

V308

# Magnetfelder und Spulen

Antonia Joëlle Bock  
antoniajoelle.bock@tu-dortmund.de

Rene-Marcel Lehner  
rene.lehner@tu-dortmund.de

Durchführung: 3.12.2019

Abgabe: 10.12.2019

TU Dortmund – Fakultät Physik

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Theorie</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Durchführung</b>	<b>3</b>
<b>4</b>	<b>Messdaten</b>	<b>3</b>
<b>5</b>	<b>Auswertung</b>	<b>3</b>
5.1	Helmholtzspule . . . . .	3
5.2	Hysteresekurve . . . . .	3
5.3	Spulen . . . . .	5
5.3.1	Kurze Spule . . . . .	5
5.3.2	Lange Spule . . . . .	5
<b>6</b>	<b>Diskussion</b>	<b>8</b>
<b>7</b>	<b>Anhang: originale Messdaten</b>	<b>8</b>

# 1 Einleitung

Ziel des Versuchs ist es, die Magnetfelder von verschiedenen Spulen in unterschiedlichen Anordnungen zu messen. Dabei werden nicht nur die homogenen Bereiche, sondern auch Randeffekte untersucht. Außerdem wird die Hysteresekurve einer Toroidspule mit Eisenkern gemessen. Letztlich werden die Erwartungswerte aus der Theorie mit den tatsächlichen Messwerten abgeglichen.

# 2 Theorie

Theoretische Grundlagen für dieses Experiment sind das Biot-Savartsche Gesetz, der Hall-Effekt, elektromagnetische Induktion und Ferromagnetismus.

# 3 Durchführung

# 4 Messdaten

# 5 Auswertung

## 5.1 Helmholtzspule

Die  $x$ -Skala entspricht der an der Apparatur angebrachten Skala bei der Experimentdurchführung. Hierbei war durch  $x = 0$  die innenliegende Spulenkante der linken Spule gegeben. Zur Vereinfachung der Auswertung wurde folgende Verschiebung der Achse vorgenommen, sodass sich idealerweise die Mitte der beiden Spulen bei  $y = 0$  befindet:

$$y = x + \frac{b}{2} - \frac{d}{2}$$

Dabei entsprechen  $b$  der Spulenbreite und  $d$  dem jeweiligen Abstand der Messreihe.

**Tabelle 1:** Daten der verwendeten Doppelspule und Grundeinstellungen.

Windungszahl je Spule $n$	Spulendurchmesser $2R$	Spulenbreite $b$	Strom $I$
100	125 mm	33 mm	3,03 A

## 5.2 Hysteresekurve

Gemessen wurden wie erläutert der Strom  $I$  durch die Spule und das Magnetfeld im Luftspalt der Spule. Um die Hysteresekurve zu zeichnen, muss die Magnetisierung  $B_{\text{Fe}}$  vom Eisenkern auf das durch die Spule verursachte Magnetfeld  $H$  aufgetragen werden.

**Tabelle 2:** tab:1. Messreihe mit einem Abstand von  $d = R = 62,5$  mm.

$x / \text{mm}$	$y / \text{mm}$	$B / \text{mT}$
7	-7,75	4,239
9	-5,75	4,231
10,5	-4,25	4,234
12	-2,75	4,260
13,5	-1,25	4,239
68,5	53,75	3,003
69	54,25	2,960
70	55,25	2,891
75	60,25	2,666
80	65,25	2,445
85	70,25	2,219
90	75,25	2,018
95	80,25	1,839
100	85,25	1,662

**Tabelle 3:** tab:2. Messreihe mit einem Abstand von  $d = 104$  mm.

$x / \text{mm}$	$y / \text{mm}$	$B / \text{mT}$
7	-28,5	3,091
16	-19,5	2,976
27	-8,5	2,887
33,5	-2	2,882
44	8,5	2,945
54,5	19	3,081
108,5	73	2,639
115	79,5	2,410
120	84,5	2,194
125	89,5	2,031
130	94,5	1,849
160	124,5	1,036
190	154,5	0,615
230	194,5	0,366

**Tabelle 4:** tab:3. Messreihe mit einem Abstand von  $d = 130$  mm.

$x / \text{mm}$	$y / \text{mm}$	$B / \text{mT}$
7	−41,5	2,754
22	−26,5	2,420
30	−18,5	2,288
45	−3,5	2,199
51	2,5	2,211
63	14,5	2,354
79	30,5	2,688
134	85,5	2,529
149	100,5	2,007
155	106,5	1,789
163	114,5	1,540
171	122,5	1,315
179	130,5	1,128
190	141,5	0,909
208	159,5	0,663

Dafür gelten die Zusammenhänge:

$$H = \mu_0 \frac{n}{2\pi r} I \quad (1)$$

$$B_{\text{mess}} = H + B_{\text{Fe}} \quad (2)$$

## 5.3 Spulen

### 5.3.1 Kurze Spule

### 5.3.2 Lange Spule

**Tabelle 5:** tab:Messwerte der Hysteresekurve.

$I / \text{A}$	$H / \text{mT}$	$B_{\text{mess}} / \text{mT}$	$B_{\text{Fe}} / \text{mT}$
0,0	0,0	0	0,0
1,0	0,881	148	147,1
2,0	1,762	335	333,2
3,0	2,644	440	437,3
4,0	3,525	508	504,4
5,0	4,407	561	556,5
6,0	5,288	603	597,7
7,0	6,170	638	631,8
8,0	7,051	668	660,9
9,0	7,933	698	690,0
8,0	7,051	677	669,9
7,0	6,170	656	649,8
6,0	5,288	632	626,7
5,0	4,407	604	599,5
4,0	3,525	569	565,4
3,0	2,644	524	521,3
2,0	1,762	460	458,2
1,0	0,881	332	331,1
0,0	0,0	128	128,0
-0,65	-0,572	0	0,573
-1,0	-0,881	-71	-70,11
-2,0	-1,762	-252	-250,2
-3,0	-2,644	-390	-387,3
-4,0	-3,525	-482	-478,4
-5,0	-4,407	-546	-541,5
-6,0	-5,288	-594	-588,7
-7,0	-6,170	-634	-627,8
-8,0	-7,051	-669	-661,9
-9,0	-7,933	-698	-690,0
-8,0	-7,051	-679	-671,9
-7,0	-6,170	-658	-651,8
-6,0	-5,288	-635	-629,7
-5,0	-4,407	-607	-602,5
-4,0	-3,525	-573	-569,4
-3,0	-2,644	-529	-526,3
-2,0	-1,762	-464	-462,2
-1,0	-0,881	-339	-338,1
0,0	0,0	-129	-129,0
0,6	0,528	-8	-8,528
0,67	0,595	0	-0,595
1,0	0,881	72	71,12
2,0	1,762	253	251,2
3,0	2,644	390	387,3
4,0	3,525	482	478,4
5,0	4,407	544	539,5
6,0	5,288	592	586,7
7,0	6,170	630	623,8
8,0	7,051	663	655,9
9,0	7,933	693	685,0

**Tabelle 6:** tab:Messwerte der kurzen Spule.

$x / \text{mm}$	$y / \text{mm}$	$B / \text{mT}$
0	−96	13,71
15	−81	16,68
30	−66	18,48
40	−56	18,81
50	−46	18,44
60	−36	17,40
73	−23	15,02
87	−9	11,82
100	4	8,82
110	14	6,90
121	25	5,23
135	39	3,68
151	55	2,52

**Tabelle 7:** tab:Messwerte der langen Spule.

$x / \text{mm}$	$y / \text{mm}$	$B / \text{mT}$
0	−79	3,076
5	−74	3,051
10	−69	3,020
15	−64	2,977
20	−59	2,916
31	−48	2,671
39	−40	2,318
47	−32	1,775
55	−24	1,174
64	−15	0,680
70	−9	0,501
80	1	0,317
100	21	0,177

## **6 Diskussion**

## **7 Anhang: originale Messdaten**