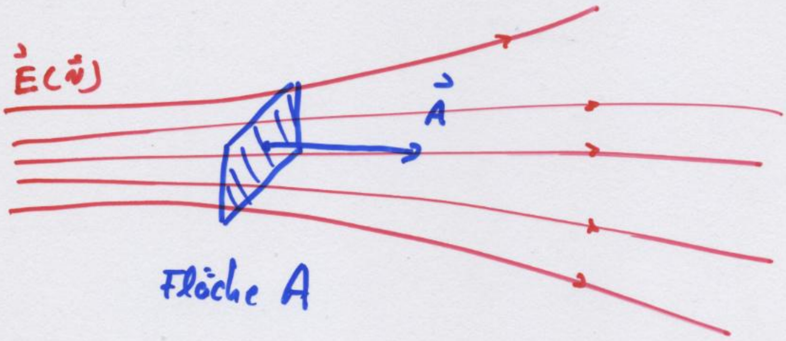
2.1.5 Der Gaußsche Satz

Vorstellung: Felder entstehen durch Ausströmen einer Kraft

E/M Feld: Ausfluss von virtuellen Photonen



Elektr. Fluss durch A

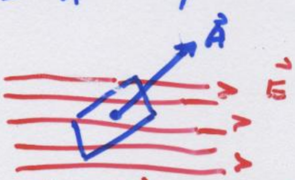
$$\phi \equiv \int_A \vec{E}\, d\vec{A}$$

Falls
- $|\vec{E}(\vec{r})| = \text{const}$, $\vec{E} \parallel \vec{A}$

  $\vec{E} \cdot \vec{A} = E \cdot A \cdot \cos \sphericalangle_{\vec{E},\vec{A}} = E \cdot A$

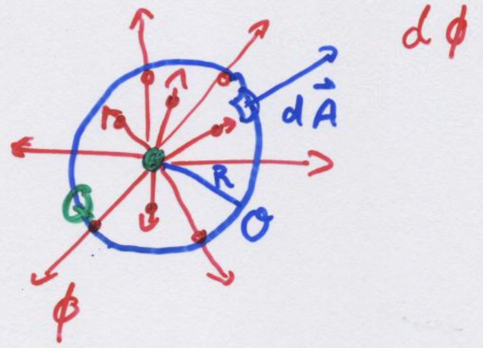
- $|\vec{E}| = \text{const}$, $\vec{E} \sphericalangle \vec{A}$

  $\vec{E} \cdot \vec{A} = \phi = E \cdot A \cdot \cos \sphericalangle$



Insbesondere: $\vec{E} \perp \vec{A}$: $\vec{E} \cdot \vec{A} = 0$

- Fluss durch Kugelfläche



$$\phi = \int d\phi$$

$$= \int_O \vec{E}(\vec{R})\, d\vec{A}$$

$$= \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\,\frac{Q}{R^2}\,\underbrace{\int_O \vec{e}_R\, d\vec{A}}_{4\pi R^2} = \frac{Q}{\varepsilon_0}$$

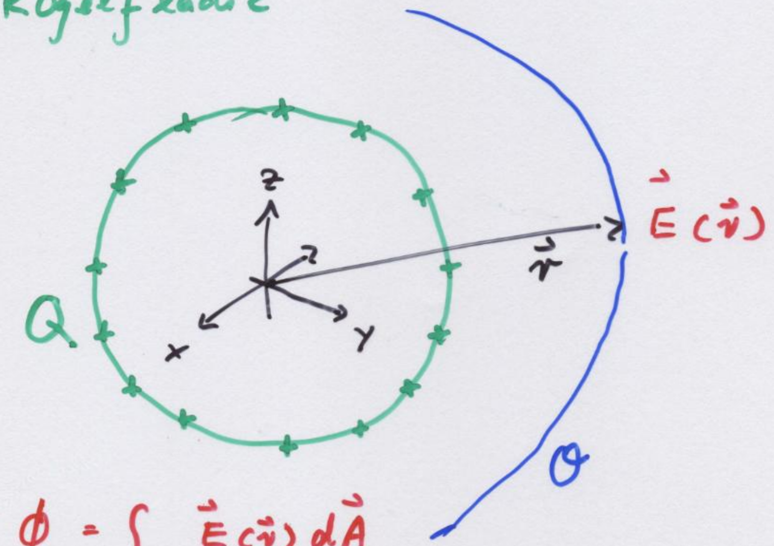
$$\{\vec{e}_R \parallel d\vec{A}\}$$

$$\phi = \frac{Q}{\varepsilon_0}$$ unabhängig vom Abstand R

$$\vec{F} = Q_0 \cdot \vec{E}$$

Beispiel

a) Bestimme el. Feld außerhalb geladener Kugelfläche



$$\phi = \int_O \vec{E}(\vec{r})\, d\vec{A}$$

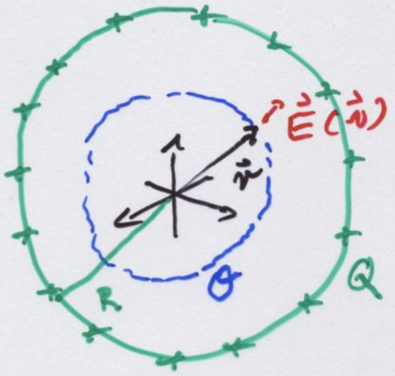
$$= \frac{Q}{\varepsilon_0} \quad \text{einerseits}$$

$$= E(\vec{r}) \cdot \int_O dA$$

$$= E(\vec{r}) \cdot 4\pi r^2 \quad \text{andererseits}$$

$$\Rightarrow E(\vec{r}) = \frac{Q}{4\pi \varepsilon_0 r^2}$$

b) Feld innerhalb geladener Kugelfläche



$$\phi = \int_O \vec{E}(\vec{r})\, d\vec{A} = 4\pi r^2 E$$

$$= 0$$

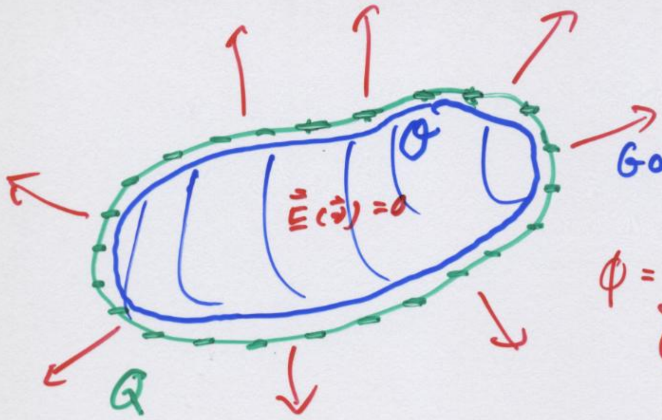
[keine Ladung umschlossen]

$$\Rightarrow \vec{E}(\vec{r}) \text{ mit } |\vec{r}| < R \quad = 0$$

Allgemein: Elektrische Felder innerhalb von geladenen Leitern:

a) Abstoßung der Ladungen

$\Rightarrow$ Ansammlung auf Oberfläche des Leiters



Gaußsche Oberfläche

$$\phi = \int_{O} \vec{E}\, d\vec{A} = 0$$

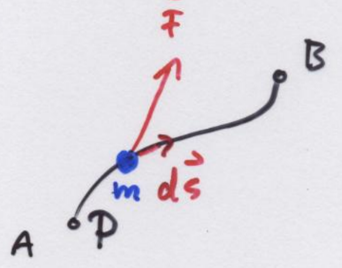
Anwendung: Faraday-Käfig

2.1.6 Arbeit und Spannung

a) Einschub Mechanik

Arbeit: Wenn eine Kraft auf ein bewegliches Objekt ausgeübt wird, so leistet diese Kraft Arbeit.

$$W \equiv \int_P \vec{F} \, d\vec{s}$$



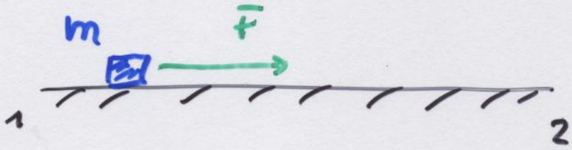
Kinetische Energie: Führt die Kraft zu einer Beschleunigten Bewegung, so bekommt das Objekt kinetische Energie

$$W = \int_{1,p}^{2} \vec{F}\, d\vec{s} = \int_1^2 m\, \vec{a}\, d\vec{s} \qquad (\vec{F} = m \cdot \vec{a})$$

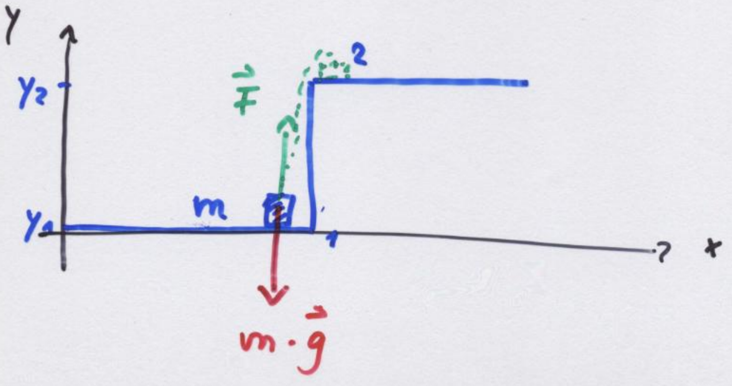
$$= \int_1^2 m\, \frac{d\vec{v}}{dt}\, d\vec{s}$$

$$= \int_1^2 m\, \vec{v}\, d\vec{v}$$

$$= \frac{1}{2} m v_2^2 - \frac{1}{2} m v_1^2$$



<u>Potentielle Energie</u>: wirkt die Kraft in einem Feld, so ändert sich die potentielle Energie des Objektes



$$W = \int_1^2 \vec{F}\, d\vec{s} = E_p(\vec{r}_2) - E_p(\vec{r}_1)$$
$$= \Delta E_p$$

Beispiel: homogenes Gravitationsfeld:

$$\Delta E_p = mg(y_2 - y_1)$$
$$= mgh$$

Energieerhaltungssatz

$$E_{tot} = E_{kin\,1} + E_{pot\,1}$$
$$= E_{kin\,2} + E_{pot\,2}$$
$$= const$$ in geschlossenen Systemen ohne Reibung

$$\Leftrightarrow \Delta E_{pot} + \Delta E_{kin} = 0$$