

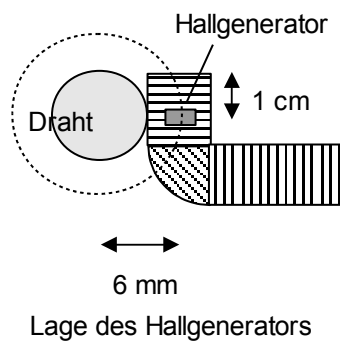
2. Das Magnetfeld eines stromdurchflossenen Leiters

Für die von einem Strom I in einem (eigentlich unendlich langen) Leiter erzeugte Flussdichte im Abstand r gilt:

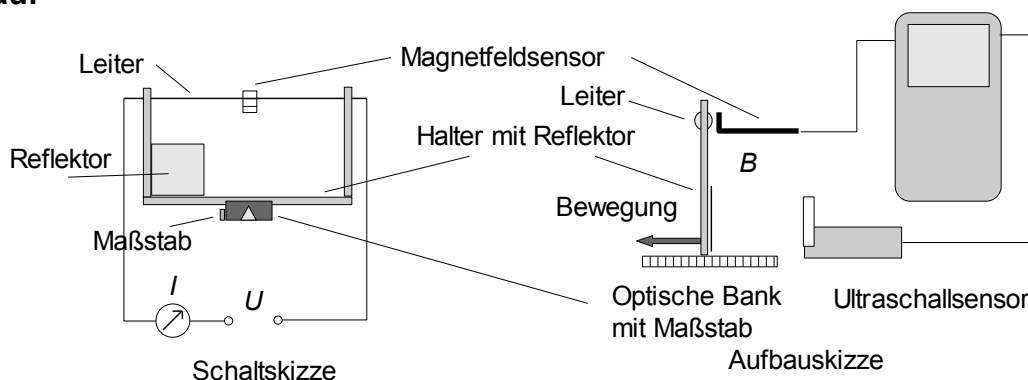
$$B = \frac{I}{2\pi\epsilon_0 c^2} \cdot \frac{1}{r}$$

Bei konstantem Strom ist also $B \sim \frac{1}{r}$.

Für die Messung sollte man beachten, dass selbst bei einem Strom von 10 A nur eine kleine Flussdichte erzeugt wird, die von der Umgebung massiv beeinflusst werden kann. **Deshalb darf der Magnetfeldsensor während der Messung nicht mehr bewegt werden.** Außerdem sollten im Aufbau ferromagnetische Materialien nur in einer größeren Entfernung vom Sensor verwendet werden. Als Leiter reicht ein Experimentierkabel, das z.B. von zwei Holzklammern gehalten wird. Beim verwendeten Sensor befindet sich der eigentliche Sensor ca. 10 mm hinter der Frontabdeckung und parallel zu ihr (Bild unten). Deshalb muss er abgewinkelt werden, damit die kreisförmigen Feldlinien senkrecht auftreffen können. Für die Entfernungsmessung kann man einen einfachen Maßstab oder optional den Ultraschallentfernungssensor verwenden.



Aufbau:



Stromquelle 10 A geglätteter Gleichstrom (ideal: Konstantstromquelle)

Amperemeter (zur Kontrolle)

Magnetfeldsensor Bereich 0,3 mT (Eingang 1), ortsfest an Stativmaterial befestigt

Maßstab

Aufbau des Leiters auf optischer Bank, verschiebbar

optional:

Ultraschallentfernungssensor (digitaler Eingang 1) (befestigt an der Halterung des Magnetfeldsensors)

Reflektorfläche (z. B. Karteikarte) (befestigt am Leiteraufbau)

Durchführung:**Einstellungen:**

Messmodus „Ereignisse mit Eingabe“, wenn die Entfernung von Hand eingegeben wird.

Messmodus „Ausgewählte Ereignisse“, wenn der Ultraschall-Bewegungssensor verwendet wird (Bild 2.1).

Wegen der deutlichen Streuung der Messwerte bei einer Einzelmessung sollte in jedem Fall über einen längeren Zeitraum mit Mittelwertbildung gemessen werden (s. Beispiel Bild 2.2, Schaltfläche „Durchschnitt über 10 s“ anklicken und bei manueller Eingabe als Ereignis Weg s mit der Maßeinheit m eintragen).¹

Durchführung:

Vor Beginn der Messung alle Sensoren auf Null setzen.

Strom einschalten ($I = 10\text{ A}$).

Stromrichtung so einstellen, dass positive Flussdichten gemessen werden.

Leiter ganz dicht an den Sensor herantführen, ohne den Leiter zu berühren. Dann den Leiter in Schritten zu 3 bis 4 mm verschieben und jeweils eine Messung durchführen.

Stromstärke immer wieder kontrollieren.

Bei Verwendung des Ultraschallsensors ergibt sich eine grafische Darstellung wie in Bild 2.3.

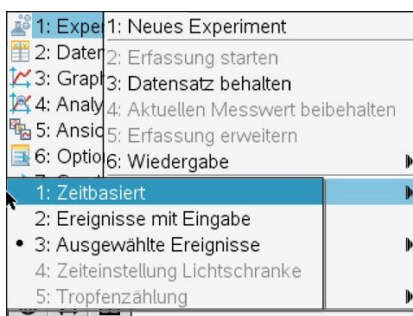


Bild 2.1

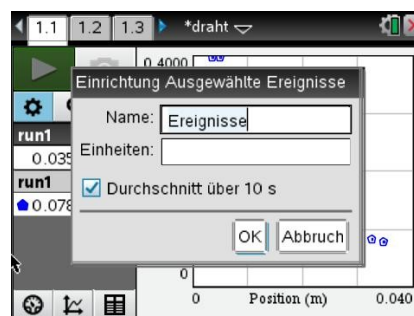


Bild 2.2

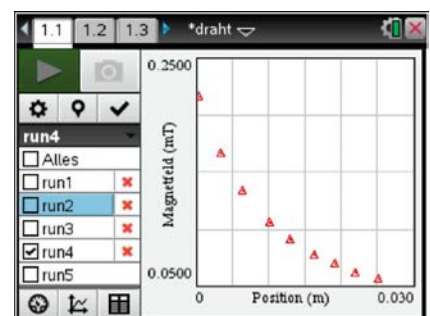


Bild 2.3

¹ TI-Nspire™CX mit LabCradle: Die Messreihe wird gestartet durch den grünen Startbutton ► und auch dort beendet (roter Stoppbutton ■); ein einzelner Messwert wird durch den rechten Photo-Button ■ aufgenommen.

Auswertung:

1. Die Daten an die Tabellenkalkulation senden und darin die Positionsdaten korrigieren, denn der Drahradius und der Sensorradius (im Beispiel 6 mm) müssen noch hinzugefügt werden.
2. Nach Durchführung einer Potenzregression den Regressionsgraphen und die korrigierten Messdaten gemeinsam darstellen (Bild 2.4).
3. Die Antiproportionalität wird recht gut bestätigt, ebenso wie der Koeffizient vor $1/r$, denn er hat bei $I = 10$ A auch rechnerisch den Wert $0,000002 \text{ T}\cdot\text{m} = 0,002 \text{ mT}\cdot\text{m}$ (Bild 2.4).

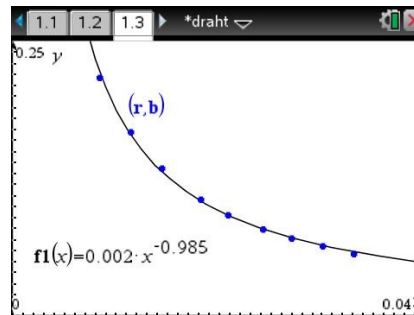


Bild 2.4