

Vom Störeffekt zur Ressource: Supraleitende Wirbel als Qubits

13.05.2026, 12:14 | Wissenschaft, Forschung, Bildung

Pressemitteilung von: *idw - Informationsdienst Wissenschaft*



Supraleiter sind Materialien, die unter bestimmten Bedingungen elektrischen Strom ohne Widerstand leiten und Magnetfelder normalerweise vollständig verdrängen. Wird jedoch ein kritisches Magnetfeld überschritten, dringen Magnetfelder in Form winziger, quantisierter Wirbel, auch Vortices genannt, in das Material ein. Diese galten bislang als unerwünschte Störfaktoren, da sie Energieverluste verursachen und die Leistungsfähigkeit supraleitender Systeme einschränken.

Materialstruktur ermöglicht Quanteneffekte

Die aktuelle Studie des Forschungsteams von Professor Ioan M. Pop am Institut für QuantenMaterialien und Technologien (IQMT) des KIT belegt ein grundlegend neues Verhalten magnetischer Wirbel in Supraleitern. Die Forschenden untersuchten stark ungeordnete supraleitende Dünnschichten aus granularen Aluminiumschichten nahe dem Übergang zwischen Supraleitung und Isolator. In diesem Material verlieren die Wirbel ihre störenden Eigenschaften und bilden stabile, verlustarme Zustände, die sich quantenmechanisch beschreiben lassen.

Die physikalische Grundlage dieses Effekts liegt in der besonderen Struktur des Materials: Granuläres Aluminium besteht aus nanoskaligen supraleitenden Inseln, die durch schwache Kopplungen verbunden sind. Dadurch entsteht eine komplexe Energielandschaft mit lokalen Minima, quasi energetische „Mulden“, zwischen denen ein Wirbel quantenmechanisch hin- und her tunneln kann. Auf diese Weise bilden sich stabile Zwei-Niveau-Systeme aus, die den beobachteten Quantenzuständen zugrunde liegen.

Vom Störfaktor zum Qubit

„Unsere Ergebnisse zeigen, dass magnetische Wirbel nicht nur kontrollierbar sind, sondern sich wie künstliche Atome mit zwei klar unterscheidbaren Zuständen verhalten“, erklärt Dr. Simon Günstler vom IQMT.

„Damit erfüllen sie eine zentrale Voraussetzung für den Einsatz als Qubits in Quantentechnologien“, ergänzt Pop. „Zugleich zeigt die Studie, dass selbst Effekte, die lange als störend galten, unter den richtigen Bedingungen zu wertvollen Ressourcen werden können. Das eröffnet völlig neue Perspektiven für das Design zukünftiger Quantensysteme.“

Die Forschenden konnten diese Vortex-Qubits nicht nur nachweisen, sondern mithilfe von Mikrowellenmessungen und Methoden der Quantenelektrodynamik auch gezielt anregen, kontrollieren und auslesen. Die gemessenen Kohärenz- und

Relaxationszeiten liegen im Mikrosekundenbereich und sind damit vergleichbar mit etablierten supraleitenden Qubit-Systemen. Damit gehören Vortex-Qubits zu den bislang ungewöhnlichsten Kandidaten für quantentechnologische Anwendungen.

Neue Perspektiven für Technologie und Forschung

Langfristig könnten solche Systeme als neuartige Qubits dienen, die nicht künstlich gefertigt werden müssen, sondern aus intrinsischen Materialeigenschaften hervorgehen. Neben möglichen Anwendungen in der Quanteninformationstechnologie eröffnen sich auch neue Wege für die experimentelle Untersuchung komplexer Materialien. So könnten Vortex-Qubits künftig als empfindliche Sonden eingesetzt werden, um mikroskopische Eigenschaften von Supraleitern präzise zu analysieren.

„Auch wenn noch Fragen zur technischen Umsetzung und Skalierbarkeit offen sind, zeigen unsere Ergebnisse eindrucksvoll, dass selbst vermeintlich unerwünschte Effekte in der Physik unter den richtigen Bedingungen zu nützlichen quantenmechanischen Ressourcen werden können“, so Pop. Am Beispiel supraleitender Wirbel eröffnen sich neue Wege für zukünftige Technologien.

An der Studie beteiligt waren auch Forschende der Universität Antwerpen und der Universität Ulm.

Im Dialog mit der Gesellschaft entwickelt das KIT Lösungen für große Herausforderungen – von Klimawandel, Energiewende und nachhaltigem Umgang mit natürlichen Ressourcen bis hin zu Künstlicher Intelligenz, technologischer Souveränität und demografischem Wandel. Als Die Universität in der Helmholtz-Gemeinschaft vereint das KIT wissenschaftliche Exzellenz vom Erkenntnisgewinn bis zur Anwendungsorientierung unter einem Dach – und ist damit in einer einzigartigen Position, diese Transformation voranzutreiben. Damit bietet das KIT als Exzellenzuniversität seinen mehr als 10 000 Mitarbeitenden sowie seinen 22 800 Studierenden herausragende Möglichkeiten, eine nachhaltige und resiliente Zukunft zu gestalten. KIT – Science for Impact.

wissenschaftliche Ansprechpartner:

Dr. Sabine Fodi, Pressereferentin, Tel.: +49 721 608-41154, E-Mail:

Originalpublikation:

Ameya Nambisan, Simon Günzler, Dennis Rieger, Nicolas Gosling, Simon Geisert, Victor Carpentier, Nicolas Zapata, Mitchell Field, Milorad V. Milošević, Carlos A. Diaz Lopez, Ciprian Padurariu, Björn Kubala, Joachim Ankerhold, Wolfgang Wernsdorfer, Martin Spiecker & Ioan M. Pop: Quantum coherent manipulation and readout of superconducting vortex states. Nature, 2026. DOI: 10.1038/s41586-026-10441-7.
<https://www.nature.com/articles/s41586-026-10441-7>

Karlsruher Institut für Technologie

Michaela Stuchl (Mitarbeiter in der Presse- und Öffentlichkeitsarbeit)

0721-60841105

michaela.stuchl@kit.edu

News-ID: 1311898 • Views: 168 (Stand: 05.08.2026)

Link zur Pressemitteilung:

<https://www.openpr.de/news/1311898/Vom-Stoereffekt-zur-Ressource-Supraleitende-Wirbel-als-Qubits-idw.html>