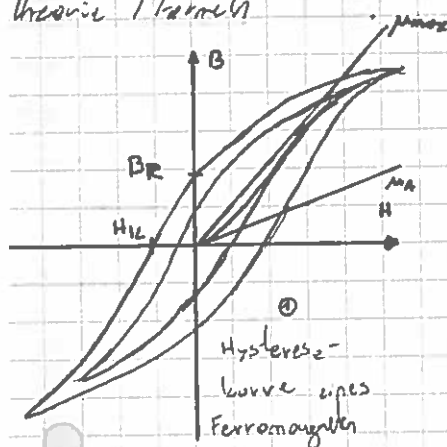


Einführung

In diesem Versuch wollen wir das ferromagnetische von Eisen untersuchen außerdem beachten wir die Hysterese und vermessen B -Feldstärke einer Halbsonde.

Theorie / Formeln



① Zeigt das magnetische Verhalten des ferromagnetischen Eisen.

• Wird das Eisen bis zur Sättigung und dann weiter zyklisch magnetisiert so durchläuft $B=f(H)$ die äußere Hysteresekurve.

• Wird das Eisen, bevor es die Sättigung erreicht, weiter zyklisch magnetisiert so ergibt sich die innere Schleife.

Folgende Größen kann man aus so einer Hysteresekurve heraus lesen: die Remanenzflussdichte B_R , Koerzitivfeldstärke H_K und die maximale Permeabilität μ_{max} sowie die Anfang permeabilität μ_A .
Dafür braucht man ein Eisenkern auf dessen Kern zwei gleiche Spulen ($n=500$ $R=35 \Omega$) sitzen. Die werden so von Strom durchflossen und das erzeugte Magnetfeld wird verstärkt sich. Aus dem Eisenkern ist ein kleiner Luftspalt d ausgeschnitten, damit ist versichert dass das Magnetfeld im Luftspalt homogen ist.

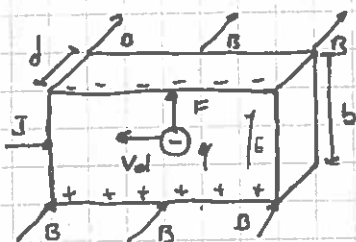
Mit H_{Fe} , H_L & B_{Fe} , B_L und l_{Fe} die mittlere Länge des Eisenrings (ohne Luftspalt):

$$\oint_{L_{Fe}} \vec{B} \cdot d\vec{s} = H_{Fe} \cdot l_{Fe} - H_L \cdot d = N \cdot I$$

Weg durch die Mitte des Eisenrings & Luftspalt. Wegen: $B_{Fe} = B_L = \mu_0 H_L$:

$$H_{Fe} = \frac{N \cdot I}{l_{Fe}} - \frac{d}{\mu_0 l_{Fe}} \cdot B_{Fe}$$

Halbleiter & Halbsonde



Alle Vektoren stehen \perp aufeinander stehen gilt für die Lorentzkraft

$$F = q \cdot v_d \cdot B \quad | \quad v_d \rightarrow \text{Driftgeschwindigkeit}$$

Im Leiter werden die Ladungsträger auf gekrümmte Bahnen gezwungen. Wenn der Krümmungsradius groß genug ist, dann

sammeln sich die Ladungsträger an einem Rand, der dann auf dem anderen Rand fehlt, so entstehen gleich große Sammlungen von Ladungen q mit entgegengesetzten Vorzeichen an Seitenleitern. Dies erzeugt ein E -Feld.

Die Potentialdifferenz, die sich zwischen den Rändern aufbaut nennt man

Spannung \rightarrow Hallkoeffizient

$$U_H = E_b = v_d B b$$

$$I = nq \cdot v_d \cdot A$$

I \rightarrow Ladungsträgerdichte

$$U_H = \frac{IB}{nq d} = A_H \frac{I}{d} B = S_H B \quad | S_H \rightarrow \text{Sensitivität}$$

A_H = Hallkonstante

Leiter haben $n \downarrow$ somit $A_H \uparrow$ damit "relativ einfach" messbar. Außerdem weisen sie Temperaturabhängigkeit der Ladungsträgerdichte auf.

Abklärung

Permeabilität: Magnetisierbarkeit eines Materials

Magnetismus: wandern in Richtung schwacher Feldstärken

ohne äußeres Magnetfeld haben P

Inneres Magnetfeld schwächt äußeres ab

kein eigenes MF. Nichtmagnetisch

Paramagnetismus: Inneres Magnetfeld verstärkt äußeres Magnetfeld

ohne äußeres Magnetfeld keine magnetische Ordnung



Diamagnetismus: Inneres Magnetfeld verstärkt äußeres Magnetfeld

Erzeugen selbst ein Magnetfeld oder werden von einem

Magnet. Ordnung



Pol eines äußeren Magnetfelds stark angezogen.

Hysteresis: B-Feld bei erster Magnetisierung mit H-Feld also die Restmagnetisierung

Hystereseschleife: Graphische Illustration für Magnetisierung und Remanenz

B \rightarrow zurück auf 0 \rightarrow neg. Sättigungswert \rightarrow Dichtung \rightarrow pos. Feld um alles umgekehrt

Polfeld: An einem Punkt steigen magnetische Kräfte nicht mehr - Sättigung

Flussdichte: sagt aus wie stark die Magnetisierung ist. Messbare mag. Kräfte welche verbleiben

wenn das Material teilweise ein Magnetfeld war und mag. wurde. B_r

Erzitivfeldstärke: mag. Feldstärke die notwendig ist um ferromag. Material vollständig zu entmag.

so dass Flussdichte = 0

weich/hart: weich \rightarrow leicht zu entmagnetisieren

H_c kleiner als 1000 A/m schnelle Hystereseschleife

hart \rightarrow schwer

H_c größer als 1000 A/m

Permeabilität: Durchlässigkeit für mag. Felder $\mu = \frac{B}{H}$

Sonde: Gerät zur Bestimmung der Stärke von Magnetfeld

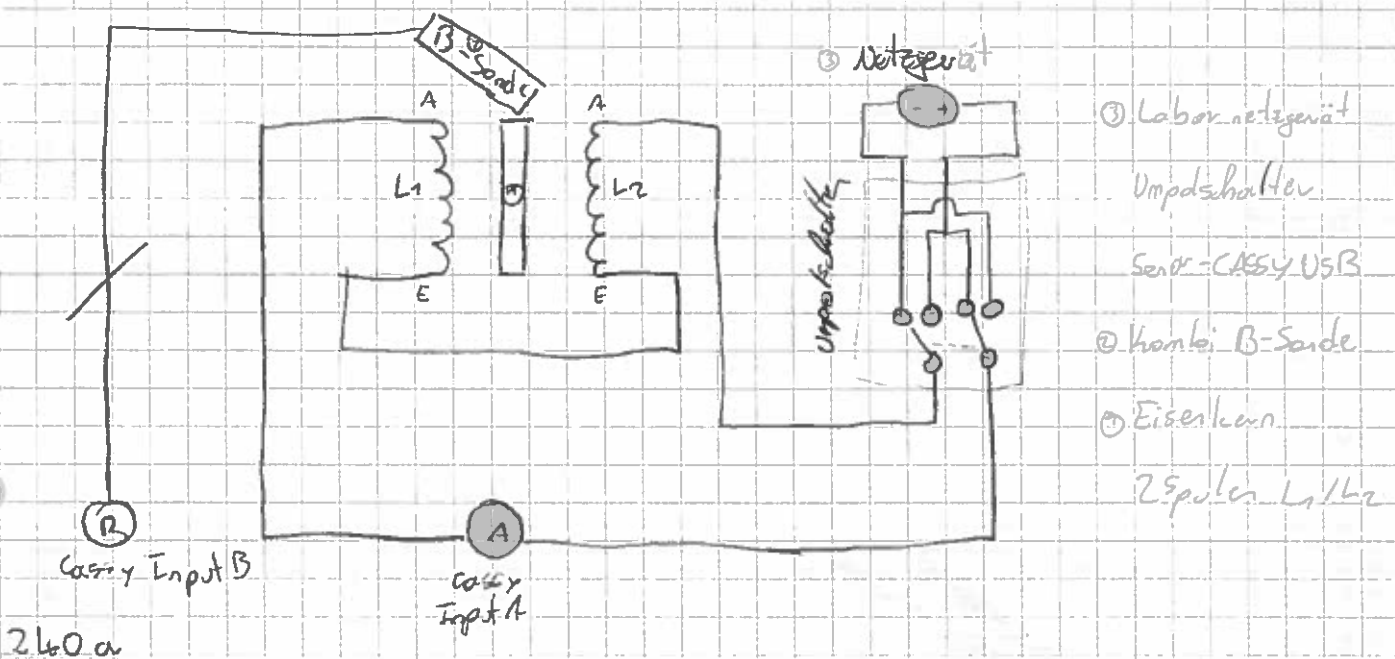
• Tesla : $1T = 1 \frac{Vs}{m^2} = 1 \frac{kg}{As}$

• Gauss : $1Gs = 1 \sqrt{\frac{kg}{cm \cdot s}}$

• Oersted : $10e \hat{=} 73,5775 A/m$

$1Gs = 0,1mT = \frac{1000}{4\pi} \frac{A}{m}$

Versuchsaufbau:



$I_{Fe} = (0,477 \pm 0,004) A$

$N = 500$

$d = (7,00 \pm 0,05) mm$

$\mu_0 = 1,257 \cdot 10^{-6} T/m$

Zur Frage:

Den Umschalter braucht man bei der Entmagnetisierung nicht, da es egal ist, welchen Weg man in der Hysteresekurve nimmt um B auf 0 zu setzen.

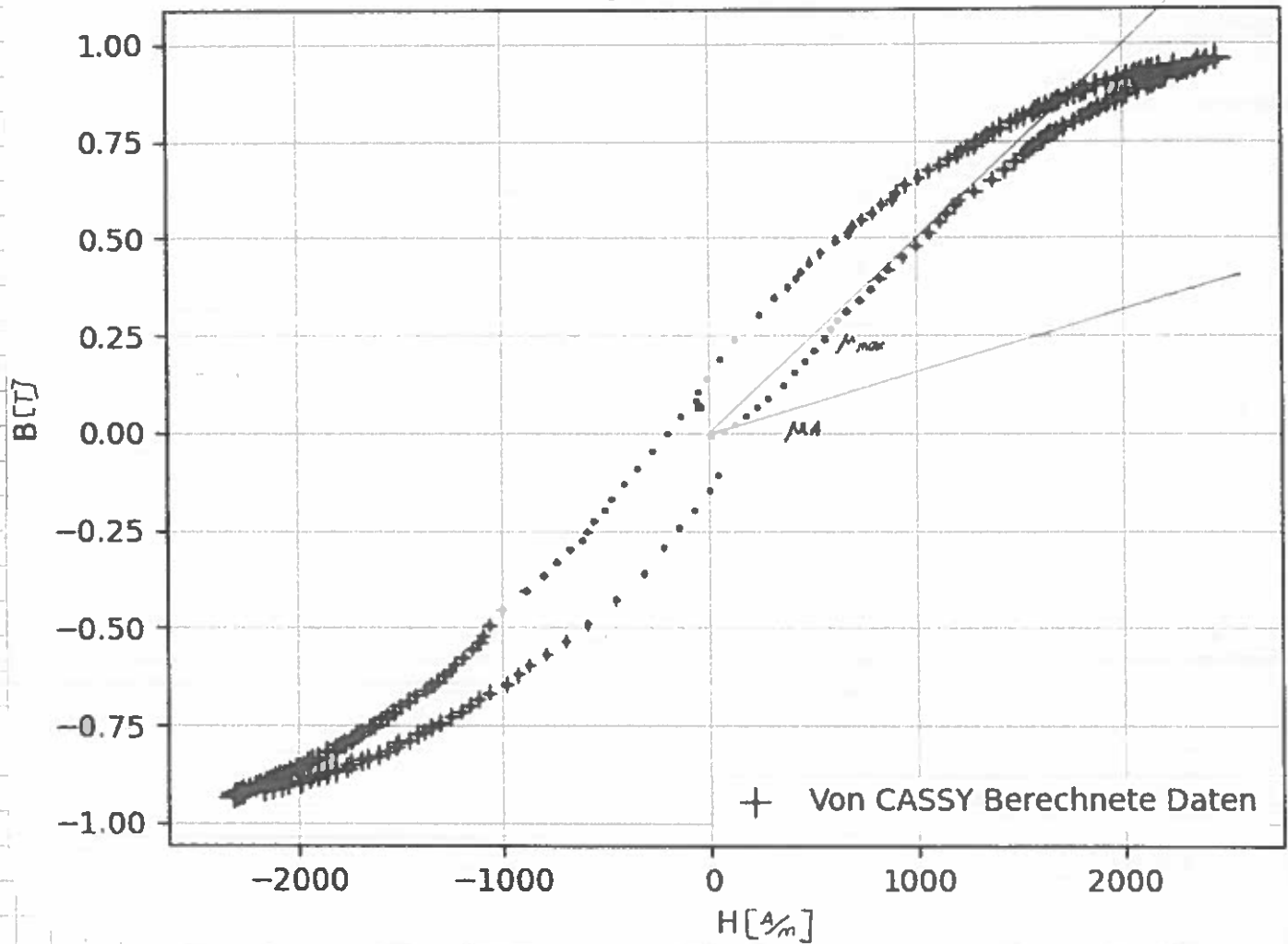
Wir hatten dennoch nach der Entmagnetisierung eine Restmagnetisierung von 8 mT, die nicht wegging auch nach mehreren Versuchen.

Fazit:

Die Anweisung ist uns gut gelungen, das Diagramm / die Hystereseschleife sieht gut aus, wir hätten vielleicht noch die Kurve komplett messen können, um es anschaulicher zu machen!

Ich habe außerdem eine Datei, wo die Werte von B und I drin sind, auf einem hochgeladen. Da es zu viele Werte waren, dachte ich, es sei schlauer, das digital hoch zu laden.

Hysteresekurve



$$H_{Fe} = \frac{N \cdot I}{l_{Fe}} - \frac{d}{\mu_0 \cdot l_{Fe}} B_{Fe}$$

$$\Delta_{Fe} = \sqrt{\left(\frac{N}{l_{Fe}} \Delta I\right)^2 + \left[\left(-\frac{N \cdot I}{l_{Fe}} + \frac{d B_{Fe}}{\mu_0 l_{Fe}}\right) \Delta l_{Fe}\right]^2 + \left(\frac{B_{Fe}}{\mu_0 l_{Fe}} \Delta d\right)^2 + \left(\frac{d}{\mu_0 l_{Fe}} \Delta B_{Fe}\right)^2}$$

$$\mu_A = 0,00015 \frac{Tm}{A} \pm 0,00005 \frac{Tm}{A}$$

$$= 0,15 \pm 0,05 mVs / Am$$

$$\mu_{max} = 0,005 \frac{Tm}{A} \pm 0,00005 \frac{Tm}{A}$$

$$= 0,5 \pm 0,05 mVs / Am$$

Werte von μ_{Fe} von μ_0 aus a. 50

Schreiben: $\mu_A = (19,370 \pm 39,799) \mu_0$

$\mu_{max} = (397,899 \pm 39,799) \mu_0$

Ich habe für H & B jeweils ein Fehler von 3% genommen.

OK

