

30. Mai 2016
41/16

Pressedienst

Atome mit dem gewissen Twist

Neue Möglichkeiten für Quantencomputer: Forscher der Universität Hamburg vermessen erstmals die verdrehte Topologie von Quantenmaterialien

Gewisse Materialien wie Metalle leiten den Strom, andere, sogenannte Isolatoren wie Glas oder Keramik nicht. Nun ist es Forschern der Universität Hamburg erstmals gelungen, die zentrale Kenngröße einer Klasse ganz neuer Materialien, der sogenannten „topologischen Quantenmaterialien“ zu vermessen. Von diesem speziellen „Twist“, einer trickreichen Verdrehung der Wege der Elektronen, hängen zum Beispiel die Leitfähigkeit und andere Eigenschaften ab. Die Ergebnisse eröffnen ganz neue Perspektiven für die Entwicklung neuer Quantenmaterialien, auch mit potenziellen Anwendungen bei zukünftigen Quantencomputern. Sie wurden nun im Fachmagazin „Science“ veröffentlicht.

In üblichen Materialien müssen sich Elektronen, die für den Stromtransport verantwortlich sind, ihren Weg durch gleichmäßig verteilte Hindernisse im Festkörper bahnen. In den topologischen Quantenmaterialien können sich Teilchen dagegen nur auf gewissen, mehr oder weniger verdrehten Wegen (die einen Twist beinhalten) bewegen und verhalten sich entsprechend den Gesetzen der Quantenphysik zudem wie Teilchen und Wellen gleichzeitig.

Es gibt eine zentrale Eigenschaft, die die Topologie, also den Quanten-Twist dieser Materialien, komplett beschreiben kann: die „Berry Krümmung“, benannt nach dem englischen Physiker Michael Berry, der das Grundkonzept dazu bereits in den 1980er Jahren angelegt hat. Das Team um Prof. Dr. Klaus Sengstock und Dr. Christof Weitenberg vom Institut für Laserphysik der Universität Hamburg konnte die Berry Krümmung in einem Quantenmaterial nun erstmalig vollständig vermessen.

Die Physiker nutzten bewusst ein künstliches Quantenmaterial, das heute weltweit intensiv eingesetzt wird: atomare Wolken – sogenannte „ultrakalte Quantengase“ – in einem künstlichen Festkörper, gebildet aus Laserlicht. Nachdem die Atome, die in diesen Experimenten die Rolle von Elektronen in Festkörpern übernahmen, in das künstliche Material, das die zu untersuchende Topologie enthielt, eingebracht worden waren, konnte mithilfe weiterer Laser diese Topologie sehr präzise gemessen werden.

Dr. Weitenberg, der die Experimente betreute, betont: „Wir konnten bereits in diesen ersten Experimenten die Topologie eines künstlichen Materials bestimmen, und das ist erst der Anfang, wir alle sind sehr begeistert von den Möglichkeiten dieser neuen Methode.“ Prof. Sengstock ergänzt: „Neuartige Quantenmaterialien werden schon in naher Zukunft eine wichtige Rolle in den absehbaren Quantentechnologien spielen; Quantencomputer sind dabei besonders visionär und nur

durch neue Konzepte zu verwirklichen.“ Materialien mit dem gewissen Twist können vermutlich dazu wichtige Beiträge liefern: „Es ist besonders spannend, in diesem Bereich zu forschen, da das Forschungsfeld dieser neuen Quantenmaterialien erst ganz am Anfang steht, vieles ist noch gar nicht erforscht“, so Prof. Sengstock.

Der Artikel in Science, Vol. 352, Issue 6289, pp. 1091-1094 (2016):

<http://science.sciencemag.org/content/352/6289/1091.full>

DOI: 10.1126/science.aad4568

Für Rückfragen:

Prof. Dr. Klaus Sengstock

Universität Hamburg

Institut für Laserphysik

Tel.: +49 40 8998-5201

E-Mail: sengstock@physik.uni-hamburg.de

Dr. Christof Weitenberg

Universität Hamburg

Institut für Laserphysik

Tel.: +49 40 8998-5204

E-Mail: cweitenb@physnet.uni-hamburg.de