# Magnetfelder

Wenn magnetische Dipole geteilt werden entstehen 2 Dipole

$\Rightarrow$ es existieren keine magnetischen "Ladungen"

Definiere ein Vektorfeld $\vec{B}$ mit Fluss $\Phi_m$ : magnetischer Fluss

$$\Phi_m = \int \vec{B} \cdot d\vec{A} = 0 \quad \text{für eine geschlossene Fläche}$$

$\vec{B}$ ist die magnetische Flussdichte

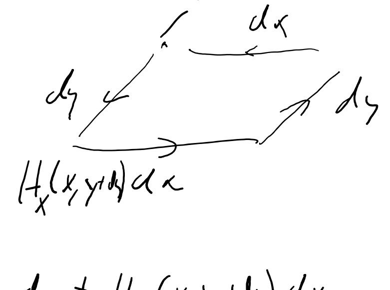
$$\int \vec{B} \cdot d\vec{A} \underset{\text{Satz von Gauss}}{=} \int \vec{\nabla} \cdot \vec{B} \cdot d^3 r = 0$$

$$\hookrightarrow \boxed{\vec{\nabla} \cdot \vec{B} = 0} \quad \Leftrightarrow \quad \Phi_m = 0 \quad \Leftrightarrow \quad \text{es gibt keine magnetische Ladungen}$$

---

## Ampèresches Gesetz:

$$\underset{\text{geschl. Weg}}{\oint} \vec{H} \cdot d\vec{r} = \underset{\text{eingeschl. Fläche}}{\int} \vec{j} \cdot d\vec{A}$$




$$I = H_y(x,y) \cdot dy + H_x(x,y+dy)\, dx - H_y(x+dx, y+dy)\, dy - H_x(x+dx,y)\, dx$$

$$= -\underbrace{\left(\frac{H_y(x+dx) - H_y(x)}{dx}\right)}_{\partial H_y} dy \cdot dx + \underbrace{\left(\frac{H_x(y+dy) - H_x(y)}{dy}\right)}_{\partial H_x} dx\, dy$$

$$\frac{\partial H_y}{\partial x} \qquad\qquad \frac{\partial H_x}{\partial y}$$

$$I = j_z \cdot dx\,dy = \left(\frac{\partial H_x}{\partial y} - \frac{\partial H_y}{\partial x}\right) dx\,dy$$

$$j_z = \frac{\partial H_x}{\partial y} - \frac{\partial H_y}{\partial x} \Rightarrow \text{allg.} \quad \boxed{\vec{j} = \vec{\nabla} \times \vec{H}}$$

---

## $\vec{E}$ - und $\vec{D}$-Feld

$\vec{D}$: el. Flussdichte

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{D} = \rho$$

$$[\vec{D}] = \frac{As}{m^2}$$

$$\vec{\nabla} V = -\vec{E}$$

$$[\vec{E}] = \frac{V}{m}$$

$$\vec{D} = \varepsilon \varepsilon_0 \vec{E}$$

$$[\varepsilon_0] = \frac{As}{Vm}$$

$$\varepsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12} \frac{As}{Vm}$$

## $\vec{H}$ - und $\vec{B}$-Feld

$\vec{B}$: mag. Flussdichte

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{B} = 0$$

$$[\vec{B}] = \frac{Vs}{m^2}$$

$$\vec{\nabla} \times \vec{H} = \vec{j}$$

$$[\vec{H}] = \frac{A}{m}$$

$$\vec{B} = \mu \mu_0 \vec{H}$$

$$[\mu_0] = \frac{Vs}{Am}$$

$$\mu_0 \simeq 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{Vs}{Am}$$

---

## Lorentz-Kraft

$$\vec{F} = q\left(\vec{E} + \vec{v} \times \vec{B}\right)$$

ohne $\vec{E}$ $\Rightarrow$ $\vec{F} = q\,\vec{v} \times \vec{B}$

$$= I\,\vec{l} \times \vec{B}$$

$$[F] = [q][v][B] \Rightarrow [B] = \frac{N\,s}{As \cdot m} = \frac{Vs}{m^2} = \text{Tesla}$$

---