

Hinweis

Die vorliegende Zusammenfassung wurde im Rahmen der jeweiligen Lehrveranstaltung an der Universität Bonn erstellt. Sofern im oberen Teil der ersten Seite oder auf der unten angegebenen Webseite nicht anders vermerkt, wurde diese Zusammenfassung von mir, Marvin Zanke, alleine angefertigt. Für mehr Informationen und meine gesamten Unterlagen, siehe:

<https://www.physics-and-stuff.com/>

Ich erhebe keinen Anspruch auf Richtigkeit und Vollständigkeit der vorliegenden Zusammenfassung!

Dieses Werk von [Marvin Zanke](#) ist lizenziert unter einer [Creative Commons Namensnennung – Nicht-kommerziell – Weitergabe unter gleichen Bedingungen 4.0 International Lizenz](#).

12.04.16

Hysterese der Magnetisierung von Eisen.

- Verhalten ferromagnetischer Stoffe im Magnetfeld; Möglichkeit zur Hemmung von B-Feldern; Ermittlung H-Feld mittels B-Feld (gemessen) und geflossenem Strom

Magnetische Flussdichte \vec{B} : $\left(\int \vec{B} \cdot d\vec{A} = \Phi \right)$ $\vec{B} = \mu_0 \vec{H}$ Zsh. mit magn. Feldstärke
 Falls magnetisierbare Stoffe dazwischen: Magnetisierung geht mit in \vec{B} ein: $\vec{B} = \mu_0 \vec{H} + \vec{M} \cdot \mu_0 = \mu_0 \mu_r \vec{H}$ ← magn. Fluss

Magnetische Feldstärke \vec{H} : $\int \vec{H} \cdot d\vec{s} = I$ Durch Stromfluss wird Magnetfeld induziert mit Feldstärke \vec{H} . Unabhängig äußerer Einflüsse

Magnetischer Fluss Φ : $\int \vec{B} \cdot d\vec{A} = \Phi_B^A$ Flussdichte über Fläche integriert
 A darf nicht geschlossen sein, sonst $\Phi_B^A = 0$

Magnetisierung: Verbindet \vec{B} und \vec{H} : $\vec{B} = \mu_0 \vec{H} + \mu_0 \vec{M}$; Stärke der Fähigkeit, sich magnetisieren zu lassen bei äußerem Einfluss mit \vec{H} .

Suszeptibilität: dimensionslos; Magnetisierbarkeit im äußeren Magnetfeld: $\vec{M} = \chi_m \vec{H}$

Diamagnetismus: Magnetfeld im Inneren abschwächend auf äußeres ($\mu_r < 1$)

→ Diamagnete wandern in Richtung schwacher Feldlinien

(Energ.-Gründe). Erz. magn. Dipole dem äußeren Feld entgegengesetzt

Paramagnetismus: Inneres Magnetfeld verstärkt äußeres Feld, d.h. $\mu_r > 1$.

Bewegen sich in Bereich großer Feldlinien.

„Elementarmagneten“ (Spins der e⁻) ausgerichtet in Feldrichtung

ungepaarte Elektronen sind wichtig, Magnetisierung verschwindet

bei Abschalten des Feldes durch thermische Bewegung

Ferromagnetismus: Inneres Magnetfeld verstärkt äußeres Feld. Oft $\mu_r \gg 1$

Bleibt nach Abschalten erhalten „Elementarmagnete“ durch

äußeres Feld ausser. M.M.

Neutrale Kurve: B -Feld bei erster Magnetisierung mit H -Feld, also ohne Restmagnetisierung

Hystereseschleife: Abschalten \rightarrow Restmagnetisierung; entgegengesetzte Anlegung H -Feld

$\rightarrow B$ -Feld zurück auf 0, dann weiter auf neg. Wert des Sättigungswertes

\rightarrow Restmagnetisierung \rightarrow wieder positives Feld um alles umzukehren

Sättigungsfeld: Erhöhung $H \rightarrow$ Maximum in $B \rightarrow H_s$ ist diese Feldstärke

Remanenzfeld: Abschalten $H \rightarrow B_R$ bleibt zurück

Koerzitivfeld: nötige Feldstärke H_{Kc} um Magneten zu entmagnetisieren

magn. Weichheit: weiche: leicht zu magn. und schmale Hystereseschleife

hart: hohe H_{Kc} , hoher Widerstand geg. Magnetisierung, breite Hystereseschleife

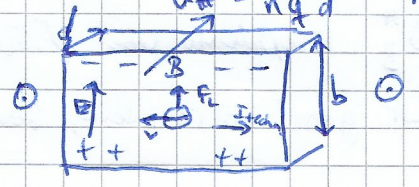
Permeabilität: $\mu = \frac{B}{H}$ Durchlässigkeit für magn. Felder. Vakuum: $\mu_0 = \mu = \text{konst}$

Kräfte auf Ladungen im magn. Feld: Lorentzkraft $F_L = qvB$

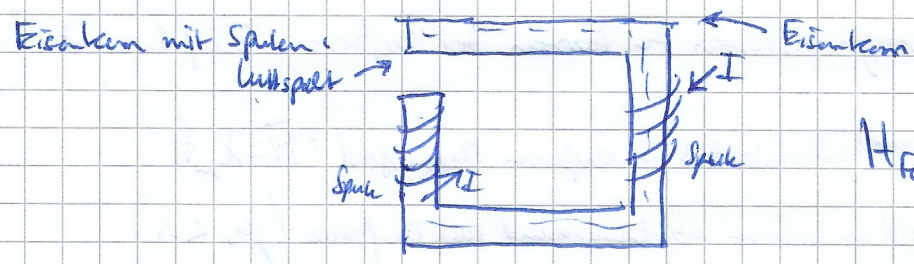
Halleffekt: aufgebrachte Gegenspannung gleich groß wie Lorentzkraft \rightarrow Gleichgewicht

$$U_{HSE} = \frac{IB}{ngd} = A_H \frac{I}{d} B, A_H = \frac{1}{ng} \text{ Materialconst.}$$

Hallsonde:

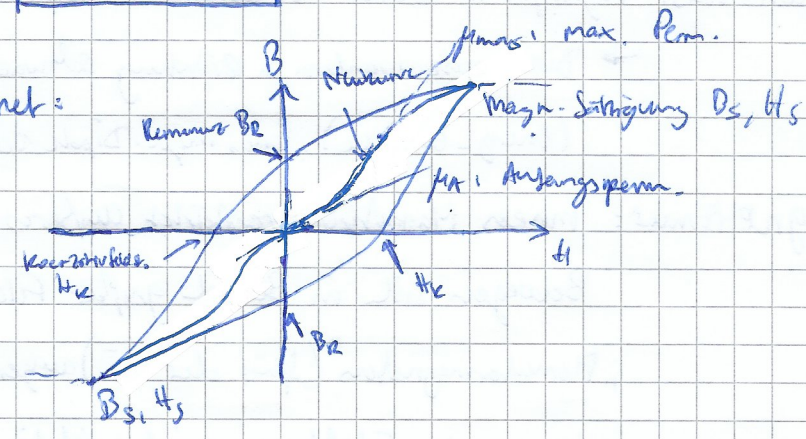


Tesla, Gauß, Oersted: Flussdichte im Tesla $1T = 1 \frac{Vs}{m^2}$, $1Gs = 0,1mT$; $1Oe = \frac{1000}{4\pi} \frac{A}{m}$



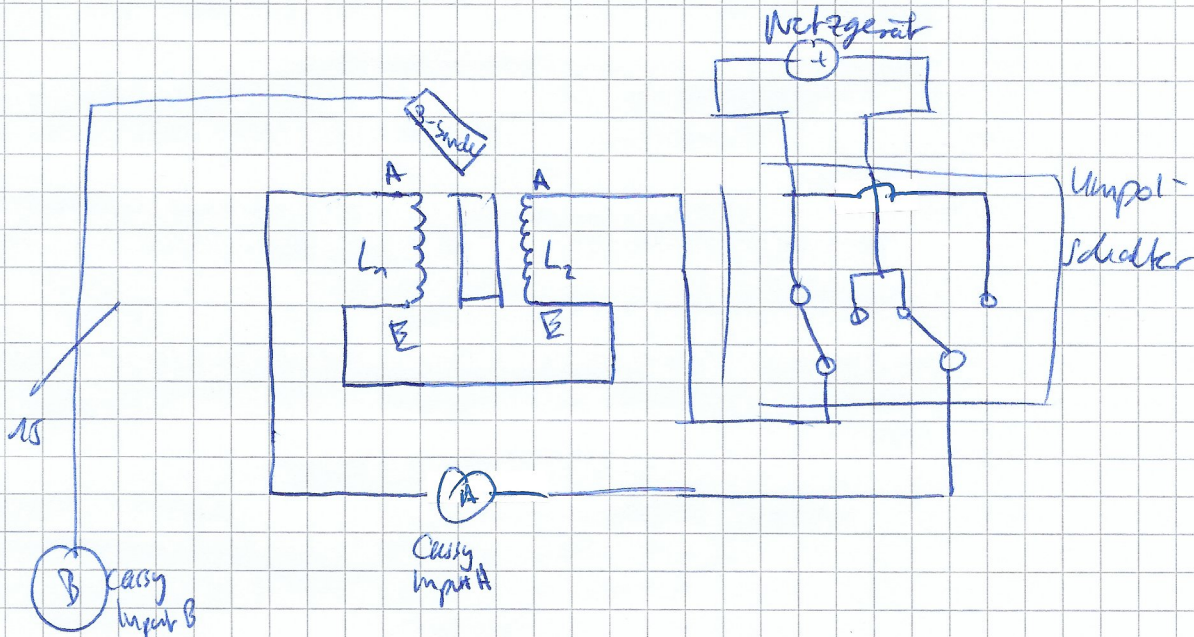
$$H_{Fe} = \frac{NI}{l_{Fe}} - \frac{d}{\mu_0 l_{Fe}} \cdot B_{Fe}$$

Hysteresekurve Ferromagnet:



Durchführung:

Erster Teil: Eisenkern entmagnetisieren; ^{dafür} Spule am Regeltrafo (0-250V) und Stromstärke kurz von 0-4A hochgestellt und Absetzt wieder auf 0A zurück. → Kontrollmessung mit Halbleitersonde
 Dann mit Schaltung unter das B-Feld messen (im Luftspalt) in Abhängigkeit von I. D.h. Nullkurve bis I_{max} → dann Hysteresekurve
 Magnetfeld nicht größer als 1T, Ströme nicht größer als 3A.
 Aus B und I wird H bestimmt. Auftragung B gegen H im Diagramm → Bestimmung f_A und f_{max}



Ergebnisse:

- Es bleibt trotz des Verfahrens der Entmagnetisierung eine Restmagnetisierung zurück; Umschalter nicht nötig, da Weg in Hysteresekurve egal ($x \geq 0$)
- Beim Plot B gegen H ($\frac{A}{m}$ gegen T) mit Fehlerbalken (schöne Form) dann über Fehlerbalken, dafür Punkte verbunden → f_A : Steigung Nullpunkt, und f_{max} Steigung Tangente durch Nullpunkt - Nullkurve
 Fehler in diesen Werten minimales hoch (nicht von Interesse → weglassen)

• Skaleneinteilung im Diagramm anders wählen → Fehler geringer abschätzen

• Permeabilitätszahlen Literaturwert für Eisen: $300 - 10.000 = \mu_r$
unsere Werte: $\mu_a = \mu_{\text{Fe}} = 238 \mu_0$, $\mu_{\text{max}} = 477 \mu_0$ gute Werte!