

# E 11 Magnetische Felder

## 1 Aufgabenstellung

Die Magnetfelder stromdurchflossener Spulen und eines Permanentmagneten sind mittels Hallsonde zu vermessen.

- 1.1 Die magnetische Flussdichte  $B_x$  auf der Achse zweier in Reihe geschalteter Flachspulen vom Radius  $R = 68$  mm ist für Spulenabstände  $a = R/2$ ,  $a = R$  und  $a = 2 \cdot R$  als Funktion des Abstands  $x$  vom Zentrum des Spulenpaares zu messen, mit den theoretischen Werten gemeinsam graphisch darzustellen und zu vergleichen.
- 1.2 Die Axial- und die Radialkomponente  $B_x$  und  $B_r$  der Flussdichte im Abstand  $x = R/2$  von der Mittelebene einer **Einzelspule** sind als Funktion des Abstands  $r$  von der Spulenachse zu messen.  
Durch Überlagerung zweier Einzelspulen-Felder ist der radiale Verlauf der beiden Komponenten  $B_x(r)$  und  $B_r(r)$  in der Mittelebene  $x = 0$  einer Helmholtz-Spulenordnung zu **berechnen** und in Abhängigkeit von  $r$  graphisch darzustellen.
- 1.3 Der radiale Verlauf der Axial- und der Radialkomponente  $B_x(r)$  und  $B_r(r)$  der Flussdichte in der Mittelebene  $x = 0$  der Helmholtz-Spulenordnung ist zu **messen** und gemeinsam mit den in 1.2 berechneten Werten graphisch darzustellen.
- 1.4 Die magnetische Feldstärke  $H$  im Zentrum des Luftspalts eines Kleinmagneten ist in Abhängigkeit vom Polschuhabstand zu messen und graphisch darzustellen. Aus dem Wert bei kleinstem Abstand sind  $B$  und  $H$  innerhalb des Permanentmagneten sowie das Energieprodukt ( $B \cdot H$ ) näherungsweise zu berechnen.

## 2 Literatur

- 2.1 Becker, J.,  
Jodl, H.-J.   Physikalisches Praktikum für Naturwissenschaftler und Ingenieure  
  VDI-Verlag GmbH Düsseldorf  
  1. Auflage 1991, S. 114 - 119
- 2.2 Walcher, W.    Praktikum der Physik  
  B. G. Teubner Stuttgart  
  7. Auflage 1994, S. 266 - 267, 269 - 270
- 2.3 Stroppe, H.    Physik  
  Fachbuchverlag Leipzig, Köln  
  10. Auflage 1994, S. 245 - 260

## 3 Hinweise zum Versuch

- 3.0 Nach dem Einschalten und nach jedem Sondenwechsel ist zunächst der **Nullpunkt** des Messgerätes mit Hilfe des auf seiner Rückseite befindlichen Potentiometers **einzustellen**; Magnetfelder sind dabei von der Hallsonde fernzuhalten. Um das **Messgerät zu eichen**, wird anschließend die Hallsonde bis zum Anschlag in den Eichmagneten eingeschoben; die Anzeige des Geräts ist mit Hilfe des an der Vorderseite befindlichen Kalibrierpotentiometers "SENSITIVITY" auf die auf dem Eichmagneten angegebene Flussdichte einzuregeln.

Alle Messungen sind mit konstanter Spulen-Stromstärke zwischen 1,0 A und 1,2 A durchzuführen.

**In Messpausen ist der Strom zurückzuregeln! Stromstärken über 1,2 A sind nur kurzzeitig zulässig.**

Für alle Feldmessungen an den Flachspulen wird eine Axialfeldsonde verwendet, bei der die Flächennormale der Hallsonde in Stabrichtung liegt. Zwecks Messung der Axialkomponente  $B_x$  ( $x$ -Komponente, siehe Bild 1 und 2) wird der Trägerstab **in** Richtung der Spulenachse, zur Messung der Radialkomponente  $B_r$  **senkrecht** zur Spulenachse orientiert.

Es wird empfohlen, zunächst sämtliche Messungen der Axialkomponente der Aufgaben 1.1 bis 1.3 und erst dann nach Umstecken der Sonden-Verschiebebank auf den zur Spulennachse senkrechten Stativstab die Messungen der Radialkomponente durchzuführen.

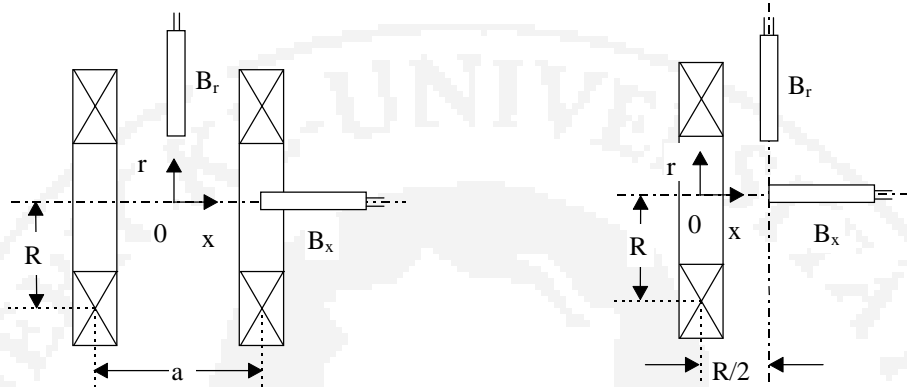


Bild 1: Messung am Flachspulenpaar

Bild 2: Messung an der Einzelspule

Spulenzradius  $R = 68 \text{ mm}$ ; Windungszahl je Spule: 320

- 3.1 Die  $x$ -Abhängigkeit der Flussdichte auf der Achse des Flachspulenpaares ist durch mindestens 10 Messungen im zugänglichen Verschiebebereich innerhalb der Grenzen  $x = (-0,5 \dots +1,5) \cdot a$  zu ermitteln.
- 3.2 Der radiale Verlauf der Axialkomponente der Flussdichte  $B_x = f(r)$  einer Einzelspule (zweite Spule stromlos) wird durch **Vertikal**verschiebung der Sonde im Bereich  $r = (0 \dots 1,5) \cdot R$ , der der Radialkomponente  $B_r = f(r)$  nach Umsetzen der Sonde gemäß 3.0 durch **Horizontal**verschiebung derselben im Bereich  $r = (0 \dots 1,5) \cdot R$  längs einer Parallelen zur Mittelebene der Spule im Abstand  $x = R/2$  von dieser (siehe Bild 2) bestimmt.
- 3.3 An der Helmholtz-Spule werden beide Flussdichte-Komponenten analog 3.2 durch Sondenverschiebung im zugänglichen Bereich in ihrer Mittelebene  $x = 0$  gemessen.
- 3.4 Die Flussdichte im Luftspalt des Labormagneten wird mit einer in der Spaltmitte installierten Tangentialfeldsonde gemessen, bei der die Flächennormale der Hallsonde senkrecht zum Stab liegt. Zwecks Eichung des Messgeräts ist die Sonde **vorsichtig** aus der Metallbuchse zu ziehen und in den Schlitz des Eichmagneten einzuschieben.

Der Polschuhabstand  $d$  wird, bei kleinstem Wert  $d = 4,8 \text{ mm}$  beginnend, durch Drehung **beider** Pole um jeweils  $360^\circ$  in Schritten von  $2 \cdot x$  ( $x = \text{Ganghöhe} = 1,8 \text{ mm}$ ) vergrößert. Gegenstände aus magnetischem Material sind den Polschuhen fernzuhalten!

Zur näherungsweisen Berechnung von  $B$  und  $H$  im Permanentmagneten werde ein idealer Magnetkreis angenommen (fehlende Streuung, magnetischer Widerstand des Eisenjochs vernachlässigbar klein). Es wird die bei  $d = 4,8 \text{ mm}$  gemessene Feldstärke im Spalt zugrunde gelegt; die Länge eines der beiden Permanentmagneten ist  $l_M = 9,5 \text{ mm}$ .

#### 4 Zugeordnete Themenkomplexe

Magnetfelder stromdurchflossener Leiter und Spulen; Durchflutungsgesetz, Feldberechnung  
 Magnetische Felder in Stoffen; Feldgrößen (Feldstärke, Flussdichte)  
 Magnetische Kreise, Entmagnetisierung  
 Hall-Effekt, Ursachen und Anwendungen