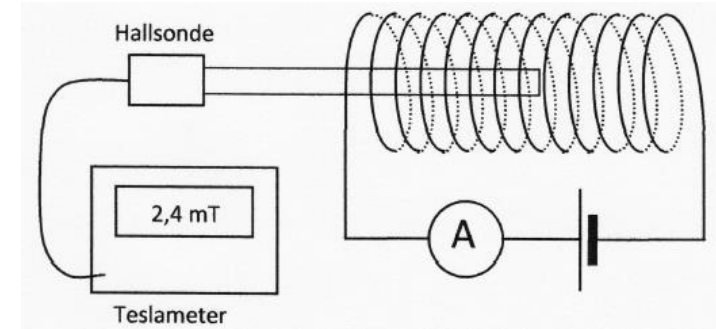


Spulen sind Grundbestandteile von Motoren, Generatoren und Transformatoren. Anhand einer Spulenanordnung haben wir die magnetische Flussdichte B eingeführt (Kap. 3.2). **Sage vorher, von welchen Faktoren die Stärke des Magnetfeldes (Flussdichte B) abhängen könnte.**

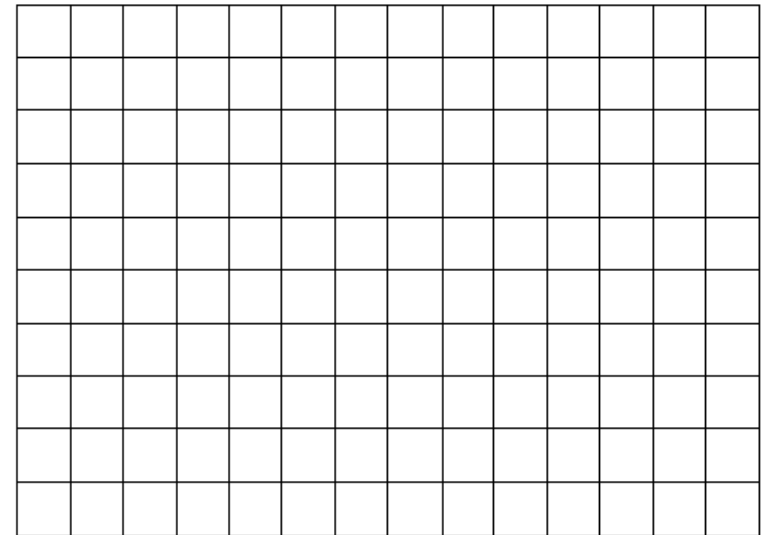
3.3 Feld einer langgestreckten Spule mögliche Einflussfaktoren:



Hauptexperiment: Variation der Stromstärke

Im Versuch verwenden wir zur Messung der Flussdichte eine Hallsonde, deren Funktionsweise wir erst zu einem späteren Zeitpunkt verstehen lernen. Im ersten Versuch verwenden wir nur eine Spule und variieren die Stromstärke. **Notiere während des Versuches die Messwerte für die Flussdichte und stelle sie anschließend in einem $I - B$ - Diagramm dar. Erläutere den Zusammenhang zwischen den beiden Größen.**

I in A	B in mT
0,0	
1,0	
2,0	
3,0	
4,0	
5,0	
6,0	
7,0	



Im zweiten Versuch verwenden wir verschiedenen Spulen, die jeweils gleiche Windungszahl und Länge haben, sich aber im Durchmesser d unterscheiden. Die Stromstärke ist immer 1,0 A.

Notiere die Messwerte und interpretiere das Ergebnis.

Variation des Spulendurchmessers

d in mm	B in mT
26	
33	
41	

Im dritten Versuch verwenden wir bei gleicher Stromstärke zwei Spulen mit gleicher Länge, die aber unterschiedliche Windungszahlen haben.

Im vierten Versuch verwenden wir eine flexible Spule, die sich zusammenschieben und dehnen lässt, so dass wir ihre Länge variieren können.

Notiere wieder die Messwerte und formuliere die Ergebnisse.

Variation der Windungszahl

Windungszahl	150	300
Flussdichte B in mT		

Variation der Länge der Spule

Länge l in cm	60	30
Flussdichte B in mT		

Zusammenfassung der Ergebnisse

Unterschiedliche Proportionalitäten zur selben Größe lassen sich zu einer Proportionalität zusammenfassen. Das haben wir bereits bei mehreren Experimenten gemacht.

Proportionalitäten lassen sich mit Hilfe von Konstanten auch als Gleichungen darstellen. In unserem Fall heißt diese magnetische Feldkonstante (die 0 steht für den Wert im Vakuum, in Luft ist kaum ein Unterschied dazu). Durch magnetisierbare Materialien (Eisen) kann das Feld aber mehr als hundertmal so stark werden, das kennst Du schon aus der Mittelstufe.

Wir sind es gewohnt, dass physikalische Konstanten als "krumme" Dezimalbrüche in Erscheinung treten. Die merkwürdig mathematische Form der Feldkonstanten liegt daran, dass sie sich aus der Definition anderer Größen exakt ergibt.

Berechne mit Hilfe der Formel und dem letzten Messwert der ersten Messreihe die magnetische Feldkonstante in Luft. Achte auf korrekte Umwandlung der Einheiten.

Ableitung einer Formel

Die magnetische Flussdichte B einer **langgestreckten Spule** (Länge > 10 -facher Durchmesser) lässt sich berechnen durch die Formel

mit I = Stromstärke, N = Windungszahl, l = Länge der Spule
 $\mu_0 (= 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{Vs}{Am})$ heißt magnetische Feldkonstante im Vakuum, die Verstärkung des Magnetfeldes durch Eisenkerne wird durch einen zusätzlichen Faktor μ_r (relative Permeabilität) berechnet.

Anwendung der Formel

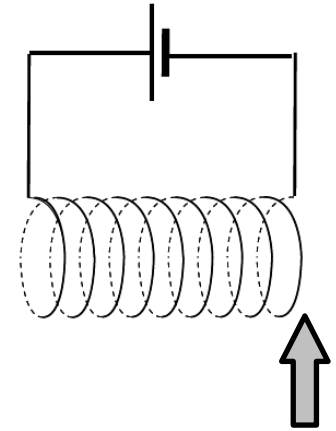
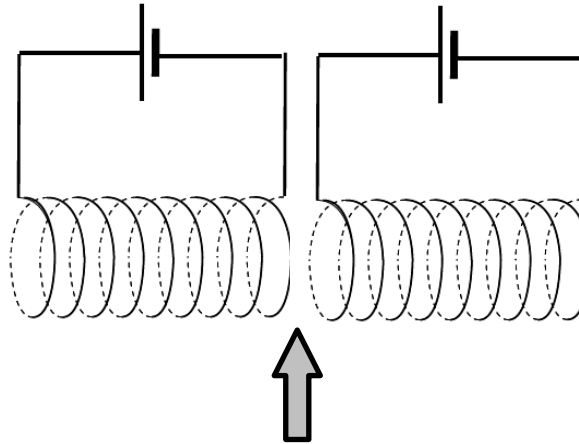
Die hergeleitete Formel gilt nur im Inneren einer langgestreckten Spule. Zum Rand hin nimmt die Flussdichte dagegen ab. Hier ermittelst Du an einem Beispiel, wie groß die Flussdichte am Rand einer Spule ist.

Zwei Spulen mit je 300 Wdg und 10 cm Länge werden direkt aneinandergestellt, die Stromstärke beträgt jeweils 1 A. Man kann diese Kombination so betrachten, als wäre es eine gesamte Spule.

a) Berechne die Flussdichte in der Mitte (Pfeil).

b) Zur berechneten Flussdichte tragen beide Spulen bei. Bestimme die Flussdichte am Rand einer Spule und vergleiche.

Anwendung: Feld am Rand einer Spule



Selbst-Check:

- Aufbau des Experiments
- experimentelle Ergebnisse
- Ableitung einer Formel für B
- magnetische Feldkonstante
- B am Rand einer Spule

Übungsmöglichkeiten:

Aufgaben zum Thema findest Du auf Leifiphysik unter: Teilgebiet Elektrizitätslehre - Ströme und magnetische Feld - Magnetfeld von langen Zylinder-spulen Aufgaben. Eine gute Basisaufgabe ist "Spulenstrom für ein Magnetfeld". Mit dem Quiz übst Du vor allem semiquantitative Aufgaben (je-desto).