

DIN EN ISO 13790

ICS 91.140.10

Ersatz für
DIN EN ISO 13790:2004-09 und
DIN EN 832:2003-06

**Energieeffizienz von Gebäuden –
Berechnung des Energiebedarfs für Heizung und Kühlung
(ISO 13790:2008);
Deutsche Fassung EN ISO 13790:2008**

Energy performance of buildings –
Calculation of energy use for space heating and cooling (ISO 13790:2008);
German version EN ISO 13790:2008

Performance énergétique des bâtiments –
Calcul des besoins d'énergie pour le chauffage et le refroidissement des locaux
(ISO 13790:2008);
Version allemande EN ISO 13790:2008

Gesamtumfang 185 Seiten

Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN
Normenausschuss Heiz- und Raumluftechnik (NHRS) im DIN

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 13790:2008) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 163 „Thermal performance and energy use in the built environment“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 89 „Wärmeschutz von Gebäuden und Bauteilen“ (Sekretariat: SIS, Schweden) mit deutscher Mitarbeit erarbeitet.

Der für die deutsche Mitarbeit zuständige Ausschuss im DIN Deutsches Institut für Normung e. V. ist der Gemeinschaftsausschuss NA 005-56-20 GA „Energetische Bewertung von Gebäuden“ (Federführung: NABau) der Normenausschüsse Bauwesen (NABau), Heiz- und Raumluftechnik (NHRS) und Lichttechnik (FNL) im DIN.

Dieses Dokument ersetzt DIN EN ISO 13790:2004-09 und DIN EN 832:2003-06.

In Deutschland wird die EG-Richtlinie 2002/91/EG über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden durch die Energieeinsparverordnung (EnEV) umgesetzt, deren Bewertungsgrundlage die Vornormenreihe DIN V 18599 ist. Im Zusammenhang mit DIN EN ISO 13790 wird insbesondere auf DIN V 18599-2 und DIN V 18599-6 sowie DIN V 4108-6 verwiesen.

Für die in Abschnitt 2 zitierten Internationalen Normen wird im Folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen hingewiesen:

ISO 6946	siehe DIN EN ISO 6946
ISO 7345	siehe DIN EN ISO 7345
ISO 10077-1	siehe DIN EN ISO 10077-1
ISO 13370	siehe DIN EN ISO 13370
ISO 13786	siehe DIN EN ISO 13786
ISO 13789	siehe DIN EN ISO 13789
ISO 15927-4	siehe DIN EN ISO 15927-4

Änderungen

Gegenüber DIN EN ISO 13790:2004-09 und DIN EN 832:2003-06 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) im gesamten Dokument wurden die Aussagen und Gleichungen, die zuvor nur für den Heizbetrieb galten, so erweitert, dass sie nun für den Heiz- als auch für den Kühlbetrieb gelten;
- b) alle Textstellen, die nur für die Monats- oder die Heiz-/Kühlperioden-Berechnungen galten, wurden so erweitert, dass sie nun für Stunden- wie auch Monats-Berechnungsverfahren und Heiz-/Kühlperioden-Berechnungsverfahren gelten;
- c) die Struktur des Dokuments wurde angepasst, um, unabhängig vom Berechnungsverfahren, die gemeinsame Anwendung der Verfahren, Bedingungen und Eingangsdaten zu maximieren;
- d) es wurde ein Monats- (und Heiz-/Kühlperioden)verfahren für das Kühlen mit aufgenommen, das dem in der ersten Ausgabe enthaltenen Verfahren für das Heizen ähnelt;
- e) es wurde ein vereinfachtes Stundenverfahren für das Heizen und Kühlen mit aufgenommen, so dass stunden-, tages- oder wochenbezogene Nutzungsprofile (z. B. Regeleinrichtungen, Nutzerverhalten) leichter behandelt werden können;

- f) für dynamische Simulationsverfahren wurden Verfahren, die den Grenzbedingungen und Eingangsdaten für die Heiz-/Kühlperioden-, Monats- und vereinfachten Stundenverfahren entsprechen, zu den Grenzbedingungen und Eingangsdaten aufgenommen;
- g) das gesamte Dokument wurde gründlich überarbeitet, um es im Hinblick auf die Anwendbarkeit im Kontext der Bauvorschriften zu überprüfen, die ein möglichst geringes Maß an Mehrdeutigkeit und subjektiven Entscheidungen erfordern; sofern erforderlich, werden in Abhängigkeit vom Zweck/der Anwendung der Berechnungen entsprechend der vorangehenden Auflistung und abhängig vom Typ oder der Komplexität des Gebäudes Möglichkeiten für Entscheidungen auf nationaler Ebene entsprechend nationalen Anhängen, nationalen Bauvorschriften oder nationalen Normen, die sich auf dieses Dokument beziehen, angeboten.

Frühere Ausgaben

DIN EN ISO 13790: 2004-09
DIN EN 832: 1998-12, 2003-06

Nationaler Anhang NA (informativ)

DIN EN ISO 6946, *Bauteile — Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient — Berechnungsverfahren*

DIN EN ISO 7345, *Wärmeschutz — Physikalische Größen und Definitionen*

DIN EN ISO 10077-1, *Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen und Abschlüssen — Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten — Teil 1: Allgemeines*

DIN EN ISO 13370, *Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden — Wärmeübertragung über das Erdreich — Berechnungsverfahren*

DIN EN ISO 13786, *Wärmetechnisches Verhalten von Bauteilen — Dynamisch-thermische Kenngrößen — Berechnungsverfahren*

DIN EN ISO 13789, *Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden — Spezifischer Transmissions- und Lüftungswärmedurchgangskoeffizient — Berechnungsverfahren*

DIN EN ISO 15927-4, *Wärme- und feuchtetechnisches Verhalten von Gebäuden — Berechnung und Darstellung von Klimadaten — Teil 4: Stündliche Daten zur Abschätzung des Jahresenergiebedarfs für Heiz- und Kühlsysteme*

Deutsche Fassung

Energieeffizienz von Gebäuden —
Berechnung des Energiebedarfs für Heizung und Kühlung
(ISO 13790:2008)

Energy performance of buildings —
Calculation of energy use for space heating and cooling
(ISO 13790:2008)

Performance énergétique des bâtiments —
Calcul des besoins d'énergie pour le chauffage et le
refroidissement des locaux
(ISO 13790:2008)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 23. Februar 2008 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 Management-Zentrum des CEN 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, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



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

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

Inhalt

Seite

Vorwort	5
Einleitung.....	5
1 Anwendungsbereich	9
2 Normative Verweisungen.....	10
3 Begriffe	11
3.1 Zeitschritte, Zeiträume und Perioden	11
3.2 Räume, Zonen und Bereiche	11
3.3 Temperaturen	12
3.4 Energie.....	13
3.5 Wärmetransfer im Gebäude.....	15
3.6 Wärmeeinträge und rückgewinnbare thermische Verluste der Anlage im Gebäude	16
3.7 Energiebilanz des Gebäudes	17
4 Symbole	17
5 Überblick über die Berechnungsverfahren	20
5.1 Energiebilanz des Gebäudes und der Anlagen	20
5.2 Hauptstruktur des Berechnungsverfahrens	21
5.3 Verschiedene Arten des Berechnungsverfahrens	23
5.4 Hauptkenngrößen der verschiedenen Verfahren	24
5.5 Gesamtenergiebilanzen für Gebäude und Anlagen	25
6 Festlegung der Grenzen und Zonen	26
6.1 Allgemeines.....	26
6.2 Gebäudegrenze für die Berechnung.....	26
6.3 Wärmezonen.....	26
6.4 Bestimmung der konditionierten Nutzfläche A_f	30
7 Heizwärme- und Kühlbedarf des Gebäudes (Nutzenergie)	30
7.1 Verfahrensweise bei der Berechnung	30
7.2 Heizwärme- und Kühlbedarf	31
7.3 Integration oder Isolierung von Wechselbeziehungen in mehreren Schritten	37
7.4 Länge der Heiz- und der Kühlperioden für den Betrieb von Einrichtungen, die von der Länge der Heiz- oder Kühlperiode abhängen	39
8 Wärmetransfer durch Transmission	42
8.1 Verfahrensweise bei der Berechnung	42
8.2 Gesamtwärmetransfer durch Transmission je Gebäudezone	43
8.3 Transmissionswärmetransferkoeffizienten	43
8.4 Eingangsdaten und Grenzbedingungen.....	47
9 Wärmetransfer durch Lüftung	48
9.1 Berechnungsverfahren	48
9.2 Gesamtwärmetransfer durch Lüftung je Gebäudezone — Heiz-/Kühlperiodenverfahren bzw. Monatsverfahren	49
9.3 Lüftungswärmetransferkoeffizienten.....	49
9.4 Eingangsdaten und Grenzbedingungen.....	56
10 Innere Wärmeeinträge	58
10.1 Berechnungsverfahren	58
10.2 Gesamtheit der inneren Wärmeeinträge	59
10.3 Elemente innerer Wärmeeinträge — Alle Verfahren	60
10.4 Eingangsdaten und Grenzbedingungen.....	61

11	Solare Wärmeeinträge.....	65
11.1	Berechnungsverfahren	65
11.2	Gesamtheit der solaren Wärmeeinträge	65
11.3	Elemente solarer Wärmeeinträge	67
11.4	Eingangsdaten und Grenzbedingungen	69
12	Dynamische Parameter.....	74
12.1	Berechnungsverfahren	74
12.2	Dynamische Parameter.....	74
12.3	Grenzbedingungen und Eingangsdaten	80
13	Bedingungen im Innenraum	81
13.1	Unterschiedliche Betriebsarten	81
13.2	Berechnungsverfahren	82
13.3	Grenzbedingungen und Eingangsdaten	90
14	Energiebedarf für die Raumheizung und -kühlung.....	90
14.1	Jährlicher Heizwärme- und Kühlbedarf je Gebäudezone	90
14.2	Jährlicher Heizwärme- und Kühlbedarf je Anlagenkombination.....	91
14.3	Gesamtenergiebedarf der Anlagen für die Raumheizung, -kühlung und -lüftung	91
15	Prüfbericht	96
15.1	Allgemeines	96
15.2	Eingangsdaten	97
15.3	Ergebnisse	97
Anhang A (normativ) Parallele Abläufe in normativen Verweisungen		100
Anhang B (normativ) Mehrzonenberechnung mit Wärmekopplung zwischen den Zonen		105
B.1	Allgemeines	105
B.2	Vereinfachtes Stundenverfahren	105
B.3	Monatsverfahren.....	106
B.4	Alle Verfahren: Eingangsdaten	108
Anhang C (normativ) Vollständiger Satz von Gleichungen für das vereinfachte Stundenverfahren		109
C.1	Einleitung	109
C.2	Berechnung der Wärmeströme von inneren und solaren Wärmequellen	109
C.3	Bestimmung der Lufttemperatur und der operativen Temperatur für einen gegebenen Wert $\phi_{HC,nd}$	110
C.4	Berechnung der Innentemperatur und der erforderlichen Heiz- bzw. Kühlleistung	111
Anhang D (normativ) Alternative Formulierung für das Monats-Kühlverfahren.....		114
D.1	Einleitung	114
D.2	Alternative Formulierung für den Kühlbedarf	114
D.3	Länge der Kühlperiode	114
D.4	Ausnutzungsgrad der Einträge für das Kühlen	115
Anhang E (normativ) Wärmetransfer und solare Wärmeeinträge besonderer Bauteile.....		116
E.1	Anwendungsbereich	116
E.2	Nicht konditionierte Wintergärten	116
E.3	Opake Bauteile mit transparenter Dämmung	119
E.4	Belüftete Solarwände (Trombewände)	121
E.5	Belüftete Bauteile der Gebäudehülle.....	125
Anhang F (normativ) Klimabezogene Daten		128
F.1	Allgemeine Daten	128
F.2	Klimadaten	128
Anhang G (informativ) Vereinfachte Verfahren und Norm-Eingangsdaten		130
G.1	Anwendungsbereich	130
G.2	Auf den Wärmetransfer durch Transmission bezogene vereinfachte Verfahren und Daten	130
G.3	Auf den Wärmetransfer durch Lüftung bezogene vereinfachte Verfahren und Daten — Freie Kühlung und nächtliche Lüftung während des Kühlbetriebs	131

G.4	Auf innere Wärmeeinträge bezogene vereinfachte Verfahren und Daten — Eingangsdaten für innere Wärmeeinträge aufgrund von Personen und Geräten	132
G.5	Auf solare Wärmeeinträge bezogene vereinfachte Verfahren und Daten.....	132
G.6	Auf die Innenraumbedingungen (Sollwerte der Innentemperatur) bezogene vereinfachte Verfahren und Daten	138
G.7	Innere Wärmespeicherfähigkeit	139
G.8	Belegungsdaten	140
Anhang H (informativ) Genauigkeit des Verfahrens		145
H.1	Anwendungsbereich	145
H.2	Ausgewogenheit der Genauigkeit.....	145
H.3	Fehleranalyse	148
H.4	Validierung	150
Anhang I (informativ) Erläuterung und Ableitung monats- und heiz-/kühlperiodenbezogener Ausnutzungsgrade		154
I.1	Anwendungsbereich	154
I.2	Erläuterung.....	154
I.3	Ableitung von Ausnutzungsgraden aus dynamischen Simulationen.....	157
I.4	Verhältnis zwischen Überheizen und Ausnutzungsgrad der Einträge (Heizbetrieb)	162
I.5	Differenz mit dem Gradtag-Verfahren.....	165
Anhang J (informativ) Bearbeitetes Beispiel, vereinfachte Stundenverfahren und Monatsverfahren..		167
J.1	Anwendungsbereich und Hintergrund des Beispiels	167
J.2	Ergebnisse der Berechnungen, vereinfachtes Stundenverfahren	169
J.3	Ergebnisse der Berechnungen, Monatsverfahren	170
Anhang K (informativ) Flussdiagramme für die Berechnungsverfahren		173
K.1	Anwendungsbereich	173
K.2	Heizbetrieb, vereinfachte Situation.....	173
K.3	Heizbetrieb, ausführliche Situation.....	175
K.4	Kühlbetrieb, „mittlerer“ Fall.....	177
Literaturhinweise		180

Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 13790:2008) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 163 „Thermal performance and energy use in the built environment“ in Zusammenarbeit mit dem 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 September 2008, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis September 2008 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Texte dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN [und/oder CENELEC] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Dieses Dokument ersetzt EN ISO 13790:2004 und EN 832:1998.

Dieses Dokument wurde unter einem Mandat (Mandat M/343) erarbeitet, das die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelszone dem CEN erteilt haben, und unterstützt grundlegende Anforderungen der EG-Richtlinie 2002/91/EG zur Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (EPBD). Es ist Teil einer Normenreihe, deren Ziel in einer europäischen Harmonisierung der Verfahrensweise zur Berechnung der Energieeffizienz von Gebäuden besteht. In CEN/TR 15615 ist ein Überblick über die gesamte Normenreihe enthalten.

Es wird auf die Notwendigkeit hingewiesen, EG-Richtlinien zu beachten, die in nationale Bestimmungen umgesetzt wurden. Bestehende nationale Regelungen (mit oder ohne Bezug zu nationalen Normen) können die Umsetzung dieser Europäischen Norm derzeit einschränken.

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO 13790:2008 wurde vom CEN als EN ISO 13790:2008 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Einleitung

Diese Norm gibt (teilweise) die Mittel zur Bewertung des Beitrages von Bauprodukten und der Gebäudeversorgung zur Energieeinsparung und Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden an.

Diese Internationale Norm wurde unter einem Mandat erarbeitet, das die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelszone dem CEN erteilt haben (Mandat M/343), und unterstützt grundlegende Anforderungen der EG-Richtlinie 2002/91/EG über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (EPBD, [26]). Sie ist Teil einer Reihe von Normen, die zum Ziel haben, die Methodik der Berechnung der Energieeffizienz von Gebäuden auf europäischer Ebene zu harmonisieren. Ein Überblick über das gesamte Normenwerk zur Unterstützung der EPBD ist in CEN/TR 15615 [28] enthalten. Siehe auch Anhang A.

Diese Internationale Norm ist Teil einer Reihe von Normen zu Berechnungsverfahren für die Bemessung und Bewertung des wärmetechnischen Verhaltens und der Energieeffizienz von Gebäuden. Sie enthält einen Satz zusammenhängender, jedoch unterschiedlich ausführlicher Berechnungsverfahren zum Energiebedarf für die

Raumheizung und -kühlung eines Gebäudes und zum Einfluss der rückgewinnbaren thermischen Verluste Technischer Gebäudeausrüstungen, wie z. B. der Heiz- und Kühlanlagen.

In Kombination mit weiteren mit der Energieeffizienz von Gebäuden im Zusammenhang stehenden Normen (siehe Bild 1, das einen Überblick über das Berechnungsverfahren und den Zusammenhang mit weiteren Normen zur Energieeffizienz gibt) ist diese Internationale Norm auf Folgendes anwendbar:

- a) Beurteilung der Einhaltung von Vorschriften, die in Form von Energiezielen angegeben sind (mithilfe des Bemessungskennwertes, siehe Anhang A);
- b) Vergleich der Energieeffizienz bei verschiedenen Bemessungsalternativen für ein geplantes Gebäude;
- c) Darstellung eines genormten Energieeffizienzniveaus bestehender Gebäude (berechneter Normkennwert, siehe Anhang A);
- d) Beurteilung der Auswirkungen möglicher Energieeinsparmaßnahmen bei einem bestehenden Gebäude durch Berechnung des Energiebedarfs mit und ohne Energieeinsparmaßnahmen (siehe Anhang A);
- e) Vorhersage des zukünftigen Bedarfs an Energieressourcen auf regionaler, nationaler oder internationaler Ebene durch Berechnung des Energiebedarfs üblicher für den Baubestand repräsentativer Gebäude.

Für Eingangsdaten und ausführliche Berechnungsverfahren, die nicht in dieser Internationalen Norm angegeben sind, wird auf weitere Internationale Normen oder nationale Dokumente verwiesen.

Bei den für diese Internationale Norm erforderlichen Haupteingangsdaten handelt es sich um folgende:

- transmissions- und lüftungsbezogene Eigenschaften;
- Wärmeeinträge durch innere Wärmequellen, solare Eigenschaften;
- Klimadaten;
- Beschreibung des Gebäudes und der Gebäudebauteile, -anlagen und -nutzungen;
- Behaglichkeitsanforderungen (Solltemperaturen und Luftwechselraten);
- Daten im Zusammenhang mit Heiz-, Kühl-, Lüftungs- und Beleuchtungsanlagen sowie Warmwasserversorgungssystemen:
 - Aufteilung des Gebäudes in verschiedene Zonen für die Berechnung (verschiedene Anlagen können verschiedene Zonen erfordern),
 - an das Gebäude abgeführte oder im Gebäude rückgewinnbare bzw. zurückgewonnene Energieverluste (innere Wärmeeinträge, Rückgewinnung der Lüftungswärmeverluste),
 - Luftvolumenstrom und Temperatur der Lüftungszuluft (bei zentraler Vorheizung bzw. Vorkühlung) und zugehöriger Energiebedarf für die Luftzirkulation und das Vorheizen bzw. Vorkühlen,
 - Regeleinrichtungen.

Die wichtigsten Ausgangsdaten dieser Internationalen Norm sind die folgenden:

- jährlicher Heizwärme- und Kühlbedarf;
- jährlicher Energiebedarf für die Raumheizung und -kühlung;

- Länge der Heiz- und der Kühlperiode (hinsichtlich der Betriebszeiten der Anlagen), die den Energie- und Hilfsenergiebedarf von heiz-/kühlperiodenabhängigen Technischen Gebäudeausrüstungen für Heizung, Kühlung und Lüftung beeinflusst.

Zusätzliche Ausgangsdaten sind folgende:

- monatsbezogene Werte des Energiebedarfs (informativ);
- monatsbezogene Werte für die Hauptelemente der Energiebilanz, z. B. Transmission, Lüftung, innere Wärmeeinträge, solare Wärme;
- Beitrag passiver solarer Wärmeeinträge;
- Anlagenverluste (der Heiz-, Kühl-, Lüftungs- und Beleuchtungsanlagen sowie Warmwasserversorgungssysteme), die im Gebäude zurückgewonnen werden.

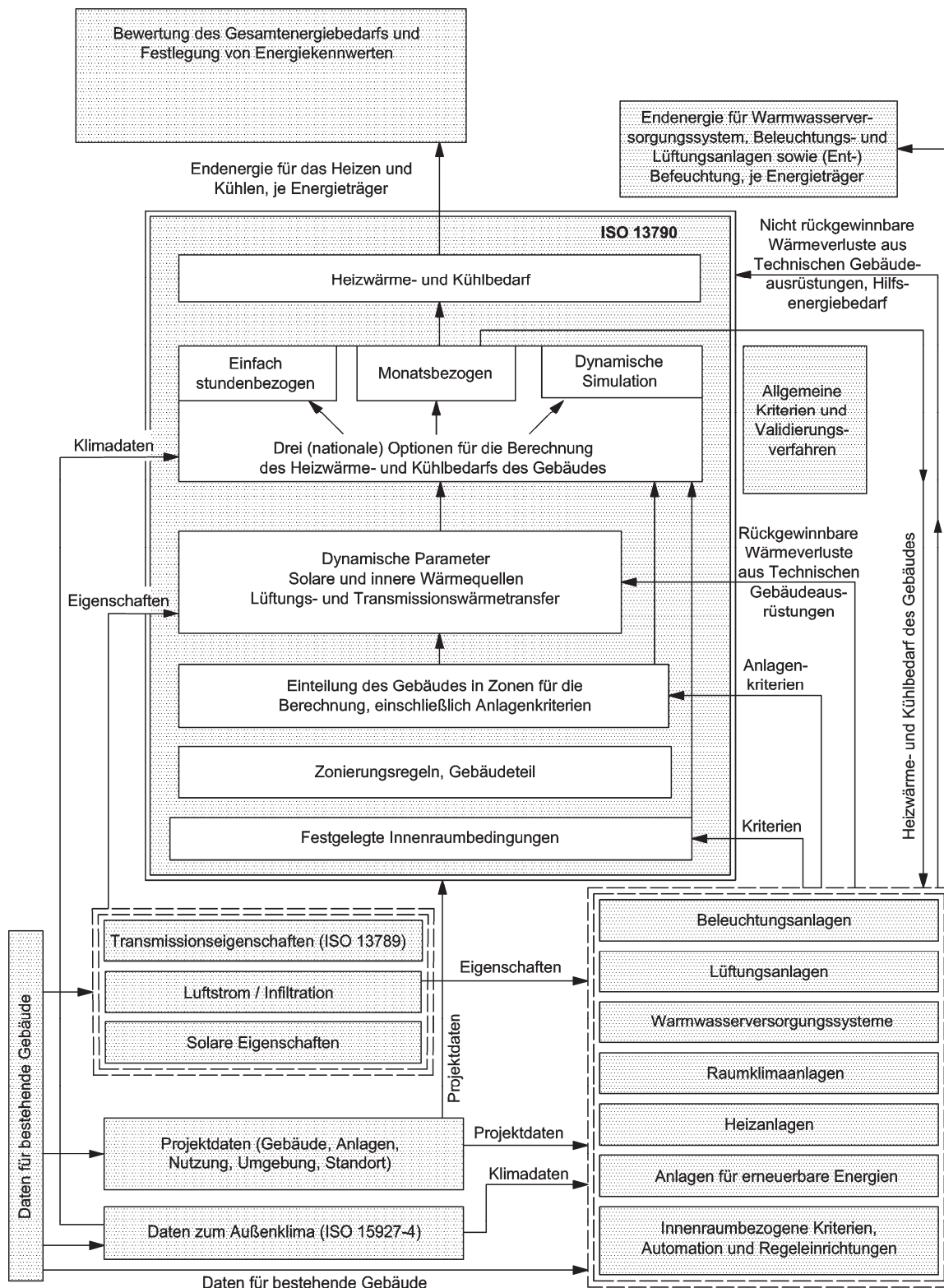


Bild 1 — Flussdiagramm des Berechnungsverfahrens mit Verweisungen auf weitere Normen

1 Anwendungsbereich

Diese Internationale Norm enthält Berechnungsverfahren für die Ermittlung des Jahresenergiebedarfs für die Raumheizung und -kühlung eines Wohngebäudes oder eines Nichtwohngebäudes oder Teile davon, im Folgenden als „das Gebäude“ bezeichnet.

Dieses Verfahren umfasst die Berechnung:

- a) der Wärmeübertragung der Gebäudezone durch Transmission und Lüftung, wenn die Gebäudezone so geheizt bzw. gekühlt wird, dass eine konstante Innentemperatur beibehalten wird;
- b) des Beitrages der inneren und solaren Wärmeeinträge zur Wärmebilanz des Gebäudes;
- c) des jährlichen Energiebedarfs für Heizung und Kühlung zur Aufrechterhaltung der festgelegten Solltemperaturen im Gebäude, ohne Berücksichtigung von latenter Wärme;
- d) des jährlichen Energiebedarfs für Heizung und Kühlung des Gebäudes, unter Anwendung der Eingangsdaten der entsprechenden Systemnormen, auf die in dieser Internationalen Norm verwiesen wird, und die in Anhang A festgelegt sind.

Das Gebäude kann verschiedene Zonen mit unterschiedlichen Solltemperaturen sowie intermittierenden Heiz- und Kühlbetrieb aufweisen.

Bei dem Berechnungszeitraum handelt es sich entweder um einen Monat oder um eine Stunde. Bei Wohngebäuden kann die Berechnung auch auf der Grundlage der Heiz- und/oder der Kühlperiode durchgeführt werden.

Diese Internationale Norm enthält auch ein alternatives vereinfachtes Stundenverfahren, bei dem stundenbezogene Nutzungsprofile (z. B. Zeitschemata hinsichtlich der Temperatursollwerte und Lüftungsverfahren oder des Betriebs beweglicher Sonnenschutzeinrichtungen) angewendet werden.

Verfahren für die Anwendung ausführlicherer Simulationsverfahren zur Sicherstellung der Kompatibilität und Übereinstimmung zwischen der Anwendung und den Ergebnissen der verschiedenen Verfahrenstypen sind angegeben. Diese Internationale Norm enthält beispielsweise allgemeine Regeln für die Grenzbedingungen und die physikalischen Eingangsdaten, die vom gewählten Berechnungsansatz unabhängig sind.

Besonderes Augenmerk wurde auf die Eignung dieser Internationalen Norm zur Anwendung im Rahmen von nationalen oder regionalen Bauvorschriften gerichtet. Dazu gehört die auf Normbedingungen beruhende Berechnung des Energieeffizienzkennwertes eines Gebäudes zur Ausstellung eines Energieausweises. Das Ergebnis kann sich rechtlich auswirken, besonders bei einer Anwendung bei der Beurteilung der Übereinstimmung mit Mindestwerten der Energieeffizienz, die z. B. für die Erteilung einer Baugenehmigung erforderlich sein können. Für derartige Anwendungen ist es wichtig, dass die Berechnungsverfahren eindeutig, wiederholbar und verifizierbar sind. Eine besondere Situation ist die Berechnung der Energieeffizienz von bestehenden alten Gebäuden, wenn die Erfassung sämtlicher erforderlicher Eingangsdaten zu aufwändig und somit nicht kosteneffektiv wäre. In diesem Fall ist es wichtig, dass die Berechnungsverfahren das richtige Verhältnis zwischen Genauigkeit und Kosten der Datenerfassung bieten. Um eine Anwendung in derartigen und anderen Situationen zu ermöglichen, bietet diese Internationale Norm unterschiedliche Wahlmöglichkeiten. Es ist Sache der nationalen Gremien, ob sie eine bestimmte Option als verbindlich wählen, z. B. in Abhängigkeit von der Region im jeweiligen Land, dem Gebäudetyp und seiner Nutzung und dem Zweck der Beurteilung.

Anhang H enthält einige Angaben zur Genauigkeit des Verfahrens.

Diese Internationale Norm wurde für Gebäude erarbeitet, die zur Schaffung eines thermisch behaglichen Klimas für Personen beheizt und/oder gekühlt werden oder werden sollen; sie kann jedoch auch für andere Gebäudetypen oder -nutzungen angewendet werden (z. B. industriell, landwirtschaftlich oder als Schwimmbäder genutzte Gebäude), sofern geeignete Eingangsdaten gewählt werden und die Auswirkung besonderer physikalischer Bedingungen auf die Genauigkeit berücksichtigt wird.

ANMERKUNG 1 Zum Beispiel kann sie angewendet werden, wenn ein besonderes Modell benötigt wird, jedoch nicht vorhanden ist.

Je nach Zweck der Berechnung darf auf nationaler Ebene entschieden werden, für Räume, in denen überwiegend Prozesswärme zum Einsatz kommt (z. B. Schwimmbäder, Computer-/Serverräume oder Restaurantküchen) bestimmte Berechnungsregeln anzugeben.

ANMERKUNG 2 Im Fall eines Gebäudeenergieausweises und/oder einer Baugenehmigung, z. B. durch Außerachtlassen der Prozesswärme oder Anwendung eines Standardwertes der Prozesswärme für bestimmte Prozesse (z. B. Ladengeschäfte: Gefrierschränke, Schaufensterbeleuchtung).

Die Berechnungsverfahren in dieser Internationalen Norm beschränken sich auf fühlbare Wärme und Kühle. Der durch Befeuchtung entstehende Energiebedarf wird nach Anhang A entsprechend der Norm zur Energieeffizienz von Lüftungsanlagen berechnet; in ähnlicher Weise wird der durch Entfeuchtung entstehende Energiebedarf nach Anhang A entsprechend der Norm zur Energieeffizienz von Raumkühlsystemen berechnet.

Die Berechnung wird nicht zur Bestimmung der Notwendigkeit einer maschinellen Kühlung genutzt.

Diese Internationale Norm gilt für Gebäude in der Entwurfsphase und für bestehende Gebäude. Die in dieser Norm direkt oder indirekt geforderten Eingangsdaten sollten den Gebäudeunterlagen oder dem Gebäude selbst entnommen werden können. Ist dies nicht der Fall, wird an den entsprechenden Stellen dieser Norm ausdrücklich darauf hingewiesen, dass auf nationaler Ebene auch andere Informationsquellen zugelassen werden dürfen. In diesem Fall berichtet der Anwender, welche Eingangsdaten und welche Quelle verwendet wurden. Normalerweise wird hinsichtlich der Bewertung der Energieeffizienz für einen Energieausweis auf nationaler oder regionaler Ebene ein Protokoll zur Festlegung der Art der Informationsquellen und den Bedingungen, unter denen diese anstelle der vollständigen erforderlichen Eingangsdaten verwendet werden dürfen, definiert.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

ISO 6946, *Building components and building elements — Thermal resistance and thermal transmittance — Calculation method*

ISO 7345, *Thermal insulation — Physical quantities and definitions*

ISO 10077-1, *Thermal performance of windows, doors and shutters — Calculation of thermal transmittance — Part 1: General*

ISO 13370:2007, *Thermal performance of buildings — Heat transfer via the ground — Calculation methods*

ISO 13786:2007, *Thermal performance of building components — Dynamic thermal characteristics — Calculation methods*

ISO 13789:2007, *Thermal performance of buildings — Transmission and ventilation heat transfer coefficients — Calculation method*

ISO 15927-4, *Hygrothermal performance of buildings — Calculation and presentation of climatic data — Part 4: Hourly data for assessing the annual energy use for heating and cooling*

EN 15217, *Energieeffizienz von Gebäuden — Verfahren zur Darstellung der Energieeffizienz und zur Erstellung des Gebäudeenergieausweises*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach ISO 7345 und die folgenden Begriffe.

3.1 Zeitschritte, Zeiträume und Perioden

3.1.1

Berechnungsschritt

diskretes Zeitintervall für die Berechnung des Energiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Befeuchtung und Entfeuchtung

ANMERKUNG Typische diskrete Zeitintervalle sind eine Stunde, ein Monat oder eine Heiz- und/oder Kühlperiode, Betriebsarten und Intervallbereiche (en: bins).

3.1.2

Berechnungszeitraum

Zeitraum, über den die Berechnung erfolgt

ANMERKUNG Der Berechnungszeitraum kann in eine Anzahl von Berechnungsschritten unterteilt werden.

3.1.3

Heiz- bzw. Kühlperiode

Periode des Jahres, während der ein signifikanter Heizwärme- bzw. Kühlbedarf besteht

ANMERKUNG 1 Die Länge der Heiz- und der Kühlperioden wird in Abhängigkeit der Art des Berechnungsverfahrens bestimmt. Die Länge der Heiz-/Kühlperiode wird zur Bestimmung der Betriebsdauer von technischen Anlagen oder von heiz-/kühlperiodenabhängigem Nutzerverhalten, z. B. bei der Lüftung, verwendet.

ANMERKUNG 2 Diese Internationale Norm umfasst ein Heiz-/Kühlperiodenverfahren, das als Berechnungsschritt eine festgelegte Heiz-/Kühlperiodenlänge erfordert, die von der tatsächlichen Länge der Heiz-/Kühlperiode zu unterscheiden ist.

3.1.4

Leerstandszeit

Zeitraum von mehreren Tagen oder Wochen ohne Heizung oder Kühlung, z. B. aufgrund von Ferien/Urlaub

3.2 Räume, Zonen und Bereiche

3.2.1

beheizter Raum

Raum oder Raumgruppe, für den/die zu Berechnungszwecken eine Aufheizung auf eine gegebene Solltemperatur bzw. auf gegebene Solltemperaturen angenommen wird

3.2.2

gekühlter Raum

Raum oder Raumgruppe, für den/die zu Berechnungszwecken eine Abkühlung auf eine gegebene Solltemperatur bzw. auf gegebene Solltemperaturen angenommen wird

3.2.3

konditionierter Raum

beheizter und/oder gekühlter Raum

ANMERKUNG Die beheizten und/oder gekühlten Räume dienen der Festlegung der Grenzen der Wärmezonen und der thermischen Hülle.

3.2.4

nicht konditionierter Raum

Raum oder Raumgruppe, der/die nicht Teil des konditionierten Raumes ist

3.2.5

konditionierte Zone

Teil eines konditionierten Raumes mit einer gegebenen Solltemperatur bzw. mit gegebenen Solltemperaturen, für den angenommen wird, dass das gleiche Nutzungsmuster vorliegt, und dass die räumlichen Schwankungen der Innentemperatur über den gesamten Bereich vernachlässigbar sind, und der durch eine einzige Heiz-, Kühl- und/oder Lüftungsanlage oder durch verschiedene Anlagen mit gleichem Nutzungsgrad geregelt wird

3.2.6

konditionierte Fläche

Geschossfläche (d. h. Nutzfläche) von konditionierten Räumen, mit Ausnahme von nicht bewohnbaren Kellern oder nicht bewohnbaren Teilen eines Raumes; bei mehreren Geschossen ist die Nutzfläche sämtlicher Geschosse eingeschlossen

ANMERKUNG 1 Es können Innen-, Gesamt-Innen- oder Außenmaße verwendet werden. Dies führt zu unterschiedlichen Flächen für dasselbe Gebäude.

ANMERKUNG 2 Einige Versorgungen, wie Beleuchtung oder Lüftung, könnten für Flächen bereitgestellt werden, die nicht in dieser Definition enthalten sind (z. B. für einen Parkbereich).

ANMERKUNG 3 Die genaue Definition der konditionierten Fläche wird durch nationale Stellen festgelegt.

ANMERKUNG 4 „Konditionierte Fläche“ kann als die in den Artikeln 5, 6 und 7 der EPBD [26] genannte Nutzfläche verstanden werden, sofern nicht in nationalen Vorschriften eine andere Definition enthalten ist.

3.2.7

Berechnung mit gekoppelten Zonen

Mehrzonenberechnung mit Wärmekopplung zwischen den Zonen unter Berücksichtigung des gesamten Wärmetransfers durch Transmission oder Lüftung oder Infiltration zwischen den Zonen

3.2.8

Berechnung mit ungekoppelten Zonen

Mehrzonenberechnung ohne Wärmekopplung zwischen den Zonen, wobei der gesamte Wärmetransfer durch Transmission oder Lüftung oder Infiltration zwischen den Zonen unberücksichtigt bleibt

3.2.9

Projektionsfläche der Sonnenkollektorbauerteile

Projektion der Bauteiloberfläche auf eine Ebene parallel zu dem transparenten oder transluzenten Teil des Bauteils

ANMERKUNG Bei nicht flachen Bauteilen ist dies die Fläche der gedachten kleinsten Ebene, die den Umfang des Bauteils verbindet.

BEISPIEL Fenster.

3.2.10

projizierte Fläche der Rahmenbauteile

Fläche der Projektion des Rahmenbauteils auf einer Ebene, die parallel zur durch den Rahmen gehaltenen Verglasung oder Scheibe verläuft

BEISPIEL Fensterrahmen.

3.3 Temperaturen

3.3.1

Außentemperatur

Temperatur der Außenluft

ANMERKUNG 1 Für Berechnungen des Transmissionswärmetransfers wird für die Strahlungstemperatur der Außenumgebung angenommen, dass sie der Außenlufttemperatur entspricht; die langwellige Abstrahlung von zum Himmel weisenden Gebäudeteilen an den Himmel wird getrennt berechnet, siehe 11.3.5 und/oder 11.4.6.

ANMERKUNG 2 Die Messung der Außenlufttemperatur ist in ISO 15927-1 definiert.

3.3.2

Innentemperatur

arithmetisches Mittel der Lufttemperatur und der mittleren Strahlungstemperatur im Mittelpunkt einer Zone oder eines Raumes

ANMERKUNG Hierbei handelt es sich um die approximative operative Temperatur nach ISO 7726.

3.3.3

Solltemperatur (der Innentemperatur)

(vorgesehene Mindest-)Innentemperatur, wie sie im normalen Heizbetrieb durch die Regeleinrichtung festgelegt ist, oder (vorgesehene Höchst-)Innentemperatur, wie sie im normalen Kühlbetrieb durch die Regeleinrichtung festgelegt ist

ANMERKUNG Die Werte werden auf nationaler Ebene je nach Raumart und Berechnungszweck festgelegt. Siehe auch die Definition des konditionierten Raumes (3.2.3). Bei Monats- oder Heiz-/Kühlperiodenverfahren kann der Sollwert eine Anpassung an einen intermittierenden Betrieb umfassen, siehe 13.2.2.

3.3.4

Absenkungstemperatur

Mindestinnentemperatur, die während des reduzierten Heizbetriebs aufrechtzuerhalten ist bzw. Höchstinnentemperatur, die während des reduzierten Kühlbetriebs aufrechtzuerhalten ist

3.3.5

intermittierender Heiz- bzw. Kühlbetrieb

Heiz- bzw. Kühlbetrieb, bei dem sich Zeiten mit normalem Heiz- bzw. Kühlbetrieb mit Zeiten, während denen vermindert oder nicht geheizt bzw. gekühlt wird, abwechseln

3.4 Energie

3.4.1

Heizwärme- bzw. Kühlbedarf (Nutzenergie)

Wärme, die an den konditionierten Raum abzuführen oder aus diesem abzuziehen ist, um während eines bestimmten Zeitraumes die vorgesehenen Temperaturbedingungen aufrechtzuerhalten

ANMERKUNG 1 Der Energiebedarf wird berechnet und kann nicht einfach gemessen werden.

ANMERKUNG 2 Der Energiebedarf kann zusätzlichen Wärmetransfer umfassen, der sich aus einer ungleichförmigen Temperaturverteilung und einer nicht idealen Temperaturregelung ergibt, sofern diese durch Anheben (Absenken) der wirksamen Temperatur für das Heizen (Kühlen) berücksichtigt werden und nicht in den Wärmetransfer durch die Heiz- (Kühl-)Anlage einbezogen sind.

3.4.2

Hilfsenergie

elektrische Energie, die von Technischen Gebäudeausrüstungen der Heizung, Kühlung, Lüftung und/oder Trinkwarmwasserbereitung genutzt wird, um die Energieumwandlung zur Deckung des Energiebedarfs zu unterstützen

ANMERKUNG 1 Dazu gehört die Energie für Ventilatoren, Pumpen, Elektronik usw. Elektrische Energie, die einer Lüftungsanlage zum Lufttransport und zur Wärmerückgewinnung zugeführt wird, gilt nicht als Hilfsenergie, sondern als Energiebedarf für die Lüftung (siehe 3.4.11).

ANMERKUNG 2 In ISO 9488 wird der Energiebedarf für Pumpen und Ventile als „parasitic energy“ (de: Hilfsenergie) bezeichnet.

3.4.3

Technische Gebäudeausrüstung

technische Einrichtung für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasserbereitung, Beleuchtung und Stromerzeugung

ANMERKUNG 1 Eine Technische Gebäudeausrüstung kann sich auf eine oder auf mehrere Gebäudeversorgung(en) beziehen (z. B. Heizanlage, Heiz- und Trinkwarmwasserbereitungsanlage).

ANMERKUNG 2 Eine Technische Gebäudeausrüstung besteht aus verschiedenen Teilsystemen.

ANMERKUNG 3 Die Stromerzeugung kann Kraft-Wärme-Kopplungs- und Photovoltaik-Systeme umfassen.

3.4.4

Teilsystem einer Technischen Gebäudeausrüstung

Teil einer Technischen Gebäudeausrüstung, der eine bestimmte Funktion erfüllt (z. B. Wärmeerzeugung, Wärmeverteilung, Wärmeabgabe)

3.4.5

Gebäudeversorgung

Versorgung, die von den Technischen Gebäudeausrüstungen und von Geräten bereitgestellt wird, um die Raumklimabedingungen, das Trinkwarmwasser, die Beleuchtung und sonstige mit der Nutzung des Gebäudes zusammenhängende Leistungen bereitzustellen

3.4.6

thermischer Verlust der Anlage

thermischer Verlust einer Technischen Gebäudeausrüstung für Heizung, Kühlung, Trinkwarmwassererzeugung, Befeuchtung, Entfeuchtung oder Lüftung, der nicht zur Nutzleistung der Anlage beiträgt

ANMERKUNG 1 Ist ein Systemverlust rückgewinnbar, kann er für das Gebäude zu einem inneren Wärmeeintrag werden.

ANMERKUNG 2 Thermische Energie, die unmittelbar im Teilsystem zurückgewonnen wird, gilt nicht als thermischer Verlust der Anlage, sondern als Wärmerückgewinnung und wird in der entsprechenden Systemnorm direkt behandelt.

ANMERKUNG 3 Wärme, die durch die Beleuchtungsanlage oder durch sonstige Einrichtungen abgegeben wird (z. B. Geräte einer Computerausrüstung), ist nicht Teil der thermischen Verluste der Anlage, sondern der inneren Wärmeeinträge.

3.4.7

rückgewinnbarer thermischer Verlust der Anlage

Teil eines thermischen Verlustes einer technischen Anlage, der zurückgewonnen werden kann, um entweder den Heizwärme- oder Kühlbedarf oder den Energiebedarf für die Heiz- bzw. Kühlanlage zu senken

ANMERKUNG 1 Dies hängt davon ab, ob die rückgewinnbaren thermischen Verluste der Anlage direkt als eine Verringerung der Anlagenverluste berücksichtigt werden oder nicht.

ANMERKUNG 2 In dieser Internationalen Norm werden die rückgewinnbaren Verluste der Anlage, sofern sie nicht direkt als Verringerung der Anlagenverluste berücksichtigt werden, als Teil der inneren Wärmeeinträge berechnet. Auf nationaler Ebene kann entschieden werden, die rückgewinnbaren thermischen Verluste der Anlage getrennt von den übrigen inneren Wärmeeinträgen anzugeben.

3.4.8

zurückgewonnener thermischer Verlust der Anlage

Teil eines rückgewinnbaren thermischen Verlustes der Anlage, der zurückgewonnen wurde, um entweder den Heizwärme- oder Kühlbedarf oder den Energiebedarf für die Heiz- bzw. Kühlanlage zu senken

ANMERKUNG Dies hängt davon ab, ob die rückgewinnbaren thermischen Verluste der Anlage direkt als eine Verringerung der Anlagenverluste berücksichtigt werden oder nicht.

3.4.9

Energiebedarf für Raumheizung bzw. -kühlung

Energie, die der Heiz- bzw. Kühlanlage zugeführt wird, um den Heizwärme- bzw. Kühlbedarf zu decken

ANMERKUNG Wenn die Technische Gebäudeausrüstung mehreren Zwecken dient (z. B. Heizung und Trinkwarmwasserbereitung), kann es schwierig sein, den Energiebedarf in die für jeden Zweck benötigte Energie aufzuteilen. Der Bedarf kann als eine kombinierte Größe angegeben werden (z. B. Energiebedarf für Raumheizung und Trinkwarmwasserbereitung).

3.4.10

Endenergie für Raumheizung bzw. -kühlung

Energie, angegeben je Energieträger, die der Technischen Gebäudeausrüstung durch die Systemgrenze zugeführt wird, um den berücksichtigten Bedarf (Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasserbereitung, Beleuchtung, Geräte usw.) zu decken oder um Strom zu erzeugen

ANMERKUNG 1 Bei aktiven Sonnen- und Windenergieanlagen ist die auf Paneele oder Sonnenkollektoren einfallende Sonnenstrahlung bzw. die kinetische Energie des Windes nicht Teil der Energiebilanz des Gebäudes.

ANMERKUNG 2 Die Endenergie kann berechnet oder gemessen werden.

3.4.11

Energiebedarf für die Lüftung

elektrische Energie, die einer Lüftungsanlage zum Lufttransport und zur Wärmerückgewinnung zugeführt wird (die Zuführung der Energie für die Vorheizung oder Vorkühlung der Luft ist dabei nicht eingeschlossen), sowie Energie, die einer Befeuchtungsanlage zugeführt wird, um den Bedarf für die Befeuchtung zu decken

3.4.12

Energiebedarf für die Be- und Entfeuchtung

latente Wärme im Wasserdampf, der einem konditionierten Raum durch eine Technische Gebäudeausrüstung zugeführt oder entzogen wird, um eine bestimmte Mindest- oder Höchstfeuchte innerhalb des Raumes aufrechtzuerhalten

3.4.13

Energiebedarf für sonstige Versorgungen

elektrische Energie, die den Geräten, die sonstige Versorgungen bereitstellen, zugeführt wird

ANMERKUNG Gemeint sind andere Versorgungen als Heizung, Kühlung, Trinkwarmwasserbereitung, Lüftung und Beleuchtung.

3.4.14

Lüftungswärmerückgewinnung

Wärme, die aus der Fortluft zurückgewonnen wird, um den Lüftungswärmetransfer zu verringern

3.5 Wärmetransfer im Gebäude

3.5.1

(spezifischer) Wärmetransferkoeffizient

Quotient aus dem Wärmestrom und der Temperaturdifferenz zwischen zwei Umgebungen; speziell für den Wärmetransferkoeffizient durch Transmission oder Lüftung

ANMERKUNG Im Gegensatz zu einem Wärmeeintrag handelt es sich bei der Triebkraft für den Wärmetransfer um die Differenz zwischen der Temperatur im betrachteten Raum und der Temperatur der Umgebung auf der anderen Seite (im Falle der Transmission) bzw. der Zulufttemperatur (im Falle der Lüftung).

3.5.2

(spezifischer) Transmissionswärmetransferkoeffizient

Quotient aus dem Wärmestrom, der durch Transmission durch eine Gebäudestruktur auftritt, und der Differenz zwischen der Temperatur der Umgebung auf beiden Seiten der Konstruktion

ANMERKUNG Üblicherweise ist das Vorzeichen bei einem Wärmestrom, der den betreffenden Raum verlässt, (Wärmeverlust) positiv.

3.5.3

(spezifischer) Lüftungswärmetransferkoeffizient

Quotient aus dem Wärmestrom durch aufgrund von Infiltration oder Lüftung in einen umschlossenen Raum eintretender Luft und der Differenz der Raumlufttemperatur und der Zulufttemperatur

ANMERKUNG Das Vorzeichen des Koeffizienten ist stets positiv. Üblicherweise ist das Vorzeichen des Wärmestromes positiv, wenn die Zulufttemperatur geringer ist als die Raumlufttemperatur (Wärmeverlust).

3.6 Wärmeeinträge und rückgewinnbare thermische Verluste der Anlage im Gebäude

3.6.1

Wärmeeinträge

Wärme, die innerhalb des konditionierten Raumes erzeugt wird oder in diesen hineingelangt, jedoch durch andere Wärmequellen als die bestimmungsgemäß für das Heizen, das Kühlen oder die Trinkwarmwasserbereitung vorgesehenen erzeugt wird

ANMERKUNG 1 Dies schließt innere Wärmeeinträge und solare Wärmeeinträge ein. Wärmesenken, die Wärme aus dem Gebäude abziehen, werden ebenfalls als Einträge mit einbezogen, jedoch mit einem negativen Vorzeichen versehen. Im Gegensatz zum Wärmetransfer stellt bei einer Wärmequelle (oder einer Wärmesenke) die Differenz zwischen der Temperatur des betrachteten Raumes und der Temperatur der Quelle nicht die Triebkraft für den Wärmestrom dar.

ANMERKUNG 2 Bei Sommerbedingungen stellen Wärmeeinträge mit einem positiven Vorzeichen eine zusätzliche Last für den Raum dar.

3.6.2

innere Wärmeeinträge

Wärme, die innerhalb des Gebäudes durch die Nutzer (fühlbare Stoffwechselwärme) und Geräte wie Haushaltsgeräte, Büroausstattung usw. erzeugt wird, nicht jedoch die Energie, die bestimmungsgemäß für das Heizen, das Kühlen oder die Trinkwarmwasserversorgung bereitgestellt wird

ANMERKUNG 1 In dieser Internationalen Norm werden die rückgewinnbaren thermischen Verluste der Anlage, sofern sie nicht direkt als eine Verringerung der Anlagenverluste berücksichtigt werden, als Teil der inneren Wärmeeinträge behandelt. Auf nationaler Ebene kann entschieden werden, die rückgewinnbaren thermischen Verluste der Anlage getrennt anzugeben.

ANMERKUNG 2 Eingeschlossen sind Quellen, die Wärme von Prozessen (warm) oder für Prozesse (kalt) bereitstellen, und nicht zum Zweck der Heizung, Kühlung oder Trinkwarmwasserbereitung geregelt werden. Die aus dem Gebäude von der Innenraumumgebung zu kalten Quellen (Wärmesenken) abgezogene Wärme ist als Eintrag mit negativem Vorzeichen angegeben.

3.6.3

solare Wärmeeinträge

Wärme, die durch die Sonnenstrahlung erzeugt wird, die direkt oder indirekt (nach der Absorption durch Bauteile) durch Fenster, opake Wände und Dächer oder passive solare Einrichtungen wie z. B. Wintergärten, transparente Dämmungen und Solarwände in ein Gebäude eindringt

ANMERKUNG Aktive solare Einrichtungen, wie z. B. Sonnenkollektoren, werden als Teil der Technischen Gebäudeausrüstung angesehen.

3.6.4

nutzbare Wärmeeinträge

Anteil der inneren und solaren Wärmeeinträge, die zur Verringerung des Heizwärmebedarfs beitragen

3.6.5

solare Bestrahlung

Sonnenstrahlung, die je Flächeninhalt auf eine bestimmte Oberfläche einfällt

3.7 Energiebilanz des Gebäudes

3.7.1

Ausnutzungsgrad der Einträge

Faktor, der die gesamten monatsbezogenen oder heiz-/kühlperiodenbezogenen Wärmeeinträge im Monats- oder Heiz-/Kühlperiodenverfahren auf den für die Verringerung des Heizwärmebedarfs des Gebäudes nutzbaren Teil reduziert

ANMERKUNG Wenn das in Anhang D beschriebene alternative Verfahren zur Anwendung kommt, kann der Faktor im Monats- bzw. Heiz-/Kühlperiodenverfahren bei der Berechnung des Kühlbedarfs des Gebäudes angewendet werden.

3.7.2

Ausnutzungsgrad der Verluste

Faktor, der den gesamten monatsbezogenen Wärmetransfer im Monats- oder Heiz-/Kühlperiodenverfahren auf den für die Verringerung des Kühlbedarfs des Gebäudes nutzbaren Teil reduziert

ANMERKUNG Der übliche Begriff „Verlust“, der sich ursprünglich nur auf den Heizbetrieb bezog, wird für den Ausnutzungsgrad der Verluste beibehalten; wenn die Verluste „negativ“ sind, erfolgt keine Ausnutzung.

3.7.3

Wärmebilanzverhältnis

Quotient aus den monatsbezogenen oder heiz-/kühlperiodenbezogenen Wärmeeinträgen und dem monatsbezogenen oder heiz-/kühlperiodenbezogenen Wärmetransfer

4 Symbole

Tabelle 1 enthält die in dieser Internationalen Norm verwendeten Symbole.

Tabelle 2 enthält die in dieser Internationalen Norm verwendeten Indices.

Tabelle 1 — Symbole und Einheiten

Symbol	Größe	Einheit
A	Fläche	m^2
a	numerischer Parameter für den Ausnutzungsgrad	1
B	Korrekturfaktor für einen nicht konditionierten angrenzenden Raum	1
C	wirksame Wärmespeicherfähigkeit eines konditionierten Raumes	J/K
c	spezifische Wärmekapazität	$\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$
d	Schichtdicke/Spaltdicke	m
E	Energie	MJ
F	Faktor	1
g	solarer Gesamtenergiedurchlassgrad eines Bauteils	1
H	Wärmetransferkoeffizient	W/K
h	flächenbezogener Wärmetransferkoeffizient	$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
I_{sol}	solare Bestrahlungsstärke	W/m^2
L	Länge	m

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Symbol	Größe	Einheit
N	Anzahl	1
Q	Wärme- oder Energiemenge	MJ
q	Wärmestromdichte	W/m ²
q_v	(volumenbezogener) Luftstrom	m ³ /s
R	Wärmedurchlasswiderstand	m ² · K/W
T	thermodynamische Temperatur	K
t	Zeit, Zeitraum	Ms ^a
U	Wärmedurchgangskoeffizient	W/(m ² · K)
V	Luftvolumen in einer konditionierten Zone	m ³
Z	Parameter für den Wärmetransfer durch Solarwände	W/(m ² · K)
α	Absorptionskoeffizient einer Oberfläche für Sonnenstrahlung	1
γ	Wärmebilanzverhältnis	1
ε	Emissionsgrad einer Oberfläche für Wärmestrahlung	1
η	Nutzungsgrad, Ausnutzungsgrad	1
θ	Celsiustemperatur	°C
κ	flächenbezogene Wärmespeicherfähigkeit	J/(m ² · K)
κ_{sw}	Faktor, bezogen auf die Wärmeverluste von belüfteten Solarwänden	1
Λ	dimensionsloses Verhältnis zwischen dem Oberflächeninhalt aller Flächen, die in den Raum weisen, und der Nutzfläche (siehe 7.2.2.2)	1
ρ	Dichte	kg/m ³
σ	Stefan-Boltzmann-Konstante ($\sigma = 5,67 \times 10^{-8}$)	W/(m ² · K ⁴)
τ	Zeitkonstante	h
Φ	Wärmestrom, thermische Leistung	W
χ	punktbezogener Wärmedurchgangskoeffizient	W/K
ψ	längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient	W/(m · K)

^a Für alle Größen, die den Faktor Zeit enthalten (d. h. für Zeitschritte, Zeiträume sowie auch für Luftwechselraten), können als Zeiteinheit anstelle von Sekunden auch Stunden eingesetzt werden, wobei in diesem Fall die Einheit der Energie jedoch Wattstunden (Wh) anstelle von Joule ist. In den meisten Gleichungen werden Megajoule anstelle von Joule für Größen der Wärme oder Energie und Megasekunden anstelle von Sekunden für die Zeit verwendet.

Tabelle 2 — Indices

a	Luft	int	innen (Wärme)	ss	arithmetischer Mittelwert aus der Oberflächen- und der Himmelstemperatur
A	Geräte	is	Leitwertterm ^a	sup	(Luft-)Versorgung
adj	angepasst	L	Beleuchtung (Anlage)	sys	Anlage
an	jährlich/Jahres-	lat	latent	T	Thermisch, Wärme-
AO	akkumulierte Übertemperatur	ls	Verlust	tb	Wärmebrücke
alt	Höhe	m, m	Monat, betreffender Monat	Tot	Gesamt (Anlage)
at	Kopplungsterm ^a	m	massebezogene/r Leitwert oder Wärmespeicherfähigkeit	tot	gesamt

Tabelle 2 (fortgesetzt)

aux	Hilfs-	met	Stoffwechsel	tr	Transmission (Wärmetransfer)
avg	zeitlich gemittelt	mn	mittel (Zeit oder Raum)	u	nicht konditioniert
bh	Aufheizung	ms	Leitwertterm ^a	ut	genutzt
c	Baukörper, Bauteil	nd	Bedarf	V	Lüftung (Anlage)
d	Bemessung, täglich, direkt	noc	Leerstandszeitraum	v	Volumen
C	Kühlung, Kapazität	nrbl	nicht rückgewinnbar	ve	Lüftung (Wärmetransfer)
C,nd	Kühlbedarf (Nutzenergie)	nrvd	nicht zurückgewonnen	W	Warmwasser (Anlage oder Bedarf)
c	konvektiv	nren	nicht erneuerbar	w	Fenster
calc	berechnet	nut	ungenutzt	y, z	Zonenbezeichnung
corr	korrigiert	ob	Hindernisse		
ctr	Regelung	Oc	Nutzer	⊥	senkrecht
cont	kontinuierlich	occ	Belegungszeitraum	0	Basiswert, Bezugswert
day	täglich	off	aus		
dif	diffus	on	ein		
dis	Verteilung	op	opak		
e	außen, Außen-, Gebäudehülle	o	gesamt		
el	Strom	P	leistungsbezogen		
em	Emission/Übergabe	p	Trennwand		
F	Rahmen	pp	Spitzenleistung		
f	Boden	ps	dauernd verschattet		
g	Erdreich	r	ausstrahlend		
gl	Verglasung, verglastes Bauteil	rbl	rückgewinnbar		
gn	Einträge	red	reduziert		
ht	Wärmetransfer	ren	erneuerbar		
h	stundenbezogen	rvd	zurückgewonnen		
hem	hemisphärisch	s	betrachteter Raum		
H	Heizung	se	Außenfläche		
H,nd	Heizwärmebedarf (Nutzenergie)	seas	Heiz-/Kühlperiode		
HC,nd	Heizwärme- und/oder Kühlbedarf (Nutzenergie)	set	Sollwert		
i	innen (Temperatur)	sh	Verschattung		
i,j,k, m,n	Hilfsindices	shut	Abschlüsse		
in	Eingang	si	Innenfläche		
interm	intermittierend	sol	solar (Wärmeeinträge)		

^a Beim vereinfachten Stundenverfahren (siehe 7.2.2).

5 Überblick über die Berechnungsverfahren

5.1 Energiebilanz des Gebäudes und der Anlagen

5.1.1 Einleitung

Je nach Situation wird das Gebäude in mehrere Zonen unterteilt oder als eine einzelne Zone behandelt.

Die Energiebilanz wird in die Energie- bzw. Wärmebilanz auf der Ebene des Gebäudes und die Energiebilanz auf der Ebene der Anlagen unterteilt.

Der Heizwärme- und der Kühlbedarf des Gebäudes werden auf der Grundlage der Wärmebilanz des Gebäudes oder der Gebäudezone(n) berechnet.

Dieser Energiebedarf für die Heizung und Kühlung stellt die Eingangsdaten der Energiebilanz der Heiz- und Kühlanlagen sowie der Lüftungsanlagen dar.

Eine aus mehreren Schritten bestehende Berechnung, die auf nationaler Ebene definiert werden darf, kann erforderlich sein, um z. B. Wechselwirkungen zwischen verschiedenen Zonen (z. B. bei Zonen, die dieselbe(n) Anlage(n) teilen und/oder bei Abführen von Wärme durch dieselbe Anlage) oder zwischen den Anlagen und der Energiebilanz des Gebäudes (z. B. die Wärmebilanz des Gebäudes beeinflussende Wärmeabführung durch die Anlagen) zu berücksichtigen; siehe 7.3.

5.1.2 Energiebilanz auf Gebäudeebene

Die Energie-(Wärme-)Bilanz auf der Ebene des Gebäudes oder der Gebäudezone umfasst die folgenden Aspekte (es wird nur die fühlbare Wärme betrachtet):

- Transmissionswärmetransfer zwischen dem konditionierten Raum und der Außenumgebung, in Abhängigkeit von der Differenz zwischen der Temperatur der konditionierten Zone und der Außentemperatur;
- Lüftungswärmetransfer (durch natürliche Luftzufuhr oder durch eine maschinelle Lüftungsanlage) in Abhängigkeit von der Differenz zwischen der Temperatur der konditionierten Zone und der Zulufttemperatur;
- Transmissions- und Lüftungswärmetransfer zwischen angrenzenden Zonen, in Abhängigkeit von der Differenz zwischen der Temperatur der konditionierten Zone und der Innentemperatur im angrenzenden Raum;
- innere Wärmeeinträge (einschließlich negativer Einträge durch Wärmesenken), z. B. durch Personen, Geräte, Beleuchtung sowie der durch die Heiz-, Kühl- oder Lüftungsanlagen oder Warmwasserversorgungssysteme abgegebenen oder aufgenommenen Wärme;
- solare Wärmeeinträge (direkt, z. B. durch die Fenster, oder indirekt, z. B. durch Absorption der opaken Gebäudeteile);
- Speicherung von Wärme in der Gebäudemasse oder Freisetzung gespeicherter Wärme aus dieser Masse;
- Heizwärmebedarf: wird die Zone beheizt, liefert eine Heizanlage Wärme, um die Innentemperatur auf die geforderte Mindesttemperatur (den Sollwert für das Heizen) anzuheben;
- Kühlbedarf: wird die Zone gekühlt, entzieht eine Kühlanlage Wärme, um die Innentemperatur auf die geforderte Höchsttemperatur (den Sollwert für das Kühlen) abzusenken.

ANMERKUNG Ist die Außentemperatur höher als die Innentemperatur, ist der Wärmetransfer an die Außenumgebung negativ.

Die Gebäudeenergiebilanz kann auch die im Gebäude aus verschiedenen Quellen zurückgewonnene Energie umfassen, beispielsweise zurückgewonnene Lüftungswärmeverluste und rückgewinnbare Verluste aus der Heiz- und Kühlanlage.

Die Berechnungsverfahren dieser Internationalen Norm beschränken sich auf fühlbare Wärme und Kühle; siehe 5.1.3.

In der Wärmebilanz für einen längeren Zeitraum (z. B. einen Monat) ist die Nettomenge der in der Gebäudemasse gespeicherten oder aus dieser freigesetzten Wärme aufgrund des dynamischen Verhaltens vernachlässigbar.

5.1.3 Energiebilanz auf der Ebene der Technischen Gebäudeausrüstung

Der Heizwärme- und Kühlbedarf des Gebäudes wird durch die Energiezufuhr der Heiz- und Kühlanlagen gedeckt.

Auf der Anlagenebene umfasst die Energiebilanz für das Heizen und Kühlen, sofern zutreffend, Folgendes:

- Heizwärme- und Kühlbedarf der Gebäudezone;
- Energie aus Anlagen für erneuerbare Energie;
- Erzeugungs-, Speicherungs-, Verteilungs-, Übergabe- und Regelverluste der Raumheiz- und Kühlanlagen;
- Energieeinsatz für die Raumheiz- und Kühlanlagen;
- Energieeinsatz für zentrale Vorheizung und Vorkühlung der in der Lüftung eingesetzten Luft, einschließlich Transport, thermische Verluste und Regelung;
- Sonderfall: Energielieferung der Raumheiz- bzw. Kühlanlagen (z. B. abgegebener Strom aus Kraft-Wärme-Kopplung).

Die Energiebilanz der Anlage darf auch die in der Anlage aus verschiedenen Quellen zurückgewonnene Energie umfassen.

Der Energiebedarf der Anlage ist in Abschnitt 14 beschrieben. Weitere Einzelheiten zum Energiebedarf auf Anlagenebene sind in den in Anhang A angegebenen entsprechenden Systemnormen enthalten.

Die Berechnungsverfahren dieser Internationalen Norm beschränken sich auf fühlbare Wärme und Kühle. Der Energiebedarf aufgrund von Befeuchtung muss in Übereinstimmung mit der in Anhang A angegebenen entsprechenden Norm zur Energieeffizienz von Lüftungsanlagen berechnet werden; ebenso muss der Energiebedarf aufgrund von Entfeuchtung in Übereinstimmung mit der in Anhang A angegebenen entsprechenden Norm zur Energieeffizienz von Raumkühlungsanlagen berechnet werden.

5.2 Hauptstruktur des Berechnungsverfahrens

Die Hauptstruktur des Berechnungsverfahrens ist im Folgenden zusammengefasst. Weitere Einzelheiten zu den Berechnungsverfahren sind in den jeweiligen einzelnen Abschnitten dargestellt.

- a) Das Berechnungsverfahren ist nach 5.3 zu wählen.
- b) Die Grenzen der Gesamtheit der konditionierten und der nicht konditionierten Räume sind nach 6.2 festzulegen.
- c) Wenn notwendig, sind die Grenzen der verschiedenen Berechnungszonen nach 6.3 festzulegen.
- d) Die Innenraumbedingungen für die Berechnungen (Abschnitt 13), das Außenklima (Anhang F) und sonstige umgebungsbezogene Eingangsdaten sind festzulegen.

- e) Je Zeitschritt und Gebäudezone sind der Heizwärmebedarf $Q_{H,nd}$ und der Kühlbedarf $Q_{C,nd}$ zu berechnen.
- f) Die Ergebnisse für verschiedene Zeitschritte und verschiedene Zonen, die durch dieselben Anlagen versorgt werden, sind zu kombinieren, und der Energiebedarf für Heizen und Kühlen ist nach Abschnitt 14 zu berechnen, wobei die Verlustwärme der Heiz- und der Kühlanlagen zu berücksichtigen ist.
- g) Die Ergebnisse sind für verschiedene Gebäudezonen mit verschiedenen Anlagen zu kombinieren.
- h) Die Betriebslänge der Heiz- und Kühlperiode ist nach 7.4 zu berechnen.
- i) Auf nationaler Ebene darf entschieden werden, je nach Anwendung und Gebäudetyp die Berechnung des Heizwärme- und Kühlbedarfs in mehreren Schritten zu fordern, um z. B. Wechselwirkungen zwischen dem Gebäude und der Anlage oder zwischen angrenzenden Zonen zu berücksichtigen. Die Verfahren sind in 7.3 angegeben.

Eigenschaften oder (übliche) Standardwerte können für Heiz- und Kühlbetrieb unterschiedlich sein.

Mit dem Monatsverfahren kann Heizung und Kühlung im selben Monat durch Berechnung von 12 Monaten Heizbetrieb und 12 Monaten Kühlbetrieb bestimmt werden.

Zu den Schritten der Berechnung, siehe Bild 2. Die eingekreisten Nummern bezeichnen die aufeinander folgenden Berechnungsschritte.

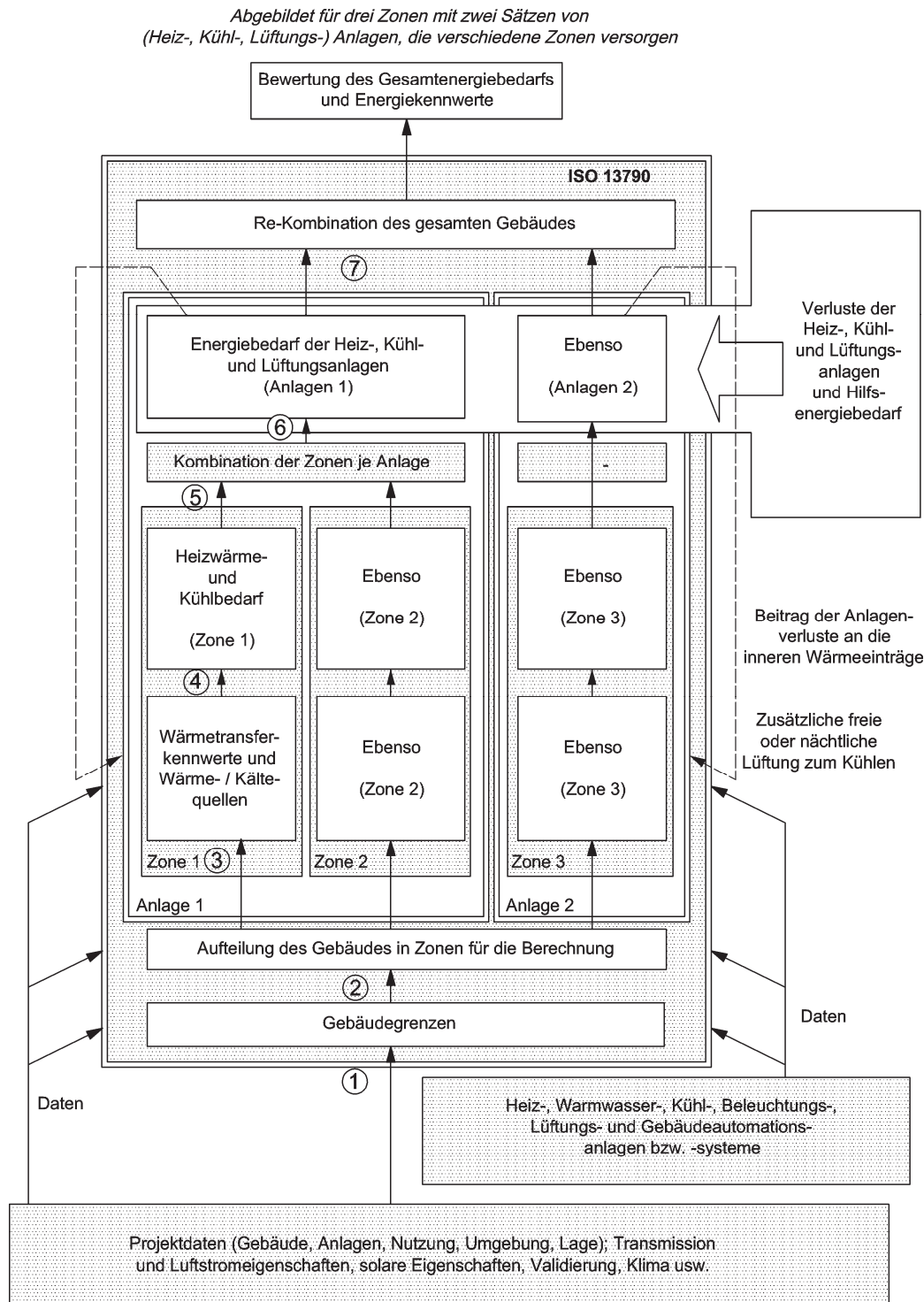


Bild 2 — Flussdiagramm der Hauptschritte bei der Berechnung

5.3 Verschiedene Arten des Berechnungsverfahrens

Es gibt zwei Grundverfahrensarten:

- quasi-stationäre Verfahren, bei denen die Wärmebilanz für eine ausreichend lange Zeit (typischerweise ein Monat oder eine gesamte Heiz-/Kühlperiode) berechnet wird, was die Berücksichtigung von dynamischen Auswirkungen durch einen empirisch bestimmten Ausnutzungsgrad der Einträge und/oder Verluste ermöglicht;
- dynamische Verfahren, bei denen die Wärmebilanz mit kurzen Zeitschritten (typischerweise eine Stunde) berechnet wird, wobei die in der Gebäudemasse gespeicherte und aus dieser freigesetzte Wärme berücksichtigt wird.

Diese Internationale Norm behandelt drei verschiedene Verfahrensarten:

- ein vollständig vorgeschriebenes, quasi-stationäres Monats-Berechnungsverfahren (zuzüglich einer Sonderoption, ein Heiz-/Kühlperiodenverfahren);
- ein vollständig vorgeschriebenes, vereinfachtes dynamisches Stunden-Berechnungsverfahren;
- Berechnungsverfahren bei ausführlichen (z. B. stundenbezogenen) dynamischen Simulationsverfahren.

Die Monats-Berechnung liefert korrekte Ergebnisse auf jährlicher Grundlage; die Ergebnisse für die einzelnen Monate zu Beginn und am Ende der Heiz- und der Kühlperiode können jedoch große relative Fehler aufweisen.

Das alternative vereinfachte Verfahren für die Stunden-Berechnungen wurde hinzugefügt, um die Berechnung durch Anwendung stundenbezogener Nutzungsprofile zu vereinfachen (z. B. Zeitschemata hinsichtlich der Temperatursollwerte und Lüftungsverfahren oder des Betriebs beweglicher Sonnenschutzeinrichtungen und/oder Möglichkeiten der stundenbezogenen Regelung in Abhängigkeit vom Außen- oder Innenklima). Dieses Verfahren ergibt stundenbezogene Ergebnisse, jedoch werden die Ergebnisse für die einzelnen Stunden nicht validiert, und die Ergebnisse für einzelne Stunden können große relative Fehler aufweisen.

Die Verfahren für die Anwendung der ausführlicheren Simulationsverfahren stellen Kompatibilität und Übereinstimmung zwischen den verschiedenen Verfahrensarten sicher. Diese Internationale Norm enthält, unabhängig vom gewählten Berechnungsansatz, gemeinsame Regeln für die Grenzbedingungen und die physikalischen Eingangsdaten.

Auf nationaler Ebene darf entschieden werden, welche dieser drei Verfahrensarten je nach Anwendung (Berechnungszweck) und Gebäudetyp vorgeschrieben sind oder angewendet werden dürfen.

ANMERKUNG Diese Auswahl ist typischerweise von der Art der Gebäudenutzung (Wohngebäude, Büro usw.), der Komplexität des Gebäudes und/oder der Anlagen (Anforderung an die Energieeffizienz, Energieausweis oder empfohlene Energieeinsparmaßnahmen, weitere) abhängig. Zu der Notwendigkeit, zwischen Genauigkeit, Transparenz, Robustheit und Vergleichspräzision eine Ausgewogenheit herzustellen, siehe Anhang H.

5.4 Hauptkenngrößen der verschiedenen Verfahren

5.4.1 Dynamische Verfahren

Bei den dynamischen Verfahren wirkt sich ein plötzlicher Wärmeüberschuss während des Heizbetriebs so aus, dass die Innentemperatur über den Sollwert hinaus ansteigt, wodurch die überschüssige Wärme durch zusätzliche Transmission, Lüftung und Wärmespeicherung abgeführt wird, sofern keine maschinelle Kühlung erfolgt. Auch führt das Herunterschalten oder Abschalten des Thermostats durch die Trägheit des Gebäudes (durch Gebäudemasse freigesetzte Wärme) möglicherweise nicht direkt zu einem Abfall der Innentemperatur. Dies gilt in entsprechender Weise auch für das Kühlen.

Ein dynamisches Verfahren modelliert die Wärmetransmission, den Wärmestrom aufgrund von Lüftung, die Wärmespeicherfähigkeit sowie die inneren solaren Wärmeeinträge in der Gebäudezone. Hierfür bestehen zahlreiche Verfahren, die in ihrer Komplexität von sehr einfach bis sehr ausführlich reichen. Es existieren auch weitere Normen (z. B. EN 15265 [11]), in denen ausführliche Simulationsverfahren oder Leistungskriterien für derartige Verfahren beschrieben sind. In der vorliegenden Internationalen Norm wird eine Umgebung mit

genormten Grenzbedingungen und genormten Eingangs- und Ausgangsdaten beschrieben, durch die die Kompatibilität und Übereinstimmung zwischen den verschiedenen Verfahren ermöglicht wird.

In dieser Internationalen Norm ist ein vereinfachtes Stundenverfahren vollständig festgelegt: ein Dreiknoten-Stundenverfahren.

5.4.2 Quasi-stationäre Verfahren

Bei den quasi-stationären Verfahren werden die dynamischen Auswirkungen durch die Einführung von Korrelationsfaktoren berücksichtigt.

Beim Heizen wird die Tatsache, dass nur ein Teil der inneren und der solaren Wärmeeinträge zur Verringerung des Heizwärmebedarfs verwendet wird und die übrigen Einträge zu einem unerwünschten Anstieg der Innentemperatur über den Sollwert hinaus führen, durch den Ausnutzungsgrad für die inneren und solaren Wärmeeinträge berücksichtigt.

ANMERKUNG 1 Eine ausführlichere Erläuterung des Ausnutzungsgrades der Einträge für das Heizen ist in Anhang I enthalten.

Die Auswirkungen der Wärmeträgheit im Falle des intermittierenden Heizbetriebs oder bei Abschaltungen werden getrennt berücksichtigt; siehe Abschnitt 13.

Für das Kühlen bestehen zwei verschiedene Möglichkeiten, dasselbe Verfahren darzustellen:

- a) Ausnutzungsgrad der Verluste (spiegelbildliche Darstellung des Ansatzes für das Heizen): Ein Ausnutzungsgrad für den Transmissions- und Lüftungswärmetransfer berücksichtigt die Tatsache, dass nur ein Teil des Transmissions- und Lüftungswärmetransfers zur Verringerung des Kühlbedarfs verwendet wird; der „nicht nutzbare“ Transmissions- und Lüftungswärmetransfer erfolgt während der Zeiträume oder in den Intervallen (z. B. in den Nächten), wenn sie keine Auswirkungen auf den während anderer Zeiträume oder Momente auftretenden Kühlbedarf haben (z. B. am Tage);
- b) Ausnutzungsgrad der Einträge (ähnlich wie für das Heizen): Ein Ausnutzungsgrad für die inneren und die solaren Wärmeeinträge berücksichtigt die Tatsache, dass unter der Annahme einer bestimmten maximalen Innentemperatur nur ein Teil der inneren und der solaren Wärmeeinträge durch den Transmissions- und die Lüftungswärmetransfer kompensiert wird. Der andere („nicht nutzbare“) Teil führt zu einem Kühlbedarf, um so einen unerwünschten Anstieg der Innentemperatur über den Sollwert hinaus zu vermeiden.

In der vorliegenden Internationalen Norm wird unter der Kategorie der quasi-stationären Verfahren ein Monats- und Heiz-/Kühlperiodenverfahren für das Heizen und Kühlen nach Verfahren a) festgelegt. Die alternative Formulierung b) des monatsbezogenen Kühlverfahrens findet sich in Anhang D.

ANMERKUNG 2 Eine ausführlichere Erläuterung des Ausnutzungsgrades der Einträge oder Verluste für das Kühlen ist in Anhang I enthalten.

Die Auswirkungen der Wärmeträgheit im Falle des intermittierenden Kühlbetriebs oder bei Abschaltungen werden getrennt berücksichtigt; siehe Abschnitt 13.

Weitere Einzelheiten sind in 7.2.1 enthalten.

5.5 Gesamtenergiebilanzen für Gebäude und Anlagen

Die wichtigsten Aspekte der (zeitlich gemittelten) Energiebilanz für das Heizen und Kühlen sind in einer Reihe von Schaubildern in Anhang K schematisch dargestellt.

6 Festlegung der Grenzen und Zonen

6.1 Allgemeines

Die Verfahren in diesem Abschnitt gelten für alle Berechnungsverfahren: Heiz-/Kühlperiodenverfahren, Monatsverfahren, vereinfachte Stundenverfahren und dynamische Simulationsverfahren.

Zuerst sind die Grenzen des Gebäudes für die Berechnung des Heizwärme- und des Kühlbedarfs festzulegen (siehe 6.2).

Anschließend ist das Gebäude erforderlichenfalls in Berechnungszonen zu unterteilen (siehe 6.3).

Für die Bewertung der Energieeffizienz nach den jeweiligen in Anhang A angegebenen Normen muss der berechnete Energiebedarf für die Heizung und/oder Kühlung in Bezug zu der Nutzfläche gebracht werden. Darüber hinaus sind einige Eingangswerte für einzelne Gebäudezonen nicht bekannt und müssen den einzelnen Zonen anteilig zugeordnet werden, z. B. durch Anwendung der konditionierten Nutzfläche jeder Zone als Wichtungsfaktor. Einige Eingangsdaten hingegen sind für einzelne Gebäuderäume bekannt und müssen für die Gebäudezone zusammengefasst werden. In 6.4 sind die Berechnungsverfahren für die konditionierte Nutzfläche angegeben, die mit den Gebäudegrenzen und (gegebenenfalls) mit der Zonenunterteilung übereinstimmt.

6.2 Gebäudegrenze für die Berechnung

Die Gebäudegrenze für die Berechnung des Heizwärme- und/oder Kühlbedarfs besteht aus allen Bauteilen, die den/die betrachteten konditionierten Raum/Räume von der Außenumgebung (Luft, Erdreich oder Wasser) oder von angrenzenden Gebäuden oder nicht konditionierten Räumen trennen.

Nicht konditionierte Räume dürfen in die Gebäudegrenze mit einbezogen werden, in diesem Fall sind sie jedoch als konditionierte Räume anzusehen.

6.3 Wärmezonen

6.3.1 Allgemeines

Es kann erforderlich sein, ein Gebäude in verschiedene Zonen zu unterteilen, wobei die Berechnung des Heizwärme- und des Kühlbedarfs für jede Zone separat erfolgt.

In Abhängigkeit von den in 6.3.2 festgelegten Bedingungen darf

- das gesamte Gebäude als einzelne Zone modelliert werden,
- das Gebäude in verschiedene Zonen unterteilt werden (Mehrzonenberechnung), wobei die Wärmekopplung zwischen den Zonen berücksichtigt wird,
- das Gebäude in verschiedene Zonen unterteilt werden (Mehrzonenberechnung), wobei die Wärmekopplung zwischen den Zonen nicht berücksichtigt wird.

Die Merkmale nach 6.3.2 gelten für alle Berechnungsverfahren (vereinfacht oder ausführlich), wobei jedoch für ausführliche Verfahren eine weitere Unterteilung erforderlich sein kann.

Die Grenze einer Gebäudezone besteht aus allen Bauteilen, die den/die betrachteten konditionierten Raum/Räume von der Außenumgebung (Luft, Erdreich oder Wasser), von angrenzenden konditionierten Zonen, von angrenzenden Gebäuden oder von nicht konditionierten Räumen trennen.

6.3.2 Merkmale für das Unterteilen in Zonen

6.3.2.1 Merkmale für die Einzonenberechnung

Kleine nicht konditionierte Räume dürfen in eine konditionierte Zone mit einbezogen werden, in diesem Fall sind sie jedoch als konditionierte Räume zu betrachten.

Das Unterteilen des Gebäudes in Wärmezonen ist nicht erforderlich, wenn sämtliche der folgenden Bedingungen auf die Räume innerhalb des Gebäudes zutreffen:

- a) die Solltemperaturen für das Heizen der Räume weichen um nicht mehr als 4 K ab;

ANMERKUNG 1 Der Sollwert ist die für die Berechnung angenommene Mindesttemperatur. Die entsprechenden Werte sind in Abschnitt 13 angegeben.

- b) sämtliche Räume werden nicht maschinell gekühlt oder maschinell gekühlt, und die Solltemperaturen für das Kühlen der Räume weichen um nicht mehr als 4 K ab;
- c) die Räume werden in Übereinstimmung mit den entsprechenden in Anhang A angegebenen Normen zu Heizung bzw. Kühlung (gegebenenfalls) von derselben Heizanlage und derselben Kühlanlage versorgt;
- d) ist/sind eine/mehrere Lüftungsanlage/en vorhanden, die der in Anhang A angegebenen Norm zu Lüftungsanlagen entspricht/entsprechen, werden mindestens 80 % der Nutzfläche der Räume durch dieselbe Lüftungsanlage versorgt (für die übrigen Räume wird dann von einer Versorgung durch die Hauptlüftungsanlage ausgegangen);

ANMERKUNG 2 Diese 80%-Regel wird eingeführt, um die Situation zu vermeiden, in denen zusätzliche Zonen festgelegt werden müssen, um auch kleine Räume wie Flure und Lagerräume zu berücksichtigen, die abweichende Lüftungsanlagen aufweisen.

- e) der Betrag des Luftaustausches in den Räumen, angegeben in Kubikmeter je Quadratmeter Nutzfläche je Sekunde, wie in der in Anhang A angegebenen Norm zu Luftvolumenströmen festgelegt, weicht um nicht mehr als einen Faktor von 4 innerhalb von 80 % der Nutzfläche ab, bzw. die Türen zwischen den Räumen sind wahrscheinlich häufig geöffnet.

ANMERKUNG 3 Eine Unterteilung in Zonen, die auf der Grundlage von erwarteten großen Unterschieden im Wärmebilanzverhältnis für den Heizbetrieb bzw. den Kühlbetrieb erfolgt, ist wünschenswert, wird jedoch in der oben stehenden Auflistung nicht berücksichtigt, da das Wärmebilanzverhältnis selbst von der Unterteilung in Zonen abhängt und die Berechnung der Eingangsdaten zu arbeitsaufwändig ist (insbesondere hinsichtlich der Bestimmung der Flächen von Gebäudeelementen), um mehrmals oder für jeden Raum ausgeführt zu werden.

Gelten eine oder mehrere dieser Bedingungen nicht, wird das Gebäude auf eine Weise in verschiedene Zonen unterteilt, dass sämtliche der Bedingungen für die einzelnen Zonen gelten. Eine weitere Unterteilung in kleinere Zonen ist zulässig.

ANMERKUNG 4 Eine weitere Unterteilung kann z. B. bei unterschiedlicher Belegung, unterschiedlichen inneren Wärmequellen oder unterschiedlicher Beleuchtung als angemessen erachtet werden.

Regeln für die Unterteilung des Gebäudes in Wärmezonen dürfen auch auf nationaler Ebene festgelegt werden, beispielsweise, um besondere Anforderungen der nationalen oder regionalen Bauvorschriften und/oder die Anwendung zu berücksichtigen.

Je nach Berechnungszweck darf auf nationaler Ebene entschieden werden für Räume, in denen überwiegend Prozesswärme zum Einsatz kommt (z. B. Schwimmbäder, Computer-/Serverräume, Restaurantküchen), bestimmte Berechnungsregeln anzugeben.

ANMERKUNG 5 Zum Beispiel im Fall eines Gebäudeenergieausweises und/oder einer Baugenehmigung, Außerachtlassen der Prozesswärme oder Anwendung eines Standardwertes der Prozesswärme für bestimmte Prozesse (z. B. Ladengeschäfte: Gefrierschränke, Schaufensterbeleuchtung).

ANMERKUNG 6 Zum Beispiel, um die Vergleichspräzision bei Mindestanforderungen an die Energieeffizienz sicherzustellen; um das richtige Verhältnis zwischen Genauigkeit und Kosten bei der Inspektion eines (alten) bestehenden Gebäudes sicherzustellen. Siehe auch Anhang H.

ANMERKUNG 7 Innerhalb einer bestimmten Gebäudezone kann weiterhin Wärme von einem oder an ein Verteilsystem einer Heiz- oder Kühlanlage, die eine andere durch die betrachtete Zone führende Gebäudezone versorgt, abgegeben werden.

Das Verfahren für die Einzonenberechnung ist in 6.3.3.1 angegeben.

6.3.2.2 Merkmale für die Mehrzonenberechnung ohne Wärmekopplung zwischen den Zonen

Wird das Gebäude in verschiedene Zonen unterteilt, darf auf nationaler Ebene entschieden werden, ob es zulässig ist, jede Zone unabhängig von den anderen unter Anwendung des Einzonenverfahrens und unter der Annahme adiabatischer Grenzen zwischen den Zonen zu berechnen. Diese Art der Berechnung ist als Mehrzonenberechnung ohne Wärmekopplung zwischen den Zonen festgelegt. Das Berechnungsverfahren ist in 6.3.3.2 angegeben.

ANMERKUNG Die Entscheidung, ob die Wärmekopplung zwischen den Zonen vernachlässigt werden kann, kann vom Zweck der Berechnung und/oder der Komplexität des Gebäudes und seiner Anlagen abhängen.

6.3.2.3 Merkmale für die Mehrzonenberechnung mit Wärmekopplung zwischen den Zonen

Trifft weder die Einzonenberechnung noch die Mehrzonenberechnung ohne Wärmekopplung zwischen den Zonen zu, ist die Berechnung als Mehrzonenberechnung mit Wärmekopplung zwischen den Zonen auszuführen.

Um die Bauvorschriften einzuhalten, sollte beachtet werden, dass eine Mehrzonenberechnung mit Wechselwirkungen zwischen den Zonen

- a) wesentlich mehr und teilweise willkürliche Eingangsdaten (zu den Transmissionseigenschaften sowie zur Richtung und zum Umfang des Luftstroms) und
- b) die Einhaltung der in den Bauvorschriften enthaltenen Beschränkungen bei den Regeln für die Unterteilung in Zonen erfordert (keine innen liegenden Trennwände, Festlegung der Zonen bei kombinierter Nutzung (z. B. gibt es in einem Krankenhaus im Allgemeinen auch einen Bürobereich, einen Restaurantbereich usw.)).

Eine weitere Komplikation kann darin bestehen, dass verschiedene Zonen durch verschiedene Heiz-, Kühl- und Lüftungsanlagen versorgt werden, wodurch sich die Komplexität und die Willkürlichkeit der Eingangsdaten und des Modellierens erhöhen.

Die Berechnungsverfahren sind in 6.3.3.3 angegeben.

6.3.3 Zonenberechnung

6.3.3.1 Einzonenberechnung

6.3.3.1.1 Solltemperaturen

Gilt die Einzonenberechnung, ist die Solltemperatur $\theta_{\text{int,H,set}}$ für das Heizen der Gebäudezone durch Gleichung (1) gegeben:

$$\theta_{\text{int,H,set}} = \frac{\sum_s A_{f,s} \theta_{\text{int,s,H,set}}}{\sum_s A_{f,s}} \quad (1)$$

Dabei ist

- $\theta_{\text{int},s,\text{H},\text{set}}$ die Solltemperatur für das Heizen des Raumes s , bestimmt nach Abschnitt 13, angegeben in Grad Celsius;
- $A_{\text{f},s}$ die konditionierte Nutzfläche des Raumes s , bestimmt nach 6.4, angegeben in Quadratmeter.

Gilt die Einzonenberechnung, ist die Solltemperatur $\theta_{\text{int},\text{C},\text{set}}$ für das Kühlen der Gebäudezone durch Gleichung (2) gegeben:

$$\theta_{\text{int},\text{C},\text{set}} = \frac{\sum_s A_{\text{f},s} \theta_{\text{int},s,\text{C},\text{set}}}{\sum_s A_{\text{f},s}} \quad (2)$$

Dabei ist

- $\theta_{\text{int},s,\text{C},\text{set}}$ die Solltemperatur für das Kühlen des Raumes s , bestimmt nach Abschnitt 13, angegeben in Grad Celsius;
- $A_{\text{f},s}$ die konditionierte Nutzfläche des Raumes s , bestimmt nach 6.4, angegeben in Quadratmeter.

Die Mittelwertbildung erfolgt entweder auf der Basis von heiz-/kühlperiodenspezifischen oder monatsbezogenen Mittelwerten oder stundenbezogenen Werten, je nach Verfahrensart und den entsprechenden in Abschnitt 13 angegebenen Verfahren.

6.3.3.1.2 Weitere Eingangsdaten

Gilt die Einzonenberechnung und enthält die Zone Räume mit unterschiedlicher Gebäudenutzung (innere Wärmeeinträge, Anzahl der Stunden mit Beleuchtung, Anzahl der Stunden mit Lüftung, Luftwechselraten usw.), sind die flächengewichteten Mittelwerte der auf die Gebäudenutzung bezogenen Parameter auf dieselbe Weise anzuwenden wie für die Solltemperatur.

Die Mittelwertbildung erfolgt entweder auf einer heiz-/kühlperiodenbezogenen oder monatsbezogenen Basis, oder es werden stundenbezogene Eingangsdaten verwendet, je nach Verfahrensart und den entsprechenden Verfahren in den jeweiligen Abschnitten.

6.3.3.2 Mehrzonenberechnung, keine Wärmekopplung zwischen den Zonen

Bei der Mehrzonenberechnung ohne Wärmekopplung zwischen den Zonen (Berechnung mit ungekoppelten Zonen) wird kein Wärmetransfer durch Wärmetransmission oder Luftbewegung zwischen den Zonen berücksichtigt.

Die Berechnung mit ungekoppelten Zonen wird als Reihe von unabhängigen Einzonenberechnungen angesehen.

Bei Zonen, die dieselbe Heiz- und Kühlanlage aufweisen, ergeben sich der Heizwärme- und der Kühlbedarf aus der Summe des für die einzelnen Zonen berechneten Energiebedarfs (siehe Abschnitt 14).

Bei Zonen, die nicht dieselbe Heiz- und Kühlanlage aufweisen, ergibt sich der Energiebedarf des Gebäudes aus der Summe des für die einzelnen Zonen berechneten Energiebedarfs (siehe Abschnitt 14).

6.3.3.3 Mehrzonenberechnung, Wärmekopplung zwischen den Zonen

Bei einer Mehrzonenberechnung mit Wärmekopplung zwischen den Zonen (Berechnung mit gekoppelten Zonen) wird der gesamte Wärmetransfer (durch Wärmetransmission oder Luftbewegung) berücksichtigt.

Die Berechnungsverfahren mit gekoppelten Zonen sind in Anhang B angegeben.

ANMERKUNG Siehe 6.3.2.3 für diese Art von Berechnung. Dieses Verfahren wird üblicherweise nur für spezielle Situationen angewendet.

6.4 Bestimmung der konditionierten Nutzfläche A_f

Bei der Nutzfläche innerhalb der Gebäudegrenze handelt es sich um die konditionierte Geschossfläche A_f des Gebäudes (siehe 3.2). Die Art des Maßsystems zur Berechnung von A_f (Innenmaße, Außenmaße oder Gesamtinnenmaße) darf auf nationaler Ebene bestimmt werden, muss jedoch festgelegt werden. Dasselbe gilt für Teile der Geschossfläche innerhalb der Gebäudegrenze, die möglicherweise (nicht) Teil der konditionierten Geschossfläche A_f sind.

ANMERKUNG Teile der Nutzfläche innerhalb der Gebäudegrenzen, die möglicherweise nicht Teil der konditionierten Geschossfläche A_f sind, sind z. B. Flächenbereiche, in denen die Höhe eines Raumes eine festgelegte Höhe unterschreitet, sowie die Fläche von tragenden Wänden. Teile der Nutzfläche innerhalb der Gebäudegrenze, die möglicherweise Teil der konditionierten Geschossfläche A_f sind, sind z. B. die Flächen von nicht tragenden Wänden.

Die konditionierte Geschossfläche einer Gebäudezone wird gegebenenfalls für jede Berechnungszone des Gebäudes auf gleiche Weise bestimmt. Die Summe der konditionierten Geschossflächen sämtlicher Zonen muss gleich der konditionierten Geschossfläche des Gebäudes sein.

Erforderlichenfalls wird die konditionierte Geschossfläche eines Raumes in der Gebäudezone für jeden Raum in der Gebäudezone auf gleiche Weise bestimmt. Die Summe der konditionierten Geschossflächen sämtlicher Räume im Gebäude muss gleich der konditionierten Geschossfläche des Gebäudes sein.

7 Heizwärme- und Kühlbedarf des Gebäudes (Nutzenergie)

7.1 Verfahrensweise bei der Berechnung

Die Verfahrensweise hängt vom Typ des Berechnungsverfahrens, von den Annahmen (zu den Umgebungsbedingungen, dem Nutzerverhalten und Regeleinrichtungen) ab, und die grundlegenden physikalischen Daten müssen für jede Berechnungsart (Heiz-/Kühlperiodenverfahren, Monatsverfahren, vereinfachtes Stundenverfahren und ausführliche Simulation) gleich sein.

Die Berechnung umfasst drei Schritte:

- 1) Berechnung des Heizwärme- und Kühlbedarfs;
- 2) Berechnung der Heiz-/Kühlperiodenlänge für den Betrieb von periodenabhängigen Vorrichtungen;
- 3) mögliche Wiederholung der Berechnung aufgrund der Wechselwirkung zwischen Gebäude und Anlage oder aus anderen, im entsprechenden Abschnitt festgelegten informativen oder normativen Gründen.

Siehe Tabelle 3.

Tabelle 3 — Verfahrensweise bei der Berechnung des Raumheizwärme- und -kühlbedarfs bei den verschiedenen Verfahrensarten

Verfahrensart	Berechnung des Heizwärme- und Kühlbedarfs	Berechnung der Heiz-/Kühlperiodenlänge für den Betrieb von Einrichtungen	Mehrere Schritte
Heiz-/Kühlperioden- bzw. Monatsverfahren	7.2.1	7.4	7.3
Vereinfachtes Stundenverfahren	7.2.2	7.4	7.3
Ausführliches Simulationsverfahren	7.2.3	7.4	7.3

Das Berechnungsverfahren des Raumheizwärme- und -kühlbedarfs der Gebäudezone ist in der folgenden Auflistung zusammengefasst. Bei diesem Teil des Verfahrens werden die Schritte d) und e) der unter 5.2 vorgestellten Hauptstruktur des Berechnungsverfahrens ausführlicher beschrieben.

- a) Die Innenbedingungen nach Abschnitt 13, die klimatischen Bedingungen nach Anhang F und weitere relevante umgebungsbezogene Eingangsdaten sind zu berechnen;
- b) die Kenngrößen für den Wärmetransfer durch Transmission sind nach Abschnitt 8 zu berechnen;
- c) die Kenngrößen für den Lüftungswärmetransfer sind nach Abschnitt 9 zu berechnen;
- d) die inneren Wärmeeinträge sind nach Abschnitt 10 zu berechnen;
- e) die solaren Wärmeeinträge sind nach Abschnitt 11 zu berechnen;
- f) die dynamischen Parameter sind nach Abschnitt 12 zu berechnen.

Mit dem Monatsverfahren kann Heizung und Kühlung im selben Monat durch Berechnung von 12 Monaten Heizbetrieb und 12 Monaten Kühlbetrieb berechnet werden, wobei jeweils die entsprechenden eigenen Parameterwerte (z. B. Lüftung, Wärmerückgewinnung usw.) verwendet werden.

7.2 Heizwärme- und Kühlbedarf

7.2.1 Monats- und Heiz-/Kühlperiodenverfahren

7.2.1.1 Heizwärmebedarf

Für jede Gebäudezone und jeden Berechnungsschritt (Monat oder Heiz-/Kühlperiode) wird der Nutzenergiebedarf des Gebäudes für die Raumheizung $Q_{H,nd}$ bei kontinuierlichem Heizen nach Gleichung (3) berechnet:

$$Q_{H,nd} = Q_{H,nd,cont} = Q_{H,ht} - \eta_{H,gn} Q_{H,gn} \quad (3)$$

Dabei ist (für jede Gebäudezone und für jeden Monat bzw. jede Heiz-/Kühlperiode)

$Q_{H,nd,cont}$	der Heizwärmebedarf des Gebäudes bei kontinuierlichem Heizen, für den ein Wert von größer oder gleich null angenommen wird, angegeben in Megajoule;
$Q_{H,ht}$	der Gesamtwärmetransfer für den Heizbetrieb, bestimmt nach 7.2.1.3, angegeben in Megajoule;
$Q_{H,gn}$	die Gesamtheit der Wärmeeinträge für den Heizbetrieb, bestimmt nach 7.2.1.3, angegeben in Megajoule;
$\eta_{H,gn}$	der dimensionslose Ausnutzungsgrad der Einträge, bestimmt nach 12.2.1.

Für jede Gebäudezone und jeden Berechnungsschritt (Monat oder Heiz-/Kühlperiode) ist der Nutzenergiebedarf des Gebäudes für die Raumheizung $Q_{H,nd}$ bei intermittierendem Heizen und bei den Bedingungen nach 13.1 durch Gleichung (4) gegeben:

$$Q_{H,nd} = Q_{H,nd,interm} \quad (4)$$

Dabei wird $Q_{H,nd,interm}$ nach 13.2.2 bestimmt.

Bei Situationen mit einem langen Zeitraum des Leerstands wird $Q_{H,nd}$ mit der Korrektur nach 13.2.4 bestimmt.

Der Bedarf an latenter Energie für die Befeuchtung ist in dieser Berechnung nicht enthalten.

ANMERKUNG 1 Der Ausnutzungsgrad der Einträge $\eta_{H,gn}$ ist in 5.4.2 erläutert. Dabei handelt es sich im Wesentlichen um eine Funktion des Wärmebilanzverhältnisses und der Wärmeträgheit des Gebäudes, wie in Bild 5 veranschaulicht.

Der Berechnungsschritt für das Heiz-/Kühlperiodenverfahren ist die feststehende Heizperiodenlänge, wie in 7.2.1.4 erläutert. Für das Monatsverfahren beträgt der Berechnungsschritt einen Monat.

ANMERKUNG 2 I.3 stellt ein Verfahren zur Bestimmung der feststehenden Heiz-/Kühlperiodenlänge für das Heiz-/Kühlperiodenverfahren bereit.

7.2.1.2 Kühlbedarf

Für jede Gebäudezone und jeden Berechnungsschritt (Monat oder Heiz-/Kühlperiode) wird der Nutzenergiebedarf für die Raumkühlung $Q_{C,nd}$ bei kontinuierlichem Kühlen nach Gleichung (5) berechnet:

$$Q_{C,nd} = Q_{C,nd,cont} = Q_{C,gn} - \eta_{C,ls} Q_{C,ht} \quad (5)$$

Dabei ist (für jede Gebäudezone und für jeden Monat bzw. jede Heiz-/Kühlperiode)

$Q_{C,nd,cont}$ der Kühlbedarf des Gebäudes bei kontinuierlichem Kühlen, für den ein Wert von größer oder gleich null angenommen wird, angegeben in Megajoule;

$Q_{C,ht}$ der Gesamtwärmetransfer für den Kühlbetrieb, bestimmt nach 7.2.1.3, angegeben in Megajoule;

$Q_{C,gn}$ die Gesamtheit der Wärmeeinträge für den Kühlbetrieb, bestimmt nach 7.2.1.3, angegeben in Megajoule;

$\eta_{C,ls}$ der dimensionslose Ausnutzungsgrad der Wärmeverluste, bestimmt nach 12.2.1.

Für jede Gebäudezone und jeden Berechnungsschritt (Monat oder Heiz-/Kühlperiode) ist der Nutzenergiebedarf des Gebäudes für die Raumkühlung $Q_{C,nd}$ bei intermittierendem Kühlen und bei den Bedingungen nach 13.1 durch Gleichung (6) gegeben:

$$Q_{C,nd} = Q_{C,nd,interm} \quad (6)$$

Dabei wird $Q_{C,nd,interm}$ nach 13.2.2 bestimmt.

Bei Situationen mit einem langen Zeitraum des Leerstands wird $Q_{C,nd}$ mit der Korrektur nach 13.2.4 bestimmt.

Der Bedarf an latenter Energie für die Kühlung (Entfeuchtung) ist in dieser Berechnung nicht enthalten.

ANMERKUNG 1 Das Prinzip des Ausnutzungsgrades der Verluste $\eta_{C,ls}$ ist in 5.4.2 (Kühlung, Verfahren a)) erläutert. Dabei handelt es sich im Wesentlichen um eine Funktion des Wärmebilanzverhältnisses und der Wärmeträgheit des Gebäudes, wie in Bild 6 veranschaulicht. Ein negativer Wert für $Q_{C,ht}$ ist zulässig: In diesem Fall nimmt der Ausnutzungsgrad den Wert 1 an, und demzufolge werden die negativen Verluste als Einträge hinzuaddiert.

Der Berechnungsschritt für das Heiz-/Kühlperiodenverfahren ist die feststehende Kühlperiodenlänge, wie in 7.2.1.4 erläutert. Für das Monatsverfahren beträgt der Berechnungsschritt einen Monat.

ANMERKUNG 2 I.3 stellt ein Verfahren zur Bestimmung der feststehenden Heiz-/Kühlperiodenlänge für das Heiz-/Kühlperiodenverfahren bereit.

7.2.1.3 Gesamtwärmetransfer und Gesamtheit der Wärmeeinträge

Für jede Gebäudezone und jeden Berechnungsschritt (Monat oder Heiz-/Kühlperiode) ist der Gesamtwärmetransfer Q_{ht} durch Gleichung (7) gegeben:

$$Q_{ht} = Q_{tr} + Q_{ve} \quad (7)$$

Dabei ist (für jede Gebäudezone und für jeden Berechnungsschritt)

Q_{tr} der Gesamtwärmetransfer durch Transmission, bestimmt nach Abschnitt 8, angegeben in Megajoule;

Q_{ve} der Gesamtwärmetransfer durch Lüftung, bestimmt nach Abschnitt 9, angegeben in Megajoule.

Die Gesamtheit der Wärmeeinträge Q_{gn} der Gebäudezone für einen bestimmten Berechnungsschritt wird nach Gleichung (8) berechnet:

$$Q_{gn} = Q_{int} + Q_{sol} \quad (8)$$

Dabei ist (für jede Gebäudezone und für jeden Berechnungsschritt)

Q_{int} die Summe der inneren Wärmeeinträge für einen gegebenen Zeitraum, bestimmt nach Abschnitt 10, angegeben in Megajoule;

Q_{sol} die Summe der solaren Wärmeeinträge für einen gegebenen Zeitraum, bestimmt nach Abschnitt 11, angegeben in Megajoule.

7.2.1.4 Heiz-/Kühlperiodenverfahren — Feststehende Länge der Heiz- und der Kühlperiode für die Wärmebilanzberechnung

Die feststehende Länge der Heizperiode ist für die Berechnung des Gesamtwärmetransfers und der Gesamtheit der Wärmeeinträge während der Heizperiode erforderlich. Diese feststehende Länge steht in direktem Zusammenhang mit den Parametern, die die Werte des Ausnutzungsgrades der Einträge bestimmen, (siehe 12.2.1).

Diese Länge darf auf nationaler Ebene bestimmt werden. Anhang I enthält ein Verfahren, das zur Bestimmung der feststehenden Länge der Heiz- und der Kühlperiode für das Heiz-/Kühlperiodenverfahren verwendet werden darf.

7.2.2 Vereinfachtes Stundenverfahren

7.2.2.1 Grundsatz

Das Modell stellt eine Vereinfachung einer dynamischen Simulation dar, um Folgendes zu erreichen:

- der gleiche Grad der Transparenz, Vergleichpräzision und Robustheit wie bei dem Monatsverfahren:
 - eine eindeutig festgelegte, begrenzte Reihe von Gleichungen, die die Rückverfolgbarkeit des Berechnungsprozesses ermöglicht,
 - eine Verringerung der Eingangsdaten auf ein Mindestmaß,
 - eindeutige Verfahrensweisen der Berechnung;
- Hauptvorteil gegenüber dem Monatsverfahren: die stundenbezogenen Zeitintervalle ermöglichen eine direkte Eingabe von stundenbezogenen Zeitschemata.

ANMERKUNG 1 Die Vor- und Nachteile des vereinfachten Stundenverfahrens gegenüber dem Monatsverfahren sind ausführlicher in Anhang H und den Literaturhinweisen [24] beschrieben.

Darüber hinaus bietet das Modell:

- die Erleichterung neuer Entwicklungen durch direkte Anwendung des umzusetzenden physikalischen Verhaltens;
- die Beibehaltung eines angemessenen Genauigkeitsgrades, insbesondere für Gebäude mit konditionierten Räumen, bei denen die Wärmedynamik des Raumverhaltens großen Einfluss hat.

Das angewendete Modell beruht auf einem äquivalenten (RC-)Modell. Bei diesem Modell werden Zeitschritte von einer Stunde angesetzt, und alle Eingangsdaten für Gebäude und Anlagen können stündlich unter Anwendung von Nutzungsprofilen (üblicherweise Stundentabellen auf der Grundlage einer Woche) abgeändert werden.

Das Modell unterscheidet zwischen der Innenlufttemperatur und der mittleren Temperatur der innen liegenden (zur Gebäudezone weisenden) Oberflächen (mittlere Strahlungstemperatur). So kann es grundsätzlich bei Überprüfungen der thermischen Behaglichkeit eingesetzt werden und erhöht die Genauigkeit bei der Berücksichtigung der strahlungs- und konvektionsbezogenen Anteile an den solaren, beleuchtungsbezogenen und inneren Wärmeeinträgen, obgleich die Ergebnisse des vereinfachten Verfahrens auf Stundenebene nicht zuverlässig sind.

Das Berechnungsverfahren beruht auf den Vereinfachungen des Wärmetransfers zwischen dem Innenraum und der Außenumgebung nach Bild 3.

Der Heizwärme- und/oder der Kühlbedarf werden ermittelt durch eine stundenweise Berechnung des Bedarfs an Heiz- bzw. Kühlleistung $\Phi_{HC,nd}$ (für das Heizen positiv und für das Kühlen negativ), die in den Knoten für die Innenluft θ_{air} abgegeben oder aus diesem entzogen werden muss, um einen bestimmten Mindest- oder Höchstwert der Solltemperatur beizubehalten. Die Solltemperatur ist ein gewichteter Mittelwert der Lufttemperatur und der mittleren Strahlungstemperatur. Der Standardwichtungsfaktor ist jeweils 0,5.

Der Wärmetransfer durch Lüftung H_{ve} ist direkt mit dem Knoten für die Lufttemperatur θ_{air} und dem Knoten verbunden, der die Zulufttemperatur θ_{sup} darstellt. Der Wärmetransfer durch Transmission wird in den fensterbezogenen Teil $H_{tr,w}$ für den eine thermische Masse von null angenommen wird, und den übrigen Teil $H_{tr,op}$ untergliedert, der die thermische Masse aufweist, die wiederum aus den beiden Teilen $H_{tr,em}$ und $H_{tr,ms}$ besteht. Die solaren und die inneren Wärmeeinträge werden auf den Knoten für die Luft θ_{air} , den mittleren Knoten θ_s (eine Mischung aus θ_{air} und der mittleren Strahlungstemperatur $\theta_{s,nn}$) sowie den Knoten verteilt, der die Masse der Gebäudezone θ_m darstellt. Die thermische Masse wird durch eine einzelne Wärmespeicherfähigkeit C_m repräsentiert, die zwischen $H_{tr,ms}$ und $H_{tr,em}$ liegt. Zwischen dem Knoten für die Innenluft und dem mittleren Knoten wird ein thermischer Kopplungsleitwert festgelegt. Der Wärmestrom aufgrund der inneren Wärmequellen Φ_{int} und der Wärmestrom aufgrund der solaren Wärmequellen Φ_{sol} werden zwischen den drei Knoten aufgeteilt.

ANMERKUNG 2 „Fensterbezogener Teil“ wird hier als ein Oberbegriff verwendet. Er umfasst auch Türen und sämtliche verglasten Bauteile der Gebäudehülle, jedoch nicht die wärmegeprägten opaken Bauteile.

Die stundenbezogenen Werte des Heizwärme- und/oder Kühlbedarfs $Q_{HC,nd}$, angegeben in Megajoule, werden durch Multiplikation von $\Phi_{HC,nd}$, angegeben in Watt, mit 0,036 erhalten. Auf ähnliche Weise werden die inneren und die solaren Wärmeeinträge Q_{int} bzw. Q_{sol} , angegeben in Megajoule, durch Multiplikation von Φ_{int} bzw. Φ_{sol} , angegeben in Watt, mit 0,036 erhalten.

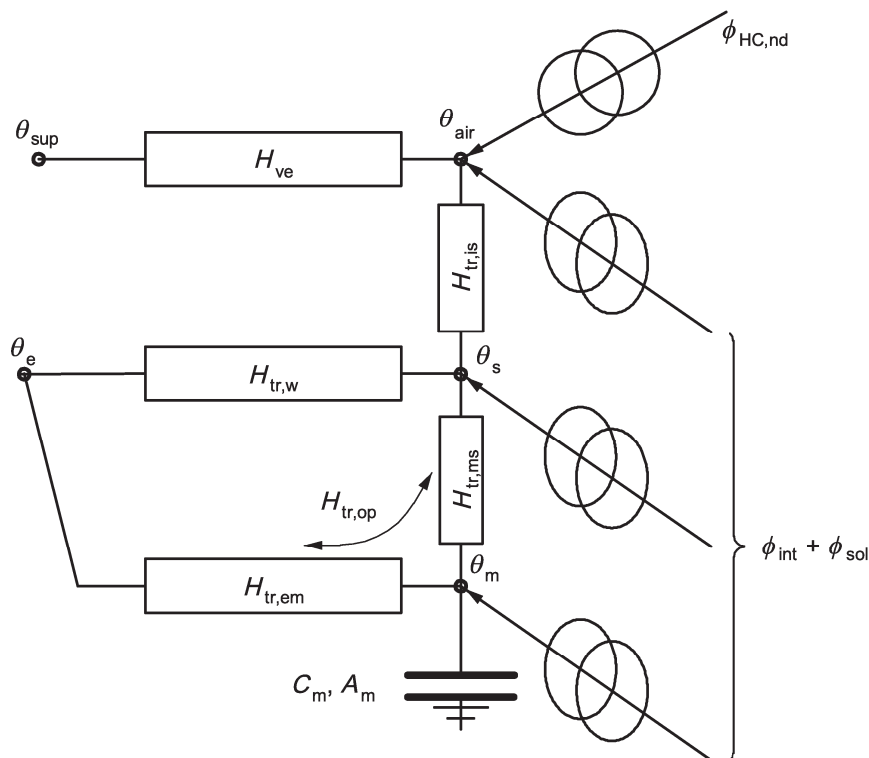


Bild 3 — Modell mit fünf Widerständen und einer Kapazität (5R1C)

7.2.2.2 Hauptvariablen

Die Hauptvariablen für das Modell sind:

- die Wärmetransferkoeffizienten für Transmission $H_{tr,w}$ der Türen, Fenster, Vorhangfassaden und verglasten Wände und $H_{tr,op}$ opaker Bauteile nach 8.3, nach 12.2.2 unterteilt in $H_{tr,em}$ und $H_{tr,ms}$;
- die lüftungsbezogenen Kenngrößen H_{ve} und θ_{sup} , nach 9.3;
- der thermische Kopplungsleitwert $H_{tr,is}$;
- die innere Wärmespeicherfähigkeit C_m nach 12.3.1, angegeben in Joule je Kelvin.

Der thermische Kopplungsleitwert $H_{tr,is}$, angegeben in Watt je Kelvin, zwischen dem Knoten für die Luft θ_{air} und dem Oberflächenknoten θ_s ist durch Gleichung (9) gegeben:

$$H_{tr,is} = h_{is} A_{tot} \quad (9)$$

Dabei ist

- h_{is} der Wärmetransferkoeffizient zwischen dem Knoten für die Luft θ_{air} und dem Oberflächenknoten θ_s , mit einem feststehenden Wert von $h_{is} = 3,45 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$;
- A_{tot} der Oberflächeninhalt aller Flächen, die zur Gebäudezone weisen, gleich $A_{at} \times A_f$, angegeben in Quadratmeter;
- A_f die konditionierte Nutzfläche nach 6.4, angegeben in Quadratmeter;

A_{at} das dimensionslose Verhältnis zwischen dem Oberflächeninhalt aller Flächen, die in den Raum weisen, und der Nutzfläche. Für A_{at} kann der Wert 4,5 angesetzt werden.

Für eine gegebene Stunde sind sämtliche Werte bekannt, mit Ausnahme des Wertes von $\Phi_{HC,nd}$, der zu berechnen ist.

Sämtliche Einzelheiten sind in den entsprechenden Abschnitten enthalten. Die gesamte Reihe der Gleichungen ist in Anhang C enthalten.

Der monatsbezogene Heizwärme- und Kühlbedarf wird nach 14.1 durch Summieren des Heizwärme- und des Kühlbedarfs der einzelnen Stunden bestimmt.

7.2.2.3 Berechnung der Wärmeströme von inneren und solaren Wärmequellen

Wie in C.2 gezeigt, werden die Wärmeströme von inneren und solaren Wärmequellen zwischen dem Knoten für die Luft θ_{airt} und den inneren Knoten θ_{int} und θ_m nach den Gleichungen (C.1), (C.2) und (C.3) aufgeteilt.

Der Wärmestrom von inneren Wärmequellen Φ_{int} wird nach 10.2 ermittelt und der Wärmestrom von solaren Wärmequellen Φ_{sol} nach 11.2.

A_i wird nach 7.2.2.2 ermittelt, A_m nach 12.2.2.

7.2.3 Ausführliches Simulationsverfahren

Die für die Berechnung des Heizwärme- und des Kühlbedarfs angewendeten dynamischen Verfahren müssen die Validierungsprüfungen entsprechend den jeweiligen in Anhang A angegebenen Normen zu Validierungsprüfungen für ausführliche Simulationsverfahren erfüllt haben.

Darüber hinaus muss für die Aspekte, die nicht durch die Validierungsprüfungen abgedeckt sind, für den Fall des Vergleichs der Energieeffizienz von Gebäuden und/oder der Überprüfung auf Einhaltung nationaler oder regionaler Bauvorschriften, das Verfahren angewendet werden, das in dieser Internationalen Norm festgelegt ist oder auf das in dieser Internationalen Norm verwiesen wird.

Folglich ist die Berechnung wie folgt durchzuführen:

- die Unterteilung in Zonen, siehe 6.3;
- die Kenngrößen des Wärmetransfers durch Transmission, siehe Abschnitt 8;
- die Kenngrößen des Lüftungswärmetransfers, siehe Abschnitt 9;
- die inneren Wärmeeinträge, siehe Abschnitt 10;
- die solaren Wärmeeinträge, siehe Abschnitt 11;
- die dynamischen Parameter, siehe Abschnitt 12;
- die Bedingungen im Innenraum, siehe Abschnitt 13.

ANMERKUNG Insbesondere für den Fall, dass die Ergebnisse der Berechnung im Kontext der Überprüfung auf die Einhaltung von Bauvorschriften anzuwenden sind, ist es von großer Wichtigkeit, die Berechnungshilfsmittel ausführlich auf die Einhaltung der allgemeinen Verfahren, Grenzbedingungen und Eingangsdaten zu überprüfen. Besteht ein Widerspruch zu den Verfahren nach dieser Internationalen Norm, kann dies zu Abweichungen bei den Ergebnissen führen, die unentdeckt bleiben und damit zu einer Schwankung der Ergebnisse führen. Derartige Hilfsmittel sind im Allgemeinen schwer zu überprüfen. Die relevanten Aspekte umfassen:

- den (dynamischen) Wärmetransfer über das Erdreich, einschließlich Wärmebrücken;
- nicht adiabatische Innenwände und -bodenplatten;

- linienförmige Wärmebrücken;
- Luftströme zwischen Gebäudezonen;
- Verschattung durch und Reflexion von Vorsprüngen, Graten und außen liegende(n) Hindernisse(n);
- vom Winkel abhängige solare Eigenschaften der Fenster;
- Stunden-Berechnung der Luftinfiltration.

7.3 Integration oder Isolierung von Wechselbeziehungen in mehreren Schritten

7.3.1 Art des Verfahrens und Zweck

Aufgrund der Wechselbeziehungen zwischen Gebäude und Anlage, zwischen Zonen und/oder sonstiger Wechselbeziehungen, können für die Berechnung mehrere Schritte erforderlich sein.

Falls beabsichtigt ist, die Wechselbeziehung zu berücksichtigen, werden diese Iterationen, sofern möglich, beim kleinsten Zeitintervall der Berechnung durchgeführt, je nach Typ des Berechnungsverfahrens: Stunden-, Monats- oder Heiz-/Kühlperiodenverfahren.

Falls beabsichtigt ist, die Auswirkung der Wechselbeziehung zu isolieren, müssen diese Iterationen auf einer Monats- oder Heiz-/Kühlperiodenbasis durchgeführt werden.

7.3.2 Berücksichtigung der Wechselbeziehung zwischen Gebäude und Anlagen

Die Wärmeeinträge (einschließlich negativer Einträge durch Wärmesenken) umfassen die Wärmeverluste durch die Heiz- und Kühlanlage. Bevor die Verlustwärme der Heiz- und Kühlanlage berechnet werden kann, ist es möglicherweise erforderlich, zunächst den Heizwärme- und den Kühlbedarf ohne diese Elemente in den inneren Wärmeeinträgen zu berechnen.

Mit dieser Information kann die Verlustwärme der Heiz- und Kühlanlage berechnet werden; anschließend kann die zweite und abschließende Berechnung des Heizwärme- und des Kühlbedarfs erfolgen.

ANMERKUNG 1 Grundsätzlich wäre eine vollständige Iteration erforderlich; eine derartige vollständige Iteration führt jedoch nicht zu einer Verbesserung der Gesamtgenauigkeit des Ergebnisses, sodass ein Ansatz mit zwei Schritten ausreicht.

ANMERKUNG 2 Das Ergebnis des ersten Schrittes liefert auch einen Einblick in die Energieeffizienz des Gebäudes ohne den Einfluss der Heiz- und der Kühlanlage.

Folglich darf, je nach Anwendung und Gebäudetyp, auf nationaler Ebene beschlossen werden, dass die Berechnung des Heizwärme- und Kühlbedarfs in zwei oder mehr Schritten ausgeführt wird: Zuerst eine Berechnung ohne Verlustwärme der Heiz- und Kühlanlage (wenn diese nicht vorhergesagt werden kann, ohne dass der Heizwärme- und Kühlbedarf bekannt ist), anschließend eine Berechnung oder Iteration, die die Verlustwärme der Heiz- und Kühlanlage einschließt und auf den Informationen aus der ersten Berechnung beruht.

Wahlweise darf diese Verfahrensweise auf weitere innere Quellen des (positiven oder negativen) Wärmeeintrags angewendet werden, um deren Auswirkungen auf den Heizwärme- und den Kühlbedarf zu quantifizieren (zu isolieren).

ANMERKUNG 3 Das Ergebnis hängt von der Reihenfolge ab, in der die inneren Wärmeeinträge in die Berechnung einbezogen werden. Darüber hinaus kann die Auswirkung auf den Energiebedarf irreführend sein; so führen z. B. die inneren Wärmeeinträge durch die Beleuchtung zu einem Rückgang des Heizwärmebedarfs (Winter) und einem Anstieg des Kühlbedarfs (Sommer). In vielen Fällen ist es jedoch von größerer Relevanz, eine Kühlung im Sommer zu vermeiden, z. B. durch Investition in eine Anlage mit freier Kühlung oder Nachtlüftung und/oder in zusätzliche Schatten spendende Vorrichtungen; in diesem Fall ist die Auswirkung auf den Kühlbedarf gleich null, auf die Investitionskosten jedoch beachtlich, wobei diese Einbuße jedoch nicht dargestellt ist.

Bei einer Berechnung mit nur einem Schritt darf ebenfalls auf nationaler Ebene entschieden werden, einen vereinfachten Ansatz anzuwenden. Eine Möglichkeit ist die Anpassung bestimmter Anlagenverluste direkt auf Anlagenebene, um zurückgewonnene Verluste auf Gebäudeebene zu berücksichtigen und diese als Eingangsdaten in der Gebäudeenergiebilanz zu vernachlässigen. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, die rückgewinnbaren Anlagenverluste abzuschätzen und in die inneren Wärmeeinträge für den Gebäudeteil, für den die Berechnung erfolgt, einzubeziehen.

ANMERKUNG 4 Die erste Option kann zu signifikanten Fehlern führen, wenn die Auswirkung der rückgewinnbaren Verluste auf die Gebäudeenergiebilanz groß ist oder stark von der Situation abweicht, die der Anpassung zu Grunde gelegt wurde.

7.3.3 Quantifizierung besonderer Vorkehrungen für die Heiz- und Kühlperioden

Auf ähnliche Weise darf, je nach Anwendung und Gebäudetyp, auf nationaler Ebene entschieden werden, die Berechnung des Kühlbedarfs in zwei oder mehr Schritten zu fordern: Zuerst eine Berechnung ohne freie Kühlung bzw. nächtliche Kühlung durch Lüftung, gefolgt von einer Berechnung mit freier Kühlung bzw. nächtlicher Kühlung durch Lüftung für die Zeiträume, in denen die erste Berechnung ergeben hat, dass eine oder beide dieser Varianten möglich sind, um den Kühlbedarf zu senken.

7.3.4 Quantifizierung der Auswirkung einer fehlerhaften Temperaturregelung

Außerdem darf auf nationaler Ebene entschieden werden, die Berechnung mit veränderten Eingangsdaten zu wiederholen, um die Auswirkungen einer fehlerhaften Temperaturregelung zu quantifizieren.

7.3.5 Berücksichtigung der Wechselbeziehung zwischen Zonen

Eine Iteration ist auch im Fall einer Mehrzonenberechnung mit thermisch gekoppelten Zonen nach 6.3.2.3 erforderlich.

7.3.6 Erreichen einer Unterteilung in einzelne Elemente

Wahlweise kann es auch von Interesse sein, die Gesamtberechnung zu wiederholen, z. B. durch aufeinander folgendes Ausschließen bestimmter Elemente der Berechnung, um die Auswirkung bestimmter Elemente auf das Ergebnis zu quantifizieren. Dies betrifft insbesondere:

- den Nutzenergiebedarf des Gebäudes für Heizung und Kühlung, wenn in einer Anlage zur maschinellen Lüftung keine Wärmerückgewinnungseinheit vorhanden ist: Dadurch ist ein Ergebnis möglich, das stärker in Zusammenhang mit der Effizienz des Gebäudes selbst steht, wobei jedoch eine vollständige Trennung nicht möglich ist, da für das Gebäude in Bezug auf die Wärmerückgewinnung nach wie vor bestimmte Entwurfsentscheidungen gelten, wie z. B. eine höhere Luftdichtheit;
- die passiven solaren Energieeinträge: Durch Austausch der Fenster (und Fensterflächen in Wintergärten oder sonstiger passiver solarer Einrichtungen) durch einen Referenzsatz von Fenstern mit einer Referenzausrichtung (neutralen Ausrichtung), Referenzgröße und (wahlweise) einem Referenz-Wärmedurchgangskoeffizienten; ebenso passive Kühlverfahren.

ANMERKUNG Warnhinweis: Wenn eine Anzahl von alternativen Energieeinsparmaßnahmen in Betracht gezogen wird, wirkt sich die Reihenfolge, in der die Maßnahmen nacheinander in die Berechnung aufgenommen werden, auf die berechnete Auswirkung jeder einzelnen Maßnahme aus.

7.4 Länge der Heiz- und der Kühlperioden für den Betrieb von Einrichtungen, die von der Länge der Heiz- oder Kühlperiode abhängen

7.4.1 Monatsverfahren

7.4.1.1 Heizperiode

Ist auf nationaler Ebene kein Verfahren festgelegt, kann die tatsächliche Länge der Heizperiode zur Bestimmung der Anzahl von Betriebsstunden von bestimmten von der Länge der Heizperiode abhängigen Einrichtungen (z. B. Pumpen, Ventilatoren, zentrale Vorheizung; siehe 14.3) wie folgt ermittelt werden:

Die tatsächliche Länge der Heizperiode L_H , angegeben als die Anzahl von Monaten, wird nach Gleichung (10) berechnet:

$$L_H = \sum_{m=1}^{m=12} f_{H,m} \quad (10)$$

Dabei ist

$f_{H,m}$ der Anteil des Monats, der Teil der Heizperiode ist.

f_H ist für jeden Monat nach einem der folgenden beiden Verfahren zu bestimmen:

- Verfahren a): Vereinfachtes Verfahren, basierend auf dem Verhältnis zwischen dem Heizwärme- und dem Kühlbedarf;
- Verfahren b): Basierend auf den Monatswerten für das Wärmebilanzverhältnis für den Heizbetrieb γ_H , bestimmt nach 12.2.1.1.

Verfahren a):

Der Anteil des Monats, der Teil der Heizperiode ist, wird nach Gleichung (11) berechnet:

$$f_H = Q_{H,nd} / (Q_{H,nd} + Q_{C,nd} + Q_{V,pre-heat} + Q_{V,pre-cool}) \quad (11)$$

Dabei ist

- $Q_{H,nd}$ der monatsbezogene Heizwärmebedarf, angegeben in Megajoule, bestimmt nach 7.2.1.1;
- $Q_{C,nd}$ der monatsbezogene Kühlbedarf, angegeben in Megajoule, bestimmt nach 7.2.1.2;
- $Q_{V,pre-heat}$ der Energiebedarf für das Vorheizen der Lüftungsluft, angegeben in Megajoule, bestimmt nach 9.3.3.12;
- $Q_{V,pre-cool}$ der Energiebedarf für das Vorkühlen der Lüftungsluft, angegeben in Megajoules, bestimmt nach 9.3.3.12.

Verfahren b):

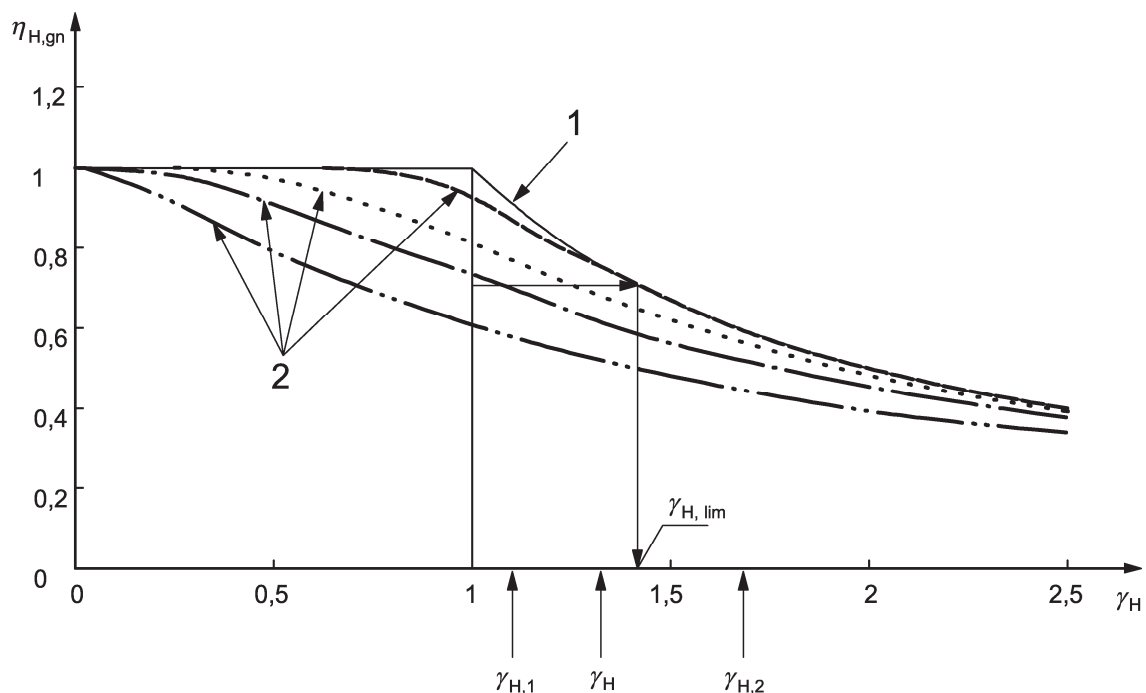
Nach Gleichung (12) ist der erste Grenzwert des dimensionslosen Wärmebilanzverhältnisses für den Heizbetrieb $\gamma_{H,lim}$ zu bestimmen.

$$\gamma_{H,lim} = (a_H + 1) / a_H \quad (12)$$

Dabei ist

a_H ein dimensionsloser numerischer Parameter, der von der Zeitkonstante des Gebäudes abhängt, bestimmt nach 12.2.1.1.

ANMERKUNG Der Wert für $\gamma_{H,lim}$ entspricht dem Punkt bei der *idealen* Ausnutzungskurve der Einträge mit einem Ausnutzungsgrad der Einträge, der gleich dem *tatsächlichen* Ausnutzungsgrad der Einträge bei $\gamma_H = 1$ ist. Eine flachere Kurve (geringere Ausnutzung, geringerer a_H) führt zu einem höheren Grenzwert; in einer idealen Situation ist der Grenzwert $\gamma_{H,lim} = 1$: Ausnutzungsgrad der Einträge = 1, und die monatsbezogenen Wärmeeinträge sind gerade so hoch, um die monatsbezogenen Wärmeverluste durch Transmission und Lüftungswärmetransfer auszugleichen. Siehe Bild 4.



Legende

- 1 ideale Kurve (hohe Trägheit)
- 2 tatsächliche Trägheit, siehe z. B. Bild 5 (hier jedoch nicht relevant)

Bild 4 — Veranschaulichung der Verfahrensweise bei Verfahren b) zur Bestimmung der tatsächlichen Länge der Heizperiode (Monatsverfahren)

Außerdem sind für jeden Monat zu bestimmen:

- Der Wert von γ_H zu Beginn des Monats. Dieser Wert wird einfach als Mittelwert von γ_H aus dem betrachteten Monat und dem vorangegangenen Monat berechnet (für Januar ist der vorangegangene Monat Dezember). Der Wert von γ_H am Ende des Monats. Dieser Wert wird einfach als Mittelwert von γ_H aus dem betrachteten Monat und dem Folgemonat berechnet (für Dezember ist der Folgemonat Januar). Der niedrigere der beiden Werte wird als $\gamma_{H,1}$ bezeichnet, der höhere als $\gamma_{H,2}$. Negative γ_H -Werte müssen durch den Wert des nächsten Monats ersetzt werden, der einen positiven γ_H -Wert aufweist.
- Wenn $\gamma_{H,2} < \gamma_{H,lim}$, ist der gesamte Monat Teil der Heizperiode: $f_H = 1$.
- Wenn $\gamma_{H,1} > \gamma_{H,lim}$, liegt der gesamte Monat außerhalb der Heizperiode: $f_H = 0$.
- Sonst ist ein Teil des Monats Teil der Heizperiode:

- Wenn $\gamma_H > \gamma_{H,\lim}$: $f_H = 0,5 (\gamma_{H,\lim} - \gamma_{H,1}) / (\gamma_H - \gamma_{H,1})$;
- wenn $\gamma_H \leq \gamma_{H,\lim}$: $f_H = 0,5 + 0,5 (\gamma_{H,\lim} - \gamma_H) / (\gamma_{H,2} - \gamma_H)$.

7.4.1.2 Kühlperiode

Ist auf nationaler Ebene kein Verfahren festgelegt, kann die tatsächliche Länge der Kühlperiode zur Bestimmung der Anzahl von Betriebsstunden von bestimmten von der Länge der Kühlperiode abhängigen Einrichtungen (z. B. Pumpen, Ventilatoren, zentrale Vorkühlung; siehe 14.3) wie folgt ermittelt werden:

Die tatsächliche Länge der Kühlperiode L_C , angegeben als die Anzahl von Monaten, wird nach Gleichung (13) berechnet:

$$L_C = \sum_{m=1}^{m=12} f_{C,m} \quad (13)$$

Dabei ist

$f_{C,m}$ der Anteil des Monats m , der Teil der Kühlperiode ist.

f_C ist für jeden Monat nach einem der folgenden beiden Verfahren zu bestimmen:

- Verfahren a): Vereinfachtes Verfahren, basierend auf dem Verhältnis zwischen dem Kühl- und dem Heizwärmebedarf;
- Verfahren b): Basierend auf den Monatswerten für das Wärmebilanzverhältnis für den Kühlbetrieb γ_C , bestimmt nach 12.2.1.2.

Verfahren a):

Der Anteil des Monats, der Teil der Kühlperiode ist, wird nach Gleichung (14) berechnet:

$$f_C = Q_{C,nd} / (Q_{H,nd} + Q_{C,nd}) \quad (14)$$

Dabei ist

$Q_{H,nd}$ der monatsbezogene Heizwärmebedarf, angegeben in Megajoule, bestimmt nach 7.2.1.1;

$Q_{C,nd}$ der monatsbezogene Kühlbedarf, angegeben in Megajoule, bestimmt nach 7.2.1.2;

Verfahren b):

ANMERKUNG 1 Die Verfahrensweise ist ähnlich wie für den Heizbetrieb, jedoch mit $1/\gamma_C$ anstelle von γ_H .

$f_{C,m}$ ist für jeden Monat wie folgt zu bestimmen.

Nach Gleichung (15) ist der erste Grenzwert des dimensionslosen Wärmebilanzverhältnisses für den Kühlbetrieb $\gamma_{C,\lim}$ zu bestimmen.

$$(1/\gamma_C)_{\lim} = (a_C + 1) / a_C \quad (15)$$

Dabei ist

a_C ein dimensionsloser numerischer Parameter, der von der Zeitkonstante des Gebäudes abhängt, bestimmt nach 12.2.1.2.

ANMERKUNG 2 Der Wert für $(1/\gamma_C)_{\text{lim}}$ entspricht dem Punkt bei der *idealen* Ausnutzungskurve der Verluste mit einem Ausnutungsgrad der Verluste, der gleich dem *tatsächlichen* Ausnutungsgrad der Verluste bei $1/\gamma_C = 1$ ist. Eine flachere Kurve (geringere Ausnutzung, geringerer a_C) führt zu einem höheren Grenzwert; für die ideale Kurve beträgt der Grenzwert $(1/\gamma_C)_{\text{lim}} = 1$: Ausnutungsgrad der Verluste = 1, und die monatsbezogenen Wärmeverluste durch Transmission und Lüftungswärmetransfer sind gerade so hoch, um die monatsbezogenen Wärmeeinträge auszugleichen.

Außerdem sind für jeden Monat zu bestimmen:

- Der Wert von $1/\gamma_C$ zu Beginn und am Ende des Monats als Mittelwert von $1/\gamma_C$ aus dem betrachteten Monat und dem vorangegangenen Monat und dem Mittelwert von $1/\gamma_C$ aus dem betrachteten Monat und dem Folgemonat (für Januar ist der vorangegangene Monat Dezember; für Dezember ist der Folgemonat Januar). Der niedrigere der beiden Werte wird als $(1/\gamma_C)_1$ bezeichnet, der höhere als $(1/\gamma_C)_2$. Negative $1/\gamma_C$ -Werte müssen durch den Wert des nächsten Monats ersetzt werden, der einen positiven $1/\gamma_C$ -Wert aufweist.
- Wenn $(1/\gamma_C)_2 < (1/\gamma_C)_{\text{lim}}$, ist der gesamte Monat Teil der Kühlperiode: $f_C = 1$.
- Wenn $(1/\gamma_C)_1 > (1/\gamma_C)_{\text{lim}}$, liegt der gesamte Monat außerhalb der Kühlperiode: $f_C = 0$.
- Sonst ist ein Teil des Monats Teil der Kühlperiode:
 - Wenn $(1/\gamma_C) > (1/\gamma_C)_{\text{lim}}$: $f_C = 0,5 ((1/\gamma_C)_{\text{lim}} - (1/\gamma_C)_1) / ((1/\gamma_C) - (1/\gamma_C)_1)$;
 - wenn $(1/\gamma_C) \leq (1/\gamma_C)_{\text{lim}}$: $f_C = 0,5 + 0,5 ((1/\gamma_C)_{\text{lim}} - (1/\gamma_C)) / ((1/\gamma_C)_2 - (1/\gamma_C))$.

7.4.2 Heiz-/Kühlperiodenverfahren

Die tatsächliche Länge der Heiz- und der Kühlperiode hängt vom Wärmebilanzverhältnis und der Wärmeträgheit ab. Diese Längen werden benötigt, um die Anzahl der Betriebsstunden von bestimmten von der Länge der Heiz-/Kühlperiode abhängigen Einrichtungen (z. B. Pumpen, Ventilatoren) zu ermitteln.

Ein Berechnungsverfahren zur Bestimmung der tatsächlichen Länge der Heiz- und der Kühlperiode darf auf nationaler Ebene festgelegt werden. Ist auf nationaler Ebene kein Verfahren festgelegt, darf die feststehende Länge der Heiz- bzw. der Kühlperiode (siehe Anhang I.3) als üblicher Wert verwendet werden.

7.4.3 Vereinfachtes Stundenverfahren

Die Länge der Heiz- und der Kühlperiode wird benötigt, um die Anzahl der Betriebsstunden von bestimmten Anlagen zu ermitteln, die Hilfsenergie verbrauchen (z. B. Pumpen, Ventilatoren).

Die Länge der Heiz- und der Kühlperioden (Anzahl der Tage oder Stunden) wird durch Bildung des Mittelwertes aus dem Heizwärme- bzw. Kühlbedarf während der vorangegangenen vier Wochen bestimmt. Der Beginn und das Ende der Heiz- und der Kühlperioden wird mit einem Schwellenwert von 1 W/m^2 Geschossfläche bestimmt.

Die Länge der Kühlperiode kann durch eine zusätzliche (Energie verbrauchende) Einrichtung verringert werden, z. B. maschinelle oder freie Nachtlüftung oder freie Kühlung; für die Betriebsdauer einer derartigen Einrichtung ist es daher erforderlich, die Länge der Kühlperiode ohne diese Einrichtung zu berechnen oder die Betriebsstunden dieser Einrichtung zu zählen.

8 Wärmetransfer durch Transmission

8.1 Verfahrensweise bei der Berechnung

Die Verfahrensweise hängt vom Typ des Berechnungsverfahrens ab, die Annahmen (zu Umgebungsbedingungen, Nutzerverhalten und Regeleinrichtung) und die grundsätzlichen physikalischen Daten müssen jedoch

für alle Arten der Berechnungsverfahren (Heiz-/Kühlperiodenverfahren, Monatsverfahren und vereinfachte Stundenverfahren sowie ausführliche Simulationsverfahren) gleich sein. Siehe Tabelle 4.

Tabelle 4 — Berechnungsverfahren des Transmissionswärmetransfers für die verschiedenen Verfahrensarten

Verfahrensart	Gesamtwärmetransfer durch Transmission	Transmissionswärmetransferkoeffizienten	Eingangsdaten und Grenzbedingungen
Heiz-/Kühlperioden- oder Monatsverfahren	8.2	8.3	8.4
Vereinfachtes Stundenverfahren	nicht zutreffend	8.3	8.4
Ausführliches Simulationsverfahren	nicht zutreffend ^a	nicht zutreffend ^a	8.4
^a Es ist jedoch die Erfüllung der Merkmale des stationären Zustands nachzuweisen.			

8.2 Gesamtwärmetransfer durch Transmission je Gebäudezone

Für das Monats- und das Heiz-/Kühlperiodenverfahren wird der Gesamtwärmetransfer durch Transmission Q_{tr} angegeben in Megajoule, für jeden Monat oder jede Heiz-/Kühlperiode und für jede Zone z nach Gleichung (16) berechnet:

$$\text{für das Heizen: } Q_{tr} = H_{tr,adj} (\theta_{int,set,H} - \theta_e) t \quad (16)$$

$$\text{für das Kühlen: } Q_{tr} = H_{tr,adj} (\theta_{int,set,C} - \theta_e) t$$

Dabei ist (für jede Gebäudezone z und jeden Berechnungsschritt)

$H_{tr,adj}$	der Gesamt-Transmissionswärmetransferkoeffizient der Zone, angepasst an die Differenz zwischen Innen- und Außentemperatur (sofern zutreffend), bestimmt nach 8.3, angegeben in Watt je Kelvin;
$\theta_{int,set,H}$	die Solltemperatur der Gebäudezone für das Heizen, bestimmt nach Abschnitt 13, angegeben in Grad Celsius;
$\theta_{int,set,C}$	die Solltemperatur der Gebäudezone für das Kühlen, bestimmt nach Abschnitt 13, angegeben in Grad Celsius;
θ_e	die Temperatur der Außenumgebung, bestimmt nach Anhang F, angegeben in Grad Celsius;
t	die Dauer des Berechnungsschrittes, bestimmt nach Anhang F, angegeben in Megasekunden.

ANMERKUNG Während bestimmter Zeiträume kann der Wärmetransfer oder ein Teil desselben ein negatives Vorzeichen aufweisen.

8.3 Transmissionswärmetransferkoeffizienten

8.3.1 Allgemeines

Der Wert für den Gesamt-Transmissionswärmetransferkoeffizienten $H_{tr,adj}$, angegeben in Watt je Kelvin, muss nach ISO 13789 unter Anwendung folgender Gleichung berechnet werden:

$$H_{\text{tr,adj}} = H_{\text{D}} + H_{\text{g}} + H_{\text{U}} + H_{\text{A}} \quad (17)$$

Dabei ist

- H_{D} der Transmissionswärmetransferkoeffizient für die direkte Wärmetransmission an die Außen-
umgebung, angegeben in Watt je Kelvin;
- H_{g} der Transmissionswärmetransferkoeffizient für die stationäre Wärmetransmission an das
Erdreich, angegeben in Watt je Kelvin;
- H_{U} der Transmissionswärmetransferkoeffizient für die Wärmetransmission durch nicht konditionierte
Räume, angegeben in Watt je Kelvin;
- H_{A} der Transmissionswärmetransferkoeffizient für die Wärmetransmission an angrenzende
Gebäude, angegeben in Watt je Kelvin.

Im Allgemeinen besteht H_{x} , das für H_{D} , H_{g} , H_{U} bzw. H_{A} steht, aus drei Termen (siehe ISO 13789):

$$H_{\text{x}} = b_{\text{tr,x}} \left(\sum_i A_i U_i + \sum_k l_k \Psi_k + \sum_j \chi_j \right) \quad (18)$$

Dabei ist

- A_i die Fläche des Bauteils i der Gebäudehülle, in Quadratmeter;
- U_i der Wärmedurchgangskoeffizient des Bauteils i der Gebäudehülle, angegeben in Watt je
Quadratmeter je Kelvin;
- l_k die Länge der linienförmigen Wärmebrücke k , angegeben in Meter;
- Ψ_k der lineare Wärmedurchgangskoeffizient der Wärmebrücke k , angegeben in Watt je Meter je
Kelvin;
- χ_j der punktförmige Wärmedurchgangskoeffizient der punktförmigen Wärmebrücke j , angegeben in
Watt je Kelvin;
- $b_{\text{tr,x}}$ der Anpassungsfaktor mit dem Wert $b_{\text{tr,x}} \neq 1$, wenn die Temperatur auf der anderen Seite des
Bauteils nicht gleich der Temperatur der Außenumgebung ist, wie z. B. bei einer Trennwand zu
angrenzenden konditionierten oder nicht konditionierten Räumen oder im Fall eines
Erdgeschosses. Der Wert muss nach 8.3.2 bestimmt werden.

ANMERKUNG Mit dem Anpassungsfaktor b wird nicht die Temperaturdifferenz, sondern der Koeffizient angepasst.

Dabei erfolgt die Summenbildung über sämtliche Bauteile, die den Innenraum und die auf der anderen Seite der Konstruktion liegende Umgebung (Außenumgebung, Erdreich, nicht konditionierter Raum oder angrenzender konditionierter Raum) voneinander trennen.

Ist mehr als ein Erdgeschosstyp oder mehr als ein angrenzender nicht konditionierter oder konditionierter Raum vorhanden, werden die Werte für die Transmissionswärmetransferkoeffizienten summiert, wobei für jedes Bauteil der entsprechende Wert für den Anpassungsfaktor $b_{\text{tr,x}}$ verwendet wird.

Bei nach 6.3.3.3 berechneten wärmegekoppelten Zonen wird der Transmissionswärmetransferkoeffizient der Trennwand zwischen den Zonen separat berechnet, wie z. B. in 10.2.1 und 11.2.1 erläutert.

Bei Anwendung von ISO 13789 sind die besonderen Verfahren nach 8.3.2 einzuhalten.

8.3.2 Besondere Verfahren

8.3.2.1 Wärmetransmission durch Fenster und Türen bzw. Vorhangfassaden

8.3.2.1.1 Allgemeines

Die Werte des Transmissionswärmetransferkoeffizienten $H_{tr,k}$ von Fenstern und Türen bzw. von Vorhangfassaden werden entsprechend der in Anhang A angegebenen Norm zu Wärmetransmission durch Fenster und Türen bzw. Vorhangfassaden bestimmt.

Für jedes Fenster ist der Rahmenflächenanteil nach ISO 10077-1 zu bestimmen.

Alternativ dazu darf auf nationaler Ebene entschieden werden, für alle Fenster des Gebäudes einen feststehenden Rahmenflächenanteil anzusetzen.

ANMERKUNG In Klimaten mit überwiegendem Heizbetrieb, z. B. 0,20 oder 0,30, je nachdem, welcher Wert zum höchsten U -Wert für das Fenster führt (siehe 8.3.1) oder ein feststehender Wert von 0,30. Für Klimaten mit überwiegendem Kühlbetrieb z. B. ein feststehender Wert von 0,20.

8.3.2.1.2 Vereinfachtes Stundenverfahren

Beim vereinfachten Stundenverfahren ist zwischen der Transmission durch leichte Bauteile (Fenster, Türen, Vorhangfassaden oder verglaste Bauteile) und durch schwere Bauteile zu unterscheiden.

8.3.2.2 Auswirkungen der nächtlichen Dämmung

8.3.2.2.1 Heiz-/Kühlperioden- oder Monatsverfahren

Bei Vorhandensein von Abschlüssen können die Werte für den Transmissionswärmetransferkoeffizienten $H_{tr,k}$ des betreffenden Fensters im Bauteil k verringert werden, indem nach Gleichung (19) der folgende verringerte Transmissionswärmetransferkoeffizient von Fenstern und Abschlüssen $U_{w,corr}$, angegeben in Watt je Quadratmeter je Kelvin, angewendet wird:

$$U_{w, corr} = U_{w+shut} f_{shut} + U_w (1 - f_{shut}) \quad (19)$$

Dabei ist

- U_{w+shut} der kombinierte Wärmedurchgangskoeffizient von Fenster und Abschluss, angegeben in Watt je Quadratmeter je Kelvin;
- f_{shut} der dimensionslose Anteil der akkumulierten Temperaturdifferenz für den Zeitraum mit geschlossenem Abschluss;
- U_w der Wärmedurchgangskoeffizient des Fensters ohne Abschluss, angegeben in Watt je Quadratmeter je Kelvin.

ANMERKUNG Ein Beispiel für die Berechnung von f_{shut} ist in Anhang G enthalten.

8.3.2.2.2 Vereinfachtes Stundenverfahren

Für das vereinfachte Stundenverfahren wird der geeignete U -Wert auf Stundenbasis gewählt.

8.3.2.3 Wärmetransmission an das Erdreich

Aufgrund der großen Trägheit des Erdreiches (Jahreszyklus) ist in ISO 13789 die geeignete Temperaturdifferenz im Vergleich zu der Wärmetransmission an die Außenumgebung durch einen Anpas-

sungsfaktor $b_{tr,x}$ berücksichtigt, mit dem anstelle der Temperaturdifferenz der Wärmetransferkoeffizient angepasst wird.

Der Wert des Anpassungsfaktors $b_{tr,x}$ ist je nach Monat unterschiedlich. Das gilt auch für das vereinfachte Stundenverfahren.

Alternativ darf auf nationaler Ebene entschieden werden, heiz-/kühlperiodenbezogene Werte für den Anpassungsfaktor $b_{tr,x}$ zuzulassen, die für die Heiz- und die Kühlperiode unterschiedlich sind.

ANMERKUNG 1 In diesem Kontext erfordert ISO 13789 als Eingangswert den Sollwert der Innentemperatur für die Heizung $\theta_{int,set,H}$ bzw. die Kühlung $\theta_{int,set,C}$.

ANMERKUNG 2 Der Koeffizient für die Wärmetransmission an das Erdreich weist eine monatliche Schwankung auf, da er eine Korrektur für den periodischen Wärmestrom durch das Erdreich (Jahreszyklus) einschließt. Siehe ISO 13370:2007, Abschnitt A.7.

8.3.2.4 Wärmetransmission in den angrenzenden nicht konditionierten Raum

Die im Vergleich zur Wärmetransmission an die Außenumgebung verringerte Temperaturdifferenz wird in ISO 13789 durch einen Anpassungsfaktor $b_{tr,x}$ berücksichtigt, mit dem anstelle der Temperaturdifferenz der Wärmetransferkoeffizient verringert wird.

Je nach Gebäudetyp und/oder Anwendung dürfen auf nationaler Ebene Standardwerte für den Anpassungsfaktor $b_{tr,x}$ festgelegt werden.

ANMERKUNG Nationale Standardwerte können z. B. im Fall einer Bewertung alter bestehender Gebäude festgelegt werden, wenn das Erfassen sämtlicher erforderlicher Eingangsdaten für den jeweiligen Zweck im Verhältnis zu den dadurch anfallenden Kosten zu aufwändig wäre.

8.3.2.5 Wärmetransmission in einen angrenzenden Wintergarten (Glasvorbau)

Es wird dasselbe Verfahren nach ISO 13789 eingehalten wie für einen angrenzenden nicht konditionierten Raum.

Bei Anwendung des in E.2.4 angegebenen vereinfachten Verfahrens schließt der Anpassungsfaktor $b_{tr,x}$ jedoch die kombinierte Auswirkung von Wärmetransmission und Sonnenstrahlung ein, was dem in Anhang A von ISO 13789:2007 angegebenen allgemeinen Verfahren entspricht.

ANMERKUNG 1 Ansonsten wird die Auswirkung der Sonnenstrahlung auf die Temperatur des angrenzenden Wintergartens als Teil der Berechnung der solaren Wärmeeinträge berücksichtigt (Abschnitt 11; siehe auch E.2.3).

ANMERKUNG 2 E.2.4 enthält die Bedingungen und Festlegungen für die vereinfachten Verfahren.

8.3.2.6 Wärmetransmission in angrenzende Gebäude

Die im Vergleich zur Wärmetransmission an die Außenumgebung geeignete Temperaturdifferenz wird in ISO 13789 durch einen Anpassungsfaktor $b_{tr,x}$ berücksichtigt, mit dem anstelle der Temperaturdifferenz der Wärmetransferkoeffizient verringert wird.

ANMERKUNG 1 Zur entsprechenden Berücksichtigung des Elements, siehe ISO 13789. In diesem Kontext erfordert ISO 13789 als Eingangswert den Sollwert der Innentemperatur für die Heizung $\theta_{int,set,H}$ bzw. die Kühlung $\theta_{int,set,C}$.

Auf nationaler Ebene darf entschieden werden, ob dieses Element in der Wärmetransmission je nach Berechnungszweck vernachlässigt werden darf oder muss.

ANMERKUNG 2 Beispielsweise aufgrund von gesetzlichen Einschränkungen, die untersagen, dass die Eigenschaften weiterer Gebäude (die sich im Laufe der Zeit ändern können) einen Einfluss darauf haben, ob die gesetzlich vorgeschriebene Mindestenergieeffizienz beibehalten wird.