

# Klassische Physik 2

# Elektrodynamik

SS2013

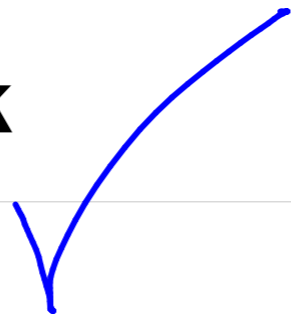
Johannes Blümer

V11 06. Juni

KIT-Centrum Elementarteilchen- und Astroteilchenphysik KCETA



# Abschluss Galvanik



## Magnetfelder

Oersted 1820: el. Strom übt Kräfte auf Magnethadeln aus

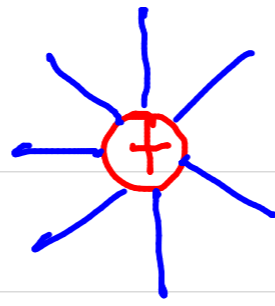
∃ magnetische Materialien ↗

→ magnetisches Kraftfeld, Magnetfeld  
wider Feldbegriff, Def. über die Kraftwirkung

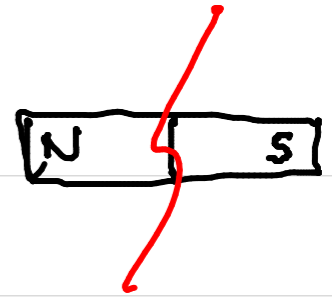
Veranschaulichung von Feldern:

Leiter	Stabmagnet
Schleife	
Spule	Ringspule

Vgl. Elektrostatik  
 $\vec{F} = q \cdot \vec{E}$ ,  $\text{div} \vec{E} = \frac{\rho}{\epsilon_0}$



Magnete:



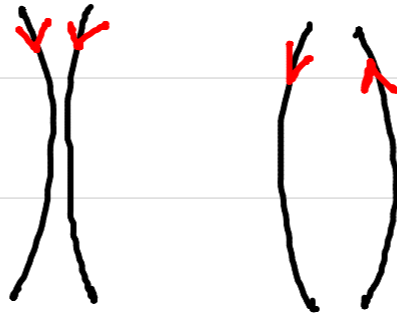
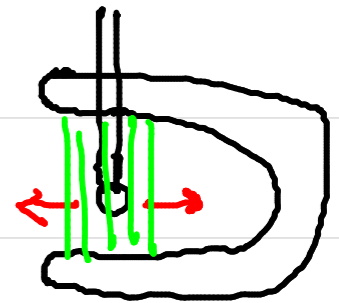
~~Monopole~~



1) Magn. Mat. — Magn. Material

2) Magn. Mat — Strom

3) Strom — Strom



Rechte-Hand-Regel!

Magnetische Feldlinien sind stets geschlossen

Lorentzkraft fasst alle Kraftwirkungen auf  
bewegte el. Ladungen zusammen

Strom!

$$\vec{F}_L = q \cdot \vec{v} \times \vec{B}$$

$\Rightarrow F_L$  messen,  $v$  messen,  $q$  messen  $\Rightarrow$  Def. für  $B$

$$[B] = \frac{N}{C \cdot m \cdot s^{-1}} = \frac{N}{A \cdot m} = V \cdot s \cdot m^{-2} = T \text{ "Tesla"}$$

$= 10^4 \text{ Gau\ss}$

vgl. Erdfeld: 0,5 (1 Gau\ss)

$$\vec{F}_L = 0 \text{ wenn } \vec{B} \updownarrow \vec{v}$$

Bild Punktladung im  $\vec{B}$ -Feld:  $\vec{F}_L \perp \vec{v} \rightarrow$  Kreisbahn

Leiterstück im  $\vec{B}$ -Feld :  $\vec{F}_1 = q \vec{v}_D \times \vec{B}$

$\hookrightarrow$  Driftgeschwindigkeit  
im Draht (klein)

In Leiterstück der Länge  $l$ ,  
Querschnitt  $A$ , gibt es  $n \cdot l \cdot A$  Ladungsträger

Anzahl  $\cdot$   $\xrightarrow{\quad}$   $\underbrace{\quad}_{\text{Vol}}$   
dichte

$\hookrightarrow$  Gesamtkraft auf Leiterstück  $F_{\text{ges}} = F_1 \cdot n l A$   
 $= q (\vec{v}_D \times \vec{B}) \cdot n l A$

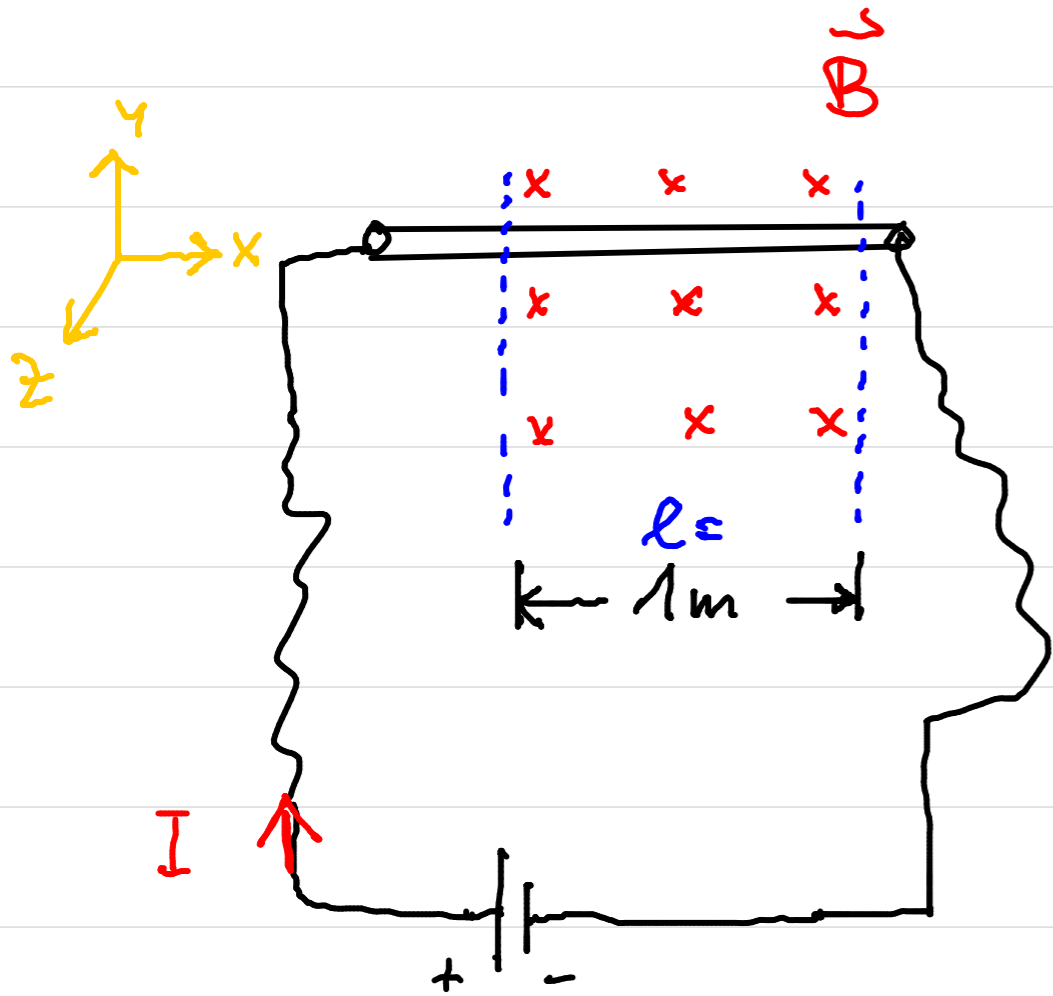
$$= q n A l \cdot \vec{v}_D \times \vec{B}$$

$$= \underbrace{q n A v_D}_{I} \cdot \vec{l} \times \vec{B} \quad |\vec{l}| = l, \quad \vec{l} \parallel \vec{v}_D$$

$I$

$$\hookrightarrow \vec{F} = I \cdot \vec{l} \times \vec{B} \quad \text{integral}$$
$$d\vec{F} = I d\vec{l} \times \vec{B} \quad \text{differenziell}$$

" $I \cdot d\vec{l}$ " Stromelement ; diff. Form in komplexen Fällen benutzen u. ortabhängig integrieren



$$l = 1\text{m}, I = 1\text{A}, B = 1\text{T} \Rightarrow F = 1\text{N}$$

$$F_y = 1\text{A} \cdot 1\text{m} \cdot 1\text{T} = 1\text{N}$$

$$F_x = 0$$

$$F_z = 0$$

magn. verursachte  
Querkraft auf  
Strom ( $\rightarrow$  Hall-Effekt)

Punktladung im Magnetfeld : Masse  $m$   
Ladung  $q$   
Geschwindigkeit  $\vec{v} \perp \vec{B}$

$$F_L = qvB \quad \vec{v} \perp \vec{B} \rightarrow \text{Kreisbahn}$$

Zentripetalkraft = Lorentzkraft

$$\frac{mv^2}{r} = qvB \quad \Rightarrow \quad r = \frac{mv}{qB} = \frac{p}{qB}$$

oder  $p = qBr$

Impulsmessung!

Bahnradius - Impuls - Beziehung.

Umlaufzeit und -frequenz

$$T = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2\pi \frac{mv}{qB}}{v} = 2\pi \frac{m}{qB}$$

$$f = \frac{1}{T} = \frac{qB}{2\pi m}$$

$$\omega = 2\pi f = \frac{qB}{m}$$

"Zyklotronfrequenz"

unabhängig von  $v, r$  [solange  $m = \text{Konst}$ ]

Geschwindigkeitfilter :  $F_z$  kompensiert  $F_E$

Massenspektrometer	ALEPH-Detektor	Elektronenstrahlröhre
Synchrotronstrahlung	Solare Plasmen	Erdmagnetfeld ↓ Strahlenschutz, Polarlichter
Zyklotron, Teilchenoptik		