

WÄRMESCHUTZKLASSEN UND BERECHNUNG DER WÄRMEKENNZAHLEN

Wärmeschutzklassen	Jahresheizwärmebedarf
Wärmeschutzklasse A	$HWB_{NGF} \leq 30 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$
Wärmeschutzklasse B	$HWB_{NGF} \leq 50 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$
Wärmeschutzklasse C	$HWB_{NGF} \leq 70 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$
Wärmeschutzklasse D	$HWB_{NGF} \leq 90 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$
Wärmeschutzklasse E	$HWB_{NGF} \leq 120 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$
Wärmeschutzklasse F	$HWB_{NGF} \leq 160 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$
Wärmeschutzklasse G	$HWB_{NGF} > 160 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$

Begriffe, Formelzeichen und Indizes

Begriffe

Beheizte Zone: Räume, die auf Grund bestimmungsgemäßer Nutzung unmittelbar oder über einen Raumverbund beheizt werden.

Unbeheizte Zone: Räume, die nicht Teil der beheizten Zone sind. Als unbeheizte Räume gelten insbesondere Dachböden, unbeheizte Keller, angebaute Garagen und Wintergärten.

Wintergarten: Belüfteter und zum angrenzenden beheizten Raum nicht dauernd geöffneter Glasvorbau.

Außentemperatur: Temperatur der Außenluft.

Innentemperatur („Solltemperatur“): Temperatur der beheizten Zone, die der Berechnung zugrunde gelegt wird.

Wärmeverlust: Wärmemenge, die von der beheizten Zone an die äußere Umgebung durch Wärmeübertragung oder Lüftung abgegeben wird.

Wärmegewinn: Wärmemenge, die innerhalb der beheizten Zone entsteht oder in diese eintritt und von den Wärmequellen des Heizsystems unabhängig ist.

Ausnutzungsgrad der Wärmegewinne: Anteile der in ein Gebäude gelangten solaren Wärmegewinne und der im Gebäude anfallenden internen Wärmegewinne, die für Heizzwecke genutzt werden können.

Wirksame Wärmespeicherfähigkeit: Teilbetrag der Wärmespeicherfähigkeit eines Gebäudes, der einen Einfluss auf den Heizwärmebedarf hat.

Heizwärmebedarf: Rechnerisch ermittelte Wärmemenge, die zur Aufrechterhaltung einer vorgegebenen Innentemperatur benötigt wird.

Heizenergiebedarf: Rechnerisch ermittelter Bedarf an Primärenergie, der unter Berücksichtigung von Umwandlungsverlusten zur Abdeckung des Heizwärmebedarfs benötigt wird.

Heizperiode: Zeitraum, während dessen ein Gebäude beheizt wird.

Heizgrenztemperatur: Außentemperatur, ab der ein Gebäude bei einer vorgegebenen Innentemperatur nicht mehr beheizt werden muss.

Formelzeichen, Benennungen und Einheiten

FORMELZEICHEN	BENENNUNG	EINHEIT
A_B	Fläche der Wärme abgebenden Gebäudehülle	m ²
A_f	Rahmenfläche (Stock und Flügel)	m ²
A_g	Glasfläche	m ²
A_i	Fläche des Bauteils i	m ²
A_w	Fensterfläche	m ²
A/V	Oberflächen-Volumen-Verhältnis	m
BGF_B	beheizte Brutto-Geschossfläche	m ²
$BGF_{B,DG}$	beheizte Brutto-Geschossfläche von ausgebauten Dachräumen	m ²
NGF_B	beheizte Netto-Geschossfläche	m ²
c_a	spezifische Wärmekapazität von Luft	Wh/(kg·K)
d	Dicke einer Bauteilschicht	m
f_i	Temperaturkorrekturfaktor des Bauteils i	-
f_s	Reduktionsfaktor für Verschattung	-
g	Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung	-
g_w	effektiv wirksamer Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung	-
h_{DG}	Brutto-Geschosshöhe des Dachgeschosses	m
HGT	Heizgradtage in der Heizperiode	Kd/a
HT	Anzahl der Heiztage in der Heizperiode	d/a
HWB_{NGF}	Heizwärmebedarf bezogen auf die Netto-Fläche	kWh/(m ² ·a)
I_j	Strahlungssummen mit der Orientierung j in der Heizperiode	kWh/(m ² ·a)
L_e	Leitwert für Bauteile, die an Außenluft grenzen	W/K
l_g	Länge des Glasrandverbundes	m
l_B	Länge des auskragenden Balkons	m
L_g	Leitwert für bodenberührte Bauteile	W/K
L_T	Transmissions-Leitwert der Gebäudehülle	W/K
L_u	Leitwert für Bauteile, die an unbeheizte Räume grenzen	W/K
L_v	Lüftungs-Leitwert der Gebäudehülle	W/K
L_z	Leitwertzuschlag für punktförmige Wärmebrücken	W/K
L_w	Leitwertzuschlag für linienförmige Wärmebrücken	W/K
n	Luftwechselrate	1/h
n_x	zusätzliche Luftwechselrate durch Wind und Auftrieb	1/h
P_i	flächenbezogene Heizlast	W/m ²
P_{tot}	Gebäude-Heizlast	W
Q_h	Heizwärmebedarf in der Heizperiode	kWh/a
q_i	mittlere Wärmestromdichte der internen Gewinne	W/m ²
Q_i	interne Wärmegewinne in der Heizperiode	kWh/a
Q_s	solare Wärmegewinne über transparente Bauteile in der Heizperiode	kWh/a
Q_T	Transmissionswärmeverluste in der Heizperiode	kWh/a
Q_v	Lüftungswärmeverluste in der Heizperiode	kWh/a
$q_{v,f}$	Luftvolumenstrom durch die maschinelle Belüftung	m ³ /h
R_{si}	Wärmeübergangswiderstand von der Innenraumluft zur Bauteiloberfläche	m ² ·K/W
R_{se}	Wärmeübergangswiderstand von der Bauteiloberfläche zur Außenluft	m ² ·K/W
U_f	Wärmedurchgangskoeffizient des Rahmens ohne Berücksichtigung des Randeinflusses	W/(m ² ·K)

U_g	Wärmedurchgangskoeffizient der Verglasung ohne Berücksichtigung des Randeinflusses	W/(m ² ·K)
U_i	Wärmedurchgangskoeffizient des Bauteils i	W/(m ² ·K)
U_m	mittlerer Wärmedurchgangskoeffizient der Wärme abgebenden Gebäudehülle	W/(m ² ·K)
U_w	Wärmedurchgangskoeffizient eines Fensters	W/(m ² ·K)
V_B	beheiztes Brutto-Volumen des Gebäudes	m ³
$V_{B,DG}$	beheiztes Brutto-Volumen von ausgebauten Dachräumen	m ³
V_N	belüftetes Netto-Volumen des Gebäudes	m ³
γ	Verhältnis von Wärmegewinnen zu Wärmeverlusten	-
η	Ausnutzungsgrad der Wärmegewinne	-
η_v	Nutzungsgrad des Wärmerückgewinnungssystems	-
λ	Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit einer Bauteilschicht	W/(m·K)
θ_i	mittlere Innentemperatur	°C
θ_e	mittlere Außentemperatur im Monat bzw. in der Heizperiode	°C
θ_{ne}	Norm-Außentemperatur	°C
ρ_a	Luftdichte	kg/m ³
ψ_B	Längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient auskragender Balkone	W/(m·K)
ψ_g	Korrekturkoeffizient für die Wärmebrücke zwischen Rahmen und Glas	W/(m·K)

Indizes

a	Luft (<i>air</i>)	se	äußere Oberfläche (<i>external surface</i>)
c	charakteristisch (<i>characteristic</i>)	si	innere Oberfläche (<i>internal surface</i>)
e	außen (<i>external</i>)	u	unbeheizt (<i>unheated</i>)
f	Lüfter (<i>fan</i>)	v	belüftet (<i>ventilated</i>)
f	Rahmen (<i>frame</i>)	w	Fenster (<i>window</i>)
g	Boden (<i>ground</i>)		wirksam
	Glas (<i>glazing</i>)	x	zusätzlich (<i>extra</i>)
h	Heizung (<i>heating</i>)	B	brutto, beheizt
	beheizt (<i>heated</i>)	N	netto (<i>net</i>)
i	innen (<i>internal</i>)	S	Verschattung (<i>shading</i>)
	Zähler	T	Transmission (<i>transmission</i>)
j	Orientierung	V	Lüftung (<i>ventilation</i>)
m	mittlerer (<i>middle</i>)		Volumen (<i>volume</i>)
s	solar (<i>solar</i>)		

Objektdaten

Gebäudewidmung und Bauweise

Die Gebäude werden nach ihrer Widmung in folgende Kategorien eingeteilt:

- Bürogebäude
- Ein- und Zweifamiliengebäude
- Mehrfamiliengebäude
- Büro- und Wohngebäude

Die Bauweise eines Gebäudes hängt von den verwendeten Baustoffen sowie von deren Dichte ab. Es werden folgende Bauweisen unterschieden:

- leichte Bauweise (z.B. Holzbauten)
- mittelschwere Bauweise (z.B. Ziegelbauten)

- schwere Bauweise (z.B. Betonbauten)

Klimadaten

Zur Ermittlung des Heizwärmebedarfs werden die Klimadaten der jeweiligen Gemeinde Südtirols herangezogen. Die Klimadaten wurden anhand von langjährigen Aufzeichnungen ermittelt.

- Heizgradtage $HGT_{12/20}$ in der Heizperiode
- Heiztage HT_{12} in der Heizperiode
- Mittlere Außentemperatur θ_e in der Heizperiode
- Norm-Außentemperatur θ_{ne}
- Strahlungsintensitäten $I_S, I_{O/W}, I_N$ und $I_{horizontal}$ in der Heizperiode

Liegt der Standort des Gebäudes mehr als 100 m höher oder tiefer als das Rathaus des betreffenden Ortes, werden folgende Korrekturen vorgenommen:

$HGT \pm 3\%$ pro ± 100 m Höhendifferenz zum Rathaus

$\theta_{ne} \pm 0,5$ K pro ∓ 100 m Höhendifferenz zum Rathaus

Für nicht angeführte Orte wird mit den Werten des nächsten, ähnlich gelegenen Ortes gerechnet.

Innentemperatur

Für die mittlere Innentemperatur θ_i für Wohngebäude werden 20°C angesetzt.

Volumen und beheizte Flächen

Für die Berechnung stellen die beheizte Nettogeschossfläche, die beheizte Bruttogeschossfläche, das belüftete Nettovolumen und das beheizte Bruttovolumen des Gebäudes wichtige Größen dar.

Das belüftete Nettovolumen V_N wird gemäß dem vereinfachten Ansatz anhand folgender Formel berechnet:

$$V_N = n_V \times V_B \dots \text{in m}^3$$

Für n_V gelten folgende Werte in Abhängigkeit von der Bauweise:

leichte Bauweise	0,8
mittelschwere Bauweise	0,75
schwere Bauweise	0,7

Besonders bei Bürogebäuden werden oftmals aus architektonischen Gründen große Raumhöhen erreicht. In solchen Fällen ist es nicht sinnvoll, das gesamte Volumen einzurechnen. Es ist daher folgende Vereinfachung zulässig, die bereits automatisch berechnet wird:

$$NGF_B \cdot 3,0\text{m} < V_N \rightarrow V_N = NGF_B \cdot 3,0\text{m}$$

Diese Vereinfachung ist nur bei Bürogebäuden zulässig.

Die Netto-Geschossfläche NGF_B ist die Bezugsgröße für den flächenbezogenen Heizwärmebedarf und die flächenbezogene Heizlast P_1 . Sie wird nach folgender Formel errechnet:

$$NGF_B = n_B \cdot BGF_B \dots \text{in m}^2$$

Für n_B gelten folgende Werte in Abhängigkeit der Bauweise:

leichte Bauweise	0,9
mittelschwere Bauweise	0,85
schwere Bauweise	0,8

Oberflächen-Volumen-Verhältnis des Gebäudes

Das Verhältnis der Gebäudehüllfläche A_B , welche das beheizte Brutto-Volumen des Gebäudes umfasst, zum beheizten Brutto-Volumen V_B , kurz auch A/V-Verhältnis genannt, ist ein Maß für die Kompaktheit eines Gebäudes und wird wie folgt ermittelt:

$$\frac{A}{V} = \frac{V_B}{A_B} \text{ in m}$$

Heizwärmebedarf

Der Heizwärmebedarf gibt die durch Berechnung ermittelte Wärmemenge an, die im langjährigen Mittel während einer Heizsaison den Räumen des Gebäudes zugeführt werden muss, um die Einhaltung einer vorgegebenen Innentemperatur sicherzustellen.

Der Heizwärmebedarf Q_h wird durch Bilanzierung wie folgt ermittelt:

$$Q_h = (Q_T + Q_V) - \eta \times (Q_i + Q_s) \text{ in kWh/a}$$

Heizperiodenbilanzverfahren

Für die Berechnung hinsichtlich des Klimaausweises wird ein vereinfachtes Verfahren, das so genannte Heizperiodenbilanzverfahren angewandt. Die Länge der Heizperiode ist durch die Annahme einer Heizgrenztemperatur von 12 °C im Vorhinein festgelegt. Die Heiztage gehen aus den Klimadaten der jeweiligen Gemeinde Südtirols hervor.

Temperaturzonen

Das nachstehende Berechnungsverfahren gilt für den Regelfall gleichmäßig beheizter Gebäude, sofern sich die Innentemperaturen von Teilbereichen des Gebäudes um weniger als 4°C unterscheiden. Bei größeren Unterschieden müsste das Gebäude in zwei oder mehr Temperaturzonen aufgeteilt werden, wobei die Wärmebilanz für jede Temperaturzone aufgestellt werden müsste und am Ende die Ergebnisse jeder Zone zu addieren wären. Für die Berechnung hinsichtlich des Klimaausweises für Wohngebäude wird ein vereinfachtes Verfahren mit einer einheitlichen Temperaturzone angewandt.

Teilbeheizung und Nachtabsenkung

Einsparungen, die durch Teilbeheizung der Räume und Nachtabsenkung der Heizungsanlage erzielt werden, werden zur Berechnung hinsichtlich des Klimaausweises nicht berücksichtigt.

Transmissionswärmeverluste

Die Transmissionswärmeverluste Q_T infolge Wärmeleitung in den Bauteilen und Wärmeübergang an den Oberflächen werden wie folgt ermittelt:

$$Q_T = 0,024 \times L_T \times HGT \text{ in kWh/a}$$

Transmissions-Leitwert der Gebäudehülle

Der Transmissions-Leitwert L_T wird durch Summierung der Leitwerte für alle Bauteile der Gebäudehülle unter Berücksichtigung der Einflüsse von Wärmebrücken wie folgt ermittelt:

$$L_T = L_e + L_u + L_g + L_v + L_\chi \text{ in W/K}$$

Leitwerte für Bauteile

Die Leitwerte für Bauteile L_e , L_u und L_g werden vereinfacht wie folgt ermittelt:

$$L_e + L_u + L_g = \sum_i f_i \times U_i \times A_i \text{ in W/K}$$

Der Temperaturkorrekturfaktor f_i ist der Tabelle 1 zu entnehmen.

Leitwertzuschläge für Wärmebrücken

Wärmebrücken treten üblicherweise am Übergang zwischen Außenwand und oberster Geschossdecke, an den Fensterleibungen (Sturz, Seitenteile, Brüstung) sowie an der Verbindung zwischen Außenwand und Geschossdecke auf.

Die Leitwertzuschläge für Wärmebrücken L_ψ und L_χ werden vereinfacht wie folgt ermittelt:

$$L_\psi + L_\chi = 0,2 \times \left(0,75 - \frac{L_e + L_u + L_g}{A_B}\right) \times (L_e + L_u + L_g) + \sum_i \psi_{Bi} \cdot l_{Bi} \dots \text{in W/K}$$

Besonders auskragende Balkonplatten sind für ihren großen Wärmeverlust bekannt und werden somit gesondert durch ihren längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten und ihrer Länge l_B berücksichtigt.

Wärmedurchgangskoeffizient des Bauteils i

Der Wärmedurchgangskoeffizient U_i gibt an, welche Wärmemenge durch 1 m² des Bauteils i bei einem Temperaturgefälle zwischen innen und außen von 1 K pro Zeiteinheit ausgetauscht wird. Er wird wie folgt ermittelt:

$$U_i = \frac{1}{R_{si} + \sum_m \frac{d_m}{\lambda_m} + R_{se}} \dots \text{in W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

Für die Übergangswiderstände R_{si} und R_{se} sowie für die Summe der beiden Größen sind die in Tabelle 1 angegebenen Werte zu verwenden. Die Wärmeleitfähigkeit λ ist der einschlägigen Literatur zu entnehmen oder durch einen Prüfbericht nachzuweisen.

Der Wärmedurchgangswiderstand eines Bauteils mit inhomogenen Schichten wird aus dem arithmetischen Mittel aus dem oberen und dem unteren Grenzwert des Wärmedurchgangswiderstandes der Schicht ermittelt.

$$R_T = \frac{R_T' + R_T''}{2} \dots \text{in (m}^2 \cdot \text{K)/W}$$

Dabei ist R_T' der obere Grenzwert des Wärmeübergangswiderstandes und R_T'' der untere Grenzwert. Die Berechnung der Grenzwerte des Wärmeübergangswiderstandes erfolgt durch Aufteilung des Bauteils in Abschnitte und Schichten, so dass jedes der Teile des Bauteiles thermisch homogen ist (siehe Abbildung).

Jeder zu den Oberflächen des Bauteiles senkrecht befindliche Abschnitt m (a, b, \dots) hat die Teilfläche f_m . Jede parallel zu den Oberflächen des Bauteiles befindliche Schicht j ($\alpha, \beta, \gamma, \dots$) hat die Dicke d_j . Jedes Teil m j hat die Wärmeleitfähigkeit α_{mj} , die Dicke d_j , die Teilfläche f_m und den Wärmedurchlasswiderstand R_{mj} . Die Teilfläche eines Abschnittes ist sein Anteil an der Gesamtfläche.

Folglich ist

$$f_a + f_b + \dots + f_n = 1$$

Der obere Grenzwert des Wärmedurchgangswiderstandes ergibt sich aus folgender Gleichung:

$$\frac{1}{R_T'} = \frac{f_a}{R_{Ta}} + \frac{f_b}{R_{Tb}} + \dots + \frac{f_n}{R_{Tn}} \dots \text{in W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

Dabei sind:

R_{Ta} , R_{Tb} , ... R_{Tn} die Wärmedurchgangswiderstände des jeweiligen Abschnitts, berechnet nach der allgemeinen Formel für Wärmedurchgangswiderstände einschließlich der Wärmeübergangswiderstände. f_a , f_b , ..., f_n sind die Teilflächen eines jeden Abschnittes. Der untere Grenzwert des Wärmedurchgangswiderstandes wird berechnet, indem für jede thermisch inhomogene Schicht ein Durchlasswiderstand nach folgender Gleichung ermittelt wird:

$$\frac{1}{R_j} = \frac{f_a}{R_{aj}} + \frac{f_b}{R_{bj}} + \dots + \frac{f_n}{R_{nj}} \dots \text{ in } W/(m^2 \cdot K)$$

Der untere Grenzwert ergibt sich somit aus der Summe der Durchlasswiderstände jeder Schicht und der Wärmeübergangswiderstände.

$$R_T'' = R_{si} + R_a + R_b + \dots + R_n + R_{se} \dots \text{ in } (m^2 \cdot K)/W$$

Der U-Wert ergibt sich sodann aus dem Kehrwert von R_T

$$U = \frac{1}{R_T} \dots \text{ in } W/(m^2 \cdot K)$$

Sonderfälle und Korrekturen, wie sie in der EN ISO 6946 eigens behandelt werden, werden nicht in die Berechnung mit einbezogen.

Der geschätzte Fehler kann angegeben werden durch:

$$E = \frac{R_T' - R_T''}{2 \cdot R_T} \dots \text{ in } \%$$

Wärmedurchgangskoeffizient eines Fensters

Der Wärmedurchgangskoeffizient U_w wird wahlweise wie folgt ermittelt:

a) Durch Berechnung

$$U_w = \frac{A_g \cdot U_g + A_f \cdot U_f + I_g \cdot \psi_g}{A_g + A_f} \dots \text{ in } W/(m^2 \cdot K)$$

Falls keine produktspezifischen Angaben vorliegen, können Rechenwerte für den Wärmedurchgangskoeffizienten U_g der Tabelle 2, für den Wärmedurchgangskoeffizienten U_f je nach Rahmenart den Tabellen 3, 4 oder 5 und für den Korrekturkoeffizienten ψ_g der Tabelle 6 entnommen werden.

b) Durch Prüfung eines Fensters mit gleichem Aufbau und Normabmessungen

Glas- und Rahmenflächen

Die Glasflächen A_g und die Rahmenflächen A_f werden aus den lichten Architekturabmessungen sowie aus der Fensterrahmenbreite ermittelt.

Länge des Glasrandverbundes

Die Länge des Glasrandverbundes I_g eines Fensters wird für jedes Fenster eigens anhand der Rahmendicke und der Fenstergröße ermittelt.

Lüftungswärmeverluste

Die Lüftungswärmeverluste Q_v infolge von Austausch warmer Raumluft durch kalte Außenluft werden wie folgt ermittelt:

$$Q_v = 0,024 \times L_v \times HGT \dots \text{ in } kWh/a$$

Lüftungs-Leitwert der Gebäudehülle

Der Lüftungs-Leitwert L_V wird wie folgt ermittelt:

$$L_V = \rho_a \times c_a \times n \times V_N \dots \text{in W/K}$$

Die Wärmekapazität der Luft ist mit $\rho_a \times c_a = 0,33 \text{ Wh}/(\text{m}^3 \cdot \text{K})$ anzusetzen.

Luftwechselrate

Der Luftaustausch hängt vom Nutzerverhalten ab, so dass für die Berechnung ein standardisiertes Nutzerverhalten angenommen wird.

Für die Luftwechselrate n ist folgender Wert anzusetzen:

$$n = 0,5 \dots \text{in 1/h}$$

Aus hygienischen Gründen können höhere Luftwechselraten erforderlich sein.

Maschinelle Lüftungssysteme mit Wärmerückgewinnung

Die Luftwechselrate n bei maschinellen Systemen mit Wärmerückgewinnung aus der Abluft und Erwärmung der Zuluft wird wie folgt ermittelt:

$$n = \frac{q_{V,f}}{V_N} \times (1 - \eta_v) + n_x \dots \text{in 1/h}$$

Sollte die maschinell erzielte Luftwechselrate $q_{V,f}/V_N$ kleiner als $0,4/\text{h}$ sein, wird eine Fensterlüftung angenommen, die den aus hygienischen Gründen notwendigen Luftwechsel von $0,5/\text{h}$ garantiert:

$$n = 0,4 - \frac{q_{V,f}}{V_N} \cdot \eta_v + n_x \dots \text{in 1/h}$$

Sollten keine Daten über den Luftvolumenstrom der maschinellen Belüftung vorliegen, so kann dieser nach folgendem Ansatz berechnet werden:

$$q_{V,f} = 0,8 \cdot V_N \dots \text{in m}^3/\text{h}$$

Der Nutzungsgrad η_v ist durch ein wärmetechnisches Gutachten nachzuweisen. Lüftungsverluste, die durch Undichtheiten des Gebäudes infolge Wind und Auftrieb entstehen, werden durch die zusätzliche Luftwechselrate n_x berücksichtigt, wobei dieser Wert mit $0,1$ angesetzt wird.

Solare Wärmegewinne

Die solaren Wärmegewinne Q_s infolge Strahlungstransmission durch transparente Bauteile werden wie folgt ermittelt:

$$Q_s = \sum_j I_j \times \left(\sum A_g \times f_s \times g_w \right)_j \dots \text{in kWh/a}$$

Reduktionsfaktor für Verschattung

Der Verschattungsfaktor f_s wird vereinfacht wie folgt ermittelt:

$$f_s = 0,9 \quad \text{bei unverschatteter Lage}$$

$$f_s = 0,6 \quad \text{bei verschatteter Lage}$$

Gesamtenergiedurchlassgrad

Der infolge Verschmutzung der Verglasung und nicht-senkrechten Strahlungsdurchganges effektiv wirksame Gesamtenergiedurchlassgrad g_w wird standardmäßig wie folgt angesetzt:

$$g_w = 0,9 \times g$$

Wintergärten

Die solaren Wärmegewinne über Wintergärten werden ermittelt, indem nur jener Wärmegewinn durch Sonneneinstrahlung berechnet wird, der direkt über die äußere

Verglasung des Wintergartens und die innere Verglasung zwischen Wintergarten und Kernhaus in die dahinter liegenden Räume gelangt. Verschattungen durch das Dach des Wintergartens müssen beachtet werden.

Transparente Wärmedämmung

Die Wärmegewinne durch transparente Wärmedämmung stellen einen Sonderfall dar und müssen getrennt nachgewiesen und in den Heizwärmebedarf eingerechnet werden.

Interne Wärmegewinne

Die internen Wärmegewinne Q_i infolge des Betriebes elektrischer Geräte, künstlicher Beleuchtung und Körperwärme von Personen werden wie folgt ermittelt:

$$Q_i = 0,024 \times q_i \times NGF_B \times HT \quad \dots \text{ in kWh/a}$$

Für die mittlere Wärmestromdichte q_i ist für Wohngebäude in der Regel folgender Wert anzusetzen:

Gebäudewidmung:	q_i
Bürogebäude	4,5 W/m ²
Ein- und Zweifamiliengebäude	3,5 W/m ²
Mehrfamiliengebäude	3,5 W/m ²
Büro- und Wohngebäude	4,0 W/m ²

Ausnutzungsgrad der Wärmegewinne

Der Ausnutzungsgrad ist ein Faktor, der die gesamten monatlichen oder jahreszeitlichen Gewinne (innere und passiv-solare) auf den nutzbaren Teil der Wärmegewinne reduziert.

Der Ausnutzungsgrad η wird bei Anwendung des Heizperiodenbilanzverfahrens gemäß dem vereinfachten Ansatz wie folgt ermittelt:

$$\eta = 1,00 \quad \text{für schwere Bauweisen}$$

$$\eta = 0,98 \quad \text{für mittelschwere Bauweisen}$$

$$\eta = 0,90 \quad \text{für leichte Bauweisen}$$

Verhältnis von Wärmegewinnen zu Wärmeverlusten

Das Wärmegewinn-/-verlustverhältnis γ wird wie folgt ermittelt:

$$\gamma = \frac{Q_s + Q_i}{Q_T + Q_V}$$

Wärmekennzahlen

Flächenbezogene Heizlast P_1

Die flächenbezogene Heizlast P_1 wird aus der Gebäude-Heizlast wie folgt ermittelt:

$$P_1 = \frac{P_{tot}}{NGF_B} \quad \dots \text{ in W/m}^2$$

Die Gebäude-Heizlast wird aus den Transmissions- und Lüftungswärmeverlusten unter Berücksichtigung der Norm-Außentemperatur wie folgt ermittelt:

$$P_{tot} = (L_T + L_V) \times (\theta_i - \theta_{ne}) \quad \dots \text{ in W}$$

Die berechnete Heizlast ersetzt nicht den Nachweis der Gebäude-Normheizlast.

Flächenbezogener Heizwärmebedarf HWB_{NGF}

Der auf die beheizte Netto-Geschossfläche bezogene jährliche Heizwärmebedarf wird wie folgt ermittelt:

$$HWB_{NGF} = \frac{Q_h}{NGF_B} \dots \text{in kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$$

Zusammenstellung der Rechenwerte

Tab. 1: Wärmeübergangswiderstände und Temperaturkorrekturfaktoren von Bauteilen

Wärmestrom nach außen über	Wärmeübergangswiderstand in $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$			Temperaturkorrekturfaktor f_i
	R_{si}	R_{se}	$R_{si} + R_{se}$	
Bauteile, die an Außenluft grenzen				
Außenwand				
nicht hinterlüftet	0,13	0,04	0,17	1,0
hinterlüftet	0,13	0,13	0,26	1,0
Außendecke				
nach oben:				
nicht hinterlüftet	0,10	0,04	0,14	1,0
hinterlüftet	0,10	0,10	0,20	1,0
nach unten:				
nicht hinterlüftet	0,17	0,04	0,21	1,0
hinterlüftet	0,17	0,17	0,34	1,0
Dachschräge				
nicht hinterlüftet	0,10	0,04	0,14	1,0
hinterlüftet	0,10	0,10	0,20	1,0
Bauteile, die an unbeheizte Räume grenzen				
Wand zu unbeheiztem Dachraum	0,13	0,13	0,26	0,9
Decke zu unbeheiztem Dachraum	0,10	0,10	0,20	0,9
Wand zu Tiefgarage	0,13	0,13	0,26	0,8
Decke zu Tiefgarage	0,17	0,17	0,34	0,8
Wand zu unbeheiztem Wintergarten mit folgender Außenverglasung des Wintergartens:	0,13	0,13	0,26	
Einfachverglasung $U > 2,5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$				0,7
Isolierglas $U \leq 2,5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$				0,6
Wärmeschutzglas $U \leq 1,6 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$				0,5
Wand zu unbeheiztem Keller	0,13	0,13	0,26	0,5
Decke zu unbeheiztem Keller	0,17	0,17	0,34	0,5
Wand zu unbeheiztem, außenluftexponiertem Stiegenhaus	0,13	0,13	0,26	0,5
Wand zu Innenhof mit Glasüberdachung (Atrium)	0,13	0,13	0,26	0,5
Wand zu sonstigem Pufferraum	0,13	0,13	0,26	0,5
Decke zu sonstigem Pufferraum				
nach oben	0,10	0,10	0,20	0,5
nach unten	0,17	0,17	0,34	0,5
Bodenberührte Bauteile				
erdanliegende Wand	0,13	-	0,13	0,6
erdanliegender Fußboden	0,17	-	0,17	0,5

Tab. 2: Wärmedurchgangskoeffizienten und Gesamtenergiedurchlassgrade für Glas

Bezeichnung	U_g W/(m ² ·K)	g
Einfach-Glas 6 mm	5,8	0,83
Zweifach-Isolierglas Klarglas 6-8-6	3,2	0,71
Zweifach-Isolierglas Klarglas 6-12-6	2,9	0,71
Zweifach-Isolierglas Klarglas 6-16-6	2,7	0,72
Zweifach-Verbundglas Klarglas 6-30-6	2,7	0,72
Dreifach-Isolierglas Klarglas 6-12-6-12-6	1,9	0,63
Zweifach-Wärmeschutzglas beschichtet 4-16-4 (Luft)	1,5	0,61
Zweifach-Wärmeschutzglas beschichtet 4-15-6 (Ar)	1,1	0,61
Zweifach-Wärmeschutzglas beschichtet 4-12-4 (Kr)	1,1	0,62
Zweifach-Wärmeschutzglas beschichtet 4-12-4 (Xe)	0,9	0,62
Dreifach-Wärmeschutzglas beschichtet 4-8-4-8-4 (Kr)	0,7	0,48
Dreifach-Wärmeschutzglas beschichtet 4-8-4-8-4 (Xe)	0,5	0,48
Zweifach-Sonnenschutzglas 6-15-6 (Ar)	1,1	0,25
Zweifach-Sonnenschutzglas 6-12-4 (Ar)	1,4	0,27
Zweifach-Sonnenschutzglas 6-15-6 (Ar)	1,3	0,29
Zweifach-Sonnenschutzglas 6-15-4 (Ar)	1,4	0,33
Zweifach-Sonnenschutzglas 6-12-4 (Ar)	1,4	0,39
Zweifach-Sonnenschutzglas 6-12-4 (Ar)	1,4	0,44
Zweifach-Sonnenschutzglas 6-15-6 (Ar)	1,3	0,48

Tab. 3: Wärmedurchgangskoeffizienten für Holzrahmen

Dicke d_f mm	U_f W/(m ² ·K)	
	Weichholz (500 kg/m ³) $\lambda = 0,13$ W/(m·K)	Hartholz (700 kg/m ³) $\lambda = 0,18$ W/(m·K)
30	2,3	2,70
50	2,0	2,35
70	1,8	2,05
90	1,6	1,85
110	1,4	1,65

Tab. 4: Wärmedurchgangskoeffizienten für Kunststoffrahmen

Material	Rahmentyp	U_f W/(m ² ·K)
Polyurethan		2,6
PVC-Hohlprofile	2 Kammern	2,2
	3 Kammern	2,0

Tab. 5: Wärmedurchgangskoeffizienten für Metallrahmen

	U_f W/(m ² ·K)
Mit thermischer Trennung	4,0
Ohne thermischer Trennung	6,0

Tab. 6: Korrekturkoeffizienten für die Wärmebrücken zwischen Rahmen und Glas

	Korrekturkoeffizient ψ_g	
	Doppel- und Mehrfachgläser, unbeschichtet	Doppel- und Dreifachisoliertgläser mit Beschichtung
Holz- und Kunststoffrahmen	0,04	0,06
Metallrahmen mit Wärmebrücken-Unterbrechung	0,06	0,08
Metallrahmen ohne Wärmebrücken-Unterbrechung	0,00	0,02

Klimadaten der Gemeinden Südtirols

Gemeinde	Seehöhe [m]	HGT _{12/20} [Kd/a]	HT ₁₂ [d]	q _e [°C]	q _{ne} [°C]	I _s [kWh/m ² a]	I _{o/w} [kWh/m ² a]	I _N [kWh/m ² a]	I _{horizontal} [kWh/m ² a]
Abtei	1315	5131	287	2,13	-20	723	482	279	806
Ahrntal	1056	4074	247	3,54	-20	552	344	210	575
Aldein	1225	4418	250	2,35	-19	563	352	214	589
Algund	355	2921	191	4,69	-15	376	212	141	355
Altrei	1209	4405	250	2,40	-19	563	352	214	589
Andrian	274	2760	179	4,60	-15	347	192	129	322
Auer	242	2659	176	4,87	-15	339	187	126	313
Barbian	830	3754	232	3,82	-17	497	301	188	504
Bozen	262	2736	179	4,73	-15	347	192	129	322
Branzoll	238	2659	176	4,87	-15	339	187	126	313
Brenner	1098	4177	244	2,90	-20	540	335	206	560
Brixen	559	3214	213	4,93	-16	437	257	165	430
Bruneck	830	3967	234	3,06	-17	504	307	191	514
Burgstall	270	2764	184	4,97	-15	358	200	134	335
Corvara	1568	5791	309	1,25	-21	838	579	325	968
Deutschnofen	1357	4749	267	2,19	-20	629	404	241	676
Enneberg	1195	4784	271	2,33	-20	646	418	248	700
Eppan	411	3017	191	4,20	-15	376	213	141	356
Feldthurns	851	3793	232	3,65	-17	497	301	188	504
Franzensfeste	749	3783	225	3,22	-17	475	285	180	477
Freienfeld	937	3814	230	3,44	-18	491	297	186	497
Gais	841	3998	234	2,93	-17	504	307	191	514
Gargazon	267	2760	184	4,99	-15	358	200	134	335
Glurns	907	3664	226	3,75	-18	475	285	180	477
Graun	1520	4970	289	2,81	-21	733	490	283	819
Gsies	1206	4722	263	2,01	-20	611	390	234	653
Hafling	1290	4356	261	3,29	-20	604	385	231	643
Innichen	1175	4617	256	1,97	-19	585	370	223	618
Jenesien	1087	3928	246	4,02	-19	546	339	208	567
Kaltern	425	3035	191	4,11	-16	376	213	141	356
Karneid	290	2699	179	4,94	-16	347	192	129	322
Kastelbell-Tschars	600	3285	206	4,04	-16	416	241	156	404
Kastelruth	1060	4038	242	3,28	-19	530	327	201	546
Kiens	784	3856	227	3,02	-17	481	289	182	484
Klausen	523	3063	203	4,88	-16	407	235	153	393
Kuens	592	3398	212	3,95	-16	433	254	163	424
Kurtatsch	333	2877	185	4,47	-15	362	203	135	339
Kurtinig	212	2641	173	4,75	-15	333	183	124	306
Laas	868	3533	217	3,72	-18	449	265	169	444
Lajen	1093	4391	254	2,74	-19	579	365	221	610
Lana	316	2819	184	4,67	-15	358	200	134	335
Latsch	639	3397	213	4,08	-16	438	257	165	430
Laurein	1148	4154	251	3,45	-19	565	354	216	592

Leifers	255	2736	179	4,73	-15	347	192	129	322
Lüsen	972	4303	248	2,64	-18	554	345	211	577
Mals	1051	4011	242	3,40	-18	530	327	202	547
Margreid	243	2736	179	4,73	-15	347	192	129	322
Marling	363	2931	191	4,64	-15	376	212	141	355
Martell	1312	4638	266	2,57	-19	627	403	240	674
Meran	325	2894	191	4,83	-15	376	212	141	355
Mölten	1140	3992	246	3,76	-19	546	339	208	567
Montan	497	3113	195	4,04	-16	387	220	145	368
Moos in Passeier	1007	3990	243	3,59	-18	536	331	204	554
Mühlbach	777	3823	225	3,04	-17	475	285	180	477
Mühlwald	1229	4731	278	2,98	-19	679	446	261	745
Nals	331	2894	191	4,83	-15	376	212	141	355
Naturns	554	3223	206	4,34	-16	416	241	156	404
Natz-Schabs	772	3816	225	3,07	-18	475	285	180	477
Neumarkt	216	2659	176	4,87	-15	339	187	126	313
Niederdorf	1158	4589	256	2,08	-19	585	370	223	618
Olang	1048	4432	248	2,12	-18	554	345	211	577
Partschins	626	3320	206	3,87	-16	416	241	156	404
Percha	952	4221	241	2,47	-18	528	325	200	543
Pfalzen	1022	3932	240	3,59	-18	523	321	199	538
Pfatten	243	2736	179	4,73	-15	347	192	129	322
Pfitsch	948	3888	237	3,62	-18	515	315	196	527
Plaus	519	3118	198	4,27	-16	395	226	148	378
Prad	915	3676	226	3,70	-18	475	285	180	477
Prags	1213	4733	263	1,97	-20	611	390	234	653
Prettau	1475	5120	292	2,49	-20	749	503	289	842
Proveis	1420	4798	272	2,39	-20	654	425	251	711
Rasen-Antholz	1030	4403	248	2,24	-18	554	345	211	577
Ratschings	976	3930	237	3,44	-20	515	315	196	527
Riffian	506	3232	206	4,28	-16	415	241	156	403
Ritten	1154	4014	246	3,67	-17	546	339	208	567
Rodeneck	885	4104	240	2,91	-18	525	323	199	540
Salurn	224	2660	176	4,87	-15	339	187	126	313
Sand in Taufers	874	4047	234	2,72	-18	504	307	191	514
Sarntal	961	4148	238	2,55	-18	517	316	196	529
Schenna	600	3408	212	3,90	-16	433	254	163	424
Schlanders	721	3274	210	4,41	-17	428	250	161	418
Schluderns	921	3685	226	3,66	-18	476	285	180	477
Schnals	1327	4998	279	2,06	-21	682	448	262	749
Sexten	1310	4961	270	1,62	-20	643	416	247	696
St. Christina	1428	4945	276	2,09	-20	670	438	258	733
St. Leonhard	689	3277	213	4,63	-17	437	257	165	430
St. Lorenzen	810	3967	234	3,06	-17	504	307	191	514
St. Martin i. P.	597	3094	206	4,98	-16	416	242	157	404
St. Martin in Thurn	1115	4585	263	2,57	-19	614	393	235	657
St. Pankraz	735	3211	209	4,60	-17	424	247	159	413
St. Ulrich	1234	4439	255	2,56	-19	579	365	221	611

Sterzing	948	3888	237	3,62	-18	515	315	196	527
Stilfs	1310	4398	265	3,39	-17	621	398	238	666
Taufers i. Münstertal	1240	4670	264	2,31	-20	618	395	236	662
Terenten	1210	4355	254	2,88	-19	579	365	221	610
Terlan	248	2681	173	4,51	-15	333	183	124	306
Tiers	1028	3934	235	3,26	-18	507	309	192	517
Tirol	594	3400	212	3,94	-16	433	254	163	424
Tisens	635	3456	212	3,67	-16	433	254	163	424
Toblach	1256	4866	270	1,97	-19	643	416	246	696
Tramin	276	2762	179	4,59	-15	347	192	129	322
Truden	1127	4250	244	2,56	-19	538	333	205	557
Tscherms	292	2790	184	4,83	-15	358	200	134	335
U.L. Frau i.W.	1355	4832	278	2,62	-20	679	445	261	745
Ulten	1190	4238	251	3,15	-17	567	356	216	595
Vahrn	671	3613	218	3,46	-17	453	269	171	449
Villanders	880	3883	239	3,74	-18	520	319	198	534
Villnöß	1132	4214	247	2,96	-19	551	343	210	574
Vintl	755	3812	227	3,21	-17	481	289	182	483
Völs am Schlern	880	3661	229	4,00	-18	486	293	184	491
Vöran	1204	4155	253	3,59	-19	574	361	219	604
Waidbruck	470	2967	197	4,94	-16	392	224	147	374
Welsberg	1087	4419	250	2,29	-19	560	350	213	585
Welschnofen	1182	4382	250	2,49	-19	563	352	214	589
Wengen	1353	5202	287	1,89	-20	723	482	279	806
Wolkenstein	1563	5246	283	1,46	-21	703	465	270	777

