

Formelverzeichnis zur EN 12831 und Beiblatt 1

Gesamter Normwärmeverlust eines beheizten Raumes (Standardfall)

$$\Phi_I = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} \quad 1$$

mit:

$\Phi_{T,i}$ = Norm-Transmissionswärmeverluste (i) in Watt (W);

► Gleichung 2

$\Phi_{V,i}$ = Norm-Lüftungswärmeverluste (i) in Watt (W).

► Gleichung 11

Norm-Transmissionswärmeverluste eines Raumes

$$\Phi_{T,i} = (H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ig} + H_{T,ij}) \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e) \quad 2$$

Mit:

$H_{T,ie}$ = Transmissions-Wärmeverlust-Koeffizient zwischen dem beheizten Raum (i) und der äußeren Umgebung (e) durch die Gebäudehülle in W durch Kelvin (W/K);

► Gleichg. 3/4

$H_{T,iue}$ = Transmissionswärmeverlust-Koeffizient vom beheizten Raum (i) an die äußere Umgebung (e) durch den unbeheizten Raum (u) in Watt durch Kelvin (W/K);

► Gleichung 5

$H_{T,ig}$ = stationärer Transmissions-Wärmeverlust-Koeffizient des Erdreichs vom beheizten Raum (i) an das Erdreich (g) in Watt durch Kelvin (W/K);

► Gleichung 8

$H_{T,ij}$ = Transmissions-Wärmeverlustkoeffizient eines beheizten Raumes (i) an einen benachbarten beheizten Raum (j), welcher durch Beheizung auf einem deutlich unterschiedlichen Temperaturniveau gehalten wird; dies kann ein benachbarter beheizter Raum innerhalb einer Gebäudeeinheit oder ein beheizter Raum einer angrenzenden Gebäudeeinheit sein, in Watt durch Kelvin (W/K);

► Gleichung 10

$\theta_{int,i}$ = Norm-Innentemperatur des beheizten Raumes (i) in Grad Celsius (°C);

► Beiblatt T.2

θ_e = Norm-Außentemperatur in Grad Celsius (°C).

► Beiblatt T.1

Direkte Wärmeverluste an die Umgebung

$$H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot e_k + \sum_l \psi_l \cdot l_l \cdot e_l \quad 3$$

Oder einfacher:

$$H_{T,ie} = \sum A_k \cdot (U_k + f_c) \quad 4$$

Mit:

A_k = Fläche eines Bauteiles k in Quadratmeter (m²);

► Außenmaß

e_{k,e_l} = Witterungsbedingter Korrekturfaktor, welcher meteorologische Einflüsse, wie z. B. unterschiedliche Dämmung, Feuchtigkeitsabsorption der Bauteile, Windgeschwindigkeit und Temperatur berücksichtigt, vorausgesetzt, dass diese Bedingungen nicht bereits bei der Bestimmung der U-Werte berücksichtigt wurden (z. B. nach EN 6946); e_k, e_l werden auf nationaler Ebene bestimmt. Liegen keine nationalen Werte vor, können die Korrekturfaktoren nach D.4.1 angewendet werden.

► Beiblatt: 1,0

Die neue Heizlastberechnung nach DIN EN 12831

U_k = Wärmedurchgangskoeffizient des Elementes k , in Watt pro Quadratmeter und Kelvin ($W/m^2 \cdot K$), berechnet nach entweder:

- EN ISO 6946-1 (für lichtundurchlässige Elemente);
- EN ISO 10077 (für Türen und Fenster);
- oder nach Angaben in den Europäischen Technischen Zulassungen;

► andere Normen

l_1 = Länge der linearen Wärmebrücke l zwischen innerer und äußerer Umgebung in Metern (m);

► Geb. maß

Ψ_1 = längebezogener Wärmedurchgangskoeffizient dieser Wärmebrücke l in Watt pro Meter und Kelvin ($W/m \cdot K$), ist nach einer der folgenden Methoden zu bestimmen:

- überschlägige Bestimmung nach den Tabellenwerten in EN ISO 14683;
- Berechnung der Werte nach EN ISO 10211-2;

► andere Normen

Die Werte für Ψ_1 in den entsprechenden Tabellen in EN ISO 14683 beziehen sich auf das gesamte Gebäude und nicht für eine raumweise Berechnung. Die proportionale Aufteilung des Ψ_1 -Wertes bleibt den Planern überlassen.

Das Berechnungsverfahren ist nicht für nichtlineare Wärmebrücken geeignet.

f_c = Korrekturfaktor in Watt pro Quadratmeter und Kelvin ($W/m^2 \cdot K$), abhängig von der Art des Gebäudeteiles. Werte für die Korrekturfaktoren sind in D.4.1 angegeben.

► Beiblatt T.3

Wärmeverluste durch unbeheizte Räume

$$H_{T,iuc} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot b_u + \sum_l \Psi_l \cdot l_1 \cdot b_u \quad 5$$

Mit:

b_u = Temperatur-Reduktionsfaktor zur Berücksichtigung des Temperaturunterschiedes des unbeheizten Raumes zur Norm-Außentemperatur.

Ermittlung: Berechnung mit Gleichung 6 oder 7 oder aus Tabellen

► Beiblatt T.4

Weitere Größen: siehe oben

Wärmeverluste an das Erdreich

$$H_{T,ig} = f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot (\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot G_w \quad 8$$

Mit:

f_{g1} = Korrekturfaktor für die jährliche Schwankung der Außentemperatur. Dieser Wert wird national bestimmt. Liegen keine nationalen Werte vor, sind Korrekturfaktoren D.4.3 zu entnehmen;

► Beiblatt: 1,45

f_{g2} = Reduktionsfaktor für die Temperaturdifferenz, zwischen Norm-Außentemperatur und dem Jahresmittel der Außentemperatur, der seinerseits wie folgt ermittelt wird:

$$f_{g2} = \frac{\theta_{int,i} - \theta_{m,e}}{\theta_{int,i} - \theta_c};$$

► Beiblatt T.1

A_k = Fläche des Bauteils k in Berührung mit dem Erdreich in Quadratmeter (m^2);

► Geb. maß

$U_{equiv,k}$ = äquivalenter Wärmedurchgangskoeffizient des Bauteiles (k) in Watt pro Quadratmeter und Kelvin ($W/m^2 \cdot K$), ermittelt anhand der Bodencharakteristik (siehe Bilder 3 bis 6 und Tabellen 4 bis 7);

► B.3...6 / T.4...7

G_w = Korrekturfaktor zur Berücksichtigung des Einflusses von Grundwasser, wenn der Abstand zwischen dem angenommenen Wasserspiegel und dem Kellerboden (bzw. Bodenplatte) kleiner als 1 Meter ist, muss dieser Einfluss berücksichtigt werden. Dieser Faktor kann nach EN ISO 13370, aufgrund nationaler Vorgaben, bestimmt werden. Liegen keine nationalen Werte vor, kann nach D.4.3 gerechnet werden.

► Beiblatt:
1,00 bei 1m
1,15 bei <1m

Bodenplatte:

$$U_{equiv,K} = f(U_{Boden}, B' \text{ und } z)$$

Mit:

$$B' = \frac{A_G}{0,5 \cdot P} = 2 \dots 20 \text{ m} \quad 9$$

A_G	Fläche der Bodenplatte in Quadratmeter (m ²). Für die Berechnung eines gesamten Gebäudes ist A_G die gesamte Grundfläche. Für die Berechnung eines Gebäudeteils (z. B. eine Gebäudeeinheit in einer Häuserreihe) ist A_G die Grundfläche der Gebäudeeinheit;	▶ Geb. maß
P	Umfang der jeweiligen Bodenplatte in Meter (m). Für die Berechnung eines gesamten Gebäudes ist P der Gesamtumfang des Gebäudes. Für die Berechnung eines Gebäudeteils (z. B. eine Gebäudeeinheit in einer Häuserreihe) beinhaltet P nur die Längen der Außenwände, die den jeweiligen beheizten Raum von der äußeren Umgebung trennen.	▶ Geb. maß
U	Betonfußboden (keine Dämmung) $U = 2 \text{ W/m}^2\text{K}$ $U = 1 \text{ W/m}^2\text{K}$ $U = 0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$ $U = 0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$	▶ Auswahl
Z	0 m oder 1,5 m oder 3 m	▶ Auswahl

Raumweise Berechnung getrennt: Räume ohne Außenwände, Räume mit gut gedämmtem Boden und alle anderen Räume

Wände an Erdreich:

$$U_{equiv,bw} = f(U_{Wand} \text{ und } z)$$

Weitere Elemente:

unbeheizter Keller und hochgeständerte Bodenplatte werden behandelt wie unbeheizte Räume nach Gleichung 5

Wärmeverluste an andere beheizte Räume

$$H_{T,ij} = \sum_k f_{ij} \cdot A_k \cdot U_k \quad 10$$

Mit:

f_{ij}	= ein Temperatur-Reduktionsfaktor. Dieser Faktor korrigiert die Temperaturdifferenz, wobei die Norm-Außentemperatur mit der mittleren Temperatur des beheizten Nachbarräumes in Beziehung gesetzt wird. $f_{ij} = \frac{\theta_{int,i} \cdot \theta_{adjacent\ space}}{\theta_{int,i} - \theta_c}$	▶ Beiblatt T.5
A_k	= Fläche des Bauelementes (k) in Quadratmeter (m ²);	▶ Geb. maß
U_k	= Wärmedurchgangs-Koeffizient des Elementes (k) in Watt pro Quadratmeter und Kelvin (W/m ² · K).	▶ andere Normen

Hier: Keine Berücksichtigung von Wärmebrücken!

Norm-Lüftungswärmeverluste eines Raumes

$$\Phi_{V,i} = H_{V,i} \cdot (\theta_{\text{int},i} - \theta_e) \quad 11$$

Mit:

$H_{V,i}$ = Norm-Lüftungswärmeverlust-Koeffizient in Watt pro Kelvin (W/K);
andere Werte siehe Gleichung 2

► Gl. 12/13

$$H_{V,i} = \dot{V}_i \rho c_p \quad 12$$

$$H_{V,i} = 0,34 \cdot \dot{V}_i \quad 13$$

Mit:

\dot{V}_i Luftvolumenstrom des beheizten Raumes (i) in Kubikmeter pro Sekunde (m³/s);

► siehe unten

ρ Dichte der Luft bei $\theta_{\text{int},i}$ in Kilogramm pro Kubikmeter (kg/m³);

► 0,34 Wh/m³K

c_p Spezifische Wärmekapazität der Luft bei $\theta_{\text{int},i}$ in Kilo Joule pro Kilogramm und Kelvin (kJ/kg · K).

Mindest-Luftvolumenstrom

$$\dot{V}_{\text{min},i} = n_{\text{min}} \cdot V_i \quad 16$$

Mit:

n_{min} = Mindestluftwechselrate pro Stunde (h⁻¹);

► Beiblatt T.6

V_i = Raumvolumen des beheizten Raumes (i) in Kubikmeter (m³), berechnet auf der Basis der Innenmaße.

► Geb. maße

Vereinfacht: $V_i = V_e \cdot 0,8$

Typische Werte für n: 0,5 (Standard) ... 1,5 (WC, Bad) ... 2,0 (Schulungs- und Besprechungsraum) h⁻¹

Volumenstrom aus Infiltration

$$\dot{V}_{\text{inf},i} = 2 \cdot V_i \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \varepsilon_i \quad 17$$

Mit:

n_{50} = Luftwechselrate pro Stunde (h⁻¹), aufgrund einer Druckdifferenz von 50 Pa zwischen dem Inneren und Äußeren des Gebäudes unter Berücksichtigung der Lufteinlässe;

► Beiblatt T.7

e_i = Koeffizient für Abschirmung;

► Beiblatt T.8

ε_i = Höhenkorrekturfaktor, welcher die Zunahme der Windgeschwindigkeit mit der Höhe des Raumes über dem Boden berücksichtigt.

► Beiblatt T.9

Typische Werte:

$$n_{50} = 2 \dots 9 \text{ h}^{-1}$$

$$e_i = 0 \dots 0,09$$

$$\varepsilon = 1,0 \text{ bis } 4 \text{ Geschosse sonst nach Höhe } h: (h/10)^{4/9}$$

Volumenstrom für Gebäude ohne mechanische Lüftung

$$\dot{V}_i = \max(\dot{V}_{inf,i}, \dot{V}_{min,i}) \quad 14$$

Mit:

- $\dot{V}_{inf,i}$ bestimmt nach 7.2.2; ▶ Gl. 17
- $\dot{V}_{min,i}$ bestimmt nach 7.2.1. ▶ Gl. 16

Volumenstrom für Gebäude mit mechanischer Lüftung

$$\dot{V}_i = \dot{V}_{inf,i} + \dot{V}_{su,i} \cdot f_{v,su,i} + \dot{V}_{mech,inf,i} \cdot f_{v,mech,inf,i} \quad 15 \text{ bzw. Bbl. Gl. 1}$$

Mit:

- $\dot{V}_{inf,i}$ Luftvolumenstrom des Raumes (i) aufgrund Infiltration in m³/h; ▶ Gl. 17
- $\dot{V}_{su,i}$ Zuluftvolumenstrom des Raumes (i) in m³/h; ▶ siehe unten
- $f_{v,su,i}$ Temperaturreduktionsfaktor für den Zuluftvolumenstrom; ▶ siehe unten

- $\dot{V}_{mech,inf,i}$ Überschuss des Abluftvolumenstroms des Raumes (i) in m³/h; ▶ siehe unten
- $f_{v,mech,inf,i}$ Temperaturreduktionsfaktor für die nachströmende Luft aus Nachbarräumen ▶ siehe unten

Temperaturkorrektur:

$f_{v,i}$ = Temperaturreduktionsfaktor:

$$f_{v,i} = \frac{\theta_{int,i} - \theta_{su,i}}{\theta_{int,i} - \theta_c}$$

$\theta_{su,i}$ = Zulufttemperatur in den beheizten Raum (i) (durch zentrale raumlufttechnische Anlage oder durch Nachbarräume, unbeheizte Räume oder von der Außenluft) in Grad Celsius (°C). Bei einer Wärmerückgewinnungsanlage kann $\theta_{su,i}$ aufgrund seines Wirkungsgrades berechnet werden. $\theta_{su,i}$ kann über oder unter der Innenlufttemperatur liegen. ▶ Berechnung

Mindestluftwechsel:

auch hier gilt: $V_i \geq V_{min,i}$

Zuluftvolumenstrom:

Bei fehlenden Angaben zu lufttechnischen Anlagen kann der Lüftungswärmeverlust wie für eine Installation ohne lufttechnische Anlage berechnet werden (natürliche Belüftung).

Sind Angaben zur lufttechnischen Anlage vorhanden, wird der Zuluftvolumenstrom des beheizten Raumes (i) $\dot{V}_{su,i}$ bei der Anlagenauslegung bestimmt und vom Anlagenplaner zur Verfügung gestellt.

Bei Luftzufuhr vom Nachbarräum (bzw. von Nachbarräumen) hat die Zuluft die thermischen Eigenschaften dieses Raumes (dieser Räume). Die Zuführung der Luft über Kanäle setzt eine Vorwärmung der Luft voraus. In beiden Fällen muss die Luftführung festgelegt und die jeweiligen Luftvolumenströme den betroffenen Räumen zugewiesen werden.

Überschuss Abluftvolumenstrom:

Der Überschuss des Abluftvolumenstromes aus einer Lüftungstechnischen Anlage wird durch Außenluft ersetzt, die durch die Gebäudehülle einströmt.

$$\dot{V}_{\text{mech,inf}} = \max(\dot{V}_{\text{ex}} - \dot{V}_{\text{su}}, 0) \quad 18$$

Mit:

\dot{V}_{ex} Überschuss des Abluftvolumenstrom für das gesamte Gebäude in Kubikmeter pro Stunde (m³/h);

\dot{V}_{su} Zuluft-Volumenstrom für das gesamte Gebäude in Kubikmeter pro Stunde (m³/h).

► konkrete Werte

In Wohngebäuden ist der Wert meist 0.

Sonst Ermittlung des Abluftüberschusses für das gesamte Gebäude und Aufteilung des Gesamtwertes auf die Zulufräume. Verteilung über das Verhältnis der Undichtheiten der einzelnen Räume oder über das Verhältnis der Volumina.

$$\dot{V}_{\text{mech,inf,i}} = \dot{V}_{\text{mech,inf}} \cdot \frac{V_i}{\sum V_i} \quad 19$$

Räume mit unterbrochenem Heizbetrieb

Aufheizleistung optional! Nicht notwendig bei durchgehendem Heizbetrieb an den kältesten Tagen (Regelung). Bedarf einer gesonderten Vereinbarung mit dem Auftraggeber!

Berechnung über Simulation oder nach Gleichung

$$\Phi_{\text{RH,i}} = A_i \cdot f_{\text{RH}} \quad 20$$

Mit:

A_i = Fußbodenfläche des beheizten Raumes (i) in Quadratmeter (m²);

f_{RH} = Korrekturfaktor in Abhängigkeit der Aufheizzeit und der angenommenen Absenkung der Raumtemperatur während der Absenkeriode in Watt pro Quadratmeter (W/m²). Dieser Korrekturfaktor kann in einem nationalen Anhang zu dieser Norm bestimmt werden. Bei fehlenden nationalen Werten sind Anhaltswerte in D.6 angegeben. Diese Anhaltswerte gelten nicht bei elektrischen Speicherheizungen.

► Geb. maße

► Beiblatt T.10

Typische Werte abhängig von:

Innentemperaturabfall nach Nachabsenkung (1 ... 2K) oder Wochenendabsenkung (3 ... 7K)

Gebäudemasse (leicht, mittel, schwer)

Wiederaufheizzeit in Stunden

Werte: 2 ... 187 W/m²

Normheizlast eines Raumes

$$\Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} + \Phi_{RH,i} \quad 21$$

mit:

$\Phi_{T,i}$ = Transmissionswärmeverluste des beheizten Raumes (i) in Watt (W);

$\Phi_{V,i}$ = Lüftungswärmeverluste des beheizten Raumes (i) in Watt (W);

$\Phi_{RH,i}$ = zusätzliche Aufheizleistung des beheizten Raumes (i) zum Ausgleich der Auswirkung durch unterbrochenes Heizen in Watt (W).

► Gleichung 2

► Gleichung 11

► Gleichung 20

Normheizlast eines Gebäudes oder Gebäudeteils

$$\Phi_{HL} = \Sigma \Phi_{T,i} + \Sigma \Phi_{V,i} + \Sigma \Phi_{RH,i} \quad 22$$

mit:

$\Sigma \Phi_{T,i}$ = Summe der Transmissionswärmeverluste aller beheizten Räume, ohne Berücksichtigung des Wärmeflusses zwischen den Gebäudeeinheiten bzw. innerhalb des Gebäudes in Watt (W);

$\Sigma \Phi_{V,i}$ = Lüftungswärmeverluste aller beheizten Räume ohne Berücksichtigung des Wärmeflusses zwischen den Gebäudeeinheiten bzw. des Gebäudes, in Watt (W).

ohne mechanische Lüftung

$$\Sigma \dot{V}_i = \max (0,5 \cdot \Sigma \dot{V}_{inf,i} , \Sigma \dot{V}_{min,i})$$

mit mechanischer Lüftung:

$$\Sigma \dot{V}_i = 0,5 \cdot \Sigma \dot{V}_{inf,i} + (1 - \eta_r) \cdot \Sigma \dot{V}_{su,i} + \Sigma \dot{V}_{mech,inf,i}$$

wobei η_r , der Wirkungsgrad der Wärmerückgewinnungsanlage für die Abluft ist.

Ist keine Wärmerückgewinnungsanlage vorhanden, ist $\eta_r = 0$.

$\Sigma \Phi_{RH,i}$ = Summe der zusätzlich benötigten Aufheizleistungen zum Ausgleich der Auswirkungen durch unterbrochene Beheizung, in Watt (W).

Vereinfachtes Verfahren

nur für Wohngebäude mit $n_{50} \leq 3,0 \text{ h}^{-1}$ und ≤ 3 Wohneinheiten