



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

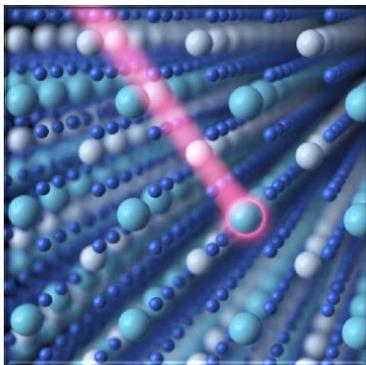


Garching, 12. April 2018

## Die Zukunft der Ultrakurzzeit-Forschung

*Im Fachjournal „Review of Modern Physics“ berichten Wissenschaftler vom Labor für Attosekundenphysik über die aktuellen Erkenntnisse der Ultrakurzzeitphysik und ihre Perspektiven für die Technologien der Zukunft.*

Die Kontrolle über das Licht hat ungeahnte Dimensionen angenommen. Der Ultrakurzzeitphysik hat vor allem gepulstes Infrarot- und sichtbares Licht Tür und Tor geöffnet. Extrem hochenergetische Laserpulse, die nur wenige Femtosekunden lang dauern, haben zu spektakulären Experimenten und revolutionären Erkenntnissen geführt. Vor allem das neue Wissen um das Wechselspiel zwischen Licht und Elektronen bietet vielversprechende Perspektiven für die Elektronik der Zukunft. Im Magazin „*Review of Modern Physics*“ (10.04.2018) geben Dr. Stanislav Kruchinin, Prof. Ferenc Krausz und Dr. Vladislav Yakovlev vom Labor für Attosekundenphysik der Ludwig-Maximilians-Universität (LMU) und des Max-Planck-Instituts für Quantenoptik (MPQ) einen Überblick über diese Ultrakurzzeitforschung. Sie erläutern bahnbrechende Experimente, geben einen Ausblick, was in den kommenden Jahren auf diesem Feld der Physik zu erwarten ist und was das für die Technologie der Zukunft bedeuten könnte.



Die Welt des Allerkleinsten wird uns immer vertrauter. Denn seit einigen Jahren sind Wissenschaftler mit Hilfe ultrakurzer Lichtpulse in der Lage, dem Mikrokosmos seine Geheimnisse zu entlocken. Eine einzige Schwingung des elektromagnetischen Feldes eines Laserpulses reicht aus um mit Materie in Interaktion zu treten, sie zu beeinflussen oder zu untersuchen. Und das alles ohne sie zu zerstören.

*Foto: Lichtwellen und ihre elektromagnetischen Felder schwingen innerhalb einer Sekunde rund eine Million Milliarden mal. Das bedeutet, dass man in Festkörpern Elementarteilchen wie Elektronen mit dieser Frequenz beeinflussen könnte. (Foto: Alexander Gelin)*

Über diese bahnbrechenden Entwicklungen in den Lasertechnologien und deren theoretischen Grundlagen berichten Dr. Stanislav Kruchinin, Prof. Ferenc Krausz und Dr. Vladislav Yakovlev vom Labor für Attosekundenphysik der LMU und des MPQ in der neuesten Ausgabe des Fachjournals „*Review of Modern Physics*“. Alle drei Forscher sind ausgewiesene Experten auf dem Gebiet der Ultrakurzzeitphysik und der damit verbundenen Wechselwirkung zwischen Licht und Materie.

Wechselwirkungen zwischen Laserpulsen und Elektronen finden innerhalb weniger Femtosekunden bis Attosekunden statt. Eine Femtosekunde ist ein Millionstel einer milliardstel Sekunde. Eine Attosekunde ist noch tausend Mal kürzer. Die Schwingung einer Lichtwelle und des damit verbundenen elektromagnetischen Feldes dauert bei sichtbarem Licht zwischen zwei und drei

Max-Planck-Institut für Quantenoptik  
Presse- und Öffentlichkeitsarbeit  
Dr. Olivia Meyer-Streng  
Telefon: +49 89 3 29 05 - 213  
E-Mail: [olivia.meyer-streng@mpq.mpg.de](mailto:olivia.meyer-streng@mpq.mpg.de)  
Hans-Kopfermann-Str. 1, D-85748 Garching

Munich-Centre for Advanced Photonics  
Public Outreach  
Thorsten Naeser  
Telefon: +49 89 3 29 05 - 124  
E-Mail: [thorsten.naeser@mpq.mpg.de](mailto:thorsten.naeser@mpq.mpg.de)

Femtosekunden. Über die elektrischen Felder ist man seit mehr als fünfzehn Jahren in der Lage, die Bewegungen von Elektronen zu erforschen. Mit ultrakurzen Lichtblitzen im Attosekundenbereich kann man die Elementarteilchen mittlerweile sogar in Echtzeit „filmen“. (*Nature* 5. August 2010, Vol. 466)

„Wir wissen nun schon einiges darüber, was sich so in der Welt der Elektronen ereignet und wie sich die Teilchen verhalten, nachdem sie mit Licht interagiert haben“, erläutert Vladislav Yakovlev. „Der Mikrokosmos ist uns nicht mehr ganz fremd.“

Doch es bleibt schon lange nicht mehr bei der passiven Beobachtung von Teilchenbewegungen. So ist es dem Team um Prof. Krausz gelungen Elektronen auch zu kontrollieren. Die Forscher erzeugten mit Hilfe starker Lichtpulse einen Stromfluss in einem Kristall und beeinflussten diesen dann in seiner Fließrichtung (*Nature* 3. Januar 2013, Vol. 493).

Lichtwellen und ihre elektromagnetischen Felder schwingen innerhalb einer Sekunde rund eine Million Milliarden mal. Das bedeutet, dass man in Festkörpern Elementarteilchen wie Elektronen mit dieser Frequenz beeinflussen könnte. In nächster Zukunft könnte das Wissen über die durch Lichtfrequenzen gesteuerte Elektronenbewegung neue Wege in der Forschung über die Hochgeschwindigkeitsmesstechniken in Festkörpern eröffnen. Und schließlich könnte dann eine solche Lichtwellen-gesteuerte Kontrolle die Elektronik der Zukunft extrem beschleunigen, wenn man Rechengänge mit den Frequenzen von Licht zu schalten lernt.

„Die Ultrakurzzeit-Lasertechnologien bieten uns eine große Chance Zukunftstechnologien zu entwickeln“, sagt Vladislav Yakovlev. „Jetzt müssen wir uns überlegen, wie wir unsere Erkenntnisse gewinnbringend einsetzen.“ Yakovlev und seine Kollegen sind überzeugt, dass die durch das Licht produzierten und perfekt kontrollierten, elektrischen Felder die Elektronik der Zukunft in eine neue Ära führen können.

Thorsten Naeser

### **Originalveröffentlichung:**

Stanislav Kruchinin, Ferenc Krausz, Vladislav Yakovlev

### **Colloquium: Strong-field phenomena in periodic systems**

*Reviews of Modern Physics* 90, 021002 (2018); [doi.org/10.1103/RevModPhys.90.021002](https://doi.org/10.1103/RevModPhys.90.021002)

### **Kontakt:**

#### **Dr. Vladislav Yakovlev**

Labor für Attosekundenphysik  
Max-Planck-Institut für Quantenoptik  
Hans-Kopfermann-Str. 1  
85748 Garching b. München  
Telefon: +49 (0)89 32 905 - 733  
E-Mail: [vladislav.yakovlev@mpq.mpg.de](mailto:vladislav.yakovlev@mpq.mpg.de)

#### **Dr. Olivia Meyer-Streng**

Presse- und Öffentlichkeitsarbeit  
Max-Planck-Institut für Quantenoptik  
85748 Garching b. München  
Telefon: +49 (0)89 3 29 05 - 213  
E-Mail: [olivia.meyer-streng@mpq.mpg.de](mailto:olivia.meyer-streng@mpq.mpg.de)