

Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden  
**Berechnung des Heizenergiebedarfs**  
Wohngebäude  
(enthält Berichtigung AC:2002)  
Deutsche Fassung EN 832:1998 + AC:2002

**DIN**  
**EN 832**

ICS 91.140.10

Ersatz für  
DIN EN 832:1998-12

Thermal performance of buildings — Calculation of energy use  
for heating — Residential buildings (includes corrigenda AC:2002);  
German version EN 832:1998 + AC:2002

Performance thermique des bâtiments — Calcul des besoins d'énergie  
pour le chauffage — Bâtiments résidentiels (inclut la corrigenda AC:2002);  
Version allemande EN 832:1998 + AC:2002

**Die Europäische Norm EN 832:1998 hat den Status einer Deutschen Norm.**

### Nationales Vorwort

Die Europäische Norm ist vom Technischen Komitee CEN/TC 89 „Wärmeschutz von Gebäuden und Bauteilen“ (Sekretariat: Schweden) unter deutscher Mitwirkung erarbeitet worden.

Der für die deutsche Mitarbeit zuständige Arbeitsausschuss im DIN Deutsches Institut für Normung e. V. ist der als Spiegelausschuss zu CEN/TC 89 eingesetzte Arbeitsausschuss 00.89.00 „Wärmeschutz“.

Für die in diesem Dokument zitierten Europäischen und Internationalen Normen wird im Folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen hingewiesen:

- EN ISO 10077-1 siehe DIN EN ISO 10077-1
- EN ISO 13786 siehe DIN EN ISO 13786
- EN ISO 13789 siehe DIN EN ISO 13789

ANMERKUNG Für den in der Norm als „längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient“  $\psi$  bezeichneten Begriff wird in Deutschland auch der Begriff „Wärmebrückenverlustkoeffizient“ verwendet.

### Änderungen

Gegenüber DIN EN 832:1998-12 wurden folgende Berichtigungen vorgenommen:

- EN 832:1998/AC:2002 eingearbeitet. Die Änderungen sind durch senkrechte Randstriche gekennzeichnet.

### Frühere Ausgaben

DIN EN 832: 1998-12

Fortsetzung 64 Seiten EN

Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V.  
Normenausschuss Heiz- und Raumlufttechnik (NHRS) im DIN

— Leerseite —

Deutsche Fassung

**Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden  
Berechnung des Heizenergiebedarfs  
Wohngebäude (enthält Berichtigung AC:2002)**

Thermal performance of buildings - Calculation of energy  
use for heating - Residential buildings (includes corrigenda  
AC:2002)

Performance thermique des bâtiments - Calcul des besoins  
d'énergie pour le chauffage - Bâtiments résidentiels (inclut la  
corrigenda AC:2002)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 1. Juli 1998 angenommen. Die Änderung AC:2002 trat am 24. Juli 2002 in Kraft.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Management-Zentrum oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, der Tschechischen Republik und dem Vereinigten Königreich.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG  
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION  
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

**Management-Zentrum: rue de Stassart, 36 B-1050 Brüssel**

# Inhalt

Seite

|                                                                                                    |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Vorwort .....</b>                                                                               | <b>3</b>  |
| <b>Einleitung.....</b>                                                                             | <b>4</b>  |
| <b>1 Anwendungsbereich.....</b>                                                                    | <b>4</b>  |
| <b>2 Normative Verweisungen.....</b>                                                               | <b>5</b>  |
| <b>3 Definitionen, Symbole und Einheiten .....</b>                                                 | <b>5</b>  |
| <b>4 Überblick über das Berechnungsverfahren und benötigte Daten.....</b>                          | <b>9</b>  |
| <b>5 Wärmeverluste bei konstanter Innentemperatur.....</b>                                         | <b>13</b> |
| <b>6 Wärmegewinne.....</b>                                                                         | <b>15</b> |
| <b>7 Heizwärmebedarf .....</b>                                                                     | <b>18</b> |
| <b>8 Jährlicher Heizwärmebedarf für das Gebäude .....</b>                                          | <b>20</b> |
| <b>9 Energiebedarf für Heizung und Warmwasser.....</b>                                             | <b>21</b> |
| <b>10 Bericht.....</b>                                                                             | <b>23</b> |
| <b>Anhang A (normativ) Anwendung auf bestehende Gebäude .....</b>                                  | <b>24</b> |
| <b>Anhang B (normativ) Berechnungsverfahren für Mehrzonengebäude .....</b>                         | <b>26</b> |
| <b>Anhang C (normativ) Zusätzliche Wärmeverluste für besondere Bauteile der Gebäudehülle .....</b> | <b>28</b> |
| <b>Anhang D (normativ) Solare Wärmegewinne besonderer Bauteile .....</b>                           | <b>32</b> |
| <b>Anhang E (informativ) Beheizte Bauteile in der Gebäudehülle .....</b>                           | <b>38</b> |
| <b>Anhang F (informativ) Daten zur Abschätzung der natürlichen Be- und Entlüftung .....</b>        | <b>40</b> |
| <b>Anhang G (informativ) Daten für solare Wärmegewinne.....</b>                                    | <b>42</b> |
| <b>Anhang H (informativ) Berechnung der wirksamen Wärmespeicherfähigkeit.....</b>                  | <b>46</b> |
| <b>Anhang J (informativ) Wärmeverluste bei Heizunterbrechung und Nachtabenkung .....</b>           | <b>47</b> |
| <b>Anhang K (informativ) Genauigkeit des Verfahrens .....</b>                                      | <b>54</b> |
| <b>Anhang L (informativ) Berechnungsbeispiel.....</b>                                              | <b>56</b> |
| <b>Anhang M (informativ) Literaturhinweise.....</b>                                                | <b>63</b> |
| <b>Anhang ZB (informativ) A-Abweichungen .....</b>                                                 | <b>64</b> |

## Vorwort

Diese Europäische Norm wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 89 „Wärmeschutz von Gebäuden und Bauteilen“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom SIS gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis März 1999, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Juli 1999 zurückgezogen werden.

Diese Norm ist Bestandteil eines Paketes von Normen, die sich mit Berechnungsverfahren zur Bemessung und Bewertung des wärmetechnischen Verhaltens von Gebäuden und Bauteilen beschäftigen.

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen:

Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, die Tschechische Republik und das Vereinigte Königreich.

## Einleitung

Das Berechnungsverfahren nach dieser Norm basiert auf einer stationären Energiebilanz, die jedoch innere und äußere Temperaturveränderungen sowie, mittels eines Ausnutzungsgrades für Wärmegewinne, den dynamischen Effekt von inneren und solaren Wärmegewinnen berücksichtigt.

Dieses Verfahren kann für die folgenden Anwendungsfälle benutzt werden:

- 1) Beurteilung der Übereinstimmung mit Vorschriften, die in Form von Energiezieldaten ausgedrückt sind;
- 2) Optimierung des wärmetechnischen Verhaltens eines geplanten Gebäudes, indem das Verfahren auf verschiedene mögliche Optionen angewendet wird;
- 3) Darstellung des vorhandenen Wärmeschutzniveaus eines bestehenden Gebäudes;
- 4) Abschätzung des Ergebnisses möglicher Energiesparmaßnahmen an einem bestehenden Gebäude, indem der Energiebedarf mit und ohne die Energiesparmaßnahmen berechnet wird;
- 5) Vorhersage des zukünftigen Energiebedarfs auf nationaler oder internationaler Basis, indem der Energiebedarf für verschiedene Gebäude berechnet wird, die für den Gesamtgebäudebestand repräsentativ sind.

Sofern in vorliegender Norm keine Angaben bezüglich der Ausgangsdaten gemacht werden oder detaillierte Berechnungsverfahren vorliegen, kann der Anwender dieser Norm andere Europäische oder nationale Normen in Bezug nehmen. In einigen Ländern ist die Berechnung des Heizwärmebedarfs von Gebäuden Bestandteil der nationalen Rechtsvorschrift. Angaben über nationale Abweichungen von vorliegender Norm, die auf Rechtsvorschriften beruhen, enthält Anhang ZB.

## 1 Anwendungsbereich

Diese Norm enthält ein vereinfachtes Berechnungsverfahren für die Ermittlung des Wärmebedarfs und der Energie zur Raumheizung in einem Wohngebäude oder Teilen davon, die im folgenden als „das Gebäude“ bezeichnet werden. Dieses Verfahren beinhaltet die Berechnung

- 1) des Wärmeverlustes des Gebäudes, wenn es auf einer konstanten Temperatur gehalten wird;
- 2) des jährlichen Heizwärmebedarfs, um eine definierte Sollinnentemperatur in dem Gebäude einzuhalten;
- 3) des jährlichen Energiebedarfs, der durch das Heizsystem des Gebäudes zur Raumheizung zu decken ist.

Das Gebäude kann verschiedene Zonen mit unterschiedlichen Solltemperaturen haben. Die Zonen können unterbrochen beheizt werden.

Der Berechnungszeitraum kann entweder eine Heizperiode oder ein Monat sein. Die monatsweise Berechnung ergibt korrekte Ergebnisse auf Jahresbasis, aber die Ergebnisse einzelner Monate zu Beginn und Ende der Heizperiode können relativ große relative Fehler aufweisen. Anhang K enthält weitere Angaben zur Genauigkeit des Berechnungsverfahrens.

## 2 Normative Verweisungen

Diese Europäische Norm enthält durch datierte oder undatierte Verweisungen Festlegungen aus anderen Publikationen. Diese normativen Verweisungen sind an den jeweiligen Stellen im Text zitiert, und die Publikationen sind nachstehend aufgeführt. Bei datierten Verweisungen gehören spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publikationen nur zu dieser Europäischen Norm, falls sie durch Änderung oder Überarbeitung eingearbeitet sind. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation.

EN 410, *Glas im Bauwesen — Bestimmung der lichttechnischen und strahlungsphysikalischen Kenngrößen von Verglasungen*.

EN ISO 7345, *Wärmeschutz — Physikalische Größen und Definitionen (ISO 7345:1987)*.

EN ISO 10077-1, *Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen und Abschlüssen — Wärmedurchgangskoeffizient — Teil 1: Vereinfachtes Berechnungsverfahren (ISO 10077-1:2000)*.

EN ISO 13786, *Wärmetechnisches Verhalten von Bauteilen — Dynamisch-thermische Kenngrößen — Berechnungsverfahren (ISO 13786:1999)*.

EN ISO 13789, *Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden — Spezifischer Transmissionswärmeverlustkoeffizient — Berechnung (ISO 13789:1999)*.

## 3 Definitionen, Symbole und Einheiten

### 3.1 Definitionen

Für die Anwendung dieser Norm gelten die in ISO 7345 festgelegten und die folgenden Definitionen.

#### 3.1.1

##### **Außentemperatur**

Temperatur der Außenluft

#### 3.1.2

##### **Innentemperatur**

Arithmetisches Mittel der Lufttemperatur und der durchschnittlichen Strahlungstemperatur in Raummitte (fühlbare Wärme)

#### 3.1.3

##### **Solltemperatur**

Innere Auslegungstemperatur

#### 3.1.4

##### **Heizunterbrechung**

Betriebsart, bei der die Temperatur zu bestimmten Zeiten unter die Solltemperatur absinken darf

#### 3.1.5

##### **beheizter Raum**

Raum oder abgeschlossener Bereich, der auf eine vorgegebene Solltemperatur beheizt wird

#### 3.1.6

##### **unbeheizter Raum**

Raum oder abgeschlossener Bereich, der nicht zum beheizten Raum gehört

#### 3.1.7

##### **Temperaturzone**

Teil des beheizten Raumes mit einer definierten Solltemperatur, innerhalb dessen davon ausgegangen wird, dass die Innentemperatur vernachlässigbare räumliche Variationen aufweist

**3.1.8**

**Wärmestromkoeffizient**

Wärmestrom zwischen zwei Temperaturzonen, geteilt durch die Temperaturdifferenz zwischen beiden Zonen

**3.1.9**

**Wärmeverlust**

Wärme, die vom beheizten Raum an die äußere Umgebung durch Wärmeübertragung oder Lüftung in einer bestimmten Zeit abgegeben wird

**3.1.10**

**spezifischer Wärmeverlust**

temperaturbezogener Wärmestrom vom beheizten Raum zur äußeren Umgebung

ANMERKUNG Der spezifische Wärmeverlust kann nur für ein Gebäude mit einer einzigen Heizzone definiert werden.

**3.1.11**

**Wärmegewinn**

Wärme, die innerhalb des beheizten Raumes entsteht oder in diesen eintritt und von Wärmequellen des Heizsystems unabhängig ist

**3.1.12**

**Ausnutzungsgrad**

Faktor, der den gesamten monatlichen oder jahreszeitlichen Wärmegewinn (inneren und passiv-solaren) auf den nutzbaren Teil des Wärmegewinns reduziert

**3.1.13**

**Berechnungszeitraum**

Zeitraum, der für die Berechnung von Wärmeverlusten und -gewinnen zugrunde gelegt wird

ANMERKUNG Die gebräuchlichsten Berechnungszeiträume sind der Monat und die Heizperiode.

**3.1.14**

**Wärmebedarf**

Wärmemenge, die dem beheizten Raum zugeführt werden muss, um die innere Solltemperatur des beheizten Raumes einzuhalten

**3.1.15**

**Heizenergiebedarf**

Energie, die dem Heizsystem zugeführt werden muss, um den Heizwärmebedarf erfüllen zu können

### 3.2 Symbole und Einheiten

Für die Anwendung dieser Norm gelten die folgenden Größen und Symbole.

**Tabelle 1 — Symbole und Einheiten**

| Symbol        | Größe                                                                                                                                                               | Einheit                              |
|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| $A$           | Fläche                                                                                                                                                              | $\text{m}^2$                         |
| $a$           | numerischer Parameter für den Ausnutzungsgrad                                                                                                                       | —                                    |
| $b$           | Korrekturfaktor für unbeheizte Bereiche                                                                                                                             | —                                    |
| $C$           | wirksame Wärmespeicherfähigkeit einer Zone                                                                                                                          | J/K                                  |
| $c$           | spezifische Wärmekapazität                                                                                                                                          | J/(kg · K)                           |
| $e$           | Windschutzkoeffizient                                                                                                                                               | —                                    |
| $F$           | Faktor                                                                                                                                                              | —                                    |
| $f$           | Koeffizient zur Windexposition                                                                                                                                      | —                                    |
| $g$           | Gesamtenergiedurchlassgrad                                                                                                                                          | —                                    |
| $H$           | spezifischer Wärmeverlust                                                                                                                                           | W/K                                  |
| $h$           | Wärmeübergangskoeffizient                                                                                                                                           | W/( $\text{m}^2 \cdot \text{K}$ )    |
| $I$           | Wärmemenge je Flächeneinheit                                                                                                                                        | J/ $\text{m}^2$                      |
| $l$           | Länge                                                                                                                                                               | m                                    |
| $n$           | Luftwechselrate                                                                                                                                                     | $\text{s}^{-1}$ oder $\text{h}^{-1}$ |
| $Q$           | Wärmemenge                                                                                                                                                          | J                                    |
| $R$           | Wärmedurchlasswiderstand                                                                                                                                            | $\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$        |
| $T$           | thermodynamische Temperatur                                                                                                                                         | K                                    |
| $t$           | Zeit, Zeitabschnitt                                                                                                                                                 | s                                    |
| $U$           | Wärmedurchgangskoeffizient                                                                                                                                          | W/( $\text{m}^2 \cdot \text{K}$ )    |
| $V$           | Luftvolumen in einer beheizten Zone                                                                                                                                 | $\text{m}^3$                         |
| $\dot{V}$     | Luftvolumenstrom                                                                                                                                                    | $\text{m}^3/\text{s}$                |
| $\alpha$      | Absorptionskoeffizient einer Oberfläche für Sonneneinstrahlung                                                                                                      | —                                    |
| $\beta$       | Anteil eines Zeitraums mit eingeschaltetem Gebläse                                                                                                                  | —                                    |
| $\gamma$      | Wärmegewinn-/verlustverhältnis                                                                                                                                      | —                                    |
| $\delta$      | Verhältnis der summierten inneren zu äußeren Temperaturunterschieden bei eingeschalteter Belüftung zu der Temperaturdifferenz über den gesamten Berechnungszeitraum | —                                    |
| $\varepsilon$ | Emissionsgrad einer Oberfläche für Wärmestrahlung                                                                                                                   | —                                    |
| $\eta$        | Nutzungsgrad der Heizung, Ausnutzungsgrad für den Wärmegewinn                                                                                                       | —                                    |
| $\theta$      | Celsius-Temperatur                                                                                                                                                  | °C                                   |
| $\kappa$      | Faktor, bezogen auf den Wärmeverlust von belüfteten sonnenbestrahlten Wänden                                                                                        | —                                    |
| $\rho$        | Dichte                                                                                                                                                              | $\text{kg}/\text{m}^3$               |
| $\sigma$      | Stefan-Boltzmann-Konstante ( $\sigma = 5,67 \times 10^{-8}$ )                                                                                                       | W/( $\text{m}^2 \cdot \text{K}^4$ )  |
| $\tau$        | Zeitkonstante                                                                                                                                                       | s                                    |
| $\Phi$        | Wärmestrom                                                                                                                                                          | W                                    |
| $\chi$        | Punktbezogener Wärmedurchgangskoeffizient                                                                                                                           | W/K                                  |
| $\psi$        | Längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient                                                                                                                          | W/(m · K)                            |
| $\omega$      | Verhältnis der gesamten Sonneneinstrahlung auf ein Bauteil bei offener Luftschicht zur Gesamtsonneneinstrahlung über den Berechnungszeitraum                        | —                                    |

ANMERKUNG Als Zeiteinheit können Stunden statt Sekunden für alle zeitabhängigen Größen verwendet werden (z. B. für Zeitabschnitte wie auch für Luftwechselraten), jedoch ist in solchem Fall die Einheit der Energie Wattstunden [Wh] anstelle von Joules.

Tabelle 2 — Indizes

|                   |                                             |
|-------------------|---------------------------------------------|
| C                 | Sonnenschutzvorrichtung                     |
| D                 | direkt                                      |
| E                 | Abluft                                      |
| F                 | Rahmen                                      |
| G                 | Erdreich                                    |
| P                 | leistungsbezogen                            |
| S                 | Versorgung; Wintergarten                    |
| T                 | Transmission                                |
| W                 | Wand                                        |
| V                 | Lüftung                                     |
| a                 | Luft; tatsächlich                           |
| c                 | Kapazität, kontrolliert                     |
| d                 | Auslegung, täglich                          |
| e                 | außen, Emission                             |
| ex                | Abluft                                      |
| f                 | Gebläse                                     |
| g                 | Gewinne                                     |
| gc                | Regelung                                    |
| ge                | Erzeugung                                   |
| h                 | Heizung, beheizt                            |
| i                 | innerer                                     |
| <i>j, k, m, n</i> | Hilfsindizes                                |
| I                 | Verlust, Lage                               |
| o                 | Ausgang                                     |
| p                 | trennendes Bauteil                          |
| ps                | dauernd beschattet                          |
| pp                | Auslegungsleistung                          |
| r                 | strahlend; wiedergewonnen                   |
| s                 | solar, sonnenbestrahlter Raum, Verschattung |
| sup               | Bereitstellung                              |
| t                 | insgesamt, technisch                        |
| u                 | nicht beheizt                               |
| v                 | belüftet                                    |
| w                 | Fenster, Wasser                             |
| x                 | extra, zusätzlich                           |
| y, z              | Zonenbezeichnung                            |
| ⊥                 | senkrecht                                   |
| 0                 | Basiswert; Bezugswert                       |
| 50                | bei 50 Pa Druckunterschied                  |



Danach erfolgt für jeden Berechnungszeitraum:

- 5) die Berechnung des Wärmeverlustes  $Q_i$ :
  - basierend auf der Annahme einer konstanten Innentemperatur, nach Abschnitt 5;
  - wo zutreffend, basierend auf intermittierender Beheizung nach 5.3;
- 6) die Berechnung der internen Wärmegewinne  $Q_i$  nach 6.2;
- 7) die Berechnung der solaren Wärmegewinne  $Q_s$  nach 6.3;
- 8) die Berechnung des Ausnutzungsgrades für den Gesamtwärmegewinn nach 7.2;
- 9) die Berechnung des Heizwärmebedarfs nach Gleichung (18);

Danach erfolgt für das gesamte Jahr:

- 10) die Berechnung des jährlichen Heizwärmebedarfs nach Abschnitt 8;
- 11) die Berechnung des Heizenergiebedarfs unter Berücksichtigung der Wärmeverluste oder des Nutzungsgrades des Heizungssystems nach Abschnitt 9.

## 4.3 Bestimmung von Gebäudehüllen und -zonen

### 4.3.1 Systemgrenze des beheizten Raumes

Die Systemgrenze des beheizten Raumes besteht aus Wänden, dem untersten Fußboden und Decken bzw. Dächern, die den betrachteten beheizten Raum vom äußeren Umfeld oder von angrenzenden beheizten Zonen oder unbeheizten Räumen abgrenzen. Bei Fernwärmeversorgung liegt die Systemgrenze am Anlieferungspunkt zum Gebäude oder Heizsystem. Für Abluft mit Wärmerückgewinnung ist die Systemgrenze der Luftaustritt der Rückgewinnungseinheit.

### 4.3.2 Temperaturzonen

Wenn erforderlich, kann der beheizte Raum in unterschiedliche Temperaturzonen aufgeteilt werden. Wenn der beheizte Raum insgesamt auf dieselbe Temperatur gebracht wird und wenn innere und solare Wärmegewinne relativ klein oder über das ganze Gebäude gleichmäßig verteilt sind, wird das Berechnungsverfahren für eine einzelne Zone angewendet.

Die Unterteilung in Temperaturzonen ist nicht erforderlich, wenn:

- a) die Solltemperaturen der Temperaturzonen nicht um mehr als 4 K voneinander abweichen und angenommen werden kann, dass die Wärmegewinn-/verlustbeträge um weniger als 0,4 voneinander abweichen (z. B. zwischen Süd- und Nordzonen), oder
- b) Türen zwischen den Temperaturzonen wahrscheinlich offen sind oder
- c) eine Zone klein ist und angenommen werden kann, dass der gesamte Heizenergiebedarf des Gebäudes sich um nicht mehr als 5 % ändert, wenn sie mit der angrenzenden größeren Zone zusammen veranschlagt wird.

In solchen Fällen gilt das Berechnungsverfahren für eine Temperaturzone, selbst wenn die Solltemperatur nicht gleichmäßig ist. Die dann zu benutzende Innentemperatur ist:

$$\theta_i = \frac{\sum_z H_z \theta_{iz}}{\sum_z H_z} \quad (1)$$

Dabei ist:

$\theta_{1z}$  die Solltemperatur der Zone z;

$H_z$  der spezifische Wärmeverlust der Zone z nach Abschnitt 5.

In anderen Fällen, insbesondere bei Gebäuden, die mehr als einem Verwendungszweck unter demselben Dach dienen, wird das Gebäude in verschiedene Zonen unterteilt; es ist das Berechnungsverfahren nach Anhang B anzuwenden.

## 4.4 Eingabedaten

### 4.4.1 Quelle und Typ der Eingabedaten

Wenn keine Europäische Norm als Bezugsdokument angegeben wird, können die erforderlichen Angaben aus nationalen Normen oder anderen geeigneten Dokumenten entnommen werden, und diese sollten, falls verfügbar, benutzt werden. Die informativen Anhänge dieser Norm geben Werte oder Verfahren zur Ermittlung von Werten für den Fall an, dass die benötigten Angaben anderweitig nicht verfügbar sind.

Zur Optimierung eines geplanten Gebäudes oder zur Verbesserung eines vorhandenen Gebäudes müssen die besten verfügbaren Daten und Grundlagen für das bestimmte Gebäude benutzt werden (siehe Anhang A). Wenn jedoch keine besseren Abschätzungen verfügbar sind, so können einschlägige Werte als erste Annäherung benutzt werden.

Zur Vorhersage des Heizenergiebedarfs oder zur Beurteilung der Übereinstimmung mit Normen werden einschlägige Werte angewendet, um die Ergebnisse für verschiedene Gebäude vergleichbar zu machen.

Die Maße des Bauwerkes müssen für die gesamte Berechnung gleich bleiben. Innere, äußere oder insgesamt Innenmaße können benutzt werden, jedoch muss für die gesamte Berechnung derselbe Ansatz eingehalten werden, und der benutzte Ansatz muss im Bericht klar angegeben werden.

**ANMERKUNG** Die Werte einzelner längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizienten hängen vom Typ der benutzten Maße ab.

### 4.4.2 Eingabedaten des Gebäudes

Die Eingabedaten, die für eine Einzonenberechnung benötigt werden, sind unten aufgeführt. Einzelne dieser Angaben können für jeden Berechnungszeitraum unterschiedlich sein (z. B. Verschattungsfaktoren, Luftwechselraten in kalten Monaten).

$V$  inneres Volumen des beheizten Raumes;

$C$  innere wirksame Wärmespeicherfähigkeit des beheizten Raumes nach 7.2 oder

$\tau$  Zeitkonstante des beheizten Raumes;

$\eta_h$  Nutzungsgrad des Heizsystems.

**ANMERKUNG** Entweder wird  $C$  oder  $\tau$  angegeben, nicht beide.

### 4.4.3 Eingabedaten für Wärmeverluste

$H_T$  spezifischer Transmissionswärmeverlustkoeffizient nach EN ISO 13789.

Für Lüftungsverluste werden die folgenden Daten benötigt:

$\dot{V}$  Luftvolumenstrom vom beheizten Raum zur Umgebung.

Zur Bestimmung dieses Luftvolumenstroms können einige der nachfolgenden Größen angewendet werden:

- $n_d$  im Entwurf vorgesehene Luftwechselrate;
- $n_{50}$  Luftwechselrate bei 50 Pa Druckunterschied;
- $\dot{V}_f$  vorgesehener Luftvolumenstrom durch eine Lüftungsanlage;
- $\eta_v$  Nutzungsgrad des Wärmerückgewinnungssystems in der Abluft.

#### 4.4.4 Eingabedaten für Wärmegewinne

$\Phi_i$  durchschnittliche interne Wärmegewinne während des Berechnungszeitraums.

Für verglaste Teile der Gebäudehülle müssen für jede Ausrichtung (z. B. horizontal und senkrecht, Süd, Nord usw.) die folgenden Daten getrennt erhoben werden:

- $A$  Fläche der Öffnung in der Gebäudehülle für jedes Fenster und jede Tür;
- $F_F$  Abminderungsfaktor für Fensterrahmen, d. h. der transparente Anteil der Fläche  $A$ , der nicht durch einen Rahmen eingenommen wird;
- $F_c$  Abminderungsfaktor für Sonnenschutzvorrichtungen, d. h. Anteil der Sonneneinstrahlung, die durch dauernde Sonnenschutzvorrichtungen wirkt;
- $F_s$  Verschattungsfaktor, d. h. durchschnittlich verschatteter Anteil der Fläche  $A$ ;
- $g$  Gesamtenergiedurchlassgrad.

Im Gegensatz zu EN ISO 13789, 5.2 können die täglichen Mittelwerte des Wärmedurchgangskoeffizienten für Fenster mit Abschlüssen auf der Basis der nach EN ISO 10077-1 berechneten Werte angewendet werden, um die Wärmeverluste zu bestimmen.

**ANMERKUNG** Kollektorflächen, die dem beheizten Raum nicht direkt Energie zuführen (z. B. Sonnenkollektoren, die an einem gesonderten Wärmespeicher oder an photoelektrische Zellen angeschlossen sind), sollten in diesem Berechnungsteil nicht berücksichtigt werden. Solche Einrichtungen werden als Teil des Heizsystems betrachtet.

Weitere Daten sollten für Teile der Gebäudehülle erhoben werden, die Heizeinrichtungen und -komponenten zur Ausnutzung der Sonneneinstrahlung enthalten, wie z. B. transparente Wärmedämmung, belüftete Solarwände, Wintergärten usw., wie auch für die Berechnung des Einflusses einer intermittierenden Heizung. Die benötigten Daten sind in den zugehörigen Anhängen aufgeführt.

#### 4.4.5 Klimadaten

- $\theta_e$  monatlicher oder jahreszeitlicher Durchschnitt der Außentemperaturen;
- $I_{sj}$  monatliche oder jahreszeitliche flächenbezogene Strahlungsmenge für einzelne Orientierungen, in  $\text{J/m}^2$ .

#### 4.4.6 Daten zum Bewohnerverhalten

$\theta_i$  Sollinnentemperatur

Zusätzliche Daten sollten ermittelt werden, wenn der Einfluss von wechselnder Beheizung untersucht werden soll. Diese Daten sind im Anhang J aufgeführt.

## 5 Wärmeverluste bei konstanter Innentemperatur

### 5.1 Prinzip

Der Gesamtwärmeverlust  $Q_1$  eines Einzonengebäudes mit gleichmäßiger Innentemperatur ist für einen definierten Zeitraum:

$$Q_1 = H (\theta_i - \theta_e) t \quad (2)$$

Dabei ist:

$\theta_i$  die Sollinnentemperatur;

$\theta_e$  die durchschnittliche Außentemperatur über den Berechnungszeitraum;

$t$  die Länge des Berechnungszeitraums;

$H$  der spezifische Wärmeverlust des Gebäudes:

$$H = H_T + H_V \quad (3)$$

Dabei ist:

$H_T$  der spezifische Transmissionswärmeverlust, berechnet nach EN ISO 13789 (für Teile der Gebäudehülle und Belüftungseinrichtungen siehe Anhang C);

$H_V$  der spezifische Wärmeverlust durch Lüftung (siehe 5.2).

ANMERKUNG  $(\theta_i - \theta_e) t$  bezeichnet Heizgradtage, die in den verschiedenen Ländern in unterschiedlicher Weise definiert werden.

Gleichung (2) kann national angepasst werden, um die Benutzung von Heizgradtagen zu ermöglichen. Das Ergebnis der angepassten Beziehung muss gleichwohl demjenigen nach Gleichung (2) für jedes Wohngebäude entsprechen.

### 5.2 Spezifischer Wärmeverlust durch Lüftung

#### 5.2.1 Prinzip

Der spezifische Wärmeverlust durch Lüftung  $H_V$  wird ermittelt nach:

$$H_V = \dot{V} \rho_a c_a \quad (4)$$

Dabei ist:

$\dot{V}$  der Luftvolumenstrom durch das Gebäude, einschließlich Luftvolumenstrom durch unbeheizte Räume;

$\rho_a c_a$  die wirksame Wärmespeicherfähigkeit der Luft je Raumeinheit.

ANMERKUNG Wenn der Luftvolumenstrom  $\dot{V}$  in  $\text{m}^3/\text{s}$  angegeben wird, dann ist  $\rho_a c_a = 1\,200 \text{ J}/(\text{m}^3 \cdot \text{K})$ . Wenn  $\dot{V}$  in  $\text{m}^3/\text{h}$  angegeben wird, ist  $\rho_a c_a = 0,34 \text{ Wh}/(\text{m}^3 \cdot \text{K})$ .

Der Luftvolumenstrom  $\dot{V}$  kann aus einer angenommenen Luftwechselrate  $n$  nach folgender Gleichung ermittelt werden:

$$\dot{V} = V n \quad (5)$$

Dabei ist  $V$  das Volumen des beheizten Raumes, berechnet auf der Basis der inneren Abmessungen.

### 5.2.2 Mindestbelüftung

Aus Komfort- und hygienischen Gründen wird eine Mindestbelüftung benötigt, wenn das Gebäude bewohnt wird. Die Mindestbelüftung sollte national festgelegt werden, wobei der Gebäudetyp und das Muster der Nutzung für das Gebäude berücksichtigt werden.

ANMERKUNG Wenn keine nationalen Angaben vorliegen, wird für Wohnungen folgender Wert empfohlen (siehe Gleichung (6)). In Gebäuden mit nach Bedarf geregelter Lüftung, in Räumen mit hohen Decken und in Gebäuden mit langen Nutzungsunterbrechungen kann die benötigte Luftwechselrate niedriger liegen.

$$n_{\min} = 0,5 \text{ h}^{-1}, \text{ daraus folgt } \dot{V}_{\min} = 0,5 \text{ V m}^3/\text{h} \quad (6)$$

### 5.2.3 Natürliche Belüftung

Die Gesamtlüftungsrate muss als der jeweils größere Betrag entweder aus dem Mindestluftvolumenstrom  $\dot{V}_{\min}$  oder dem Auslegungsluftvolumenstrom  $\dot{V}_d$  bestimmt werden.

$$\dot{V} = \max [\dot{V}_{\min}; \dot{V}_d] \quad (7)$$

ANMERKUNG Falls keine nationalen Angaben vorliegen, kann die Luftwechselrate den Tabellen F.2 oder F.3 entnommen werden.

### 5.2.4 Maschinelle Lüftungssysteme

Der Gesamtluftvolumenstrom wird als Summe der Luftvolumenströme bestimmt, die sich aus dem durchschnittlichen Luftvolumenstrom  $\dot{V}_f$  des in Betrieb befindlichen Lüftungssystems und einem zusätzlichen Luftvolumenstrom  $\dot{V}_x$ , der durch Wind und Auftrieb bei undichter Gebäudehülle hervorgerufen wird, ergibt:

$$\dot{V} = \dot{V}_f + \dot{V}_x \quad (8)$$

Für Be- und Entlüftungssysteme entspricht  $\dot{V}_f$  dem jeweils größeren Betrag entweder des Zuluftvolumenstroms  $\dot{V}_{\text{sup}}$  oder des Abluftvolumenstroms  $\dot{V}_{\text{ex}}$ .

ANMERKUNG Wenn keine nationalen Angaben vorliegen, kann die Ermittlung des zusätzlichen Luftvolumenstroms  $\dot{V}_x$  wie folgt erfolgen:

$$\dot{V}_x = \frac{V \cdot n_{50} \cdot e}{1 + \frac{f}{e} \left[ \frac{\dot{V}_{\text{sup}} - \dot{V}_{\text{ex}}}{V \cdot n_{50}} \right]^2} \quad (9)$$

Dabei ist:

$n_{50}$  die Luftwechselrate bei einer Druckdifferenz von 50 Pa zwischen innen und außen, wobei die Wirkung von Öffnungen einbezogen ist;

$e$  und  $f$  die Abschirmkoeffizienten, die Anhang F zu entnehmen sind.

Wenn eine maschinelle Belüftung zeitweise betrieben wird, wird der Luftvolumenstrom berechnet nach:

$$\dot{V} = (\dot{V}_0 + \dot{V}_x') (1 - \beta) + (\dot{V}_f + \dot{V}_x) \beta \quad (10)$$

Dabei ist:

- $\dot{V}_f$  der Luftvolumenstrom durch die maschinelle Lüftung;
- $\dot{V}_x$  der zusätzliche Luftvolumenstrom durch Wind und Auftrieb bei eingeschaltetem Ventilator;
- $\dot{V}_0$  der Luftvolumenstrom infolge natürlicher Lüftung, einschließlich des Luftvolumenstroms durch das Kanalnetz eines maschinellen Lüftungssystems bei abgeschaltetem Ventilator;
- $\dot{V}_x'$  der zusätzliche Luftvolumenstrom mit abgeschalteten Ventilatoren infolge von Wind und Kamineffekten:  $\dot{V}_x' = V_{n50} e$ ;
- $\beta$  der Zeitanteil mit eingeschalteten Ventilatoren.

Für maschinelle Lüftungssysteme mit variablem Volumenstrom ist  $\dot{V}_f$  der durchschnittliche Luftvolumenstrom, der durch die Ventilatoren während ihrer Laufzeit gefördert wird.

### 5.2.5 Maschinelle Systeme mit Wärmerückgewinnern

Für Gebäude mit Wärmerückgewinnung aus der Abluft und Erwärmung der Außenluft werden die Wärmeverluste durch das maschinelle Lüftungssystem um den Faktor  $(1 - \eta_v)$  reduziert, wobei  $\eta_v$  der Nutzungsfaktor des Wärmerückgewinnungssystems ist. Der wirksame Luftvolumenstrom für Wärmeverlustberechnungen wird wie folgt ermittelt:

$$\dot{V} = \dot{V}_f (1 - \eta_v) + \dot{V}_x \quad (11)$$

Für Lüftungssysteme mit Wärmerückgewinnung aus der Abluft zur Wassererwärmung oder zur Raumheizung mittels einer Wärmepumpe wird der Luftvolumenstrom ohne Abzüge berechnet. Die Reduzierung des Energiebedarfs als Folge dieser Wärmerückgewinnung ist bei der Berechnung des Energiebedarfs des jeweiligen Lüftungssystems zu berücksichtigen.

## 5.3 Wirkung der Heizunterbrechung

Bei intermittierender Heizung ist der Wärmeverlust reduziert, weil die durchschnittliche Innentemperatur abgesenkt wird. Wärmeverluste bei unterschiedlicher Beheizung können nach Gleichung (2) berechnet werden, wobei die Sollinnentemperatur durch die durchschnittliche Innentemperatur ersetzt wird. Die Reduzierung des Wärmeverlustes kann ebenfalls direkt ermittelt werden.

ANMERKUNG Der Wärmeverlust bei intermittierender Heizung kann unter Benutzung nationaler Verfahren ermittelt werden. Fehlen brauchbare nationale Angaben, gibt Anhang J eine Anleitung zu einem geeigneten Verfahren.

## 6 Wärmegewinne

### 6.1 Gesamtwärmegewinne

Interne Wärmegewinne  $Q_i$  und solare Wärmegewinne  $Q_s$  bilden den Gesamtwärmegewinn  $Q_g$  nach:

$$Q_g = Q_i + Q_s \quad (12)$$

## 6.2 Interne Wärmegewinne

Interne Wärmegewinne  $Q_i$  beinhalten jede Wärme, die im beheizten Raum durch interne Quellen erzeugt wird, die nicht zum Heizsystem gehören, z. B.:

- Wärmeabgabe durch Bewohner;
- Wärmeabgabe von Geräten und Beleuchtungseinrichtungen;
- die Nettowärmegewinne durch die Brauchwasserverteilung und Abwassersysteme.

Durchschnittliche monatliche oder jahreszeitliche Werte sind für eine Berechnung nach dieser Norm geeignet. In diesem Fall ist:

$$Q_i = [\Phi_{ih} + (1 - b) \Phi_{iu}] \times t = \Phi_i t \quad (13)$$

Dabei ist:

- $\Phi_{ih}$  die durchschnittliche Energie der internen Wärmegewinne innerhalb beheizter Räume;
- $\Phi_{iu}$  die durchschnittliche Energie der internen Wärmegewinne in unbeheizten Räumen;
- $\Phi_i$  die durchschnittliche Energie der internen Wärmegewinne;
- $b$  der Abminderungsfaktor nach EN ISO 13789.

**ANMERKUNG** Es gibt bedeutende Abweichungen zwischen Haushalten und unterschiedlichen Klimazonen. Die Bestimmung der Werte sollte deswegen national erfolgen. Wenn keine nationalen Vorgaben vorliegen, wird als Anhaltswert für interne Wärmegewinne  $5 \text{ W/m}^2$  Bodenfläche der beheizten Räume empfohlen.

## 6.3 Solare Wärmegewinne

### 6.3.1 Grundgleichung

Solare Wärmegewinne resultieren aus der Globalstrahlung, wie sie in der Regel für den betrachteten Ort erfasst ist, ferner aus der Orientierung der Kollektorflächen, dauernde Verschattung sowie den solaren Transmissions- und Absorptionscharakteristiken der Kollektorflächen. Die Kollektorflächen, die berücksichtigt werden müssen, sind die Verglasung, die inneren Wände und Böden der der Globalstrahlung ausgesetzten Räume, die Wände hinter transparenten Abdeckungen oder eine transparente Dämmung. Für opake Flächen, die der Sonnenstrahlung ausgesetzt sind, siehe Anhang D.

Für einen vorgegebenen Berechnungszeitraum wird der solare Wärmegewinn nach folgender Gleichung berechnet:

$$Q_s = \sum_j I_{sj} \sum_n A_{snj} \quad (14)$$

Dabei erfasst die erste Summe  $j$  alle Orientierungen und die zweite Summe  $n$  alle Oberflächen, die solare Strahlung aufnehmen.

Dabei ist:

- $I_{sj}$  die Gesamtenergie der Globalstrahlung auf eine Flächeneinheit mit der Ausrichtung  $j$  während des Berechnungszeitraums;
- $A_{snj}$  die solare wirksame Kollektorfläche der Oberfläche  $A_n$  mit der Ausrichtung  $j$ ; das ist die Fläche eines schwarzen Körpers mit denselben solaren Wärmegewinnen wie die betrachtete Oberfläche.

**ANMERKUNG**  $I_{sj}$  kann durch einen Himmelsrichtungsfaktor ersetzt werden, mit dem für eine einzelne Ausrichtung die gesamte Sonnenstrahlung je Flächeneinheit multipliziert wird (z. B. senkrecht, Südlage).

Solare Wärmegewinne in unbeheizten Räumen werden mit einem entsprechenden Abminderungsfaktor ( $1 - b$ ) multipliziert, wie er in EN ISO 13789 definiert ist, und dann zu den solaren Wärmegewinnen der beheizten Räume addiert (siehe Anhang D).

### 6.3.2 Wirksame Kollektorfläche

Die wirksame Kollektorfläche eines verglasten Teiles der Gebäudehülle, z. B. eines Fensters, wird wie folgt ermittelt:

$$A_s = A F_S F_C F_F g \quad (15)$$

Dabei ist:

- $A$  die Öffnungsfläche der Kollektorfläche (z. B. Fensterfläche);
- $F_S$  der Verschattungsfaktor;
- $F_C$  der Abminderungsfaktor für Sonnenschutzvorrichtungen;
- $F_F$  der Faktor für Rahmen, welcher dem Verhältnis der transparenten Fläche zur Gesamtfläche der verglasten Einheit entspricht;
- $g$  der Gesamtenergiedurchlassgrad.

**ANMERKUNG** Nur eine dauernde Verschattung, die nicht in Abhängigkeit zu dem solaren Wärmegewinn oder der Innentemperatur verändert wird, wird im Verschattungsfaktor berücksichtigt. Durch den Benutzer veränderbare oder automatische Sonnenschutzeinrichtungen werden ausdrücklich im Ausnutzungsgrad für Wärmegewinne berücksichtigt.

### 6.3.3 Gesamtenergiedurchlassgrad

Der Gesamtenergiedurchlassgrad  $g$  in Gleichung (15) ist der zeitliche Mittelwert des durchgelassenen Anteils der auf das unverschattete Bauteil auftreffenden Strahlung. Für Fenster oder andere verglaste Teile der Gebäudehülle bietet EN 410 ein Verfahren zur Ermittlung des solaren Energiedurchgangs für Strahlung senkrecht zur Glasfläche. Dieser Wert  $g_{\perp}$  ist etwas größer als der zeitliche Mittelwert des solaren Energiedurchlassgrades, daher muss ein Korrekturfaktor  $F_w$  eingeführt werden:

$$g_w = F_w g_{\perp} \quad (16)$$

**ANMERKUNG** Hinweise zum Verschattungsfaktor zusammen mit typischen Energiedurchlassgraden gibt Anhang G.

### 6.3.4 Verschattungsfaktoren

Der Verschattungsfaktor  $F_S$ , dessen Werte sich zwischen 0 und 1 bewegen, stellt die Reduzierung der auftreffenden Sonnenstrahlung infolge dauernder Verschattung der betroffenen Oberfläche dar, sofern sie eine der folgenden Ursachen hat:

- Verschattung durch andere Gebäude;
- Verschattung durch Geländebeschaffenheit (Hügel, Bäume usw.);
- Bauteilüberstände;
- Verschattung durch andere Teile desselben Gebäudes;
- Positionierung des Fensters im Verhältnis zur Außenfläche der Außenwand.

Der Verschattungsfaktor ist definiert nach:

$$F_S = \frac{I_{s,ps}}{I_s} \quad (17)$$

Dabei ist:

$I_{s,ps}$  die gesamte Sonneneinstrahlung, die durch die Kollektorfläche unter Berücksichtigung dauernder Verschattung während der Heizzeit aufgenommen wird;

$I_s$  die gesamte Sonneneinstrahlung, die von der Kollektorfläche ohne Verschattung aufgenommen würde.

ANMERKUNG Anhang G enthält weitere Informationen zum Verschattungsfaktor.

### 6.3.5 Abminderungsfaktor für Sonnenschutzvorrichtungen

Der Abminderungsfaktor für Sonnenschutzvorrichtungen unterscheidet sich nur dann vom Wert Eins, wenn die Sonnenschutzvorrichtungen dauernd vorhanden sind. Dieser Faktor wird als das Verhältnis definiert zwischen der durchschnittlichen Solarenergie, die in das Gebäude mit Sonnenschutzvorrichtungen gelangt, und der Solarenergie, die ohne Sonnenschutzvorrichtungen in das Gebäude gelangen würde. Der Anteil der Sonneneinstrahlung, der durch die im Innern des Gebäudes angebrachte Sonnenschutzvorrichtung hindurchtritt und der in einer Sonnenschutzvorrichtung in Wärme umgewandelt wird, wird als in das Gebäude gelangte Wärme behandelt.

ANMERKUNG Anhang G enthält Informationen zum Abminderungsfaktor für Sonnenschutzvorrichtungen.

### 6.3.6 Besondere Bauteile

Besondere Bauteile, die solare Energie aufnehmen, wie Wintergärten, vorgesetzte Glasvorbauten, transparente Dämmstoffe und belüftete Teile der Gebäudehülle, bedürfen eines speziellen Berechnungsverfahrens, um deren Wärmeverluste und solaren Wärmegewinne zu ermitteln. Das Verfahren ist für einige solcher Elemente im Anhang C (zusätzliche Wärmeverluste) und Anhang D (solare Wärmegewinne) angegeben.

## 7 Heizwärmebedarf

### 7.1 Wärmebilanz

Wärmeverluste  $Q_l$  und Wärmegewinne  $Q_g$  werden für jeden Berechnungszeitraum ermittelt. Der Heizwärmebedarf wird für jeden Berechnungszeitraum wie folgt ermittelt:

$$Q_h = Q_l - \eta Q_g \quad (18)$$

Dabei werden  $Q_l = 0$  und  $\eta = 0$  gesetzt, wenn die durchschnittliche Außentemperatur höher ist als die Solltemperatur.

Der Ausnutzungsgrad für Wärmegewinne  $\eta$  ist ein Abminderungsfaktor für Wärmegewinne, der in die stationäre Energiebilanz eingeführt wird, um das zeitabhängige Verhalten des Gebäudes zu berücksichtigen.

### 7.2 Ausnutzungsgrad für Wärmegewinne

Unter Annahme einer einwandfreien Regelung des Heizsystems haben folgende Faktoren den größten Einfluss auf den Ausnutzungsgrad für Wärmegewinne: