



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



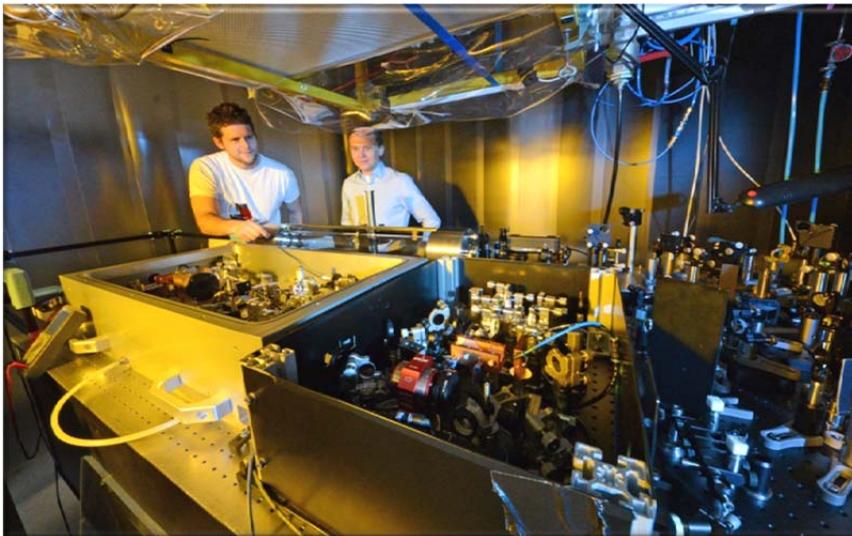
Garching, 22. September 2015

### Feinstes Gespür für Moleküle

*Wissenschaftler des Max-Planck-Institut für Quantenoptik und der Ludwig-Maximilians Universität München haben in Kooperation mit dem Institute of Photonic Sciences in Barcelona einen Infrarot-Laser entwickelt, der mit einer hohen Empfindlichkeit Moleküle aufspüren kann.*

Wenn es um das Aufspüren einzelner Moleküle geht, ist Infrarotlicht ein hervorragender Helfer. Denn Moleküle reagieren auf das, für uns unsichtbare, Licht sehr individuell. Besonders effektiv auf der Suche nach Molekülen mit Infrarotlicht ist der Einsatz einer ausgefeilten Lasertechnik. Diese haben nun Wissenschaftler des Labors für Attosekundenphysik (LAP) am Max-Planck-Institut für Quantenoptik (MPQ) und der Ludwig-Maximilians-Universität (LMU) in Kooperation mit dem Institute of Photonic Sciences (ICFO) in Barcelona, Spanien in eine weltweit einzigartige Lichtquelle gepackt. Der neu entwickelte Kurzpuls laser verfügt über eine extreme Leistungsfähigkeit seiner Lichtblitze. Mit ihrer Hilfe können einzelne Moleküle unter Milliarden anderer erkannt werden. Mit dem Laser wollen die Forscher auf die Suche nach molekularen Krankheitsindikatoren in der Atemluft gehen.

Lange kennt man sie noch nicht. Erst um das Jahr 1800 war klar, dass es, jenseits des sichtbaren Lichts, noch eine weitere Art der Strahlung gibt, die die Sonne auf die Erde schickt. Damals war es der deutsch-britische Astronom Wilhelm Herschel, der über Versuche mit Prismen und einem Thermometer entdeckte, dass es die Infrarot-Strahlung gibt. Heute nützt der Mensch die Infrarot-Strahlung u.a. zur Erforschung des Mikrokosmos.



*Foto: Der an der LMU gerade in Betrieb genommene Kurzpuls laser sendet pro Sekunde 100 Millionen Infrarot-Lichtimpulse aus. Sie können zur Detektion von Molekülen in Gasen und Flüssigkeiten eingesetzt werden.*

*Foto: Thorsten Naeser*

LAP-Wissenschaftler haben jetzt in Kooperation mit dem Institute of Photonic Sciences (ICFO) in Barcelona einen Laser entwickelt, der ihnen eine

enorme Kontrolle über mittleres, infrarotes Licht verschafft. Der Laser ist eine weltweit einzigartige Quelle für ultrakurze Pulse, denn er verbindet gleich mehrere Eigenschaften einer Lichtquelle miteinander. Das ausgesendete Licht ist extrem brillant. Das heißt: es werden sehr viele Photonen mit gleicher Wellenlänge in einen einzelnen Impuls verpackt. Dabei deckt das Licht nahezu das

Max-Planck-Institut für Quantenoptik  
Presse- und Öffentlichkeitsarbeit  
Dr. Olivia Meyer-Streng  
Tel.: +49-89-32905-213  
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  
Tel.: +49-89-32905-124  
E-Mail: [thorsten.naeser@mpq.mpg.de](mailto:thorsten.naeser@mpq.mpg.de)

gesamte Spektrum des mittleren Infrarot ab und reicht von 6,8 bis 18 Mikrometer Wellenlänge. Die Wellen sind zeitlich und räumlich kohärent. Das heißt, sie werden in regelmäßigen Abständen ausgesendet. Jeder Laserimpuls dauert rund 66 Femtosekunden (eine Femtosekunde ist ein Millionstel einer Milliardestel Sekunde), in dieser Zeit führt das Licht zwei ganze Lichtschwingungen aus. Die Impulse wiederholen sich 100 Millionen Mal pro Sekunde.

Mit diesen Eigenschaften wird der Laser zu einem Suchgerät, mit dessen Hilfe man Moleküle in Flüssigkeiten oder Gasen aufspüren kann. Denn Moleküle reagieren vor allem auf mittleres infrarotes Licht sehr empfindlich. Trifft die Strahlung auf die Teilchen, absorbieren diese individuell ganz bestimmte Wellenlängen ihres Spektrums. Damit verfügt jedes Molekül über einen unverwechselbaren Fingerabdruck, denn die absorbierten Photonen tauchen nach der Licht-Materie-Wechselwirkung im Infrarotspektrum des Laserpulses nicht mehr auf. Die Forscher sehen anhand des übrig gebliebenen Lichts mit welchen Molekülen es Kontakt hatte, und können so auf die Art und Menge der vorhandenen Moleküle rückschließen.

„Da wir nun über eine kompakte Quelle für hochbrillantes, kohärentes Infrarotlicht verfügen, haben wir mit unserem Instrument einen äußerst empfindlichen und serientauglichen Fühler zur Detektion von Molekülen“, erklärt Dr. Ioachim Pupeza, der Leiter des Projekts.

Eingesetzt werden soll der Infrarotlaser nun an der LMU vor allem in der medizinischen Früherkennung von Krankheiten. So kann man mit dem gepulsten Infrarotlicht etwa Krankheitsindikatoren in der Atemluft auf die Schliche kommen. Denn Krankheiten, wie einige Arten von Krebs, machen sich vermutlich bemerkbar über das Ausatmen von bestimmten Molekülen. „Wir gehen davon aus, dass sich in der Atemluft weit über 1000 verschiedene Molekülsorten befinden“, sagt Dr. Alexander Apolonskiy, Mitarbeiter im Projekt. Die Moleküle, die eine Krankheit anzeigen, kommen in der Atemluft nur in einer äußerst geringen Konzentration vor. Die Forscher schätzen, dass man ein Molekül unter einer Billion anderer in der Atemluft erkennen muss. „Dank der Kohärenzeigenschaften des neuen Lasers sollten wir bereits in der Lage sein, ein einziges Teilchen aus einer Milliarde anderer Moleküle zu erkennen“, sagt Ioachim Pupeza. „Entscheidend ist darüber hinaus die extrem breite spektrale Abdeckung dieser hochbrillanten Infrarotquelle. Sie ermöglicht es erst, zwischen molekularen Fingerabdrücken zu unterscheiden und damit auf krebsartige Veränderungen zu schließen“, sagt Prof. Jens Biegert. Seine Abteilung verfolgt die Quellenentwicklung im Infraroten und deren Anwendungen am ICFO in Barcelona.

Doch die Laserentwicklung ist noch nicht abgeschlossen. Die Forscher wollen nun ihren Kurzpuls laser koppeln mit einem neuen Verstärkersystem für Laserimpulse. Es geht vor allem darum, die Zahl der Photonen in den Impulsen weiter zu erhöhen und somit noch brillanteres Licht zu erzeugen. „Wir können die Empfindlichkeit des Systems damit noch einmal rund 1000mal steigern“, erklärt Pupeza. Und damit könnte ein Molekül unter einer Billion anderer erkannt werden.

**Thorsten Naeser**

### **Originalpublikation:**

I. Pupeza, D. Sánchez, J. Zhang, N. Lilienfein, M. Seidel, N. Karpowicz, T. Paasch-Colberg, I. Znakovskaya, M. Pescher, W. Schweinberger, V. Pervak, E. Fill, O. Pronin, Z. Wei, F. Krausz, A. Apolonskiy and J. Biegert.

### **High-power sub-two-cycle mid-infrared pulses at 100 MHz repetition rate**

*Nature Photonics*, 21. September 2015; doi: 10.1038/nphoton.2015.179

### **Weitere Informationen erhalten Sie von:**

#### **Dr. Ioachim Pupeza**

Lehrstuhl für Experimentalphysik - Laserphysik,  
LMU München  
Max-Planck-Institut für Quantenoptik,  
Labor für Attosekundenphysik  
Hans-Kopfermann-Straße 1, 85748 Garching  
Telefon: +49 (0)89 289 - 14637  
E-Mail: ioachim.pupeza@mpq.mpg.de

#### **Prof. Ferenc Krausz**

Lehrstuhl für Experimentalphysik, LMU München  
Labor für Attosekundenphysik  
Direktor am Max-Planck-Institut für Quantenoptik  
Hans-Kopfermann-Straße 1, 85748 Garching  
Telefon: +49 (0)89 32 905 - 600 / Fax: - 649  
E-Mail: ferenc.krausz@mpq.mpg.de