

20. Hystese der Magnetisierung von Eisen

Einführung: In Versuch 240 geht es um das

Verhalten von Eisen im Magnetfeld.

Ich werde dafür mit Hilfe einer Hall-Sonde

die Zusammenhänge zwischen I und B -Feld

beobachten und die Hysteresekurve, so wie H_d und H_{max}

bestimmen

Theorie:

Wird ein Ferro-Magnet in ein externes Magnetfeld

gebracht, richten sich die Elementarmagneten aus.

Wird die Feldstärke H immer weiter erhöht,

sind irgendwann alle Elementarmagneten ausgerichtet

und die magn. Flussdichte B stagniert.

Wird das Magnetfeld nun deaktiviert, so

fällt auch die Flussdichte ab, aber erreicht

nicht mehr den Grundzustand. Zurück bleibt

die Restmagnetisierung / Remanenz des Magneten.

Pollt man nun das H -Feld um und erzeugt

eine entgegengesetzte Magnetisierung, so kann

man den magnetischen Fluss auf 0 bringen.

Die dafür nötige Feldstärke nennt man

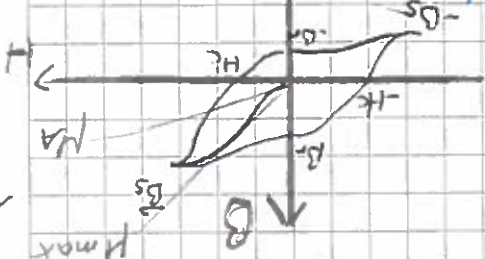
Koerzitiv-Feldstärke.

Die Anfangsspanenabilität μ_0

wird durch die Steigung der

Magnetkurve am Nullpunkt bestimmt.

H_{max} jedoch aus der Länge von Magnetkurve und Nullpunkt.



4557 Hydreseschleife

Um mit der Hysteresis funktioniert, benötigt man allerdings einen ungeschlossenen bzw. unmagnetisierten Ferromagneten.

Die bekommt man, indem diese erschüttelt wird, erhitzt wird oder in einem schnell wechselnden Magnetfeld platziert wird, welches Ionen an ~~Stöte~~ Störstellen Spannung verleiht. Durch alle drei der Vorgänge werden die Elementarmagneten "gestört" und das Feld zerlegt sich. *↳ Wechselstrom, Licht, Wärme, Hydratation*

Der entmagnetisierte Ferromagnet wird nun durch anliegende Spulen mit einem Magnetfeld durchströmt. Während der Hysteresis wird in einem kleinen Luftspalt des Eisenrings mit einer Hallsonde die Hallspannung U_H gemessen.

$$U_H = A_H \cdot \frac{I}{b} \quad B \leftrightarrow B = \frac{A_H \cdot I}{U_H \cdot b}$$

I = Stromstärke

A_H = Hallkonstante

b = Breite des Leiters

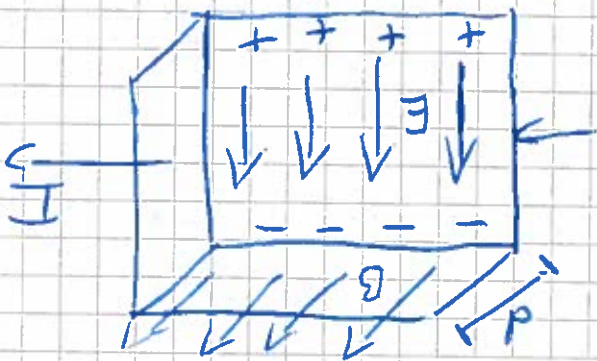


Abb. 1, Hallsonde

Der zu untersuchende Ferromagnet unterscheidet sich vom Dia-magneten und Para-magneten durch seine Eigenschaften.

Während ein Dia-magnet das Magnetfeld schwächt und abschwächt (oder keinen Einfluss hat),

sind Paramagneten leicht magnetisch.

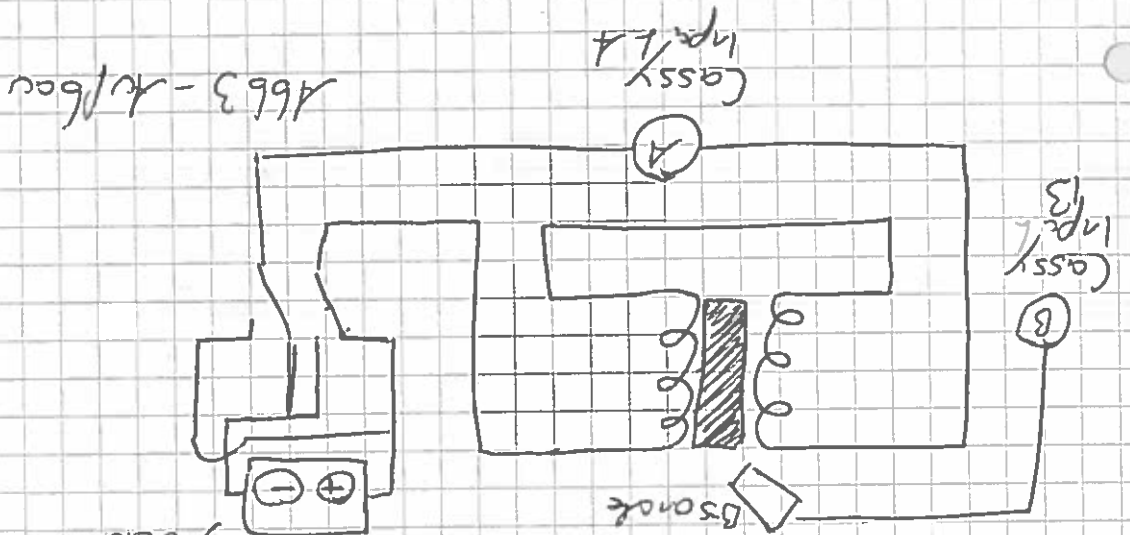
Dabei verlieren sie ihre Magnetisierung, sobald ein außen angelegtes Magnetfeld verschwindet.

Ferromagneten sind stark magnetisch und

haben diesen Magnetismus durch Ausrichtung von Weiss-Bezirken/Domänen auch noch nach

entfernen des externen Magnetfeldes.

Mittel



240a) In dem Teil geht es um die
Einfachmagnetisierung. Dafür wird die Wechsel-
spannung aus Netzteil angelegt. Da
die Polung bei Wechselspannung ständig wechselt,
ist die Einstellung des Umkopplers
irrelevant.

240b Für den Versuch muss alles

richtig verknüpft sein und (wird das?)

fehlt frei Laufen in dem Fall

oder alles bis auf ein Kabel

richtig, was dazu führt, dass

die Stromstärke I suboptimal

abgemessen wurde. Ich nehme

an, dass die Korrektur Messwert $\cdot (-1) = \text{Messwert}_{\text{neu}}$

ein und rechne mit dem vorgesehenen

Vorgehen statt den gemessenen.

240c

Ziel des Versuchs ist es, H, B, I, H_{max} und μ_{max}

zu bestimmen und eine Hystereseschleife

zu kreieren.

Gegebene Werte

$B(I), I(I) \rightarrow$ Messwerte

$\ell = 0,147\text{m} \pm 0,004\text{m}$

$N = 2 \times 500$

$d = 0,002\text{m} + 0,000005\text{m}$

$H(I) = \frac{N \cdot I(I)}{d} - \frac{\ell}{\mu_0 B(I)}$ (siehe: b.f.f.y./3 (wird Q)) ✓

~~bestimmen~~

$$H(I) = \frac{N \cdot I(I)}{d} - \frac{\ell}{\mu_0 B(I)} = \frac{1000}{0,147\text{m}} \cdot I(I) - \frac{0,147\text{m} \cdot 1,256 \cdot 10^{-6} \text{Vs/Am}}{0,0002\text{m}}$$

$$\Delta H = \sqrt{\left(\frac{N}{d} \Delta I\right)^2 + \left(\left(-\frac{\ell}{\mu_0 B(I)} + \frac{d}{\mu_0} \frac{\ell}{B(I)}\right) \Delta B\right)^2}$$

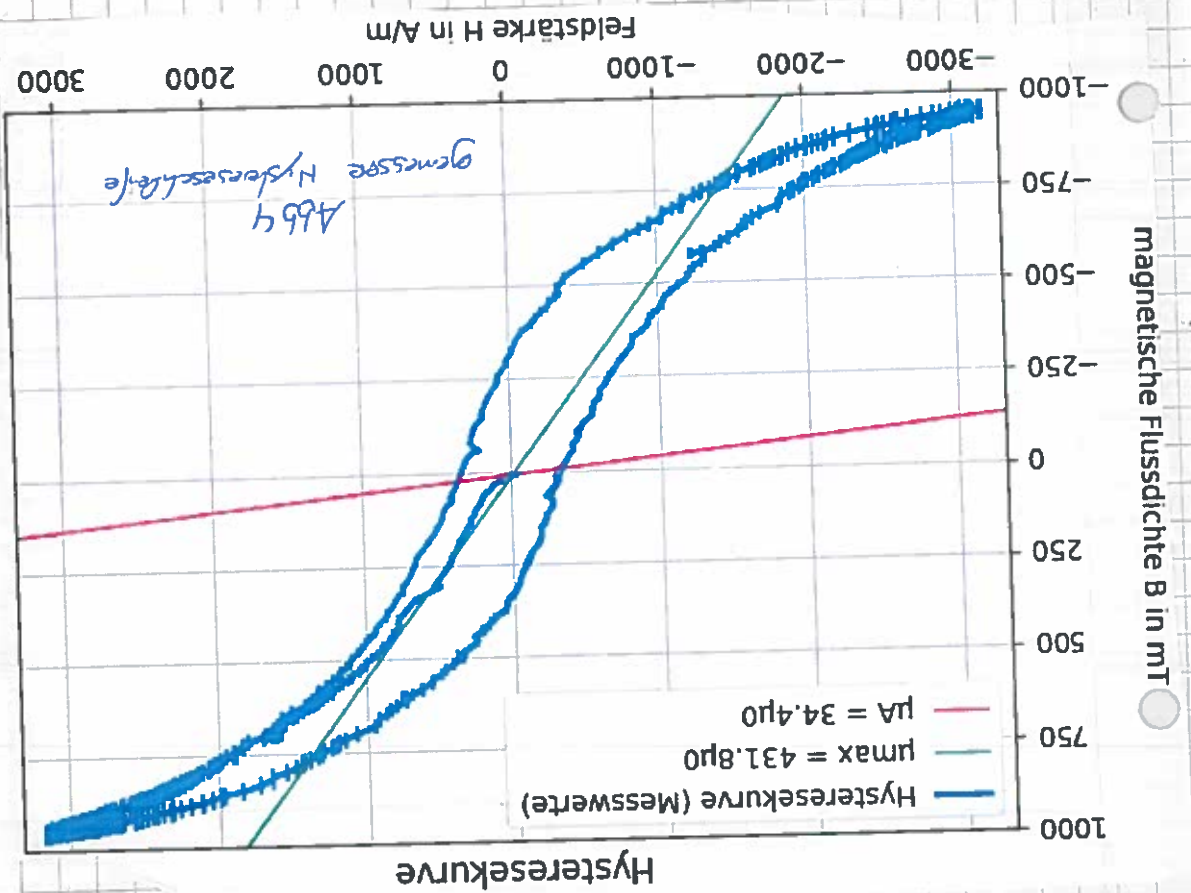
x falls berechnet noch Graph zur Fallstudie

$$\mu_A = 34.4 \mu_0 \pm 2.6 \mu_0$$

$$(\pm 0.4 \cdot 10^{-5} \frac{T}{A/m})$$

$$\mu_{max} = 5.4 \cdot 10^{-4} \frac{T}{A/m} \pm 0.3 \cdot 10^{-4} \frac{T}{A/m} = 431.8 \mu_0 \pm 20 \mu_0$$

Alle Messwerte und Programme sind auf bit.ly/3CwuuAQ (führt zu GitHub) zu finden. Gefallen hat mir auch noch WolframAlpha



Real: Der Versuch hat schnell und fast

Fehl frei geklappt. Gerade bei der Nullkurve hätten wir mehr Messpunkte brauchen können,

aber nur und nur wenige und ungenau

Punkte als Grundlage hat insgesamt allerdings

ein voller Erfolg da die Werte alle sehr

gut zu Vorhersagen passen.

Wohl

Anwendung: Wie hoch?

1. Aufgabe:

195.

