

Physikalisches Praktikum

Ferromagnetismus

Name:	Daniel Elkeles E-Mail: daniel.elkeles@stud.uni-goettingen.de Tom Groß E-Mail: tom.gross@stud.uni-goettingen.de
Tutorin:	Jantje Freudenthal
Gruppe:	10
Durchgeführt am:	03.06.2013
Protokoll abgegeben:	17.06.2013
Protokoll verbessert:
Testiert:

Inhaltsverzeichnis

1. Theorie	1
1.1. Magnetismus	1
1.2. Ferromagnetismus	1
1.3. Ausgerichtete Elektronen pro Atomkern	2
A. Messwerte (Original)	3

1. Theorie

1.1. Magnetismus

Magnetismus ist eine Eigenschaft von (jedem) Stoff und ist eine der vier Grundkräfte der Physik (wie z.B. auch Gravitation). Hierbei kann man den Magnetismus in die drei wichtigsten Formen unterteilen:

- Diamagnetismus
- Paramagnetismus
- Ferromagnetismus

Diamagnetische Stoffe haben keine permanenten Dipole, innerhalb von Magnetfeldern entstehen induzierte Dipole, deren Ausrichtung dem äußeren Magnetfeld entgegengerichtet sind.

$$\vec{M} = \chi \vec{H},$$

wobei χ (Suszeptibilität) negativ ist.

Ein Beispiel für einen diamagnetischen Stoff ist Kohlenstoff.

Paramagnetische Stoffe haben permanente magnetische Dipole, welche aber ohne äußeres Magnetfeld nicht ausgerichtet und damit insgesamt die Summe null haben:

$$\vec{M} = \frac{1}{V} \sum_m \vec{p}_m.$$

In einem äußeren Magnetfeld richten sich die Dipole im Stoff teilweise aus.

Ein Beispiel hierfür sind Alkalimetalle.

1.2. Ferromagnetismus

Der dritte (Haupt-)Fall von Magnetismus ist der Ferromagnetismus. Hierbei ist die Suszeptibilität χ sehr groß und die Magnetisierung sehr viel größer als bei Paramagneten. In einem äußeren Magnetfeld ist die Magnetisierung keine eindeutige Funktion. Trägt man für einen (davor) vollkommen entmagnetisierten Stoff die Magnetisierung gegen das Magnetfeld auf, bekommt man eine sogenannte Hysteresekurve (siehe Abb. (1)). Die Magnetisierung wächst mit dem Magnetfeld bis eine Sättigung erreicht wird. Beim abschwächen des Magnetfeldes sinkt die Magnetisierung nicht auf der gleichen Kurve. Das klassische Beispiel für einen ferromagnetischen Stoff ist Eisen.

Bei Ferromagneten lassen sich noch weitere Merkmale beobachten. Zum Beispiel verschwindet der Ferromagnetismus im Stoff, wenn dieser über eine Grenztemperatur T_C , auch **Curie-Temperatur** genannt, erhitzt wird. Der Paramagnetismus hingegen verschwindet aber nicht. Desweiteren lassen sich Ferromagneten in sog. **Weissche Bezirke** unterteilen. Diese Bezirke sind etwa 10^{-5} bis 10^{-3} Meter linear ausgedehnt. Innerhalb solcher Bezirke sind die Dipole gleichgerichtet. Die Grenzen zwischen solchen Bezirken heißen **Bloch-Wände**. Legt

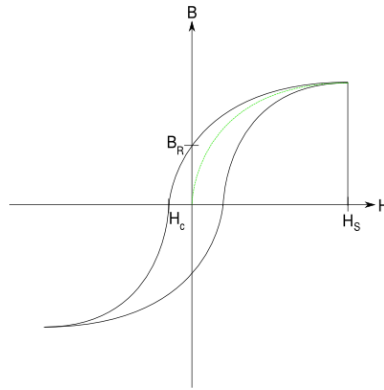
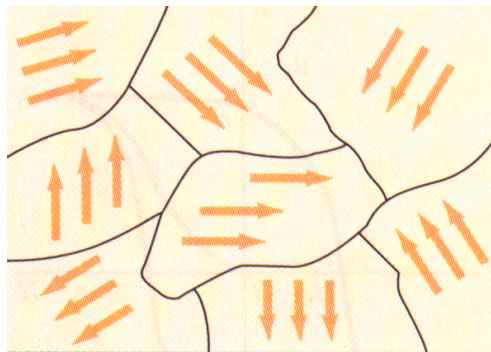
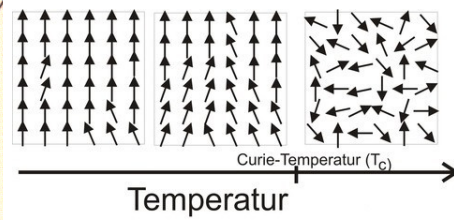


Abbildung 1: Hysteresekurve der Magnetisierung in Abhängigkeit vom Magnetfeld

man ein Magnetfeld an, verschieben sich diese Bloch-Wände, sodass die Gebiete mit gleicher Ausrichtung wie das äußere Feld größer werden. Wächst das Feld immer weiter, polen sich die Weiss-Bezirke schlagartig um. Dieser Effekt heißt **Barkhausen-Sprung** und kann mithilfe einer Spule hörbar gemacht werden.



(a) Weiss'scher Bezirk



(b) Weiss'scher Bezirk in abh. von der Curie-Temperatur

1.3. Ausgerichtete Elektronen pro Atomkern

Mithilfe der Sättigungsmagnetisierung $B_{\text{Sätt}}$ lässt sich die Anzahl der pro Eisenkern ausgerichteten Elektronen. Die Magnetisierung $M = \frac{an\mu_\beta}{V}$ (n Atome mit a ausgerichteten Elektronen mit dem magn. Moment μ_β (Bohrsches Magneton)) ist die Anzahl der magnetischen Dipole pro Volumen V .

Mithilfe von $M = \chi H = \frac{B_{\text{Sätt}}}{\mu_0}$ ergibt sich die Formel für die Anzahl der ausgerichteten Elektronen (pro Atomkern):

$$a = \frac{M_{N_A} M}{N_A \mu_B \rho}, \quad (1)$$

wobei M_{N_A} die Molmasse, N_A die Avogadrokonstante und ρ die Dichte des Stoffes ist.

A. Messwerte (Original)