

Pressemitteilung

Technische Universität Dresden

Birgit Berg

02.03.2015

<http://idw-online.de/de/news626562>

Forschungsergebnisse, Forschungsprojekte
Physik / Astronomie
überregional



Wichtiger Schritt zum Quantencomputer: Metalle auf atomarer Skala

In der jüngsten Ausgabe von Nature Physics berichten Forscher aus Aachen und Dresden, dass sie elektrisch leitfähige Kanäle auf den Kristalloberflächen topologischer Isolatoren experimentell beobachten konnten. Die Kanäle sind weniger als ein Nanometer breit und verlaufen entlang atomarer Stufen im Kristallgitter. Die Forscher demonstrierten außerdem, wie solche Stufen in beliebiger Anordnung erzeugt werden können.

Topologische Isolatoren sind derzeit ein heißes Eisen der Materialphysik. Das besondere an ihnen ist, dass sie gleichzeitig als Isolatoren und als elektrische Leiter agieren können. Während im Inneren der Kristalle ein elektrisch isolierender Zustand herrscht, sind die Kristalloberflächen elektrisch leitend. Dabei besitzen diese leitenden Oberflächen ganz besondere physikalische Eigenschaften.

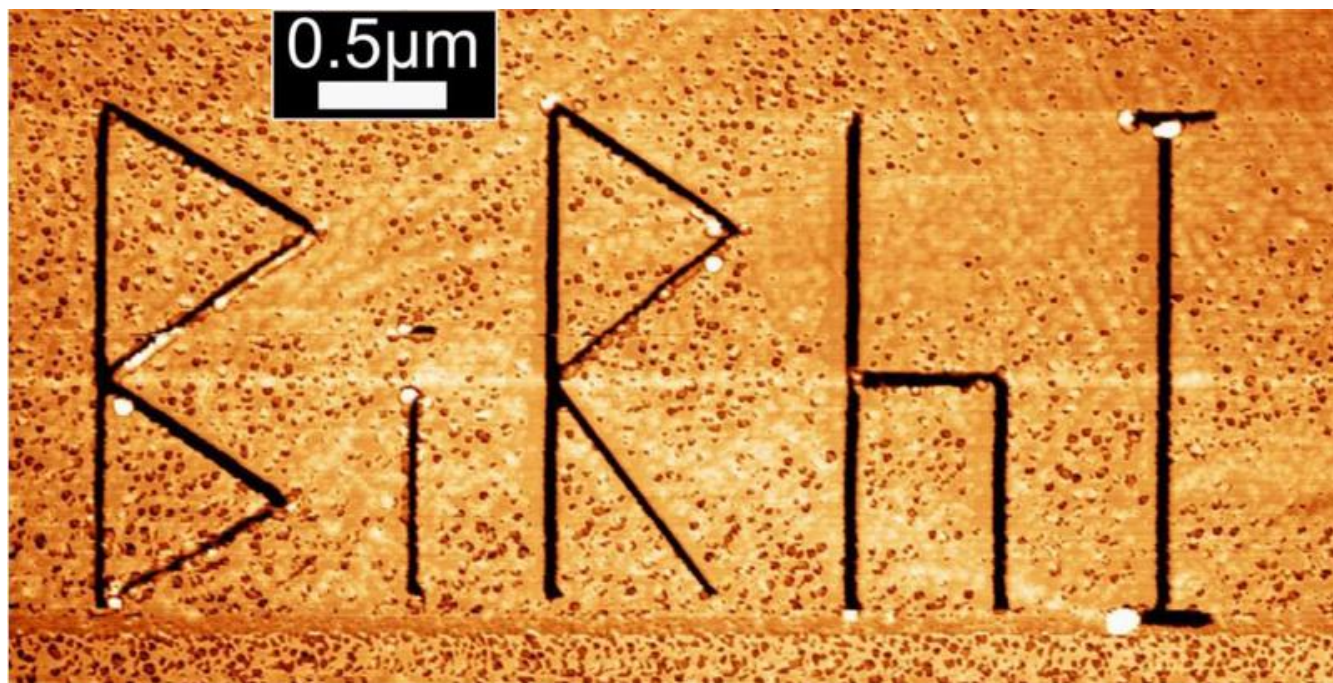
In der Ausgabe von Nature Physics vom 2. März 2015 berichten Wissenschaftler der RWTH Aachen, des Forschungszentrums Jülich, der TU Dresden und des Leibniz-Instituts für Festkörper- und Werkstoffforschung Dresden, wie sie erstmals winzige elektrisch leitfähige Kanäle auf der Oberfläche beobachten konnten. Diese wurden zudem theoretisch modelliert. In der jetzt veröffentlichten Arbeit zeigen die Forscher an Bismut-Rhodium-Iod-Kristallen, dass die Kanäle weniger als ein Nanometer breit und an Stufen auf der Oberfläche gebunden sind. Die Stufen entstehen, wenn ein Kristall zur Untersuchung gebrochen wird, und sind nur wenige Atomlagen hoch. Spektroskopische Untersuchungen haben gezeigt, dass diese Nano-Kanäle räumlich und energetisch beständig sind.

Aufgrund der Eigenschaften topologischer Isolatoren nimmt man an, dass der Strom innerhalb der Kanäle fast ungehindert fließt, während ein Stromfluss von Kanal zu Kanal so gut wie ausgeschlossen ist. Auf diese Weise stellt die Oberfläche dieser Kristalle ein System elektrischer Drähte dar, das durch den Verlauf atomarer Stufen vorgegeben ist. Da solche Stufen mittels feiner Spitzen auch in beliebiger Anordnung geritzt werden können, kann man den Verlauf der elektrisch leitenden Kanäle nach Bedarf gestalten. Bei diesem kanalisierten Stromfluss besteht die Besonderheit, dass im Idealfall keine Streuungen am Atomgitter stattfinden und so Informationen möglicherweise nahezu ohne

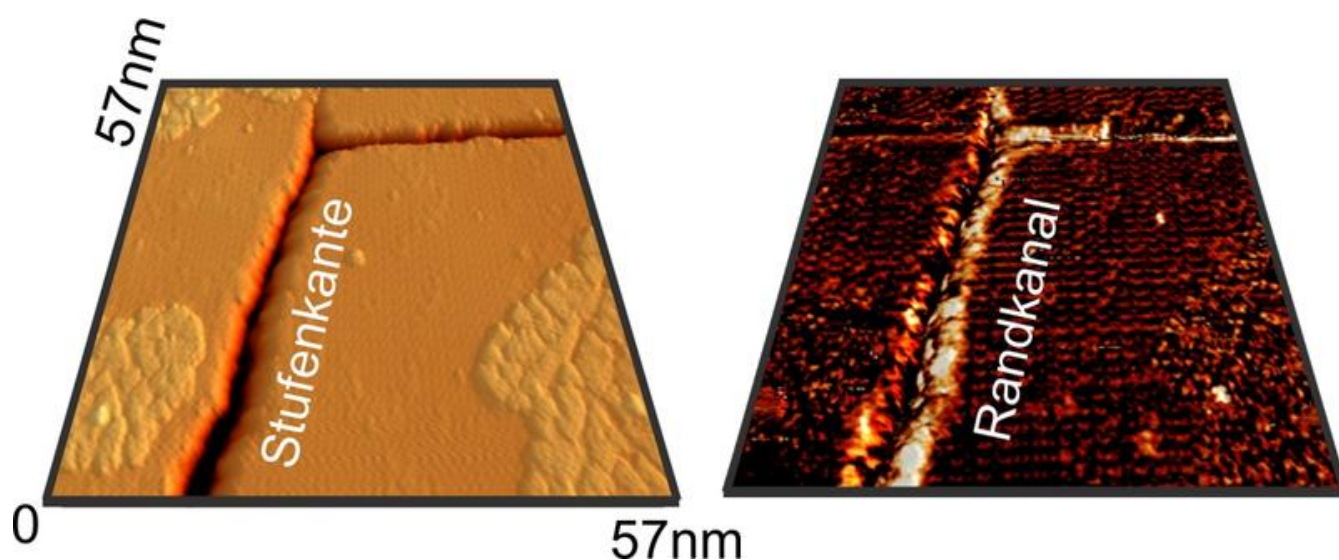
Energieverlust transportiert werden können. Das macht die topologischen Isolatoren interessant für die Anwendung in der Spin-Elektronik und dem Quanten-Computing. Voraussetzung dafür ist aber das tiefe physikalische Verständnis der zugrunde liegenden Quanten-Phänomene.

Seit etwa einem Jahrzehnt arbeiten Wissenschaftler weltweit intensiv an der Beschreibung und Untersuchung des Transports in topologischen Isolatoren. 2013 war es dem Team um den TUD-Chemiker Prof. Michael Ruck gelungen, erstmals die Bismut-Rhodium-Iod-Kristalle zu züchten. Gemeinsam mit den Wissenschaftlern des Leibniz-Instituts für Festkörper und Werkstoffforschung Dresden gelangten sie zu der Meinung, dass diese Kristalle topologische Isolatoren mit elektrisch leitenden Kanälen sein sollten. Diese Hypothese wurde von den Aachener Wissenschaftlern nun bewiesen, wobei Berechnungen dazu wiederum in Dresden erfolgten.

Veröffentlichung: C. Pauly, B. Rasche, K. Koepernik, M. Liebmann, M. Pratzer, M. Richter, J. Kellner, M. Eschbach, B. Kaufmann, L. Plucinski, C. M. Schneider, M. Ruck, J. van den Brink, M. Morgenstern, Subnanometre-wide electron channels protected by topology, Nature Physics, March 2015, DOI 10.1038/nphys3264



Mikroskopische Aufnahme des topologischen Isolators Bismut-Rhodium-Jod ($\text{Bi}_4\text{Rh}_3\text{I}_9$), in dessen Oberfläche die Buchstaben BiRhI als künstliche atomare Stufen eingeritzt wurden.
M. Morgenstern, RWTH Aachen



Kristalloberfläche mit einer Stufe, die als Elektronenkanal fungiert; links: Raster-Tunnel-Mikroskopie-Aufnahme, rechts: Raster-Tunnel-Spektroskopie

