

Press release**Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg****Ronja Münch**

08/11/2020

<http://idw-online.de/en/news752434>Research results, Transfer of Science or Research
Physics / astronomy
transregional, nationalMARTIN-LUTHER
UNIVERSITÄT
HALLE-WITTENBERG**Lichtwirbel ermöglichen neuen Blick in die Quantenwelt**

Eine neue Methode ermöglicht es, mit Hilfe von Lichtwirbeln bislang unsichtbare Quantenzustände von Elektronen zu beobachten. Entwickelt wurde sie von Physikern der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg (MLU) und einem internationalen Forschungsteam. Die Methode verspricht neue Erkenntnisse über die Elektronenbewegung, die für Materialeigenschaften wie elektrische Leitfähigkeit, Magnetismus oder molekulare Strukturen entscheidend ist. Der experimentelle Nachweis erfolgte am freien Elektronenlaser FERMI in Italien, die Ergebnisse wurden im Fachmagazin "Nature Photonics" veröffentlicht.

Lichtmikroskope ermöglichten der Menschheit die ersten Einblicke in den Mikrokosmos von Bakterien und Zellen. Doch ihre Auflösung ist durch die Wellenlänge des Lichts beschränkt. "Die Quantenwelt bleibt dabei unsichtbar", sagt Dr. Jonas Wätzel vom Institut für Physik der MLU, der in der Arbeitsgruppe von Prof. Dr. Jamal Berakdar forscht. "Die räumliche Ausdehnung von Quantenteilchen in Atomen, wie Elektronen, ist um ein Vielfaches kleiner als die Lichtwellenlänge, sodass eine Abbildung mit der klassischen optischen Mikroskopie unmöglich ist."

Licht kann jedoch eine beachtliche Menge an Energie mit sich führen. "Wenn die Energie eines Photons stark genug ist, um ein Elektron aus Materie herauszuschlagen, spricht man vom photoelektrischen Effekt", erklärt Wätzel. Der Effekt wurde bereits von Einstein vorhergesagt. Die Eigenschaften des herausgeschlagenen Photoelektrons lassen sich mit Spektrometern nachweisen. Die Photoelektronenspektroskopie ist momentan das Hauptwerkzeug für die Analyse der elektronischen Struktur von Materialien. "Viele Quantenzustände lassen sich jedoch nicht mit einem Photon anregen und bleiben so unsichtbar", so Wätzel.

Zusammen mit einem internationalen Forschungsteam fand er nun eine neue Methode, um das Photoelektron mit mehr Informationen auszustatten. Dafür kombinieren die Physiker herkömmliche Laserstrahlen mit Lichtwirbeln, sogenannten optischen Wirbeln. "Dabei werden Lichtwellen auf eine Schraubenbahn gezwungen und bekommen einen Drehimpuls. Wenn sie dann mit Materie interagieren, werden Elektronen herausgeschleudert, wobei die Schraubenbewegung übertragen wird", erklärt Wätzel. Kombiniert mit der Spektroskopie können so vormals unsichtbare Eigenschaften des Materials nachgewiesen werden. Denn: Wie und ob das Photoelektron mit der verdrehten Lichtwelle interagiert und selbst zum Drehen gebracht wird, hängt maßgeblich von den Materialeigenschaften ab.

Das dazugehörige hochkomplexe Experiment wurde am freien Elektronenlaser FERMI in Triest in Italien durchgeführt. "Dabei stellten sich hervorragende Übereinstimmungen zwischen den theoretischen Vorhersagen und den Messergebnissen heraus", so Wätzel. "Diese Spektroskopiemethode ebnet den Weg für neuartige Einblicke in die Struktur der Materie und deren Wechselwirkung mit Licht. Wie ein Molekül aussieht, ob es links- oder rechtsdrehend ist, ob ein Material elektrisch leitend oder magnetisch ist, alles hängt von der elektronischen Struktur ab", erklärt Wätzel. Die Methode sei im Prinzip universell anwendbar und für verschiedene Anwendungen, von der Medizin über die Elektronik bis zur Materialwissenschaft, interessant.

Die Forschung wurde von der Slowenischen Forschungsagentur ARRS und der Deutschen Forschungsgemeinschaft sowie im Rahmen des europäischen "Horizon 2020"-Programms gefördert.

contact for scientific information:

Dr. Jonas Wätzel
Institute für Physik / Theoretische Physik
Telefon: +49 345 55-28521
E-Mail: jonas.waetzel@physik.uni-halle.de

Prof. Dr. Jamal Berakdar
Institut für Physik / Theoretische Physik
Telefon: +49 345 55-28530
E-Mail: jamal.berakdar@physik.uni-halle.de

Original publication:

De Ninno, G., Wätzel, J., Ribič, P.R. et al. Photoelectric effect with a twist. Nature Photonics (2020).
<https://doi.org/10.1038/s41566-020-0669-y>