

Sitzungsberichte

der

mathematisch-naturwissenschaftlichen

Klasse

der

Bayerischen Akademie der Wissenschaften

zu München

Jahrgang 1948

München 1949

Verlag der Bayerischen Akademie der Wissenschaften

In Kommission beim Biederstein Verlag München

Über die elektrische Widerstandsänderung durch die thermische Idealisierung.

Von Walther Gerlach in München.

Mit 2 Abbildungen.

Vorgelegt am 9. Januar 1948.

I. Problem. Als Vorgänge während der thermischen Idealisierung,¹ d. h. des Überganges von irgend einem beliebigen Magnetisierungszustand zu dem thermisch-idealen im gleichen Feld waren angenommen worden:

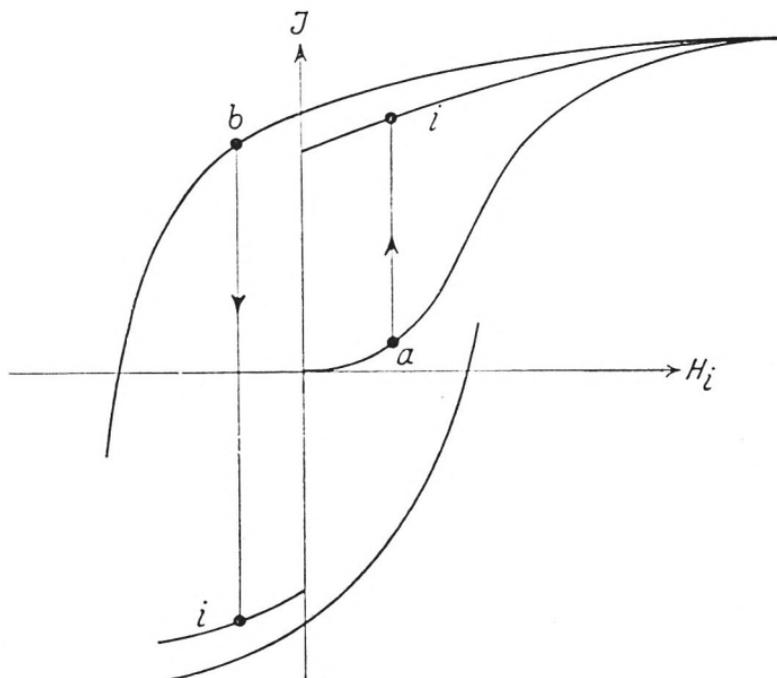


Abb. 1. Die benutzten Werte der I - H -Kurve

- a) Ablauf von irreversiblen, vor allem 180° -Prozessen, so daß nach der vollständigen th -Idealisierung in jedem beliebigen Feld alle Vektoren in der Halbkugel der Feldrichtung liegen,

¹ W. Gerlach und A. Temesváry, s. vorstehende Abhandlung.

- b) Verteilung der Vektoren innerhalb der durch diese Feldrichtung gegebenen Halbkugel auf die wahrscheinlichsten Lagen.
- c) Drehprozesse entsprechend dem angelegten magnetischen Richtfeld.

Beim Übergang (Abb. 1) von dem jungfräulichen (a) in den thermisch-idealen Zustand (i) und von einem Punkt der rückläufigen Hysterese (h) zwischen Remanenz und Koerzitivkraft in den thermisch-idealen Zustand sollten besonders in kleinen (d. h. gegen die Koerzitivkraft) Feldern die 180° -Prozesse weitgehend überwiegen.

Die Aufgabe, einen unmittelbaren Beweis für das Ablaufen von 180° -Prozessen bei der thermischen Idealisierung zu führen, wurde durch Messung der Widerstandsänderung während der thermischen Idealisierung gelöst.

II. Versuchsanordnung (Abb. 2). An einem etwa $1\frac{1}{2}$ m langen Draht AB aus reinem Nickel (Durchmesser 0,5 mm)

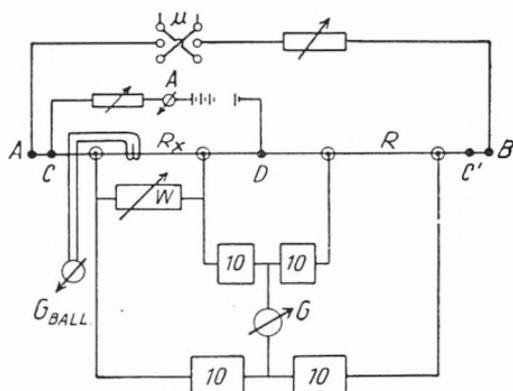


Abb. 2. Versuchsanordnung

waren durch Anschweißen von Kupferdrähten 2 fast gleiche Widerstände R und R_x von 20 cm Länge ($R \approx 0,06 \Omega$) abgenommen und in eine sehr empfindliche Thomsonbrücke geschaltet. Zur Widerstandsabgleichung waren zu R_x große Präzisionsstöpselwiderstände W parallel geschaltet. Brückeninstrument

G war ein Zernicke-Galvanometer (Fabr. Kipp u. Zoonen).

Der Teil R_x konnte durch Anlegen eines Heizstromkreises zwischen C und D auf Temperaturen bis 400° geheizt werden. Der Nickeldraht AB wurde bei D geknickt; die dann parallel im Abstand von etwa 2 cm liegenden Drähte AD und DB waren durch eine 60 cm lange Feldspule (10 Oe pro Ampere) geführt. Der Draht mußte genau ostwestlich orientiert und sehr erschütterungsfrei aufgestellt sein. Um das Drahtstück R_x

war eine Induktionsspule zur Messung der Magnetisierung gelegt. Der Nickeldraht war in der fertigen Anordnung zunächst als Ganzes so lange getempert, bis das Widerstandsverhältnis R_x zu R sich durch weiteres Erhitzen im feldfreien Raum nicht mehr änderte.

III. Ausführung der Messung. Die Messung besteht in folgenden Schritten:

1. Aufnahme der Magnetisierungskurve von R_x bei Raumtemperatur.
2. Abgleichen der Widerstände im feldfreien Raum, wenn beide Drähte abmagnetisiert sind.
3. Erregung eines kleinen Feldes zur Magnetisierung und Messung der magnetischen Widerstandsänderung.
4. Thermische Idealisierung von R_x unter dauernder Aufrechterhaltung des konstanten Feldes durch Heizung des Stückes CD bis über die Curie-Temperatur; zwischendurch Ausschalten des Heizstromes und Abkühlen des Drahtes auf Zimmertemperatur.
5. Erneute Messung des Widerstandes R_x im Vergleich zu R , während der Idealisierung nach jedesmaliger Abkühlung.

Diese Meßreihe wurde bei verschiedenen Feldern und verschiedenen Punkten der Neukurve oder der Hystereseschleife durchgeführt.

Die Benutzung des Vergleichswiderstandes R aus gleichem Material und sehr nahegleichen Widerstandes machte die Anordnung von Schwankungen der Umgebungstemperatur während der Messung genügend unabhängig. Das Mitmagnetisieren des Vergleichsdrahtes R bringt keine Fehlerquelle, da nachgewiesen wurde, daß beim Ausgang vom abmagnetisierten Zustand die magnetische Widerstandsänderung beider Drähte gleich war. (Änderung $R_x : R$ in Feldern von 1 und 2,5 Oe kleiner als $\pm 0.003\%$).

Zur Kontrolle wurden zwei Messungen vorgenommen:

- a) Es wurde der Vergleichsdraht R aus der Feldspule herausgenommen und außen um dieselbe im praktisch feldfreien Raum herumgeführt. Die magnetische Widerstandsänderung von R_x wurde dann für verschiedene Felder ohne thermische Idealisierung

rung bestimmt. Die gesättigte longitudinale Widerstandsänderung war etwas über $+2\%$.

b) Es wurde der Heizstromkreis von C nach C' gelegt, also bezüglich der Messung gewissermaßen R und R_x miteinander vertauscht.

IV. Ergebnisse. Von den Messungen seien zwei Beobachtungsreihen gegeben. Die Genauigkeitsgrenze der Methode ist für alle $\Delta R \%$ -Werte ± 0.002 .

A.

1. Jungfräuliche Magnetisierung in 1 Oe; $J = 15$ CGS. Änderung des Widerstandsverhältnisses von R_x zu $R < 0.003 \%$.

2. Thermische Idealisierung von R_x ; a) in 1 Oe bis zum Endwert $J_{id} = 240$ CGS; b) in 2,5 Oe; J_{id} nicht gemessen (etwa 250 CGS).

3. Messung des Widerstandsverhältnisses $R_x : R$; beobachtete Änderung von R_x bis zur vollständigen $Th =$ Idealisierung ΔR_{id} in 1 Oe $+ 0.008\%$; in 2,5 Oe $+ 0,005$; $+ 0.009\%$
Mittel: 0.007% .

B.

1. Magnetische Sättigung beider Drähte, Einstellung eines Gegenfeldes von -1 Oe; Magnetisierung $J \approx + 240$ CGS. Abgleichung der Brücke.

2. Thermische Idealisierung von R_x in dem Feld -1 Oe. Hierbei Ummagnetisierung von R_x von $J \approx + 240$ auf -230 CGS.

3. Messung der Widerstandsänderung von R_x während Ummagnetisierung in -1 Oe: $\Delta R_{id} = + 0.007\%$; in 2,5 Oe $\Delta R_{id} = + 0.005$; 0.007% . Mittel : 0.007% .

C.

Kontrollmessung: Messung der Widerstandsänderung von R_x bei jungfräulicher Magnetisierung bis zu etwa dem gleichen J -Werte wie er durch thermische Idealisierung erreicht wurde.

Hierzu war erforderlich ein Feld von 50 Oe; Widerstandsänderung durch die Magnetisierung

$$\Delta R_m = \begin{array}{l} + 0.137\% \\ + 0.103\% \end{array} \quad \text{Mittel } 0.12\% \pm 0.01.$$

V. Zusammenfassung. Während der thermischen Idealisierung in 1 Oe und 2,5 Oe auf etwa den gleichen J -Wert wie durch die jungfräuliche Magnetisierung in 50 Oe tritt eine Widerstandsänderung von nur $\frac{0.007}{0.12} \times 100 = 6\%$ der jungfräulichen Widerstandsänderung ein. Durch die thermische Idealisierung ändert sich also der Widerstand nur um einen sehr kleinen Betrag, so daß der Hauptteil der Idealisierung in 180°-Prozessen bestehen muß. Insbesondere ändert sich auch der Widerstand während der völligen Ummagnetisierung durch die thermische Idealisierung nicht mehr.

Es ist also berechtigt, den Vorgang bei der thermischen Idealisierung als Ablaufen von 180° Prozessen anzusehen. Die kleine beobachtete Widerstandszunahme wird als reell angesehen, da auch bei der magnetischen Untersuchung der thermischen Idealisierung außer der irreversiblen Idealisierung ein kleiner Betrag von reversibler Idealisierung gefunden wurde.

Z. Zt. Bonn a. Rh.

Physikalisches Institut der Universität

März 1946.