

## Diamagnetismus in Supraleitern : Meißner-Ochsenfeld-Effekt

Versuch: Die Scheibe aus supraleitendem Material wird auf die Erhebung in der Plastikschaale gelegt und durch Einfüllen von flüssigem Stickstoff bis auf Scheibenhöhe abgekühlt. Ein kleiner Knopfmagnet, mit einer Pinzette aufgesetzt, hält sich dann in der Schwebelage, bis Erwärmung eintritt.

Beobachtungsergebnis (verallgemeinert): Supraleiter sind ideal **diamagnetisch**.

Definitionen und Gesetzmäßigkeiten:

$F = B I s$  „Kraftwirkung auf stromdurchflossenen Leiter im B-Feld" /  
 richtungsabhängig

1.  $B = \mu_0 \mu_r H + \mu_0 M$

B: magnetische Flußdichte

H: magnetische Feldstärke

$\mu_0$ : magnet. Feldkonstante

$\mu_r$ : relative Permeabilität, stoffspezifisch, dimensionslos, für Vakuum = 1

M: Magnetisierung = magnet. Moment pro Volumen

Der Stoffeinfluß auf die magnetische Flußdichte kann durch den „Verstärkungsfaktor"

$\mu_r$  oder durch ein Zusatzglied  $\mu_0 M$  beschrieben werden.

2.  $M = \chi H$   $\chi$ : magnetische Suszeptibilität, dimensionslos/

„Bringt man eine Substanz in ein Magnetfeld H, dann wird in dieser ein magnet. Moment M induziert, welches zu H proportional ist."

durch Einsetzen von 2. in 1.  $\rightarrow$

3.  $\mu_r = 1 + \chi$

?

4. In Supraleitern gilt:  $B = 0$ ,

d.h.  $\mu_r = 0$  bzw.  $\chi = -1$  bzw.

$H = -M$  / ideal **diamagnetisch**

Deutung z.B. : K.Stierstadt, "Physik der Materie", VCH Verlagsgesellschaft 1989 (In der Institutsbibliothek vorhanden)

Der perfekte Diamagnetismus läßt sich auf dieser Basis nun verstehen: Das Einschalten eines Magnetfeldes induziert im Supraleiter Ströme, die wegen der unendlich großen Leitfähigkeit nicht mehr zu fließen aufhören. Sie erzeugen nach der Lenz-Regel ein Gegenmagnetfeld, welches das äußere Feld vollständig kompensiert. Solche „Abschirmströme" fließen nur in einer sehr dünnen Oberflächenschicht des Supraleiters, deren Dicke, die „Eindringtiefe", etwa 10 bis 100 nm beträgt. Wird das äußere Magnetfeld jedoch zu stark, übersteigt es einen kritischen Wert  $B_c$ , so erhalten die den Abschirmstrom bildenden Elektronenpaare zuviel Energie. Bei einem Zusammenstoß mit einem Phonon wird ihnen dann mehr Energie als  $\epsilon_g$  übertragen; die Paare brechen auseinander, und die Supraleitung verschwindet. Die kritische Feldstärke  $B_c$  hängt in ähnlicher Weise von der Temperatur ab wie die Breite  $\epsilon_g$  der Energielücke .