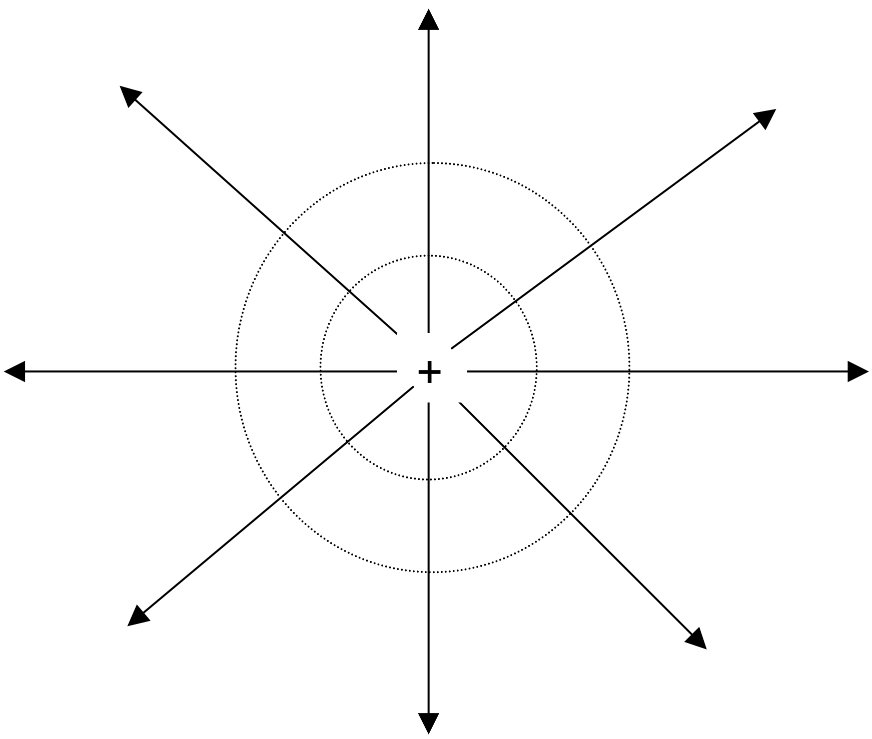
Das elektrische Feld einer Punktladung

$$\vec{E} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{e}{r^2} \frac{\vec{r}}{r}$$



$\frac{\vec{r}}{r}$

Radiale Linien: Feld (Kraft-)linien
Kreise (bzw. Kugelflächen): Äquipotentialflächen

Die Feldlinien stehen senkrecht auf den Äquipotentialflächen.

Arbeit im elektrischen Feld

$$Arbeit: \qquad W = \int_{s_1}^{s_2} \vec{F} d\vec{s} = q \int_{s_1}^{s_2} \vec{E} d\vec{s}$$

Das Wegintegral über das elektrische Feld bezeichnet man als **Spannung** U:

$$Spannung: \qquad U = \int_{\vec{s}_1}^{\vec{s}_2} \vec{E} d\vec{s}$$

Als **Potential des elektrischen Feldes** V(x,y,z) bezeichnet man das unbestimmte Integral

$$Potential: \qquad V(x,y,z) = \int \vec{E}(x,y,z) d\vec{s}$$

Mit Hilfe des Potentials kann man die **Spannung** als **Potentialdifferenz** ausdrücken:

$$U = V(\vec{s}_2) - V(\vec{s}_1)$$

Das Potential ist (wie jedes unbestimmte Integral) bis auf eine Konstante bestimmt. Diese Konstante wird durch praktische Erwägungen festgelegt. In der Regel wählt man diese Konstante so, dass das Potential im Unendlichen oder auf dem Erdboden gleich Null wird. Auf den Betrag der Potentialdifferenz hat diese Festlegung keine Auswirkung.

Kennt man das Potential eines elektrischen Feldes, so kann die Arbeit im elektrischen Feld sehr einfach durch die Spannung (Potentialdifferenz) U ausgedrückt werden:

$$W = qU$$

Das Coulombpotential

$$V(r) = -\int \frac{q}{4\pi\varepsilon_0} \frac{1}{r^2} \frac{\vec{r}}{r} d\vec{r} = -\frac{q}{4\pi\varepsilon_0} \int \frac{1}{r^2} 1 dr$$

$$V(r) = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0} \frac{1}{r} + C$$

Setzt man die Konstante C = 0, so verschwindet das Potential im Unendlichen. Als Coulombpotential der Ladung q bezeichnet man somit

$$V(r) = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r}$$

In dieser Beziehung bedeutet r der Abstand zur Punktladung.

Ein Feld besitzt ein eindeutiges Potential, wenn die Arbeit zur Verschiebung der Ladung wegunabhängig ist. Dies bedeutet, dass

$$\int \vec{E} d\vec{s} = 0$$

Wenn das Potential eines Feldes nur vom Ort abhängt, so ist die auf einem geschlossenen Weg verrichtete Arbeit Null.
In diesem Fall kann das elektrische Feld auch eindeutig aus dem Potential abgeleitet werden und es gilt:

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