

Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden
Berechnung des Heizenergiebedarfs
 Wohngebäude
 Deutsche Fassung EN 832 : 1998

DIN
EN 832

ICS 91.140.10

Deskriptoren: Gebäude, Wohngebäude, wärmetechnisches Verhalten,
 Heizenergiebedarf, Berechnung

Thermal performance of buildings – Calculation of energy use for heating –
 Residential buildings; German version EN 832 : 1998

Performance thermique des bâtiments – Calcul des besoins d'énergie pour le chauffage –
 Bâtiments résidentiels; Version allemande EN 832 : 1998

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 im Abschnitt 2 zitierten Europäischen und Internationalen Normen wird im folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen hingewiesen:

prEN ISO 10077-1 siehe E DIN EN 30077

prEN ISO 13786 siehe E DIN EN 33786

prEN ISO 13789 siehe E DIN EN 33789

ANMERKUNG: Für den in der Norm als „längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient“ ψ bezeichneten Begriff wird in Deutschland auch der Begriff „Wärmebrückenverlustkoeffizient“ verwendet.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

E DIN EN 30077

Fenster, Türen und Abschlüsse – Wärmedurchgang – Rechenmethode (ISO/DIS 10077 : 1993); Deutsche Fassung prEN 30077 : 1993

E DIN EN 33786

Wärmeschutz von Bauelementen – Thermische Trägheit – Berechnungsverfahren (ISO/DIS 13786 : 1993); Deutsche Fassung prEN 33786 : 1993

E DIN EN 33789

Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden – Spezifischer Transmissionswärmeverlust – Berechnung (ISO/DIS 13789 : 1993); Deutsche Fassung prEN 33789 : 1993

Fortsetzung 30 Seiten EN

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

– Leerseite –

ICS 91.140.10

Deskriptoren: Wohngebäude, Wärmedämmung, Heizen, Wasserwirtschaft, Berechnung, Wärmebilanz, Wärmeübertragung, thermodynamische Eigenschaft, Wärmedehnung, Wärmeverlust, Leistungsfähigkeit, Klima, Sonnenenergie

Deutsche Fassung

Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden
Berechnung des Heizenergiebedarfs
Wohngebäude

Thermal performance of buildings – Calculation of energy
use for heating – Residential buildings

Performance thermique des bâtiments – Calcul des be-
soins d'énergie pour le chauffage – Bâtiments résidentiels

Diese Europäische Norm wurde von CEN am 1. Juli 1998 angenommen.

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 Zentralsekretariat 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 Zentralsekretariat 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, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, der Tschechischen Republik und dem Vereinigten Königreich.

CEN

EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
European Committee for Standardization
Comité Européen de Normalisation

Zentralsekretariat: rue de Stassart 36, B-1050 Brüssel

Inhalt

	Seite		Seite
Vorwort	2	Anhang E (informativ) Heizende Bauteile in der Gebäudehülle	17
Einleitung	2	Anhang F (informativ) Daten zur Abschätzung der natürlichen Be- und Entlüftung	18
1 Anwendungsbereich	3	Anhang G (informativ) Daten für solare Wärmegewinne	19
2 Normative Verweisungen	3	Anhang H (informativ) Berechnung der wirksamen Wärmespeicherfähigkeit	21
3 Definitionen, Symbole und Einheiten	3	Anhang J (informativ) Wärmeverluste bei Heizunterbrechung und Nachtabenkung	21
4 Überblick über das Berechnungsverfahren und benötigte Daten	5	Anhang K (informativ) Genauigkeit des Verfahrens	25
5 Wärmeverluste bei konstanter Innentemperatur ...	6	Anhang L (informativ) Berechnungsbeispiel	25
6 Wärmegewinne	8	Anhang M (informativ) Literaturhinweise	30
7 Heizwärmebedarf	9	Anhang ZB (informativ) A-Abweichungen: Nationale Abweichung, die auf Rechts- und Verwaltungsvorschriften beruht, deren Änderung zum gegebenen Zeitpunkt außerhalb der Zuständigkeit der CEN-Mitgliedskörperschaft liegt	30
8 Jährlicher Heizwärmebedarf für das Gebäude	10		
9 Energiebedarf für Heizung und Warmwasser	10		
10 Bericht	11		
Anhang A (normativ) Anwendung auf bestehende Gebäude	12		
Anhang B (normativ) Berechnungsverfahren für Mehrzonengebäude	12		
Anhang C (normativ) Zusätzliche Wärmeverluste für besondere Bauteile der Gebäudehülle ...	13		
Anhang D (normativ) Solare Wärmegewinne besonderer Bauteile	15		

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 : 1997)*

EN ISO 13786

Wärmetechnisches Verhalten von Bauteilen – Dynamisch-thermische Kenngrößen – Berechnungsverfahren (ISO 13786 : 1997)*

EN ISO 13789

Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden – Spezifischer Transmissionswärmeverlustkoeffizient – Berechnung (ISO 13789 : 1997)*

3 Definitionen, Symbole und Einheiten

3.1 Definitionen

Für die Anwendung dieser Norm gelten die in ISO 7345 festgelegten sowie folgende 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: Spezifischer 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: Wärme, 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.

*) Norm in Vorbereitung

3.2 Symbole und Einheiten

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

Tabelle 1: Symbole und Einheiten

Symbol	Größe	Einheit
<i>A</i>	Fläche	m ²
<i>a</i>	numerischer Parameter für den Ausnutzungsgrad	–
<i>b</i>	Korrekturfaktor für unbeheizte Bereiche	–
<i>C</i>	wirksame Wärmespeicherfähigkeit einer Zone	J/K
<i>c</i>	spezifische Wärmekapazität	J/(kg · K)
<i>e</i>	Windschutzkoeffizient	–
<i>F</i>	Faktor	–
<i>f</i>	Koeffizient zur Windexposition	–
<i>g</i>	Gesamtenergiedurchlaßgrad	–
<i>H</i>	spezifischer Wärmeverlust	W/K
<i>h</i>	Wärmeübergangskoeffizient	W/(m ² · K)
<i>I</i>	Wärmemenge je Flächeneinheit	J/m ²
<i>l</i>	Länge	m
<i>n</i>	Luftwechselrate	s ⁻¹ oder h ⁻¹
<i>Q</i>	Wärmemenge	J
<i>R</i>	Wärmedurchlaßwiderstand	m ² · K/W
<i>T</i>	thermodynamische Temperatur	K
<i>t</i>	Zeit, Zeitabschnitt	s
<i>U</i>	Wärmedurchgangskoeffizient	W/(m ² · K)
<i>V</i>	Luftvolumen in einer beheizten Zone	m ³
$\dot{V}$	Luftvolumenstrom	m ³ /s
α	Absorptionskoeffizient einer Oberfläche für Sonneneinstrahlung	–
β	Anteil eines Zeitraums mit eingeschaltetem Gebläse	–
γ	Wärmegewinn-/verlustverhältnis	–
δ	Verhältnis der summierten inneren zu äußeren Temperaturunterschieden bei eingeschalteter Belüftung zu der Temperaturdifferenz über den gesamten Berechnungszeitraum	–
ε	Emissionsgrad einer Oberfläche für Wärmestrahlung	–
η	Nutzungsgrad der Heizung, Ausnutzungsgrad für den Wärmegewinn	–
θ	Celsius-Temperatur	°C
κ	Faktor, bezogen auf den Wärmeverlust von belüfteten sonnenbestrahlten Wänden	–
ρ	Dichte	kg/m ³
σ	Stefan-Boltzmann-Konstante ($\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8}$)	W/(m ² · K ⁴)
τ	Zeitkonstante	s
Φ	Wärmestrom	W
χ	Punktbezogener Wärmedurchgangskoeffizient	W/K
Ψ	Längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient	W/(m · K)
ω	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	e	außen, Emission	pp	Auslegungsleistung
D	direkt	ex	Abluft	r	strahlend; wiedergewonnen
E	Abluft	f	Gebläse	s	solar, sonnenbestrahlter Raum, Verschattung
F	Rahmen	g	Gewinne	sup	Bereitstellung
G	Erdreich	gc	Regelung	t	insgesamt, technisch
		ge	Erzeugung	u	nicht beheizt
P	leistungsbezogen	h	Heizung, beheizt	v	belüftet
S	Versorgung; Wintergarten	i	innerer	w	Fenster, Wasser
T	Transmission	<i>j, k, m, n</i>	Hilfsindizes	x	extra, zusätzlich
W	Wand	I	Verlust, Lage	x, y	Zonenbezeichnung
V	Lüftung	nh	nicht beheizt	⊥	senkrecht
a	Luft; tatsächlich	o	Ausgang	0	Basiswert; Bezugswert
c	Kapazität, kontrolliert	p	trennendes Bauteil	50	bei 50 Pa Druckunterschied
d	Auslegung, täglich	ps	dauernd beschattet		

4 Überblick über das Berechnungsverfahren und benötigte Daten

4.1 Energiebilanz

Die Energiebilanz bezieht sich auf folgende Einflußfaktoren (es wird nur fühlbare Wärme betrachtet):

- Transmissions- und Lüftungswärmeverlust vom Innern zur äußeren Umgebung;
- Transmissions- und Lüftungswärmeverluste oder -wärmegewinne gegenüber angrenzenden Zonen;
- nutzbare interne Wärmegewinne, das heißt die genutzte Wärmemenge von den internen Wärmequellen;
- die genutzten solaren Wärmegewinne;
- die Erzeugungs-, Verteilungs-, Abgas- und Regelungswärmeverluste des Heizsystems;
- die Energiezufuhr des Heizsystems.

Die Begriffe der Energiebilanz werden in Bild 1 erläutert.

4.2 Verfahren

Das Berechnungsverfahren für ein betrachtetes Gebäude ist unten angegeben. Zusätzlich muß der Ansatz nach Anhang A beachtet werden, wenn diese Norm auf vorhandene Gebäude angewendet wird.

- 1) Die Hülle des beheizten Raumes und, wenn erforderlich, anderer Zonen und unbeheizter Räume ist nach 4.3 zu bestimmen.
- 2) Gebäude mit nur einer Zone: Der spezifische Wärmeverlust des beheizten Raumes ist nach Abschnitt 5 zu berechnen.
Gebäude mit mehreren Zonen: Das Verfahren nach Anhang B ist zu benutzen.
- 3) Die Solltemperatur und gegebenenfalls die Auslegung der intermittierenden Beheizung sind zu bestimmen.
- 4) Für jahreszeitliche Berechnungen sind die Länge und die Klimadaten der Heizperiode nach 8.2 zu bestimmen.

Danach erfolgt für jeden Berechnungszeitraum:

- 5) die Berechnung des Wärmeverlustes Q_L :
 - a) basierend auf der Annahme einer konstanten Innentemperatur, nach Abschnitt 5;
 - b) 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 WärmEZonen

Wenn erforderlich, kann der beheizte Raum in unterschiedliche WärmEZonen 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 WärmEZonen ist nicht erforderlich, wenn:

- a) die Solltemperaturen der WärmEZonen 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 WärmEZonen 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.

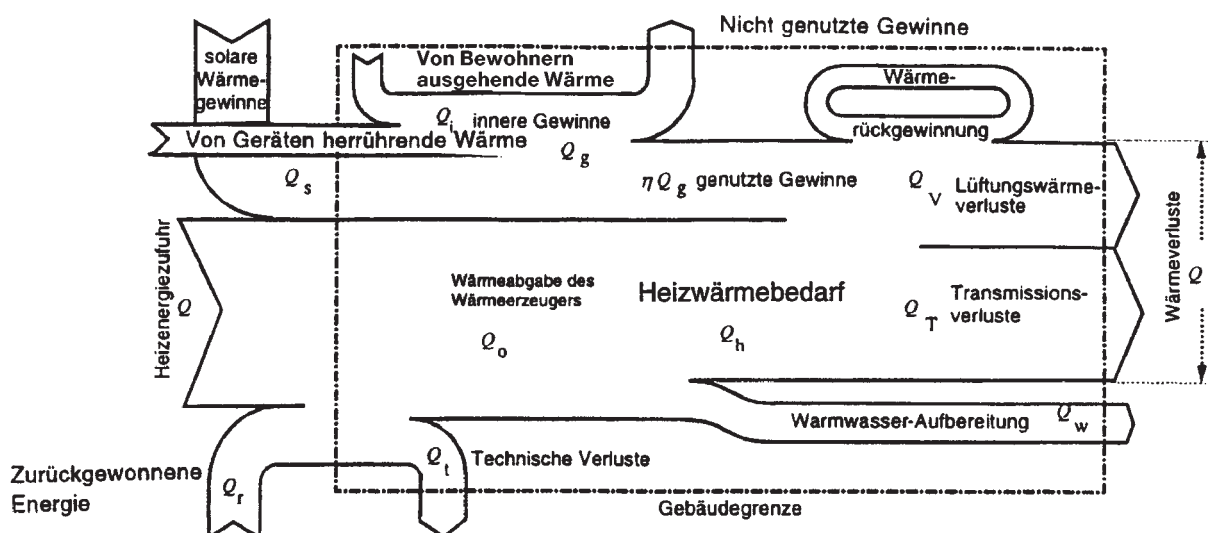


Bild 1: Jährliche Energiebilanz eines Gebäudes

In solchen Fällen gilt das Berechnungsverfahren für eine Wärmezone, 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:

θ_{iz} 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 Ausgangsdaten

4.4.1 Quelle und Typ der Ausgangsdaten

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 Ausgangsdaten des Gebäudes

Die Ausgangsdaten, 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

τ Zeitkonstante des beheizten Raumes;

η_h Nutzungsgrad des Heizsystems.

ANMERKUNG: Entweder wird C oder τ angegeben, nicht beide.

4.4.3 Ausgangsdaten für Wärmeverluste

H_T spezifischer Transmissionswärmeverlustkoeffizient nach EN ISO 13789.

Für Lüftungsverluste werden die folgenden Daten benötigt:

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

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

n_d im Entwurf vorgesehene Luftwechselrate;

n_{50} Luftwechselrate bei 50 Pa Druckunterschied;

$\dot{V}_l$ vorgesehener Luftvolumenstrom durch eine Lüftungsanlage;

η_v Nutzungsgrad des Wärmerückgewinnungssystems in der Abluft.

4.4.4 Ausgangsdaten für Wärmegewinne

Φ_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 5.2 von EN ISO 13789 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

θ_e monatlicher oder jahreszeitlicher Durchschnitt der Außentemperaturen;

I_{sj} monatliche oder jahreszeitliche Strahlungsintensitäten für einzelne Orientierungen, in J/m^2 .

4.4.6 Daten zum Bewohnerverhalten

θ_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_l eines Einzonengebäudes mit gleichmäßiger Innentemperatur ist für einen definierten Zeitraum:

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

Dabei ist:

- θ_i die Sollinnentemperatur;
- θ_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:

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

Dabei ist:

- $\dot{V}$ der Luftvolumenstrom durch das Gebäude, einschließlich Luftvolumenstrom durch unbeheizte Räume;
- $\varrho_a c_a$ die wirksame Wärmespeicherfähigkeit der Luft je Raumeinheit.

ANMERKUNG: Wenn der Luftvolumenstrom $\dot{V}$ in m^3/s angegeben wird, dann ist $\varrho_a c_a = 1200 \text{ J}/(\text{m}^3 \cdot \text{K})$. Wenn $\dot{V}$ in m^3/h angegeben wird, ist $\varrho_a c_a = 0,34 \text{ Wh}/(\text{m}^3 \cdot \text{K})$.

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:

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

In Gebäuden mit nach Bedarf geregelter Lüftung, in Räumen mit hohen Decken und in Gebäuden mit langen Nutzungsunterbrechungen kann die benötigte Luftwechselrate niedriger liegen.

5.2.3 Natürliche Belüftung

Die Gesamtlüftungsrate muß als der jeweils größere Betrag entweder der Mindestluftvolumenstrom $\dot{V}_{\min}$ oder der 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:

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

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: $\dot{V}_x' = V n_{50} e$;
- β 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 η_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:

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

Dabei ist:

- Φ_{ih} die durchschnittliche Energie der internen Wärmegewinne innerhalb beheizter Räume;
- Φ_{iu} die durchschnittliche Energie der internen Wärmegewinne in unbeheizten Räumen;
- Φ_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 W/m² Bodenfläche der beheizten Räume empfohlen.

6.3 Solare Wärmegewinne

6.3.1 Grundgleichung

Solare Wärmegewinne resultieren aus der Sonneneinstrahlung, 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 Sonneneinstrahlung 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 Sonnenschutzrichtungen 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