

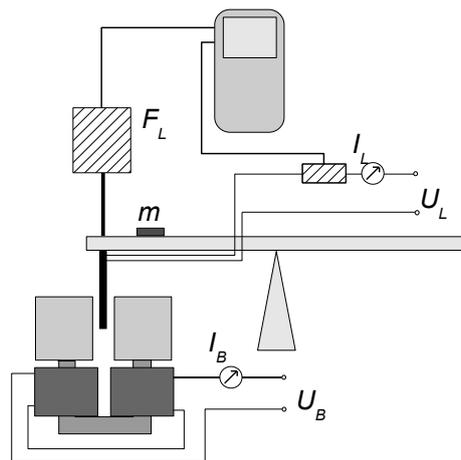
1. Die magnetische Flussdichte

Die magnetische Flussdichte lässt sich über die Kraftwirkung auf einen geraden, stromdurchflossenen Leiter als $B = \frac{F}{I \cdot l}$ definieren. Es ist also $F \sim I$ und $F \sim l$.

Will man diese Proportionalitäten im Experiment an einem Stück Leiter der Länge l zeigen, so muss man sehr kleine Kräfte messen. Oft wird in diesem Zusammenhang eine Stromwaage genutzt, die an dem Ende, wo sich der Leiter befindet, von einer empfindlichen Federwaage gehalten wird. Der Leiter selbst taucht in ein kräftiges, homogenes Magnetfeld ein. Schaltet man den Strom durch den Leiter ein, so wird er durch die Lorentzkraft in das Magnetfeld gezogen, wodurch die Federwaage gedehnt wird. Jetzt muss man sie neu justieren, bis sich die Waage wieder in ihrem ursprünglichen waagerechten Zustand befindet; erst dann kann man die Kraft ablesen. Dieser Vorgang muss bei allen Messungen wiederholt werden.

Der Ablauf lässt sich mit einem Stromsensor und einem Kraftsensor erheblich vereinfachen und in seinem Verlauf automatisieren, da der Kraftsensor nicht gedehnt wird und somit das Nejustieren entfällt. Das Gewicht des Drahtrahmens ist unerheblich und er kann auch für die kurze Dauer einer Messung mit einem wesentlich höheren Strom (im Beispiel bis 10 A) belastet werden als im herkömmlichen Aufbau.

Aufbau:



Felderzeugung:

U-Kern mit je 2 Spulen zu 250 Windungen und sehr breiten Polschuhen

Gleichstromquelle $I_B = 5$ A (Amperemeter zur Kontrolle)

Lorentzkraft:

Stromwaage mit verschiedenen langen Leitern bzw. entsprechende Drahtrahmen (im Beispiel 5 – 7,5 – 10 cm)

Zweibereichs-Kraftsensor für F_L im Bereich 10 N (Eingang 1)

Stromwaage (mit einer starren Verbindung (Metallhaken) am Kraftsensor befestigt)

kleine Masse ($m < 50$ g) zur Vorspannung der starren Verbindung

Gleichstromquelle I_L bis 10 A regelbar (Amperemeter zur Kontrolle)

Stromsensor für I_L (in Serie mit dem Amperemeter) (Eingang 2)

Durchführung:*Einstellungen:*

Messrate: 20 Messungen pro Sekunde

Messdauer: 2 s

Alle Sensoren auf Null setzen

Durchführung:

Spulenstrom $I_B = 5$ A einschalten.

Sensoren kontrollieren ($F_L \approx 0$ N beachten, evtl. noch einmal korrigieren).

Leiterspannung U_L einschalten.

Messung am Handheld starten und Strom I_L während der Messdauer von 2 s gleichmäßig von 0 A auf 10 A hochregeln.

Strom sofort wieder herunterregeln, um den Leiter nicht zu sehr zu belasten.

Messung abspeichern und eine neue Messung mit einer anderen Leiterlänge starten.

Man erhält eine Darstellung wie in Bild 1.1 („Aktuell“ ist der Strom I).

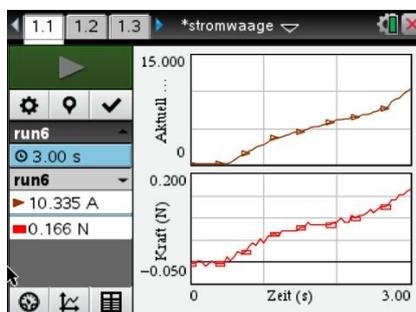


Bild 1.1

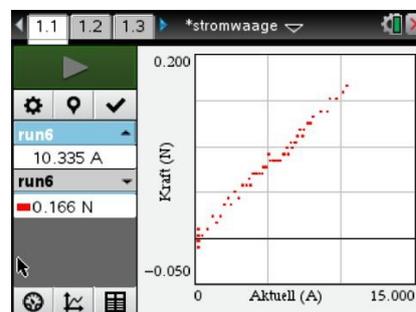


Bild 1.2

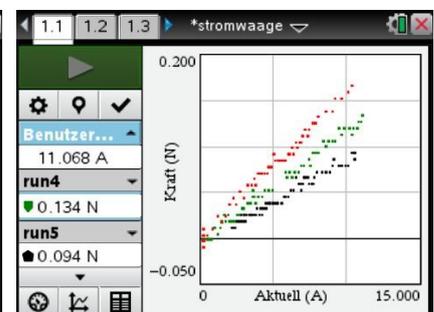


Bild 1.3

Auswertung:

1. Lässt man sich wie in Bild 1.2 die einzelnen Messpunkte darstellen, so sieht man, dass der Kraftsensor bei dieser Messung an seine Grenzen stößt, denn man erkennt sehr deutlich eine Stufung der Messwerte sowie eine starke Streuung. Die Lage der Messwerte lässt jedoch sehr gut den proportionalen Zusammenhang für alle Leiterlängen vermuten (Bild 1.3).
2. In Bild 1.4 ist die proportionale Regression für eine Messung durchgeführt worden; in Bild 1.5 dann für alle Messungen.

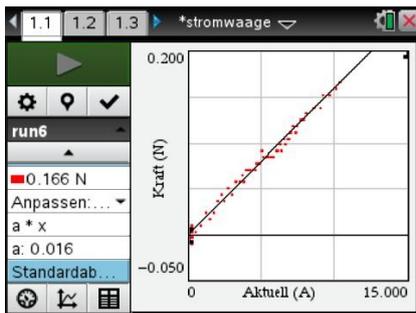


Bild 1.4

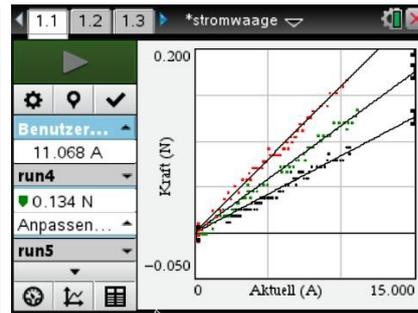


Bild 1.5

	1	2	3
c in T·cm	0,008	0,012	0,016
l in cm	5,0	7,5	10,0
B in T	0,16	0,16	0,16

Tabelle

3. Die Graphen der Proportionalitäten sind Geraden mit der Gleichung $F = c \cdot I$ mit $c = B \cdot l$. In der Tabelle sind die Flussdichten mit $B = c/l$ ausgerechnet worden. In Übereinstimmung mit dem Experiment ergibt sich für B bei allen Messungen derselbe Wert, da B konstant gehalten wurde.