



### ➤ Magnetismus

**3.1 Grunderscheinungen in Experimenten**

**3.2 Lorentzkraft, Kraft auf bewegte Ladungen**

**3.3 Quellen des magnetischen Feldes**

**3.4 Materie im Magnetfeld**

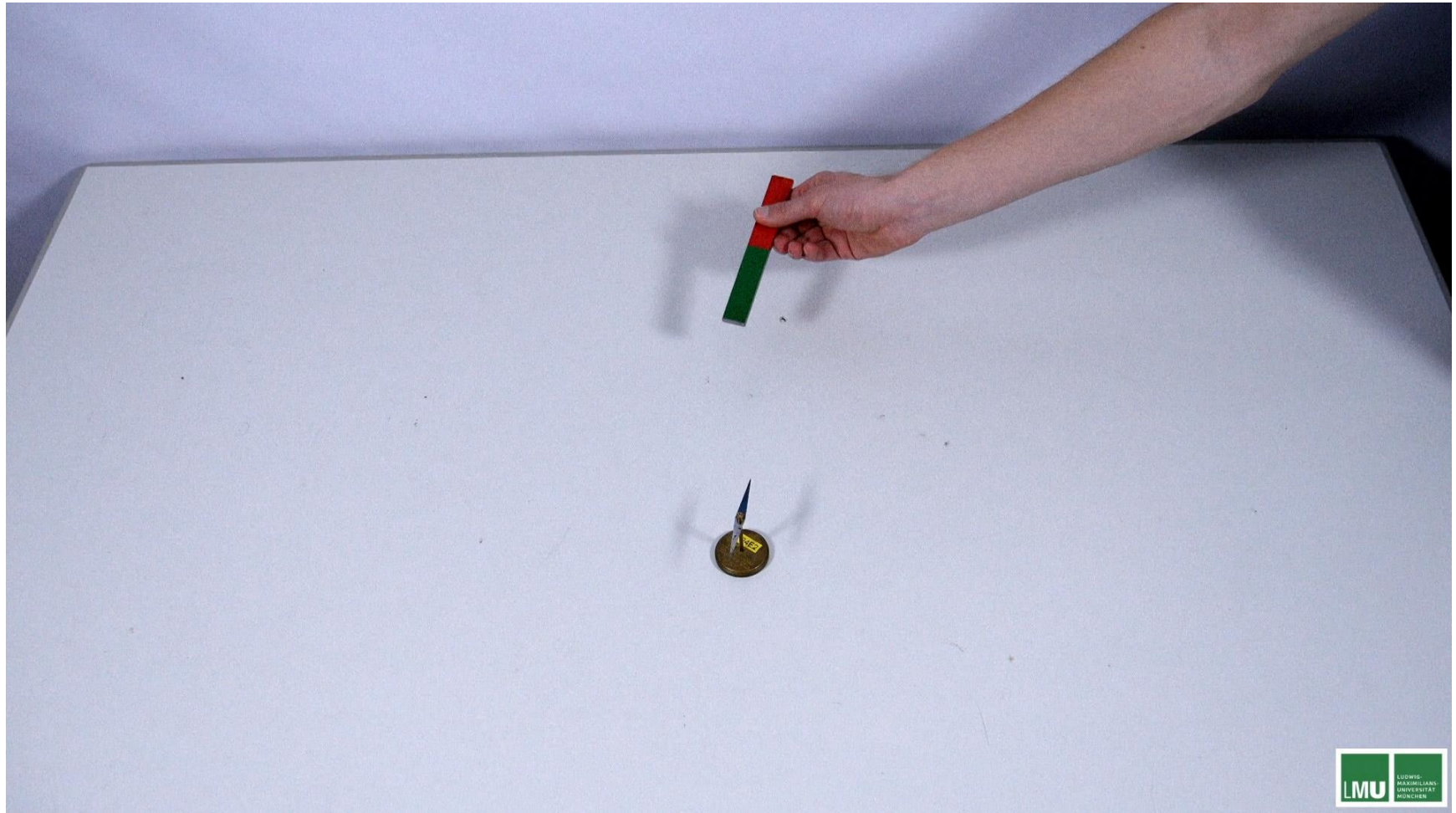
**3.5 Induktion**

**3.6 Energie des Magnetfeldes**

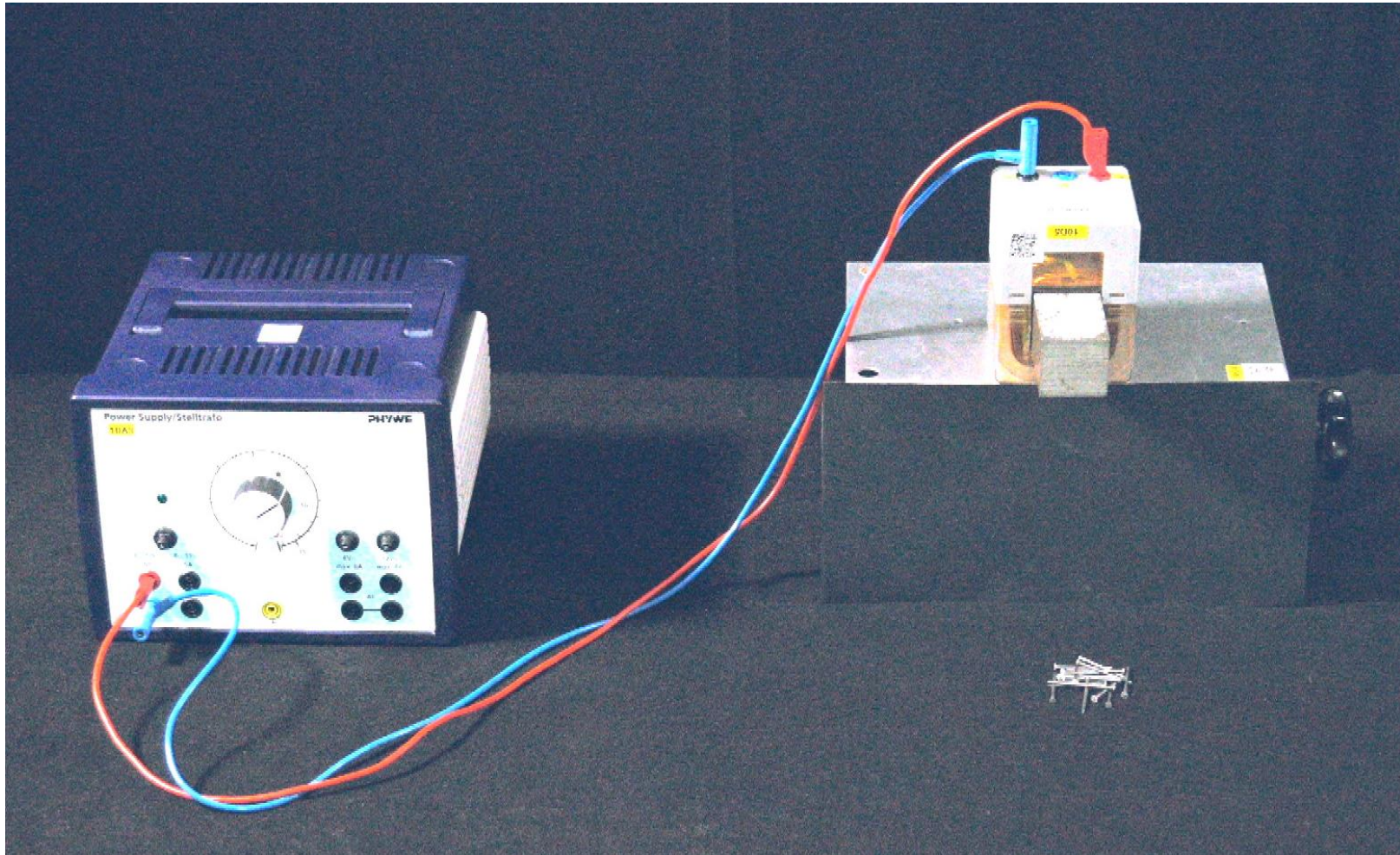


- **Kraftwirkung seit Antike bekannt**
- **Kompassnadel seit 1269**
- **Feld an Polen der Erde ca.  $6 \cdot 10^{-5} \text{ T}$  (0,6 Gauß)**

## Grundphänomen Dauermagnet

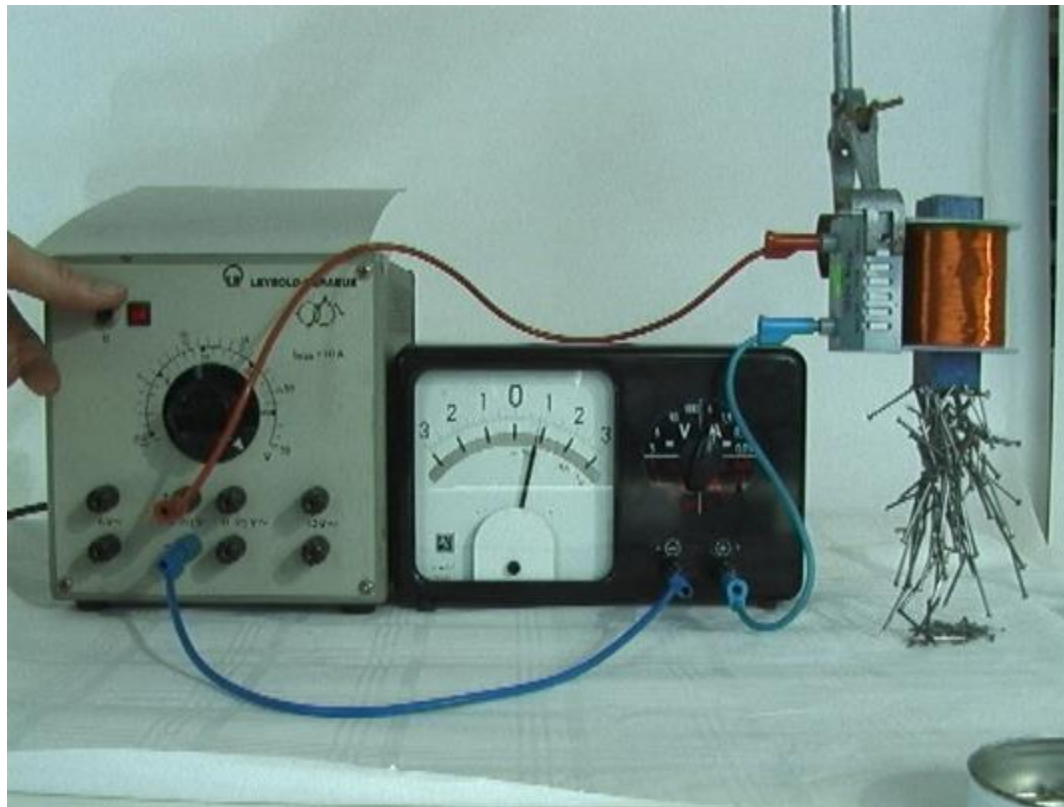


## Grundphänomen Elektromagnet



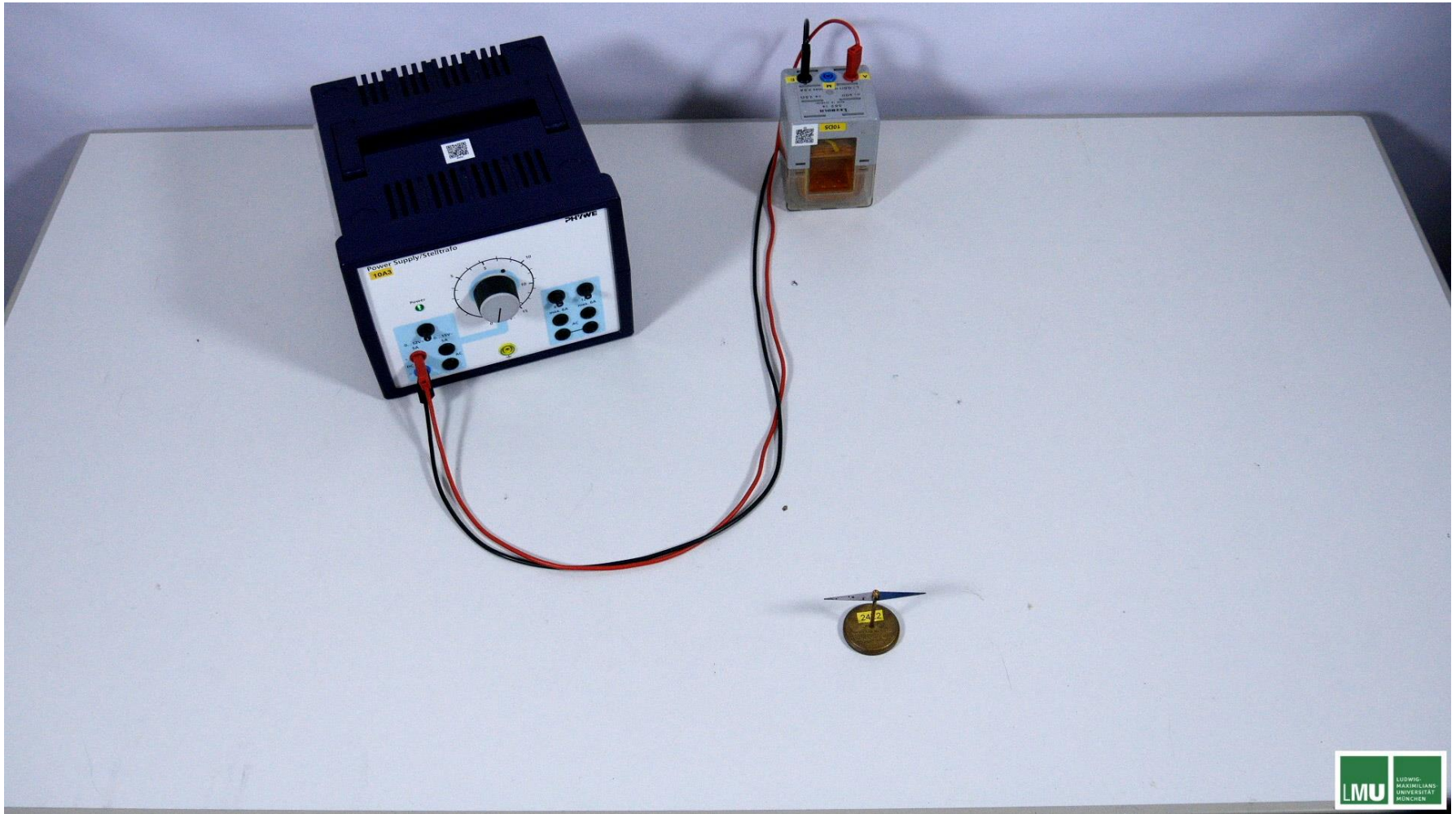
[https://www.didaktikonline.physik.uni-muenchen.de/EP2\\_E\\_Video/3-1A-Elektromagnet Naegel.m4v](https://www.didaktikonline.physik.uni-muenchen.de/EP2_E_Video/3-1A-Elektromagnet_Naegel.m4v)

## Grundphänomenen Elektromagnet



[https://www.didaktikonline.physik.uni-muenchen.de/EP2\\_E\\_Video/3-2B-Emagus2o.m4v](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

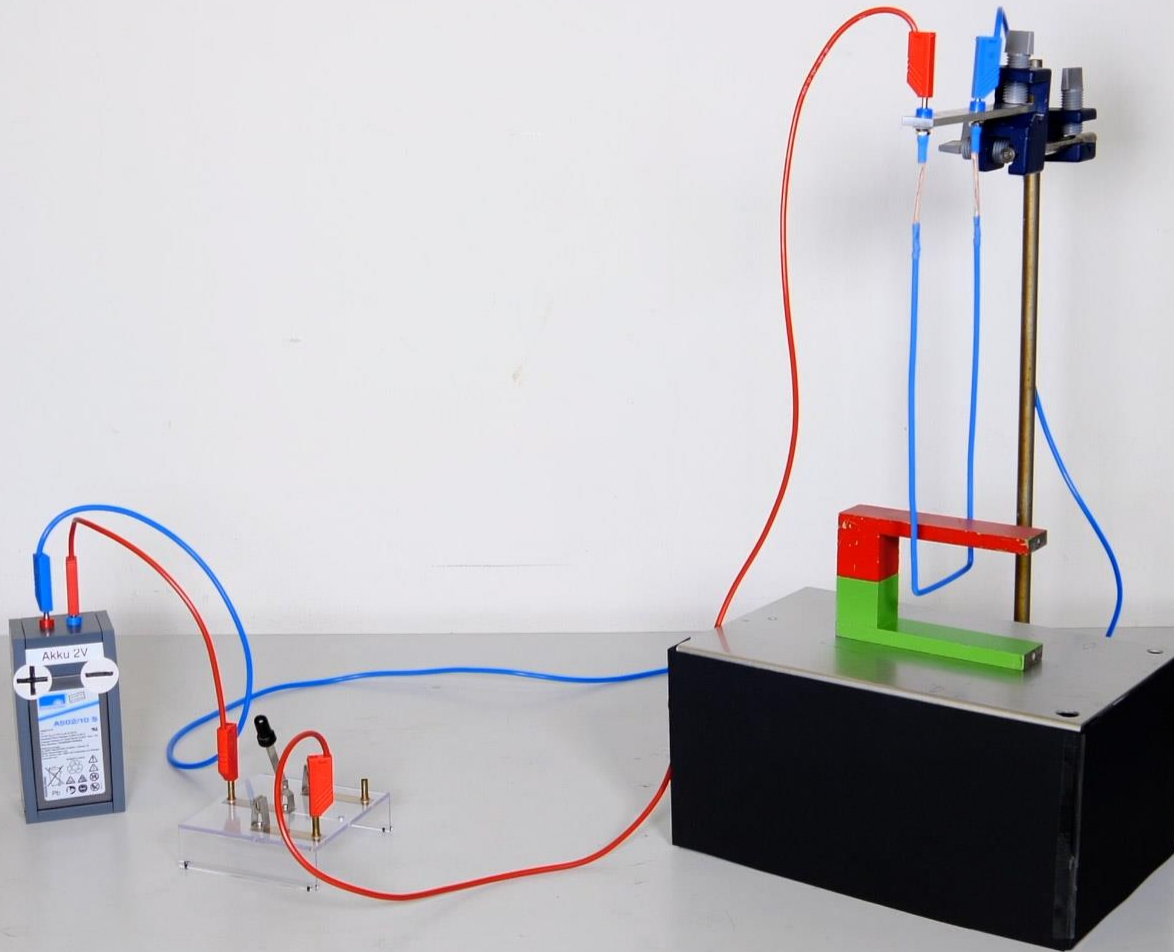


## Lorentzkraft

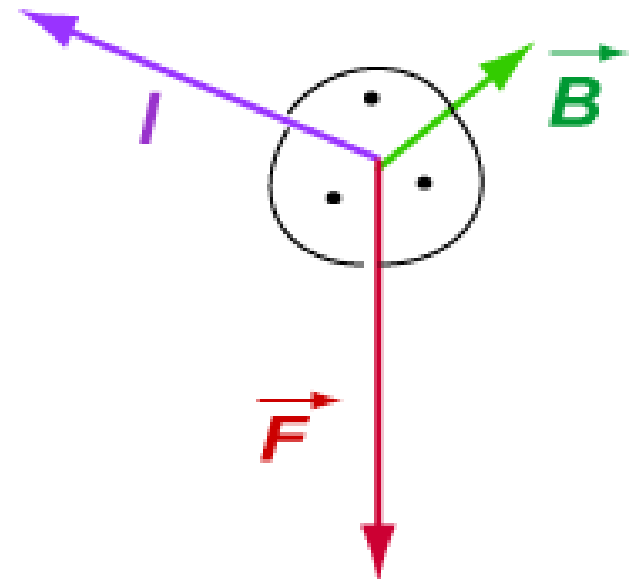
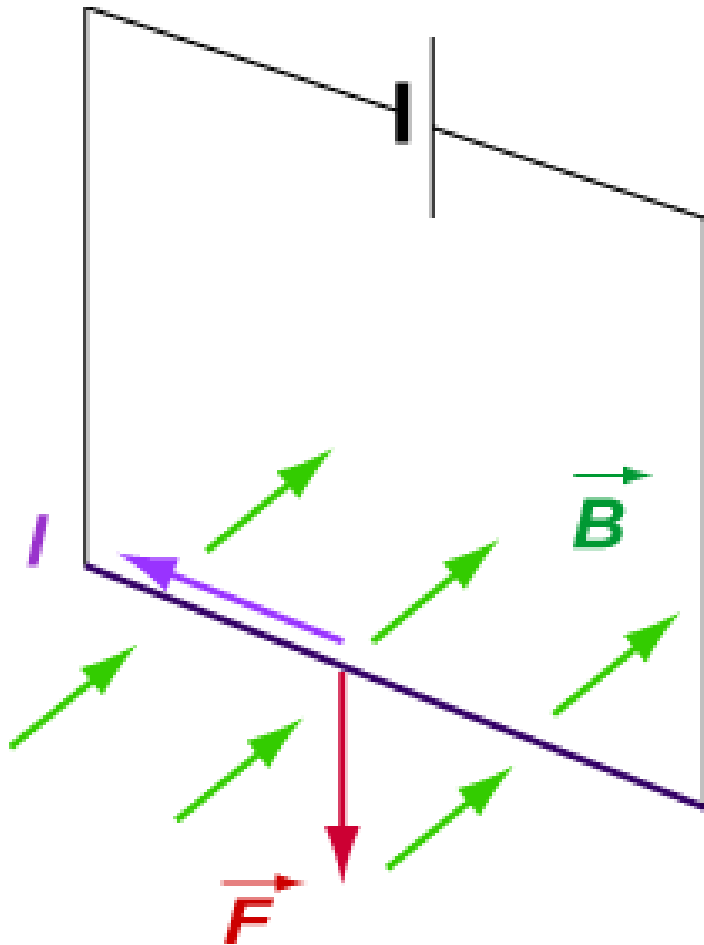
- **Kraft auf stromdurchflossene Leiter**
- **Kraft auf freie, bewegte Ladungsträger**



## „Leiterschaukel“



# Kraft auf stromdurchflossene Leiter



➤ Versuch: Leiterschaukel



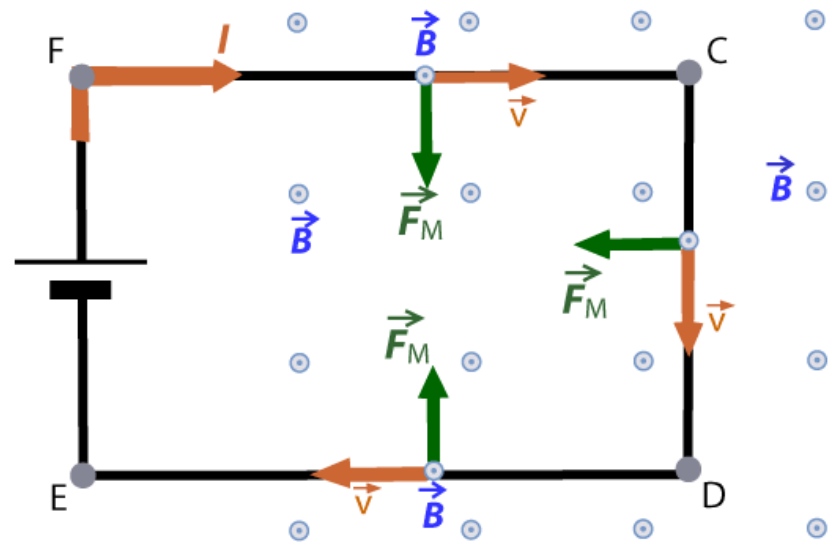
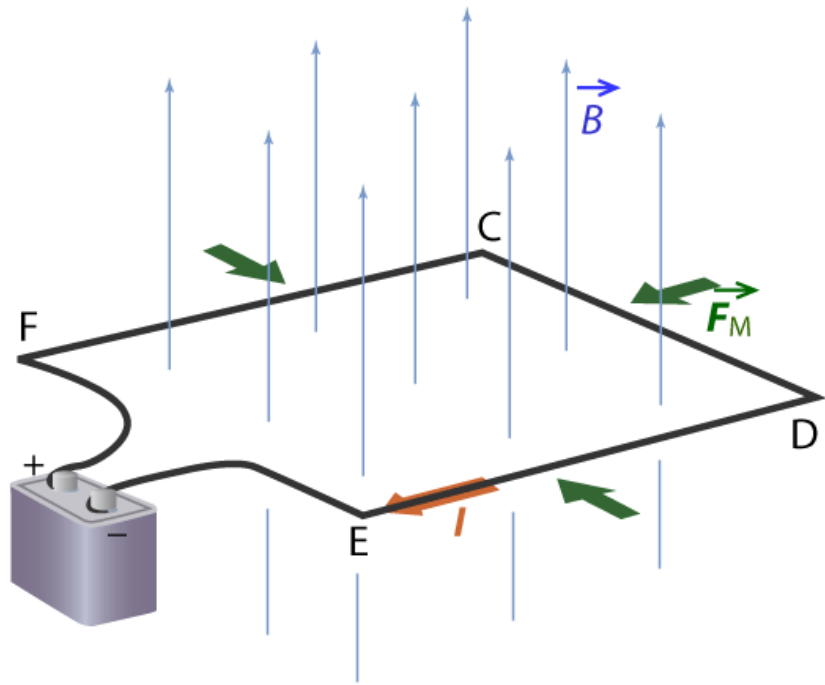
- **Kraft auf geraden Leiter:**



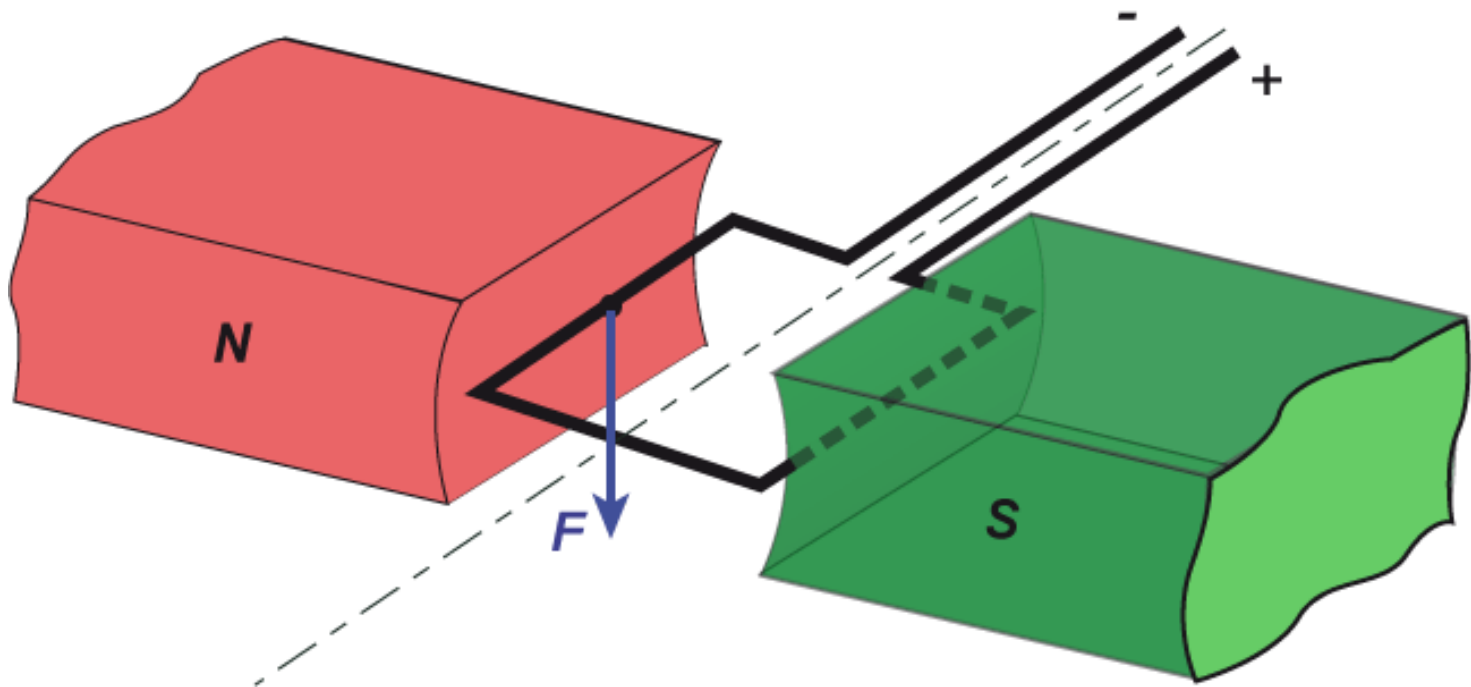
**Die magn. Induktion / magn. Flussdichte ist  
die Feldgröße, die die Kraftwirkung  
determiniert**

- **Lorentzkraft auf bewegte Ladung:**

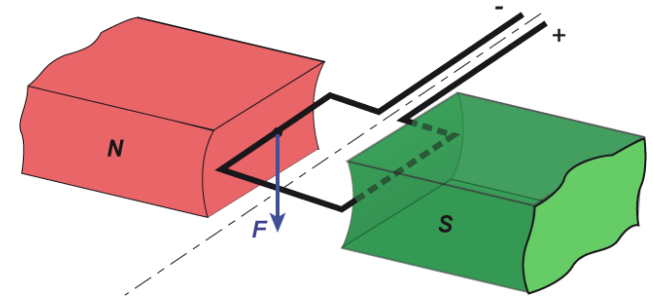
Leiterschleife im Magnetfeld

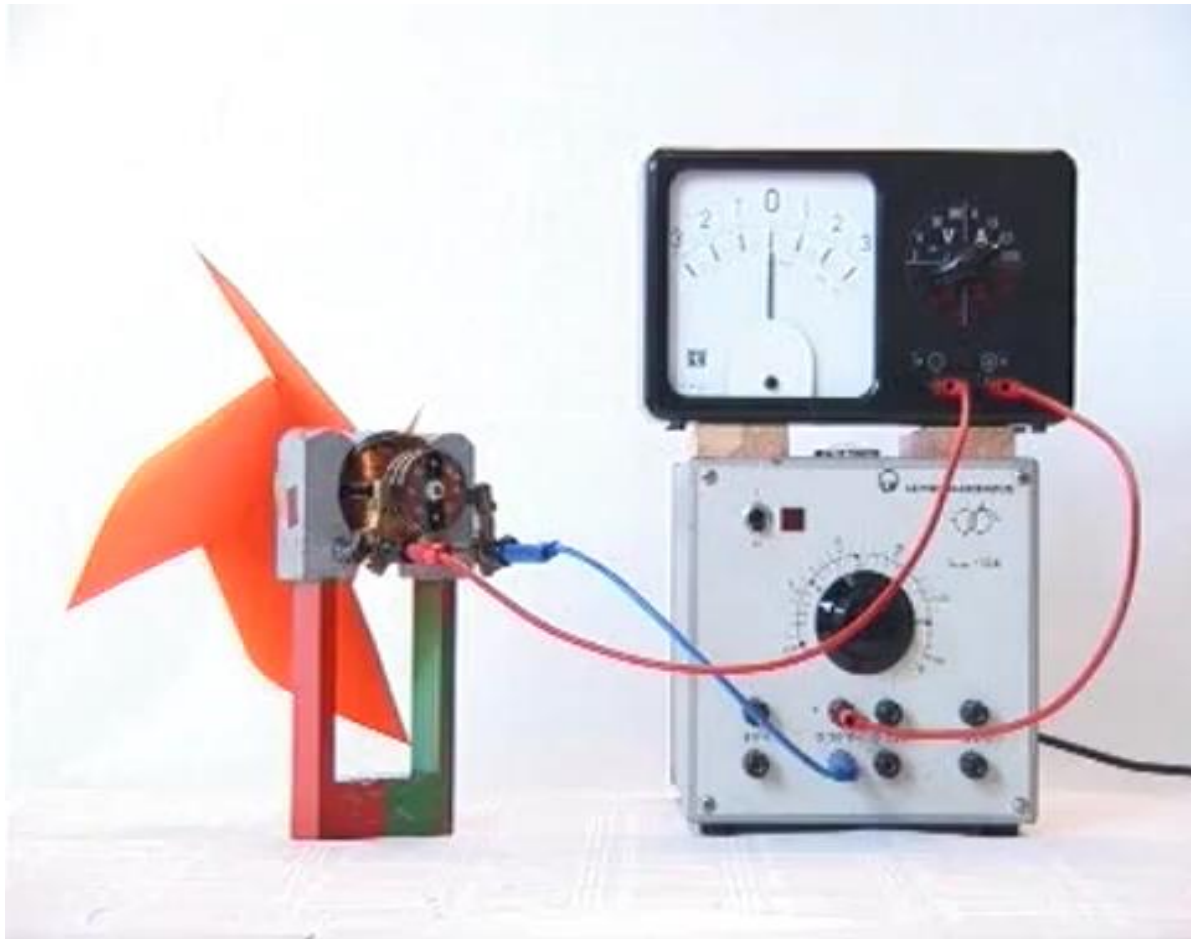


- Kraft auf Strom durchflossene Leiter

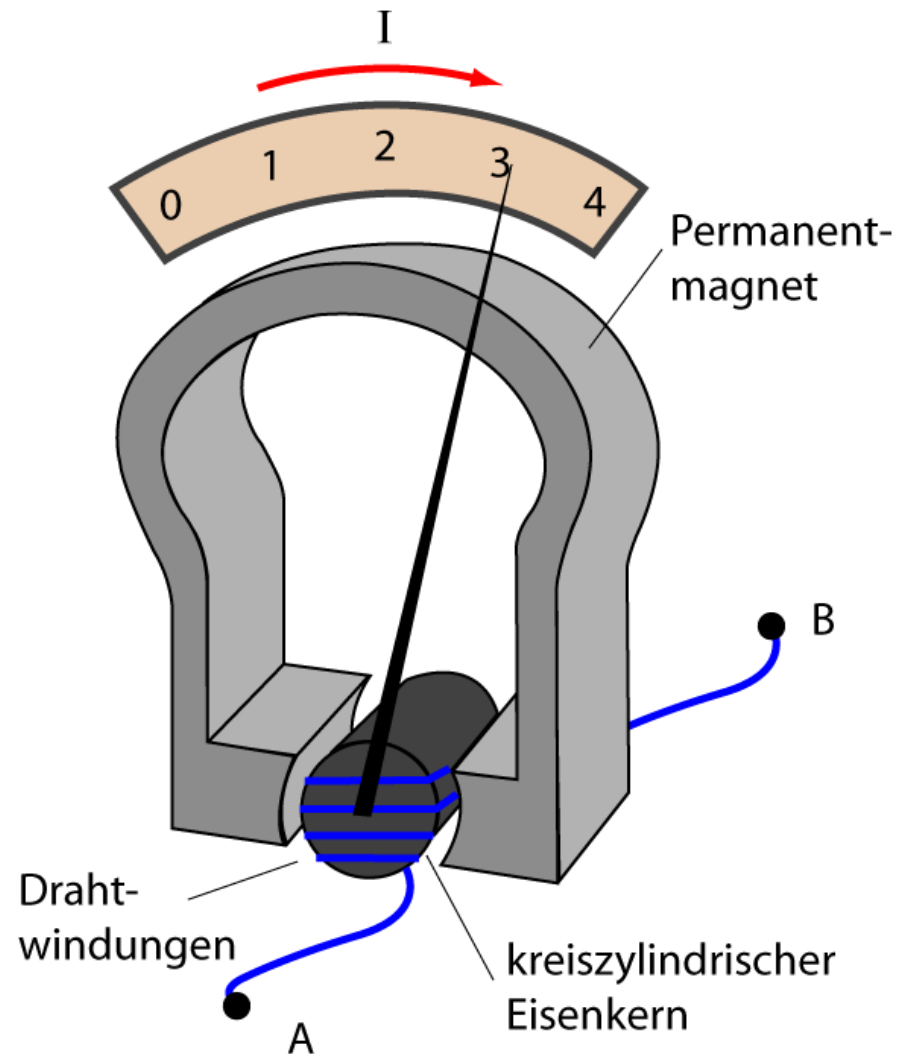


- Drehmoment auf Leiterschleife



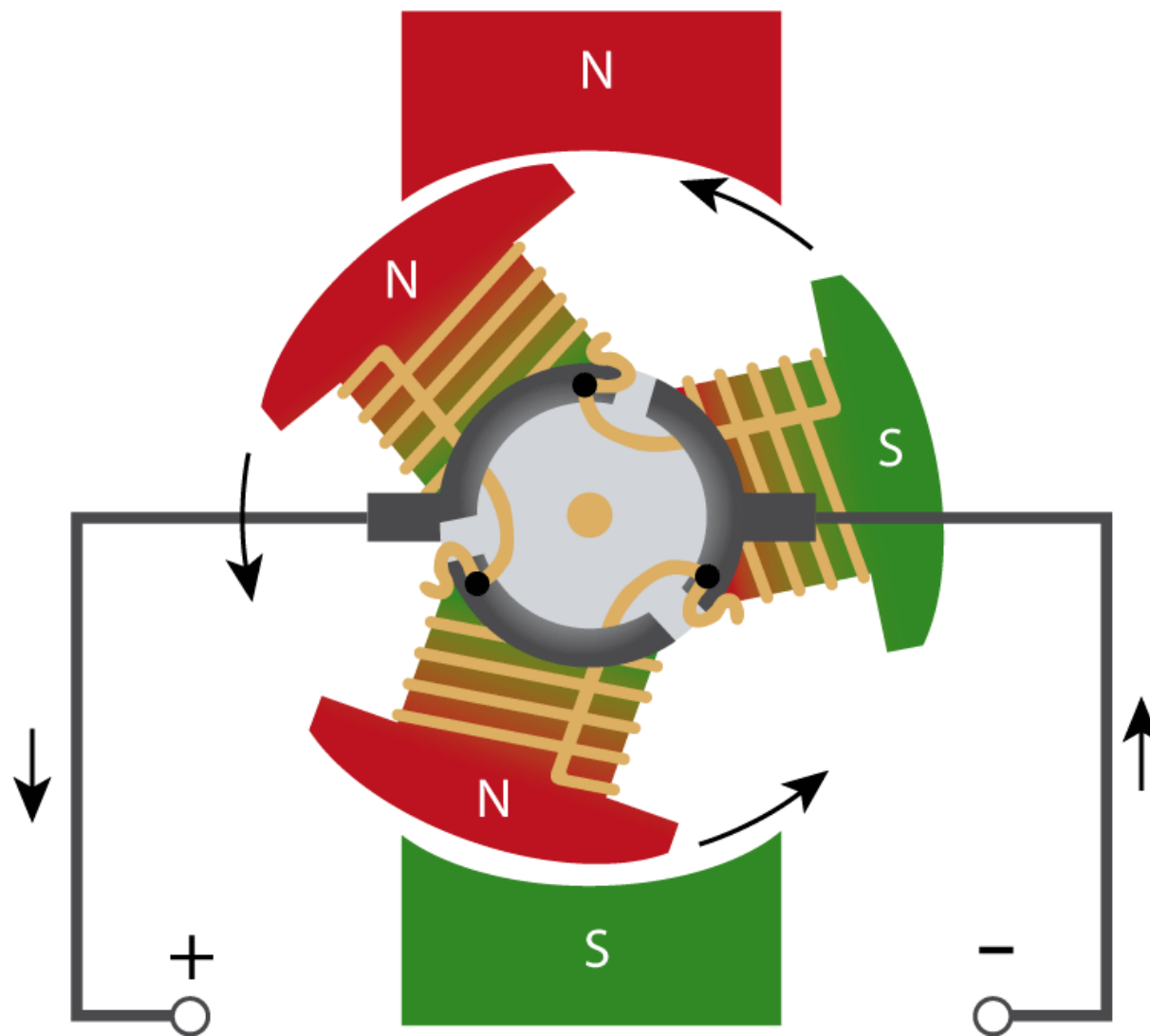


## ■ Kraft auf Strom durchflossene Spule

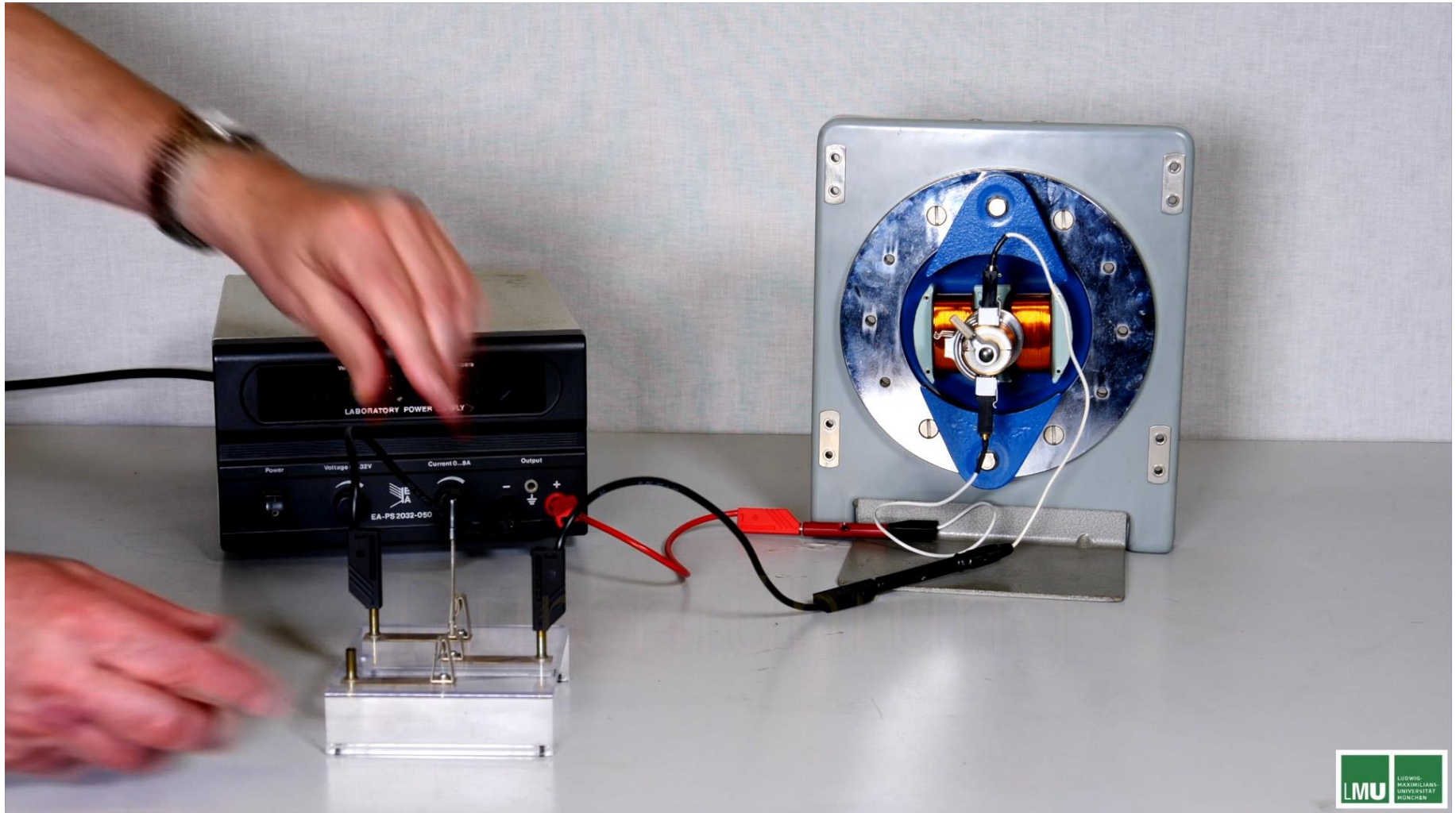


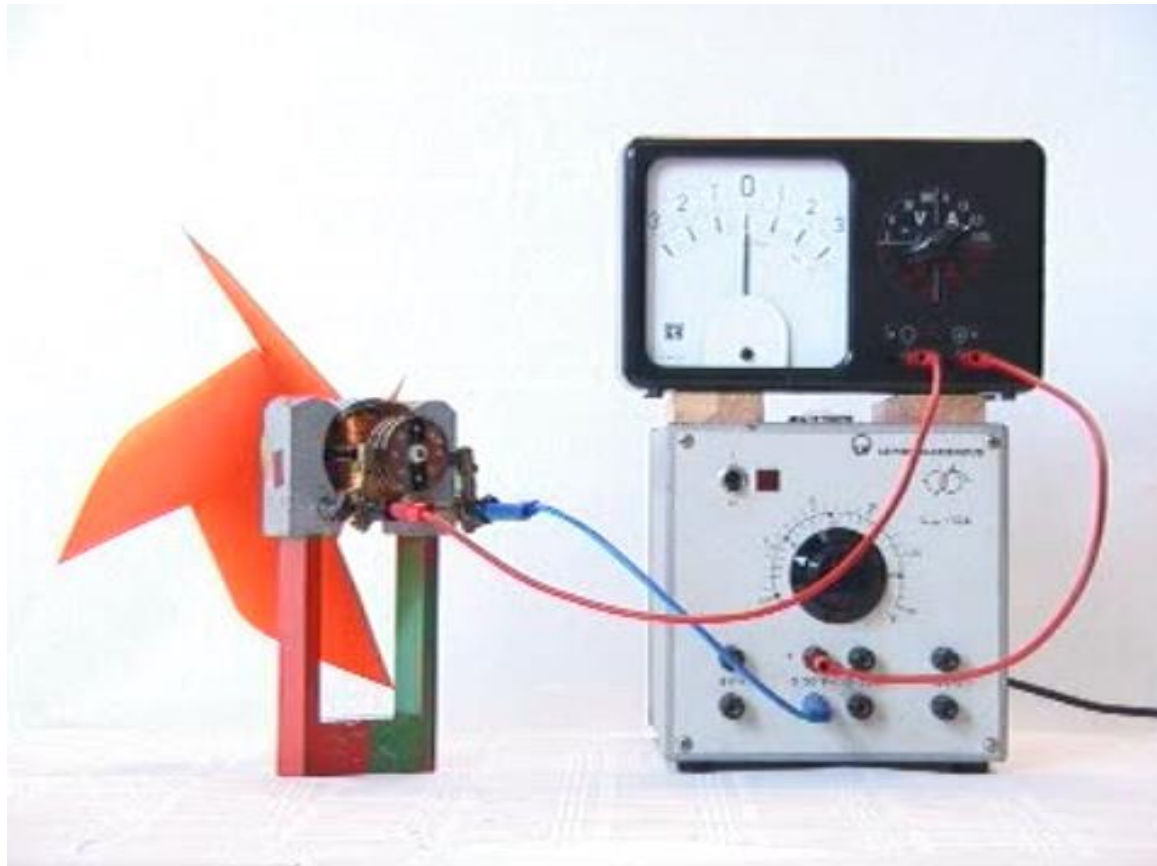


## ■ Elektromotor



## Elektromotor

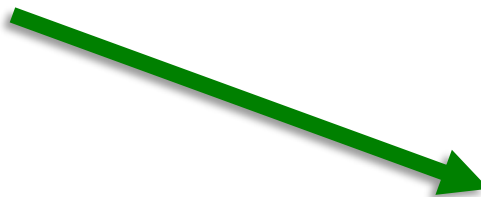




[https://www.didaktikonline.physik.uni-muenchen.de/EP2\\_E\\_Video/3-2T-Emotor1b.m4v](https://www.didaktikonline.physik.uni-muenchen.de/EP2_E_Video/3-2T-Emotor1b.m4v)

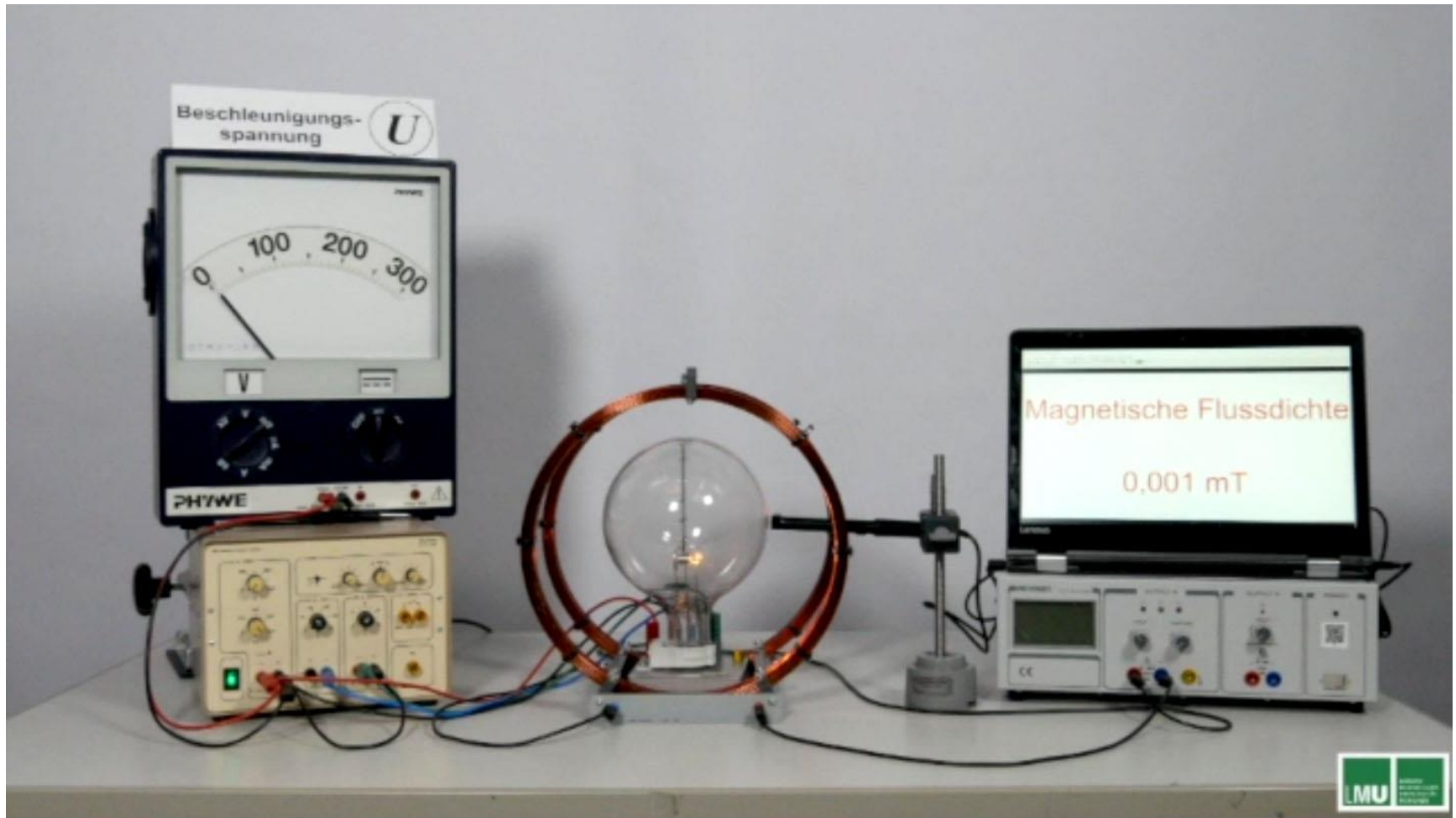


**Ladungstransport  
in Drähten**



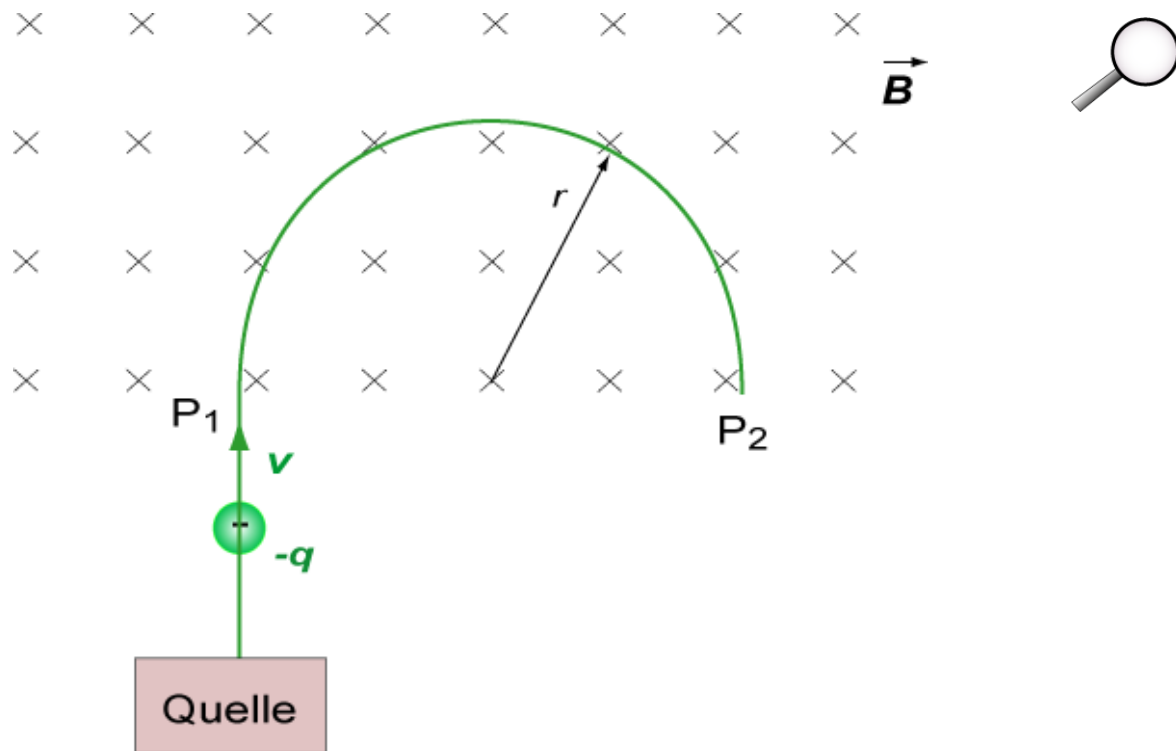
**frei bewegliche  
Ladungsträger**

## Fadenstrahlrohr

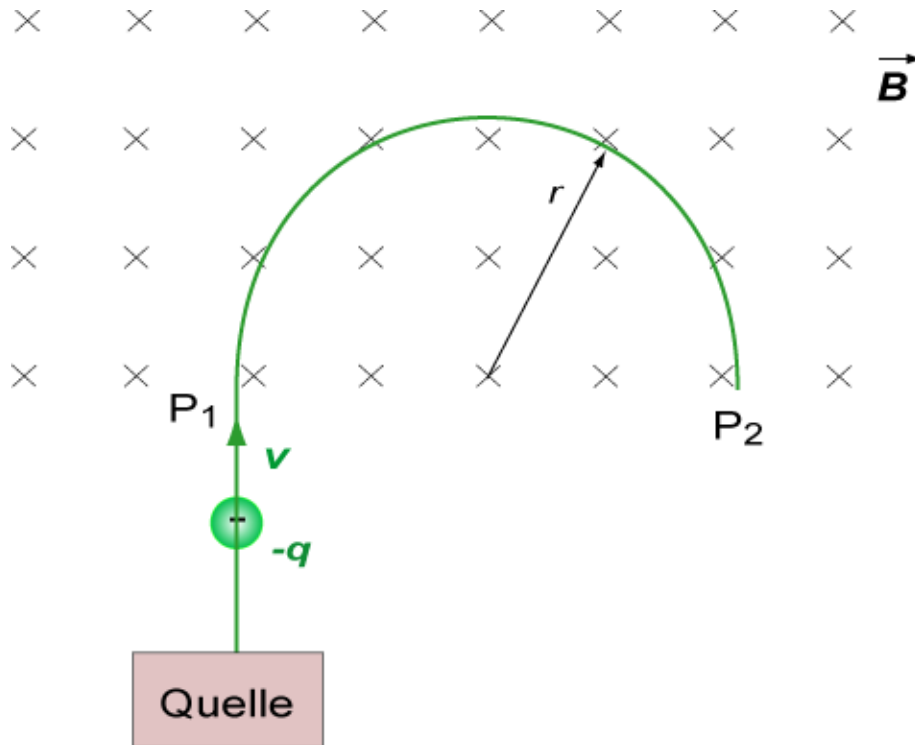


■ Bewegung einer Punktladung im Magnetfeld

Radius?



## ■ Bewegung einer Punktladung im Magnetfeld



Radius?

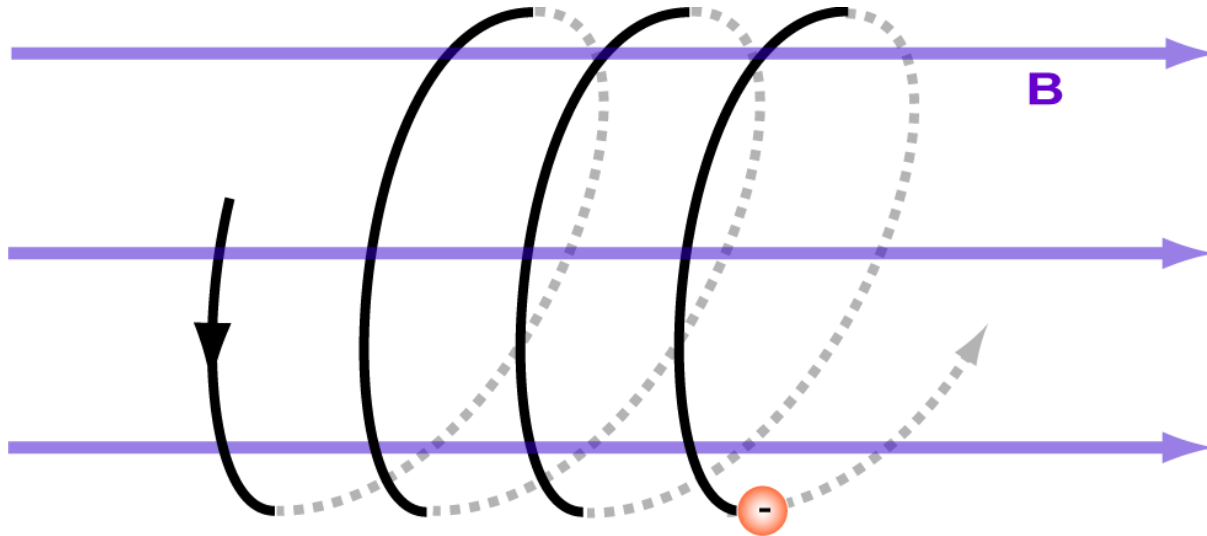
$$q v B = \frac{m v^2}{r}$$

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

Mit Beschleunigungsspannung  $U$ :

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

■ Geschwindigkeitsvektor und B-Feld nicht senkrecht

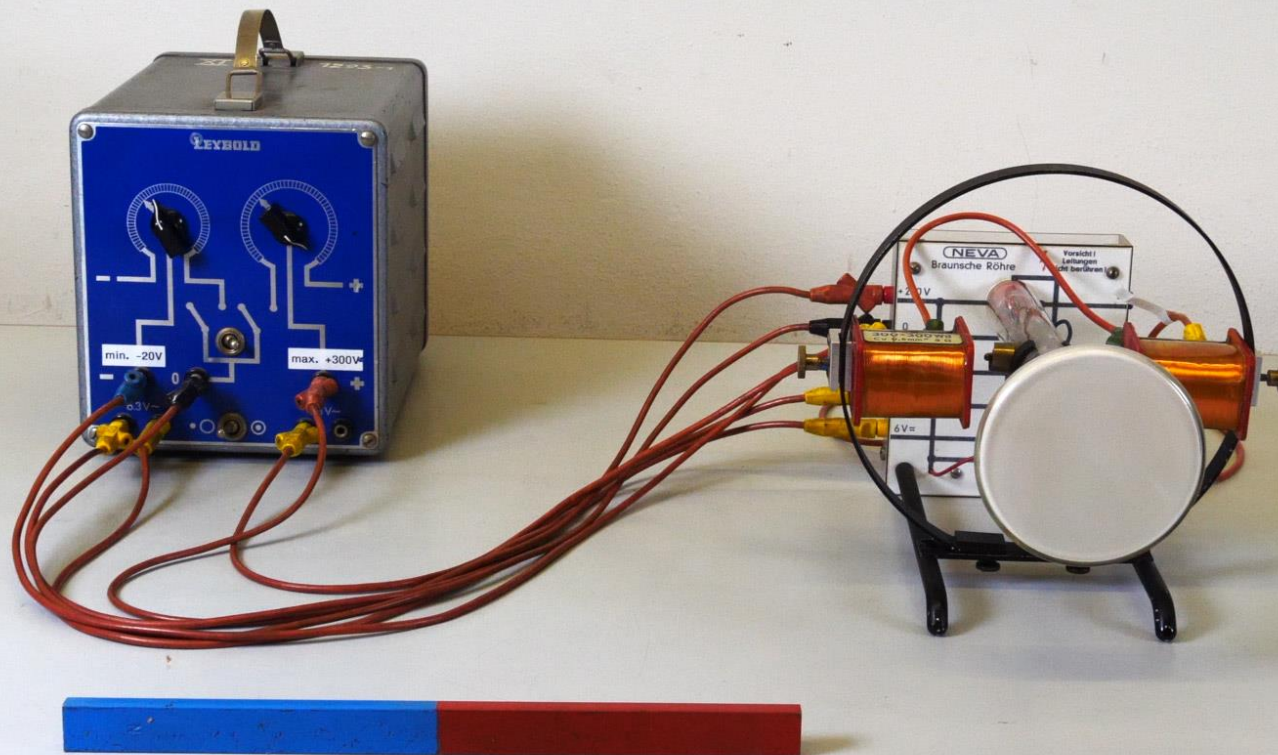


falls  $\vec{v} \angle \vec{B} \Rightarrow \vec{v} = \vec{v}_{\perp} + \vec{v}_{\parallel}$   
 Kreisbewegung + lineare Translation

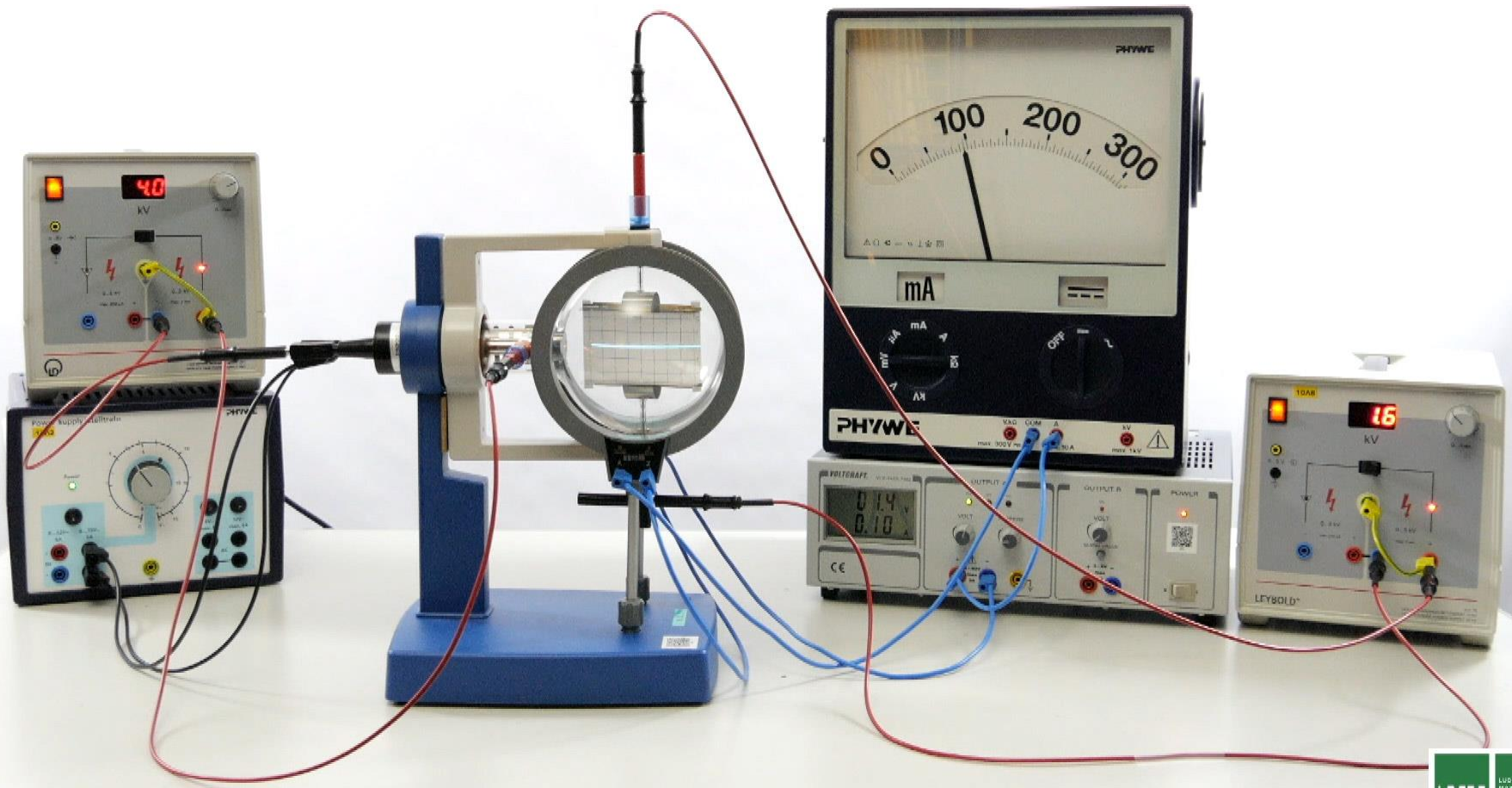
Schraubenbahn



## Braun'sche Röhre

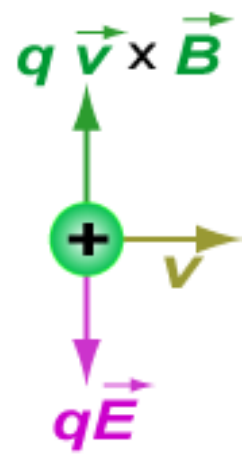
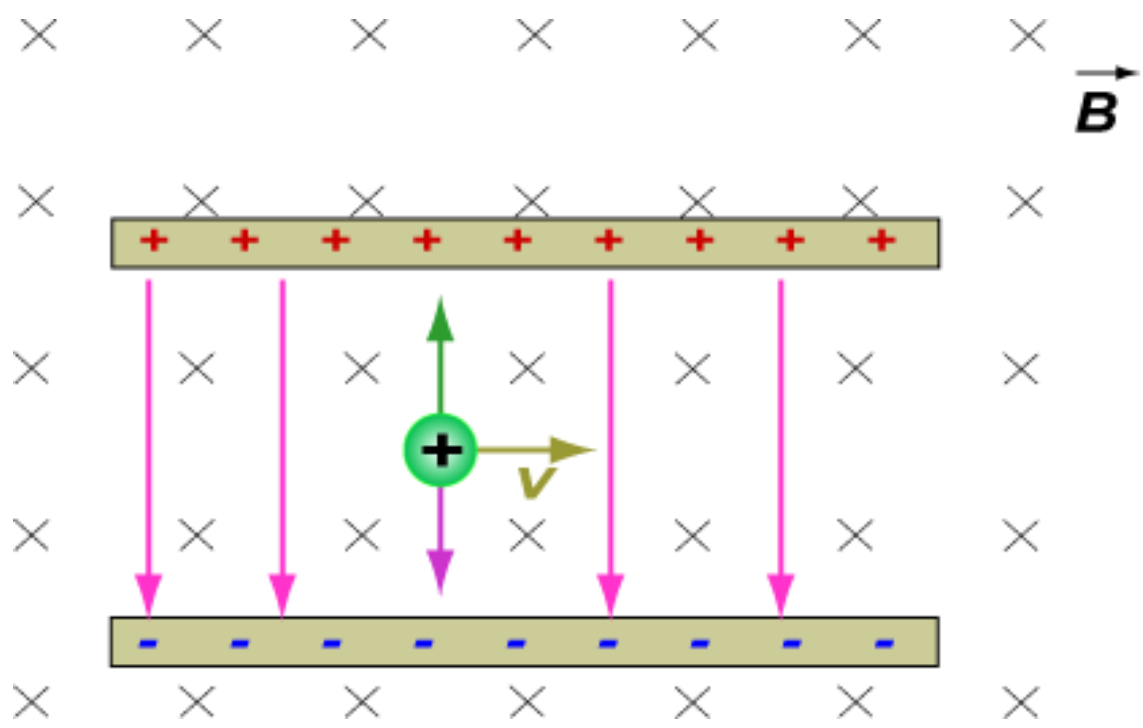


# Wienfilter

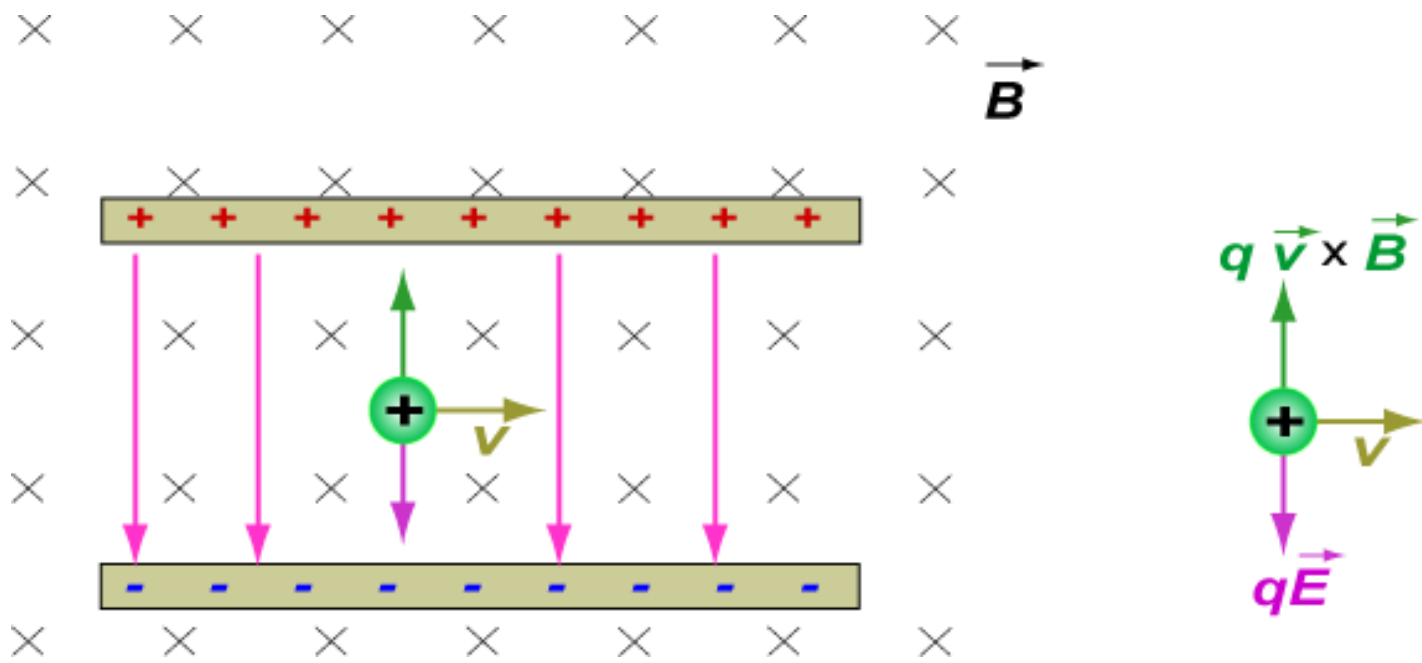


[https://www.didaktikonline.physik.uni-muenchen.de/EP2\\_E\\_Video/3-2I-Wienfilter.m4v](https://www.didaktikonline.physik.uni-muenchen.de/EP2_E_Video/3-2I-Wienfilter.m4v)

## ■ Geschwindigkeitsfilter



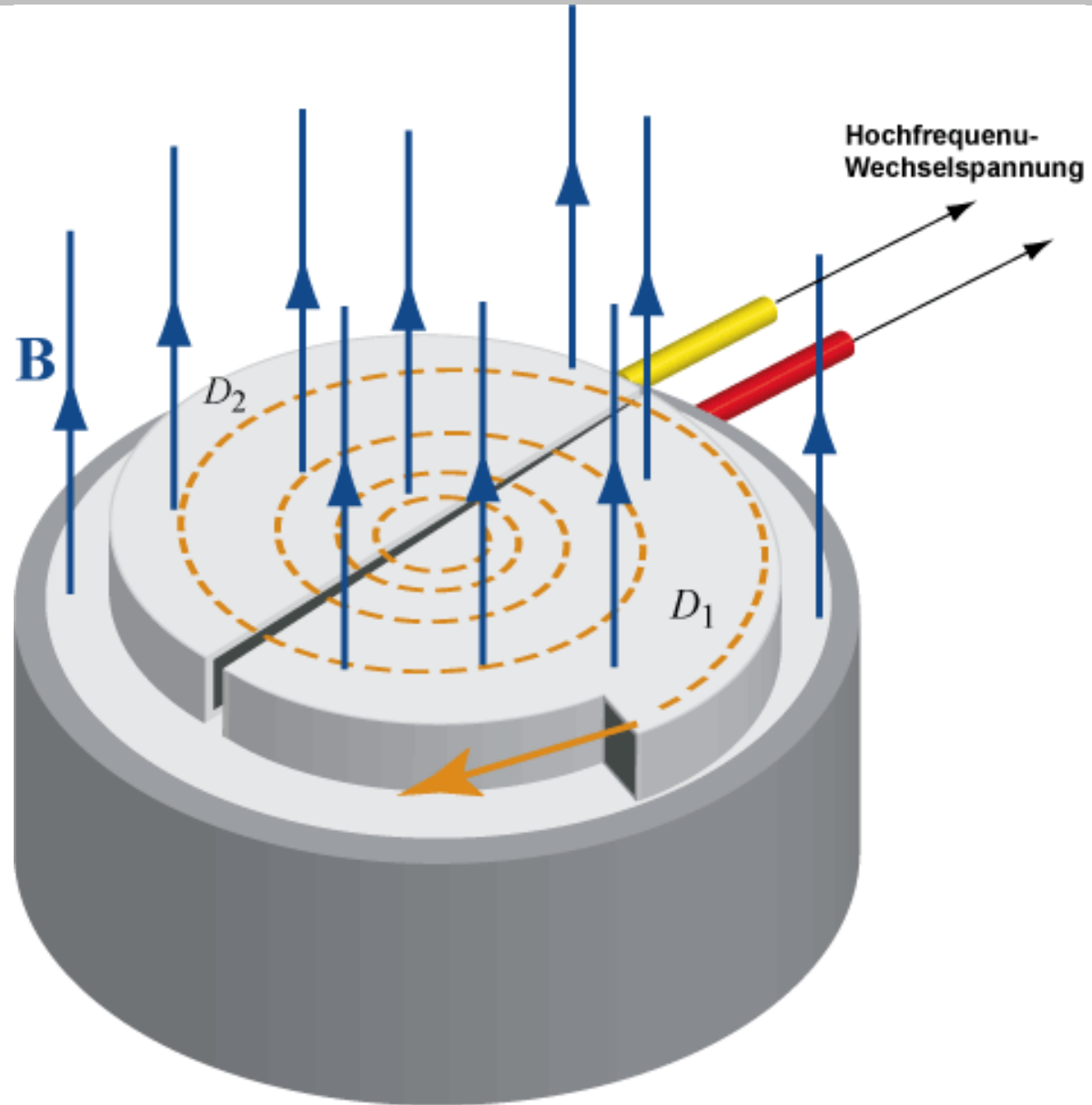
■ Geschwindigkeitsfilter



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

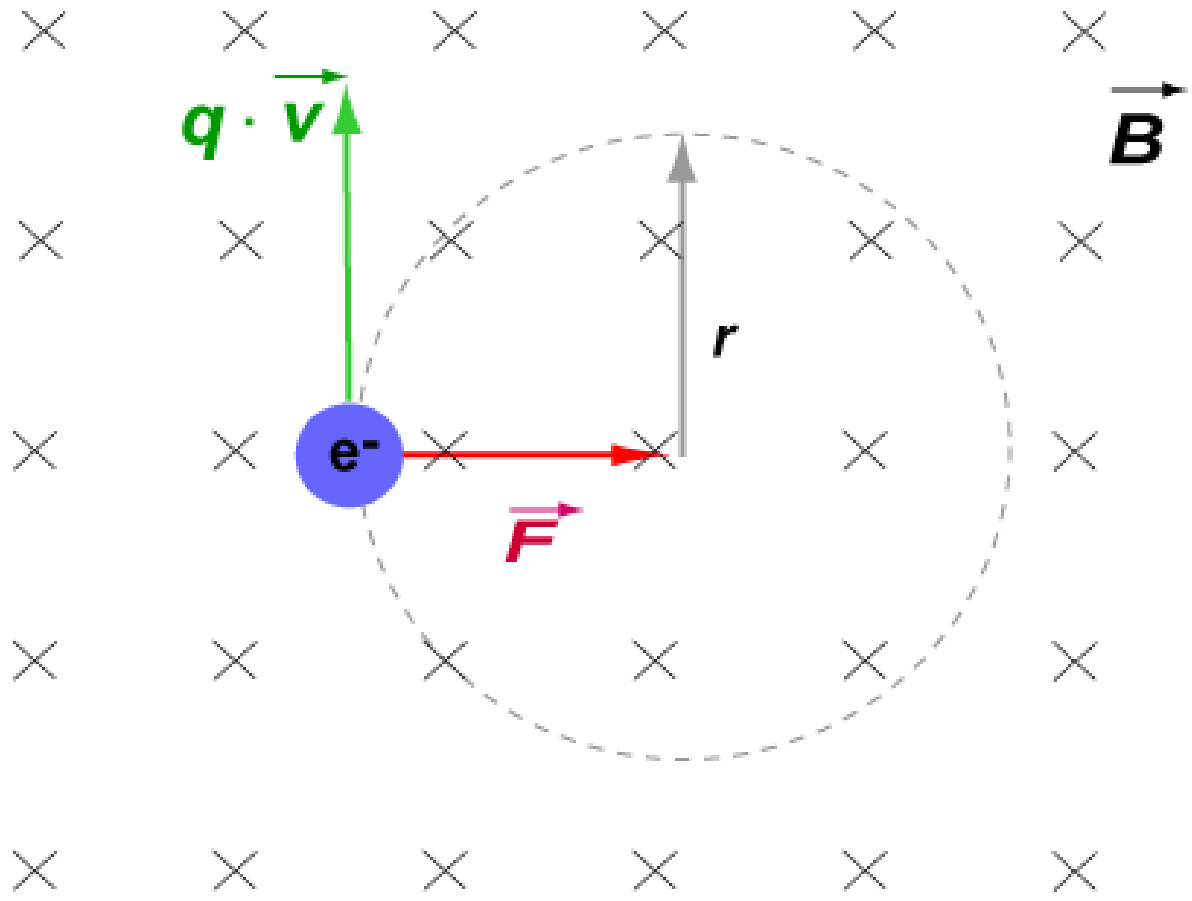
$$v = \frac{E}{B}$$

▪ Zyklotron





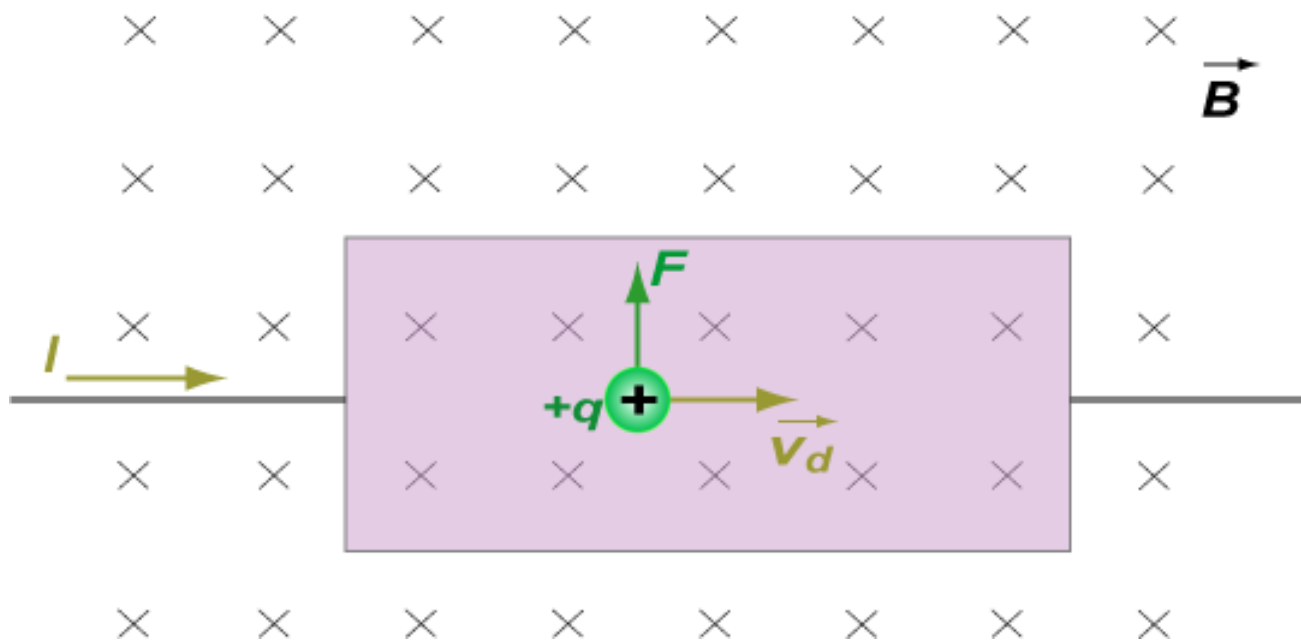
▪ Zyklotron



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

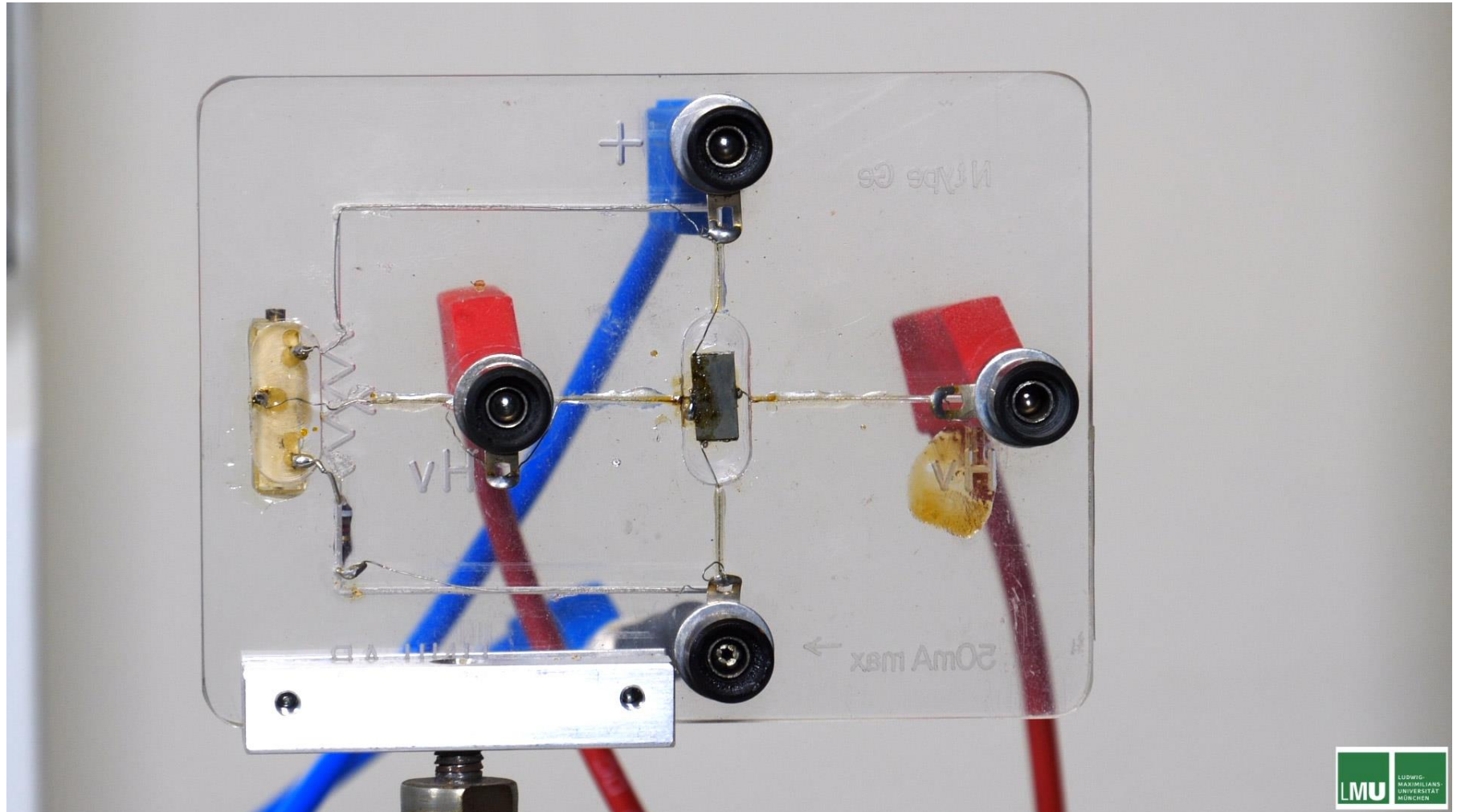


## ■ Hall-Effekt

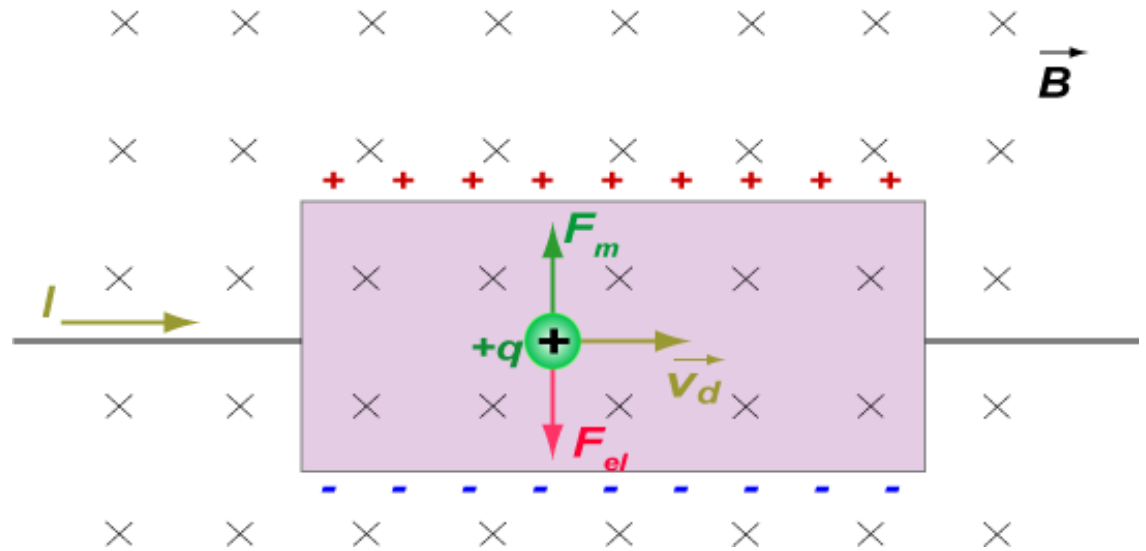




## Halleffekt



■ Hall-Effekt

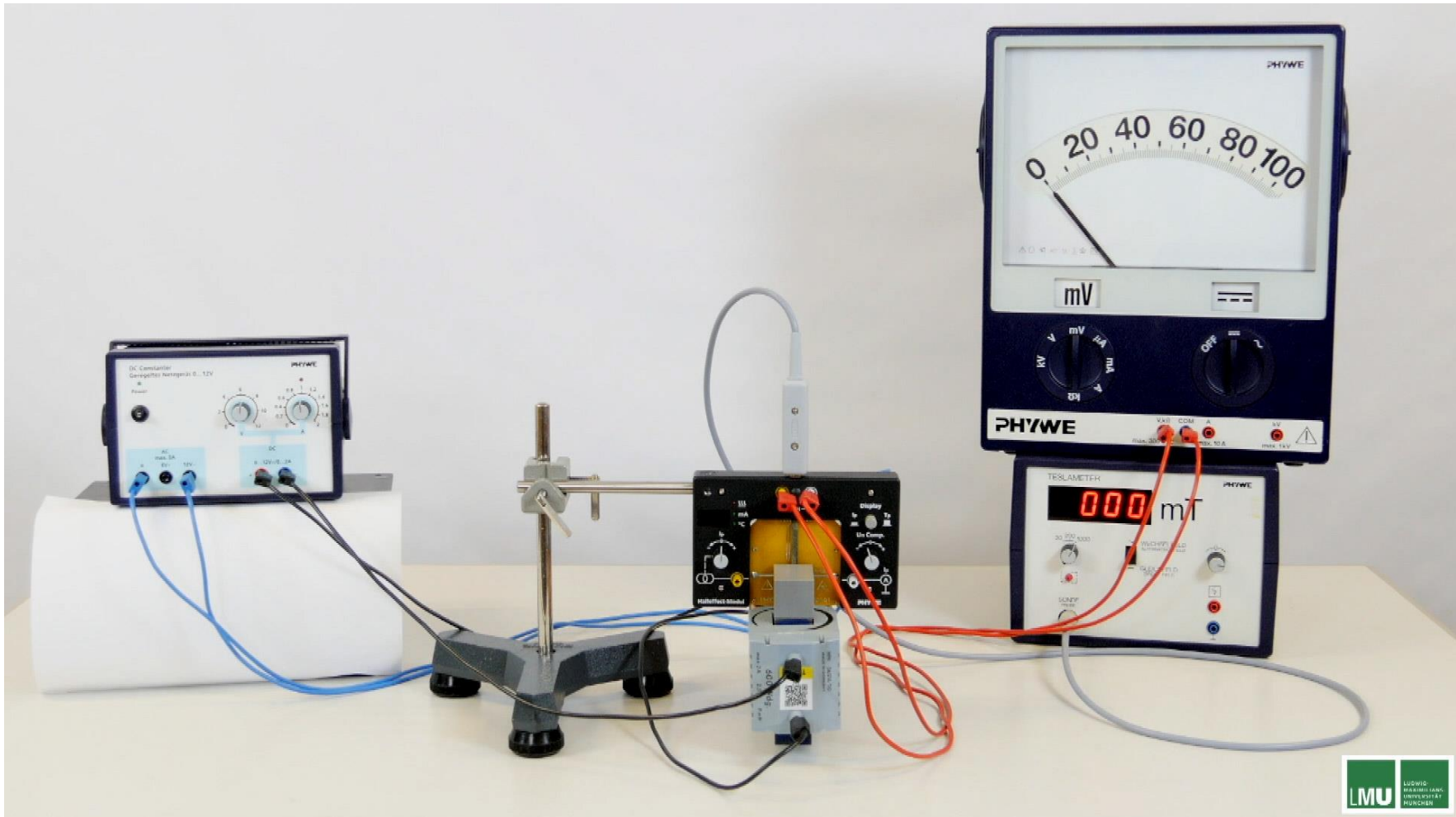


Im stationären Zustand wird die Lorentzkraft durch die elektrost. Kraft kompensiert:

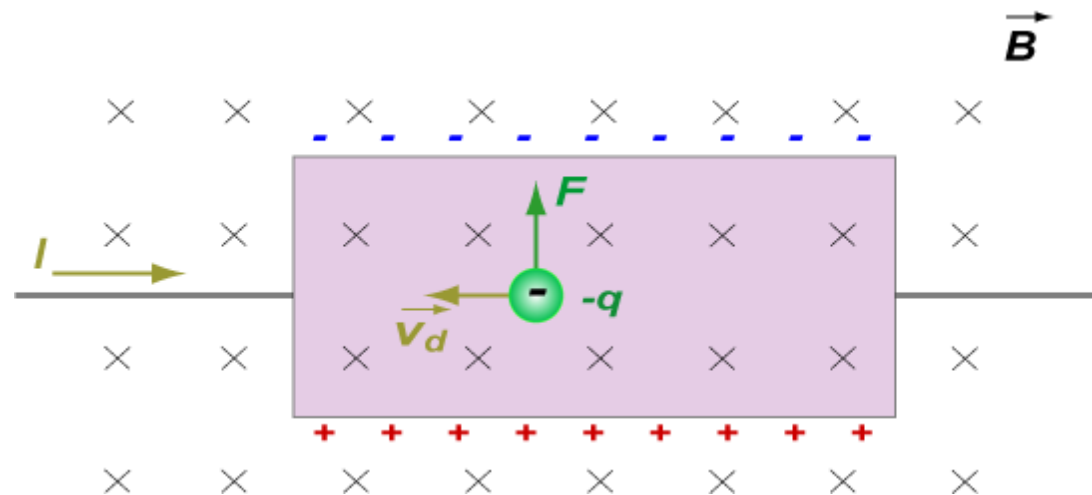
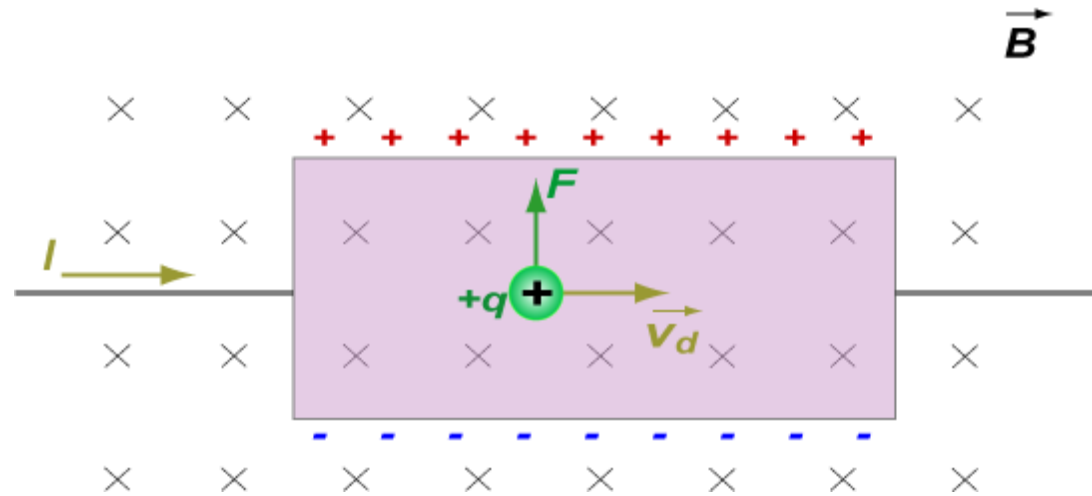




## Halleffekt – Einfluss der Stromstärke

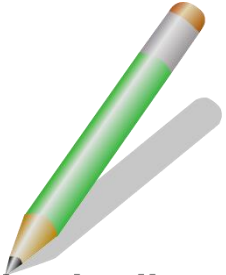


## ■ Hall-Effekt





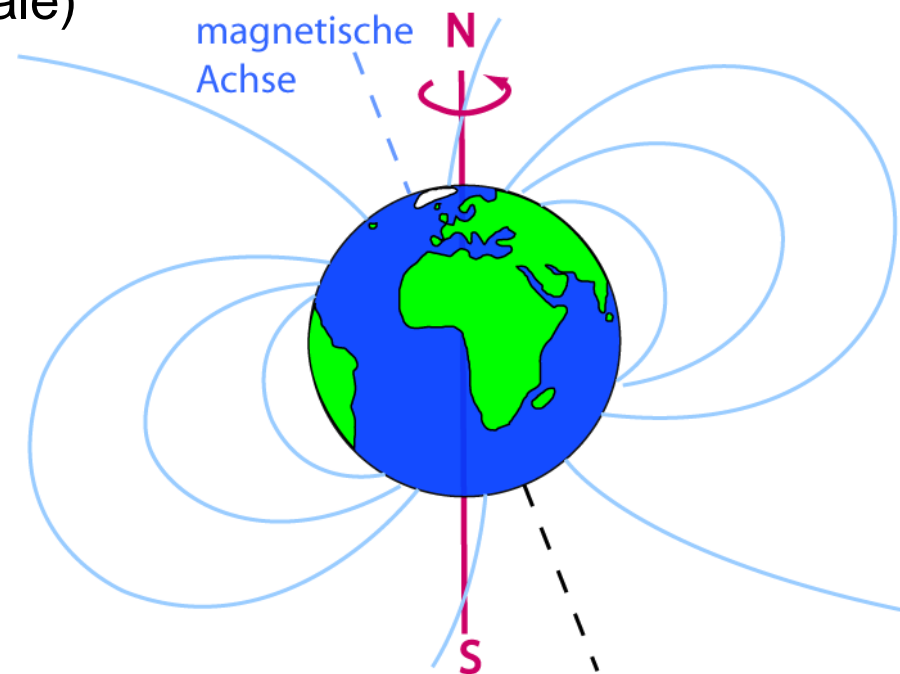
- **Hall-Konstante und Ladungsträgerdichten**



***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.  $2^\circ$  Ost bei München
- Inklination (Winkel gegen Horizontale)  
ca. 62 – 70 Grad in D  
ca. 65 Grad (bei Stuttgart)



## ■ Van-Allen-Gürtel

