

Den Leiterschaukelversuch kennst du bereits aus der Mittelstufe.

**Die Richtung der Kraft lässt sich mit der UVW-Regel bestimmen. Trage in das linke Bild die Kraft auf die Leiterschaukel ein.**

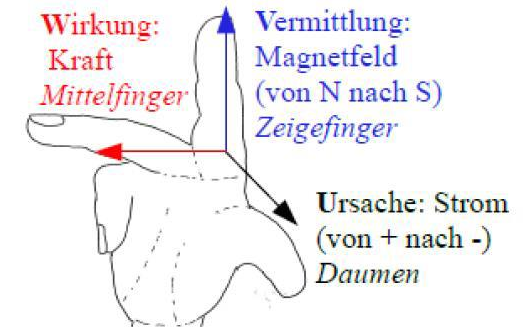
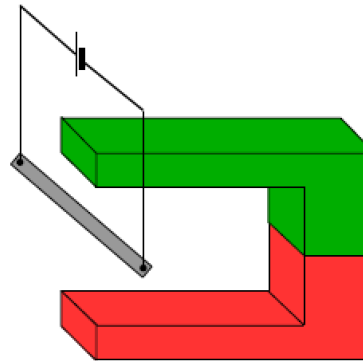
Die folgenden Herleitungen zur magnetischen Flussdichte und zur Lorentzkraft können in der Biophysik aus Zeitgründen nur in Kurzform stattfinden. Ausführliche Informationen mit Versuchsdurchführungen findest du bei Interesse im Phlott 12 Skript der klassischen Physik.

Das Zusammenfassen von Proportionalitäten ist ein wichtiges, aber selten verwendetes Instrument zur Ableitung physikalischer Formeln. **Überlege Dir mit Beispielen, weshalb die Kombination der zwei Größen auch wieder zu einer Proportionalität führt.**

Proportionalität beinhaltet immer konstante Quotienten. Diese haben in der Physik meist eine konkrete Bedeutung. Der hier auftretende Quotient ist ein Maß für die Stärke des magnetischen Feldes.

### 3.6 Ablenkung im Magnetfeld - Lorentzkraft

#### Leiterschaukelversuch



#### Magnetische Flussdichte

Führt man das Leiterschaukelexperiment quantitativ durch, also man misst die Kraft auf den Stab und variiert die Stromstärke  $I$  und die Länge  $l$  des Stabs, dann treten folgenden Proportionalitäten auf:

$$F \sim I$$

$$F \sim l$$

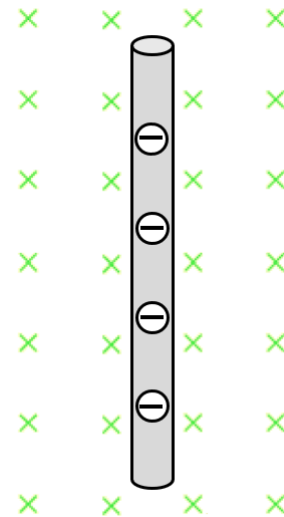
**B** heißt **magnetische Flussdichte**. Diese ist ein Maß für die Stärke des Magnetfelds. Ihre Einheit ist:

$$[B] = 1 \frac{\text{N}}{\text{A} \cdot \text{m}} = 1 \frac{\text{Vs}}{\text{m}^2} = 1 \text{ T} \quad (\text{Tesla})$$

**Für die Kraft auf einen Leiter haben wir oben die Formel  $F = B \cdot I \cdot l$  gefunden. Leite daraus eine Formel für ein einzelnes Elektron ab.**

*(Tipp: modelliere den Strom  $I$  als Bewegung von  $N$  Elektronen auf der Leiterlänge  $l$ ).*

### Lorentzkraft



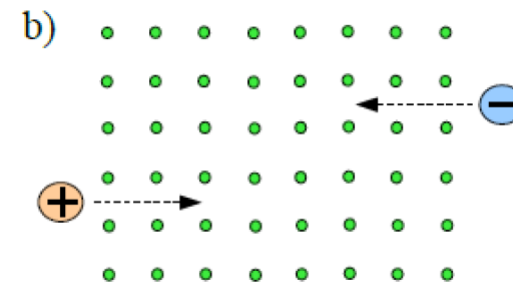
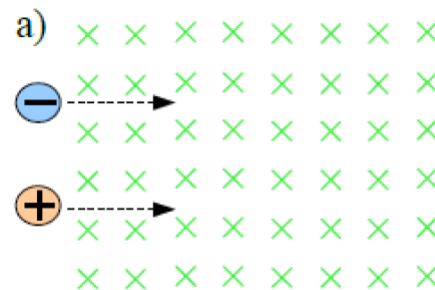
*Statt für ein Elektron schreiben die Formel für die Lorentzkraft allgemein für eine beliebige Ladung  $q$  auf.*

Bewegt sich eine Ladung  $q$  mit einer Geschwindigkeit  $v$  senkrecht zu den Feldlinien eines magnetischen Feldes  $B$ , so erfährt sie die Kraft

Sie steht senkrecht zur Feldrichtung und zur Bewegungsrichtung und lässt sich mit der UVW-Regel bestimmen.

*Hier sind vier Aufgaben zur Anwendung der UVW-Regel auf freie Ladungen im Magnetfeld. Die Ladungen sollen sich untereinander nicht beeinflussen, stelle dir vor, sie fliegen zu verschiedenen Zeiten durch das Magnetfeld. Zeichne sinnvolle Bahnkurven (den Radius können wir nicht berechnen) für die Teilchen.*

### Übungsaufgabe: UVW-Regel •



Beim Fadenstrahlrohr wird der Elektronenstrahl genauso wie in Kapitel 3.5 erzeugt, ein Helmholtz-Spulenpaar außerhalb der Kugel sorgt für ein homogenes Magnetfeld im Experimentierraum.

**Zeichne den Strahlverlauf, den du beobachtet hast. Warum zeigt diese Flugbahn die Existenz einer Kraft an? Zeichne diese Kraft an mehreren Punkten der Bahn ein. Welchen Einfluss hat die Veränderung des Magnetfeldes auf die Flugbahn?**

Messung:

Beschl. spannung  $U_B =$

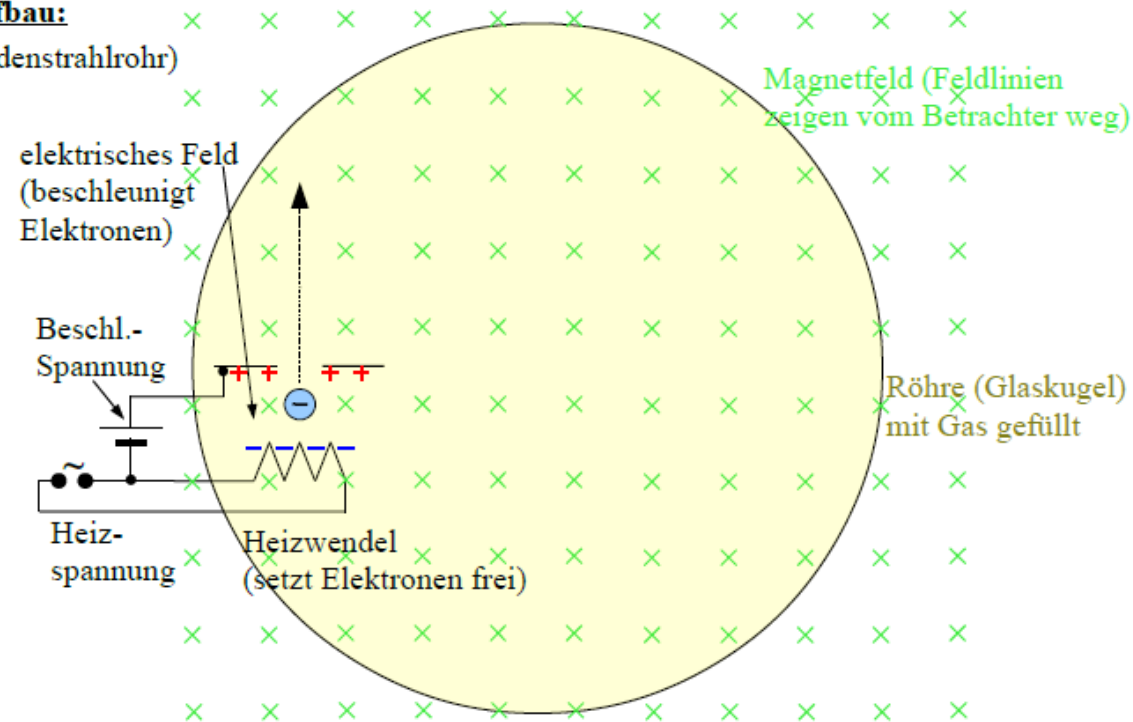
Flussdichte  $B =$

Bahndurchmesser  $d =$

## Fadenstrahlrohr

### Aufbau:

(Fadenstrahlrohr)



*Jetzt werten wir noch unser Experiment vom Anfang quantitativ aus. Mit den Messwerten von oben gelingt es uns, die Masse eines Elektrons experimentell zu bestimmen.*

***Die Lorentzkraft ist gerade die für die Kreisbahn erforderliche Zentripetalkraft. Leite aus dieser Kräftegleichheit zunächst eine Formel für die spezifische Ladung  $e/m$  des Elektrons her. Nachdem wir die Herleitung besprochen haben (die ist nämlich knifflig), kannst Du damit die Masse des Elektrons aus den Versuchsdaten berechnen.***

*(Literaturwert:*

$$m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg})$$