

Berechnungsvorschriften für den Wärmebedarf eines Gebäudes mit LOD2-Detaillierungsgrad

Dipl.-Ing. (FH) Jonas Pfeiffer

2024-09-04

1. Wärmeverlust durch Transmission

Der Wärmeverlust eines Gebäudes durch Transmission kann durch die folgende Gleichung beschrieben werden:

$$\dot{Q}_{\text{Trans}} = U \cdot A \cdot \Delta T \quad (1)$$

wobei:

- \dot{Q}_{Trans} : Wärmestrom (Watt, W)
- U : U-Wert des Bauteils ($\text{W}/\text{m}^2\text{K}$)
- A : Fläche des Bauteils (m^2)
- ΔT : Temperaturdifferenz zwischen Innen- und Außenseite des Bauteils (K)

Für ein Gebäude summieren sich die Wärmeverluste durch alle Bauteile:

$$\dot{Q}_{\text{Gesamt}} = \sum_i U_i \cdot A_i \cdot \Delta T \quad (2)$$

2. Wärmeverlust durch Lüftung

Der Wärmeverlust durch Lüftung wird durch den Luftaustausch zwischen Innenraum und Außenluft verursacht und ist wie folgt beschrieben:

$$\dot{Q}_{\text{Lüftung}} = 0.34 \cdot n \cdot V \cdot \Delta T \quad (3)$$

wobei:

- $\dot{Q}_{\text{Lüftung}}$: Lüftungswärmeverlust (W)
- n : Luftwechselrate h^{-1}
- V : Volumen des Gebäudes (m^3)
- ΔT : Temperaturdifferenz zwischen Innen- und Außenluft (K)

3. Maximaler Heizwärmebedarf

Der maximale Heizwärmebedarf ergibt sich aus der Summe der Wärmeverluste durch Transmission und Lüftung:

$$Q_{\max} = \dot{Q}_{\text{Trans}} + \dot{Q}_{\text{Lüftung}} \quad (4)$$

4. Jährlicher Heizwärmebedarf

Der jährliche Heizwärmebedarf wird durch die Integration der stündlichen Heizbedarfe über das Jahr berechnet:

$$Q_{\text{Heizung}}(\text{Jahr}) = \sum_{\text{alle Stunden}} \max(0, m \cdot T_{\text{Außen}} + b) \quad (5)$$

wobei:

- m : Steigung der linearen Beziehung zwischen Heizbedarf und Außentemperatur
- $T_{\text{Außen}}$: Außentemperatur (K)
- b : Y-Achsenabschnitt, abhängig von den spezifischen U-Werten und der gewünschten Raumtemperatur

5. Jährlicher Warmwasserbedarf

Der jährliche Warmwasserbedarf wird als spezifischer Verbrauch pro Quadratmeter Wohnfläche berechnet:

$$Q_{\text{WW}} = WW_{\text{Bedarf}} \cdot A \cdot \text{Stockwerke} \quad (6)$$

wobei:

- Q_{WW} : Jährlicher Warmwasserbedarf (kWh)
- WW_{Bedarf} : Warmwasserbedarf pro Quadratmeter Wohnfläche (kWh/m²)
- A : Grundfläche des Gebäudes (m²)
- Stockwerke: Anzahl der Stockwerke

6. Gesamtwärmebedarf

Der gesamte jährliche Wärmebedarf des Gebäudes setzt sich aus dem jährlichen Heizwärmebedarf und dem jährlichen Warmwasserbedarf zusammen:

$$Q_{\text{Gesamt}} = Q_{\text{Heizung}} + Q_{\text{WW}} \quad (7)$$

Der Anteil des Warmwassers am gesamten Wärmebedarf kann berechnet werden durch:

$$\text{Warmwasseranteil} = \frac{Q_{\text{WW}}}{Q_{\text{Gesamt}}} \cdot 100 \quad (8)$$

7. Beispielrechnungen

Beispiel 1: Einfamilienhaus

Angenommen, ein Einfamilienhaus hat folgende Eigenschaften:

- Grundfläche: $A_{\text{Boden}} = 100 \text{ m}^2$
- Wandfläche: $A_{\text{Wand}} = 200 \text{ m}^2$
- Dachfläche: $A_{\text{Dach}} = 100 \text{ m}^2$
- Fensterfläche: $A_{\text{Fenster}} = 20 \text{ m}^2$
- Türfläche: $A_{\text{Tür}} = 5 \text{ m}^2$
- Volumen: $V = 400 \text{ m}^3$
- U-Werte: $U_{\text{Wand}} = 0.23 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_{\text{Dach}} = 0.19 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_{\text{Fenster}} = 1.3 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_{\text{Tür}} = 1.3 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Luftwechselrate: $n = 0.5 \text{ h}^{-1}$
- Innentemperatur: $T_{\text{innen}} = 20 \text{ °C}$
- Außentemperatur: $T_{\text{außen}} = -12 \text{ °C}$ (Winter)

Berechnung der Flächen für die Wände ohne Fenster und Türen:

$$A_{\text{Wand, eff}} = A_{\text{Wand}} - A_{\text{Fenster}} - A_{\text{Tür}} = 200 - 20 - 5 = 175 \text{ m}^2 \quad (9)$$

Berechnung der Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile:

- Wärmeverlust über die Wände:

$$\dot{Q}_{\text{Wand}} = U_{\text{Wand}} \cdot A_{\text{Wand, eff}} \cdot \Delta T = 0.23 \cdot 175 \cdot (20 - (-12)) = 835.8 \text{ W} \quad (10)$$

- Wärmeverlust über das Dach:

$$\dot{Q}_{\text{Dach}} = U_{\text{Dach}} \cdot A_{\text{Dach}} \cdot \Delta T = 0.19 \cdot 100 \cdot (20 - (-12)) = 608.4 \text{ W} \quad (11)$$

- Wärmeverlust über die Fenster:

$$\dot{Q}_{\text{Fenster}} = U_{\text{Fenster}} \cdot A_{\text{Fenster}} \cdot \Delta T = 1.3 \cdot 20 \cdot (20 - (-12)) = 832 \text{ W} \quad (12)$$

- Wärmeverlust über die Tür:

$$\dot{Q}_{\text{Tür}} = U_{\text{Tür}} \cdot A_{\text{Tür}} \cdot \Delta T = 1.3 \cdot 5 \cdot (20 - (-12)) = 208 \text{ W} \quad (13)$$

- Wärmeverlust über den Boden:

$$\dot{Q}_{\text{Boden}} = U_{\text{Boden}} \cdot A_{\text{Boden}} \cdot \Delta T = 0.31 \cdot 100 \cdot (20 - (-12)) = 992 \text{ W} \quad (14)$$

Der Gesamtwärmeverlust durch Transmission ist daher:

$$\dot{Q}_{\text{Trans}} = 835.8 + 608.4 + 832 + 208 + 992 = 3476.2 \text{ W} \quad (15)$$

Der Wärmeverlust durch Lüftung ist:

$$\dot{Q}_{\text{Lüftung}} = 0.34 \cdot 0.5 \cdot 400 \cdot (20 - (-12)) = 435.2 \text{ W} \quad (16)$$

Der maximale Heizwärmebedarf ist daher:

$$Q_{\text{max}} = \dot{Q}_{\text{Trans}} + \dot{Q}_{\text{Lüftung}} = 3476.2 + 435.2 = 3911.4 \text{ W} \quad (17)$$

Beispiel 2: Mehrfamilienhaus

Für ein Mehrfamilienhaus mit einer Grundfläche von $A_{\text{Boden}} = 500 \text{ m}^2$, einer Wandfläche von $A_{\text{Wand}} = 1000 \text{ m}^2$, einer Fensterfläche von $A_{\text{Fenster}} = 100 \text{ m}^2$, einer Türfläche von $A_{\text{Tür}} = 25 \text{ m}^2$, und einem Volumen von $V = 2000 \text{ m}^3$, sowie denselben U-Werten und Temperaturdifferenzen wie im vorherigen Beispiel, beträgt der maximale Heizwärmebedarf:

Berechnung der Flächen für die Wände ohne Fenster und Türen:

$$A_{\text{Wand, eff}} = A_{\text{Wand}} - A_{\text{Fenster}} - A_{\text{Tür}} = 1000 - 100 - 25 = 875 \text{ m}^2 \quad (18)$$

Berechnung der Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile:

- Wärmeverlust über die Wände:

$$\dot{Q}_{\text{Wand}} = U_{\text{Wand}} \cdot A_{\text{Wand, eff}} \cdot \Delta T = 0.23 \cdot 875 \cdot (20 - (-12)) = 4179 \text{ W} \quad (19)$$

- Wärmeverlust über das Dach:

$$\dot{Q}_{\text{Dach}} = U_{\text{Dach}} \cdot A_{\text{Dach}} \cdot \Delta T = 0.19 \cdot 500 \cdot (20 - (-12)) = 3042 \text{ W} \quad (20)$$

- Wärmeverlust über die Fenster:

$$\dot{Q}_{\text{Fenster}} = U_{\text{Fenster}} \cdot A_{\text{Fenster}} \cdot \Delta T = 1.3 \cdot 100 \cdot (20 - (-12)) = 4160 \text{ W} \quad (21)$$

- Wärmeverlust über die Türen:

$$\dot{Q}_{\text{Tür}} = U_{\text{Tür}} \cdot A_{\text{Tür}} \cdot \Delta T = 1.3 \cdot 25 \cdot (20 - (-12)) = 1040 \text{ W} \quad (22)$$

- Wärmeverlust über den Boden:

$$\dot{Q}_{\text{Boden}} = U_{\text{Boden}} \cdot A_{\text{Boden}} \cdot \Delta T = 0.31 \cdot 500 \cdot (20 - (-12)) = 4960 \text{ W} \quad (23)$$

Der Gesamtwärmeverlust durch Transmission ist daher:

$$\dot{Q}_{\text{Trans}} = 4179 + 3042 + 4160 + 1040 + 4960 = 17381 \text{ W} \quad (24)$$

Der Wärmeverlust durch Lüftung ist:

$$\dot{Q}_{\text{Lüftung}} = 0.34 \cdot 0.5 \cdot 2000 \cdot (20 - (-12)) = 2176 \text{ W} \quad (25)$$

Der maximale Heizwärmebedarf ist daher:

$$Q_{\text{max}} = \dot{Q}_{\text{Trans}} + \dot{Q}_{\text{Lüftung}} = 17381 + 2176 = 19557 \text{ W} \quad (26)$$