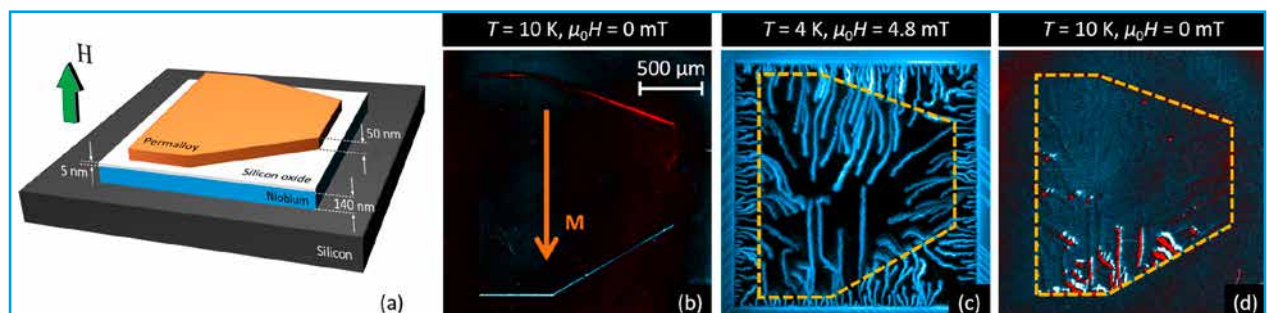


## Neuer Ansatz für das magnetische Beschreiben von Supraleitern – auch bei Raumtemperatur stabil

Eine verbreitete Methode um Informationen in Festplatten und Kreditkarten zu speichern ist das lokale Polarisieren von magnetischem Material. In der Praxis werden hierfür zwei Zutaten benötigt: Ein lokales magnetisches Feld und ein ferromagnetisches Material. Interessanterweise verfügen Typ II-supraleitende Materialien

trinsische In-plane-Magnetisierung. Die beiden Schichten sind durch eine 5 nm dicke SiO-Schicht voneinander elektrisch isoliert. Das erfolgreiche Beschreiben der Probe wird durch magneto-optische Messungen in einer Cryostation von Montana Instruments bestätigt. Mit dieser auf dem Faraday-Effekt basierenden Technik erhält

zeigt ein Bild der Probe nach dem sie, ausgehend von dem in Abb. 1(c) gezeigten Zustand, im Nullfeld auf 10 K erwärmt wurde. Es gibt eine sehr gute Korrelation zwischen beiden Zuständen. Die Trajektorien welche in die Probe geschrieben wurden bleiben auch dann noch sichtbar, wenn die Probe auf Raumtemperatur erwärmt



**Abb. 1:** (a) Struktur des Nb-Supraleiters mit NiFe- („Permalloy“) Schicht. (b) Magneto-optisches Bild des Out-of-plane-Streufelds der magnetischen Schicht. Der orangene Pfeil zeigt die Richtung der in-plane-Magnetisierung. Blaue (rote) Bereiche entsprechen positivem (negativem) out-of-plane magnetischem Feld. (c) Magnetische Fluss-Verteilung im supraleitendem Zustand, sog. Fluss-Kaskaden (flux avalanche) Regime. (d) Fluss-Kaskaden welche in (c) zu sehen sind hinterlassene deutliche Spuren in der magnetischen Schicht welche auch bei Raumtemperatur stabil sind.

über inhärenten, quantisierten (magnetischen) Fluss, welcher ein stark lokalisiertes magnetisches Feld auf der Sub-Mikrometer-Skala erzeugt. Aus technologischer Sicht ist es interessant, den Versatz der winzigen Quellen des magnetischen Flusses zu messen, d.h. ihre Trajektorien nachzuverfolgen.

Der Gruppe um Alejandro Silhanek ist es gelungen, Einheiten des Quantenflusses als winzige magnetische Schreiber zu verwenden, welche eine Spur aus polarisiertem magnetischem Material zurück lassen. Hierzu wurde ein Niob-(Nb) Supraleiter mit einem magnetischen Material (NiFe) beschichtet.

Die Probe, Abb. 1(a), besteht aus einem 2 x 2 mm<sup>2</sup>, 140 nm dicken Nb-Film mit einer kritischen Temperatur von 9 K, auf den eine polygonale 50 nm dicke NiFe-Schicht aufgebracht ist. Die NiFe-Schicht besitzt eine in-

man ein Abbild der Probe, in dem die Intensität proportional zum (out-of-plane) magnetischen Feld ist.

In Abb 1 (b) tritt die Magnetisierung in vertikaler Richtung auf und das Streufeld der NiFe-Schicht ist deutlich in weiß-blau (positives Feld) bzw. rot (negatives Feld) sichtbar. Nach und nach wurde die Probe auf 4 K abgekühlt während ein 4,8 mT out-of-plane magnetisches Feld angelegt wurde. In dieser Umgebung bilden sich Vortex-Strukturen, welche abrupt Fluss-Kaskaden („flux avalanches“) auslösen: Fluss sammelt sich an den Rändern der Probe und dringt plötzlich in das Material ein, wodurch eine beträchtliche Menge an Wärme entsteht. Fluss-Kaskaden sind in Abb. 1(c) als kanalartige Strukturen, welche am Rand des Nb-Films beginnen, zu sehen. Entlang dieser Trajektorien wurde die Richtung der lokalen Magnetisierung umgekehrt. Abb. 1(d)

wurde und daher nicht mehr supraleitend ist. Dies wurde durch Ex-situ-Messungen bestätigt.

Das interessante an dieser Technik ist die Einfachheit, mit der supraleitende Materialien beschrieben werden können. Diese Arbeit kann die Grundlage für die Entwicklung magnetischer Verbindungen sein, welche das Beschreiben mit Einzel-Vortex-Auflösung möglich machen.

Quelle: J. Brisbois et al., Sci. Rep. 6, 27159 (2016)

Kontakt: Alejandro Silhanek, Experimental Physics of Nanostructured Materials, University of Liège (Belgium),  
© +32-43663632, ✉ asilhanek@ulg.ac.be

**Kennziffer 413**

**David Appel**  
06151 8806-499  
appel@lot-qd.de