

Kraft zwischen zwei elektrischen Leitern

1. Lorentzkraft (Kraft auf Leiter 2)

$$F_2 = I_2 (l_2 \times B_1)$$

magnetisches Feld steht senkrecht auf Leiter 2

$$F_2 = I_2 \cdot l_2 \cdot B_1$$

2. Amperesches Gesetz

$$\int B \, ds = I \cdot \mu_0$$

magnetisches Feld um einen Leiter

$$\int B \, ds = B \cdot \int 1 \, ds = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot B = I \cdot \mu_0$$

magnetische Flussdichte

$$B(r) = \frac{I \cdot \mu_0}{2 \pi} \cdot r$$

magnetische Flussdichte, erzeugt durch Leiter 1

$$B_1(r) = \frac{I_1 \cdot \mu_0}{2 \pi} \cdot r$$

Ampersches Gesetz + Lorentzkraft

$$F_2 = I_2 \cdot l_2 \cdot \frac{I_1 \cdot \mu_0}{2 \pi} \cdot r$$

Beispiel:

Leiterlänge

$$l_L := 5 \, m$$

Ströme

$$I_1 := 100 \, A$$

$$I_2 := 100 \, A$$

Abstand

$$r := 10 \, mm$$

$$F_L(l_L) := \mu_0 \cdot \frac{I_1 \cdot I_2 \cdot l_L}{2 \cdot \pi \cdot r}$$

$$F_L(l_L) = 1 \, N$$

Kraft

$$F_m = \frac{\mu_0}{4 \pi} \cdot q_1 \cdot q_2 \cdot \frac{1}{r^3} \cdot (r_2 - r_1) \cdot (v_1 \cdot v_2)$$

Streckenlast

$$b_1(s_1) = \frac{dF_1}{ds_1}$$

$$b_1(s_1) = \frac{\frac{\mu_0}{4 \pi} \cdot q_1 \cdot q_2 \cdot (r_2 - r_1) \cdot (v_1 \cdot v_2)}{ds_1 \cdot r^3}$$

Driftgeschwindigkeiten

$$q_1 \cdot v_1 = I_1 \cdot ds_1$$

$$q_1 = I_1 \cdot \frac{ds_1}{v_1}$$

korrekt

$$dQ_1 \cdot v_1 = I_1 \cdot ds_1$$

$$q_2 \cdot v_2 = I_2 \cdot ds_2$$

$$q_2 = I_2 \cdot \frac{ds_2}{v_2}$$

$$b_1(s_1) = \frac{\frac{\mu_0}{4 \pi} \cdot q_1 \cdot q_2 \cdot (r_2 - r_1) \cdot (v_1 \cdot v_2)}{ds_1 \cdot r^3} = \frac{\frac{\mu_0}{4 \pi} \cdot I_1 \cdot \frac{ds_1}{v_1} \cdot I_2 \cdot \frac{ds_2}{v_2} \cdot (r_2 - r_1) \cdot (v_1 \cdot v_2)}{ds_1 \cdot r^3}$$

$$b_1(s_1) = \frac{I_1 \cdot I_2 \cdot ds_2 \cdot \mu_0 \cdot (r_2 - r_1)}{4 \cdot \pi \cdot r^3}$$

$$\frac{dF_1}{ds_1} = b_1(s_1) \quad F_1 = \int_0^{l_L} b_1(s_1) ds_1$$

$$F_1 = \int_0^{l_L} \int_0^{l_L} \frac{I_1 \cdot I_2 \cdot \mu_0 \cdot (r_2 - r_1)}{4 \cdot \pi \cdot r^3} ds_2 ds_1 = \frac{I_1 \cdot I_2 \cdot \mu_0}{4 \cdot \pi} \cdot \int_0^{l_L} \int_0^{l_L} \frac{(r_2 - r_1)}{r^3} ds_2 ds_1$$

$$F_1(l_L) := \frac{I_1 \cdot I_2 \cdot \mu_0}{4 \cdot \pi} \cdot \int_0^{l_L} \int_0^{l_L} \frac{r}{\sqrt{r^2 + (s_2 - s_1)^2}^3} ds_2 ds_1 \quad F_1(l_L) = 0.998 \text{ N}$$