekülen mit Hilfe von Elektronenpulsen sichtbar gemacht.

Der Feinbau des Lebens besteht aus einer unendlichen Vielfalt aus Molekülen. Das Verständnis dieser Varianz wird erst möglich, wenn man ihre einzelnen Strukturen kennt. Doch noch birgt die Architektur von Molekülen viele Geheimnisse.

Einen wichtigen Schritt auf dem Weg zur genaueren Erforschung des Aufbaus von Molekülen hat jetzt ein Team vom Laboratorium für Attosekundenphysik (LAP) um Dr. Ernst Fill unter der Leitung von Prof. Ferenc Krausz zurückgelegt. Die Physiker verwendeten dafür eine Kombination aus kurzen Licht- und Elektronenpulsen. Damit konnten sie zum ersten Mal zeitaufgelöste Beugungsbilder von kurzzeitig ausgerichteten Molekülen aufzeichnen. Mit Hilfe von Femtosekunden-Laserpulsen richteten die Wissenschaftler Moleküle extrem kurzfristig aus. Die Ausrichtung wiesen die Forscher anschließend mittels Elektronenbeugung nach. Die Methode ist wegweisend für zukünftige Erforschung von Molekülen. Die Physiker berichten darüber im Fachmagazin „Physical Review Letters“ (102,213001 (2009)). Zudem ist der Artikel von den Herausgebern besonders hervorgehoben worden („Editors suggestion“).

Als im Jahr 1927 experimentell bewiesen war, dass Elektronen eine Wellennatur besitzen, erlangten die negativ geladenen Teilchen schnell elementare Bedeutung für die Strukturanalyse von Festkörpern und Molekülen. Denn bei der Streuung von Elektronen an Molekülen in der Gasphase entstehen Beugungsbilder. Aus den Bildern werden Informationen über den Aufbau der Moleküle gewonnen, wie etwa über die Abstände der Atome untereinander. Theoretisch wurde bereits vorausgesagt, dass aus Beugungsbildern ausgerichteter Moleküle, zusätzlich zu den Atomabständen, auch Informationen über ihre dreidimensionale Struktur gewonnen werden kann.

Die Ausrichtung von Molekülen kann mit Laserpulsen bewerkstelligt werden. Verantwortlich für eine Orientierung sind die elektrischen und magnetischen Felder der Lichtpulse. Durch die extreme Kürze erlangen die Felder der Pulse eine enorme Intensität und damit Einfluss auf die Teilchen.

Beugungsbilder von zuvor durch Licht ausgerichteten einfachen Molekülen könnten den Weg hin zur Aufklärung dreidimensionaler Strukturen großer Moleküle erschließen. Diese Kombination ist nun erstmals Wissenschaftlern vom Laboratorium für Attosekundenphysik gelungen. Sie haben die lichtgesteuerte Ausrichtung einfach aufgebauter Moleküle (Diiodotetrafluoroethan) mittels zeitaufgelöster Elektronenbeugung sichtbar gemacht.

Für ihr Experiment verwendeten die Physiker die Laserpulse, um Moleküle richtiger Orientierung auszuwählen. Dazu spalteten die Quantenoptiker mit einem linear polarisierten Laserpuls einen Teil der Moleküle auf. Der Lichtpuls trennt vom Ausgangsmolekül ein Atom ab. Diese Reaktion verläuft vor allem bei Molekülen, die in der richtigen Orientierung bezüglich der Laserpolarisation liegen. Die Produkte dieser Aufspaltung sind also direkt nach dem Durchgang des Laserpulses ausgerichtet.

Den Vorgang beobachteten die Physiker mit Hilfe der Anrege-Abfrage-Technik. Hierbei wird die Verzögerung zwischen den zuerst auf die Probe auftreffenden, die Reaktion einleitenden Laserpulsen und den anschließend aufzeichnenden Elektronenpulsen variiert. Die Wissenschaftler beobachteten, wie sich die Moleküle reorientierten, wie also die erzeugte molekulare Ausrichtung nach der Anregung wieder verloren ging. Der anregende Laserpuls in dem Experiment war dabei etwa hundert Femtosekunden lang. Die darauf folgenden Elektronenpulse dauerten einige wenige Pikosekunden (eine Femtosekunde ist ein Millionstel einer Milliardstel Sekunde, eine Pikosekunde dauert tausend Mal länger).

Mit ihrem Experiment haben die Physiker um Dr. Ernst Fill und Prof. Ferenc Krausz zum ersten Mal die Möglichkeit aufgezeigt, dass Beugungsbilder von ausgerichteten Molekülen in der Gasphase erstellt werden können. Die Ergebnisse sind ein erster Schritt, um Molekülstrukturen künftig dreidimensional mit Elektronenbeugung darzustellen. Dazu wird in weiteren Schritten die zeitliche Auflösung verbessert, indem man die aufzeichnenden Elektronenpulse vom Picosekunden- in den Femtosekundenbereich verkürzt. Ähnlich zu sehr kurzen Verschlusszeiten in der konventionellen Fotografie wäre man dann in der Lage, schnelle Vorgänge im Mikrokosmos des Lebens sichtbar werden zu lassen.

Thorsten Naeser

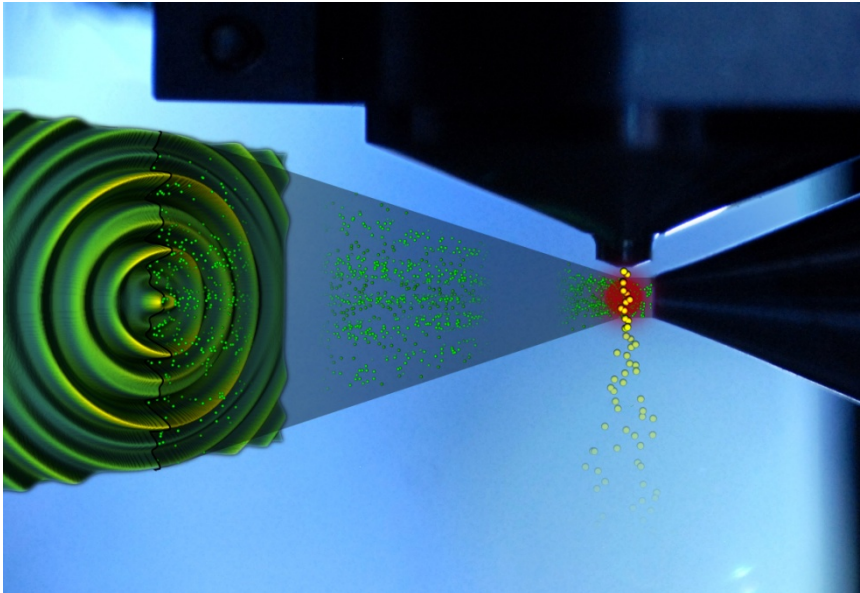


Foto: Thorsten Naeser, Bildbearbeitung: Christian Hackenberger

Blick in die Vakuumkammer für die Experimente zur zeitaufgelösten Elektronenbeugung:

Von rechts aus einer kleinen Blende kommend, treffen die ultrakurzen Elektronenpulse (als Päckchen grüner Bälle symbolisiert) auf den Gasstrahl (gelbe Bälle), der von oben aus einer Düse strömt. Die Elektronen werden an den Gasmolekülen gestreut und erzeugen auf dem Detektor ein Beugungsbild, das im linken Teil des Bildes schematisch dargestellt ist, und zur besseren Sichtbarkeit etwas hin zum Betrachter gedreht wurde. Im Überlagerungsbereich der Elektronenpulse und der Gasmoleküle ist zusätzlich der (unsichtbare) UV-Laser zur besseren Sichtbarkeit als roter Bereich dargestellt.

Originalveröffentlichung:

Peter Reckenthaeler, Martin Centurion, Werner Fuß, Sergei A. Trushin, Ferenc Krausz, und Ernst E. Fill

„Time-Resolved Electron Diffraction from Selectively Aligned Molecules“,
Physical Review Letters, published 27 May 2009

Weitere Informationen erhalten Sie von:

Dr. Ernst Fill

Tel.: (+ 49 89) 289 – 14110,
Email: ernst.fill@mpq.mpg.de

Peter Reckenthaeler

Tel.: (+ 49 89) 289 14054,
Email: peter.reckenthaeler@mpq.mpg.de
Ludwig-Maximilians-Universität, München
Laboratorium für Attosekundenphysik (LAP)
Am Coulombwall 1
85748 Garching, Germany

Prof. Ferenc Krausz

Max-Planck-Institut für Quantenoptik, Garching
Ludwig-Maximilians-Universität, München
Laboratorium für Attosekundenphysik (LAP)
Tel: +49 89 32905-612
Fax: +49 89 32905-649
E-Mail: ferenc.krausz@mpq.mpg.de
<http://www.attoworld.de>