

Lösung der Übungsaufgabe ÜA_3_17.3.D:

09.09.2022

Für den Kern gilt die Magnetisierungskennlinie im Bild ÜA_3_17.3.D_1. Die Daten dieser Kennlinie wurden messtechnisch ermittelt (siehe [14] Übungsbuch: Berechnungsbeispiele 17.13 und 17.14).

Im Vergleich zu den Übungsaufgaben ÜA_3_17.3.A bis ÜA_3_17.3.C wurde die Kennlinie der ÜA_3_17.3.D mit einer anderen Spule (vergleichbare Randbedingungen) aufgenommen.

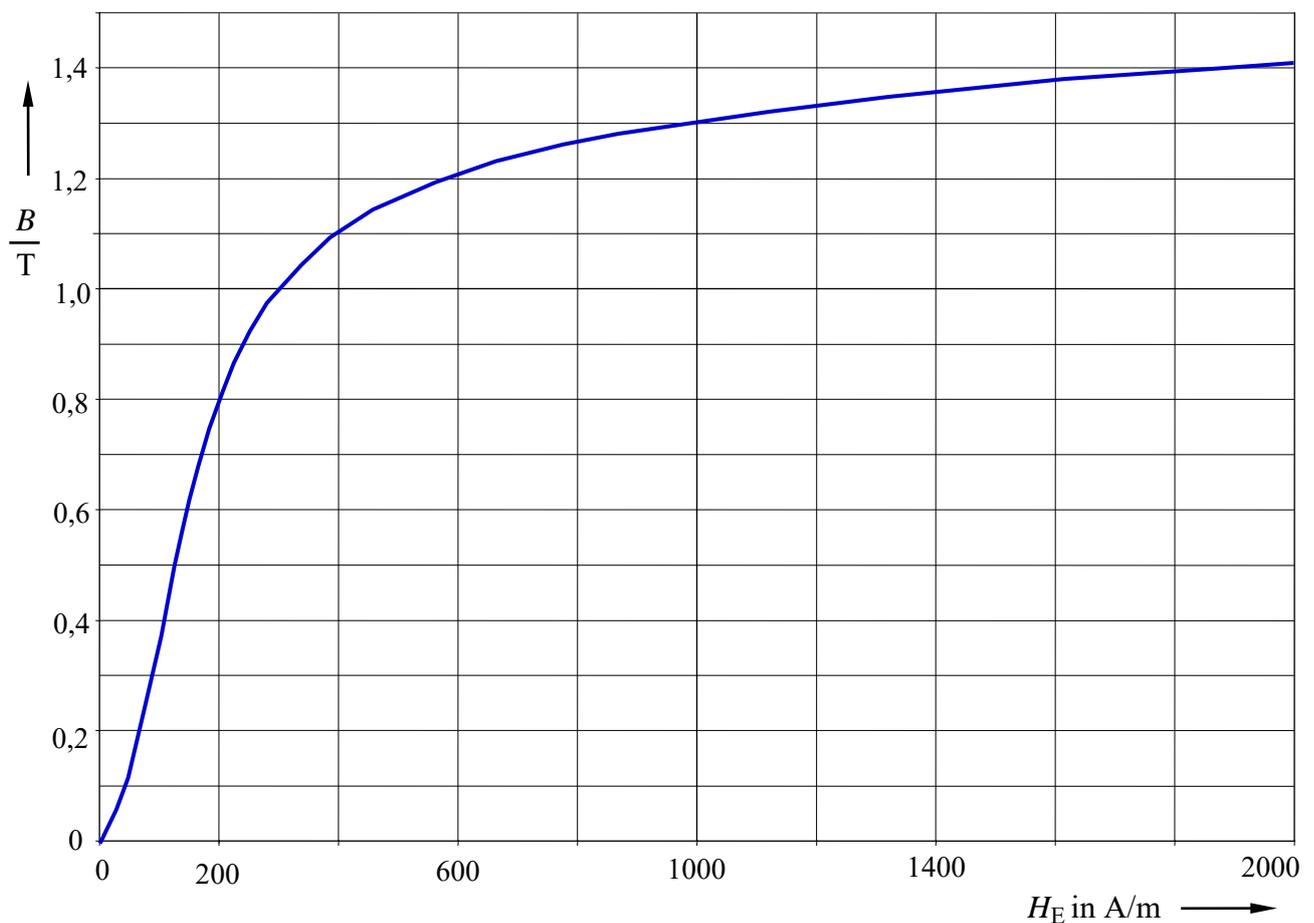


Bild ÜA_3_17.3.D_1: Magnetisierungskennlinie zur Aufgabe ÜA_3_17.3.D

Die Magnetisierungskennlinie wurde hier zunächst ohne zusätzliche Festlegungen für weitergehende Übungen dargestellt.

Anmerkung: Nach jeder der folgenden Maßnahmen a) bis d) muss der Kern wieder vollständig entmagnetisiert werden! Hinweise dazu finden Sie im Lehrbuch [14] – Abschn. 17.3.1.

Zu a) B_a mit der Kennlinie verbinden (AP_a) und die zugehörige magnetische Feldstärke ablesen:

⇒ siehe Bild ÜA_3_17.3.D_2: $AP_a : \approx (1,3 \text{ T} ; 1000 \text{ A/m})$

$$R_{ma} = \frac{s_E}{\mu_{APa} \cdot A} \quad \text{mit: } s_E = 2(a+b) = 0,24 \text{ m} \quad \text{und: } \mu_{APa} = \frac{B_{APa}}{H_{APa}} \approx \frac{1,3}{1000} \cdot \frac{\text{V} \cdot \text{s}}{\text{A} \cdot \text{m}}$$

$$R_{ma} = \frac{0,24 \cdot 1000}{1,3 \cdot 100} \cdot 10^6 \frac{\text{A}}{\text{V} \cdot \text{s}} \approx 1,846 \cdot 10^6 \frac{\text{A}}{\text{V} \cdot \text{s}}$$

$$\Phi_a = \frac{\mathcal{O}_1}{R_{ma}} = \frac{I_1 \cdot N_1}{R_{ma}} = \frac{200}{1,846} \cdot 10^{-6} \text{ V} \cdot \text{s} = 108,3 \cdot 10^{-6} \text{ V} \cdot \text{s}$$

Zu b) $H_{Eb}^* \approx H_{APa}$ und: $B_b^* = \mathcal{O}_1 \cdot \frac{\mu_0}{\delta} \approx 0,5 \text{ T}$ Luftspaltgerade für b) einzeichnen:

⇒ siehe Bild ÜA_3_17.3.D_2: $AP_b : \approx (0,44 \text{ T} ; 120 \frac{\text{A}}{\text{m}})$

$$\mu_{APb} = \frac{B_b}{H_{Eb}} \approx \frac{0,44}{120} \cdot \frac{\text{V} \cdot \text{s}}{\text{A} \cdot \text{m}} = 3,6 \cdot 10^{-3} \frac{\text{V} \cdot \text{s}}{\text{A} \cdot \text{m}}$$

$$R_{mb} = R_{mEb} + R_{mL} = \frac{s_E}{\mu_{APb} \cdot A} + \frac{\delta}{\mu_0 \cdot A} = (0,65 + 3,98) \cdot 10^6 \frac{\text{A}}{\text{V} \cdot \text{s}} \approx 4,63 \cdot 10^6 \frac{\text{A}}{\text{V} \cdot \text{s}}$$

$$\Phi_b = \frac{\mathcal{O}_1}{R_{mb}} \approx 43,2 \cdot 10^{-6} \text{ V} \cdot \text{s}$$

Zu c) Parallelverschiebung der Luftspaltgeraden von b)

$$\mathcal{O}_c = \mathcal{O}_1 + \mathcal{O}_2 = I_1 \cdot (N_1 + N_2) = 400 \text{ A}$$

$$H_{Ec}^* = 2 \cdot H_{Eb}^* = 2000 \frac{\text{A}}{\text{m}} \quad \text{und: } B_c^* = 2 \cdot B_b^* = 1 \text{ T}$$

⇒ siehe Bild ÜA_3_17.3.D_2: $AP_c : \approx (0,89 \text{ T} ; 240 \frac{\text{A}}{\text{m}})$

$$\Phi_c = B_c \cdot A \approx 0,89 \cdot 100 \cdot 10^{-6} \text{ V} \cdot \text{s} = 89 \cdot 10^{-6} \text{ V} \cdot \text{s}$$

d) Veränderung des Anstiegs der Luftspaltgeraden von c)

$$H_{Ed}^* = H_{Ec}^* \quad \text{und: } B_d^* = 400 \cdot \frac{1,256 \cdot 10^{-6}}{0,6 \cdot 10^{-3}} \text{ T} = 0,754 \text{ T}$$

⇒ siehe Bild ÜA_3_17.3.D_2: $AP_d : \approx (0,7 \text{ T} ; 170 \frac{\text{A}}{\text{m}})$

$$\Phi_d = B_d \cdot A = 0,7 \cdot 100 \cdot 10^{-6} \text{ V} \cdot \text{s} = 70 \cdot 10^{-6} \text{ V} \cdot \text{s}$$

• **Grafische Lösung:**

Schnittpunkte der Luftspaltgeraden mit Gleich. (17.12) und (17.13):

$$B^* = \Theta \cdot \frac{\mu_0}{\delta}$$

$$H_E^* = \frac{\Theta}{s_E}$$

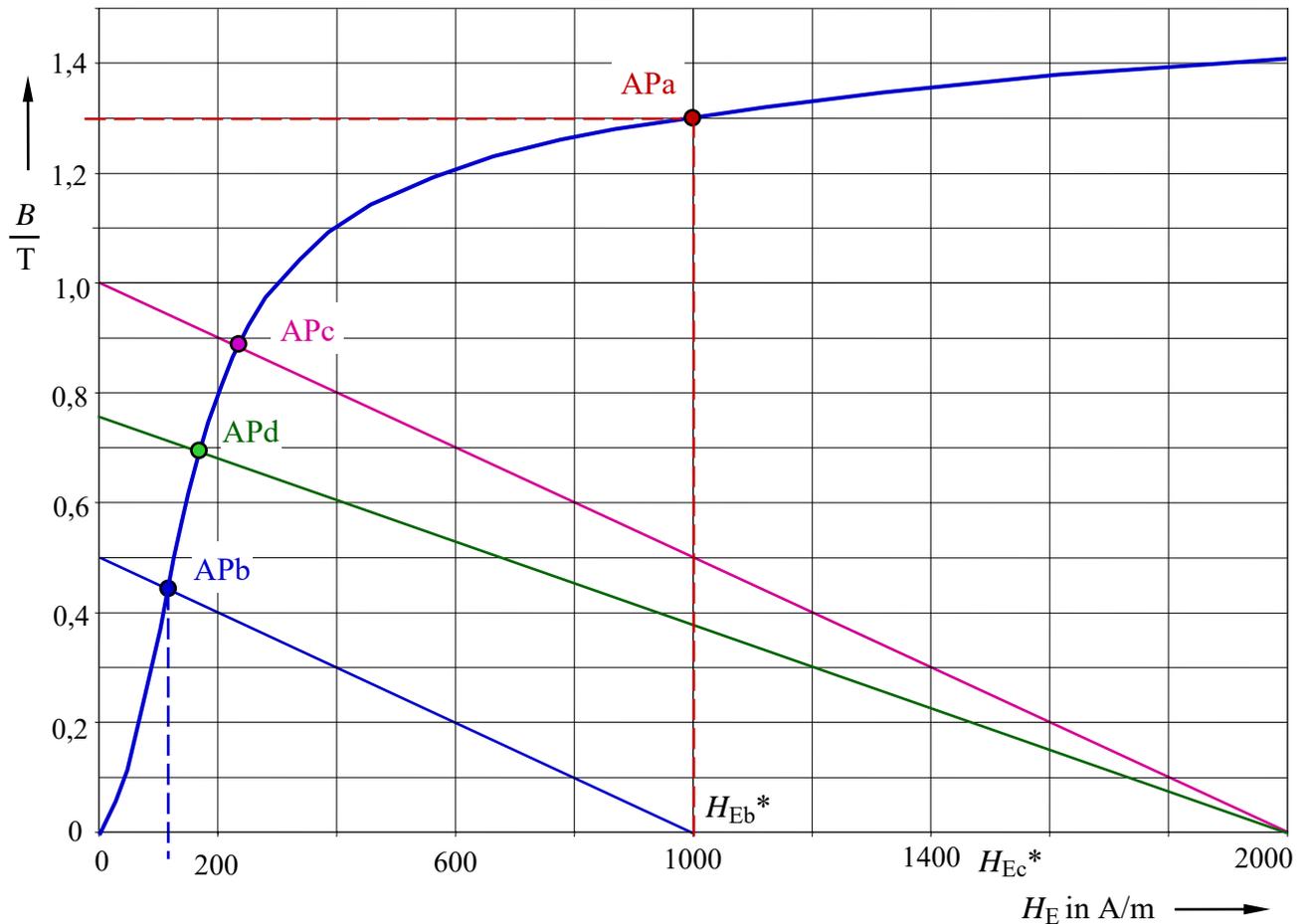


Bild ÜA_3_17.3.D_2: Arbeitspunkte zur Aufgabe ÜA_3_17.3.D

a) keine LSG !

b) $H_{Eb}^* = 1000 \frac{A}{m}$ und: $B_b^* \approx 0,5 \text{ T}$

c) $H_{Ec}^* = 2000 \frac{A}{m}$ und: $B_c^* \approx 1,0 \text{ T}$

d) $H_{Ed}^* = 2000 \frac{A}{m}$ und: $B_d^* \approx 0,754 \text{ T}$

AP_a : (1,3 T; 1000 $\frac{A}{m}$)

AP_b : (0,44 T; 120 $\frac{A}{m}$)

AP_c : (0,89 T; 240 $\frac{A}{m}$)

AP_d : (0,7 T; 170 $\frac{A}{m}$)

Ende dieser Lösung

Zusatzaufgabe:

Führen Sie für die Teilaufgaben b) bis d) eine Probe durch.

$$\text{Zu b) } \Phi_b = B_b \cdot A = 0,44 \cdot 100 \cdot 10^{-6} \text{ V} \cdot \text{s} = 44 \cdot 10^{-6} \text{ V} \cdot \text{s} \quad (\text{Probe stimmt !})$$

$$\text{Zu c) } R_{m_c} = R_{m_{Ec}} + R_{m_L} = \frac{s_E}{\mu_{APc} \cdot A} + \frac{\delta}{\mu_0 \cdot A} = (0,65 + 3,98) \cdot 10^6 \frac{\text{A}}{\text{V} \cdot \text{s}} \approx 4,63 \cdot 10^6 \frac{\text{A}}{\text{V} \cdot \text{s}}$$

$$\text{mit: } \mu_{APc} = \frac{B_c}{H_{Ec}} \approx \frac{0,89}{240} \cdot \frac{\text{V} \cdot \text{s}}{\text{A} \cdot \text{m}} = 3,708 \cdot 10^{-3} \frac{\text{V} \cdot \text{s}}{\text{A} \cdot \text{m}}$$

$$\Phi_c = \frac{\Theta_c}{R_{m_c}} = \frac{400}{4,63} \cdot 10^{-6} \text{ V} \cdot \text{s} = 86,4 \cdot 10^{-6} \text{ V} \cdot \text{s} \quad (\text{Probe stimmt !})$$

$$\text{Zu d) } R_{m_d} = R_{m_{Ed}} + R_{m_{Ld}} = \frac{s_E}{\mu_{APd} \cdot A} + \frac{\delta_c}{\mu_0 \cdot A} = \frac{s_E}{\mu_{APd} \cdot A} + 1,3 \cdot R_{m_L}$$

$$R_{m_d} = (0,647 + 5,307) \cdot 10^6 \frac{\text{A}}{\text{V} \cdot \text{s}} \approx 5,954 \cdot 10^6 \frac{\text{A}}{\text{V} \cdot \text{s}}$$

$$\text{mit: } \mu_{APc} = \frac{B_c}{H_{Ec}} \approx \frac{0,89}{240} \cdot \frac{\text{V} \cdot \text{s}}{\text{A} \cdot \text{m}} = 3,708 \cdot 10^{-3} \frac{\text{V} \cdot \text{s}}{\text{A} \cdot \text{m}}$$

$$\Phi_d = \frac{\Theta_c}{R_{m_d}} = \frac{400}{5,954} \cdot 10^{-6} \text{ V} \cdot \text{s} = 67,2 \cdot 10^{-6} \text{ V} \cdot \text{s} \quad (\text{Probe stimmt !})$$

Hinweis: Aufgaben mit vergleichbaren Inhalten finden Sie im:
Übungsbuch [14] – Berechnungsbeispiele 17.4 bis 17.10

Ende der zusätzlichen Lösung