



➤ Magnetismus

3.1 Grunderscheinungen in Experimenten

3.2 Lorentzkraft, Kraft auf bewegte Ladungen

3.3 Quellen des magnetischen Feldes

3.4 Materie im Magnetfeld

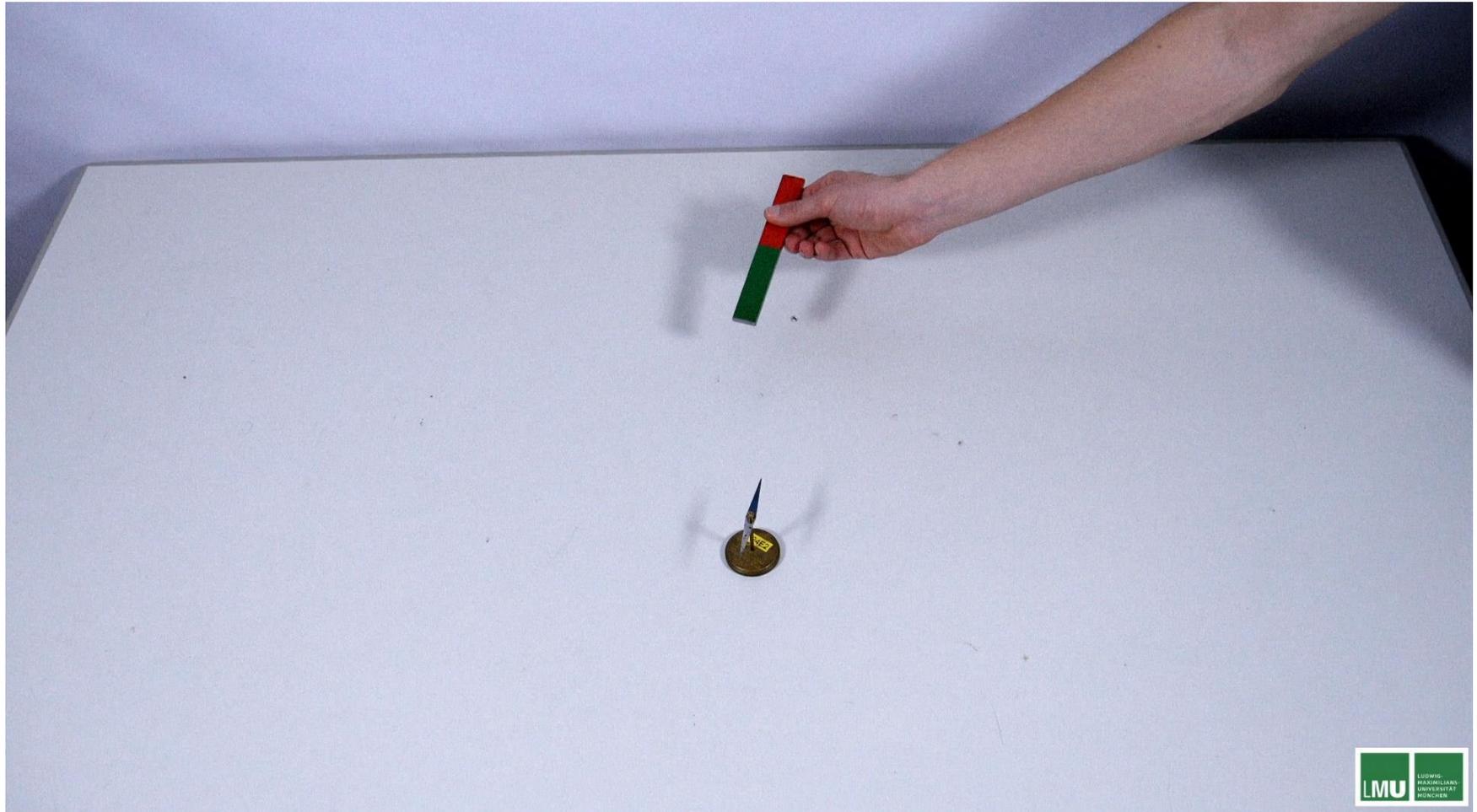
3.5 Induktion

3.6 Energie des Magnetfeldes

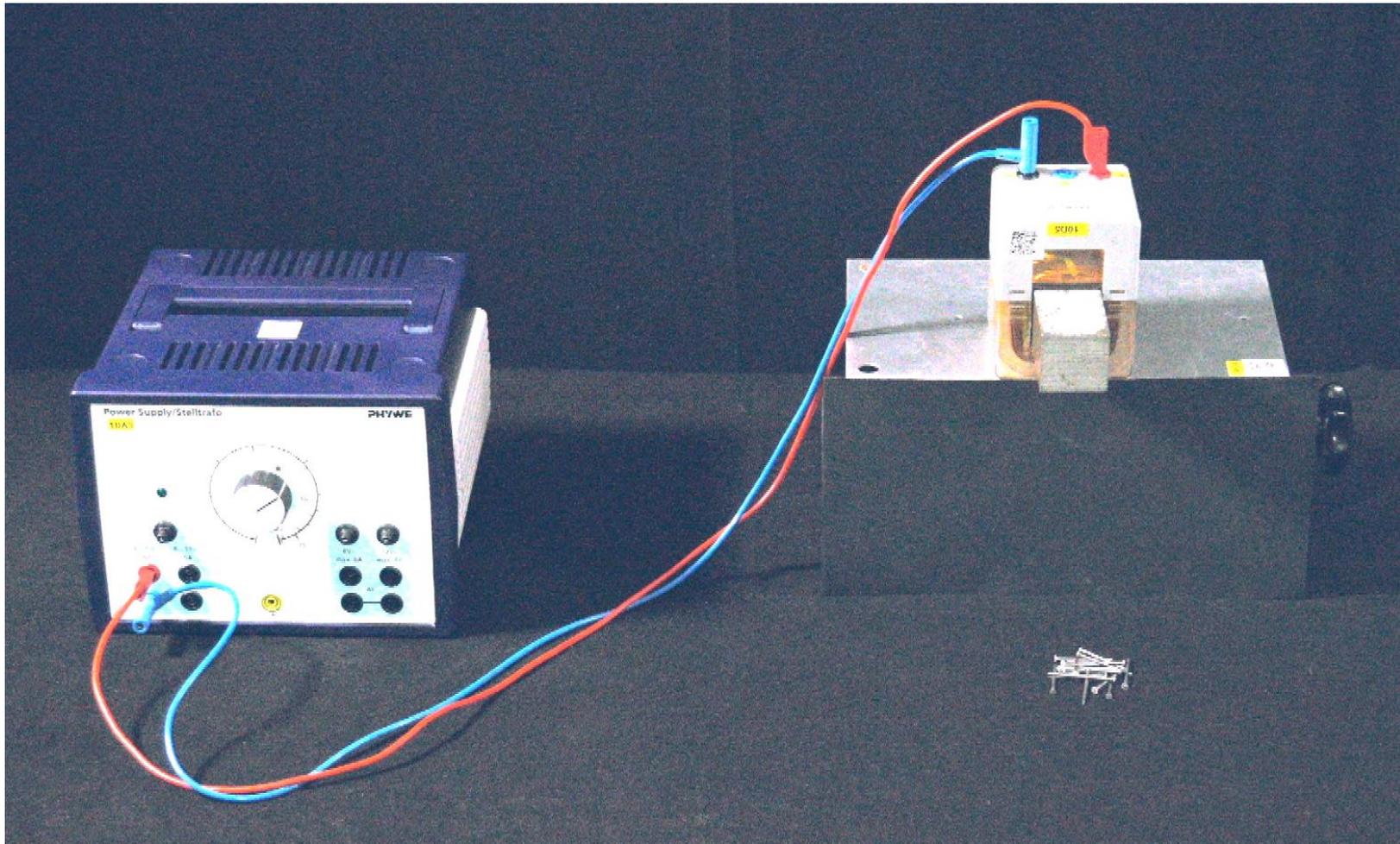


- **Kraftwirkung seit Antike bekannt**
- **Kompassnadel seit 1269**
- **Feld an Polen der Erde ca. $6 \cdot 10^{-5} \text{ T}$ (0,6 Gauß)**

Grundphänomen Dauermagnet

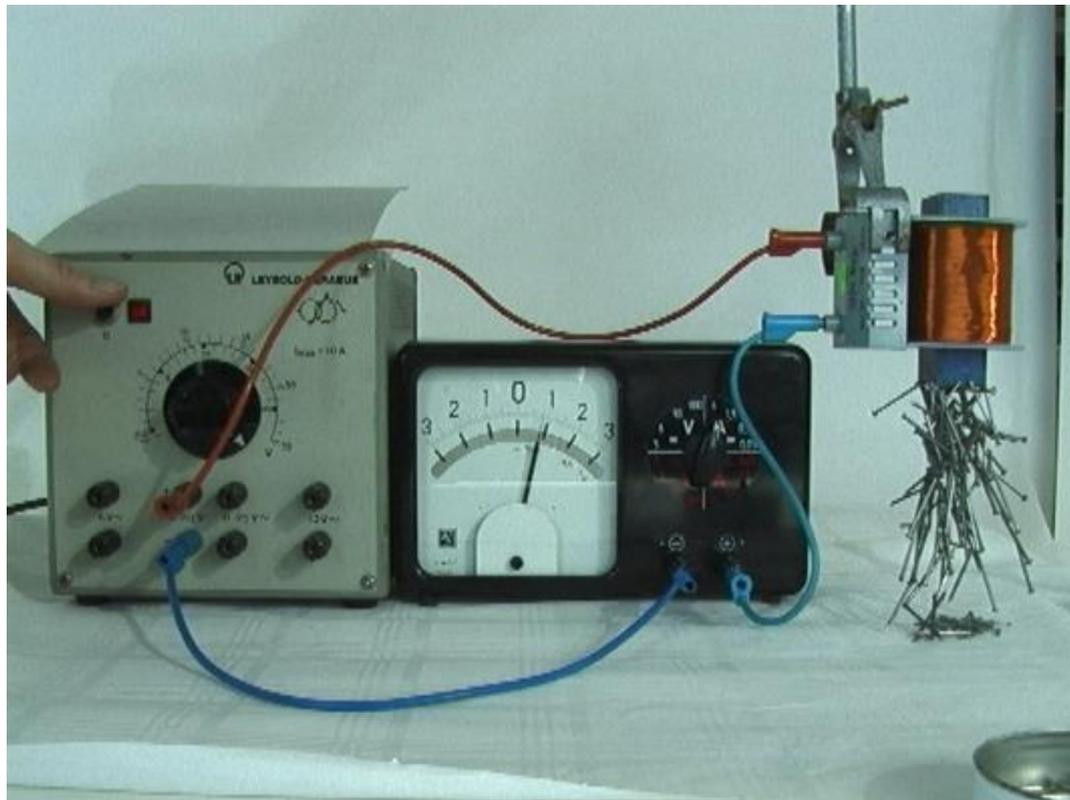


Grundphänomen Elektromagnet



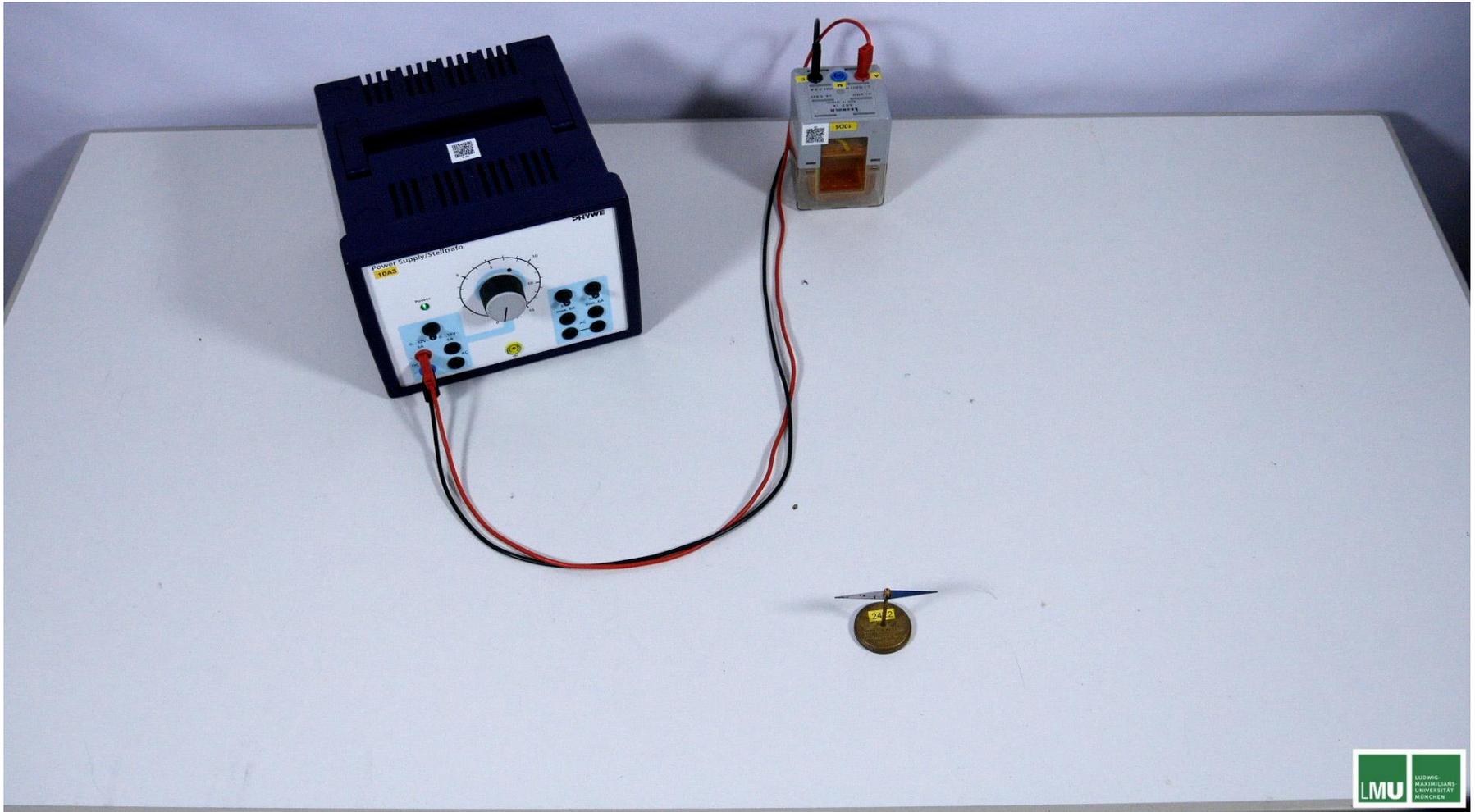
https://www.didaktikonline.physik.uni-muenchen.de/EP2_E_Video/3-1A-Elektromagnet_Naegel.m4v

Grundphänomenen Elektromagnet



https://www.didaktikonline.physik.uni-muenchen.de/EP2_E_Video/3-2B-Emagus2o.m4v

Grundphänomen Elektromagnet





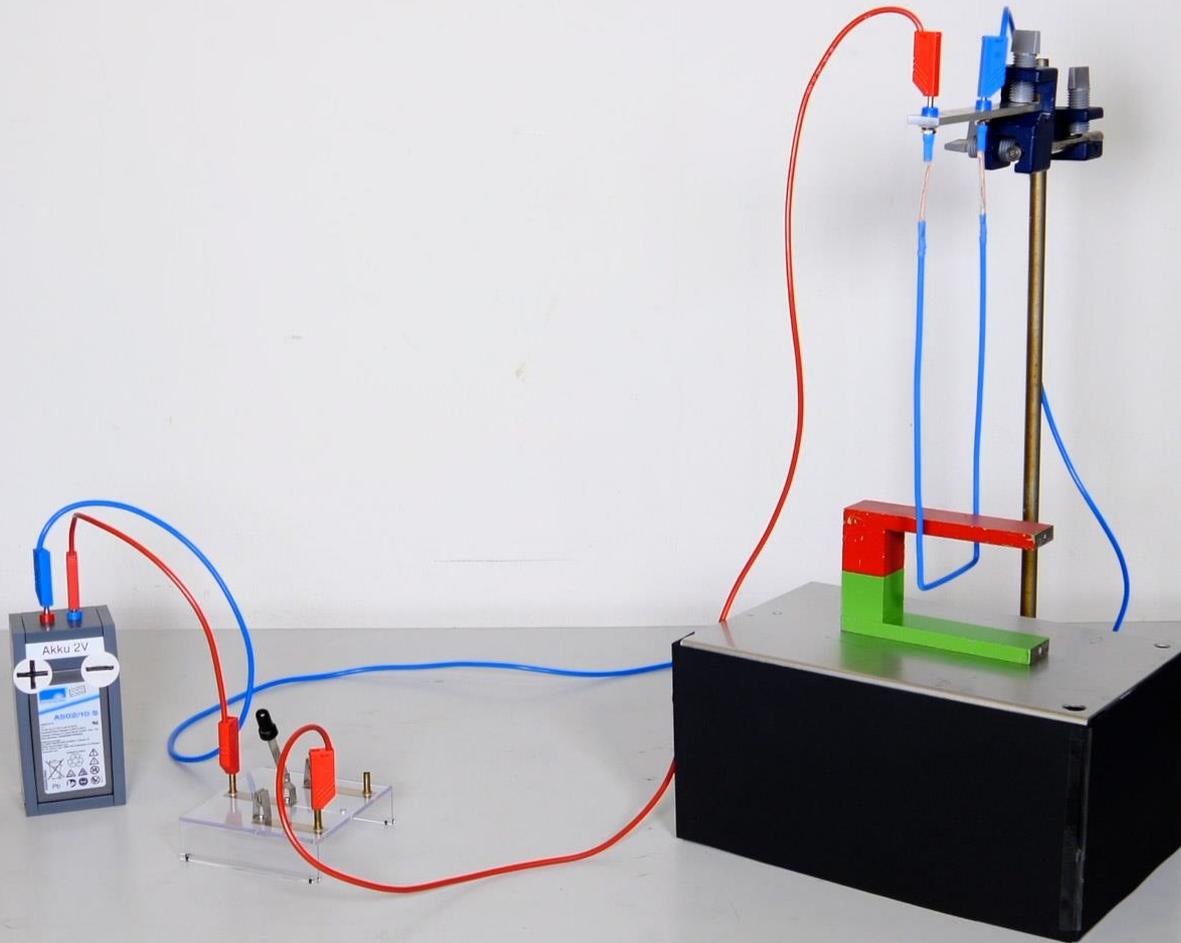
- **Kraftwirkung: Anziehung, Abstoßung**
 - Leiterschaukel
- **Ausrichtung von Magneten in einem Feld (Drehmomente)**
 - Kompassnadeln
- **Es gibt keine magnetischen Monopole (Magnetpole treten paarweise auf)**
 - Rollenmagnete
- **Magnete können induziert werden**
 - Weicheisenstab
- **Ströme verursachen Magnetfelder**
 - Oersteds Versuch
- **Magnetische Feldlinien sind geschlossene Linien**
 - Feldlinienbilder
- **Magnetfelder wirken auf bewegte Ladungen**
 - Elektronenstrahl-
ablenkröhre



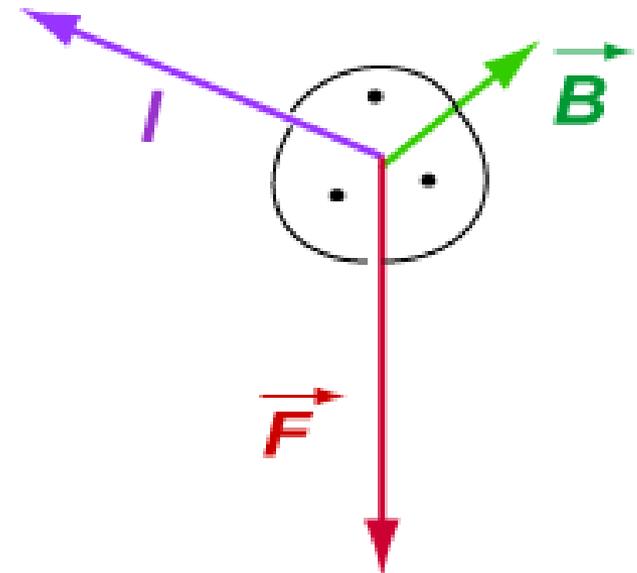
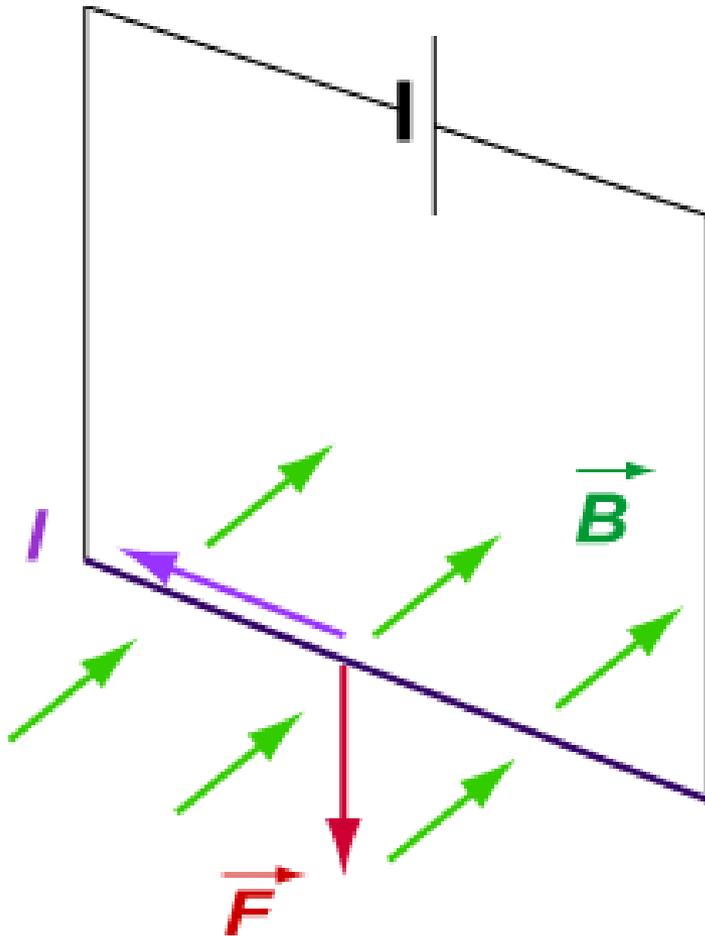
Lorentzkraft

- Kraft auf stromdurchflossene Leiter
- Kraft auf freie, bewegte Ladungsträger

„Leiterschaukel“



Kraft auf stromdurchflossene Leiter



➤ Versuch: Leiterschaukel



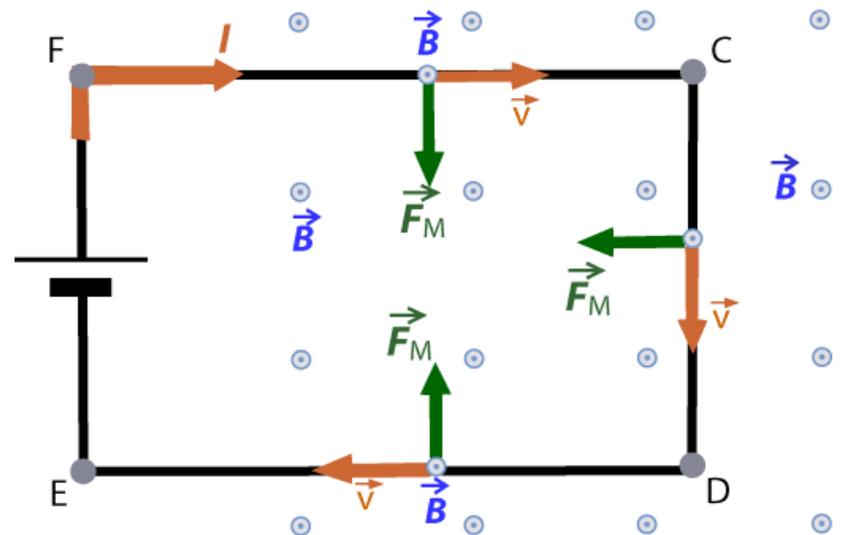
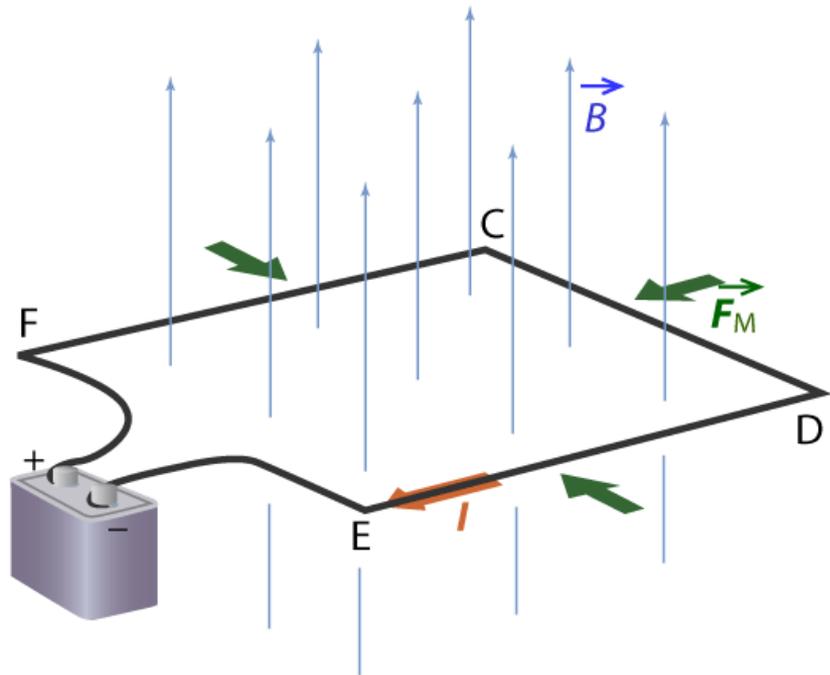
- Kraft auf geraden Leiter:



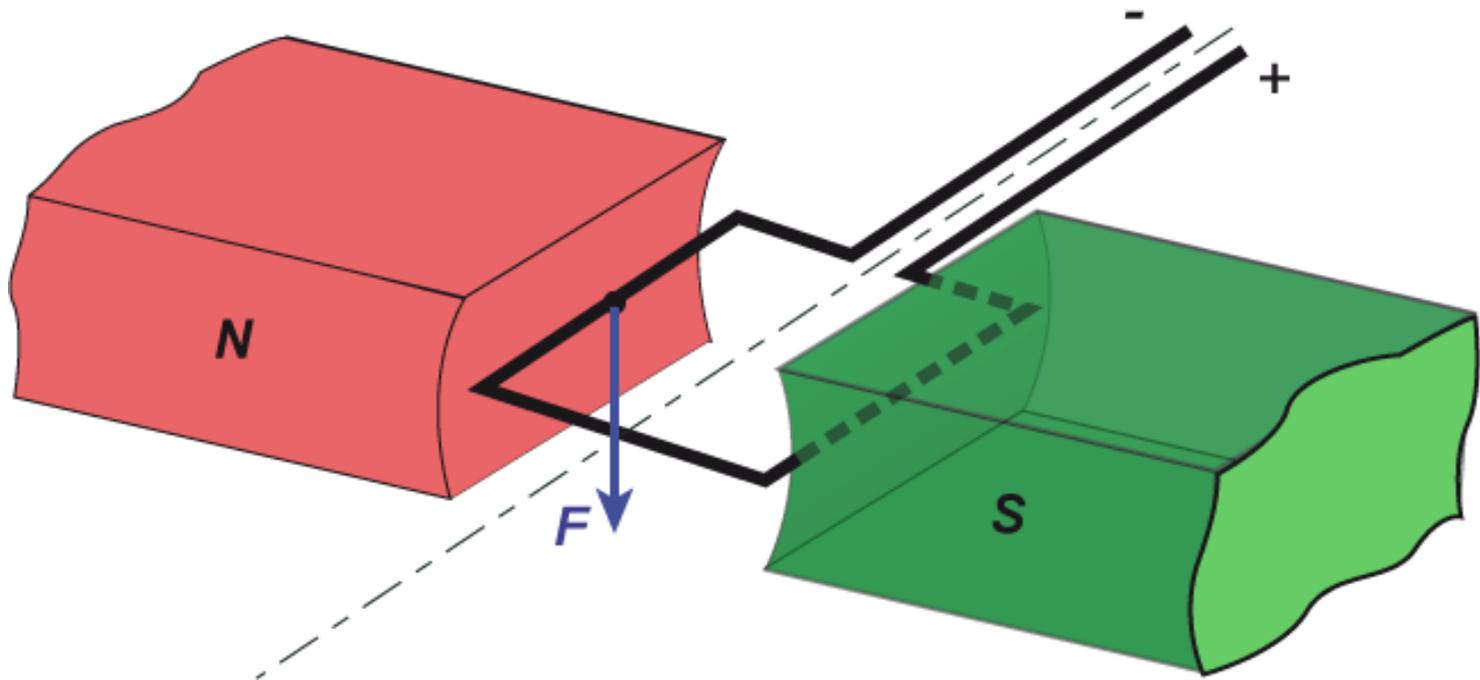
Die magn. Induktion / magn. Flussdichte ist die Feldgröße, die die Kraftwirkung determiniert

- Lorentzkraft auf bewegte Ladung:

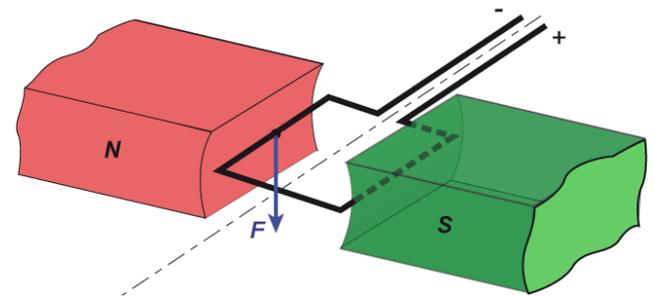
Leiterschleife im Magnetfeld

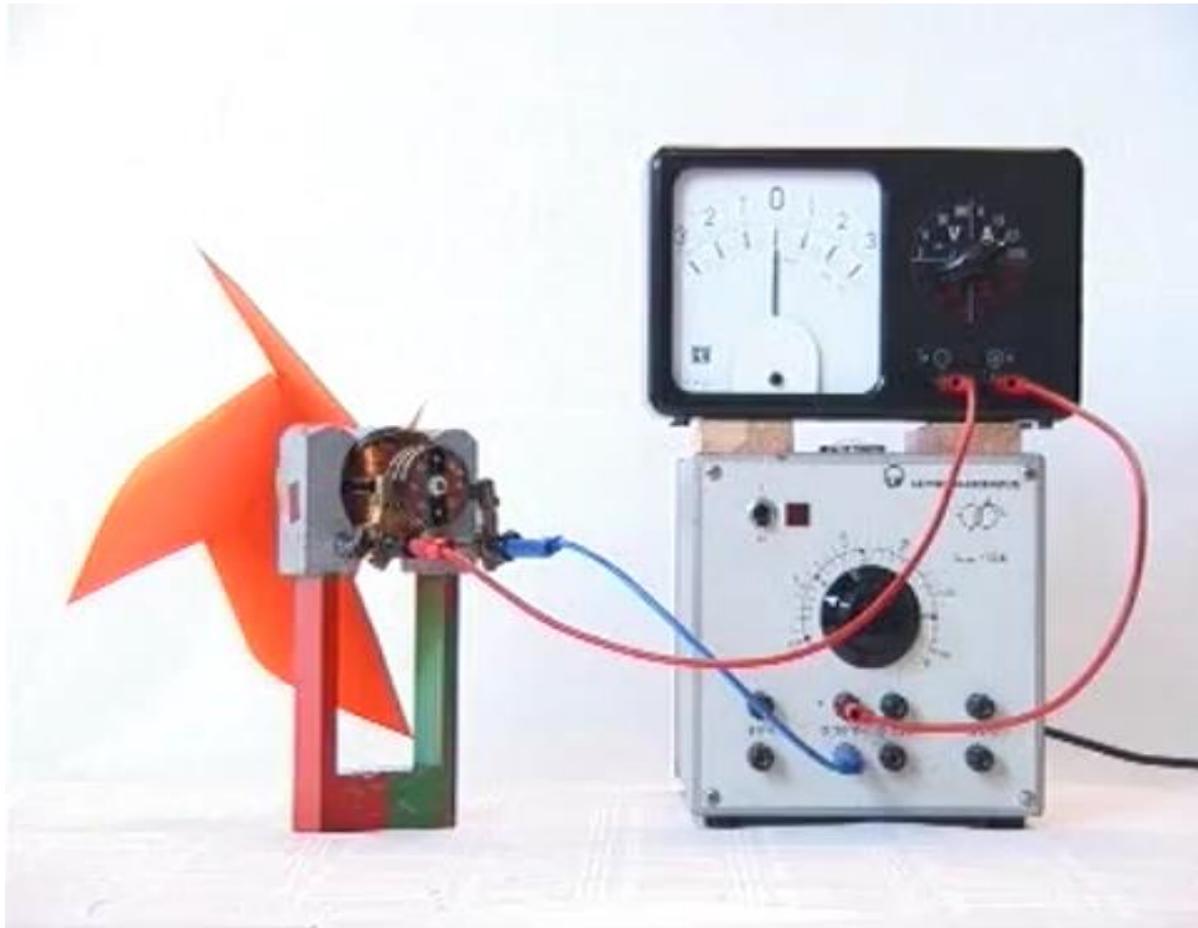


- Kraft auf Strom durchflossene Leiter

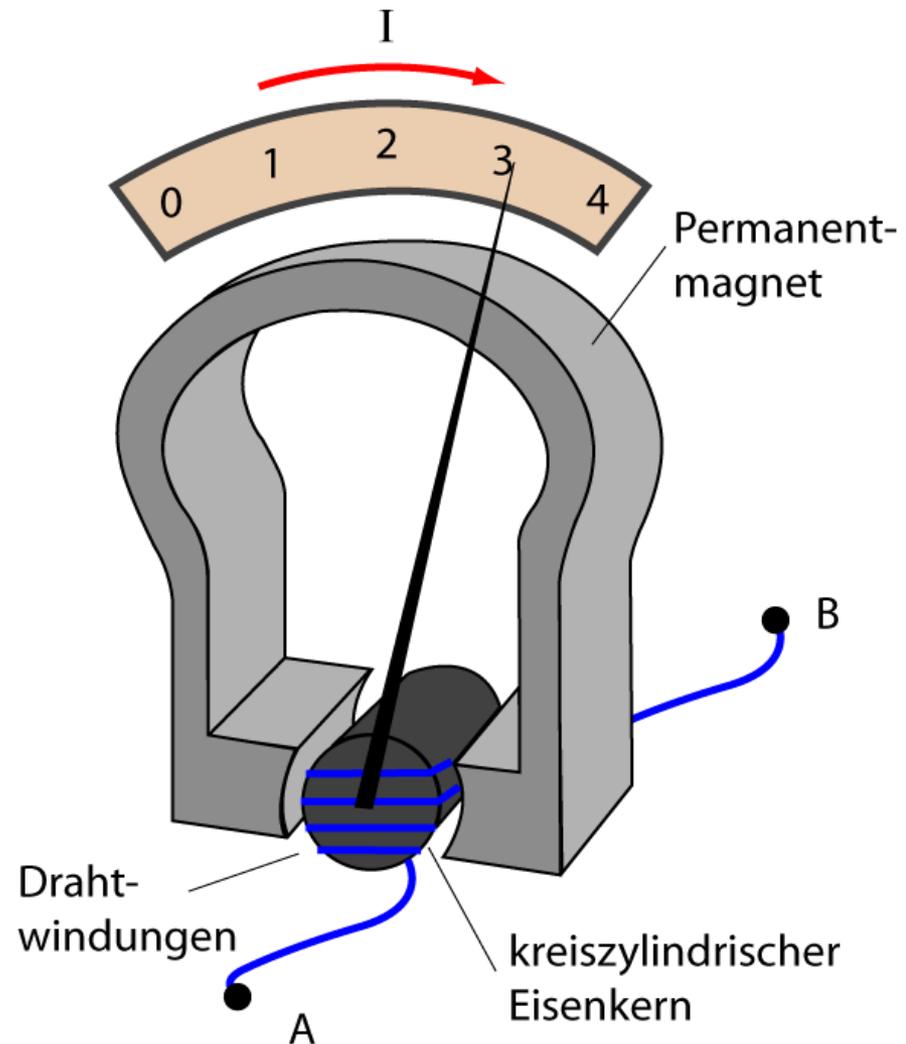


■ Drehmoment auf Leiterschleife

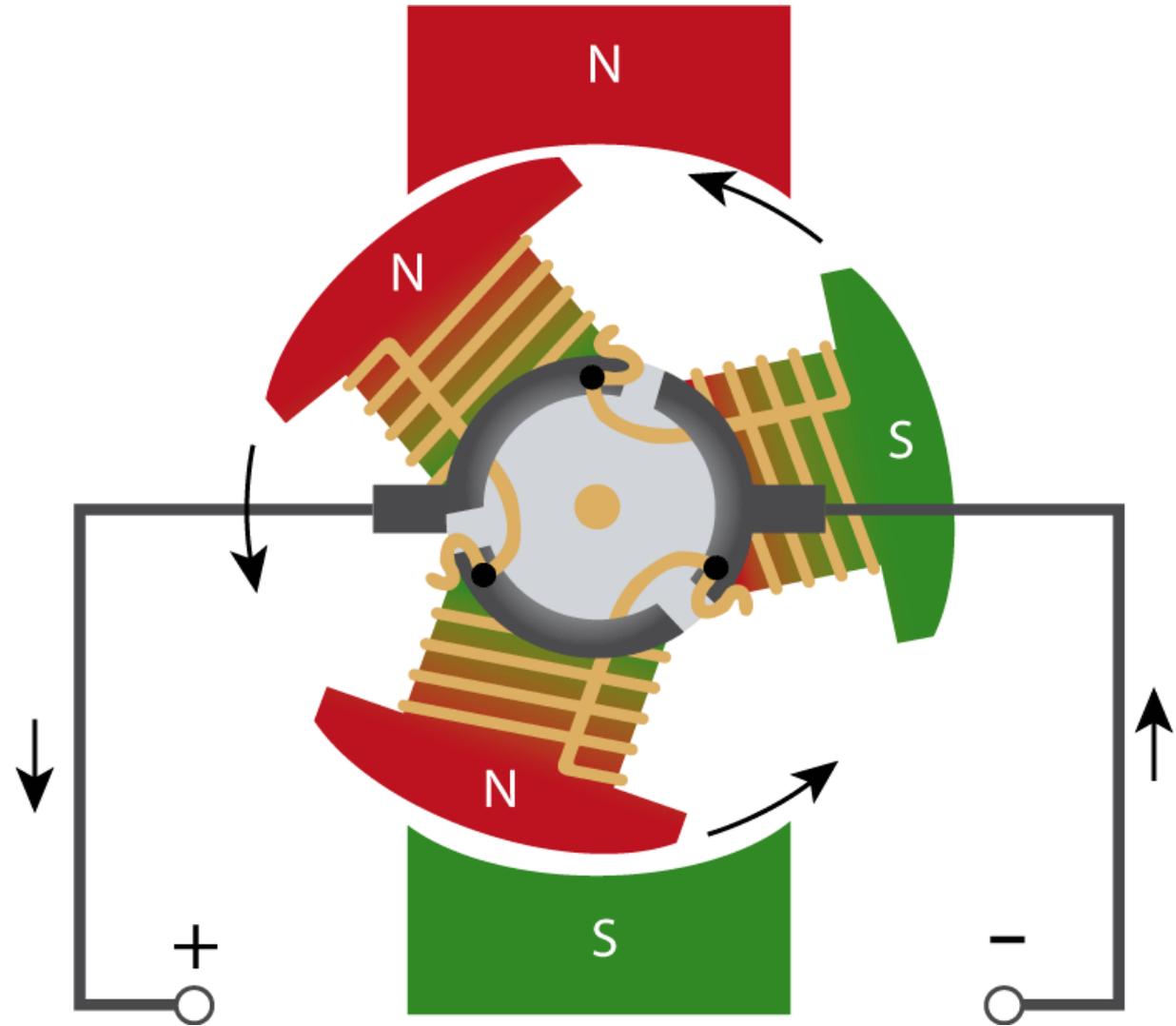




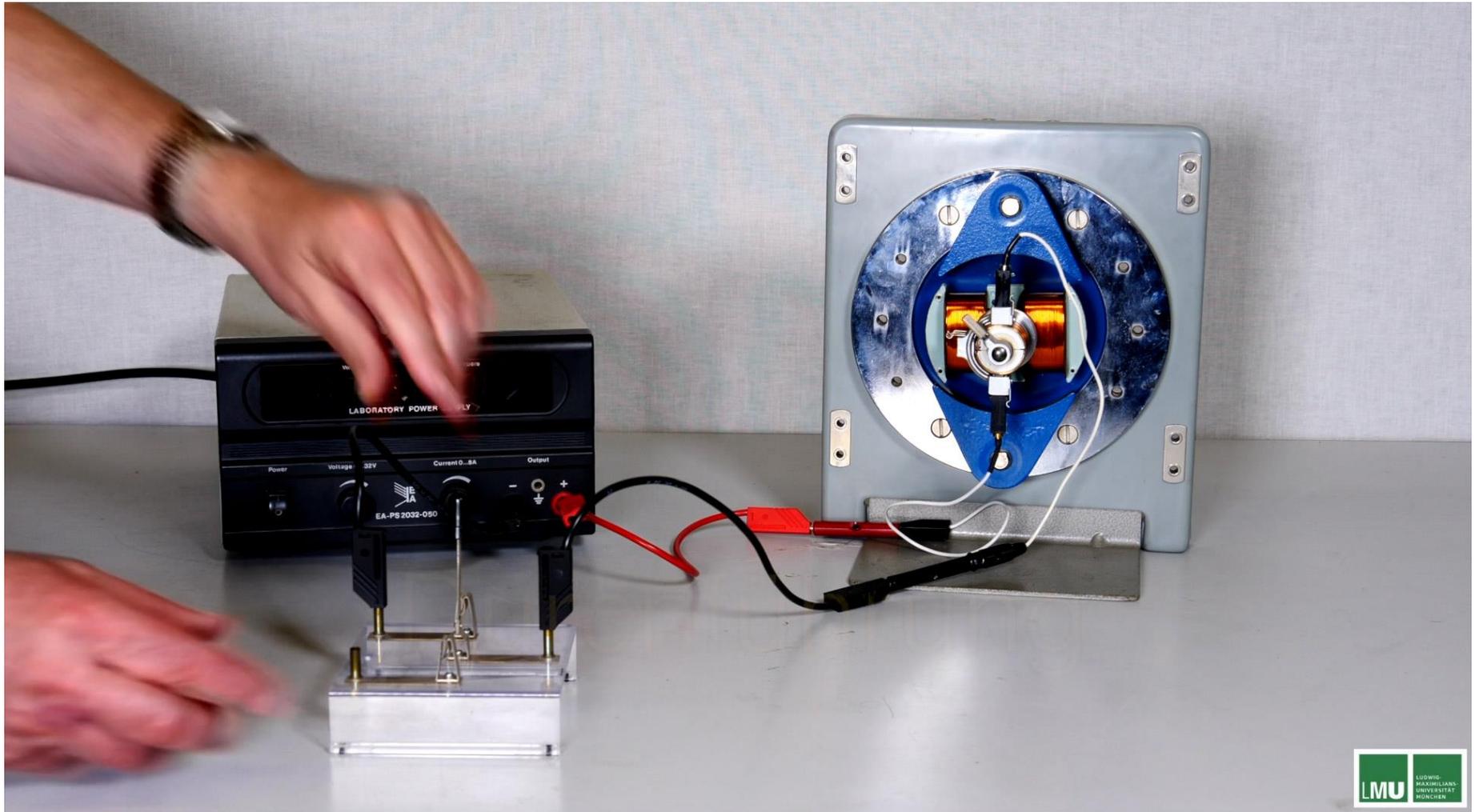
■ Kraft auf Strom durchflossene Spule

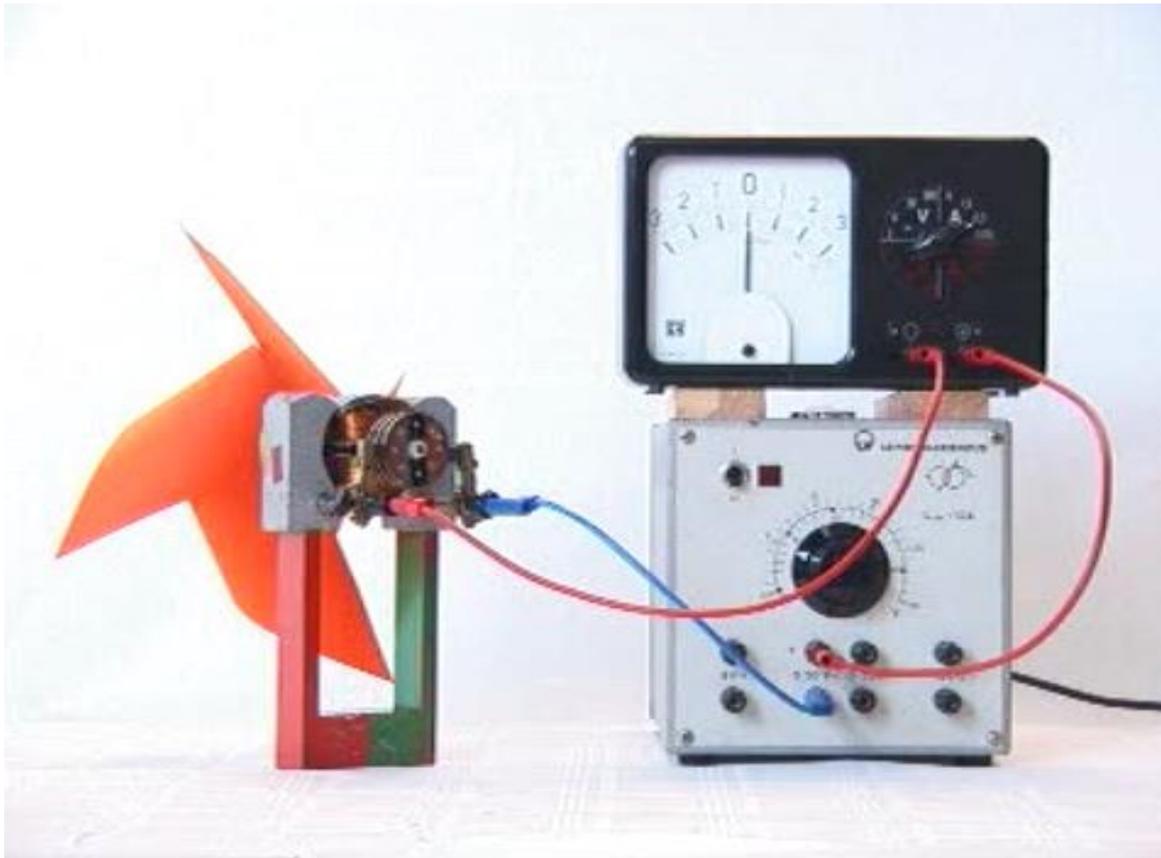


■ Elektromotor



Elektromotor

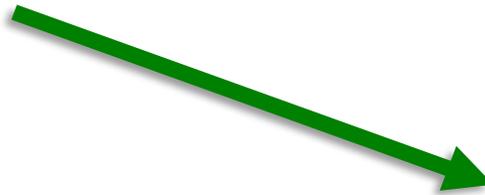




https://www.didaktikonline.physik.uni-muenchen.de/EP2_E_Video/3-2T-Emotor1b.m4v

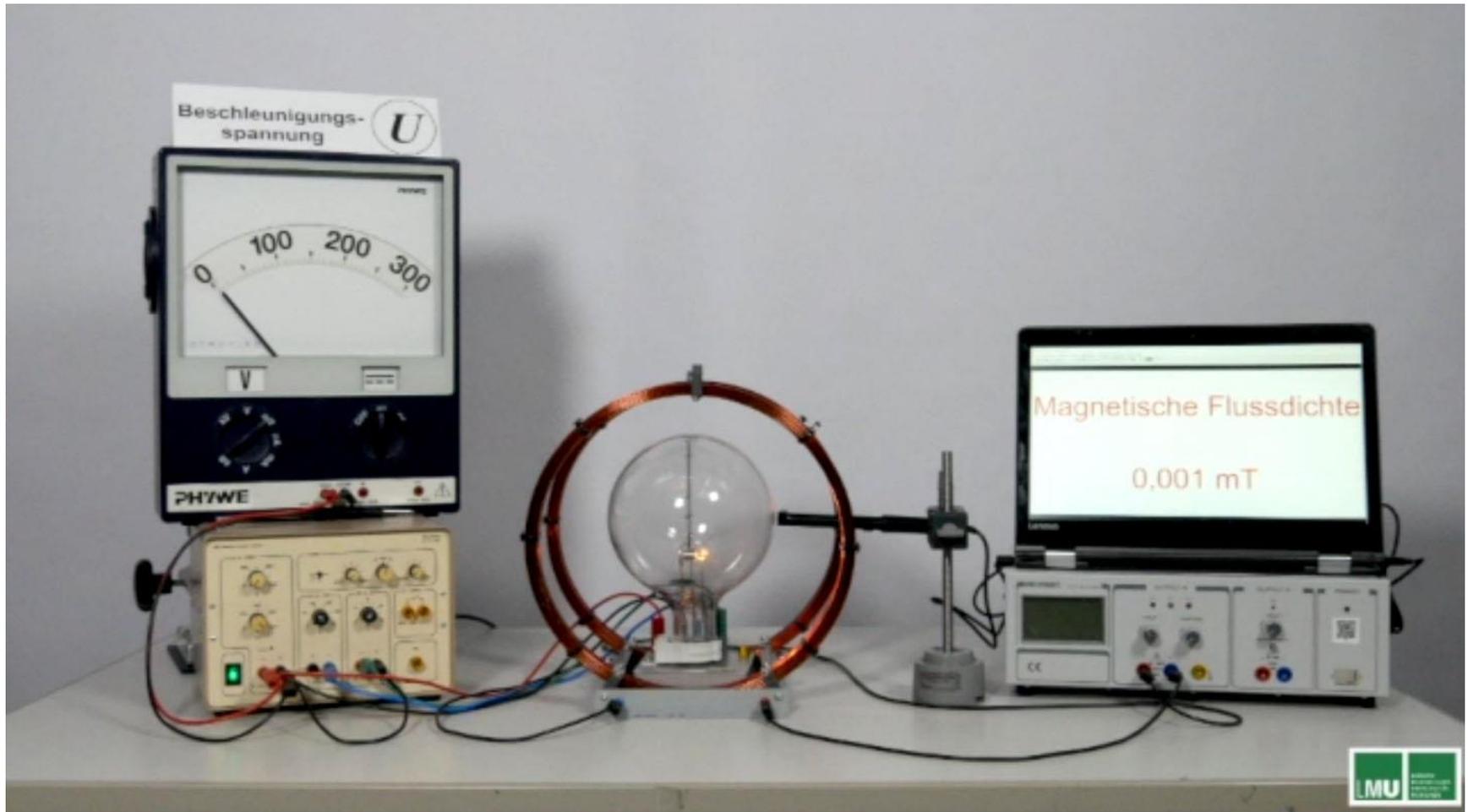


**Ladungstransport
in Drähten**



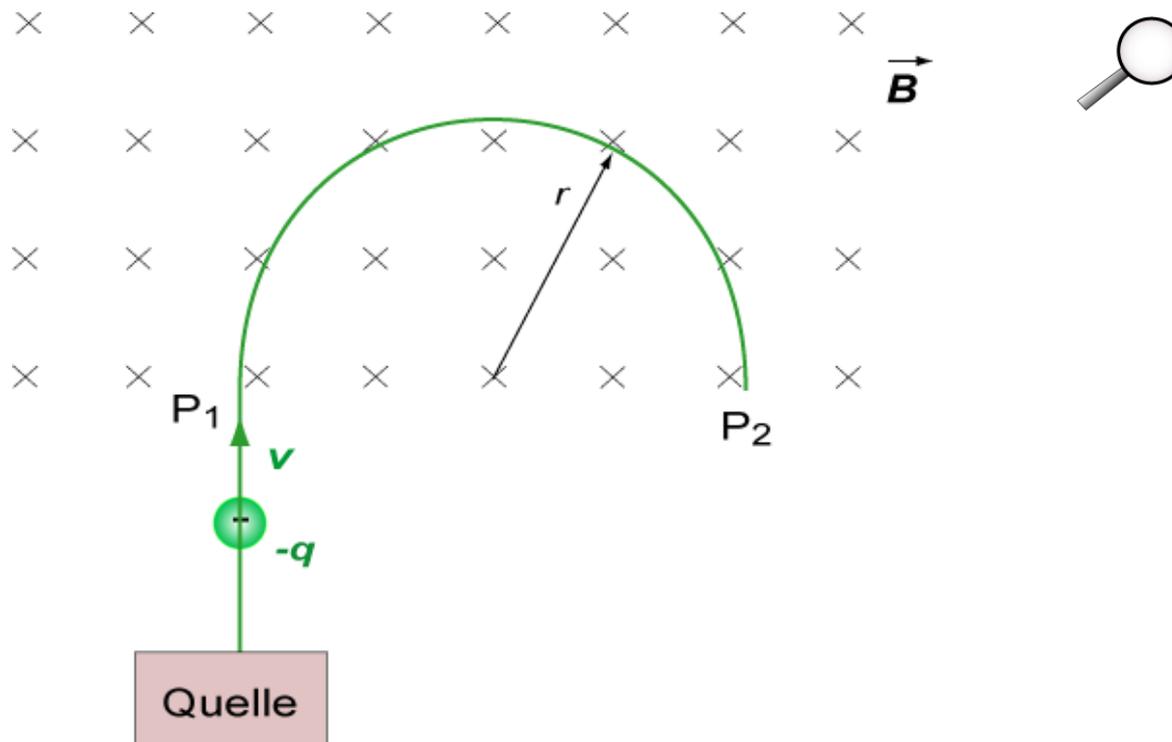
**frei bewegliche
Ladungsträger**

Fadenstrahlrohr

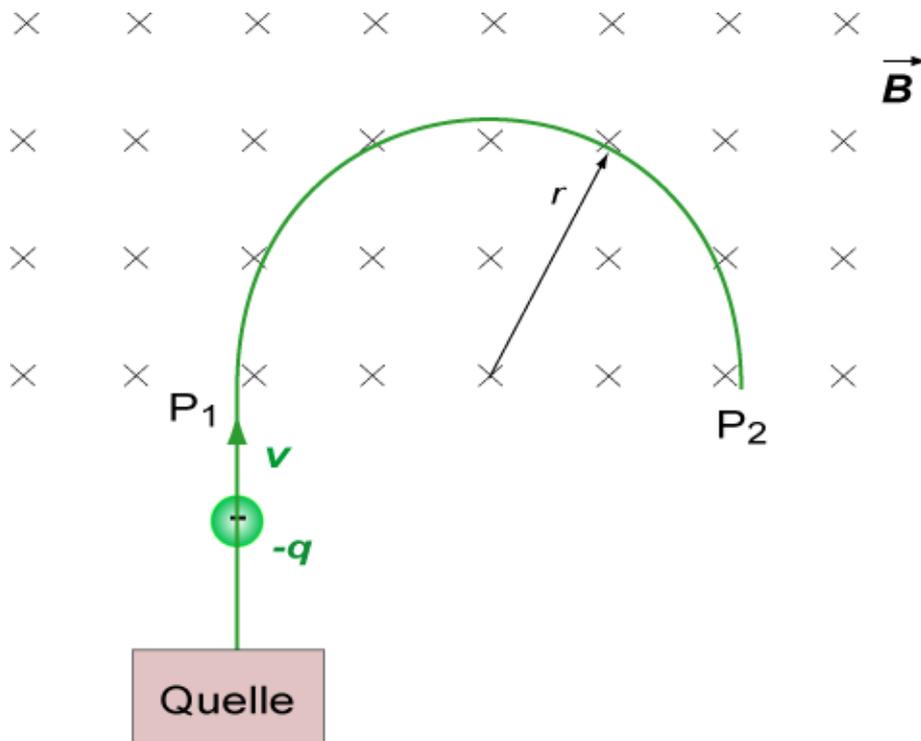


■ Bewegung einer Punktladung im Magnetfeld

Radius?



■ Bewegung einer Punktladung im Magnetfeld



Radius?

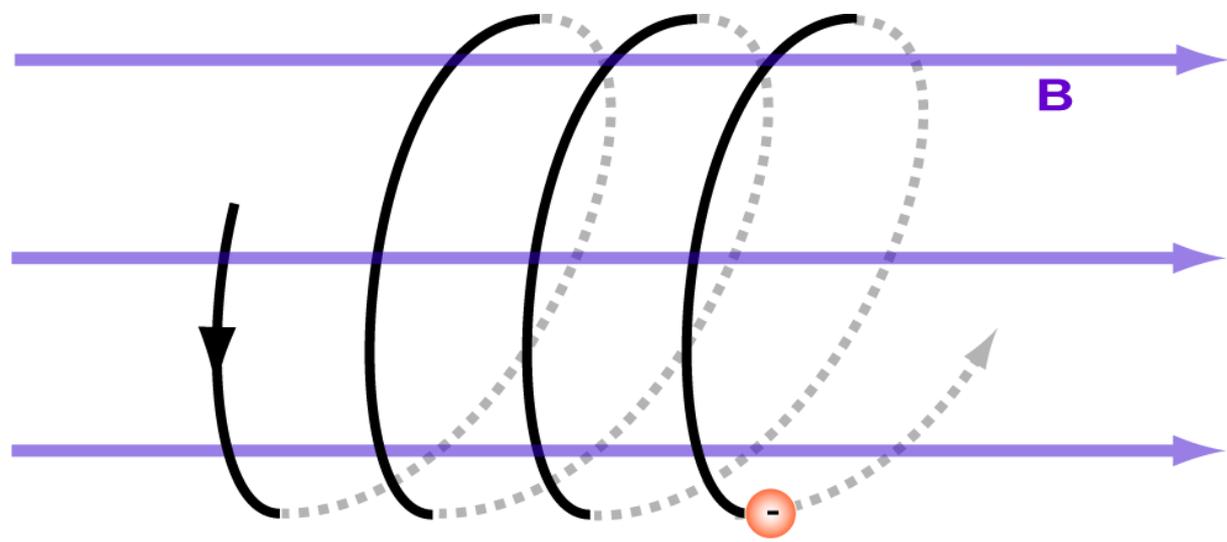
$$q v B = \frac{m v^2}{r}$$

$$r = \frac{m v}{q B}$$

Mit Beschleunigungsspannung U :

$$\frac{m}{q} = \frac{B^2 r^2}{2 U}$$

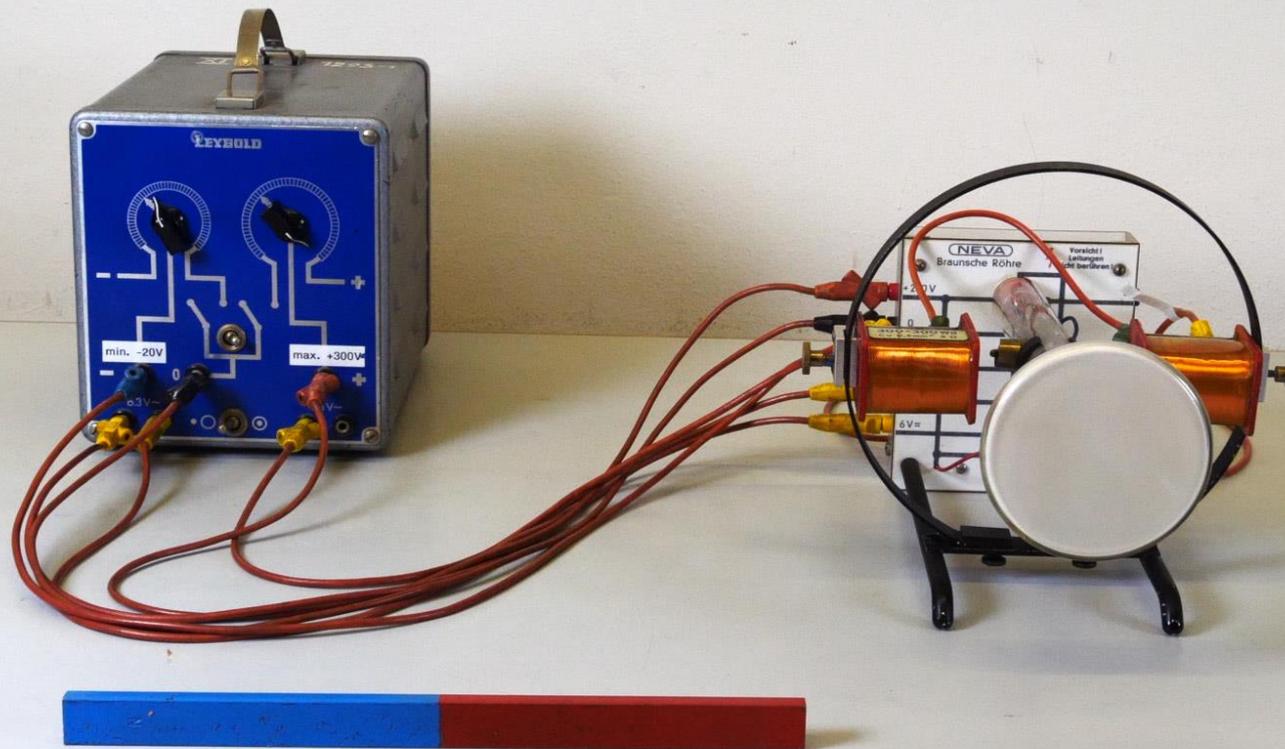
■ Geschwindigkeitsvektor und B-Feld nicht senkrecht



falls $\vec{v} \angle \vec{B} \Rightarrow \vec{v} = \vec{v}_{\perp} + \vec{v}_{\parallel}$
 Kreisbewegung + lineare Translation

Schraubenbahn

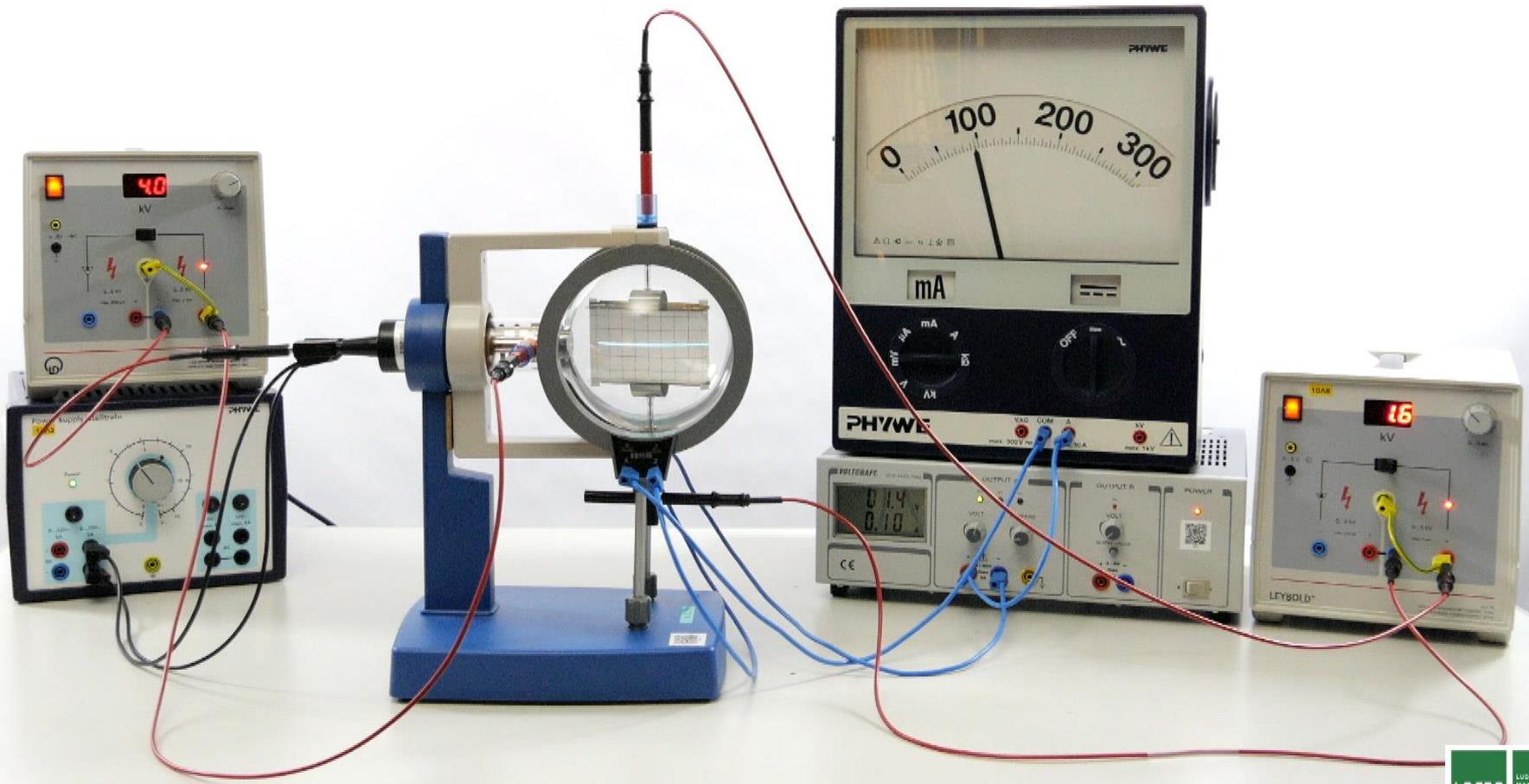
Braun'sche Röhre



[https://www.didaktikonline.physik.uni-muenchen.de/EP2_E_Video/3-2G-Braunsche Roehre.m4v](https://www.didaktikonline.physik.uni-muenchen.de/EP2_E_Video/3-2G-Braunsche_Roehre.m4v)

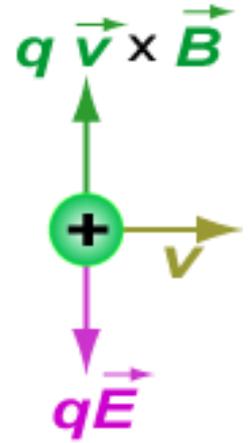
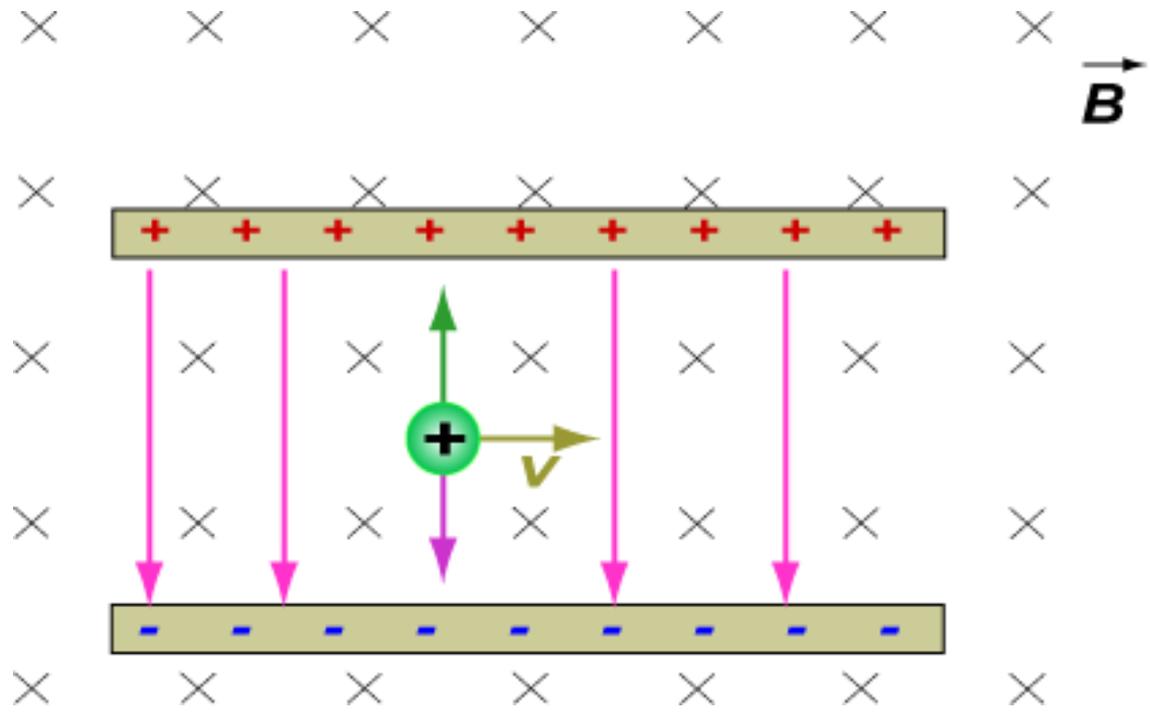
[https://www.didaktikonline.physik.uni-muenchen.de/EP2_E_Video/3-2G-Braunsche Roehre Sinusgenerator.m4v](https://www.didaktikonline.physik.uni-muenchen.de/EP2_E_Video/3-2G-Braunsche_Roehre_Sinusgenerator.m4v)

Wienfilter

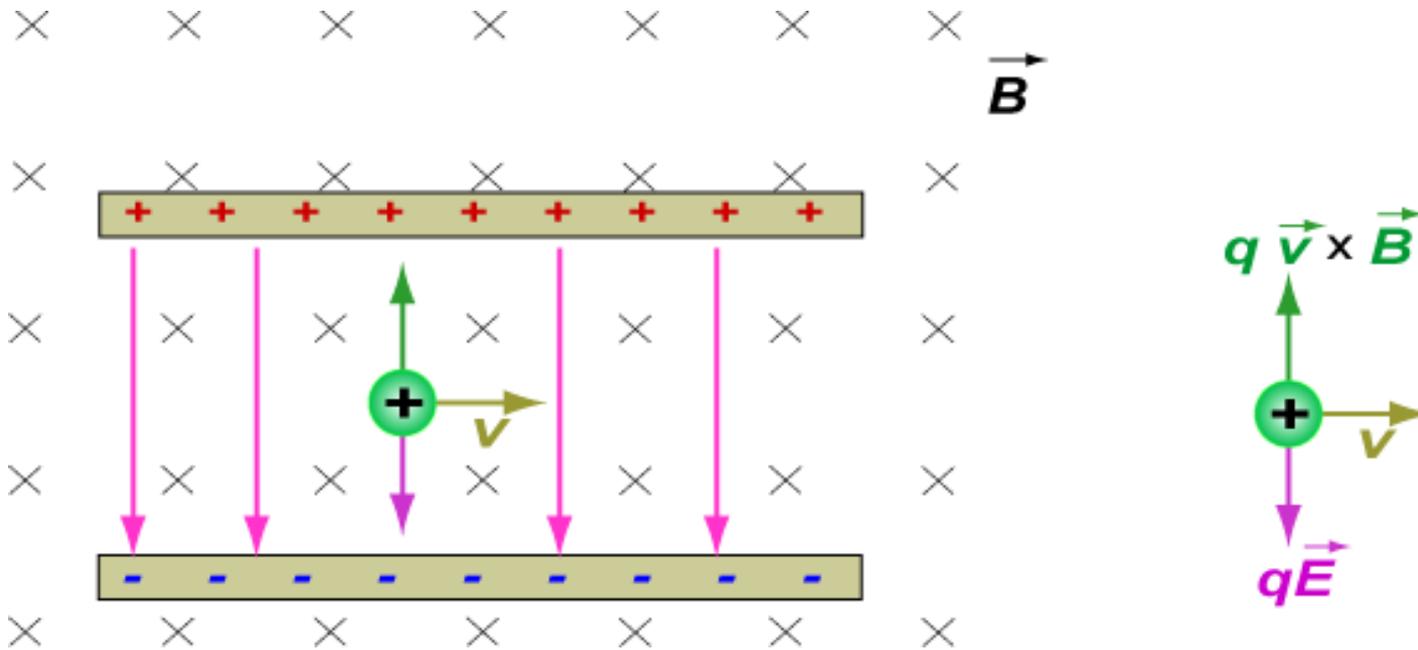


https://www.didaktikonline.physik.uni-muenchen.de/EP2_E_Video/3-2I-Wienfilter.m4v

■ Geschwindigkeitsfilter



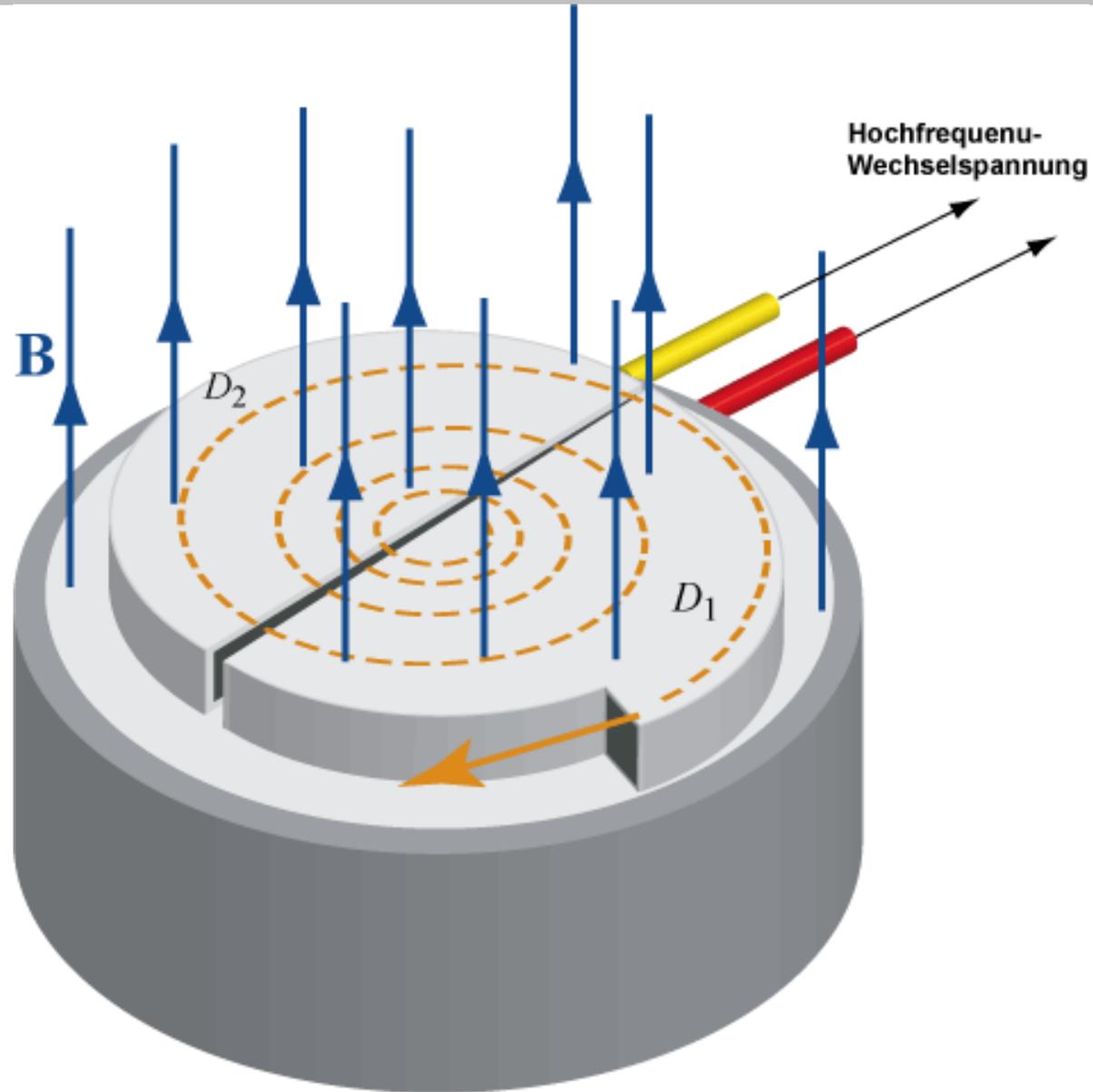
■ Geschwindigkeitsfilter



$$q \cdot E = q \cdot v \cdot B$$

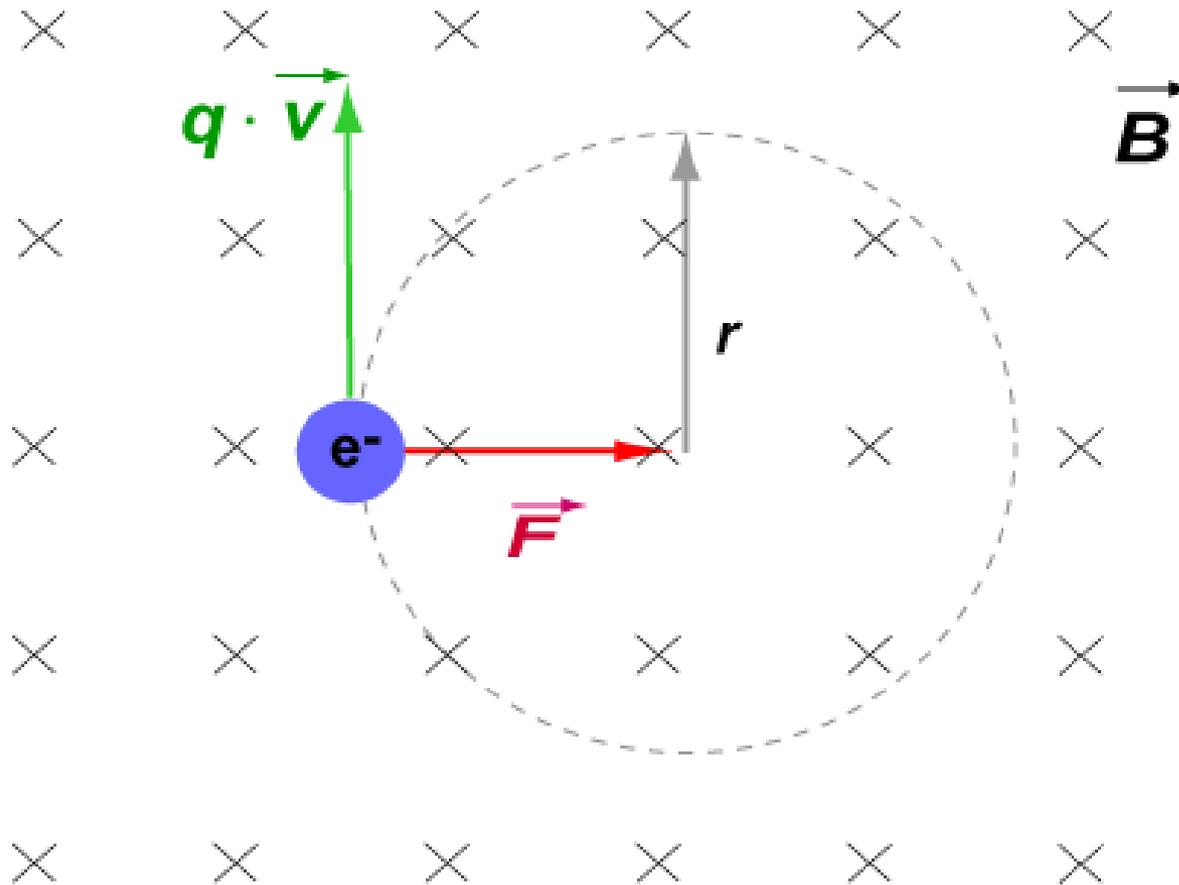
$$v = \frac{E}{B}$$

▪ Zyklotron



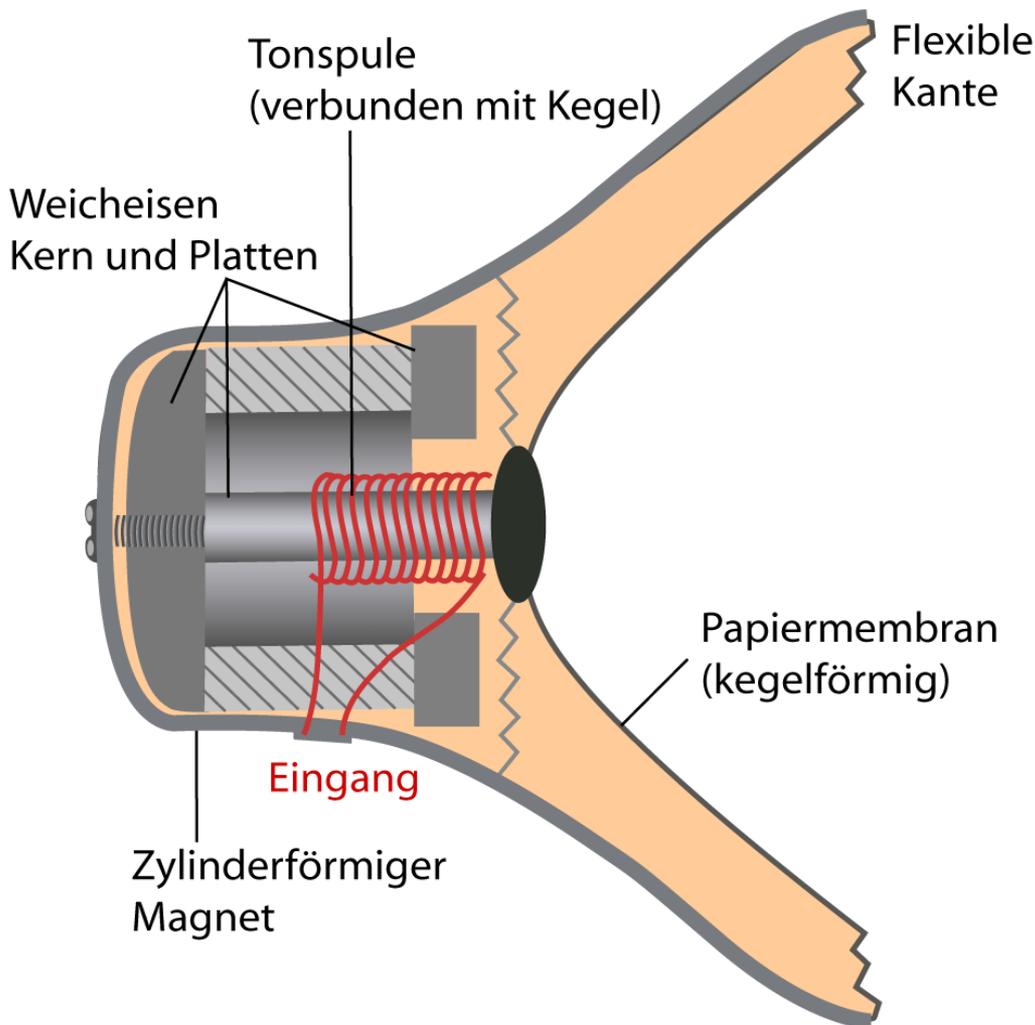


▪ Zyklotron

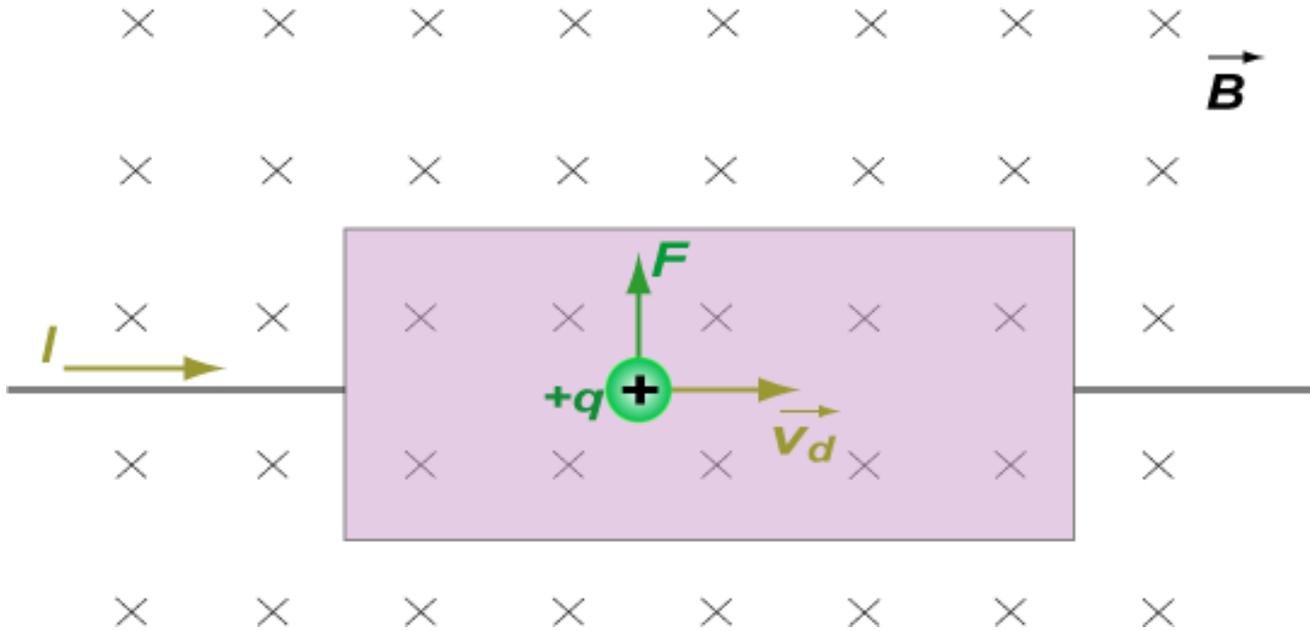


$$v = \frac{qBr}{m}$$

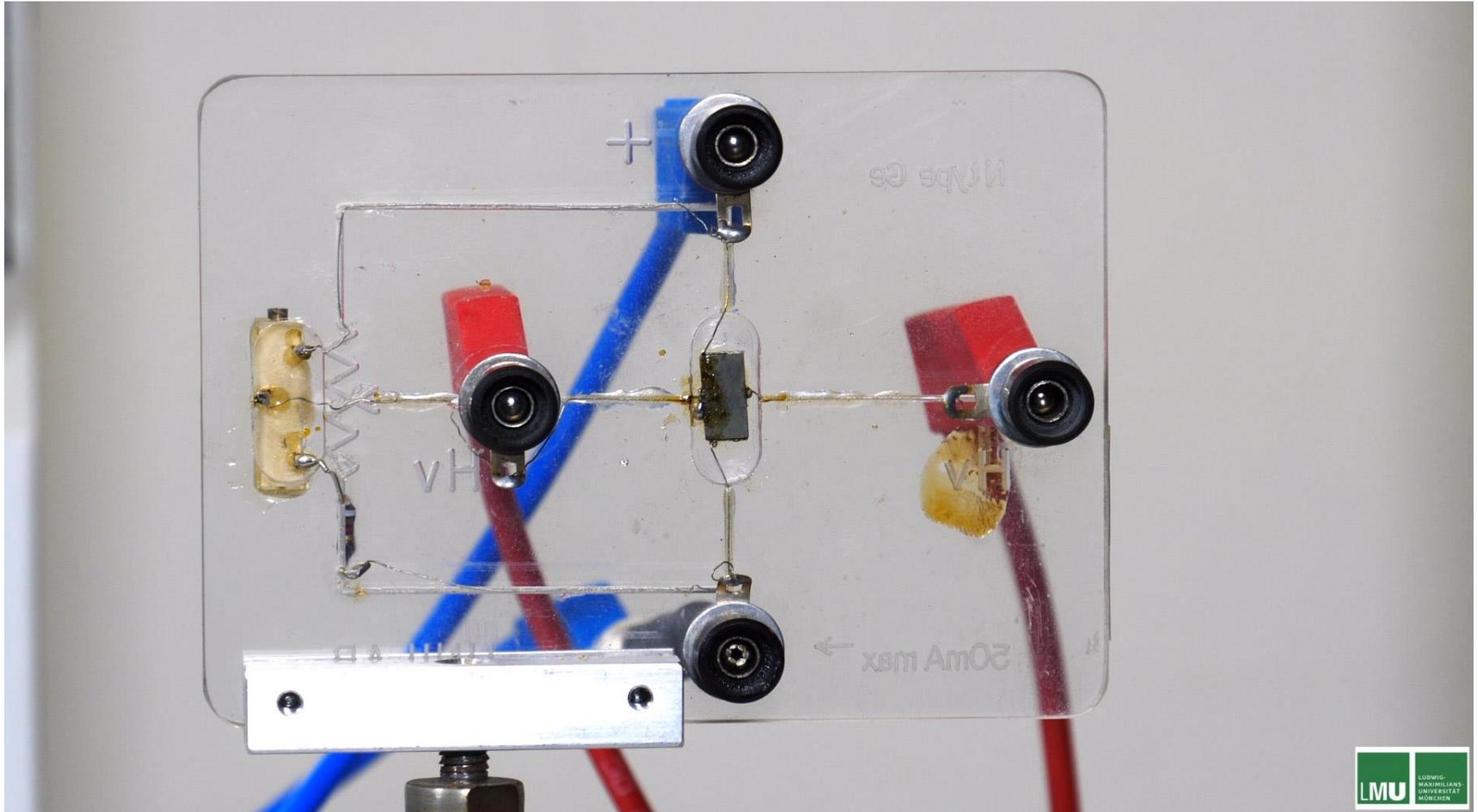
■ Anwendung Lautsprecher



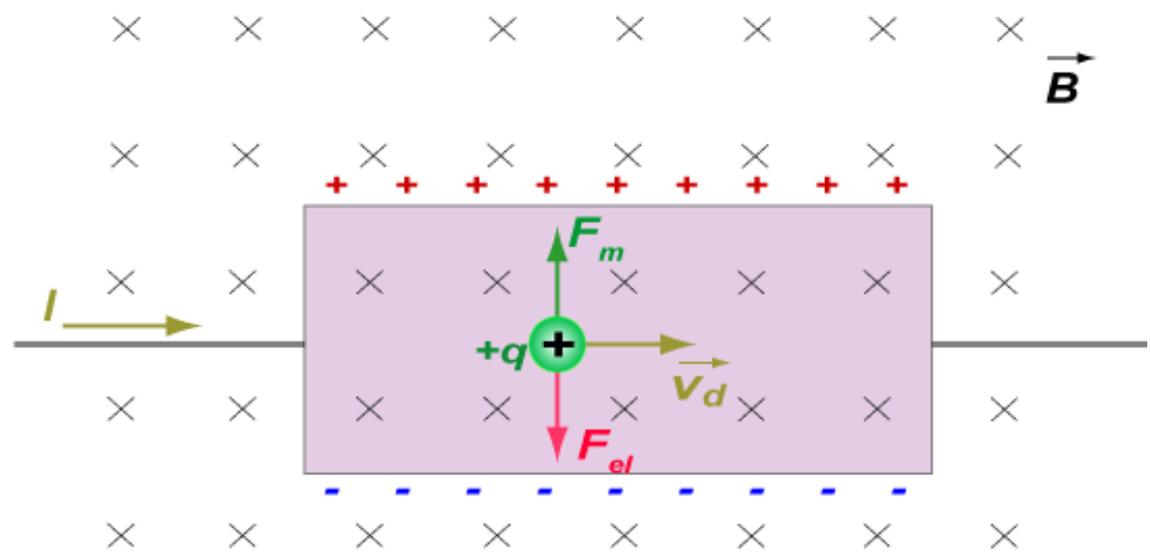
■ Hall-Effekt



Halleffekt



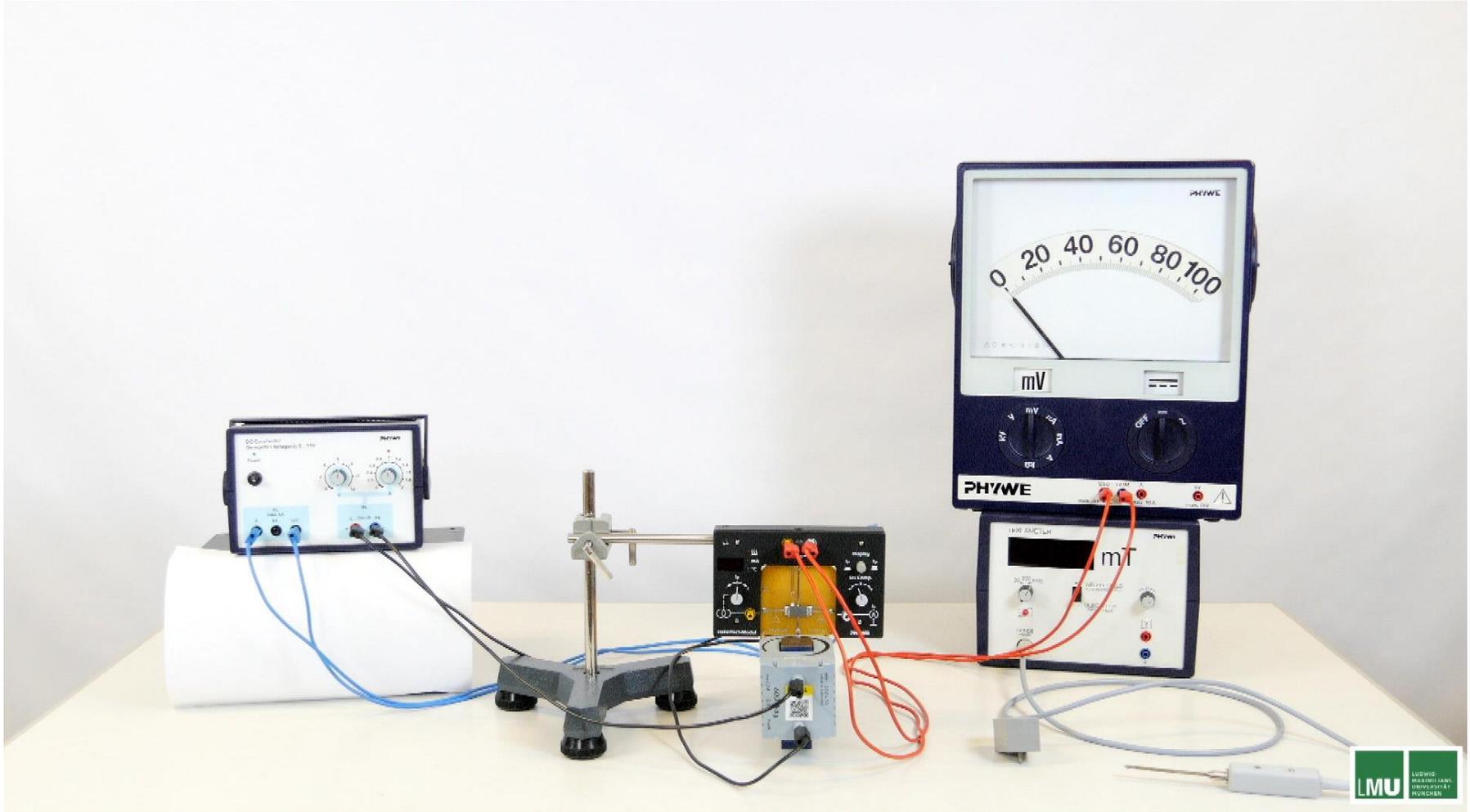
■ Hall-Effekt



Im stationären Zustand wird die Lorentzkraft durch die elektrost. Kraft kompensiert:

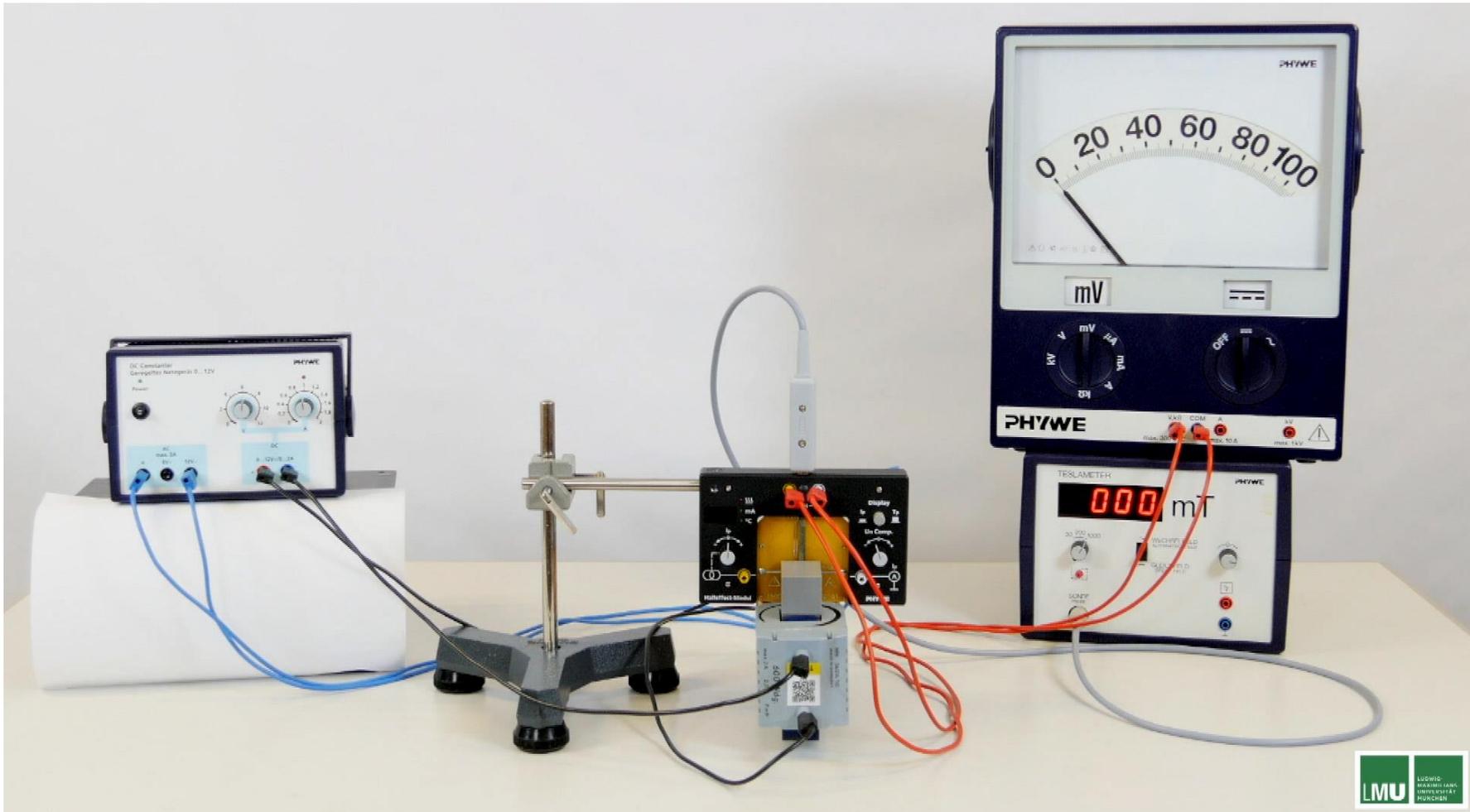


Halleffekt – Einfluss der Flussdichte

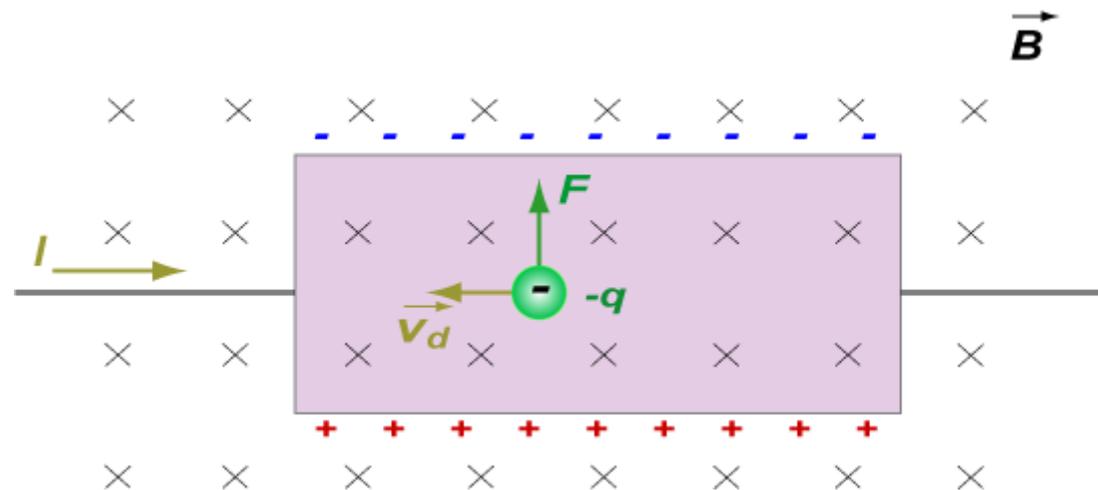
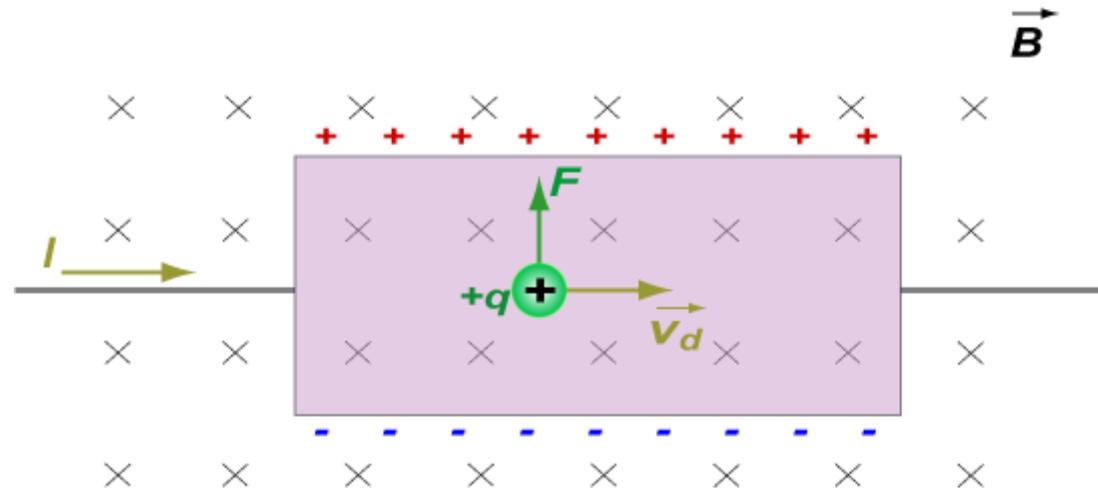


[https://www.didaktikonline.physik.uni-muenchen.de/EP2_E_Video/3-2H-Halleffekt\(Flussdichte\).m4v](https://www.didaktikonline.physik.uni-muenchen.de/EP2_E_Video/3-2H-Halleffekt(Flussdichte).m4v)

Halleffekt – Einfluss der Stromstärke

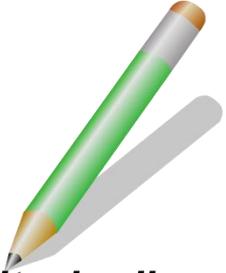


■ Hall-Effekt





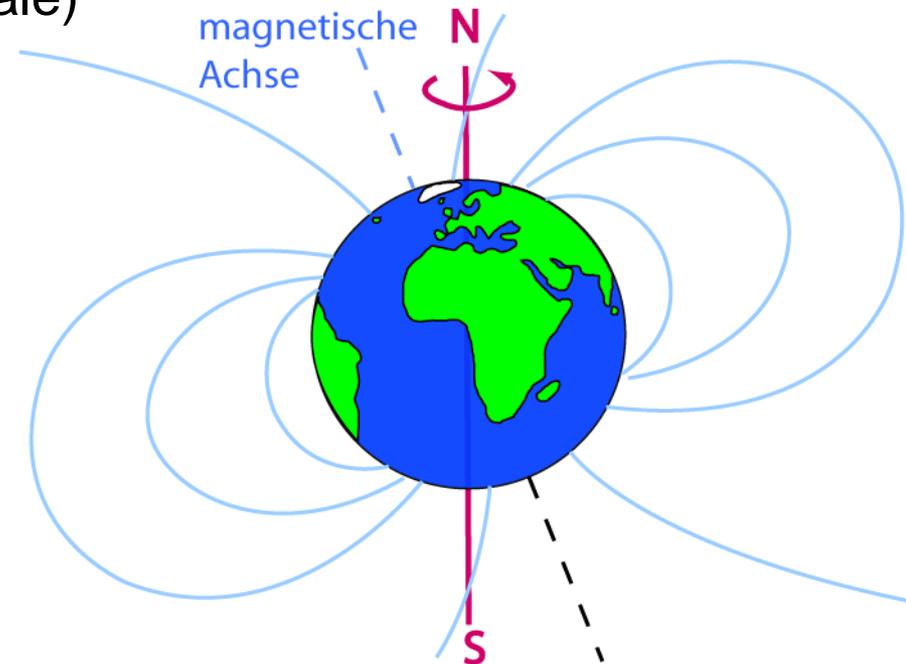
- **Hall-Konstante und Ladungsträgerdichten**



Mitschreiben

■ Erdmagnetfeld

- an den Polen ca. $6 \cdot 10^{-5} \text{ T}$ (0,6 Gauß)
(10000 G = 1 T)
- Deklination (Abweichung gegen Pol-Richtung)
ca. 5 Grad West (bei Stuttgart); ca. 2° Ost bei München
- Inklination (Winkel gegen Horizontale)
ca. 62 – 70 Grad in D
ca. 65 Grad (bei Stuttgart)



■ Van-Allen-Gürtel

