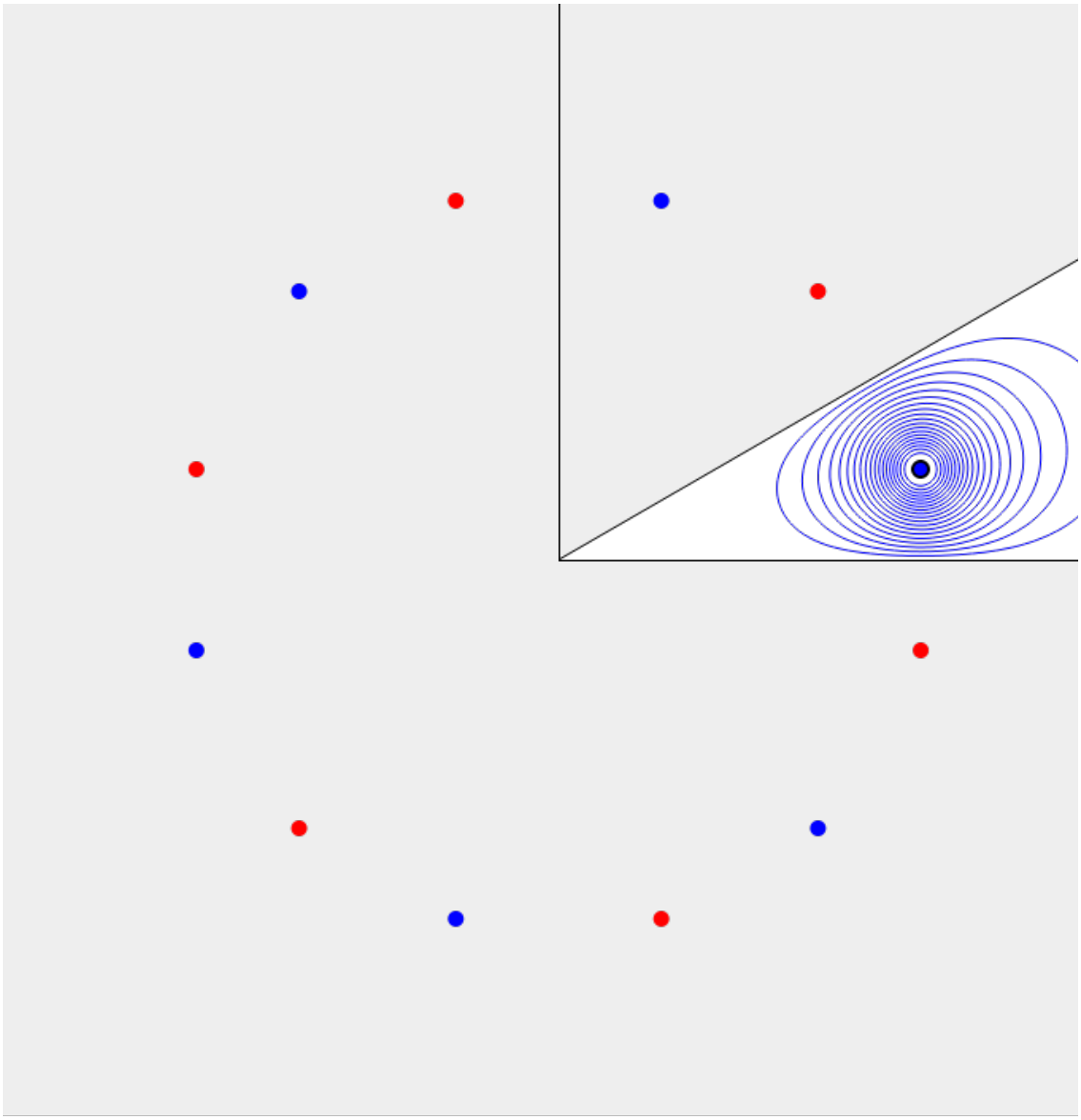
OTTO VON GUERICKE UNIVERSITÄT MAGDEBURG
LEHRSTUHL THEORETISCHE ELEKTROTECHNIK

Berechnung der Feld- und Potenziallinien einer Punktladung durch Spiegelung am Winkel

Die interaktive Darstellung zeigt die Feld- und Potenziallinien einer Punktladung vor zwei leitfähigen Wänden, die im Winkel α zueinander stehen. Dieser Winkel kann mit dem Schieberegler verändert werden. Außerdem kann die Ladung innerhalb des Lösungsraumes (weiße Fläche) per Drag&Drop verschoben werden.



α = 30°

1) Aufstellen der Spiegel-Ersatzanordnung

Die Lösung des Randwertproblems erfolgt durch Spiegelung der Ladung an den Leitfähigen Wänden. Die so entstandenen Spiegelladungen haben ein umgekehrtes Vorzeichen zur Ursprungsladung und müssen wiederum an den leitfähigen Wänden gespiegelt werden. So ergibt sich in Abhängigkeit des Winkels der beiden Wände eine Anordnung von Spiegelladungen außerhalb des Lösungsraums (graue Fläche). Diese Lösungsmethode ist nur anwendbar, wenn durch Spiegelung innerhalb des Lösungsraums keine Spiegelladung entsteht. Dies ist für die Winkel 15°, 30°, 45°, 60° und 90° möglich.

2) Berechnen des Potenzials

Für das Potenzial einer Punktladung am Punkt $\mathbf{r}_0$ gilt [1]:

$$\varphi(\mathbf{r}) = \frac{Q}{4\pi\varepsilon\,|\,\mathbf{r} - \mathbf{r}_0\,|}$$

Durch Überlagerung des Potenzials aller Ladungen erhält man das Gesamtpotential im Lösungsraum:

$$\varphi(\mathbf{r}) = \frac{Q}{4\pi\varepsilon}\sum_{n=0}^{N}\frac{(-1)^n}{|\,\mathbf{r} - \mathbf{r}_n\,|}$$

Die Darstellung

3) Berechnen des elektrischen Feldes

Äquivalent zum Potenzial kann das elektrische Feld durch Überlagerung der Teilfelder der Punktladungen ermittelt werden [1]:

$$\mathbf{E}(\mathbf{r}) = \frac{Q}{4\pi\varepsilon}\sum_{n=0}^{N}\frac{(-1)^n}{|\,\mathbf{r} - \mathbf{r}_n\,|^3}\cdot(\mathbf{r} - \mathbf{r}_n)$$

Literatur

[1]	M. Leone, *Skriptum Theoretische Elektrotechnik*, WS2012/13