

Messung der temperaturabhängigen Suszeptibilität

Niels Bollhalder, Kantonsschule Willisau

1. Einführung

$$\chi_m = \frac{M}{H}$$

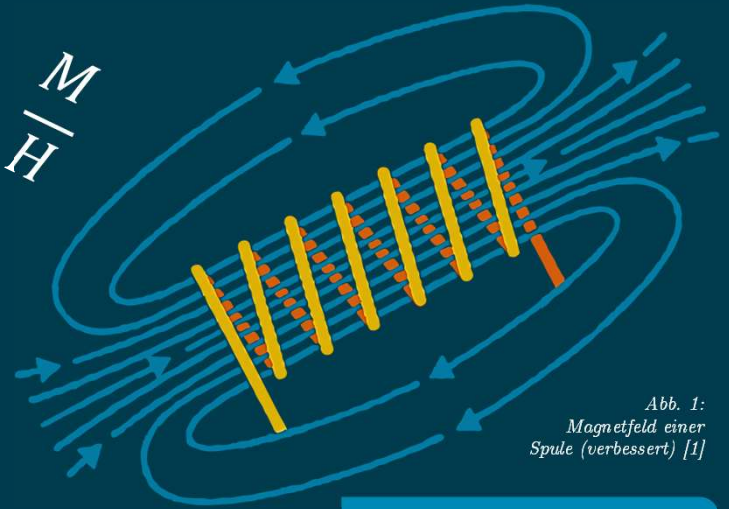


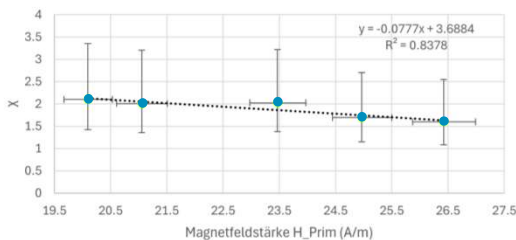
Abb. 1:
Magnetfeld einer
Spule (verbessert) [1]

3. Resultate

Im Rahmen dieser Arbeit soll die magnetische Suszeptibilität χ_m von Nickel bei unterschiedlichen Temperaturen gemessen werden. Die magnetische Suszeptibilität χ_m beschreibt, wie stark ein Material in einem äusseren Magnetfeld (H) magnetisiert (M) wird und dadurch dieses verstärkt. Induktion bezeichnet das Auftreten einer Spannung in einem Leiter, wenn sich das ihn umgebende Magnetfeld ändert.

Bei verschiedenen Messungen mit einer Frequenz von 50 Hz konnte kein Signal gemessen werden. Beim Ein- und Ausschalten von Gleichstrom wurde jedoch eine Induktionsspannung festgestellt. Da die Induktionsspannung proportional zur Magnetfeldänderung über der Zeit ist und dieses Verhältnis deutlich grösser ist beim unglaublich schnellen Anstieg der Gleichspannung nach dem Einschalten, als bei der eher langsamen Magnetfeldänderung bei Wechselstrom mit einer Frequenz von 50 Hz, wurden höhere Frequenzen verwendet. Damit konnte erstmals ein Signal gemessen werden. Eine temperaturabhängige Messung war nicht möglich.

Abb. 3: Suszeptibilität in Abhängigkeit der Magnetfeldstärke bei 17 kHz



2. Methode

Die Suszeptibilität von Nickel wurde mit einer Hartshorn-Brückenschaltung gemessen. Dazu erzeugt eine von Wechselstrom durchflossene Primärspule ein magnetisches Wechselfeld. Dieses wird von einer Probe lokal verstärkt und von zwei Detektorspulen gemessen. Durch den Vergleich der leeren mit der gefüllten Detektorspule lässt sich die Verstärkung des Magnetfeldes durch die Probe und somit χ_m berechnen.

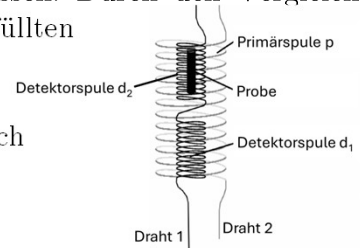


Abb. 2: Hartshorn-Brückenschaltung [2]

4. Diskussion

Die ermittelten Suszeptibilitäten sind deutlich kleiner als erwartet und weisen grosse Fehlerbalken auf.

Formel berücksichtigt lange dünne Spule

kurze dicke Spule verwendet

↳ reale Magnetfeldstärke H kleiner als berechnet

↳ zu kleine Suszeptibilitäten

Um plausible Ergebnisse zu erzielen, wäre es notwendig, alle vom Idealfall abweichenden Faktoren einzubeziehen oder durch die Verwendung einer längeren und dünneren Spule näher an den Idealfall zu kommen.

5. Quellen

- [1] Magnetfeld von Spulen. url: <https://www.sofatutor.ch/physik/videos/magnetfeld-von-spulen-2#das-magnetfeld-einer-spule> (besucht am 8.2.2026)
- [2] D. Böni. AC Suszeptibilitätsmessung unterhalb 2 Kelvin. Physik-Institut der Universität Zürich. url: <https://www.physik.uzh.ch/groups/schilling/bama/BABoeni.pdf>.
- [3] Metrix OX530 Analogue Oscilloscope, 35MHz. url: <https://uk.rs-online.com/web/p/oscilloscopes/5125097> (besucht am 8.2.2026)



Abb. 4: Oszilloskop [3] mit gemessenem Signal sowie Primärspule (h.) und Detektorspulen (v.)