

Lernzettel

Elektrostatische Grundgrößen: Ladung, Feld,
Potenzial, Spannung, Polarisierung und Kapazität

Universität:	Technische Universität Berlin
Kurs/Modul:	Grundlagen der Elektrotechnik (GLET)
Erstellungsdatum:	September 20, 2025



Zielorientierte Lerninhalte, kostenlos!
Entdecke zugeschnittene Materialien für deine Kurse:

<https://study.AllWeCanLearn.com>

Grundlagen der Elektrotechnik (GLET)

Lernzettel: Elektrostatische Grundgrößen**(1) Ladung.**

Ladung Q ist eine skalare Größe im SI. Einheit: Coulomb (C).

Elementarladung: $e = 1.602 \times 10^{-19} \text{ C}$.

Wechselwirkung zweier Punktladungen wird durch das Coulomb-Gesetz beschrieben:

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r^2}.$$
$$k_e \equiv \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \quad \Rightarrow \quad F = k_e \frac{q_1 q_2}{r^2}.$$

$Q = I t$ beschreibt die Ladung, die durch einen Leiter fließt, falls Konstanzstrom I über Zeit t fließt.

(2) Feld.

Das elektrische Feld $\mathbf{E}$ ist die Kraft pro Ladung:

$$\mathbf{E} = \frac{\mathbf{F}}{q}.$$

$|\mathbf{E}|$ hat die Einheit N/C.

für ein einzelnes Punktladungsfeld gilt:

$$\mathbf{E}(\mathbf{r}) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q(\mathbf{r} - \mathbf{r}_q)}{|\mathbf{r} - \mathbf{r}_q|^3}.$$

'sches Gesetz (Vakuum):

$$\oint_S \mathbf{E} \cdot d\mathbf{A} = \frac{Q_{\text{enc}}}{\epsilon_0}.$$

relevante Größen:

$$\mathbf{D} = \epsilon_0 \mathbf{E} + \mathbf{P}, \quad \mathbf{P} = \text{Polarisation (Dipolmoment pro Volumen)}.$$

(3) Potenzial.

Das elektrische Potenzialfeld V ist definiert durch die Beziehung:

$$\mathbf{E} = -\nabla V.$$

Potentialunterschied zweier Punkte ist:

$$V(B) - V(A) = - \int_A^B \mathbf{E} \cdot d\mathbf{l}.$$

(4) Spannung.

Spannung bezeichnet die Potentialdifferenz zwischen zwei Punkten:

$$\Delta V = V_B - V_A = - \int_A^B \mathbf{E} \cdot d\mathbf{l}.$$

(5) Polarisation.

$\mathbf{P}$ ist die Dipolmomente pro Volumen. Wichtige Beziehungen:

$$\rho_b = -\nabla \cdot \mathbf{P}, \quad \sigma_b = \mathbf{P} \cdot \hat{\mathbf{n}}.$$

$$\mathbf{D} = \varepsilon_0 \mathbf{E} + \mathbf{P}.$$

für lineare, isotrope dielektrische Materialien:

$$\mathbf{P} = \varepsilon_0 \chi_e \mathbf{E}, \quad \mathbf{D} = \varepsilon_0 \varepsilon_r \mathbf{E}, \quad \varepsilon_r = 1 + \chi_e.$$

(6) Kapazität.

Definition:

$$C = \frac{Q}{V}.$$

für eine Parallel plates-Kondensator:

$$C = \varepsilon_0 \varepsilon_r \frac{A}{d}.$$

im elektrischen Feld bzw. im Kondensator:

$$W = \frac{1}{2} C V^2.$$