

Versuch 308 "Spulen und Magnetfelder"

Robert Konradi
robert.konradi@tu-dortmund.de

Lauritz Klünder
lauritz.kluender@tu-dortmund.de

Durchführung: 15.12.2017, Abgabe: 22.12.2017

TU Dortmund – Fakultät Physik

Inhaltsverzeichnis

1	Zielsetzung	3
2	Theorie	3

1 Zielsetzung

In diesem Versuch sollen Magnetfelder von verschiedener Spulenanordnung vermessen werden.

2 Theorie

Magnetische Felder werden erzeugt, wenn sich elektrische Ladung bewegt. Dabei sind sie von Betrag und Richtung als Vektorgröße durch die magnetische Feldstärke \vec{H} beschrieben. Wichtig zu erwähnen ist das Magnetfelder kein Monopole besitzen sondern immer paarweise auftreten und geschlossen sind im gegensatz zum elektrischen Monopol. Die magnetische Flussdichte \vec{B} wird über die Feldstärke \vec{H} und über die Permeabilität μ zu der Formel:

$$\vec{B} = \mu \cdot \vec{H} \quad (1)$$

Dabei beschreibt die Permeabilität μ die "Leitfähigkeit" des Materials und setzt sich aus $\mu = \mu_0 \cdot \mu_r$ zusammen. μ_0 ist die Vakuum-Permeabilität und beträg $4 \cdot \pi \cdot 10^{-7}$ und μ_r die relative Permeabilität der Materie. Bei einem stromdurchflossenden Leiter verlaufen die Feldlinien in konzentrische Kreise und stehen senkrecht zum Stromfluss. Mit Hilfe des Biot-Savartschen Gesetz lässt sich das Magnetfeld mit einem Abstand r und dem Strom I

$$d\vec{B} = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{d\vec{s} \times \vec{r}}{r^3}$$

berechnen. In Abbildung (1), folgt daraus für ein stromdurchflossene Spule die Formel:

$$\vec{B}(x) = \frac{\mu_0 I}{2} \frac{R^2}{(R^2 + x^2)^{\frac{3}{2}}} \quad (2)$$

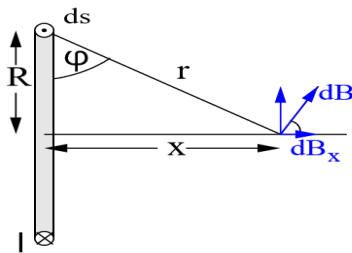


Abbildung 1: Schematische Darstellung des Biot-Savartschen Gesetz[1].

Im Inneren für langgestreckten Spule (Solenoid) ist die magnetische Feldstärke \vec{H} homogen und konstant während es ausserhalb inhomogen ist. Mit der Spulenlängen l , der Windungszahl n und dem Strom I lässt sich das homogene Magnetfeld mit der Formel

$$B = \mu_r \mu_0 \frac{n}{l} I \quad (3)$$

darstellen. Wird die langgestreckte Spule zu einem Kreis gebogen so wird die Spulenanordnung als Torus bezeichnet. Die Besonderheit des Torus ist, dass ausserhalb kein Magnetfeld existiert und im Inneren das Magnetfeld homogen. Somit lässt sich die Gleichung(3) mit $l = 2\pi r_T$ zu

$$B = \mu_r \mu_0 \frac{n}{2\pi r_T} I \quad (4)$$

umschreiben. Dabei ist r_T der Radius des Torus. Ein andere Verfahren zu Herrichtung eines homogen Magnetfeldes ist die Helmholtz-Spule. Zwei parallele Kreisspulen, die die gleiche Stromrichtung besitzen, erzeugen ein homogenes Feld im Inneren der beiden Spulen. Eine Darstellung ist in Abbildung(2) zu sehen.

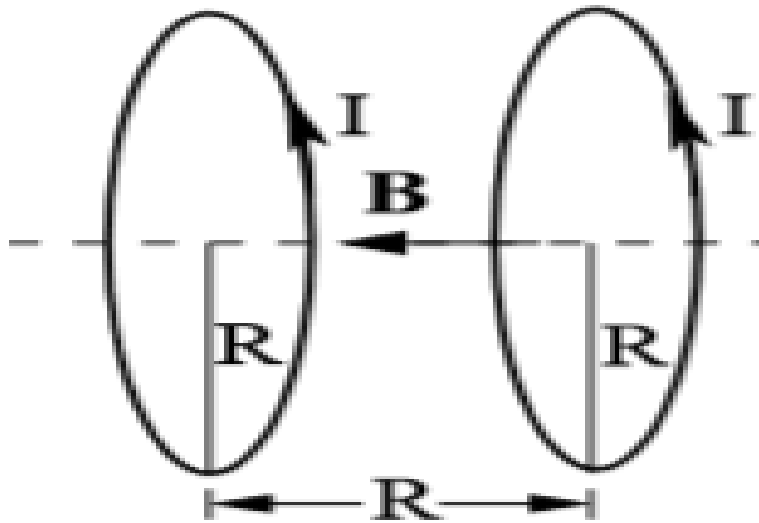


Abbildung 2: Schematische Darstellung der Helmholtz-Spule[1].

Mit Hilfe der Gleichung (2) lässt sich das Magnetfeld

$$B(0) = B_1(x_1) + B_1(-x_1) = \mu_0 I \frac{R^2}{(R^2 + x^2)^{\frac{3}{2}}} \quad (5)$$

beschreiben. Dabei ist $x = \frac{d}{2}$ mit d als Abstand der beiden Spulen.

Literatur

- [1] TU Dortmund. *Anleitung zum Versuch 308: Spulen und Magnetfelder*. 2017.