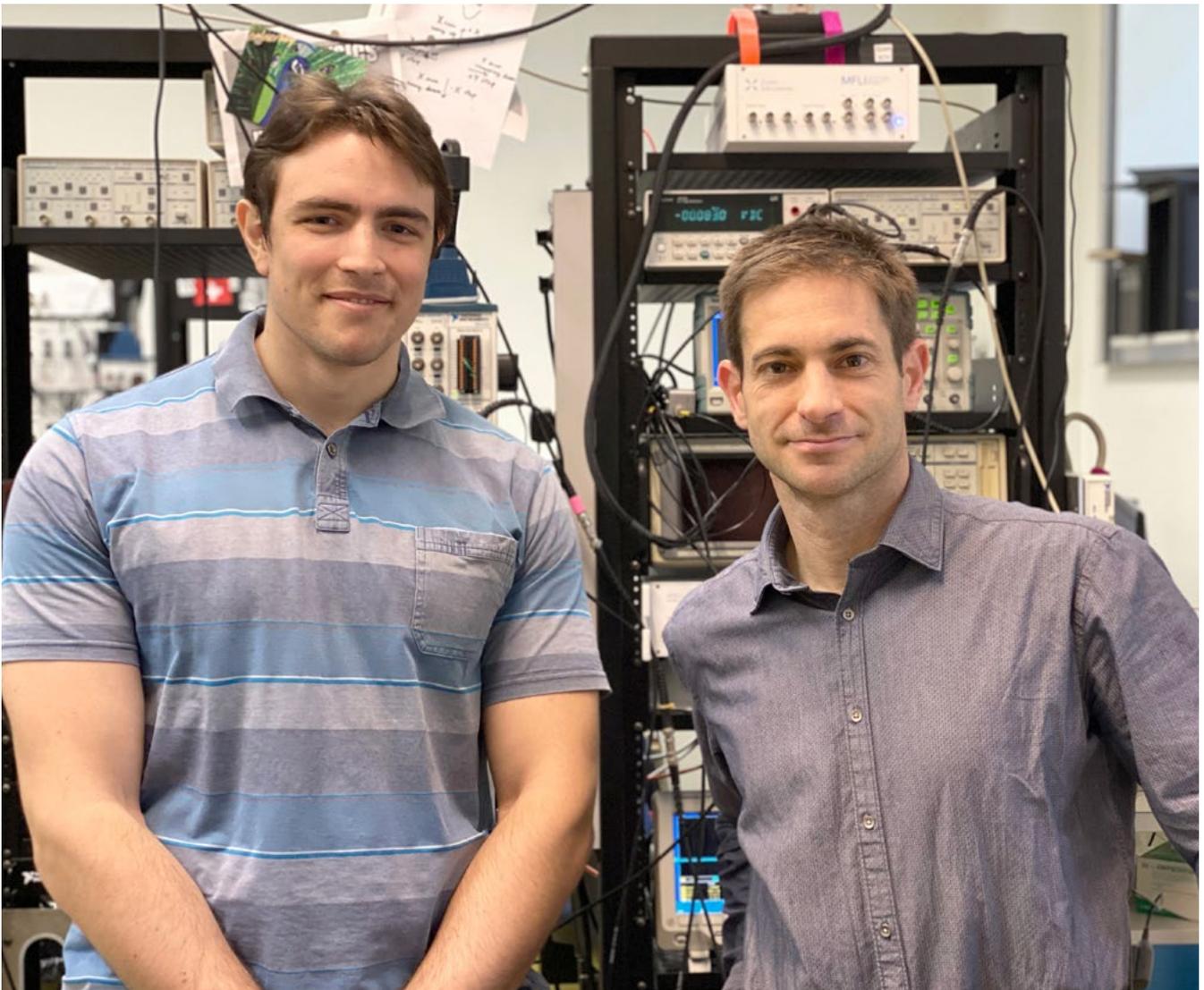


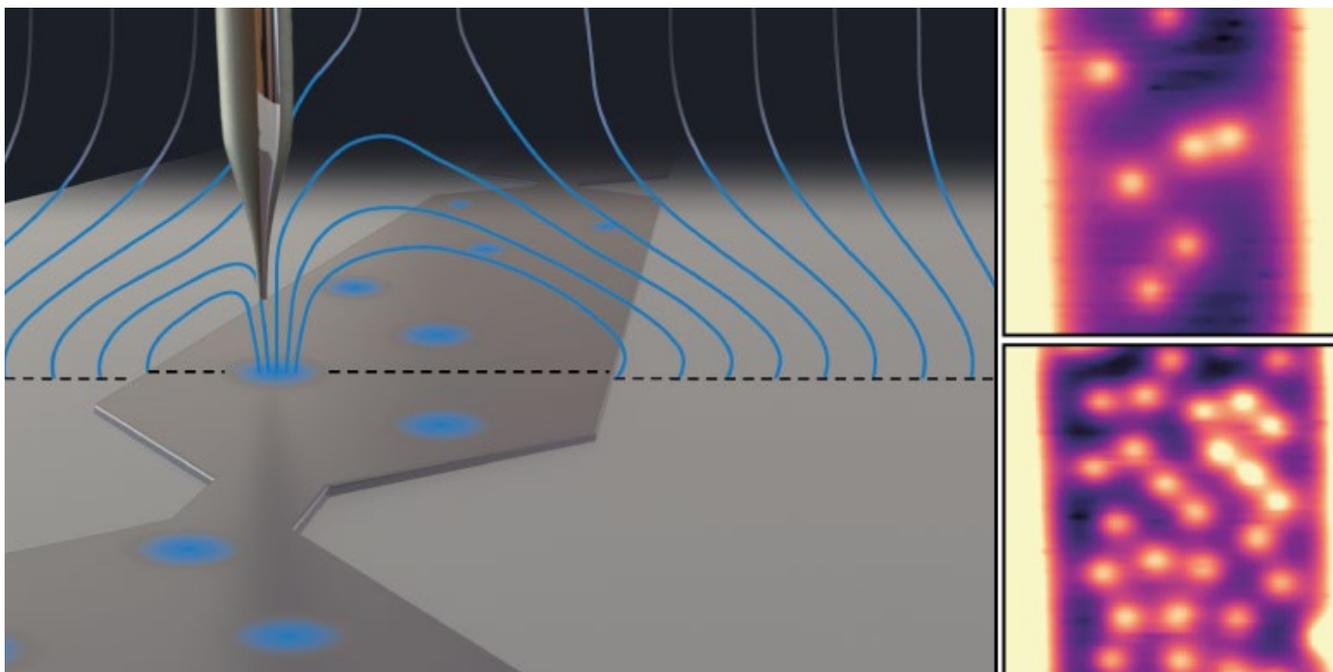
Details über Wirbel

Abbildung von ultradünnen Supraleitern liefert wichtige Information

Der Argovia-Professor Dr. Martino Poggio vom Departement Physik der Universität Basel hat im Jahr 2019 seine Forschung an Nanodrähten weiter geführt. Unter anderem beschäftigte er sich intensiver mit dünnen Molybdänsilicid-Filmen (MoSi). Die amorphen Filme haben bei sehr niedrigen Temperaturen supraleitende Eigenschaften, die jedoch durch einzelne Photonen lokal verändert werden können. Für Wissenschaftler sind die MoSi-Filme enorm interessant, da die Absorption eines einzelnen Photons ein messbares Signal bewirkt – sie also als empfindliche Photonendetektoren verwendet werden können. Supraleitende Wirbel spielen bei diesem Phänomen eine wichtige Rolle. Das Poggio Lab hat derartige Wirbel in MoSi erstmals abgebildet, detailliert untersucht und die Ergebnisse in «Physical Review B» beschrieben. Die Methode erlaubt die Optimierung von Materialien für ganz unterschiedliche Anwendungen.



Lorenzo Ceccarelli und Martino Poggio beschäftigen sich mit supraleitenden Wirbeln.



Mit einem neu entwickelten, hochempfindlichen supraleitenden Quanteninterferenz-Bauelement am Ende einer winzigen Rastersonde konnten erstmals Wirbel in den amorphen MoSi-Filmen sichtbar gemacht werden. (Bild: L. Ceccarelli, Departement Physik, Universität Basel)

Empfindliche Photosensoren

Molybdänsilicid (MoSi) ist ein amorphes Material, das als dünner Film zur Herstellung von Nanodraht-Photonendetektoren verwendet wird. Normalerweise besitzt MoSi bei sehr niedrigen Temperaturen supraleitende Eigenschaften, leitet also den Strom widerstandslos. Wenn jedoch einzelne Photonen auf das Material treffen, kommt es lokal zur Veränderung des Widerstands und der MoSi-Film verhält sich wie ein normaler elektrischer Leiter. Daher lassen sich aus dem Material Nanodrähte herstellen, mit denen einzelne Photonen detektiert werden können. Diese SNSPD (superconducting nanowire single photon detectors) genannten Sensoren sind schnell, empfindlich, effizient und für zahlreiche Anwendungen attraktiv.

Im Rahmen des Nationalen Forschungsschwerpunkts QSIT wurden derartige MoSi-Filme in einer Zusammenarbeit mit der Gruppe von Professor Richard Warburton und der Firma ID Quantique im Labor von Professor Christian Schönberger hergestellt und werden jetzt bereits kommerziell eingesetzt.

Wirbel beeinflussen Eigenschaften

Einige Experten auf diesem Gebiet machen supraleitende Wirbel für den Wechsel der stromleitenden Eigenschaften verantwortlich. Da die Wirbel in dem dünnen amorphen MoSi jedoch sehr schwach sind, war es bisher nicht gelungen sie abzubilden und die Ursache dieses Phänomens besser zu verstehen.

Der Doktorand Lorenzo Ceccarelli aus dem Poggio Team hat 2019 mit einem neu entwickelten, hochempfindlichen supraleitenden Quanteninterferenz-Bauelement am Ende einer winzigen Rastersonde erstmals Wirbel in MoSi abbilden können.

Er legte dazu zunächst von unten magnetische Felder an, die auch zur Bildung von Wirbeln in den amorphen MoSi-Filmen führen. Die mikroskopischen Aufnahmen ermöglichten die genaue Bestimmung der supraleitenden Eigenschaften des Materials und lieferten Information unter welchen Bedingungen die Wirbel gebildet werden. Sie lieferten auch eine direkte Visualisierung der Wirbel, die einen zentralen, nicht supraleitenden Kern haben.

Zudem war es möglich, genau abzubilden wie sich die Wirbel bewegen und wie sie an Defekten im Material, den sogenannten Pinning-Zentren hängen bleiben. Die Arbeit deutet darauf hin, dass die Dichte und Stärke dieser Pinning-Zentren einen entscheidenden Einfluss auf die Qualität der supraleitenden Photonendetektoren aus amorphen Dünnschichten hat.

Weitere Anwendungen der Methode folgen

In weiterführenden Experimenten in Zusammenarbeit mit Wissenschaftlern vom KTH Royal Institute of Technology in Stockholm werden die Basler Wissenschaftler weitere supraleitende Nanodraht-Photodetektoren untersuchen, die ebenfalls auf dem Markt erhältlich sind. Wenn die Methode ausgereift ist, planen sie dann auch Wirbel zu untersuchen, die durch einzelne Photonen erzeugt werden.

Basierend auf den beschriebenen Untersuchungen startete das Poggio-Team zudem eine Zusammenarbeit mit Professor Andreas Wallraff von der ETH Zürich, um Wirbelbewegungen in supraleitenden Schaltkreisen, die als Qubits in Quantencomputern verwendet werden, zu studieren. Fehler sind hierbei oft auf Wirbel zurückzuführen. Die Untersuchungen des Poggio Labs können daher genutzt werden, um gezielt die Auswirkung von Materialveränderungen zu erfassen.