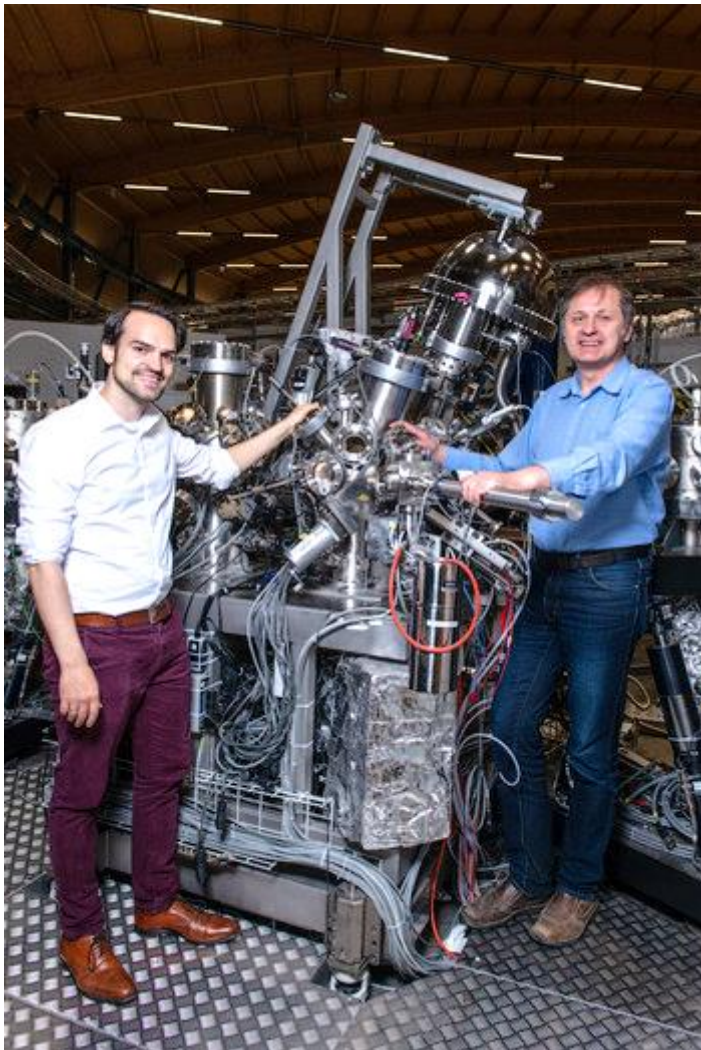


7. Mai 2019

# Neuartiges Material zeigt auch neue Quasiteilchen

[Medienmitteilungen](#) [Materie und Material](#) [Materialforschung](#) [Forschung mit Synchrotronlicht](#)

Forschende des PSI haben ein neuartiges kristallines Material untersucht, das bislang nie gesehene elektronische Eigenschaften zeigt. Es handelt sich um einen Kristall aus Aluminium- und Platin-Atomen, die in besonderer Weise angeordnet sind. In den sich symmetrisch wiederholenden Einheitszellen dieses Kristalls waren einzelne Atome so gegeneinander versetzt, dass diese – gedanklich verbunden – der Form einer Wendeltreppe folgten. Daraus ergaben sich für den Kristall als Ganzes neuartige Eigenschaften des elektronischen Verhaltens, darunter sogenannte Rarita-Schwinger-Fermionen in seinem Inneren sowie sehr lange und zudem vierfache topologische Fermi-Bögen an seiner Oberfläche. Ihre Ergebnisse veröffentlichten die Forschenden nun im Fachblatt *Nature Physics*.



Niels Schröter (links) und Vladimir Strocov an ihrer Experimentierstation in der Synchrotron Lichtquelle Schweiz SLS des PSI.  
(Foto: Paul Scherrer Institut/Mahir Dzambegovic)

Forschende am Paul Scherrer Institut PSI haben eine neue Sorte Quasiteilchen gefunden. Quasiteilchen sind Zustände im Material, die sich in gewisser Weise wie tatsächliche Elementarteilchen verhalten. Eine bestimmte Sorte Quasiteilchen hatten die beiden Physiker William Rarita und Julian Schwinger bereits 1941 vorhergesagt, die nach ihnen als Rarita-Schwinger-Fermionen bekannt wurden. Genau diese wurden nun erstmals experimentell nachgewiesen – unter anderem dank Messungen an der Synchrotron Lichtquelle Schweiz SLS am PSI. „Soweit wir wissen, sind wir – zeitgleich zu drei weiteren Forschungsgruppen – mit die ersten, die Rarita-Schwinger-Fermionen gesehen haben“, freut sich Niels Schröter, Forscher am PSI und Erstautor der neuen Studie.

## **Die Suche nach exotischen Elektronen-Zuständen**

Auf die Quasiteilchen stiessen die Forschenden bei der Untersuchung eines neuartigen Materials, eines besonderen Aluminium-Platin-Kristalls. „Mit blossen Auge betrachtet war unser Kristall einfach ein kleiner Würfel: etwa ein halber Zentimeter gross und schwarz-silbern“, erzählt Schröter. „Unsere Kollegen am Max-Planck-Institut für Chemische Physik fester Stoffe in Dresden haben ihn nach einem besonderen Verfahren hergestellt.“ Neben den Forschenden in Dresden waren an der aktuellen Studie auch Wissenschaftler in Grossbritannien beteiligt sowie weitere in Spanien und in den USA. Das Ziel der Dresdner war, eine massgeschneiderte Anordnung der Atome im Kristallgitter zu erreichen.

In einem Kristall hat jedes Atom einen exakt zugewiesenen Platz. Eine oft würfelförmige Gruppe beieinanderliegender Atome bildet dabei ein Grundelement, die sogenannte Einheitszelle. Diese wiederholt sich in alle Richtungen und bildet so den Kristall mit seinen typischen, auch von aussen sichtbaren Symmetrien. In dem nun untersuchten Aluminium-Platin-Kristall waren jedoch in nebeneinanderliegenden Elementarzellen einzelne Atome so gegeneinander versetzt, dass diese – gedanklich verbunden – der Form einer Wendeltreppe folgten; oder anders gesagt: einer Schraubenlinie. „Es hat also genau wie geplant geklappt: Wir hatten einen chiralen Kristall“, erklärt Schröter.

## **Kristalle wie zwei Hände**

Chirale Materialien lassen sich mit unseren Händen vergleichen: Die rechte Hand ist ein Spiegelbild von der linken. In chiralen Kristallen bedeutet dies, dass in einigen Exemplaren die gedachte Wendeltreppe der Atome linksherum verläuft, in anderen dagegen rechtsherum. Egal, wie man den einen Kristall dreht und anschaut, er wird sich immer vom andershändigen Kristall unterscheiden. „Wir Forschenden finden chirale Materialien sehr spannend“, erläutert Vladimir Strocov, PSI-Forscher und Mitautor der aktuellen Studie, „denn mathematische Modelle machen etliche Voraussagen, dass sich darin exotische physikalische Phänomene finden lassen.“

Und so war es tatsächlich bei dem nun untersuchten Aluminium-Platin-Kristall. Mit der Röntgenstrahlung der SLS und über die Methode der Fotoelektronenspektroskopie machten die Forschenden die elektronischen Eigenschaften im Inneren des Kristalls sichtbar. Komplementäre Messungen desselben Kristalls an der Diamond Light Source in Oxfordshire, England, erlaubten zudem den Blick auf die elektronischen Strukturen an seiner Oberfläche.

Diese Untersuchungen zeigten, dass es sich bei dem besonderen Kristall nicht nur um ein chirales Material handelte, sondern zusätzlich um ein topologisches. „Wir nennen diese Materialsorte ein chirales topologisches Semimetall“, so Strocov. „Dank der hervorragenden spektroskopischen Fähigkeiten der ADRESS-Strahllinie hier an der SLS sind wir nun mit die ersten, die ein solches Material experimentell nachgewiesen haben.“