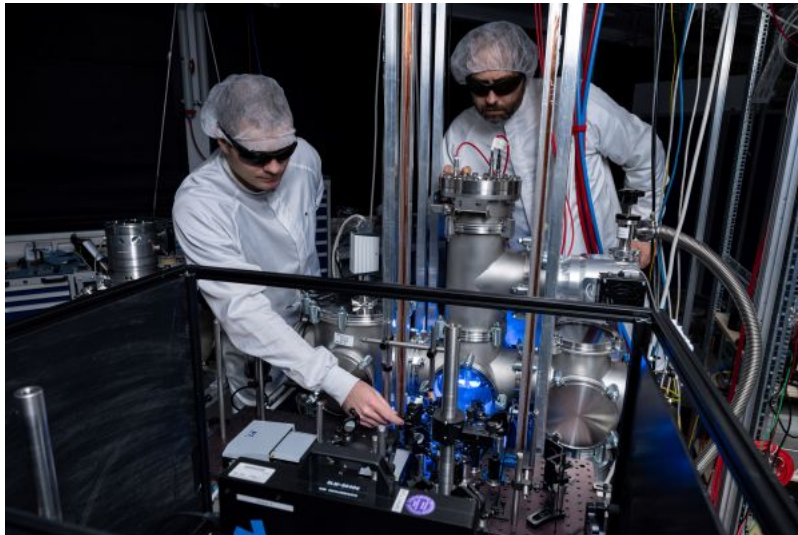


Elektronen mit dreidimensionalen Lichtfeldern kontrolliert

30.09.2026, 11:16 | Wissenschaft, Forschung, Bildung

Pressemitteilung von: *idw - Informationsdienst Wissenschaft*



Durch Überlagerung von zwei extrem kurzen Laserpulsen, die aus unterschiedlichen Richtungen zusammentreffen, ist es einem Physikerteam der Universität Oldenburg gelungen, dreidimensionale Lichtfelder zu erzeugen. Zudem versetzten sie Elektronen damit in bislang experimentell nicht zugängliche Quantenzustände. Die Methode eröffnet neue experimentelle Perspektiven, um sogenannte chirale Strukturen gezielt zu erkennen, Wechselwirkungen von Licht und Materie zu steuern oder spezielle elektronische Quantenzustände zu erzeugen, berichten die Forscher im Fachjournal *Physical Review Research*. „Mit unserer Methode können wir bisher nur theoretisch beschriebene elektronische Quantenzustände erzeugen und diese zudem räumlich sichtbar machen“, erklärt der Leiter des Teams, Prof. Dr. Matthias Wollenhaupt. „Damit erweitern wir den experimentellen Werkzeugkasten der Optik um eine neue Klasse von dreidimensionalen Lichtfeldern.“

Um diese Lichtfelder zu erzeugen, überlagerte das Team zwei speziell geformte Femtosekunden-Laserpulse. Dabei handelt es sich um extrem kurze Lichtblitze, die wenige Millionstel einer Milliardstel Sekunde lang sind. Die Forscher kombinierten zwei verschiedenfarbige Laserstrahlen so, dass sich ihre Strahlung an einem Punkt kreuzte. Dort entstanden die dreidimensionalen Lichtfelder, deren Form das Team kontrollieren konnte. „Die Felder schwingen in allen drei Raumrichtungen und eröffnen damit neue Möglichkeiten, bestimmte Licht-Materie-Wechselwirkungen zu untersuchen und zu kontrollieren“, erklärt Darius Köhnke, einer der beiden Hauptautoren und Doktorand in der Arbeitsgruppe „Ultraschnelle Kohärente Dynamik“. Der entscheidende Vorteil: Mit dreidimensionalen Lichtfeldern können Forschende bislang für Experimente unzugängliche quantenmechanische Zustände von Elektronen gezielt erzeugen.

Das Team demonstrierte dies, indem es Elektronen von Kalium-Atomen mit ihrem 3D-Lichtfeld gezielt in Zustände höherer Energie – sogenannte angeregte Zustände – versetzte und aus dem Atom herauslöste. Gleichzeitig konnten die Forscher die Veränderungen der Elektronenzustände in kurzen Abständen beobachten. Ihr Verfahren funktionierte somit wie eine Ultra-Kurzzeit-Kamera für Quantenprozesse: Ähnlich wie mit einem Stroboskop-Blitz gelang es ihnen, die aufeinanderfolgenden Stadien der unterschiedlichen Elektronenzustände nach und nach abzubilden und somit den Prozess wie in einem Film sichtbar zu machen.

Wie die Forscher schreiben, sei der Ansatz besonders vielversprechend, um sogenannte chirale Moleküle zu untersuchen, die eine zentrale Rolle in Biologie und Medizin spielen. Dabei handelt es sich um Substanzen, die in zwei Varianten

vorkommen, die sich zueinander verhalten wie Bild und Spiegelbild oder rechte Hand und linke Hand. Zahlreiche Biomoleküle wie Aminosäuren, Zucker, aber auch Arzneimittelwirkstoffe können chiral sein. Die beiden Varianten haben häufig unterschiedliche Eigenschaften, wie etwa der Wirkstoff Thalidomid aus dem Medikament Contergan, dessen eine Variante Missbildungen in der Schwangerschaft verursacht, während die andere Form unschädlich ist. Sie zu trennen oder auseinanderzuhalten ist indessen oft schwierig.

Dreidimensionale Lichtfelder könnten hier einen Fortschritt bringen: „Theoretische Studien zeigen, dass dreidimensionale Lichtfelder ebenfalls chirale Eigenschaften besitzen können“, erläutert Wollenhaupt. Die neuartigen Möglichkeiten, die dreidimensionale Lichtfelder für die Untersuchung und Kontrolle molekularer Chiralität eröffnen, rückte die Physikerin Prof. Dr. Olga Smirnova vom Max-Born-Institut in Berlin kürzlich in einem Perspektivartikel in der Zeitschrift Science unter dem Titel „A New Age of Molecular Chirality“ in den Fokus. Die aktuelle Arbeit, schreiben die Physiker, schaffe eine wichtige Grundlage für solche Anwendungen.

wissenschaftliche Ansprechpartner:

Prof. Dr. Matthias Wollenhaupt, Tel.: 0441/798-3482, E-Mail: matthias.wollenhaupt@uol.de

Originalpublikation:

Darius Köhnke, Hans-Christian Ahlswede, Tim Bayer und Matthias Wollenhaupt: „Multiphoton ionization with three-dimensional light fields“, Physical Review Research 8, 033048 (2026). DOI: <https://doi.org/10.1103/r36b-vw82>

Carl von Ossietzky-Universität Oldenburg

UteKehse (Mitarbeiter in der Presse- und Öffentlichkeitsarbeit)

+49 (0)441 798-5537

ute.kehse@uni-oldenburg.de

News-ID: 1325030 • Views: 105 (Stand: 09.10.2026)

Link zur Pressemitteilung:

<https://www.openpr.de/news/1325030/Elektronen-mit-dreidimensionalen-Lichtfeldern-kontrolliert-idw.html>