



## Die Schweiz spult die Supraleitfähigkeit neu auf

ZUM ERSTEN MAL IN EUROPA  
ENTWICKELN SCHWEIZER  
FORSCHER EINE KOMPLETT  
SUPRALEITFÄHIGE SPULE, DIE  
EIN MAGNETISCHES FELD VON  
25 TESLA ERREICHEN KANN



©2016 Lionel Windels@unige.ch

Detailansicht der neuartigen supra-leitfähigen Spule, die gemeinsam von den Forschern der UNIGE und Bruker BioSpin entwickelt wurde.

© L. Windels – UNIGE

Die ungewöhnlichen elektronischen Eigenschaften einiger supraleitender Materialien ermöglichen bei sehr tiefen Temperaturen verlustlose und dichte elektrische Ströme, sogar in starken Magnetfeldern. Aus diesen Materialien hergestellte Leiter sind daher ideal, um Spulen zur Erzeugung sehr starker Magnetfelder zu wickeln. Diese sind wiederum essentiell für einige Anwendungen wie Magnetresonanztomographie, Magnetresonanzspektroskopie zur chemischen Strukturanalyse oder auch für Beschleunigermagnete. Um Magnetfelder jenseits des bisher Möglichen nur mit supraleitenden Spulen zu erzeugen, haben Physiker der Universität Genf und der Bruker BioSpin AG in Fällanden (ZH) im Jahr 2012 eine Zusammenarbeit gestartet, die teilweise vom Schweizerischen Nationalfonds (SNF) gefördert wurde. Gemeinsam konnten sie erfolgreich die erste supraleitfähige Spule entwickeln und testen, mit der ein Magnetfeld von 25 Tesla erreicht werden kann. Eine europäischer Premiere.

Supraleitende Magnete, die in der Kernspinresonanzspektroskopie (NMR, von engl. nuclear magnetic resonance) oder der Magnetresonanztomographie (MRT) genutzt werden, sind heute die wichtigsten kommerziellen Anwendungen der Supraleitung. Die hauptsächlich in der chemischen und pharmazeutischen Industrie angewandte NMR ermöglicht die Entdeckung neuer Moleküle, die Untersuchung von Proteinstrukturen oder die Analyse von Lebensmittelzusammensetzungen. Für die Entwicklung von Medikamenten oder die Qualitätskontrolle chemischer Stoffe ist sie unerlässlich. Mit den auf dem Markt verfügbaren Messgeräten, wie sie unter anderem Bruker BioSpin herstellt, der weltweit führenden Firma auf diesem Gebiet, können momentan Magnetfelder mit einer Stärke von bis zu 23,5 Tesla erzeugt werden. Diese Grenze liegt an den physikalischen Eigenschaften klassischer supraleitender Materialien, die zur Erzeugung der Magnetfelder benutzt werden. „Im biomedizinischen Bereich herrscht jedoch ganz klar ein Bedarf an noch auflösungsstärkeren Spektrometern“, erklärt Carmine Senatore, Professor in der Abteilung Physik der Quantenmaterie der naturwissenschaftlichen Fakultät der Uni Genf. „Je höher das Magnetfeld ist, desto besser ist das Vermögen, molekulare Strukturen aufzulösen. Ziel unserer Zusammenarbeit war es deshalb, die Rekordintensität von 25 Tesla nur mit supraleitenden Materialien zu erreichen – eine große wissenschaftliche und technologische Herausforderung. Es ist ausserdem ein wichtiger Meilenstein in der Einführung neuartiger Technologien für die Entwicklung kommerzieller NMR-Produkte mit ultra-hohen Magnetfeldern.“

Um Magnetfelder von 25 Tesla zu erzeugen, haben die Wissenschaftler die neuartige, supraleitende Einsatzspule in einem supraleitenden 21 Tesla Labormagneten befestigt, hergestellt von Bruker BioSpin und bereits an der Uni Genf installiert. Mit den 4 Tesla der Einsatzspule (zusätzlich zu den 21 Tesla) überstieg das Magnetfeld deutlich jenes, das von klassischen Supraleitern erzeugt werden kann. Diese Spulen funktionieren nur, wenn sie mit Hilfe von flüssigem Helium auf eine Temperatur von  $-269^{\circ}\text{C}$  gekühlt werden.

Der gewählte Supraleiter ist eine Keramik auf Basis des Yttrium-Barium-Kupferoxids (YBCO). Die Spule ist aus einem dünnen Stahlband gewickelt, dessen eine Seite mit einem ein Mikrometer dünnen Film aus YBCO beschichtet wurde. 140 Meter des 3mm breiten supraleitenden Bandes waren nötig, um die neuartige Einsatzspule herzustellen. Zuvor hatten die Forscher viele verschiedene supraleitende Materialien systematisch untersucht, um deren elektrische, magnetische, mechanische und thermische Eigenschaften genau zu verstehen. Dies war nötig, um die richtige Zusammensetzung des Films auf dem Stahlband zu bestimmen, damit er einen hohen Strom ohne Wärmeentwicklung leitet, dem Wickelvorgang ohne Schaden standhält sowie den magnetischen Kräften widerstehen kann. Dies ist dem Projektteam gelungen.

„Zusätzlich zur erreichbaren höheren Auflösung, die führenden Molekularwissenschaftlern bestimmt neue Impulse geben wird, ermöglicht die Verwendung von YBCO Bandleitern den Einsatz einfacherer Kühlsysteme und damit einen deutlich weniger aufwendigen Betrieb von NMR-Spektrometern“, erklärt Riccardo Tediosi, Manager der Gruppe Supraleitende Technologien bei Bruker BioSpin.

Diese erste 25 Tesla Magnetfeldspule wird ein wichtiger Teil des Labors für angewandte Supraleitung der Uni Genf sein. Obwohl die Spule kein kommerzielles Produkt ist, stellt das durch ihre Entwicklung und Produktion gewonnene Wissen einen bedeutenden Beitrag für das Design kommerzieller NMR Systeme dar, die auf dieser Technologie basieren. Dieses Projekt zeigt, wie das Netzwerk aus Schweizer Forschungseinrichtungen und auf diesem Gebiet in der Schweiz aktiven Firmen in der Lage ist, solche Technologien zu entwickeln. In naher Zukunft wird die Rekordmagnetspule für Grundlagenforschung an der Uni Genf eingesetzt werden, während die am Projekt beteiligten Wissenschaftler und Ingenieure noch größere Herausforderungen im Visier haben: rein supraleitende Spulen die stabile und homogene Magnetfelder mit einer Stärke von mehr als 30 Tesla erzeugen können.

## Kontakt

### **UNIGE:**

**Carmine Senatore**

+41 22 379 66 69

Carmine.Senatore@unige.ch

### **Bruker Biospin:**

**Daniel Eckert**

daniel.eckert@bruker.com

**Riccardo Tediosi**

+41 44 825 98 15

riccardo.tediosi@bruker.com

### **UNIVERSITÉ DE GENÈVE**

#### **Service de communication**

24 rue du Général-Dufour  
CH-1211 Genève 4

Tél. 022 379 77 17

media@unige.ch

www.unige.ch