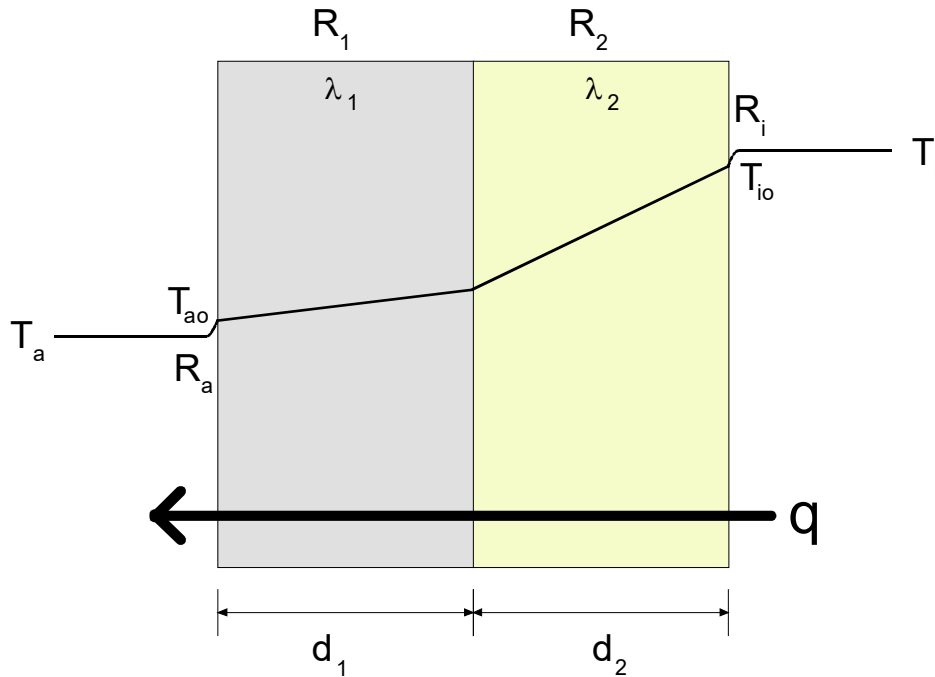


Grundbegriffe:

U-Wert (Früher k-Wert) [W/m²/K]:

Der U-Wert eines Bauteils gibt an, wieviel Wärme-Leistung [W] je Quadratmeter durch das Bauteil fließt bei einem Temperaturunterschied von 1K (=1°C)

k-Wert Berechnung bei einem Aufbau mit mehreren Materialien:



$$U = \lambda / d = 1 / R$$

$$R = d / \lambda = \Delta T / q$$

$$\Delta T = T_i - T_a$$

U : Wärmedurchgangskoeffizient [W / m² / K]

λ : Wärmeleitfähigkeit [W / m / K]

R: Wärmeleitwiderstand / Wärmeübergangswiderstand [m² * K / W] (Ri = 0,13; Ra = 0,04..0,08)

d: Materialstärke [m]

q: Wärmefluß [W/m²]

T: Temperatur (°C) mit Indizes: i = innen, a = aussen, o = an der Oberfläche

$$1/U_{\text{ges}} = R_a + R_i + \sum d_j / \lambda_j \quad (\text{für } R_a + R_i \text{ darf etwa } 0,18 \text{ angenommen werden})$$

U-Wert Messung (überschlägig, bei stationärem Zustand):

(Nötig beim Altbau, Voraussetzung: Außentemperaturen <<0°C; keine Sonnenstrahlung, Temperatur im Innenraum stabil, kein Heizkörper in der Nähe, bei Fenstern am besten abends)

Verfahren:

Wärmefluß q bestimmen aus Ri, Tio und Ti (siehe obere Grafik)

$$q = (T_i - T_{io}) / R_i \quad \text{homogener Wärmefluß durch alle Schichten}$$

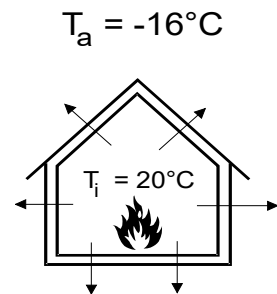
$$U = q / (T_i - T_a) = (T_i - T_{io}) / R_i / (T_i - T_a)$$

Energieverbrauchsreduzierung durch U-Wert Verbesserung:

U-Wert - Differenz x 100 = eingesparte kWh je m² Bauteilfläche pro Jahr
(gilt nicht bei transparenten Bauteilen)

Heizwärmebedarf: $Q_N = Q_T + Q_L$

Der Heizwärmebedarf eines Gebäudes gibt an, welche thermische Leistung nötig ist, um eine gewünschte Raumtemperatur (hier 20°C) bei einer Außentemperatur von -16°C (Normwert für Freising) aufrechterhalten zu können. Er setzt sich zusammen aus dem Wärmebedarf, der den Wärmeabfluss durch die Gebäudehülle ausgleichen soll (Q_T) und dem Wärmebedarf der nötig ist, um die nötige Frischluft wieder auf Zimmertemperatur zu erwärmen (Q_L) abzüglich solarer und interner Gewinne.



A: Oberfläche eines Bauteils mit gleichem U-Wert

$\Delta T: T_i - T_a$

A: Raumvolumen

$Q_T[W] = \sum (U_j \cdot A_j \cdot \Delta T_j)$ (Transmissionswärmebedarf)

$Q_L[W] = 0,17 \cdot \sum (V_j \cdot \Delta T_j)$ (Lüftungswärmebedarf)

Energieinhalt und CO₂ - Bilanz diverser Energieträger:

Einheit	Energieträger	Energieinhalt (kWh / Einheit)	CO ₂ - Äquivalent in Gramm pro kWh
1 kWh	Strom	1	400
1 l	Heizöl	10,4	279
1 m ³	Erdgas H	11,4	201
1 kg	Flüssiggas	12,8	227
1 kg	Steinkohle	8,1	354
1 kg	Braunkohle	6	364
1 kg	Holz	4..5,6	26 - 58
1 l	Benzin	9,25	250
1 l	Diesel	10,34	267

Energieinhalte:

Pellets: 18MJ/kg; 1,12kg/l --> 1l \triangleq 0,65kg \triangleq 3,25kWh

Hackschnitzel: 1l \triangleq 0,63..1,08kWh

Rapsöl: 9,2kWh/l

Energieertrag Biomasseanbau: 5..6kWh/m²

Wirkungsgrad einer Heizungsanlage :

0,7 (alt) .. 0,9 (neu)

Wärmebedarf Warmwasser:

Wärmekapazität Wasser:

$c = 1,16\text{kWh} / \text{m}^3 / \text{K}$

Warmwasserverbrauch: 20 .. 60l / Person / Tag

Kaltwassertemperatur: ca. 10°C

Warmwassertemperatur: ca. 50°C d.h. $T = 40\text{K}$

d.h. bei ca. 70 % Wirkungsgrad und 60l Warmwasser/Tag: ca. 4kWh / Person / Tag

Energieeinsparung pro m² Solaranlage im Jahr:

ca. 500..600kWh/m²/a ---> ca. 70l Heizöl bei älterer Heizung

Siedetemperatur Wasser:

1 bar: 100°C

2 bar: 120°C

4 bar: 143°C