Lösung der Übungsaufgabe ÜA_3_17.3.B:

09.09.2022

Für den Kern gilt die Magnetisierungskennlinie im Bild ÜA_3_17.3.B_1. Die Daten dieser Kennlinie wurden messtechnisch ermittelt (siehe [14] Übungsbuch: Berechnungsbeispiele 17.13 und 17.14).

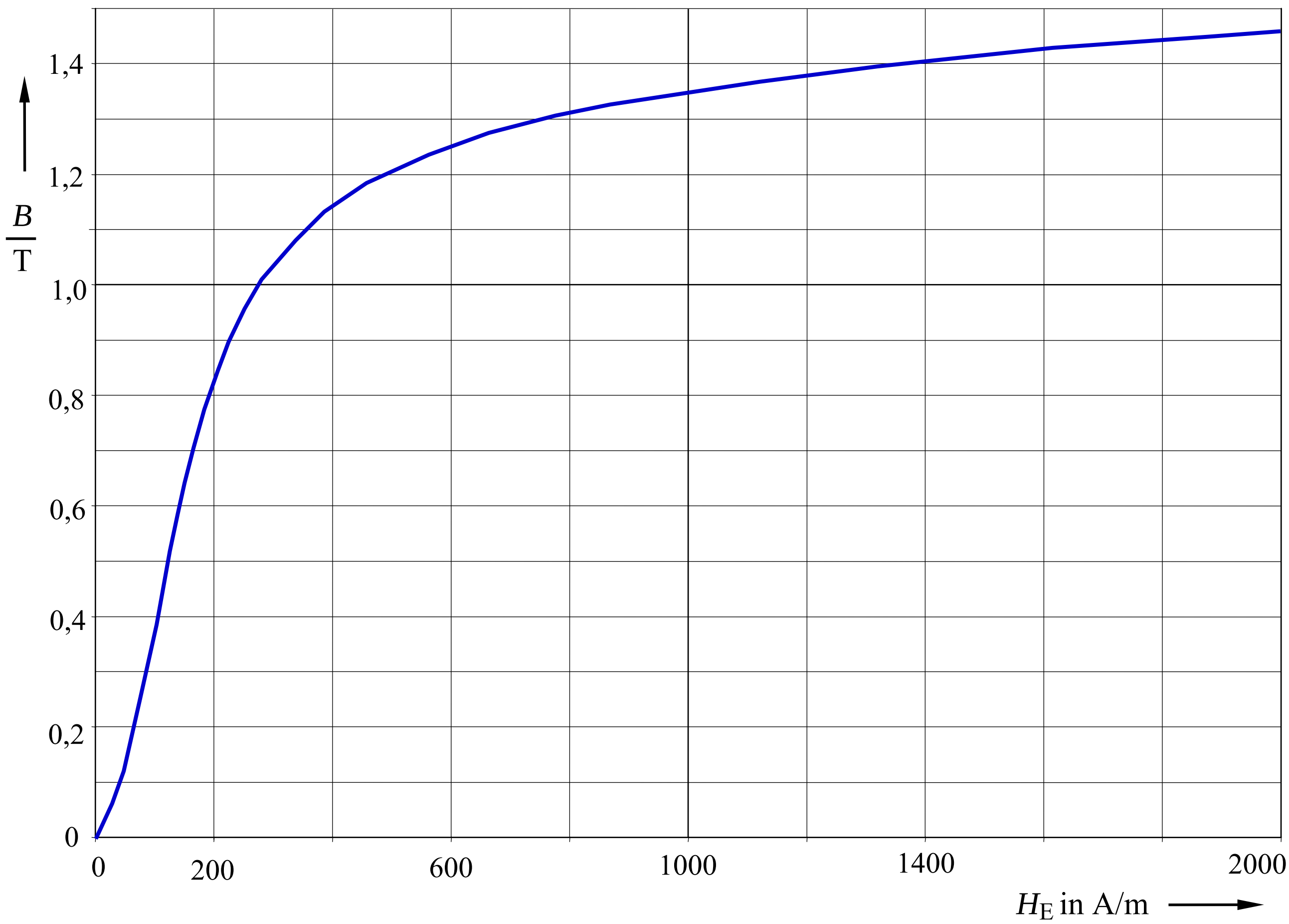

Bild ÜA_3_17.3.B_1: Magnetisierungskennlinie zur Aufgabe ÜA_3_17.3.B

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

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

Zu a) Bestimmung der mittleren Eisenweglänge für H_E*:

$$R_{m,ges} = R_{mL} + R_{mE} \qquad \Rightarrow \quad \text{ohne Luftspalt } \delta \text{ würde gelten: } R'_{m,ges} = R'_{mE}$$

$$R'_{mE} = R_{mE1} + \frac{R_{mE2}}{2} = \frac{c}{\mu \cdot 2A} + \frac{2b+c}{\mu \cdot 2A} \quad \Rightarrow \quad s'_E = 2 \cdot (b+c) = 280\,\text{mm}$$

$$\Rightarrow \quad \text{mit Luftspalt } \delta_a \text{ gilt: } \quad s_E = s'_E - \delta_a = 2 \cdot (b+c) - \delta_a = 279\,\text{mm}$$

$$H_E^* = \frac{\Theta}{s_E} = 1792\,\frac{\text{A}}{\text{m}}; \qquad B_a^* = \Theta \cdot \frac{\mu_0}{\delta_a} = 0{,}628\,\text{T}$$

$\text{AP}_a \approx (0{,}59\ \text{T};\ 140\ \text{A/m})$ und: $\mu_{AP} \approx 4{,}214 \cdot 10^{-3} \cdot \text{Vs/Am} \qquad (\mu_r \approx 3355)$

- **Grafische Lösung:**

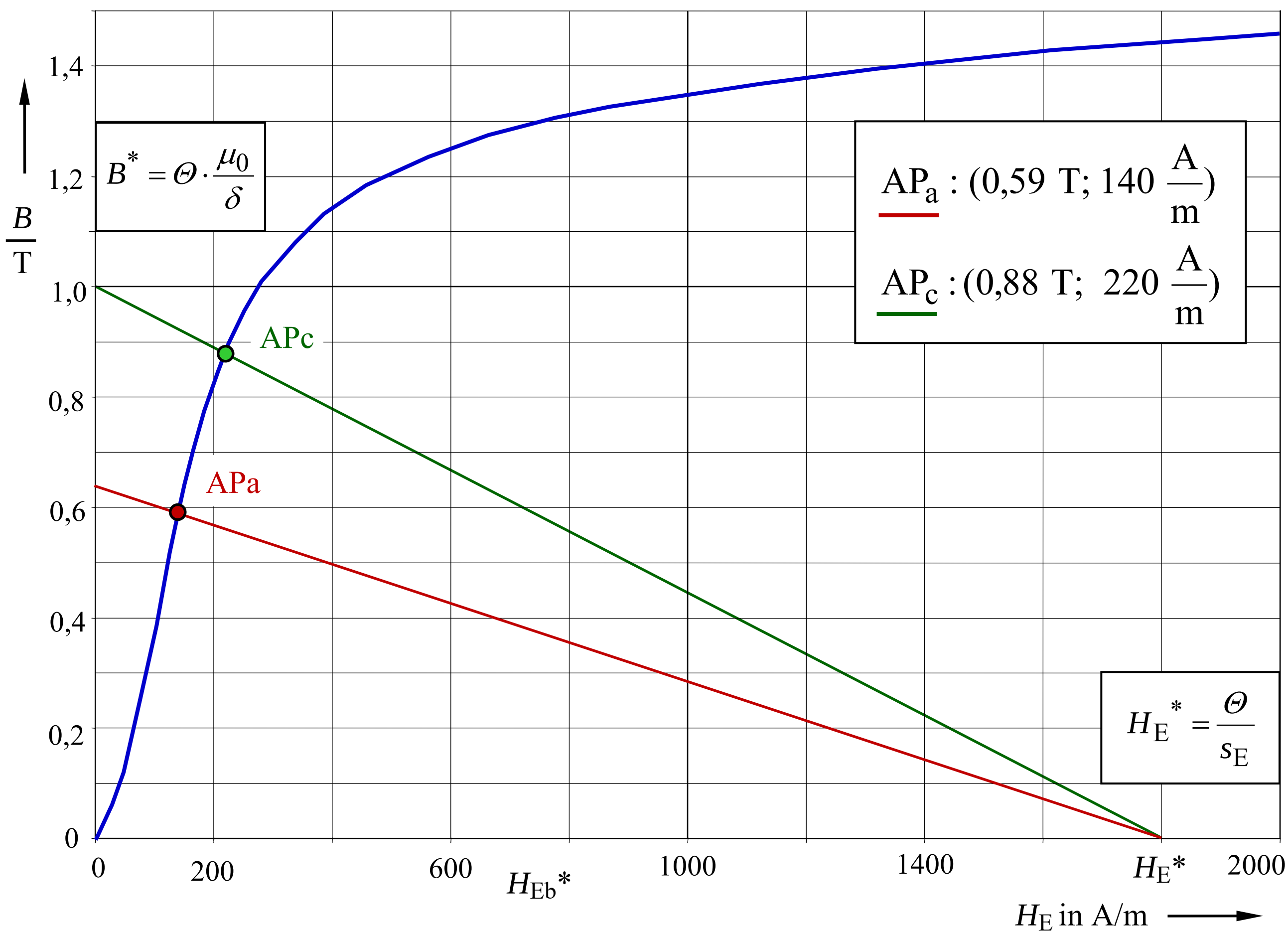

Bild ÜA_3_17.3.B_2: Arbeitspunkte zur Aufgabe ÜA_3_17.3.B

Zu b) $W_m = \frac{L}{2} \cdot I^2 \quad \Rightarrow \quad L = \frac{2W_m}{I^2} = 120 \text{ mH}; \qquad R_{m,ges} = \frac{N^2}{L} = 2{,}08 \cdot 10^6 \frac{\text{A}}{\text{V} \cdot \text{s}}$

$$R_{m,ges} = R_{mL} + R_{mE} = \frac{\delta_a}{\mu_0 \cdot A_2} + \frac{2(b+c) - \delta_a}{\mu_{AP} \cdot 2A_1} = \frac{\delta_a}{\mu_0 \cdot 2A} + \frac{s_E}{\mu_{AP} \cdot 2A} \qquad \text{mit } A = A_1$$

$$\Rightarrow \quad A = \frac{1}{R_{m,ges}} \left(\frac{\delta_a}{\mu_0 \cdot 2} + \frac{s_E}{\mu_{AP} \cdot 2} \right) = 2{,}07 \text{ cm}^2 \qquad \text{also rund:} \quad A_1 \approx 2 \text{ cm}^2; \qquad A_2 \approx 4 \text{ cm}^2$$

Zu c) $\Phi_c = 1{,}5 \cdot \Phi_a$

$B_c = 1{,}5 \cdot B_a = 0{,}885$ T $\quad \Rightarrow \quad B_c^* \approx 1{,}0$ T und: $\quad \delta_c \approx \frac{\Theta \cdot \mu_0}{B_c^*} = 0{,}628$ mm

$AP_c \approx$ (0,88 T; 220 A / m)

Ende dieser Lösung

Zusatzaufgabe:

Geben Sie eine zweite Lösungsvariante zur Teilaufgabe b) an:

$R_m = \frac{N^2}{L} = 2{,}08 \cdot 10^6 \frac{\text{A}}{\text{V} \cdot \text{s}}$ und: $\quad \Phi_{ges} = \frac{\Theta}{R_{m,ges}} = 240{,}4 \cdot 10^{-6} \text{ V} \cdot \text{s}$

$A_2 = \frac{\Phi_{ges}}{B_{APa}} = 4{,}07 \text{ cm}^2; \qquad A_1 = \frac{A_2}{2} = 2{,}04 \text{ cm}^2$ (Probe stimmt !)

• Überprüfung mit Gleich. (17.18): $W_m = \frac{B \cdot H}{2} \cdot A \cdot s_E$

Welches H muss hier eingesetzt werden? Es existieren ja im vorliegenden Fall zwei verschiedene magnetische Feldstärken (H_E und H_L). Wir rechnen diese Feldstärke ganz einfach mal aus:

$$H = \frac{2W_m}{B \cdot A \cdot s_E} = \frac{2W_m}{\Phi_{ges} \cdot s_E} = \frac{120}{240{,}4 \cdot 0{,}279} \cdot 10^3 \frac{\text{A}}{\text{m}} = 1{,}789 \cdot 10^3 \frac{\text{A}}{\text{m}} = 1789 \frac{\text{A}}{\text{m}}$$

Es handelt sich um den Schnittpunkt mit der H-Achse: $H_E^* = \frac{\Theta}{s_E} = 1792 \frac{\text{A}}{\text{m}}$

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

Ende der zusätzlichen Lösung