

Mein Name ist Josef Freudenstein und ich bin seit 2016 Mitglied im Forschungsstudiengang Physik der Universität Regensburg.

Ein Highlight meines Studiums war ein Forschungsprojekt, das ich im Sommer 2018 am Boston College in den USA durchführen durfte. Ziel dieses Praktikums war die Erforschung eines Supraleiters. Vereinfacht gesagt handelt es sich dabei um Materialien, die unterhalb einer bestimmten Temperatur (diese liegt meistens bei unter -200°C) Strom verlustfrei transportieren. Auch wenn es mit großem technischen Aufwand verbunden ist, Materialien auf solche Temperaturen zu kühlen, könnten damit in Zukunft Stromtrassen gebaut werden, die sehr viel elektrische Energie über große Distanzen führen können – ein wichtiges Puzzlestück beispielsweise für die Energiewende in Deutschland.

Im Projekt ging es konkret um das Material $\text{FeTe}_{0,55}\text{Se}_{0,45}$ (FTS), eine Legierung aus Eisentellurid und Eisenselenid. Bei Temperaturen unterhalb von etwa -260°C wird es zum Supraleiter und besitzt darüber hinaus noch viele weitere interessante Eigenschaften, denn es ist zusätzlich topologisch nichttrivial. Dieses abstrakte Merkmal wird erst seit wenigen Jahren intensiv untersucht und den Pionieren der Forschung auf diesem Gebiet wurde 2016 der Nobelpreis Physik zugesprochen. Grob vereinfacht zeichnen sich topologisch nichttriviale Materialien dadurch aus, dass ein elektrischer Strom nur in ihrer Oberfläche fließen kann, nicht aber in ihrem Innern.

Die Kombination aus den topologischen Eigenschaften und der Supraleitung kann dazu führen, dass ein elektrischer Strom dann sogar nur an den Kanten des Materials auftritt. Um diese Besonderheit nachzuweisen, habe ich $\text{FeTe}_{0,55}\text{Se}_{0,45}$ in dünnen Schichten abgetragen und einseitig mit dem Isolator hBN (hexagonales Bornitrid) bedeckt (siehe Abbildung). Anschließend wurden leitende Kontakte aus Gold an dieser Struktur angelegt.

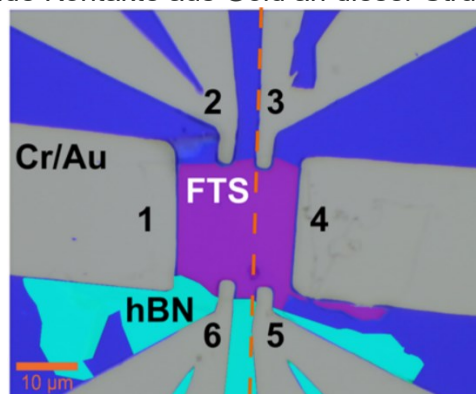


Abbildung 1: Der Supraleiter (FTS) wird einseitig von einem Isolator (hBN) bedeckt. Leitende Kontakte berühren so entweder nur die Oberseite des Supraleiters (5 und 6) oder zusätzlich noch dessen Kanten (2 und 3).

Die Kontakte, die direkt zum Supraleiter führen (Kontakte 2 und 3), berühren dessen Kanten. Im Gegensatz dazu verlaufen zwei andere Kontakte (5 und 6) auf dem Isolator hBN und erreichen nur die Oberseite von $\text{FeTe}_{0,55}\text{Se}_{0,45}$, nicht aber dessen Kanten. Durch Transportexperimente konnten dann Unterschiede zwischen den beiden unterschiedlichen Kontaktarten gemessen werden, die darauf hinweisen, dass tatsächlich manche elektronischen Zustände nur an den Kanten des Materials existieren. Diese Ergebnisse wurden am Ende auch in der Fachzeitschrift „Nano Letters“ publiziert [Gray, M. J. *et.al.*, *Nano Letters*. 2019, 19, 4890-4896].

Erst durch Gespräche mit Kommilitonen aus dem Forschungsstudiengang Physik wurde ich auf dieses Forschungsprojekt aufmerksam gemacht. Zudem hat der Forschungsstudiengang diesen Auslandsaufenthalt finanziell unterstützt. Ich finde es ein großartiges Konzept, dass Studenten durch diese Forschungsprojekte, die nur im Forschungsstudiengang explizit absolviert werden müssen, bereits früh an wissenschaftliches Arbeiten herangeführt werden und damit zugleich die Möglichkeit bekommen, auch an anderen Universitäten weltweit tätig zu werden.