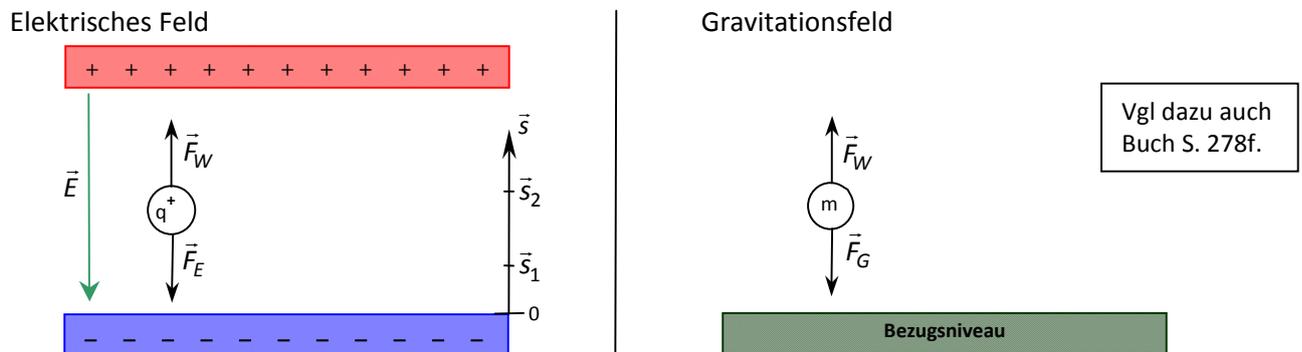


## 4. Verschiebungsarbeit im homogenen E-Feld

Im homogenen elektrischen Feld gelten beim Transport von Ladungen die gleichen Überlegungen wie im homogenen Gravitationsfeld. Die Situation wird nur durch das Vorhandensein positiver und negativer Ladungen etwas komplizierter.

Sucht man die direkte Analogie, ergibt sich folgende Anordnung:



In beiden Fällen wird die **positive Richtung nach oben** gewählt.

Bei der Verschiebung nach oben muss man im E-Feld die Verschiebungsarbeit  $W_{12}$  verrichten. Sie entspricht der Hubarbeit im Gravitationsfeld.

Die *aufzubringende Kraft*  $\vec{F}_W$  und  $\vec{s}$  sind beide positiv, also wird auch (positive) Arbeit verrichtet.

Man erhält:

$$W_{12} = \vec{F}_W \circ \vec{s} = -\vec{F}_E \circ \vec{s} = -q \cdot \vec{E} \circ \vec{s}, \text{ weil } \vec{F}_W = -\vec{F}_E$$

Mit  $s = s_2 - s_1$  erhält man:

$$W_{12} = -qE(s_2 - s_1) \quad E: \text{ Koordinate der elektrischen Feldstärke (mit VZ.)}$$

Im Gegensatz zur Formelsammlung wird an unserer Schule eine von *uns* zu verrichtende Arbeit  $W_{12}$  als positive Arbeit betrachtet:  $W_{12} > 0$  falls  $\vec{F}_E = \vec{F}_{\text{Feld}}$  mit  $\vec{F}_E \uparrow \downarrow \vec{r}_{12}$ , also wenn z.B. eine positive Ladung gegen die Feldrichtung verschoben wird.

*Achtung: In der Formelsammlung (S.37) ist die Verschiebungsarbeit die von der **Feldkraft** verrichtete Arbeit.*

*Im **praktischen Umgang** ist es besser, sich **vorher** zu **überlegen**, ob wir Arbeit verrichten müssen ( $W > 0$ ) oder ob Energie frei wird ( $W < 0$ ).*

## 5. Potenzielle Energie im homogenen E-Feld

Die potenzielle Energie  $E_{\text{pot}}(x)$  einer Stelle  $x$  entspricht, wie in der Mechanik, der Arbeit, die aufgewendet werden muss, um eine Ladung vom Bezugsniveau (BN) zur Stelle  $x$  zu verschieben.

Für eine positive Ladung nimmt  $E_{\text{pot}}$  beim Transport zur positiv geladenen Platte hin zu,

Für eine negative Ladung nimmt  $E_{\text{pot}}$  beim Transport zur positiv geladenen Platte hin ab.

Im homogenen (elektrischen) Feld erhält man einen linearen Verlauf für  $E_{\text{pot}}$ .

Mit der Definition der Verschiebungsarbeit und dem BN im Ursprung ( $x_{\text{BN}}$  bei  $s = 0$ ) ergibt sich:

$$E_{\text{pot}}(x) = W_{\text{BN} \rightarrow x} = -q \cdot E \cdot (x - x_{\text{BN}}) = -q \cdot E \cdot x, \text{ also } E_{\text{pot}}(x) = -q \cdot E \cdot x$$

Beispiel:

Zwischen zwei geladenen Platten (s. o.) herrscht ein elektrisches Feld der Stärke  $E = -5,0 \frac{\text{kN}}{\text{C}}$ .

Ein einfach positiv geladenes Ion ( $q = +1,6 \cdot 10^{-19} \text{C}$ ) wird von der negativen zur positiven Platte in positiver  $x$ -Richtung verschoben.

Dabei wird Arbeit aufgewendet und  $E_{\text{pot}}$  nimmt damit linear zu. ( $E_{\text{pot}} \sim x$ ).

$$E_{\text{pot}}(4,0 \text{ cm}) = -(+1,6 \cdot 10^{-19} \text{C}) \cdot (-5,0 \cdot 10^5 \text{ NC}^{-1}) \cdot 4,0 \cdot 10^{-2} \text{ m} = +3,2 \cdot 10^{-15} \text{ J}$$

Für ein einfach *negativ* geladenes Ion nimmt  $E_{\text{pot}}(x)$  hier linear *ab*.

