

Universität Hamburg
Abteilung Kommunikation und
Öffentlichkeitsarbeit
Referat Medien- und Öffentlichkeitsarbeit
Tel.: +49 40 42838-2968
E-Mail: medien@uni-hamburg.de

9. Juli 2020

35/20

Neue Erkenntnisse über Flüssigkeiten, die ohne Widerstand fließen

Verlustfreie Stromleitung bei Raumtemperatur? Ein Material, das diese Eigenschaft aufweist, also bei Raumtemperatur supraleitend ist, könnte die Energieversorgung revolutionieren. Wissenschaftlern vom Exzellenzcluster „CUI: Advanced Imaging of Matter“ an der Universität Hamburg ist es nun erstmals gelungen, starke Hinweise auf Suprafluidität in einer zweidimensionalen Gaswolke zu beobachten. Sie berichten im renommierten Magazin „Science“ über ihre Experimente, in denen zentrale Aspekte der Supraleitung in einem Modellsystem untersucht werden können.

Es gibt Dinge, die eigentlich nicht passieren sollten. So kann z. B. Wasser nicht durch die Glaswand von einem Glas in ein anderes fließen. Erstaunlicherweise erlaubt die Quantenmechanik dies jedoch, vorausgesetzt, die Barriere zwischen den zwei Flüssigkeiten ist dünn genug. Durch den quantenmechanischen Tunneleffekt können Teilchen die Barriere durchdringen, selbst wenn die Barriere höher als der Pegel der Flüssigkeiten ist. Noch bemerkenswerter ist, dass dieser Teilchenstrom sogar fließen kann, wenn der Pegel auf beiden Seiten gleich hoch ist oder der Strom geringfügig bergauf fließen muss. Dazu müssen die Flüssigkeiten auf beiden Seiten allerdings Suprafluide sein: Sie müssen also reibungsfrei um Hindernisse herum fließen können.

Vorausgesagt wurde dieses frappierende Phänomen von dem britischen Physiker Brian Josephson noch während seiner Doktorarbeit 1962. Es ist von so fundamentaler Bedeutung, dass er dafür 1973 den Nobelpreis erhielt. Getrieben wird der Strom nur durch die Wellennatur der Suprafluide. Er kann unter anderem dafür sorgen, dass das Suprafluid anfängt, zwischen beiden Seiten hin und her zu oszillieren – ein Phänomen, das als Josephson-Oszillationen bekannt ist.

Der Josephson-Effekt wurde 1962 auch erstmals zwischen zwei Supraleitern beobachtet. In dem Experiment konnte – in direkter Analogie zum Wasserfluss ohne Pegelunterschied – ein elektrischer Strom ohne Spannungsdifferenz durch einen Tunnelkontakt fließen. Mit dieser Entdeckung wurde der eindrucksvolle Nachweis erbracht, dass die Wellennatur der Materie in Supraleitern selbst in größeren, mit dem Auge sichtbaren Objekten, zu beobachten ist.



Nun ist es den Wissenschaftlern in der Gruppe von Prof. Henning Moritz erstmals gelungen, Josephson-Oszillationen in einem zweidimensionalen (2D) Fermigas zu beobachten. Diese Fermigase bestehen aus einem „Hauch von Nichts“, nämlich einer Gaswolke von wenigen tausend Atomen. Wenn sie bis auf einige Millionstel Grad über dem absoluten Temperaturnullpunkt gekühlt werden, werden sie suprafluide. Mit ihnen kann man nun Suprafluide untersuchen, in denen die Teilchen stark miteinander wechselwirken und sich nur in zwei Dimensionen bewegen können – eine Kombination, die zentral für die bislang nur unvollständig verstandene Hochtemperatursupraleitung zu sein scheint.

„Wir waren erstaunt, wie klar die Josephson-Oszillationen in unserem Experiment zu sehen waren. Das ist ein eindeutiger Nachweis für die sogenannte Phasenkohärenz in unserem ultrakalten 2D-Fermigas, also der Tatsache, dass die Wellen auf beiden Seiten der Barriere synchron schwingen“, sagt Erstautor Niclas Luick vom Institut für Laserphysik an der Universität Hamburg. „Der hohe Grad an Kontrolle über unser System hat es uns außerdem ermöglicht, die kritische Stromstärke zu vermessen, oberhalb derer die Suprafluidität zusammenbricht.“

„Dieser Durchbruch eröffnet uns viele neue Möglichkeiten, Einblicke in die Natur stark korrelierter 2D-Suprafluide zu gewinnen“, ergänzt Prof. Dr. Henning Moritz, ebenfalls vom Institut für Laserphysik an der Universität Hamburg. „Diese Systeme sind von herausragender Bedeutung in der modernen Physik, aber nur sehr schwer theoretisch zu simulieren. Wir freuen uns, mit unserem Experiment dazu beizutragen, diese Quantensysteme besser zu verstehen.“

Bildunterschrift:

Die Illustration zeigt zwei Supra-Flüssigkeiten, die durch eine Barriere getrennt sind. Ihre Wellennatur ermöglicht den suprafluiden Teilchen zwischen beiden Seiten hin und her zu oszillieren. Copyright: Electron Studios/UHH, Moritz

Originalpublikation:

Niclas Luick, Lennart Sobirey, Markus Bohlen, Vijay Pal Singh, Ludwig Mathey, Thomas Lompe, Henning Moritz: **An ideal Josephson junction in an ultracold two-dimensional Fermi gas**. Science (2020), DOI: [10.1126/science.aaz2342](https://doi.org/10.1126/science.aaz2342)

Für Rückfragen:

Ingeborg Adler
Universität Hamburg
Öffentlichkeitsarbeit, Presse (CUI)
Tel.: +49 40 8998-6698
E-Mail: ingeborg.adler@cui.uni-hamburg.de

Prof. Dr. Henning Moritz
Universität Hamburg
Institut für Laserphysik
Tel.: +49 40 8998-5265
E-Mail: henning.moritz@physnet.uni-hamburg.de

