

Silke Bühler-Paschen erforscht ungewöhnliche Materialeffekte © Luisa Puiu/TU W

Ein neuer Blick auf "seltsame Metalle"

16.01.2020

Wien (TU WIEN) -Seit Jahren wurde an der TU Wien ein neues Syntheseverfahren entwickelt, um Geheimnissen der "seltsamen Metalle" auf die Spur zu kommen. Nun gelang der Durchbruch Ergebnisse wurden in "Science" publizie

Supraleiter können elektrischen Strom völlig ohne Widerstand leiten - allerdings nur unterhalt bestimmten "Sprungtemperatur". Viele Materialien müssen dafür bis fast an den absoluten Temp Nullpunkt abgekühlt werden, manche Materialien hingegen bleiben bis hin zu viel höheren Tempersupraleitend. Wie diese "Hochtemperatur-Supraleitung" funktioniert und wie man Materialien entwann, die vielleicht auch bei normaler Raumtemperatur noch supraleitend bleiben, ist bis heute ein großen Rätsel der modernen Physil

Ein Schlüssel zum Erfolg könnte die Untersuchung von "seltsamen Metallen" sein. Das sind spez Materialien, deren elektrischer Widerstand ein sehr ungewöhnliches Temperaturverhalten zeigt. D Phänomen ist eng mit Supraleitung verwandt: Viele Klassen von Hochtemperatursupraleitern zedieses "seltsame Metall"-Verhalten. Bei der Forschung an diesen Materialien gelang nun ein wich Durchbruch: Ein Forschungsteam der TU Wien und der Rice University (Houston, Texas) entwickelt neues Verfahren, mit dem extrem dünne Schichten aus solchen Materialien hergestellt werden kör



um sie dann zu durchleuchten. So kann man wichtige Daten über diese Materialien ermitteln, die sonst nicht messen lassen, und neue Theorien der Hochtemperatur-Supraleitung entwickeln Ergebnisse wurde nun im Fachjournal "Science" publizie

Seltsame Metalle als Schlüssel zur Supraleitung

"Schon 1987 wurde der Physik-Nobelpreis für die Entdeckung der Hochtemperatur-Supraleit vergeben, aber auch heute noch ist unser Verständnis dieses Phänomens unzureichend", sagt F Silke Bühler-Paschen vom Institut für Festkörperphysik der TU Wien. "Allerdings wissen wir, seltsame Metalle eng mit dieser technologisch so wichtigen Art von Supraleitung in Verbindung st Sie zeigen oberhalb der Sprungtemperatur einen Zusammenhang zwischen Temperatur Widerstand, der völlig anders aussieht als bei gewöhnlichen Metallen. "Im Gegensatz zu einfa Metallen wie Kupfer oder Gold scheint der elektrische Widerstand in seltsamen Metallen nicht durcthermische Bewegung der Atome bedingt zu sein, sondern durch bestimmte Quantenfluktuatic erklärt Bühler-Paschen.

Um diese Vermutung zu bestätigen und die Natur der Quantenfluktuationen zu ergründen, muss nur die Temperaturabhängigkeit des Widerstandes untersucht werden, sondern auch s Frequenzabhängigkeit. Das gelingt am besten, indem man das Material mit Licht im passer Frequenzbereich bestrahlt

Für die Untersuchungen wurde ein Material aus Ytterbium, Rhodium und Silizium (YbRh: ausgewählt, das für sein besonders ausgeprägtes "seltsames Metall"-Verhalten bekannt ist. Um die Material zu untersuchen, benötigt man Strahlung im Terahertz-Bere

"An diesem Punkt wird die Sache allerdings technologisch anspruchsvoll", sagt Silke Bühler-Pasc "Hochgenaue Messungen sind nämlich nur in Transmission möglich, also wenn das Material Terahertz-Strahl durchdrungen wird." Während elektrisch isolierende Materialien Terahertz-Strameist fast ungehindert durchlassen, wird diese Art von Strahlung von Metallen normalerweise seh reflektiert oder absorbiert. Nur wenn man eine extrem dünne Schicht des Materials zur Verfügunkann ausreichend viel Terahertz-Strahlung hindurchgelangen, um eine präzise Messung zu ermögl

Spezielles Herstellungsverfahren entwickel

In den Reinraumlabors der TU Wien entwickelte man ein eigenes, aufwändiges Molekularepi Verfahren, um dünne Schichten dieses Materials herzustellen: "Ytterbium, Rhodium und Silizium w genau dosiert verdampft und treffen, quasi Atom für Atom, auf einem Substrat auf", sagt Mandrews (Institut für Festkörperelektronik, TU Wien). "Sind alle Parameter richtig eingestellt, w YbRh2Si2 Atomschicht für Atomschicht. Indem man die Dauer des Wachstumsprozesses richtig w erreicht man genau die gewünschte Schichtdicke

"Entscheidend war, dass wir ein perfekt passendes Substrat gefunden haben, auf dem man d Schichten aufbringen kann - nämlich Germanium.", sagt Lukas Prochaska, einer der drei federführe Doktoranden des Teams. "Die Kristallstruktur von Germanium passt geometrisch ganz ausgezeic zur Anordnung der Ytterbium-Atome in unserem seltsamen Metall. Nur dadurch ergeben sich Film hervorragender Qualität

Die Bewegung von Ladungsträgern genau verstehei

Doktorand Xinwei Li von der Rice University führte dann hochgenaue Tetahertz-Messungen ar dünnen YbRh2Si2-Filmen durch. Die Analyse der Daten, an der auch Rice-Theoretiker Qimia maßgeblich beteiligt war, ergab entscheidende neue Hinweise: "Unsere Vermutung, quantenkritische Ladungsfluktuationen eine entscheidende Rolle spielen, wurde dadurch nun bestäsagt Silke Bühler-Paschen. "Für uns schließt sich hier ein Kreis: Schon 2004 konnten wir zeigen, d



das "seltsame Metall"-Verhalten in diesem Material mit einer sprunghaften Änderun Ladungsträgerkonzentration einhergeht. Damals hatten Qimiao Si und ich bereits die Notwendigke dynamischen Messungen erkannt, aber die technischen Grundlagen für eine experimen Realisierung fehlten. Nun konnten wir diesen Prozess endlich genauer analysieren und verste

Durch diese Ergebnisse ergeben sich nun neue Ideen, diese ungewöhnlichen Materialeffekt beschreiben. "Diese Ideen lassen sich dann auch auf andere Klassen von Hochtemperatur-Supralei übertragen", erklärt Bühler-Paschen. "Wir hoffen, dass dadurch eine neue, bessere Theorie Hochtemperatur-Supraleitung entstehen kann, damit es möglich wird, bessere Supraleiter mit deutlich höherer Sprungtemperatur zu entwickeln - das wäre ein gewaltiger technologischer E

Zum Nachlesen:

Das Nature-Paper aus dem Jahr 2004: Hier wurde mit Halleffekt-Messungen an YbRh2Si2-Einkrista entdeckt, dass sich am quantenkritischen Punkt die Ladungsträgerkonzentration sprunghaft ändert Teil der Ladungsträger bleibt hier offenbar einfach stehen. Über die Dynamik des Prozesses ko keine Aussage gemacht werderhttps://www.nature.com/articles/nature031

Originalpublikation:

Das aktuelle Paper (Science 2020): Mittels frequenzabhängiger Messungen der Leitfähigkeit konnte an dünnen Filmen von YbRh2Si2 festgestellt werden, dass diese Ladungsträgerlokalisie dynamisches Verhalten zeigt, wie es an einem quantenkritischen Punkt erwartet wird. Damit dräng der Verdacht auf, dass Supraleitung, die aus diesem "seltsamen Metall"-Verhalten hervorgeht, übe Austausch von quantenkritischen Ladungsfluktuationen bedingt sein kör

Rückfragehinweis:

Prof. Silke Bühler-Paschen
Institut für Festkörperphysik
Technische Universität Wien
Wiedner Hauptstraße 8-10, 1040 Wien
T: +43-1-58801-13716
silke.buehler-paschen@tuwien.ac.at

Aussender:

Dr. Florian Aigner
Büro für Öffentlichkeitsarbeit
Technische Universität Wien
Resselgasse 3, 1040 Wien
T: +43-1-58801-41027
florian.aigner@tuwien.ac.at

Seite empfehler

© APA - Austria Presse Agentur eG; Alle Rechte vorbehalten. Die Meldungen dürfen ausschließlich den privaten Eigenbedarf verwendet werden - d.h. Veröffentlichung, Weitergabe und Abspeicheru



nur mit Genehmigung der APA möglich. Sollten Sie Interesse an einer weitergehenden Nutzung h wenden Sie sich bitte arscience@apa.at

