

## CL8005 Versuche zur Supraleitung

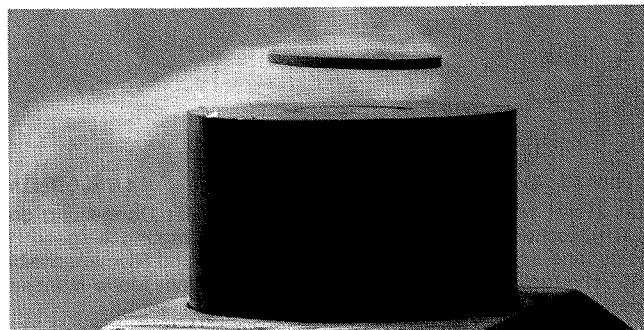
Supraleiter sind Materialien, die unterhalb einer bestimmten Temperatur (Sprungtemperatur) plötzlich ihren elektrischen Widerstand verlieren. In einem normalen Leiter kollidieren beim Fließen eines Stromes die Elektronen miteinander und mit den Atomen des Leitermaterials, sie verlieren dabei einen Teil ihrer Energie als Wärme. Bei Supraleitung durchlaufen die Elektronen, ohne irgendwo anzustoßen, das Kristallgitter der Atome.

Nach der Entdeckung des Phänomens der Supraleitung durch Kammerlingh Onnes im Jahre 1911 dauerte es immerhin ein halbes Jahrhundert bis zur Entwicklung der ersten technisch nutzbaren harten Supraleiter. Die Sprungtemperaturen lagen jedoch alle unter 23 Kelvin, so daß zur Kühlung flüssiges Helium erforderlich war. Erst 1987 gelang es, mit keramischen Supraleitern eine Sprungtemperatur von 93 Kelvin zu erreichen. Damit konnte zur Kühlung der wesentlich billigere flüssige Stickstoff (Siedetemperatur 77 Kelvin) eingesetzt werden. Bei dieser Temperatur treten weniger Kälteverluste auf, außerdem ist die Wärmekapazität von Stickstoff wesentlich größer.

### CL8005 Gerätesatz Supraleitung

Mit diesem Gerätesatz stellen wir zwei verschiedene keramische Supraleiter zur Demonstration und zur Messung des Widerstandes über die Sprungtemperatur hinaus zur Verfügung.

#### 1. Demonstration der Supraleitung ( Abb. 1)

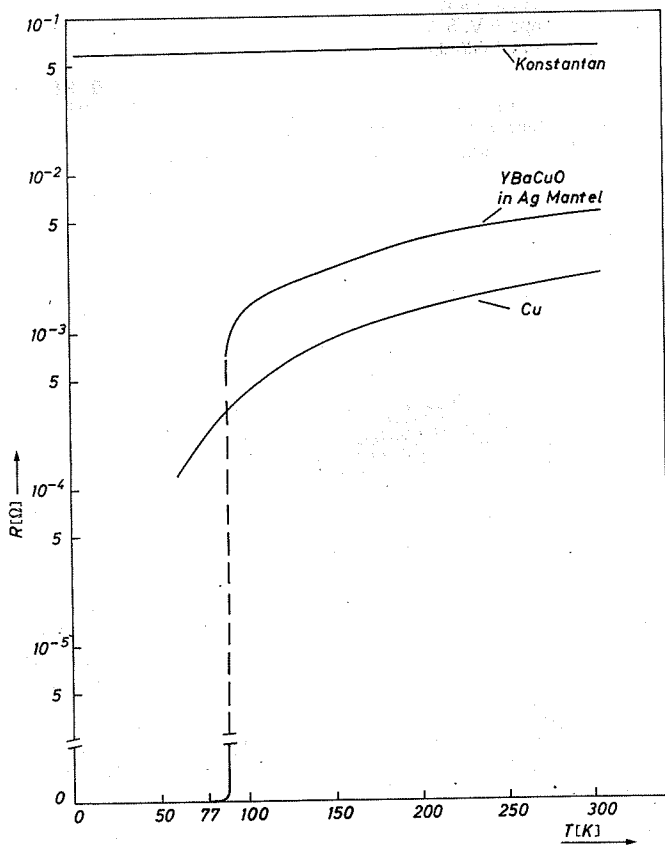


Hierzu liefern wir einen scheibenförmigen Supraleiter (22 mm Durchmesser, 1,5 mm dick), der in flüssigen Stickstoff getaucht wird. Danach senkt man ihn auf den Pol eines kräftigen Dauermagneten ab. Die in der Probe induzierten Ströme erzeugen eine Kraft, die die Scheibe über dem Pol des Magneten schweben läßt. Nach Erwärmung fällt die Probe auf den Magneten. Die Supraleitung kann jedoch auch im Dauerversuch gezeigt werden. Dazu legt man den Magneten in das Isoliergefäß CL80051, das dann mit flüssigem Stickstoff gefüllt wird. Die Probe schwebt nun über mehrere Stunden und kann durch das durchsichtige Isoliergefäß betrachtet werden.

Da die üblichen Magnete für diesen Versuch zu schwach sind, ist im Lieferumfang ein kräftiger Dauermagnet mit einer Feldstärke größer 1 Tesla enthalten. Dieser Magnet kann selbstverständlich auch für andere Zwecke im Unterricht verwendet werden.

2. Supraleiter zur Messung des elektr. Widerstandes (Abb. 2 und 3)

Ein U-förmig gebogener Supraleiter ist auf einer Epoxydharz-Grundplatte befestigt. Ein Gleichstrom von 0,5 - 1 A wird angelegt. An den beiden Schenkeln der Probe wird die Spannung abgegriffen und auf einem Millivoltmeter angezeigt. Nach Abkühlung des Supraleiters auf ca. 90 Kelvin in flüssigem Stickstoff fällt die Spannung auf 0 V ab. Damit ist nachgewiesen, daß der Supraleiter seinen Widerstand verloren hat. Eine Meßreihe mit dem Supraleiter im Vergleich mit Kupfer- und Konstantandraht zeigt die Abbildung 4.



Elektrischer Widerstand eines keramischen Hochtemperatur-Supraleiters ( $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$ -Kern in Ag-Hülle) im Vergleich zu Cu und Konstantan ( $\text{Cu57Ni43}$ ) in Abhängigkeit von der Temperatur. Drahtproben jeweils 100 mm lang, 1 mm  $\varnothing$ .

Zubehör:

**CL80051 Isoliergefäß**

Durchsichtiges Isoliergefäß aus Glas.

**CL80052 Transportgefäß**

Transportgefäß aus flüssigem Stickstoff, Inhalt 10 l

$\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$ -Kern  
Ag-Hülle

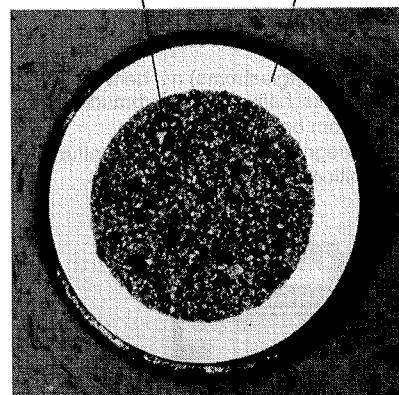


Abb. 2

Einbettmasse (Kunststoff)  
für metallographische Präparation

Lichtmikroskopischer Querschliff eines Hochtemperatur-Supraleiters ( $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$ -Kern)

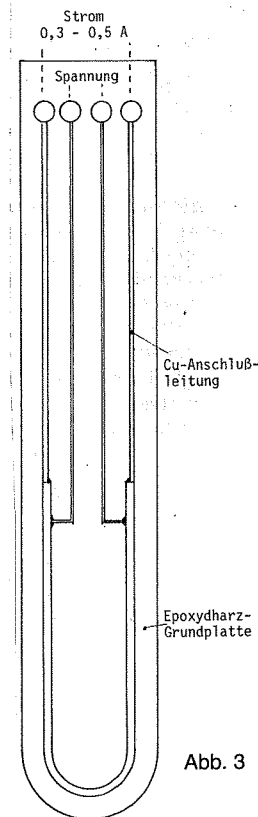


Abb. 3

Supraleiter ca. 2 mm  $\varnothing$