

Netzwerke und Schaltungen Übungsstunde Woche 2

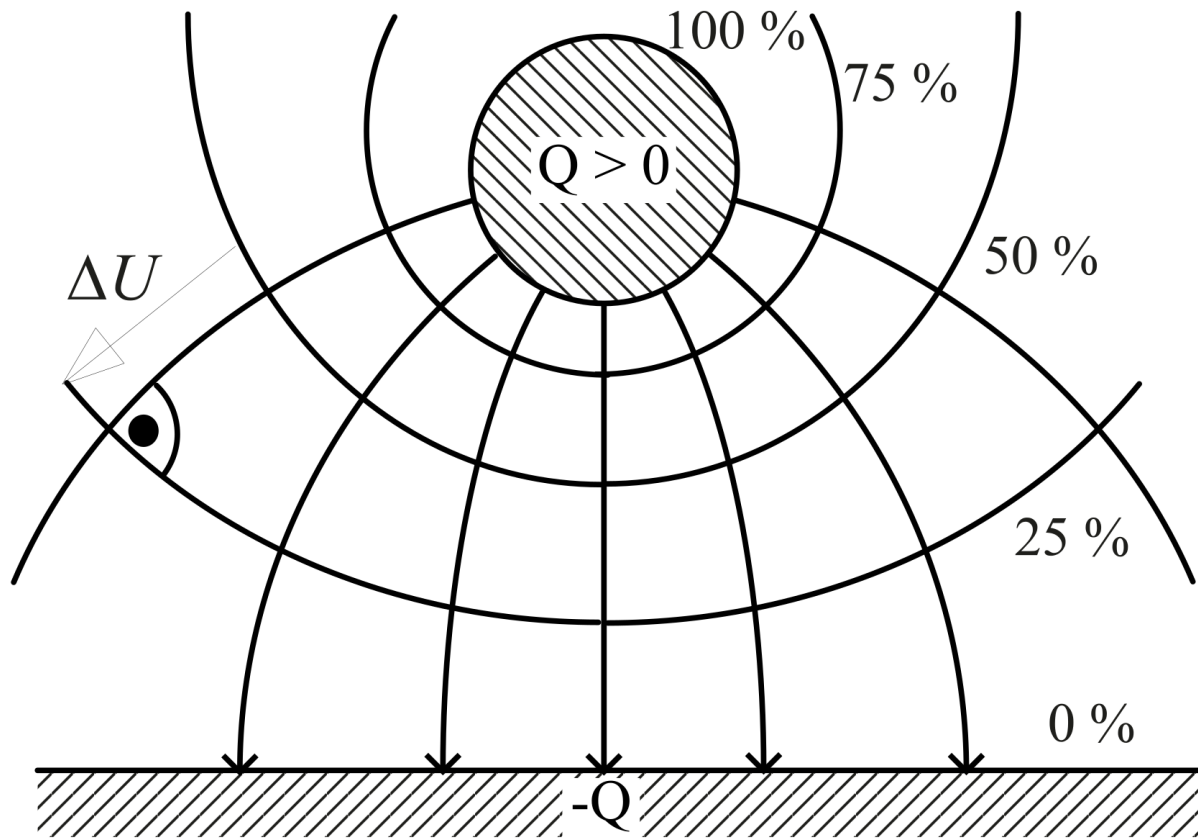
Name

ppeterse@student.ethz.ch

24. September 2026



Beispiel 1 – Konzept des Feldes – Lösung



Küchler, A. (2017). Hochspannungstechnik

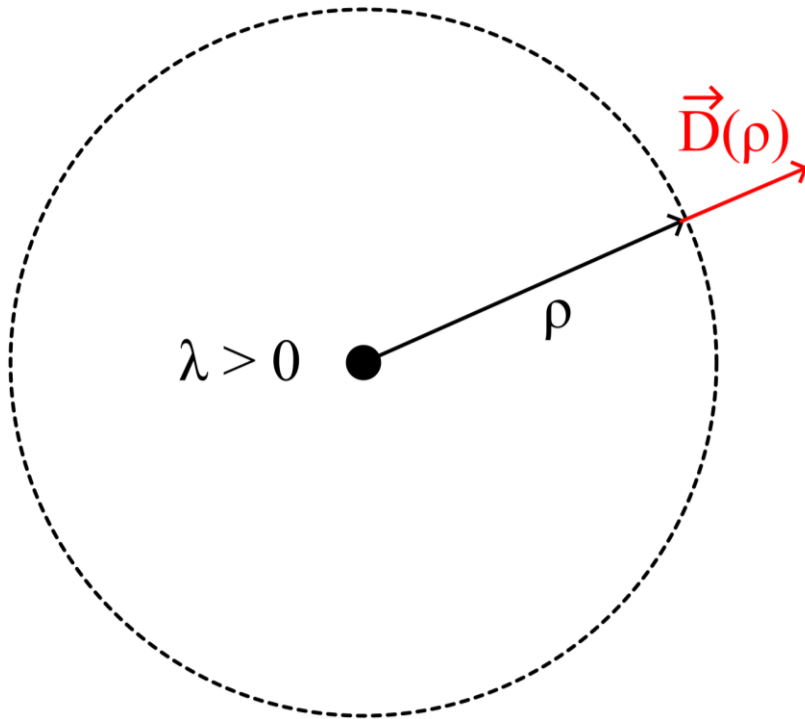
Schlüsselkonzepte

Konzept des "Feldes" und deren Darstellung als "Feldlinien" und "Äquipotentialflächen"

Zeichnungsregeln:

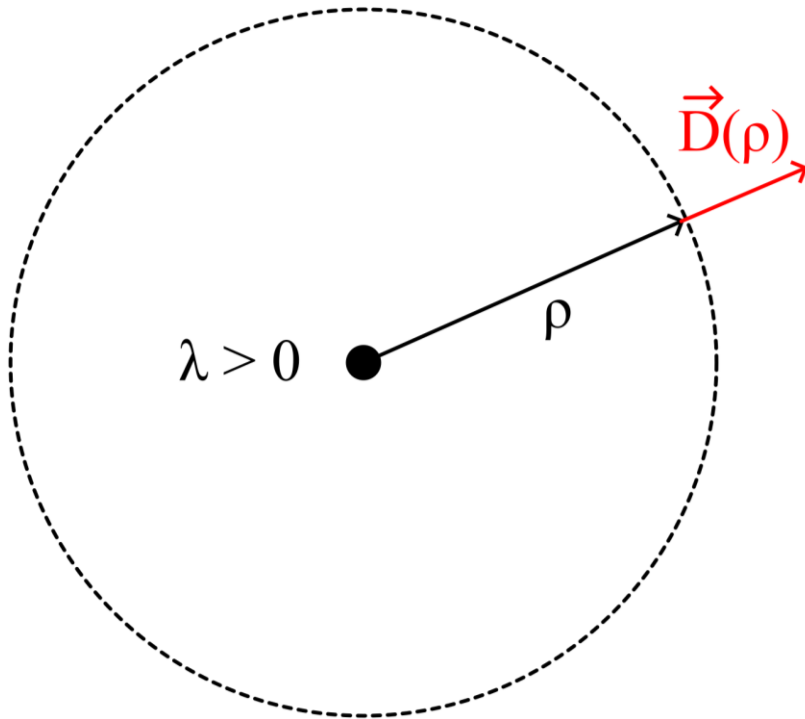
- Feldlinien stehen senkrecht auf Leitern
- Feldlinien zeigen von positiver zu negativer Ladung
- Äquipotentialflächen stehen senkrecht auf Feldlinien
- Aus diesen Regeln ergibt sich: Oberflächen von Leitern sind Äquipotentialflächen
- Je kleiner der Abstand zwischen Feldlinien, desto grösser das elektrische Feld
- Abstand zwischen Äquipotentialflächen entspricht derselben Spannungsdifferenz

Beispiel 2.1 – Elektrische Flussdichte – Lösung



- Rotationssymmetrie: Zylinderkoordinaten verwenden
 - $\vec{D}(\rho) = D(\rho) \cdot \vec{e}_\rho$
- Gauss'sches Gesetz (Satz von Gauss):
 - $\oiint \vec{D} \, d\vec{A} = Q$
- Flächenintegral durch vereinfachen Lösen:
 - Feld $\vec{D}$ parallel zu Flächenelement $d\vec{A}$ des Zylinders
 - $\oiint D(\rho) dA = Q$
 - Bei konstantem ρ :
 - $D(\rho) \oiint dA = Q$
 - Integral entspricht der Mantelfläche des Zylinders. Ladung entspricht der Ladung innerhalb des Zylinders. Wir betrachten Abschnitt mit Höhe z :
 - $D(\rho) \cdot 2\pi\rho z = \lambda z$
 - $\vec{D}(\rho) = \frac{\lambda}{2\pi\rho} \cdot \vec{e}_\rho$ $\vec{E}(\rho) = \frac{\lambda}{2\pi\rho\epsilon_0} \cdot \vec{e}_\rho$

Beispiel 2.2 – Potential und Spannung – Lösung



Das elektrische Feld von vorhin war $\vec{E}(\rho) = \frac{\lambda}{2\pi\rho\epsilon_0} \cdot \vec{e}_\rho$

Aus Albach (1.25):

$$\varphi(\rho) = - \int_{\infty}^{\rho} \vec{E}(\rho) d\vec{\rho} = \int_{\rho}^{\infty} \vec{E}(\rho) d\vec{\rho}$$

Da $d\vec{\rho} = d\rho \vec{e}_\rho$ (siehe Albach B.15):

$$\varphi(\rho) = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} \int_{\rho}^{\infty} \frac{d\rho}{\rho}$$

$$\varphi(\rho) = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} [\ln \rho]_{\rho}^{\infty} \rightarrow \infty$$

?

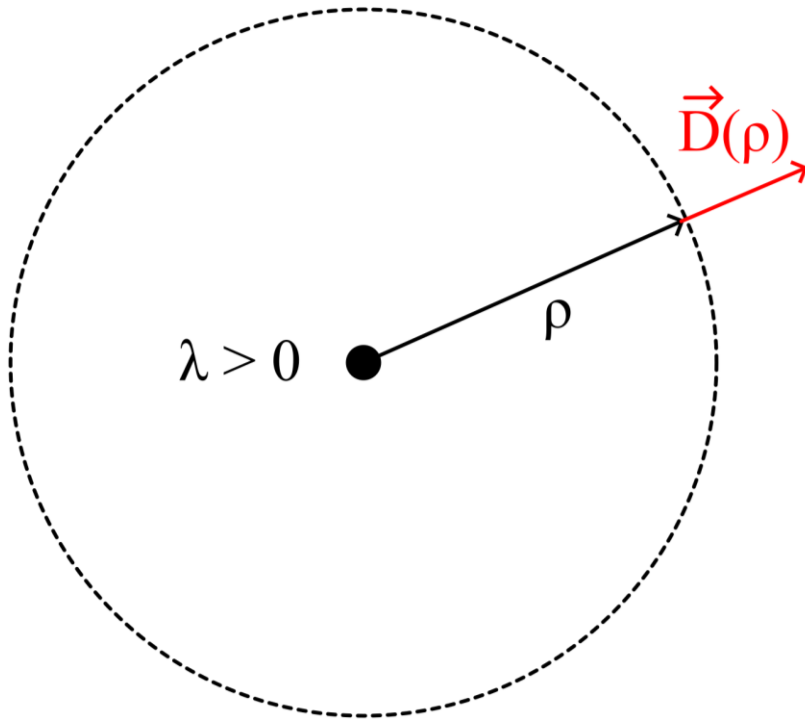
Widerspruch. Problem ist unphysikalisch. Es gibt keine unendlich lange Linienladung. Als Modell für lokale Betrachtungen kann es trotzdem Sinn ergeben.

Definiere Potential sei null bei endlichem Radius ρ_0 :

$$\varphi(\rho) = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} [\ln \rho]_{\rho}^{\rho_0} = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} (\ln \rho_0 - \ln \rho)$$

$$\varphi(\rho) = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} \ln(\rho_0/\rho)$$

Beispiel 2.3 – Potential und Spannung – Lösung



Schlüsselkonzepte

Potential und Spannung

Das Potential von vorhin war $\varphi(\rho) = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} \ln(\rho_0/\rho)$

Aus Albach (1.30):

$$U_{12} = \varphi(\rho_1) - \varphi(\rho_2) = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} (\ln(\rho_0/\rho_1) - \ln(\rho_0/\rho_2))$$

$$U_{12} = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} \ln(\rho_2/\rho_1)$$

Lösung ist unabhängig vom Referenzpotential $\varphi(\rho_0)$.

Beispiel 3 – Influenz – Lösung

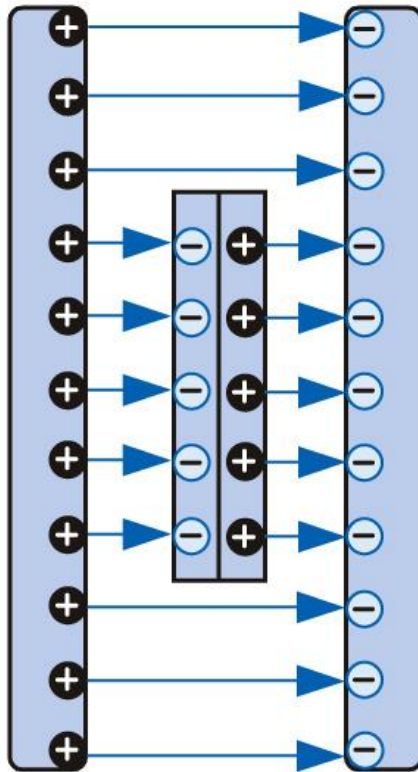


Abbildung 1.21: Leitender Körper im elektrischen Feld

- Das elektrische Feld zwischen den äusseren Platten ist:

$$|\vec{E}| = U/d$$

- Albach (1.53): Die Normalkomponente der Flussdichte entspricht der Oberflächenladungsdichte

$$D_n = \sigma$$

$$D_n = \varepsilon_0 |\vec{E}|$$

$$\sigma = \varepsilon_0 U/d$$