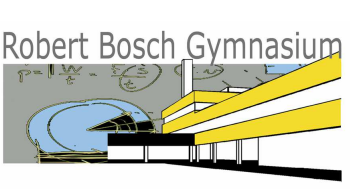
	Robert-Bosch-Gymnasium Physik (2-/4-stündig), NGO	
Praktikum Versuch Nr.: 1.3	Block 1 / E-Lehre Magnetfeld einer schlanken Spule	5.1.2013 Seite - 1 -

Das Magnetfeld einer langgestreckten (schlanken) Spule

1. Theoretische Grundlagen

Magnetfelder werden entweder erzeugt durch stationäre Magnete, also ferromagnetische, magnetisierte Körper, deren Umgebung durch ein Magnetfeld beschrieben werden kann oder durch Stromfluss. Jeder Leiter ist nach Ørstedt umgeben von einem Magnetfeld, dessen Feldlinien den Leiter dabei in konzentrischen Kreisen umgeben. Durch geeignete Formgebung des stromdurchflossenen Leiters in Form einer Spule können besonders starke, homogene und räumlich speziell orientierte Felder erzeugt werden.

Eine kurze (zylindrische) Spule (Länge klein bzw. in der Größenordnung des Spulendurchmessers) erzeugt im äußeren Bereich ein Magnetfeld, das dem eines Stabmagneten (Dipolfeld) gleicht, im Inneren ist das Feld besonders stark und relativ homogen (wenn die Leiterwindungen genügend dicht liegen).


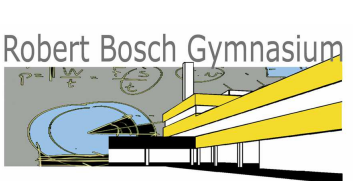
Bei einer langgestreckten Spule, d. h. einer Spule, deren Ausdehnung parallel zur Spulenchse groß gegenüber dem Durchmesser ist, verschwindet spätestens dann, wenn das Verhältnis zwischen diesen Größen (Längen dividiert durch den Durchmesser) gegen ∞ geht, im Äußeren ganz und im Inneren wird das Feld (bei genügender Windungsdichte) sehr gut homogen.

Die Stärke (Flussdichte) dieses Spulenmagnetfeldes im Inneren soll in diesem Experiment untersucht werden, besonders seine Abhängigkeit von den äußeren Bedingungen. Es zeigt sich, dass die Flussdichte natürlich abhängig ist von der Stärke des Stromes, der durch die Spulenwindungen fließt, denn dieser Strom ist ja der Verursacher des Magnetfeldes. Dann spielt auch die Zahl der Windungen eine Rolle; allerdings nicht die Absolutanzahl, sondern ihre Verteilung auf die Spulenlänge. Der Spulenquerschnitt ist bei einer schlanken Spule dagegen ohne Einfluss auf die Flussdichte, wie man theoretisch auch (leicht) zeigen kann. Also sind die Stromstärke I , die Windungszahl n und die Spulenlänge l die zu untersuchenden Größen; gemessen wird jeweils die magnetische Flussdichte in Abhängigkeit von diesen drei Größen.

Zur Messung verwendet wird die hochohmige Zylinderspule der Firma NEVA.

Spulendaten:

- Gesamtwindungszahl: 16 000
- Länge der Wicklungen: 0,48 m
- Wicklungsquerschnitt (Mittel): 46,5 cm²
- Ohmscher Widerstand: 2300 Ω
- maximal zulässiger Spulenstrom: 100 mA

	<p style="text-align: center;">Robert-Bosch-Gymnasium Physik (2-/4-stündig), NGO</p>	
<p>Praktikum Versuch Nr.: 1.3</p>	<p style="text-align: center;">Block 1 / E-Lehre Magnetfeld einer schlanken Spule</p>	<p style="text-align: right;">5.1.2013 Seite - 2 -</p>

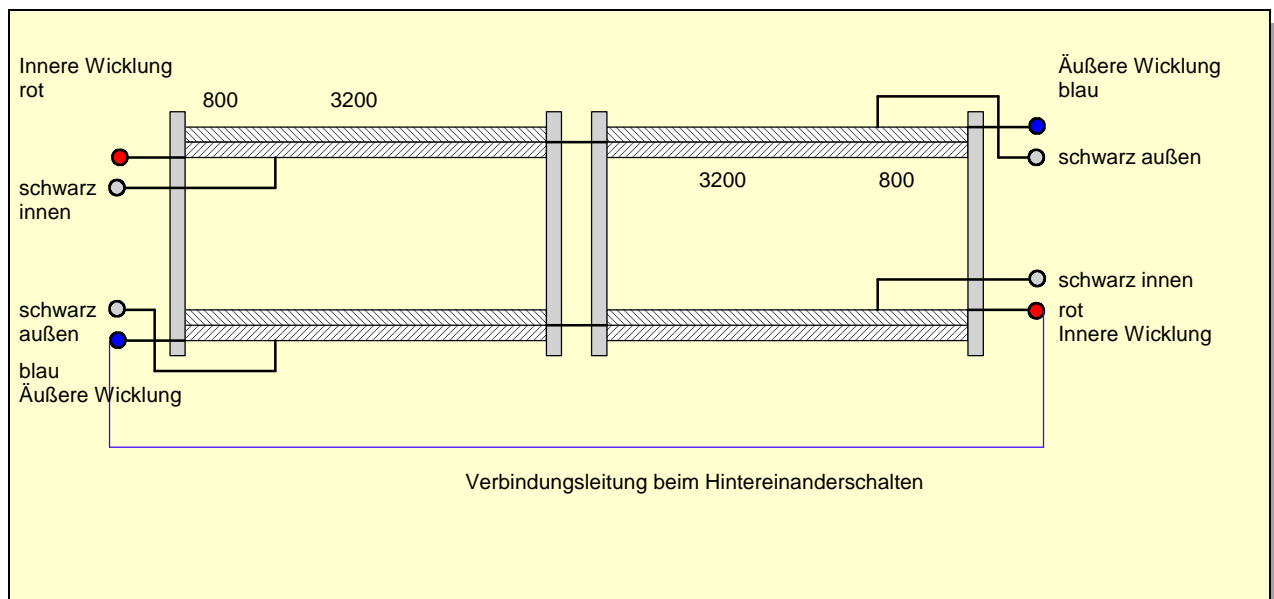
Zum Aufbau der Spule ein Zitat aus der Bedienungsanleitung:

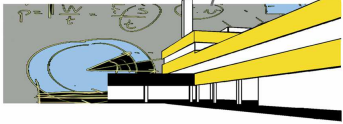
Die Zylinderspule besteht aus zwei zusammensteckbaren Spulenhälften, die jeweils zwei Wicklungen mit 4000 Windungen haben; jede Wicklung kann - vom Ende her gesehen - bei einem Fünftel (800 Windungen auf 4,8 cm) angezapft werden. Bei der zusammengesteckten Zylinderspule sind die äußeren Wicklungen beider Spulenhälften und die inneren Wicklungen mit einander verbunden. Die äußeren Wicklungen haben blaue, die inneren rote Buchsen. Alle Wicklungen sind im gleichen Wicklungssinn hintereinander geschaltet, wenn die Spule gemäß unten stehender Abb. angeschlossen wird. Es muss also eine rote Buchse am einen Spulende mit einer blauen am anderen Ende verbunden werden.



...

Beim Zusammenstecken der Spule ergibt sich in der Mitte ein Schlitz von 6 mm Breite. Durch diesen kann man einen Drahtrahmen, der den Prüfstrom führt oder flache Induktionsspulen einführen. Die im Schlitz fehlenden Windungen sind unmittelbar daneben zusätzlich aufgewickelt.... Die Feldstärke entspricht dem für unendlich lange Spulen geltenden Wert bis auf einen Fehler, der unter 1% bleibt.



	<p><i>Robert-Bosch-Gymnasium</i> Physik (2-/4-stündig), NGO</p>	<p>Robert Bosch Gymnasium </p>
<p>Praktikum Versuch Nr.: 1.3</p>	<p>Block 1 / E-Lehre Magnetfeld einer schlanken Spule</p>	<p>5.1.2013 Seite - 3 -</p>

Die Stärke des Magnetfeldes (seine Flussdichte) wird mit Hilfe eines speziellen Magnetfeldsensors gemessen. Dieser Sensor (eine so genannte Hall-Sonde, nach Edwin Hall) liefert eine zur Flussdichte direkt proportionale Spannung. Das Magnetfeldmessgerät (Teslameter) ist demnach nichts anderes als ein Messverstärker, der die von der Hallsonde gelieferte Spannung um einen (je nach Messbereich unterschiedlichen) Faktor verstärkt, so dass am Ausgang eine zur Flussdichte proportionale Spannung anliegt. (z. B. 1 V entspricht 1 mT). Die Messbereiche sind in 1,3-Teilung gestuft.

2. Versuchsvorbereitung

Informiere Dich an Hand des Physiklehrbuches über das Zustandekommen des Magnetfeldes bei einer stromdurchflossenen Spule. Versuche insbesondere zu verstehen, weshalb bei einer langgestreckten Spule die Querschnittsfläche unerheblich ist. Lies (je nach Interesse) auch die Abschnitte über den so genannten Hall-Effekt und das Zustandekommen einer Hallspannung, die zur Flussdichte des äußeren Magnetfeldes proportional ist. Falls der Hall-Effekt nicht im Unterrichtsgang besprochen wird (wurde), ist diese Information optional.

3. Versuchsaufbau, Durchführung der Messung / Messaufgaben


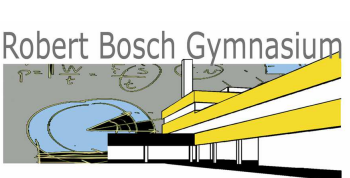
Aufbau und Durchführung:

Verbinde die langgestreckte Spule über ein Amperemeter mit dem Netzgerät, welches bei ca. 250 V etwa 100 mA liefern kann. Achtung: diese Spannung ist gefährlich, da das Netzgerät den zur Spannung gehörenden Strom auch tatsächlich längere Zeit liefern kann. Daher: Netzgerät ausgeschaltet lassen, bis alle Kabelverbindungen hergestellt und überprüft sind. Erst dann Netztaaste betätigen! Der Versuchsleiter kontrolliert die Apparatur vor Inbetriebnahme!

Je nach Versuchsteil werden bei hintereinander geschalteten Wicklungen oder bei Verwendung nur einer Wicklungsschicht alle Windungen oder der Abgriff nach den ersten 800 Windungen benutzt. Da die Windungen gleichmäßig aufgebracht sind, verringert sich mit der Zahl der Windungen automatisch proportional dazu auch die Spulenlänge.



Die Hallsonde wird eventuell mit einem Stativaufbau fixiert, so dass das Hallplättchen mit der breiten Querschnittsfläche senkrecht zu den Feldlinien des Magnetfeldes steht.

	<p style="text-align: center;"><i>Robert-Bosch-Gymnasium</i> Physik (2-/4-stündig), NGO</p>	
<p>Praktikum Versuch Nr.: 1.3</p>	<p style="text-align: center;">Block 1 / E-Lehre Magnetfeld einer schlanken Spule</p>	<p style="text-align: right;">5.1.2013 Seite - 4 -</p>

Zu untersuchen ist (durch mehrere Messungen bei z. B. 10 verschiedenen Stromstärken) die Flussdichte in der Spule bei Benutzung einer und bei Benutzung beider Wicklungslagen. Ferner ist der Einfluss der Spulenlänge und der Windungszahl zu ermitteln durch Benutzung der inneren Wicklungsabgriffe.

Messaufgabe:

Durch die Messungen soll ermittelt werden, wie sich Stromstärke und Flussdichte zu einander verhalten. Es soll auch untersucht werden, wie die Spulenlänge l und die Windungszahl n auf die Flussdichte einwirken.

Zuletzt sollen alle Proportionalitäten zusammengefasst werden, so dass auf der einen Seite die Flussdichte B , auf der anderen alle anderen relevanten Größen stehen.

Die Proportionalitätskonstante zwischen B und den anderen Größen heißt magnetische Feldkonstante. Ihr Wert ist zu ermitteln.

4. Auswertung

Alle Messungen sind tabellarisch darzustellen sowie grafisch. Proportionalitäten sind durch Bildung des Quotienten der proportionalen Größen zu bestätigen. Die magnetische Feldkonstante ist zu ermitteln und die Genauigkeit des Wertes ist abzuschätzen (Größtfehlerbetrachtung).

Zum Schluss ist der Wert der magnetischen Flussdichte in der Spule anzugeben, wenn alle 16000 Windungen gleichsinnig von einem Strom der Stärke 100 mA durchflossen werden.