

In dieser Stunde sollte die magnetische Flussdichte einer 48 cm langen Spule mit 16 000 Windungen auf folgende drei Arten bestimmt werden:

1) Nach der Gleichung $B = \frac{F}{l \cdot I}$

2) Nach der Gleichung $B = \mu_0 \cdot H \rightarrow B = \mu_0 \cdot \frac{I \cdot n}{l}$

3) Durch Messung mit Hilfe eines Teslameters und einer Hall-Sonde.

Aus der ersten Gleichung ergibt sich

$$B = 0,0219 \frac{N}{A} \frac{1}{5m} = 4,4 \cdot 10^{-3} T$$

Die zweite Gleichung führt zu

$$B = 1,257 \cdot 10^{-6} T \frac{m}{A} \frac{0,1 A \cdot 16000}{0,48 m} = 4,19 \cdot 10^{-3} T$$

Zur Messung mit dem Teslameter wird die Spule in Reihe mit einem Amperemeter geschaltet und an eine variable Gleichspannungsquelle angeschlossen. Diese wird so geregelt, dass ein Stromfluss von 0,1 A angezeigt wird. Die Spule sollte dabei in Ost-West-Richtung stehen, um die Beeinflussung durch das Erdmagnetfeld zu minimieren.

Die Messung wird einmal mit einer Axial- und einmal mit einer Tangentialsonde durchgeführt. Das angezeigte Ergebnis ist in beiden Fällen $4,1 \cdot 10^{-3} T$.

Der Unterschied zwischen beiden Sonden besteht darin, dass die Axialsonde das magnetische Feld entlang ihrer Längsachse vermisst, während die Tangentialsonde die Flussdichte senkrecht zu ihrer Längsachse ermittelt. Wenn man die Tangentialsonde durch einen Luftspalt in das Innere der Spule hält, zeigt das Teslameter eine maximale Flussdichte, wenn das auf der Sonde aufgebrachte Hall-Plättchen senkrecht von den Feldlinien durchsetzt wird. Je kleiner der Winkel zwischen dem Plättchen und den Feldlinien ist, umso geringer ist die angezeigte Flussdichte. Das liegt daran, dass mit einem Hall-Plättchen nur die zu seiner Stromflussrichtung senkrechte Komponente des magnetischen Feldes gemessen werden kann.

Die drei Werte, die sich alle auf das gleiche Feld beziehen, sind nicht identisch. Bei der Fehlerbetrachtung erkennt man, dass die zweite Methode die exakteste ist. Die hier verwendeten Daten (Länge, Wicklungszahl und Stromstärke) lassen sich recht genau bestimmen bzw. vom Datenblatt ablesen. Die erste Methode dagegen basiert auf experimentell bestimmten Werten, die natürlich mit Messfehlern behaftet sind (in einer der vorherigen Stunden wurde die Abweichung auf 3 % beziffert). Die Messung ergibt ein ähnliches Ergebnis wie die zweite Rechnung, hier liegen Fehlerquellen in der Kalibrierung des Teslameters und dem eingeschränkten Messbereich.