

PRESSEMITTEILUNG

Sperrfrist: 18.04.2012 19:00 MESZ

Physiker beobachten, wie ein Elektron im Festkörper in neuartige Quasiteilchen zerfällt

Berlin, 17.04.12

Weitere Informationen:

Dr. Justine Schlappa

Institut Methoden und
Instrumentierung der Forschung
mit Synchrotronstrahlung
Tel.: +49 (0)30-8062-14985
justine.schlappa@helmholtz-berlin.de

Dr. Thorsten Schmitt (Experimente)

Labor für Kondensierte Materie
Paul Scherrer Institut (PSI)
5232 Villigen (Schweiz)
Tel: +41 56 310 37 62
thorsten.schmitt@psi.ch

Prof. Dr. Jeroen van den Brink (Theorie)

Institut für Theoretische
Festkörperphysik,
IFW Dresden, Helmholtzstrasse 20,
01069 Dresden,
Tel: +49/(0)35 1/4659-400
j.van.den.brink@ifw-dresden.de

HZB-Pressestelle

Dr. Ina Helms
Tel.: +49 (0)30-8062-42034
Fax: +49 (0)30-8062-42998
ina.helms@helmholtz-berlin.de

Physiker eines internationalen Forschungsteams haben erstmals beobachtet, wie sich ein Elektron in zwei voneinander getrennte Teile aufspaltet, die jeweils eine bestimmte Eigenschaft des Elektrons tragen: Das sogenannte «Spinon» trägt dann den Spin des Elektrons, also seine Eigenrotation. Diese lässt das Elektron zu einer winzigen Kompassnadel werden. Das «Orbiton» ist der Träger des orbitalen Moments – das ist die Bewegung um den Atomkern. Diese neu hergestellten Teilchen können das Material, in dem sie erzeugt wurden, nicht verlassen. Justine Schlappa vom Helmholtz-Zentrum Berlin hat diese Ergebnisse jetzt zusammen mit ihren Kollegen in der Fachzeitschrift *Nature* veröffentlicht ([DOI: 10.1038/nature10974](https://doi.org/10.1038/nature10974)). Die Ergebnisse wurden an der Synchrotronquelle SLS des schweizerischen Paul Scherrer Instituts erzielt, wo Justine Schlappa zu Beginn des Projekts beschäftigt war.

Alle Elektronen besitzen eine als „Spin“ bezeichnete Eigenschaft: Man kann sich die Elektronenspins als winzige atomare Magnete vorstellen, die den Magnetismus der Stoffe und Materialien erzeugen. Gleichzeitig bewegen sich die Elektronen auf bestimmten Bahnen, den sogenannten „Orbitalen“, um den Atomkern. In der Regel gehören diese beiden quantenphysikalischen Eigenschaften (Spin und Orbitalmoment der Bahnbewegung) zu einem bestimmten Elektron. Jetzt gelang es in dem Experiment, diese Eigenschaften des Elektrons zu trennen.

Röntgenstrahlung spaltet das Elektron in Spinon und Orbiton

Mit Messungen an Strontium-Kupferoxid-Kristallen, Sr_2CuO_3 , konnten die Wissenschaftler feststellen, dass sich die Elektronen in zwei neue Teilchen aufspalten. In dem verwendeten Material ist die Bewegung der Teilchen auf eine Dimension beschränkt; das heißt, sie können sich nur entlang einer Achse fortbewegen, entweder vor- oder rückwärts. Mithilfe von Röntgenstrahlung haben die Wissenschaftler einige Elektronen der Kupferatome im Strontium-Kupferoxid Sr_2CuO_3 auf Orbitale höherer Energie gehoben, was einer schnelleren Bewegung um den Atomkern entspricht. Nach dieser Anregung spalteten sich die Elektronen in zwei Teile auf. Eines der neu erzeugten Teilchen, das „Spinon“, trägt den Elektronenspin, also die magnetischen Eigenschaften. Das andere Teilchen, das „Orbiton“, trägt das orbitale

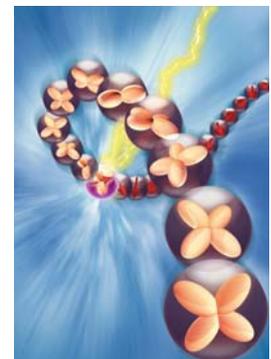


Bild: Künstlerische Darstellung der Aufspaltung eines Elektrons (Grafik: David Hilf, Hamburg)

Moment, also die Eigenschaft der nun erhöhten Bahnenergie. Diese beiden fundamentalen Momente des Elektrons konnten somit erstmals in voneinander getrenntem Zustand beobachtet werden.

Im Experiment richteten die Wissenschaftler Röntgenlicht der Synchrotron Lichtquelle Schweiz, SLS, auf das spezielle Kupferoxid. Dabei haben sie beobachtet, wie sich Energie und Impuls der Röntgenstrahlung bei der Kollision mit der Substanz verändert. Aus der Veränderung lassen sich die Eigenschaften der neu erzeugten Teilchen bestimmen. „Für die Experimente benötigten wir nicht nur Röntgenlicht mit sehr hoher Intensität und äußerst genau bestimmter Energie, um die gewünschte Wirkung auf die Kupferatome zu erzielen“, erklärt Thorsten Schmitt, der Leiter der Experimentatorengruppe am PSI, „sondern auch extrem präzise Röntgendetektoren.“

Elektronenspaltung vermutlich in vielen Materialien nachweisbar

„Schon seit einiger Zeit weiß man, dass sich ein Elektron in bestimmten Materialien prinzipiell aufspalten kann“, erklärt Jeroen van den Brink, der Leiter der Theoretikerguppe am IFW Dresden, „aber bisher fehlte die empirische Bestätigung dieser Trennung in voneinander unabhängige *Spinonen* und *Orbitonen*. Jetzt wissen wir genau, wo wir diese neuen Teilchen suchen müssen, und werden sie in zahlreichen weiteren Materialien finden.“

Ergebnisse könnten das Verständnis der Hochtemperatur-Supraleitung unterstützen

Die beobachtete Aufspaltung der Elektronen könnte außerdem wichtige Schlüsse auf einem anderen Forschungsgebiet ermöglichen, nämlich der Hochtemperatur-Supraleitung. Elektronen verhalten sich in Sr_2CuO_3 und in Supraleitern auf Kupferbasis ähnlich. Somit eröffnet das Verständnis der Aufspaltung eines Elektrons in dem hier betrachteten Material möglicherweise neue Wege zu einem erweiterten theoretischen Verständnis der Hochtemperatur-Supraleitung.

Originalveröffentlichung:

Spin-Orbital Separation in the quasi 1D Mott-insulator Sr_2CuO_3

J. Schlappa, K. Wohlfeld, K. J. Zhou, M. Mourigal, M. W. Haverkort, V. N. Strocov, L. Hozoi, C. Monney, S. Nishimoto, S. Singh, A. Revcolevschi, J.-S. Caux, L. Patthey, H. M. Rønnow, J. van den Brink, and T. Schmitt;

Nature, Advance Online Publication, 18.04.2012, [DOI: 10.1038/nature10974](https://doi.org/10.1038/nature10974)

Text: PSI, bearbeitet HZB

Das **Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie (HZB)** betreibt und entwickelt Großgeräte für die Forschung mit Photonen (Synchrotronstrahlung) und Neutronen mit international konkurrenzfähigen oder sogar einmaligen Experimentiermöglichkeiten. Diese Experimentiermöglichkeiten werden jährlich von mehr als 2500 Gästen aus Universitäten und außeruniversitären Forschungseinrichtungen weltweit genutzt. Das Helmholtz-Zentrum Berlin betreibt Materialforschung zu solchen Themen, die besondere Anforderungen an die Großgeräte stellen. Forschungsthemen sind Materialforschung für die Energietechnologien, Magnetische Materialien und Funktionale Materialien. Im Schwerpunkt Solarenergieforschung steht die Entwicklung von Dünnschichtsolarzellen im Vordergrund, aber auch chemische Treibstoffe aus Sonnenlicht sind ein wichtiger Forschungsgegenstand. Am HZB arbeiten rund 1100 Mitarbeiter/innen, davon etwa 800 auf dem Campus Lise-Meitner in Wannsee und 300 auf dem Campus Wilhelm-Conrad-Röntgen in Adlershof.

Das HZB ist Mitglied in der Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren e.V., der größten Wissenschaftsorganisation Deutschlands.