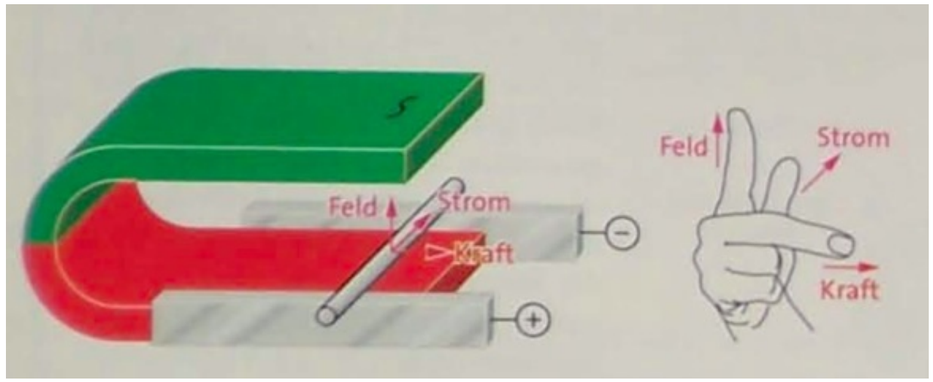
Die magnetische Feldstärke

Auf einen im Magnetfeld senkrecht zur Feldrichtung befindlichen stromdurchflossenen Leiter wirkt eine Kraft, die senkrecht zum Leiter und senkrecht zum Feld gerichtet ist.



Die Feldstärke wird, analog zum elektrischen Feld, als Kraft pro Probegröße definiert. Nur ist die Probegröße in diesem Fall etwas komplizierter:

$$B = \frac{F}{I\,\ell}$$

ℓ = Leiterlänge
I = Stromstärke

Die Einheit der magnetischen Feldstärke B heißt *Tesla* (nach Nicola TESLA, 1856–1943):
$[B] = 1\ \mathrm{T}\ (\mathrm{Tesla}) = 1\ \mathrm{N/Am} = 1\ \mathrm{Vs/m^2}$

Mathematisch exakt und allgemein wird der Zusammenhang zwischen B-Feld, Kraft, Stromstärke und Leiterlänge durch das sog. Kreuzprodukt (oder Vektorprodukt: eine Multiplikation zweier Vektoren, die als Ergebnis wieder einen Vektor liefert), das auch noch die Winkelabhängigkeit berücksichtigt:

$$\boxed{\vec{F} = \ell \cdot \vec{I} \times \vec{B} \quad , \quad |\vec{F}| = F = \ell \cdot I \cdot B \sin\measuredangle(\vec{I}, \vec{B})}$$

("Sinus des Winkels zwischen I und B")

Meistens berechnet man in der Physik den Betrag von F und ermittelt die Richtung von F durch die 3-Finger-Regel.

Die magnetische Kraft

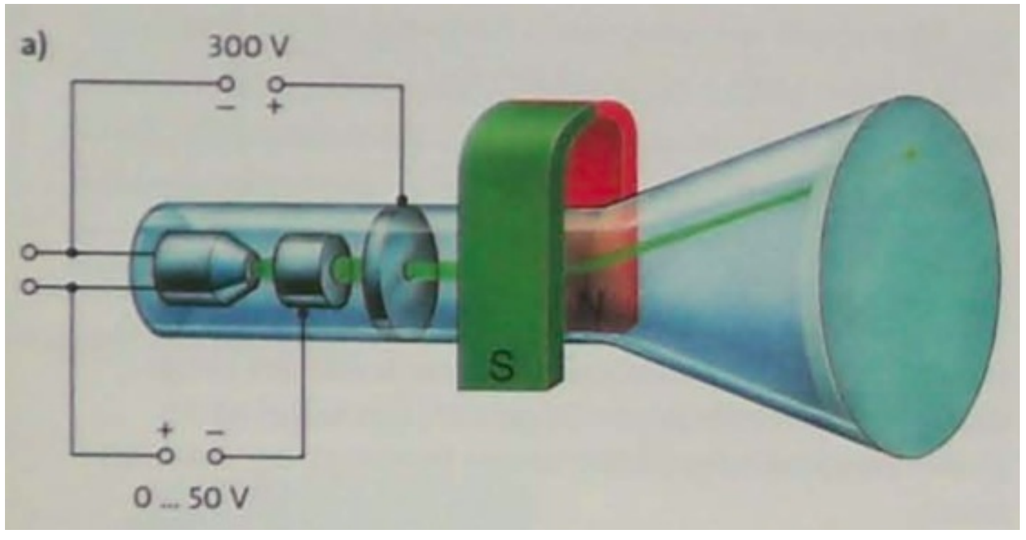
"Der Strom" ist ja bekanntlich ein Gedankenkonstrukt. Tatsächlich wirkt die magnetische Kraft auf bewegte Ladungsträger.
Auf Ladungsträger, die sich im Magnetfeld bewegen, wirkt die Lorentz-Kraft. Sie steht senkrecht auf der von der Bewegungsrichtung und der Feldrichtung aufgespannten Ebene und ist am größten, wenn Bewegung und Feld senkrecht zueinander gerichtet sind. Die Drei-Finger-Regel gibt die Richtung der Lorentz-Kraft an.
Dabei gilt: für positive Ladungen nimmt man die rechte Hand,
für negative die linke.

Exakt und allgemein wird die Lorentzkraft wieder durch das Kreuzprodukt beschrieben:

$$\boxed{\vec{F} = q \cdot \vec{v} \times \vec{B} \quad , \quad |\vec{F}| = F = q \cdot v \cdot B \cdot \sin \measuredangle(\vec{v}, \vec{B})}$$

Meistens berechnet man in der Physik den Betrag von F und ermittelt die Richtung von F durch die 3-Finger-Regel.

In einer Braunschen Röhre kann man diese Kraft sichtbar machen:



S. 233/2,3:

2. Das an einem Ort nach Norden verlaufende magnetische Erdfeld hat die Horizontalkomponente $B_H = 19\ \mu T$.
   a) Ermitteln Sie die Richtung der Kraft, die das horizontale Feld auf eine in Ost-West-Richtung verlaufende Freileitung ausübt, wenn der Strom nach Osten fließt.
   b) Berechnen Sie die Kraft, wenn $I = 100$ A und der Abstand zwischen zwei Masten $a = 150$ m betragen.
3. Ein waagerechter Draht der Masse $m = 50$ g und der Länge $l = 1$ m, durch den ein Strom von $I = 30$ A fließt, wird von einem Magnetfeld in der Schwebe gehalten. Berechnen Sie die Stärke B des Magnetfeldes.

S. 235/2-5:

2. Eine Kugel mit der Ladung $q = -2$ nC fliegt in einem waagerecht nach Süden gerichteten Magnetfeld der Stärke $B = 500$ mT mit der Geschwindigkeit $v = 300$ m/s in westlicher Richtung. Ermitteln Sie Betrag und Richtung der magnetischen Kraft auf die Kugel.
3. Ermitteln Sie die Richtung und den Betrag der magnetischen Feldstärke B, mit der die Gewichtskraft eines Elektrons, das waagerecht nach Westen mit der Geschwindigkeit $v = 2$ cm/s fliegt, kompensiert wird.
4. Ein Elektron fliegt mit der Geschwindigkeit v senkrecht zu den Feldlinien eines homogenen Magnetfeldes. Erklären Sie, warum das Elektron auf einer Kreisbahn fliegt, und berechnen Sie dessen Geschwindigkeit v für den Kreisbahnradius $r = 15$ cm und die Feldstärke $B = 28$ mT.
5. Ein α-Teilchen ($Q = 2e$, $m_\alpha = 6{,}64 \cdot 10^{-27}$ kg) durchläuft die Beschleunigungsspannung $U = 200$ V und tritt dann in ein Magnetfeld der Stärke $B = 0{,}12$ T ein. Berechnen Sie die magnetische Kraft für die Fälle, dass die Geschwindigkeit mit B einen Winkel von **a)** $\varphi_1 = 90°$, **b)** $\varphi_2 = 60°$, **c)** $\varphi_3 = 30°$ und **d)** $\varphi_4 = 0°$ einschließt.

<-- 12.12.2012