

Übung: Solaranlage – Energiekennzahlen

Berechnen Sie für eine thermische Solaranlage zur Trinkwassererwärmung die Jahreswerte für:

- Solarer Deckungsgrad (in %)
- Endenergieeinsparung im Vergleich zur Trinkwassererwärmung ohne Solaranlage (nur mit Ölkessel und kleinerem Trinkwarmwasserspeicher), sowohl in kWh pro m² Kollektorfläche und Jahr (kWh/m²a) als auch in Prozent

Randbedingungen

- Globalstrahlung in Kollektorebene: 1100 kWh/m²a
- Solarkollektoren: Fläche = 5 m², Jahres-Nutzungsgrad Kollektorkreis = 40 %
- Warmwasserverbrauch: 150 l/d (Kalt/Warmwassertemperatur = 10/45°C)
- Jahres-Nutzungsgrad der Wärmebereitstellung durch den Ölkessel: 80 %
- Eigenschaften des Trinkwarmwasserspeichers (Raumtemperatur im Aufstellraum = 15°C)
 - mit Solaranlage: 300 l Volumen, Wärmeverlust = 3,5 W/K, jahresmittlere Wassertemperatur im Speicher = 55°C
 - ohne Solaranlage: 120 l Volumen, Wärmeverlust = 2 W/K, jahresmittlere Wassertemperatur im Speicher = 45°C

Zwischenlösungen, Teil1: Qkolkreis=2200 kWh/a, Qwarmwasser=2236 kWh/a, Qverlust,speicher,mit solar=1226 kWh/a, Qheizgerät,speicher,mit solar=1262 kWh/a, Teil2: Qöl,mit solar=1577 kWh/a, Qverlust,speicher,ohne Solar=526 kWh/a, Qheizgerät,speicher,ohne solar=2762 kWh/a, Qöl,ohne Solar=3452 kWh/a, Qsave,öl=1875 kWh/a
 Lösungen: 63,5 %, 375 kWh/m²a, 54,3 %

addition

1) Solarer Deckungsgrad

$$Q_{\text{kollektorkreis}} = 1100 \text{ kWh/m}^2\text{a} \cdot 5 \text{ m}^2 \cdot 0,4 = 2200 \text{ kWh/a}$$

$$Q_{\text{warmwasser}} = 150 \text{ l/d} \cdot 365 \text{ d/a} \cdot 4,2 \text{ kJ/l} \cdot \text{K} \cdot (45 - 10) \text{ K} / 3600 \text{ kJ/kWh} = 2236 \text{ kWh/a}$$

$$Q_{\text{verlust,speicher(mit solar)}} = 3,5 \text{ W/K} \cdot (55 - 15) \text{ K} \cdot 24 \text{ h/d} \cdot 365 \text{ d/a} = 1226 \text{ kWh/a}$$

$$\begin{aligned} Q_{\text{heizgerät,speicher(mit solar)}} &= Q_{\text{warmw}} + Q_{\text{verlust,speicher(mit solar)}} - Q_{\text{kolkreis}} \\ &= 2236 + 1226 - 2200 = 1262 \text{ kWh/a} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} DG_{\text{sol}} &= Q_{\text{kolkreis}} / (Q_{\text{warmw}} + Q_{\text{verlust,speicher,solar}}) = 2200 / (2236 + 1226) = 63,5 \% \\ &= Q_{\text{kolkreis}} / (Q_{\text{kolkreis}} + Q_{\text{zus,speicher,solar}}) = 2200 / (2200 + 1262) = 63,5 \% \end{aligned}$$

2) Endenergieeinsparung

$$Q_{\text{öl(mit solar)}} = Q_{\text{heizgerät,speicher(mit solar)}} / \eta_{\text{ta,ölkessel}} = 1262 / 0,8 = 1577 \text{ kWh/a}$$

$$Q_{\text{verlust,speicher(ohne solar)}} = 2 \text{ W/K} \cdot (45 - 15) \text{ K} \cdot 24 \text{ h/d} \cdot 365 \text{ d/a} = 526 \text{ kWh/a}$$

$$\begin{aligned} Q_{\text{heizgerät,speicher(ohne solar)}} &= Q_{\text{warmw}} + Q_{\text{verlust,speicher(ohne solar)}} \\ &= 2236 + 526 = 2762 \text{ kWh/a} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{\text{öl(ohne solar)}} &= Q_{\text{heizgerät,speicher(ohne solar)}} / \eta_{\text{ta,ölkessel}} \\ &= 2762 / 0,8 = 3452 \text{ kWh/a} \end{aligned}$$

$$Q_{\text{save,öl}} = Q_{\text{öl(ohne solar)}} - Q_{\text{öl(mit solar)}} = 3452 - 1577 = 1875 \text{ kWh/a}$$

$$Q_{\text{save,öl,spezifisch}} = 1875 \text{ kWh/a} / 5 \text{ m}^2 = 375 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

$$F_{\text{save}} = (Q_{\text{öl(ohne solar)}} - Q_{\text{öl(mit solar)}}) / Q_{\text{öl(ohne solar)}} = 1875 / 3452 = 54,3 \%$$