



Universität Hamburg

Abteilung Kommunikation und Marketing

Referat Medien- und Öffentlichkeitsarbeit

Tel.: +49 40 42838-2968

E-Mail: medien@uni-hamburg.de

17. August 2023

45/23

PAARUNG VON ELEKTRONEN IN KÜNSTLICHEN ATOMEN ENTDECKT

Physiker der Universität Hamburg haben einen Quantenzustand beobachtet, der vor mehr als 50 Jahren von japanischen Theoretikern vorhergesagt, aber bisher nicht im Experiment nachgewiesen wurde. Durch die Konstruktion eines künstlichen Atoms auf der Oberfläche eines Supraleiters gelang es den Forschern, die Elektronen solcher „Quantenpunkte“ zu Paaren zu verbinden und damit die kleinstmögliche Version eines Supraleiters zu erzeugen. Der Artikel ist in der neuesten Ausgabe der Fachzeitschrift „Nature“ erschienen.

Normalerweise tendieren Elektronen, die um den Atomkern herumschwirren, dazu, sich gegenseitig aus dem Weg zu gehen. Dieses Phänomen hat einen enormen Einfluss auf viele Eigenschaften von Materialien, die aus Atomen aufgebaut sind und die wir in unserem täglichen Leben verwenden, wie z. B. der elektrische Widerstand.

Solche Eigenschaften können sich drastisch ändern, wenn die Elektronen zu Paaren gebunden sind und sich damit zu Bosonen zusammenschließen, also quasi verklebt werden. Bosonen vermeiden einander nicht wie einzelne Elektronen, sondern können am selben Ort verweilen oder exakt dieselbe Bewegung ausführen. Eine der faszinierendsten Eigenschaften eines Materials mit solchen gebundenen Elektronenpaaren ist die Supraleitfähigkeit, die es ermöglicht, einen elektrischen Strom ohne jeglichen elektrischen Widerstand durch das Material fließen zu lassen.

Verständlicherweise haben supraleitende Materialien enormes Potenzial für technologische Anwendungen. Aktuell kommen sie zum Beispiel bei Magnetspintomographen in der Medizin oder hochauflösenden Magnetfeldsensoren zum Einsatz. Darüber hinaus treibt die stetig zunehmende Verkleinerung elektronischer



Schaltkreise derzeit die Erforschung von Phänomenen der Supraleitfähigkeit in viel kleineren, nanostrukturierten Systemen an.

Forscher des Fachbereichs Physik und des Exzellenzclusters „CUI: Advanced Imaging of Matter“ der Universität Hamburg haben nun die Paarbildung von Elektronen in einem künstlichen Atom, einem sogenannten Quantenpunkt, realisiert – dem kleinsten Baustein nanostrukturierter elektronischer Schaltkreise. Unter der Leitung von PD Dr. Jens Wiebe vom Institut für Nanostruktur- und Festkörperphysik sperrten sie zu diesem Zweck die Elektronen in winzigen Käfigen ein, die sie Atom für Atom aus Silber aufbauten.

Durch die Kopplung der eingesperrten Elektronen an einen elementaren Supraleiter erben die Elektronen den „Klebstoff“ des Supraleiters, der Elektronen zu Paaren verbindet. Zusammen mit einem Team von theoretischen Physikern des Exzellenzclusters unter Leitung von Dr. Thore Posske brachten die Forscher die experimentelle Signatur, eine Resonanz bei sehr niedriger Energie, mit dem vor 50 Jahren von Kazushige Machida und Fumiaki Shibata vorhergesagten Quantenzustand in Verbindung.

Während der Zustand bisher der direkten Detektion durch experimentelle Methoden entgangen ist, zeigen jüngste Berechnungen von Forschenden aus den Niederlanden und Dänemark, dass er unerwünschtes Rauschen in Transmon-Qubits unterdrücken könnte, einem essenziellen Baustein moderner Quantencomputer. Der mittlerweile emeritierte Kazushige Machida dankte dem Erstautor der Veröffentlichung, Dr. Lucas Schneider, in einer E-Mail, dass durch dessen Methode der Zustand endlich experimentell nachgewiesen werden konnte.

Originalpublikation:

Lucas Schneider, Khai That Ton, Ioannis Ioannidis, Jannis Neuhaus-Steinmetz, Thore Posske, Roland Wiesendanger, and Jens Wiebe: Proximity superconductivity in atom-by-atom crafted quantum dots, <https://doi.org/10.1038/s41586-023-06312-0>

Für Rückfragen:

PD Dr. Jens Wiebe
Universität Hamburg
Fakultät für Mathematik, Informatik und Naturwissenschaften
Tel.: +49 40 42838-3282
E-Mail: jens.wiebe@physnet.uni-hamburg.de

Dr. Thore Posske
Universität Hamburg
Fakultät für Mathematik, Informatik und Naturwissenschaften
Tel.: +49 40 42838-4997
E-Mail: thore.posske@physik.uni-hamburg.de

