

## AUFGABEN

- Bestimmung der magnetischen Flussdichte  $B$  in einer Zylinderspule in Abhängigkeit von der Stromstärke  $I$ .
- Messung der magnetischen Flussdichte  $B$  in einer Zylinderspule mit veränderlicher Windungsdichte in Abhängigkeit von der Stromstärke  $I$ .
- Bestätigung der Proportionalität zur Windungsdichte für große Längen.

## ZIEL

Bestimmung des Magnetfeldes von Zylinderspulen unterschiedlicher Länge.

## ZUSAMMENFASSUNG

Die magnetische Flussdichte im Innern einer langen Zylinderspule ist direkt proportional zum Spulenstrom und zur Windungsdichte jedoch unabhängig vom Radius der Spule, solange die Länge der Spule wesentlich größer als ihr Durchmesser ist. Dies wird im Experiment mit zwei Spulen unterschiedlichen Durchmessers sowie mit einer Spule veränderlicher Windungsdichte überprüft.

## BENÖTIGTE GERÄTE

Anzahl	Geräte	Art.-Nr.
1	Feldspule, 100 mm	1000591
1	Feldspule, 120 mm	1000592
1	Spule veränderlicher Windungsdichte	1000965
1	Ständer für Zylinderspulen	1000964
1	Teslameter (230 V, 50/60 Hz)	1003314 oder
	Teslameter (115 V, 50/60 Hz)	1003313
1	DC-Netzgerät 1 – 32 V, 0 – 20 A (115 V, 50/60 Hz)	1012858 oder
	DC-Netzgerät 1 – 32 V, 0 – 20 A (230 V, 50/60 Hz)	1012857
1	Satz 15 Experimentierkabel 2,5 mm <sup>2</sup>	1002841
1	Tonnenfuß, 1000 g	1002834
1	Stativstange, 250 mm	1002933
1	Universalmuffe	1002830
1	Universalklemme	1002833

# 1

## ALLGEMEINE GRUNDLAGEN

Das Biot-Savart-Gesetz beschreibt den Zusammenhang zwischen der magnetischen Flussdichte  $B$  und dem elektrischen Strom  $I$  durch einen Leiter beliebiger Geometrie. Berechnet werden die Beiträge infinitesimal kleiner Stücke des Leiters zur gesamten magnetischen Flussdichte. Das gesamte Feld berechnet man durch Integration über die Geometrie des Leiters. In einigen Fällen, z.B. bei einer langen Zylinderspule, lässt sich eine einfache analytische Lösung angeben.

Ein infinitesimales, von einem Strom  $I$  durchflossenes Leiterstück  $ds$  erzeugt nach Biot-Savart am Ort  $r$  die magnetische Flussdichte

$$(1) \quad dB(r) = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot I \cdot \frac{ds \times r}{r^3}$$

$B$ : magnetische Flussdichte

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{Vs}}{\text{Am}} : \text{Vakuumpermeabilität}$$

Im Inneren der Zylinderspule ist die magnetische Flussdichte parallel zur Zylinderachse ausgerichtet und beträgt

$$(2) \quad B = \mu_0 \cdot \frac{N}{L} \cdot I$$

$N$ : Windungszahl,  $L$ : Länge der Spule

solange die Länge der Spule wesentlich größer als ihr Radius ist. Die magnetische Flussdichte ist also unabhängig vom Spulendurchmesser und proportional zur Windungsdichte, der Zahl der Windungen pro Längeneinheit, und zum Strom durch die Spule.

Im Experiment wird mit einem axialen Teslameter die magnetische Flussdichte in der Spulenmitte langer Spulen bei Strömen bis zu 20 A gemessen. Nachgewiesen werden die Unabhängigkeit vom Spulendurchmesser sowie die Proportionalität zum Strom und zur Windungsdichte. Für Letzteres steht eine Spule mit variabler Windungsdichte zur Verfügung.

## AUSWERTUNG

Die Messungen bestätigen in allen Fällen die Proportionalität der magnetischen Flussdichte  $B$  zum Strom  $I$  durch die Spule. Die Proportionalität zur Windungsdichte bestätigt sich solange die Länge der Spule größer als das Dreifache des Spulenradius ist.

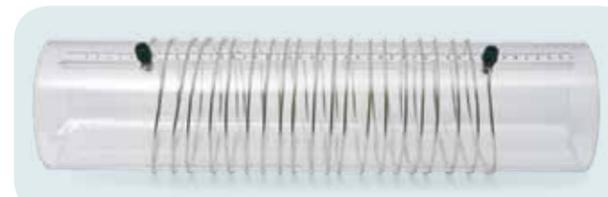


Abb. 1: Spule variabler Windungsdichte

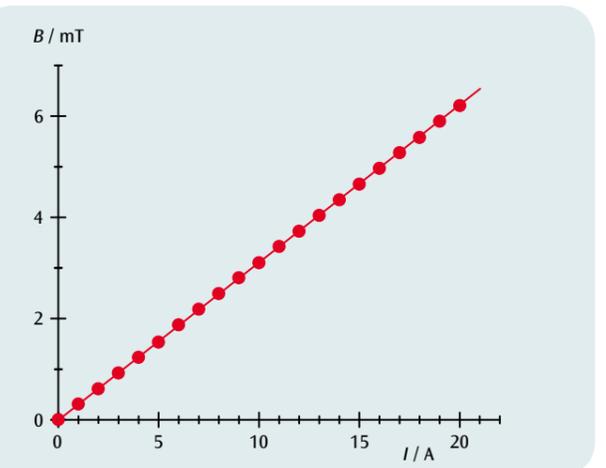


Abb. 2: Magnetische Flussdichte  $B$  in Abhängigkeit vom Strom  $I$

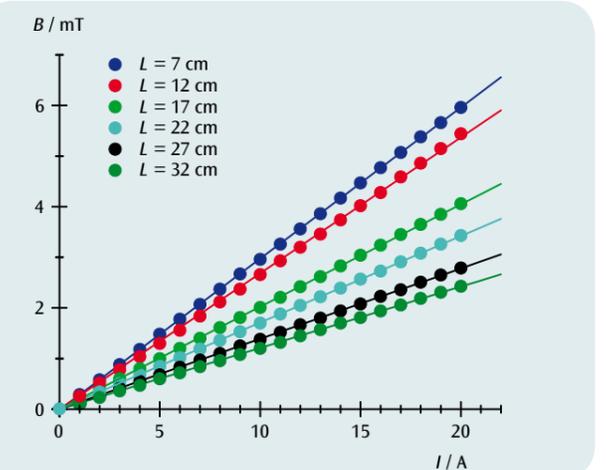


Abb. 3: Magnetische Flussdichte  $B$  in Abhängigkeit vom Strom  $I$  für die Spule mit veränderlicher Windungsdichte für verschiedene Spulenlängen  $L$ .

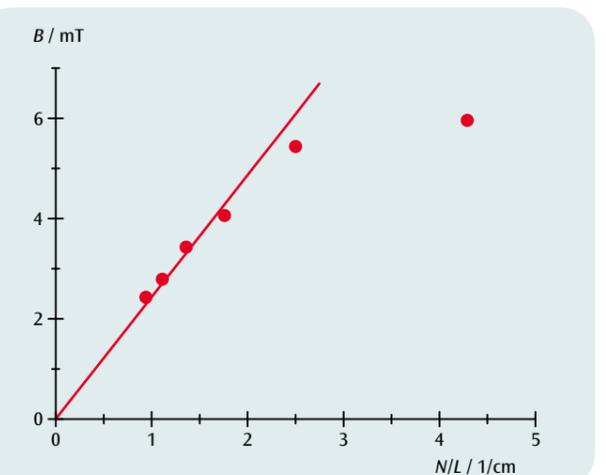


Abb. 4: Magnetische Flussdichte  $B$  in Abhängigkeit von der Windungsdichte  $N/L$  bei  $I = 20$  A.