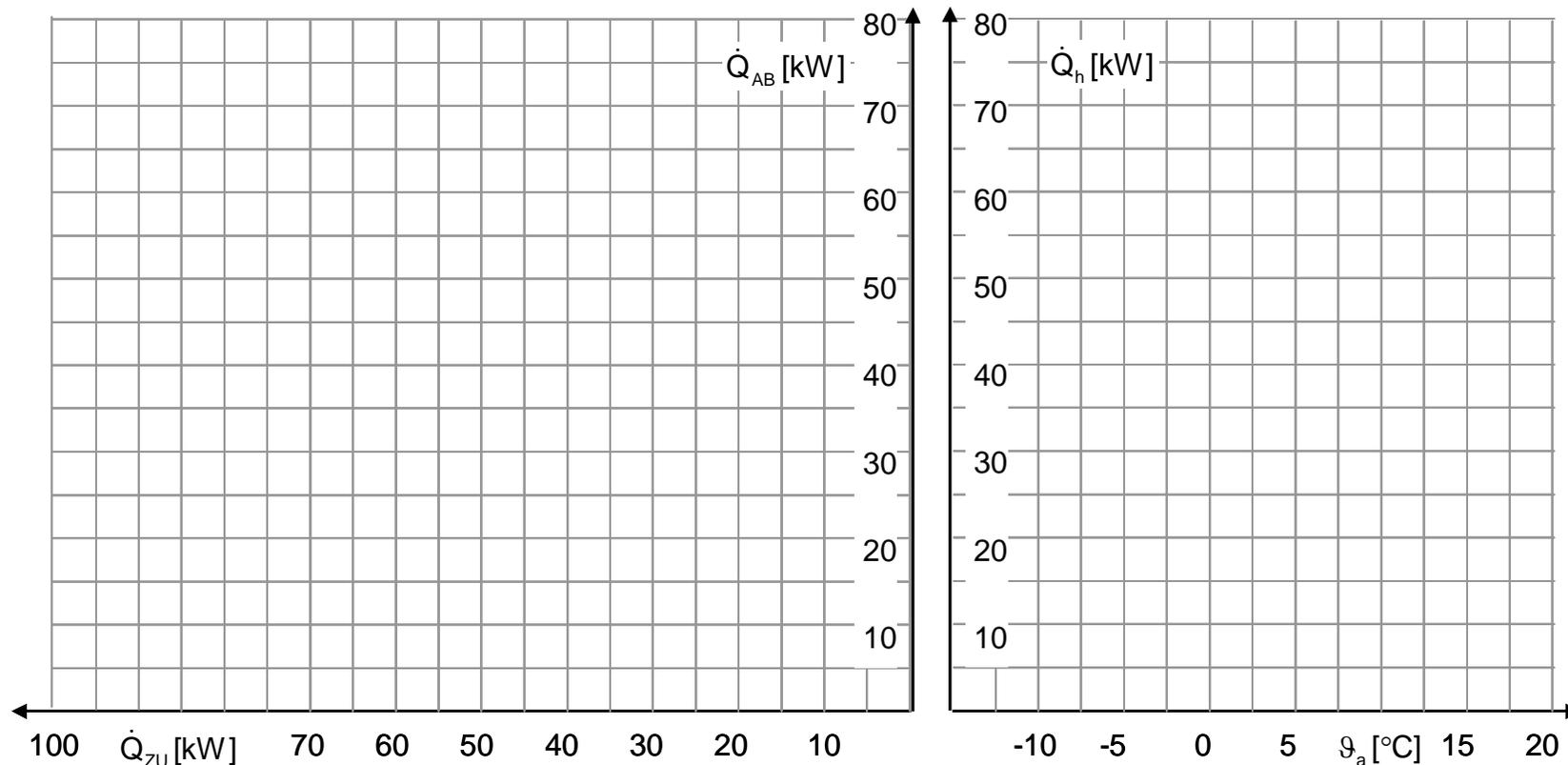


## Energieanalyse aus dem Verbrauch

**Gegeben:** Kesselleistung Typenschild: 80 kW;  $t_{\text{Auslegung}}: -15\text{ °C}$ ; Kesselwirkungsgrad ( $H_s$ ): 80%; Bereitschaftsverlust: 2,8 kW; Verteilverluste 5 kW (vereinfacht konstant angenommen), Fläche des Gebäudes  $A_{\text{EB}} = 1000\text{ m}^2$ , Raumhöhe 2,5 m Innentemperatur  $\vartheta_i = 20\text{ °C}$ , Luftwechsel  $0,8\text{ h}^{-1}$ , Daten einer Heizperiode:  $\vartheta_a = 5\text{ °C}$  /  $t_{\text{HP}} = 250\text{ d/a}$

**Messdaten:** Gasverbrauch/Außentemperatur: Dez: 38 242 kWh( $H_s$ )/-2,5°C März: 24 682 kWh( $H_s$ )/+5°C  
 Umwandlung in mittlere Feuerungsleistung ( $H_s$ ): 38 242 [24 682] kWh/(31 d · 24 h/d) = 51,4 [33,2] kW

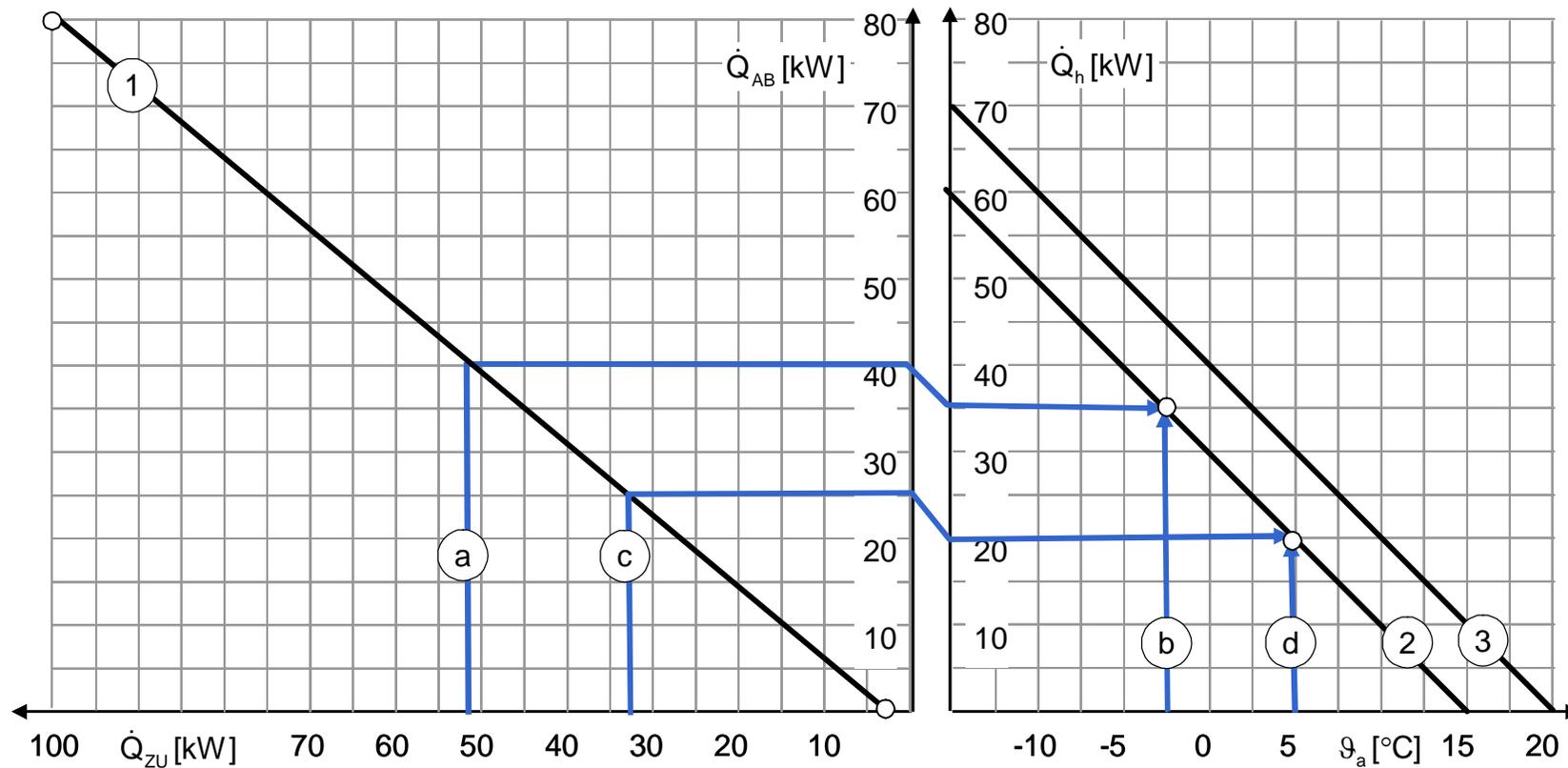
**Gesucht:** Fingerabdruck des Gebäudes:  $H$  in kW/K,  $H/A_{\text{EB}}$  in W/(m<sup>2</sup> K), Heizgrenztemperatur in °C, mittlere Fremdwärme in kW  
 Gebäudeheizlast in kW und in W/m<sup>2</sup>, bezogene Transmissionsverluste  $H_T$  in W/K und  $H_T/A_{\text{EB}}$  in W/(m<sup>2</sup>K)  
 Mittlere Energiekennwerte: Heizwärme, Heizenergie, Kesselverluste, Nutzungsgrad des Kessels, Gesamtnutzungsgrad



**Gegeben:** Kesselleistung Typenschild: 80 kW;  $t_{\text{Auslegung}}$ : -15 °C; Kesselwirkungsgrad ( $H_s$ ): 80%; Bereitschaftsverlust: 2,8 kW; Verteilverluste 5 kW (vereinfacht konstant angenommen), Fläche des Gebäudes  $A_{\text{EB}} = 1000 \text{ m}^2$ , Raumhöhe 2,5 m Innentemperatur  $\vartheta_i = 20^\circ\text{C}$ , Luftwechsel  $0,8 \text{ h}^{-1}$ , Daten einer Heizperiode:  $\vartheta_a = 5^\circ\text{C}$  /  $t_{\text{HP}} = 250 \text{ d/a}$

**Messdaten:** Gasverbrauch/Außentemperatur: Dez: 38 242 kWh( $H_s$ )/-2,5°C März: 24 682 kWh( $H_s$ )/+5°C  
 Umwandlung in mittlere Feuerungsleistung ( $H_s$ ): 38 242 [24 682] kWh/(31 d · 24 h/d) = 51,4 [33,2] kW

**Gesucht:** Fingerabdruck des Gebäudes:  $H$  in kW/K,  $H/A_{\text{EB}}$  in W/(m<sup>2</sup>K), Heizgrenztemperatur in °C, mittlere Fremdwärme in kW  
 Gebäudeheizlast in kW und in W/m<sup>2</sup>, bezogene Transmissionsverluste  $H_T$  in W/K und  $H_T/A_{\text{EB}}$  in W/(m<sup>2</sup>K)  
 Mittlere Energiekennwerte: Heizwärme, Heizenergie, Kesselverluste, Nutzungsgrad des Kessels, Gesamtnutzungsgrad



- Kesselgerade konstruieren (Gerade 1)

$$\text{Volllast: } \dot{Q}_{AB,\max} = 80 \text{ kW} \quad \dot{Q}_{ZU,\max} = \frac{\dot{Q}_{K,\max}}{\eta_K} = \frac{80 \text{ kW}}{0,80} = 100 \text{ kW}$$

$$\text{Nulllast } \dot{Q}_{AB,\min} = 0 \text{ kW} \quad \dot{Q}_{ZU,\min} = \dot{Q}_B = q_B \cdot \dot{Q}_F = 0,028 \cdot 100 \text{ kW} = 2,8 \text{ kW}$$

- Verteilverluste 5 kW, d.h. in den Räumen ankommende Leistung  $\dot{Q}_h$  liegt 5 kW unter der vom Kessel abgegebenen  $\dot{Q}_{AB}$
- Umwandlung der Verbrauchsdaten in Leistungen

$$\text{Dezember: } \quad \text{a) } \dot{Q}_{ZU,\text{Dez}} = \frac{38.242 \text{ kWh}_{\text{Hs}}}{31 \frac{\text{d}}{\text{mon}} \cdot 24 \frac{\text{h}}{\text{d}}} = 51,4 \text{ kW}_{\text{Hs}} \quad \text{bei } \quad \text{b) } -2,5^\circ\text{C}$$

$$\text{März: } \quad \text{c) } \dot{Q}_{ZU,\text{März}} = \frac{24.682 \text{ kWh}_{\text{Hs}}}{31 \frac{\text{d}}{\text{mon}} \cdot 24 \frac{\text{h}}{\text{d}}} = 33,2 \text{ kW}_{\text{Hs}} \quad \text{bei } \quad \text{d) } 5^\circ\text{C}$$

- Fingerabdruck des Gebäudes konstruieren (Gerade 2) aus den Eintragungen a) bis d)
- Fingerabdruck des Gebäudes bestimmen:

$$\text{Steigung der Geraden 2: } H = \frac{\Delta \dot{Q}_h}{\Delta \vartheta_a} = \frac{(35 - 20) \text{ kW}}{(5 - (-2,5)) \text{ K}} = 2 \frac{\text{kW}}{\text{K}} \quad \text{bzw. flächenbezogen: } h = \frac{H}{A_{\text{EB}}} = \frac{2 \text{ kW/K}}{1000 \text{ m}^2} = 2 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}}$$

- Heizgrenztemperatur in °C

$$\text{Nullstelle der Geraden 2: } \vartheta_{\text{HG}} = 15^\circ\text{C}$$

- Fremdwärme für eine angenommene Innentemperatur von  $\vartheta_i = 20^\circ\text{C}$

Gerade 2 verschieben, es entsteht Gerade 3

Differenz der Geraden "2" und "3": Fremdwärmeleistung für innere und solare Gewinne beträgt 10 kW

- Gebäudeheizlast

Gebäudeheizlast ohne Fremdwärme – vergleichbar mit Plandaten (Achsenabschnitt, Gerade 3)

$$\dot{Q}_{h,\max} = 70\text{kW} \quad \text{bzw. flächenbezogen:} \quad \dot{q}_{h,\max} = \frac{\dot{Q}_{h,\max}}{A_{\text{EB}}} = \frac{70\text{kW}}{1000\text{m}^2} = 70 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

Effektive Gebäudeheizlast (Achsenabschnitt, Gerade 2)

$$\dot{Q}_{H,\text{eff}} = 60\text{kW} \quad \text{bzw. flächenbezogen:} \quad \dot{q}_{h,\text{eff}} = \frac{\dot{Q}_{h,\text{eff}}}{A_{\text{EB}}} = \frac{60\text{kW}}{1000\text{m}^2} = 60 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

- bezogene Lüftungsheizlast:  $H_V = n \cdot V \cdot 0,34 \frac{\text{Wh}}{\text{m}^3\text{K}} = 0,8 \frac{1}{\text{h}} \cdot 1000\text{m}^2 \cdot 2,5\text{m} \cdot 0,34 \frac{\text{Wh}}{\text{m}^3\text{K}} = 0,68 \frac{\text{kW}}{\text{K}}$
- bezogene Transmissionsheizlast:  $H = H_T + H_V \quad H_T = 2 \frac{\text{kW}}{\text{K}} - 0,68 \frac{\text{kW}}{\text{K}} = 1,32 \frac{\text{kW}}{\text{K}}$

Mittelwerte bei  $t_a = + 5^\circ\text{C}$  /  $z = 250$  d/a

- Transmission  $Q_T = 1,32 \frac{\text{kW}}{\text{K}} \cdot (20 - 5)\text{K} \cdot 6000\text{h/a} = 118.800\text{kWh/a}$
- Lüftung  $Q_V = 0,68 \frac{\text{kW}}{\text{K}} \cdot (20 - 5)\text{K} \cdot 6000\text{h/a} = 61.200\text{kWh/a}$
- Wärmegewinne  $Q_{\text{Gewinne}} = 10\text{kW} \cdot 6000\text{h/a} = 60.000\text{kWh/a}$
- Heizwärme  $Q_h = 20\text{kW} \cdot 6000\text{h/a} = 120.000\text{kWh/a}$  (Y-Wert der Geraden 2 bei X-Wert  $5^\circ\text{C}$  Außentemperatur)
- Verteilverluste  $Q_d = 5\text{kW} \cdot 6000\text{h/a} = 30.000\text{kWh/a}$
- Erzeugte Wärme  $Q_{\text{AB,a}} = 25\text{kW} \cdot 6000\text{h/a} = 150.000\text{kWh/a}$  (Y-Wert der Geraden 1)
- Heizenergie  $Q_H = 33,2\text{kW} \cdot 6000\text{h/a} = 199.200\text{kWh/a}$  (X-Wert der Geraden 1 bei 25 kW als Y-Wert)
- Kesselverluste  $Q_g = (199,2 - 120 - 30)\text{MWh/a} = 49.200\text{kWh/a}$  (Differenz Energiezu- und Abfuhr Kessel)
- Kesselnutzungsgrad  $\eta_a = \frac{Q_{\text{AB,a}}}{Q_{\text{ZU,a}}} = \frac{\dot{Q}_{\text{AB,m}} \cdot 6000\text{h/a}}{\dot{Q}_{\text{ZU,m}} \cdot 6000\text{h/a}} = \frac{25\text{kW}}{33,2\text{kW}} = 75,3\%$  (Output Kessel / Input Kessel)
- Gesamtnutzungsgrad  $\eta_{\text{gesamt}} = \frac{Q_h}{Q_{\text{ZU,a}}} = \frac{\dot{Q}_h \cdot 6000\text{h/a}}{\dot{Q}_{\text{ZU,m}} \cdot 6000\text{h/a}} = \frac{20\text{kW}}{33,2\text{kW}} = 60,2\%$  (Nutzen Gebäude / Input Kessel)