

Leitfaden für die

BERECHNUNG DES

HEIZWÄRMEBEDARFS (HWB)

für Wohngebäude im Jahresbilanzverfahren

INHALT

1 ZWECK DER RECHENVORSCHRIFT.....	4
1.1 Ziel des Berechenverfahrens.....	4
1.2 Begründung.....	4
1.3 Motivation zur Entwicklung dieses Berechneverfahrens, Historie	4
1.4 Grundlagen der Berechnung	5
1.5 Unterschiede zwischen dieser Berechnevorschrift und der ÖNORM B 8110-6	5
1.6 Anwendungsbereich	5
1.7 Herausgegeben	5
2 GRUNDLAGEN, OBJEKTDATEN	5
2.1 Bruttorauminhalt	5
2.2 Konditionierte Brutto-Grundfläche BGF	6
2.3 Bezugsfläche BF	6
2.4 Charakteristische Länge, Kompaktheit eines Gebäudes.....	7
2.5 Belüftetes Nettovolumen des Gebäudes.....	7
2.6 Innenraumtemperatur	7
2.7 Bemaßung von Fenstern	7
2.8 Fläche der Gebäudehülle A	8
3 KLIMADATEN	8
3.1 Klimadaten für das Jahresbilanzverfahren.....	8
3.2 Heizgradtage	8
4 BERECHNUNG DES HEIZWÄRMEBEDARFS UND DER HEIZLAST	9
4.1 Heizlast	9
4.2 Heizwärmebedarf	9
4.3 Wärmeverluste Q_i	9
4.4 Wärmegewinne Q_g	9
4.5 Bilanzierungsverfahren	10
5 ERMITTlung DES TRANSMISSIONSLEITWERTES L_t UND DES TRANSMISSIONSWÄRMEVERLUSTES Q_L	10
5.1 Transmissionswärmeverluste	10
5.2 Transmissionsleitwert	11
5.3 Leitwerte für die Bauteile	11
5.4 Leitwertzuschläge für die Wärmebrücken	11
5.5 Wärmedurchgangskoeffizient U_i des Bauteils i	11
5.6 Wärmedurchgangskoeffizient eines Fensters	12
6 ERMITTlung DES LÜFTUNGS-LEITWERTES L_v UND DES LÜFTUNGSWÄRMEVERLUSTS Q_v.....	13
6.1 Allgemeines	13
6.2 Lüftungswärmeverluste	13
6.3 Der Lüftungsleitwert	13
6.4 Energetisch wirksame Luftwechselrate bei natürlicher Lüftung (Fensterlüftung)	13
6.5 Energetisch wirksame Luftwechselrate bei kontrollierter Wohraumlüftung mit Wärmerückgewinnung	14

7	INNERE WÄRMEGEWINNE	16
8	SOLARE WÄRMEGEWINNE	16
8.1	Verschattungsfaktor	16
8.2	Solarer Gesamtenergiedurchlassgrad von Verglasungen	16
8.3	Wintergarten	17
8.4	Transparente Wärmedämmung	17
9	AUSNUTZUNGSGRAD	18
9.1	Verhältnis von Wärmegewinnen zu Wärmeverlusten	18
9.2	Gebäudezeitkonstante	19
9.3	Wirksame Speicherfähigkeit des Gebäudes	19
10	ENERGIEKENNZAHLEN	20
10.1	Flächenbezogene Heizlast	20
10.2	Flächenbezogener Heizwärmebedarf	20

1 ZWECK DER RECHENVORSCHRIFT

1.1 Ziel des Berechenverfahrens

Die vorliegende Berechenmethode des Heizwärmebedarfs hat zum Ziel, ein möglichst einfaches Berechenverfahren für EnergieberaterInnen zu bieten. Da diese auf einer Jahresbilanzberechnung beruht, kann der Heizwärmebedarf auch händisch, ohne zu Hilfenahme von Computerprogrammen, berechnet werden.

1.2 Begründung

Die händische Berechnung ist einerseits in der Ausbildung für die Vermittlung von grundlegendem Verständis der Berechnungsmethode wichtig. Andererseits können einzelne Gleichungen auch direkt in der Beratung angewendet werden, wenn es darum geht, Energieflüsse abzuschätzen.

In der Energieberatung geht es weniger um Genauigkeit als um Verständnis der Materie, um mit der richtigen Methode Sachverhalte abschätzen zu können und daraus die richtigen Schlüsse ziehen zu können.

1.3 Motivation zur Entwicklung dieses Berechneverfahrens, Historie

Der Leitfaden für die Berechnung von Energiekennzahlen, herausgegeben vom Österreichischen Institut für Bautechnik im März 1999, bot ein einfaches Berechenverfahren zur Berechnung des Heizwärmebedarfs und der Energiekennzahl. Dieses Berechneverfahren war zur händischen Berechnung geeignet und wurde bis vor kurzem im Energieberater-A-Kurs unterrichtet.

Auf diesem Berechenverfahren baute (in NÖ bis zum Jahr 2009) auch die Energiekenn Zahlermittlung für die Wohnbauförderung und Althaussanierungsförderung auf. In den Wärmeschutzbestimmungen der Bauordnungen wurde durch Umsetzung der Richtlinie 6 des Österreichischen Instituts für Bautechnik (in NÖ im Jahr 2009) neben Mindest-U-Werten auch eine höchstzulässige Energiekennzahl für neue zu errichtende Gebäude und Gebäude, die einer Generalsanierung unterzogen werden, definiert. Die Ermittlung dieser Energiekennzahl erfolgt nach der ÖNORM B 8110-6. Auch für die Althaussanierungsförderung muss in NÖ seit dem Jahr 2010 die Energiekennzahl nach ÖNORM B 8110-6 vorgelegt werden. Eine Berechnung der Energiekennzahl nach dem Leitfaden des OIB von 1999 ist somit sowohl für Förderzwecke als auch für den Behördengang unzulässig. Die ÖNORM B 8110-6 ist ein Monatsbilanzverfahren zur Berechnung des Heizwärmebedarfs und der Energiekennzahl, und somit händisch praktisch nicht mehr berechenbar. Hinzu kommt, dass monatliche Klimadaten durch Gleichungen erst berechnet werden müssen. Diese Gleichungen wurden für die Implementierung in Computerprogrammen entwickelt und sind für den händischen Gebrauch äußerst mühsam.

1.4 Grundlagen der Berechnung

Die vorliegende Berechnung basiert auf dem

- Leitfaden für die Berechnung von Energiekennzahlen, herausgegeben vom Österreichischen Institut für Bautechnik im März 1999 und der
- ÖNORM B 8110-6

Der Leitfaden bildet das Grundgerüst, Gleichungen wurden aus der Önorm B 8110-6 übernommen.

Einerseits soll dadurch die Übersichtlichkeit des Jahresbilanzverfahrens gewahrt werden, andererseits soll eine gewisse Ähnlichkeit zur ÖNORM aufgebaut werden. Dies soll den Wiedererkennungseffekt von Gleichungen erhöhen, wenn die ÖNORM im Selbststudium erarbeitet wird.

1.5 Unterschiede zwischen dieser Berechnungsvorschrift und der ÖNORM B 8110-6

- Die ÖNORM B 8110-6 bilanziert den Heizwärmebedarf monatsweise. Das hier beschriebene Verfahren ist ein Jahresbilanzverfahren. Daraus ergeben sich gewisse Einschränkungen in der Anwendbarkeit, siehe nächsten Punkt.
- In dieser Berechnung werden nur Klimadaten verwendet, die sich auf die Heizperiode beziehen. Z. B. HT, HGT, T_{ne} , I.
In der ÖNORM B 8110-6 werden monatliche Klimadaten verwendet, die anhand der ÖNORM B 8110-5 zu berechnen sind.
- In diesem Berechenverfahren wird die Heizperiodenlänge durch die Heizgrenztemperatur gegeben und ist für alle Gebäude an einem Standort gleich. In der ÖNORM B 8110-6 ergibt sich die Heizperiodenlänge anhand der Wärmegewinne und –verluste des Gebäudes.

1.6 Anwendungsbereich

Dieses Berechnungsvorfahren darf für Wohngebäude angewendet werden, deren Wärmegewinne nicht größer sind als die Hälfte der Wärmeverluste sind.

Für thermisch besser ausgeführte Gebäude ist eine Monatsbilanzierung notwendig.

1.7 Herausgegeben

Diese Rechenvorschrift wurde von der Niederösterreichischen Energie- und Umweltagentur herausgegeben.

2 GRUNDLAGEN, OBJEKTDATEN

2.1 Bruttorauminhalt

Um den konditionierten Bereich eines Gebäudes eindeutig als Grundlage für die folgenden Berechnungen festzulegen, ist das konditionierte Brutto-Volumen zu ermitteln.

Das konditionierte Brutto-Volumen sind alle Räume, die unmittelbar oder über einen Raumverbund konditioniert werden.

Die Brutto-Rauminhalte werden aus den Außenabmessungen gemäß ÖNORM B 1800 gerechnet. In Ergänzung zu ÖNORM B 1800 sind folgende Bestimmungen zu beachten:

- Die Außenwand beginnt bereits bei der Kellerdeckenunterkante – sollte diese wärmegedämmt sein, bei der Wärmedämmungs-Unterkante.
- Die Länge der Dachschräge ist vom Schnittpunkt der Außenkante der Dämmschicht der Fassade mit der Außenkante der letzten Dämmschicht der Dachschräge bis zum Schnittpunkt derselben mit der Außenkante der Dämmschicht der obersten Geschoßdecke zu rechnen.

- Die Breite der obersten Dachgeschoßdecke ergibt sich aus den beiden Schnittpunkten der Außenkanten der Dämmsschichten zwischen Dachschräge und oberster Dachgeschoßdecke.
- Bei hinterlüfteten Bekleidungen, Vormauerungen und Dächern stellt die Dämmsschicht die äußere Begrenzung dar.
- Wenn das konditionierte Brutto-Volumen an konditionierte Gebäude oder Gebäudeteile grenzt, bildet die Mittelachse der dazwischen liegenden Konstruktion die Grenze.
- Bei Flachdächern stellt die Dämmsschicht die äußere Begrenzung dar (ohne Kies- oder Erdschicht).
- Bei erdanliegenden Fußböden stellt die Unterkante der Boden- oder Fundamentplatte, bei darunter angeordneten Wärmedämmsschichten deren Unterkante, die äußere Begrenzung dar.
- Konditionierte Dachaufbauten (Dachgauben) zählen zum konditionierten Brutto-Volumen. (In diesem Fall wird die Gebäudehülle abweichend von der ÖNORM B 1800 von den tatsächlich vorhandenen Außenflächen gebildet.)
- Bei Innenbauteilen wird die Konstruktionsdicke des jeweiligen Bauteils zum konditionierten Brutto-Volumen hinzugerechnet.
- Bei der Festlegung des konditionierten Brutto-Volumens sind folgende Bestimmungen zu beachten:
 - a) Generell werden Abseitenräume und Spitzböden, die nicht unmittelbar, sondern über einen Raumverbund konditioniert werden, zum konditionierten Brutto-Volumen dazugerechnet.
 - b) Generell werden innen liegende Gänge und Stiegenhäuser, die nicht unmittelbar, sondern über einen Raumverbund konditioniert werden, zum konditionierten Brutto-Volumen dazugerechnet.
 - c) Nicht-konditionierte Wintergärten und allseitig umschlossene, verglaste Loggien zählen nicht zum konditionierten Brutto-Volumen (In diesem Fall verläuft die Gebäudehülle entlang der Trennwand zwischen Kernhaus und Wintergarten).
 - d) Nicht-konditionierte Innenhöfe mit Glasüberdachung (Atrien) werden nicht zum konditionierten Brutto-Volumen gezählt.
 - e) Konditionierte Keller- und Dachbodenräume sind bei der Ermittlung des konditionierten Brutto-Volumens einzurechnen.
 - f) Heiz- und Technikräume innerhalb konditionierter Zonen werden zum konditionierten Brutto-Volumen gezählt.

2.2 Konditionierte Brutto-Grundfläche BGF

Fläche, die vom konditionierten Brutto-Volumen umschlossen wird.

Konditionierte Brutto-Grundflächen, insbesondere in Dachgeschoßen, werden nur ab einer Netto-Raumhöhe von 1,5 m berücksichtigt. In diesem Fall wird für die Ermittlung der *BGF* als fiktive umschließende Wanddicke 0,4 m angenommen. In Stiegenhäusern, Aufzugsschächten sowie Ver- und Entsorgungsschächten wird die *BGF* errechnet, als wäre die Geschoßdecke durchgezogen. Das gilt auch für Treppenaugen bis zu einer maximalen Fläche von 2 m² je Geschoß und Treppe. Treppenaugen mit einer größeren Fläche werden – abzüglich der maximal anrechenbaren Fläche von 2 m² je Geschoß und Treppe – von der betreffenden *BGF* in Abzug gebracht.

Sonstige Deckenöffnungen (z. B. bei Galerien) sind nicht in die konditionierte Brutto-Grundfläche einzurechnen.

2.3 Bezugsfläche BF

Die Bezugsfläche *BF* entspricht der Nettofläche. Diese ist für Wohngebäude:

$$BF = 0,8 \cdot BGF$$

2.4 Charakteristische Länge, Kompaktheit eines Gebäudes

In Österreich ist eine Bezugnahme auf die geometrischen Verhältnisse eines Gebäudes seit mehr als einem Jahrzehnt üblich. Die dazugehörige Bezugsgröße charakteristische Länge l_c wird wie folgt berechnet:

$$l_c = \frac{V}{A} \quad (1)$$

Es bedeutet:

- l_c charakteristische Länge, in m
 V konditioniertes Brutto-Volumen, in m^3
 A Fläche der Gebäudehülle, in m^2

Die Kompaktheit ist der Kehrwert der charakteristischen Länge.

2.5 Belüftetes Nettovolumen des Gebäudes

Das energetisch wirksame Luftvolumen V_v ist das belüftete Nettovolumen des Gebäudes. Das belüftete Nettovolumen ergibt sich aus der fixen Raumhöhe von 2,6 m und der Bezugsfläche BF (=Nettofläche).

$$V_v = BF \cdot 2,6 = 0,8 \cdot BGF \cdot 2,6 \quad (2)$$

Es bedeutet:

- V_v energetisch wirksames Luftvolumen, in m^3
 BGF Brutto-Grundfläche, in m^2

Der energetisch wirksame Mindest-Luftvolumenstrom bezieht sich auf das Nettovolumen.

2.6 Innenraumtemperatur

Für folgende Gebäude ist gemäß ÖNORM B 8110-5 eine mittlere Innenraumtemperatur $\theta_i = 20^\circ\text{C}$ anzusetzen:

Wohngebäude, Bürogebäude, Kindergruppen, Pflichtschulen, höhere Schulen, Hochschulen, Krankenhäuser, Pflegeheime, Pensionen, Hotels, Gaststätten, Veranstaltungsstätten, Sportstätten, Verkaufsstätten,

2.7 Bemaßung von Fenstern

Die **Glasfläche** A_g eines Fensters ist definiert als die beidseitig sichtbaren, verglasten Bereiche. Die **Rahmenfläche** A_f ist die Projektion des Rahmens auf die Ebene der Glasfläche, begrenzt durch die Architekturlichte. Bei überdämmten Fensterrahmen ist als Rahmenbreite der nicht überdämmte, innerhalb der Architekturlichte sichtbar bleibende Rahmenanteil einzusetzen. Bei Fixverglasungen ohne in der Architekturlichte sichtbar bleibenden Fensterrahmen kann die Rahmenbreite mit Null angesetzt werden, jedoch ist ψ_g weiterhin geeignet zu berücksichtigen.

Die Glasflächen A_g und die Rahmenflächen A_f werden wahlweise wie folgt ermittelt:

- a) Gemäß prEN ISO 10077-1
b) Entsprechend dem vereinfachten Ansatz

$$A_g = f_g \cdot A_w \dots \text{in } m^2 \quad (3)$$

$$A_f = (1 - f_g) \cdot A_w \dots \text{in } m^2 \quad (4)$$

unter Berücksichtigung des pauschalen Glasanteils

$$f_g = 0,7 \quad (5)$$

$$A_w = A_g + A_f$$

Es bedeutet:

- A_w Fensterfläche, = Architekturlichte des Fensters, in m^2
- A_g Glasfläche, in m^2
- A_f Rahmenfläche, in m^2

Die Länge des **Glasrandverbundes** I_g eines Fensters ist definiert als die größere Summe der von außen bzw. innen sichtbaren Umfänge der verglasten Bereiche und wird wahlweise wie folgt ermittelt:

- a) Gemäß prEN ISO 10077-1
- b) Entsprechend dem vereinfachten Ansatz

$$I_g = 3 \times A_w \quad \dots \text{in } m \quad (6)$$

2.8 Fläche der Gebäudehülle A

Die Fläche der Gebäudehülle ist die gesamte aus den Außenabmessungen berechnete Oberfläche eines Gebäudes, die das festgelegte konditionierte Brutto-Volumen umschließt. Die Gebäudehülle ist zugleich wärmegedämmt und luftdicht gemäß den bautechnischen Mindestanforderungen ausgeführt. Jene Flächen, die an konditionierte Räume in anderen Gebäuden/Gebäudefeilen grenzen, werden nicht zur Gebäudehülle gezählt. Bauteilöffnungen (Fenster, Türen) sind mit ihrer Architekturlichte einzusetzen.

3 KLIMADATEN

3.1 Klimadaten für das Jahresbilanzverfahren

Um den Heizwärmebedarf im Jahresbilanzverfahren berechnen zu können, sind folgende Klimadaten nötig:

- Normaußentemperatur θ_{ne}
- Heizgradtage HGT
- Heiztage HT
- Solare Globalstrahlungssumme in der Heizperiode auf eine Fläche von 1 m^2 mit bestimmter Orientierung I_j

Den Heiztagen und den Heizgradtagen ist die Heizgrenztemperatur zugrundegelegt. Die **Heizgrenztemperatur** ist die mittlere Außentemperatur, ab der ein Gebäude nicht mehr beheizt werden muss.

Den Klimadaten im Handbuch für Energieberater und den Klimadaten aus dem Anhang des OIB-Leitfadens sind eine Heigrenztmeratur von 12°C zugrundegelegt.

3.2 Heizgradtage

Die Heizgradtage HGT werden gemäß EN 832 wie folgt ermittelt:

$$HGT = HT \cdot (\theta_i - \theta_e) \quad (7)$$

Es bedeutet:

- HGT Heizgradtage, in $K \cdot d$
- HT Heiztage, in d
- θ_i Innenraumtemperatur, in $^{\circ}C$
- θ_e mittlere Außentemperatur in der Heizperiode, in $^{\circ}C$

4 BERECHNUNG DES HEIZWÄRMEBEDARFS UND DER HEIZLAST

4.1 Heizlast

Die Gebäudeheizlast P_{tot} wird aus den Transmissions- und Lüftungsleitwerten ermittelt

$$P_{tot} = (L_T + L_V) \cdot (\theta_i - \theta_{ne}) \quad (8)$$

Es bedeutet:

P_{tot}	Gebäude-Heizlast
L_T	Transmissionsleitwert, in W/K
L_V	Lüftungsleitwert, in W/K
θ_i	Innenraumtemperatur, in °C
θ_{ne}	Normaußentemperatur, in °C

Die in Gleichung (8) berechnete Heizlast wird durch ein Gebäudehüll-Verfahren berechnet und ersetzt nicht die Berechnung der Gebäudeheizlast nach ÖNORM EN ISO 12831.

4.2 Heizwärmeverbedarf

Der rechnerische Heizwärmeverbedarf ist jene durch Berechnung ermittelte Wärmemenge, die im langjährigen Mittel während einer Heizperiode den Räumen des Gebäudes zugeführt werden muss, um die Einhaltung einer vorgegebenen Soll-Temperatur während der Betriebszeit sicherzustellen.

Der Heizwärmeverbedarf Q_h wird durch folgende Bilanzierung ermittelt:

$$Q_h = (Q_T + Q_V) - \eta \cdot (Q_i + Q_s) \quad (9)$$

Es bedeutet:

Q_h	Heizwärmeverbedarf, in kWh/a
Q_T	Transmissionswärmeverlust in der Heizperiode, in kWh/a
Q_V	Lüftungswärmeverluste in der Heizperiode, in kWh/a
η	Ausnutzungsgrad für Wärmegewinne im Heizfall <small>leichte Bauweise: 0,9 schwere Bauweise: 1,0</small>
Q_i	interne Wärmegewinne in der Heizperiode, in kWh/a
Q_s	solare Wärmegewinne in der Heizperiode, in kWh/a

4.3 Wärmeverluste Q_l

Der Gesamtwärmeverlust Q_l ist die Summe aus den Transmissionswärmeverlusten und den Lüftungswärmeverlusten:

$$Q_l = Q_T + Q_V \quad (10)$$

Es bedeutet:

Q_l	Wärmeverlust eines Gebäudes/Gebäudeteiles mit gleichmäßiger InnenTemperatur, in kWh/M
Q_T	Transmissionswärmeverlust, in kWh/a
Q_V	Lüftungswärmeverluste, in kWh/a

4.4 Wärmegewinne Q_g

Die Wärmegewinne Q_g ist die Summe aus den inneren Wärmegewinnen Q_i und den solaren Wärmegewinnen Q_s

$$Q_g = Q_i + Q_s \quad (11)$$

Es bedeutet:

Q_g	Wärmegewinne, in kWh/a bzw. kWh/M
-------	-----------------------------------

- Q_i innere Wärmegewinne, in kWh/a
 Q_s solare Wärmegewinne, in kWh/a

4.5 Bilanzierungsverfahren

Die Bilanzierung des Heizwärmebedarfes ist auf zwei Arten möglich:

- a) Heizperiodenbilanzverfahren

Die Länge der Heizperiode ist durch die Annahme einer Heizgrenztemperatur von 12 °C im vorhinein festgelegt. Sollten die nutzbaren Wärmegewinne 50 % der Wärmeverluste übersteigen, so ist der Heizwärmebedarf nach dem Monatsbilanzverfahren zu ermitteln.

- b) Monatsbilanzverfahren

Die Länge der Heizperiode und die Heizgrenztemperatur sind im vorhinein nicht festgelegt, sondern ergeben sich aus dem Bilanzierungsverfahren. Der jährliche Heizwärmebedarf errechnet sich durch Summierung der nach Gleichung (9) ermittelten monatlichen Werte, sofern diese positiv sind.

5 ERMITTlung DES TRANSMISSIONSLEITWERTES L_T UND DES TRANSMISSIONSWÄRMEVERLUSTES Q_T

5.1 Transmissionswärmeverluste

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

$$Q_T = 0,024 \cdot L_T \cdot HGT \quad (12)$$

Es bedeutet:

- Q_T Transmissionswärmeverlust in der Heizperiode, in kWh/a
 L_T Transmissionsleitwert in der Heizperiode, in W/K
 HGT Heizgradtage in Kd

Diese Gleichung kann auch geschrieben werden:

$$Q_T = \frac{1}{1000} \cdot L_T \cdot (\theta_i - \theta_e) \cdot HT \cdot 24 \quad (13)$$

Es bedeutet:

- Q_T Transmissionswärmeverlust in der Heizperiode, in kWh/a
 L_T Transmissionsleitwert in der Heizperiode, in W/K
 θ_i mittlere Innentemperatur, in °C
 θ_e mittlere Außentemperatur im der Heizperiode, in °C
 HT Heiztage in der Heizperiode

Wird monatsbilanziert, sind die Temperaturdifferenzen pro Monat einzusetzen

$$Q_T = \frac{1}{1000} \cdot L_T \cdot (\theta_i - \theta_e) \cdot d \cdot 24 \quad (14)$$

Es bedeutet:

- Q_T Transmissionswärmeverlust für den jeweiligen Monat, in kWh/M
 L_T Transmissions-Leitwert, in W/K
 θ_i mittlere Innentemperatur, in °C

- θ_e mittlere Außentemperatur im jeweiligen Monat, in °C
 d Tage im Monat in d/M

5.2 Transmissionsleitwert

Der Transmissions-Leitwert L_T eines Gebäudes wird wie folgt berechnet:

$$L_T = L_e + L_u + L_g + L_\psi + L_\chi \quad (15)$$

Es bedeutet:

- L_T Transmissions-Leitwert eines Gebäudes, in W/K
 L_e thermischer Leitwert für alle Bauteile, die den konditionierten Innenraum und die Außenluft thermisch verbinden, in W/K
 L_u thermischer Leitwert für Bauteile, die den konditionierten Innenraum über unkonditionierte Räume mit der Außenluft verbinden, in W/K
 L_g thermischer Leitwert für Bauteile, die den konditionierten Innenraum über den Boden mit dem Außenraum thermisch verbinden, in W/K
 L_ψ Leitwertzuschlag für zweidimensionale Wärmebrücken, in W/K
 L_χ Leitwertzuschlag für dreidimensionale Wärmebrücken, in W/K

5.3 Leitwerte für die Bauteile

Der Leitwert für die Bauteile kann nach dem vereinfachten Ansatz wie folgt berechnet werden:

$$L_e + L_u + L_g = \sum_i U_i \cdot A_i \cdot f_i \quad (16)$$

Es bedeutet:

- U_i Wärmedurchgangskoeffizient des Bauteils i , in $W/(m^2 \cdot K)$
 A_i Fläche des Bauteils i der Gebäudehülle, in m^2
 f_i Temperaturkorrekturfaktoren der Bauteile

5.4 Leitwertzuschläge für die Wärmebrücken

Wärmebrücken treten üblicherweise am Übergang zwischen Außenwand und oberster Geschoßdecke, an den Fensterleibungen (Sturz, Seitenteile, Brüstung), im Sockelbereich sowie an der Verbindung zwischen Außenwand und Geschoßdecke (insbesondere bei auskragender Balkonplatte) auf.

Die Leitwertzuschläge für Wärmebrücken L_ψ und L_χ werden nach dem vereinfachten Ansatz wie folgt ermittelt:

$$L_\psi + L_\chi = 0,2 \cdot (0,75 - \frac{L_e + L_u + L_g}{\sum_i A_i}) \cdot (L_e + L_u + L_g) \quad (17)$$

5.5 Wärmedurchgangskoeffizient U_i des Bauteils i

Der Wärmedurchgangskoeffizient U_i gibt an, welche Wärmemenge durch $1 m^2$ des Bauteils i bei einem Temperaturgefälle zwischen innen und außen von $1 K$ pro Zeiteinheit ausgetauscht wird. U-Werte homogener Bauteile werden wie folgt ermittelt:

$$U_i = \frac{1}{R_{si} + \sum_m \frac{d_m}{\lambda_m} + R_{se}} \text{ in } W/(m^2 \cdot K) \quad (18)$$

Es bedeutet:

- U_i Wärmedurchgangskoeffizient des Bauteils i
- R_{si}, R_{se} Wärmeübergangswiderstand innen und außen
- d_m Dicke der Bauteilschicht m
- λ_m Wärmeleitfähigkeit der Bauteilschicht m

Für die Übergangswiderstände R_{si} und R_{se} sind Werte aus der ÖNORM EN ISO 6946 zu verwenden. Bei hinterlüfteten Bauteilen ist der Wärmeübergangswiderstand R_{si} in Richtung der Hinterlüftungsebene anzuwenden.

Die Wärmeleitfähigkeit λ ist der einschlägigen Literatur zu entnehmen oder durch einen Prüfbericht nachzuweisen. Im Sanierungsbereich kann bei unklaren Aufbauten auf die Fachliteratur zurückgegriffen werden (z.B. Handbuch für Energieberater)

Inhomogene Bauteilschichten sind jedenfalls laut ÖNORM EN ISO 6946 zu berechnen (z.B. Holzständerbauweise, etc.). Abweichend von der ÖNORM EN ISO 6946 werden aber Luftsichten von Hinterlüftungen, ebenso wie Rollierungen unter Fundamentbodenplatten, etc. bei der U-Wert-Berechnung von Bauteilen nicht berücksichtigt..

Temporäre Wärmeschutz-Einsparungen, die durch den Einsatz von Roll- oder Klappläden erzielt werden, dürfen in den HWB (Heizwärmeverbrauch) nicht eingerechnet werden.

5.6 Wärmedurchgangskoeffizient eines Fensters

Der Wärmedurchgangskoeffizient U_w wird wahlweise wie folgt ermittelt:

- a) Durch Berechnung gemäß prEN ISO 10077-1

$$U_w = \frac{A_g \cdot U_g + A_f \cdot U_f + l_g \cdot \psi_g}{A_g + A_f} \quad (19)$$

Es bedeutet:

- U_w Gesamt U-Wert des Fensters, in W/m^2K
- U_g U-Wert des Glases, in W/m^2K
- U_f U-Wert des Rahmens, in W/m^2K
- l_g Länge des Glasrandverbundes, in m
- ψ_g linearer Wärmeverlustkoeffizient für die Wärmebrücke zwischen Rahmen und Glas, in W/mK

Falls keine produktspezifischen Angaben vorliegen, können Rechenwerte für U_g , U_f und ψ den Datenblättern entnommen werden.

- b) Durch Prüfung eines Fensters mit gleichem Aufbau und Normabmessungen.

Wenn bei der Erfassung der bestehenden alten Fenster technische Daten für Rahmen, Glas und Glasrandverbund nicht oder ungenügend vorhanden sind, kann auf die Fachliteratur zurückgegriffen werden (z.B. Handbuch für Energieberater).

6 ERMITTlung DES LÜFTungs-LEITWERTES L_V UND DES LÜFTungSWÄRMEVERLUSTS Q_V

6.1 Allgemeines

Der Luftaustausch hängt vom Nutzerverhalten und von der Luftdichtheit des Gebäudes ab, sodass für die Berechnung ein standardisiertes Nutzerverhalten angenommen und nach Dichtigkeitsklassen der Gebäudehülle unterschieden wird.

In der vorliegenden Berechnungsvorschrift werden die Fälle „Fensterlüftung“ und „kontrollierte Wohnraumlüftung“ ohne die dazu notwendige Hilfsenergie behandelt.

6.2 Lüftungswärmeverluste

Die Lüftungswärmeverluste Q_V infolge des Austausches von warmer Raumluft durch kalte Außenluft werden analog zu Gleichung (12) wie folgt ermittelt.

$$Q_V = 0,024 \cdot L_V \cdot HGT \quad (20)$$

Es bedeutet:

Q_V Lüftungswärmeverlust

L_V Lüftungsleitwert

HGT Heizgradtage

6.3 Der Lüftungsleitwert

Der Lüftungsleitwert ergibt sich aus dem energetisch wirksamen Volumenstrom und der Wärmekapazität von Luft.

$$L_V = c_{p,L} \cdot \rho_L \cdot n_L \cdot V_V \quad (21)$$

Es bedeutet:

L_V Lüftungsleitwert, in W/K

$c_{p,L} \cdot \rho_L$ volumenbezogene Wärmespeicherkapazität von Luft, in Wh/m^3K

n_L (energetisch wirksame) Luftwechselrate, in $1/h$

V_V energetisch wirksames Luftvolumen, in m^3

Der Luftvolumenstrom ist das Produkt von energetisch wirksamen Luftvolumen des Gebäudes und der Luftwechselrate:

$$v_V = n_L \cdot V_V \quad (22)$$

Es bedeutet:

v_V Luftvolumenstrom, im m^3/h

Die volumenbezogene Wärmespeicherkapazität von Luft hat den Wert:

$$\rho_L \cdot c_{p,L} = 0,34 \text{ Wh}/(m^3K) \quad (23)$$

Die hygienische Mindestluftwechselrate für Wohngebäude beträgt $n_L = 0,4 \text{ 1/h}$.

6.4 Energetisch wirksame Luftwechselrate bei natürlicher Lüftung (Fensterlüftung)

Bei Wohngebäuden mit Fensterlüftung beträgt die energetisch wirksame, hygienische Mindestluftwechselrate $n_L = 0,4 \text{ 1/h}$.

6.5 Energetisch wirksame Luftwechselrate bei kontrollierter Wohraumlüftung mit Wärmerückgewinnung

Da ein Teil der Wärme von der Abluft der Zuluft zugeführt wird, reduziert sich die energetisch wirksame Luftwechselrate, obwohl die tatsächliche Luftwechselrate unverändert mit 0,4 1/h angesetzt wird.

Die energetisch wirksame Luftwechselrate ist:

$$n_L = 0,4 \cdot (1 - \eta_{V,ges}) + n_x \quad (24)$$

Es bedeutet:

n_L energetisch wirksame Luftwechselrate

$\eta_{V,ges}$ Wärmebereitstellungsgrad des gesamten Wärmerückgewinnungssystems

n_x Falschlufwechselrate (Infiltrationsrate), in 1/h

Eine Wärmerückgewinnung durch eine Wärmepumpe darf nicht als Reduktion der Lüftungsverluste beim Heizwärmebedarf (Q_h) eingerechnet werden. Ihr Heizungsbeitrag wird beim Heizenergiebedarf (HEB) eingerechnet.

Lüftungsverluste, die durch Undichtheiten des Gebäudes infolge Wind und Auftrieb entstehen, werden durch die Falschluftrate n_x berücksichtigt, wobei dieser Wert abhängig vom Ergebnis eines Blower-Dooreffect-Tests gemäß ÖNORM EN 13829 bei 50 Pa Druckunterschied ist. Es sind folgende Werte anzusetzen:

$$n_x = 0,11 \quad \text{bei } n_{50} > 1,50$$

$$n_x = 0,07 \cdot n_{50} \quad \text{bei } n_{50} \text{ von } 0,6 \text{ bis } 1,5$$

$$n_x = 0,04 \quad \text{bei } n_{50} < 0,60$$

Es bedeutet:

n_x Falschluftrate (Infiltrationsrate), in 1/h

Ist ein Lüftungsgerät mit Wärmerückgewinnung (WRG) vorhanden, ergibt sich der Wärmebereitstellungsgrad des Gesamtsystems $\eta_{V,ges}$ wie folgt:

$$\eta_{V,ges} = 1 - (1 - \eta_{WRG}) \quad (25)$$

Ist zusätzlich ein Erdwärmekreislauf (EWT) vorhanden, ergibt sich der Wärmebereitstellungsgrad des Gesamtsystems $\eta_{V,ges}$ wie folgt:

$$\eta_{V,ges} = 1 - (1 - \eta_{WRG}) \cdot (1 - \eta_{EWT}) \quad (26)$$

Es bedeutet:

$\eta_{V,ges}$ Wärmebereitstellungsgrad des Gesamtsystems

η_{WRG} Wärmebereitstellungsgrad des Lüftungsgerätes mit Wärmerückgewinnung

η_{EWT} Wärmebereitstellungsgrad des Erdwärmekreislaufs

Der Wärmebereitstellungsgrad des Wärmetauschers des Lüftungsgeräts ist durch einen Defaultwert festzulegen oder durch ein Prüfzeugnis nachzuweisen:

- a) Ist nur die Wärmerückgewinnungsart bekannt, sind die Werte folgender Tabelle zu übernehmen.

- Defaultwerte für den Wärmebereitstellungsgrad (η_{WRG}) bei einer kontrollierten Wohnraumlüftung bzw. Kompaktgeräte (Jahresdurchschnittswerte)

Defaultwerte für den Wärmebereitstellungsgrad (η_{WRG}) bei einer kontrollierten Wohnraumlüftung bzw. Kompaktgeräte (Jahresdurchschnittswerte)	
Wärmerückgewinnungsart	Wärmebereitstellungsgrad (η_{WRG})
Kreuzstrom-Wärmetauscher	50 %
Gegenstrom-Wärmetauscher	75 %
sonstige Wärmerückgewinnungsarten	50 %

- b) wenn es ein Prüfzeugnis des Wärmetauschers gibt, so ist ein Abschlag von 9 Prozentpunkten vom geprüften Wertes vorzunehmen.

Der Wärmebereitstellungsgrad des Erdwärmekessels in der Heizperiode ist durch ein anerkanntes Berechnungsverfahren bzw. EDV-Programm zu ermitteln. Liegt keine Berechnung vor, ist ein Defaultwert nach folgender Tabelle einzusetzen.

- Defaultwerte für die Wärmebereitstellungsgrad (η_{EWT}) bei einem Erdwärmekessel für Wohngebäude (Jahresdurchschnittswerte)

Erdwärmekessel	Wärmebereitstellungsgrad (η_{EWT})
Erdwärmekessel (mind. 25 m je Strang, 1,2 m unter dem Erdreich, max. 1,5 m/s)	15 %
Erdwärmekessel unbekannt	10 %

7 INNERE WÄRMEGEWINNE

Die monatlichen inneren Wärmegewinne Q_i infolge des Betriebs elektrischer Geräte, künstlicher Beleuchtung und Körperwärme von Personen werden wie folgt ermittelt.

$$Q_i = 0,024 \cdot q_i \cdot BGF \cdot 0,8 \cdot HT \quad (27)$$

Es bedeutet:

- Q_i innere Wärmegewinne, in kWh/a
 q_i innere Wärmegewinne pro m² BF in W/m²
 BGF Bruttogrundfläche
 HT Heiztage

Für Wohngebäude ist für $q_i = 3,75$ W/m² anzusetzen.

8 SOLARE WÄRMEGEWINNE

Solare Wärmegewinne für Wohngebäude resultieren aus der Sonneneinstrahlung, der Größe und Orientierung der transparenten Bauteile sowie den solaren Transmissionskenngrößen der transparenten Bauteile und werden wie folgt ermittelt.

$$Q_s = \sum_j I_j \cdot (\sum A_g \cdot g_w \cdot F_s)_j \quad (28)$$

Es bedeutet:

- Q_s solare Wärmegewinne, in kWh/a
 I_j Strahlungsenergie der Globalstrahlung auf 1m² mit der Orientierung j, in kWh/a
 A_g Glasfläche bzw. Fläche des transparenten Bauteils, in m²
 g_w effektiv wirksamer Gesamtenergiedurchlassgrad des transparenten Bauteils
 F_s Verschattungsfaktor

8.1 Verschattungsfaktor

Der Verschattungsfaktor F_s , dessen Wert zwischen 0 und 1 liegt, drückt die Reduzierung der auftretenden Sonnenstrahlung infolge dauernder Verschattung der betroffenen Oberfläche aus, sofern sie eine der folgenden Ursachen hat:

- Verschattung durch andere Gebäude,
- Verschattung durch Geländebeschaffenheit (Hügel, Bäume u. dgl.),
- Bauteilüberstände,
- Verschattung durch andere Bauteile desselben Gebäudes,
- Lage des Fensters bezogen auf die Außenfläche der Außenwand.

Für Ein-, Zweifamilien- und Reihenhäusern ist für alle verglasten Elemente im Heizfall der Pauschalwert für den Verschattungsfaktor $F_s = 0,85$, für alle anderen Gebäude $F_s = 0,75$ anzunehmen.

8.2 Solarer Gesamtenergiedurchlassgrad von Verglasungen

Der Gesamtenergie-Durchlassgrad g von transparenten Flächen ist jener Anteil der Strahlungsenergie, der durch die Verglasung bei senkrechtem Einfall und sauberer Glasoberfläche in den Raum abgegeben wird. Der infolge nicht-senrekrechten Strahlungsdurchgangs (0,90) und Verschmutzung (0,98) der Verglasung effektiv wirksame Gesamtenergie-Durchlassgrad g_w wird näherungsweise wie folgt angesetzt:

$$g_w = 0,9 \cdot 0,98 \cdot g \quad (29)$$

Es bedeutet:

g_w effektiv wirksamer Gesamtenergie-Durchlassgrad der Verglasung

g solarer Gesamtenergie-Durchlassgrad der Verglasung

Falls keine produktspezifischen Angaben vorliegen, dürfen Rechenwerte für den Gesamtenergiedurchlassgrad g der Fachliteratur entnommen werden.

8.3 Wintergarten

Die solaren Wärmegewinne über unkonditionierte Wintergärten werden wahlweise wie folgt ermittelt:

- a) gemäß ÖNORM EN ISO 13790:2004
- b) entsprechend dem vereinfachten Ansatz, dass nur jener Wärmegewinn durch Sonneneinstrahlung berechnet wird, der direkt über die äußere Verglasung des Wintergartens und die innere Verglasung zwischen Wintergarten und Kerngebäude in die dahinter liegenden Räume gelangt. Zusätzliche Verschattungen durch die Konstruktion des Wintergartens müssen wie folgt beachtet werden.

$$g_{w,ges} = g_{w1} \cdot g_{w2} \cdot F_K \quad (30)$$

Es bedeutet:

$g_{w,ges}$ Energiedurchlassgrad infolge Verschattung des Wintergartens

g_{w1} Energiedurchlassgrad Verglasung 1

g_{w2} Energiedurchlassgrad Verglasung 2

F_K Verschattung durch die Konstruktion des Wintergartens

Für die zusätzliche Verschattung durch die Konstruktion des Wintergartens (Verglasungsanteil) ist bei voll verglasten Wintergärten ein pauschaler Reduktionsfaktor von 0,85 anzusetzen, oder nachzuweisen, dass der Verglasungsanteil entsprechend höher ist. Bei nicht voll verglasten Wintergärten ist die Verschattung entsprechend „Verschattung durch andere Bauteile desselben Gebäudes“ einzurechnen. Bei einer Glas-Doppelfassade beträgt der Faktor für die Verschattung 0,95.

8.4 Transparente Wärmedämmung

Die Wärmegewinne durch transparente Wärmedämmung sind gemäß ÖNORM EN ISO 13790 zu ermitteln und in den Heizwärmebedarf einzurechnen. Ohne besonderen Nachweis kann ein Defaultwert von 80 kWh/(m²·a) für die Südseite, 50 kWh/(m²·a) für die Ost- und Westseite und 25 kWh/(m²·a) für die Nordseite in den HWB eingerechnet werden. (In diesem Fall gilt als Bezugsfläche der Defaultwerte die wirksame Kollektorfläche, die in die jeweilige Himmelsrichtung ausgerichtet ist).

9 AUSNUTZUNGSGRAD

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 wahlweise wie folgt ermittelt:

- a) Bei Anwendung des Heizperiodenbilanzverfahrens entsprechend dem vereinfachten Ansatz:

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

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

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

Als leichte Bauweisen können eingestuft werden:

- Gebäude in Holzbauart ohne massive Innenbauteile
- Gebäude mit abgehängten Decken und überwiegend leichten Trennwänden

Als mittelschwere Bauweisen können eingestuft werden:

- Gebäude mit großteils massiven Außen- und Innenbauteilen, schwimmenden Estrichen und ohne abgehängte Decken

Als schwere Bauweisen können eingestuft werden:

- Gebäude mit sehr massiven Außen- und Innenbauteilen (Altbaubestand)

- b) Gemäß ÖNORM EN ISO 13790

$$\eta = \frac{1 - \gamma^a}{1 - \gamma^{a+1}} \quad \text{wenn } \gamma \neq 1 \quad (31)$$

$$\eta = \frac{a}{1 + a} \quad \text{wenn } \gamma = 1 \quad (32)$$

Es bedeutet:

η Ausnutzungsgrad für Wärmegewinne

a numerischer Parameter für den Ausnutzungsgrad

γ Verhältnis von Wärmegewinnen zu Wärmeverlusten im Heizfall

9.1 Verhältnis von Wärmegewinnen zu Wärmeverlusten

Das Wärmegewinn-/verlustverhältnis γ wird gemäß ÖNORM EN ISO 13790 oder wie folgt ermittelt.

$$\gamma = \frac{Q_g}{Q_l} \quad (33)$$

Es bedeutet:

γ Verhältnis von Wärmegewinnen zu Wärmeverlusten

Q_g Wärmegewinne des Gebäudes, in kWh/a

Q_l Wärmeverluste des Gebäudes, in kWh/a

Numerischer Parameter für den Ausnutzungsgrad

Der numerische Parameter a wird gemäß ÖNORM EN ISO 13790 oder wie folgt ermittelt:

$$a = 0,8 + \frac{\tau}{28} \quad \text{bei Anwendung des Heizperiodenbilanzverfahrens} \quad (34)$$

$$a = 1 + \frac{\tau}{16} \quad \text{bei Anwendung des Monatsbilanzverfahrens} \quad (35)$$

Es bedeutet:

- a numerischer Parameter für den Ausnutzungsgrad
- τ Gebäudezeitkonstante

9.2 Gebäudezeitkonstante

Die Gebäudezeitkonstante τ beschreibt die interne thermische Trägheit der konditionierten Zone und wird gemäß ÖNORM EN ISO 13790 wie folgt ermittelt.

$$\tau = \frac{C}{L_T + L_V} \quad (36)$$

Es bedeutet:

- τ Gebäudezeitkonstante
- C wirksame Speicherfähigkeit des Gebäudes
- L_T Transmissionsleitwert
- L_V Lüftungsleitwert

9.3 Wirksame Speicherfähigkeit des Gebäudes

Die wirksame Wärmespeicherfähigkeit C wird wahlweise wie folgt ermittelt:

- a) gemäß ÖNORM B 8110-3, unter Einbeziehung der Übergangswiderstände und Umrechnung von Speichermassen in Speicherkapazitäten
- b) entsprechend dem vereinfachten Ansatz wie folgt:

$$C = f_{BW} \cdot V \quad (37)$$

Es bedeutet:

- C wirksame Wärmespeicherfähigkeit des Gebäudes, in Wh/K
- V konditioniertes Brutto-Volumen, in m^3
- $f_{BW} = 10,0$ für leichte Bauweisen, in $Wh/(m^3 \cdot K)$
- $f_{BW} = 20,0$ für mittelschwere Bauweisen, in $Wh/(m^3 \cdot K)$
- $f_{BW} = 30,0$ für schwere Bauweisen, in $Wh/(m^3 \cdot K)$
- $f_{BW} = 60,0$ für sehr schwere Bauweisen, in $Wh/(m^3 \cdot K)$

Die Einteilung der Bauweisen erfolgt gemäß folgender Unterscheidung:

- Als leichte Bauweisen können Gebäude in Holzbauart ohne massive Innenbauteile eingestuft werden.
- Als mittelschwere Bauweisen können Gebäude in Mischbauweise, Gebäude in Massivbauweise mit abgehängten Decken und überwiegend leichten Trennwänden eingestuft werden.
- Als schwere Bauweisen können Gebäude mit großteils massiven Außen- und Innenbauteilen, schwimmenden Estrichen und ohne abgehängte Decken eingestuft werden.
- Als sehr schwere Bauweisen können Gebäude mit sehr massiven Außen- und Innenbauteilen (Altbaubestand) eingestuft werden.

10 ENERGIEKENNZAHLEN

10.1 Flächenbezogene Heizlast

Die auf die konditionierte Brutto-Grundfläche bezogen Heizlast (spezifische Heizlast) wird aus der Gebäudeheizlast wie folgt ermittelt:

$$P_1 = \frac{P_{tot}}{BGF} \quad (38)$$

Es bedeutet:

P_1 flächenbezogene Heizlast, in W

P_{tot} Heizlast des Gebäudes, in W

BGF Brutto-Grundfläche, in m^2

10.2 Flächenbezogener Heizwärmebedarf

Der auf die konditionierte Brutto-Grundfläche bezogene, jährliche Heizwärmebedarf (spezifischer Heizwärmebedarf) wird wie folgt ermittelt:

$$HWB_{BGF} = \frac{Q_h}{BGF} \quad (39)$$

Es bedeutet:

HWB_{BGF} flächenbezogener jährlicher Heizwärmebedarf, in $kWh/(m^2a)$

Q_h Jahres-Heizwärmebedarf des Gebäudes, in kWh/a

BGF Brutto-Grundfläche, in m^2