

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 Hauptkenngößen 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

	Seite
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.

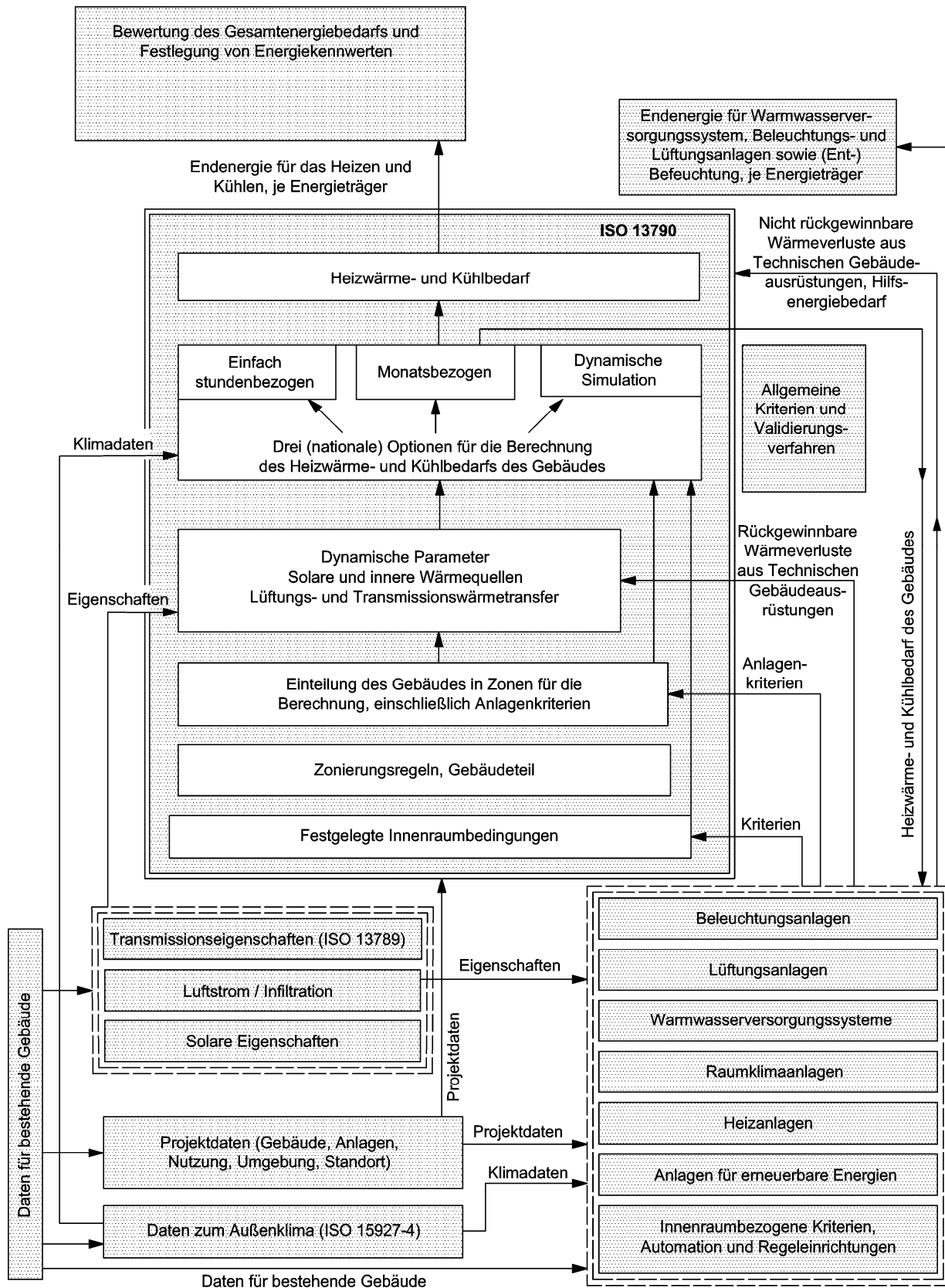


Bild 1 — Flussdiagramm des Berechnungsverfahrens mit Verweisungen auf weitere Normen

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 Versorgung, 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	J/(kg · K)
d	Schichtdicke/Spaltbreite	m
E	Energie	MJ
F	Faktor	1
g	solarer Gesamtenergiedurchlassgrad eines Bauteils	1
H	Wärmetransferkoeffizient	W/K
h	flächenbezogener Wärmetransferkoeffizient	W/(m ² · 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.

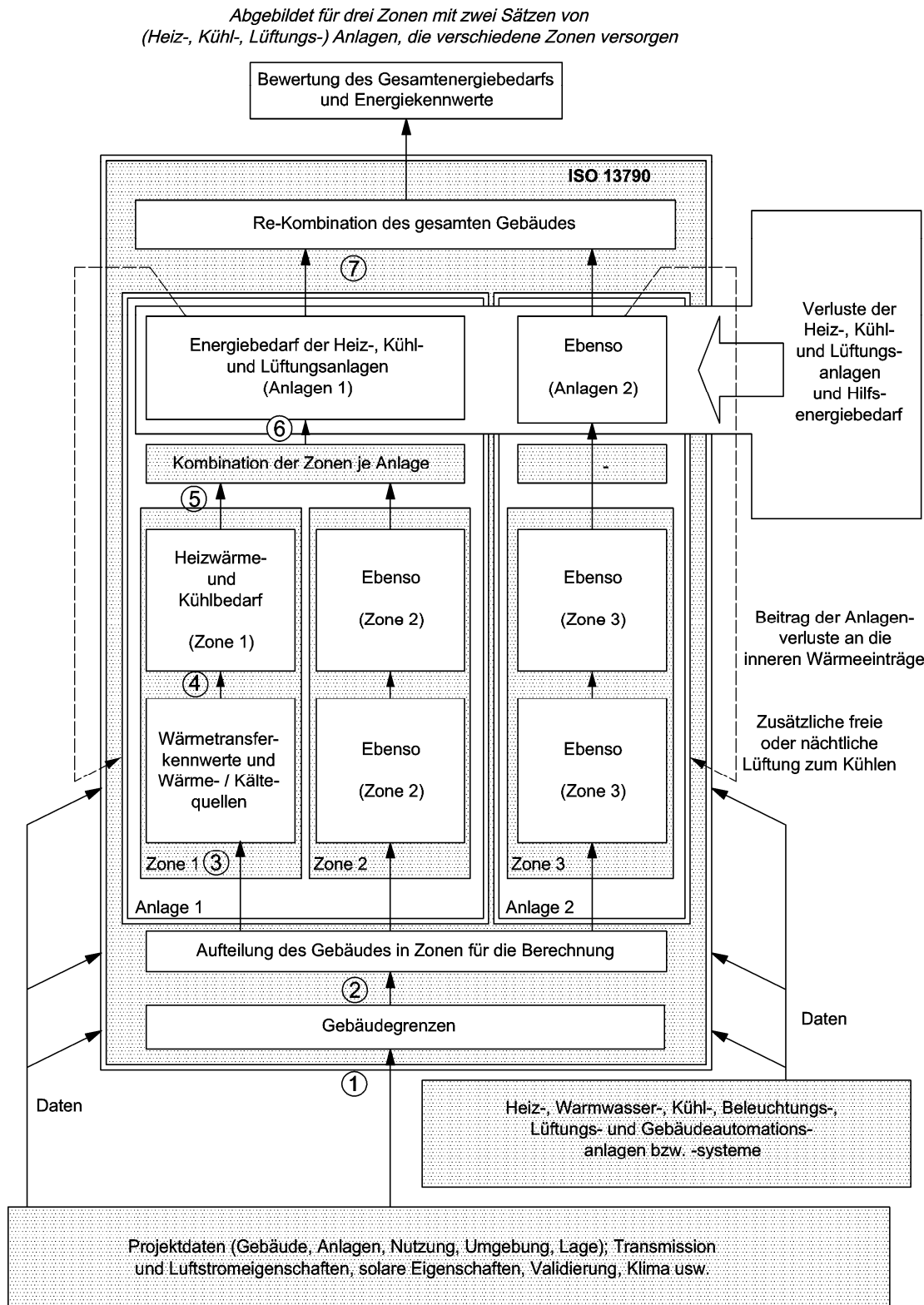


Bild 2 — Flussdiagramm der Hauptschritte bei der Berechnung

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 Einzonberechnung

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

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

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

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

Dabei ist

- $\theta_{\text{int},s,C,\text{set}}$ die Solltemperatur für das Kühlen des Raumes s , bestimmt nach Abschnitt 13, angegeben in Grad Celsius;
- $A_{f,s}$ 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, Vergleichspräzision 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 Standardgewichtsfaktor 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 $\theta_{s,mn}$) 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.

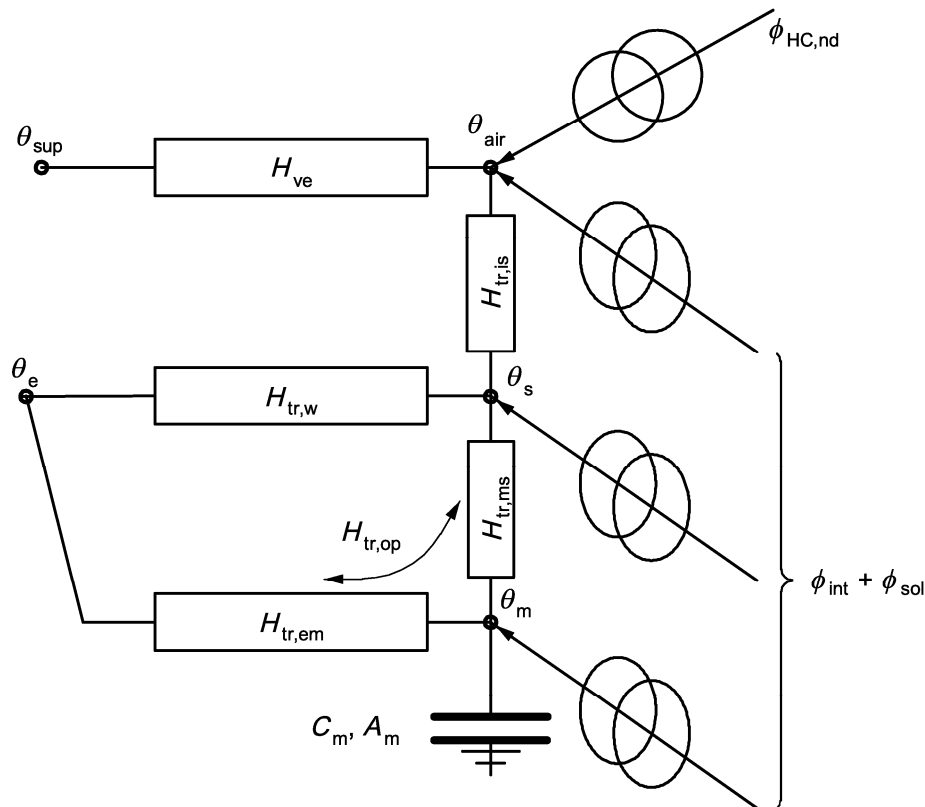


Bild 3 — Modell mit fünf Widerständen und einer Kapazität (5R1C)

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 $h_{is} = 3,45 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$;
- 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_t 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):

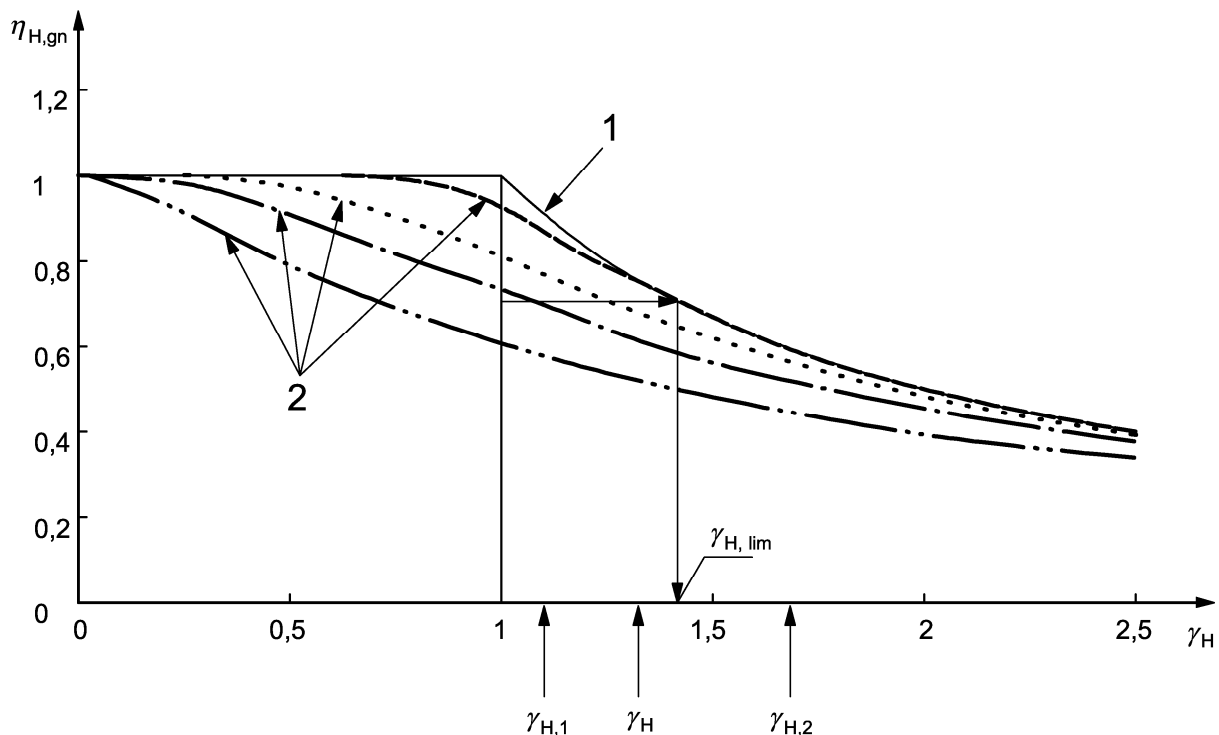
Nach Gleichung (12) ist der erste Grenzwert des dimensionslosen Wärmebilanzverhältnisses für den Heizbetrieb $\gamma_{H,lim}$ zu bestimmen.

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

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

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:

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

Dabei ist

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

$Q_{C,\text{nd}}$ 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 $\gamma_{C,\text{lim}}$ zu bestimmen.

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

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 Ausnutzungsgrad der Verluste, der gleich dem *tatsächlichen* Ausnutzungsgrad 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 $(1/\gamma_C)_{\text{lim}} = 1$: Ausnutzungsgrad 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 $(1/\gamma_C) > (1/\gamma_C)_{\text{lim}}$: $f_C = 0,5 \cdot ((1/\gamma_C)_{\text{lim}} - (1/\gamma_C)_1) / ((1/\gamma_C) - (1/\gamma_C)_1)$;
 - wenn $(1/\gamma_C) \leq (1/\gamma_C)_{\text{lim}}$: $f_C = 0,5 + 0,5 \cdot ((1/\gamma_C)_{\text{lim}} - (1/\gamma_C)) / ((1/\gamma_C)_2 - (1/\gamma_C))$.

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 Außenumgebung, 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 Klimate 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.

8.3.2.7 Mehrzonenberechnung mit nicht gekoppelten bzw. gekoppelten Zonen

Für die Mehrzonenberechnung mit thermisch nicht gekoppelten Zonen ist die Wärmetransmission in weitere konditionierte Zonen nicht anwendbar.

Für die Mehrzonenberechnung mit thermisch gekoppelten Zonen wird die Wärmetransmission in angrenzende konditionierte Zonen berechnet, indem für die Temperatur $\theta_{e,k}$ der nach Anhang B ermittelte Wert der Temperatur der angrenzenden Zone k angewendet wird.

ANMERKUNG Für diese Situation wird die im Vergleich zur Wärmetransmission an die Außenumgebung angepasste Temperaturdifferenz nicht durch einen Abminderungsfaktor b berücksichtigt, sondern durch direkte Anwendung einer angepassten Temperaturdifferenz.

8.3.2.8 Wärmebrücken

Der Wärmetransfer durch Transmission umfasst sowohl den flächenbezogenen Wärmeverlust durch Transmission als auch linien- und punktförmige Wärmebrücken. Die Wärmetransmission durch Wärmebrücken ist in ISO 13789 als Teil von H_{tr} berücksichtigt.

8.3.2.9 Heiz- und Kühlbetrieb

Im Falle unterschiedlicher Eigenschaften für den Heiz- und den Kühlbetrieb sind für jeden Betrieb separate H_{tr} -Werte anzuwenden. Dies gilt beispielsweise für Fenster mit beweglichen Abschlüssen oder unterschiedliche Betriebsarten für Sommer und Winter, Wärmetransfer des Erdgeschosses und Wärmetransfer an einen angrenzenden Wintergarten (Glasvorbau).

8.3.2.10 Besondere Bauteile

Siehe 8.4.2 für bestimmte Einzelheiten zu besonderen Bauteilen.

8.4 Eingangsdaten und Grenzbedingungen

8.4.1 Allgemeine Grundsätze

8.4.1.1 Heiz-/Kühlperioden- und Monatsverfahren sowie vereinfachte Stundenverfahren

Mit Ausnahme von Sonderfällen (siehe unten) wurden die physikalischen Kenngrößen, die als Eingangsdaten erforderlich sind, bereits als Teil des Verfahrens in 8.3 ermittelt.

8.4.1.2 Ausführliche Simulationsverfahren

Bei ausführlichen dynamischen Simulationsverfahren fallen die Eingangsdaten für Wärmetransmissionselemente im Allgemeinen ausführlicher aus als bei Heiz-/Kühlperioden-, Monats- oder vereinfachten Stundenverfahren. Die grundlegenden physikalischen Daten und die Annahmen (zu den maßgebenden Umgebungsbedingungen, Nutzerverhalten und Regeleinrichtungen) müssen 8.3 entsprechen. Folglich ist nachzuprüfen, ob die im dynamischen Simulationsverfahren verwendeten Monatswerte des Gesamt-Transmissionswärmetransfers mit Werten des auf der Grundlage von 8.3 bestimmten Gesamt-Transmissionswärmetransfers der übrigen Verfahren übereinstimmen.

Besondere Aufmerksamkeit ist dabei auf Folgendes zu richten:

- Wärmebrücken: Es sind die gleichen Wärmebrückenauswirkungen zu berücksichtigen, wie für die übrigen Verfahren nach 8.3 vorgeschrieben;
- Transmissionswärmetransferkoeffizient an das Erdreich: Es ist das in ISO 13370:2007, Anhang D angegebene Verfahren anzuwenden, um den dynamischen Wärmetransfer durch Transmission durch das Erdgeschoss zu berechnen. Diese Berechnung umfasst eine virtuelle Schicht unterhalb der

Fußbodenkonstruktion und eine (monatlich schwankende) Temperatur unterhalb dieser virtuellen Schicht als Grenzbedingung.

8.4.1.3 Alle Verfahren

Bei alten bestehenden Gebäuden dürfen vereinfachte Verfahren oder Eingangswerte angewendet werden, wenn das Erfassen sämtlicher erforderlicher Eingangsdaten im Verhältnis zu den dadurch anfallenden Kosten zu aufwändig wäre. Eine Festlegung der Bedingungen für die Zulässigkeit dieser vereinfachten Verfahren oder Eingangsdaten darf auf nationaler Ebene je nach Berechnungszweck erfolgen. In diesem Fall muss der Anwender angeben, welches Verfahren bzw. welche Eingangsdaten und welche Quelle genutzt wurden. Beispiele sind in Anhang G enthalten.

8.4.2 Besondere Bauteile

Um den Einfluss der besonderen Bauteile zu berechnen, sind spezielle Verfahren erforderlich:

- **belüftete Solarwände:** siehe Anhang E;
- **weitere belüftete Bauteile der Gebäudehülle:** siehe Anhang E;
- **innere Wärmequellen mit einem Wärmestrom, der überwiegend von der Innentemperatur abhängig ist:** Ist eine Wärmequelle mit potentiell signifikanter Größe überwiegend von der Innentemperatur abhängig, z. B. eine Quellentemperatur, die nahe der Innentemperatur liegt (z. B. ein Wassertank bei festgelegter Temperatur), hängt die Menge der übertragenen Wärme in starkem Maße von der Temperaturdifferenz zwischen Quelle und Innenraum ab. In diesem Fall darf die Quelle nicht zu den inneren Wärmeeinträgen hinzugezogen werden; stattdessen ist der Wärmetransfer zu den in diesem Abschnitt bestimmten Transmissionswärmetransfer hinzuzuziehen. Die Temperatur $\theta_{e,k}$ ist der Wert für die Temperatur der Quelle, und der Wert für den Transmissionswärmetransferkoeffizienten $H_{tr,k}$ des Bauteils, ist das Produkt aus exponierter Quellenfläche (in Quadratmeter) und der Wärmetransferkoeffizient in Watt je Quadratmeter je Kelvin.

9 Wärmetransfer durch Lüftung

9.1 Berechnungsverfahren

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-/Kühlperioden-, Monats- und vereinfachte Stundenverfahren sowie ausführliche Simulationsverfahren) gleich sein. Siehe Tabelle 5.

Tabelle 5 — Berechnungsverfahren des Lüftungswärmetransfers für die verschiedenen Verfahrensarten

Verfahrensart	Gesamtwärmetransfer durch Lüftung	Lüftungswärmetransferkoeffizienten	Eingangsdaten und Grenzbedingungen
Heiz-/Kühlperioden- oder Monatsverfahren	9.2	9.3	9.4
Vereinfachtes Stundenverfahren	nicht zutreffend	9.3	9.4
Ausführliches Simulationsverfahren	nicht zutreffend ^a	nicht zutreffend ^a	9.4
^a Es ist jedoch die Erfüllung der Merkmale des stationären Zustands nachzuweisen.			

9.2 Gesamtwärmetransfer durch Lüftung je Gebäudezone — Heiz-/Kühlperiodenverfahren bzw. Monatsverfahren

Für das Monats- und das Heiz-/Kühlperiodenverfahren wird der Gesamtwärmetransfer durch Lüftung Q_{ve} , angegeben in Megajoule, für jeden Monat oder jede Heiz-/Kühlperiode und für jede Zone z nach Gleichung (20) berechnet:

$$\text{für das Heizen: } Q_{ve} = H_{ve,adj} (\theta_{int,set,H,z} - \theta_e) t \quad (20)$$

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

Dabei ist (für jede Gebäudezone z und jeden Berechnungsschritt)

$H_{ve,adj}$ der Gesamt-Lüftungswärmetransferkoeffizient, angepasst an die Differenz zwischen Innen- und Außentemperatur (sofern zutreffend), bestimmt nach 9.3, angegeben in Watt je Kelvin;

$\theta_{int,H,set}$ die Solltemperatur der Gebäudezone für das Heizen, bestimmt nach Abschnitt 13, angegeben in Grad Celsius;

$\theta_{int,C,set}$ 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; in diesem Fall wird dem Gebäude (der Zone) Wärme hinzugefügt.

9.3 Lüftungswärmetransferkoeffizienten

9.3.1 Allgemeines

Der Wert für den Gesamt-Lüftungswärmetransferkoeffizienten $H_{ve,adj}$, angegeben in Watt je Kelvin, wird nach Gleichung (21) berechnet:

$$H_{ve,adj} = \rho_a c_a \left(\sum_k b_{ve,k} q_{ve,k,mn} \right) \quad (21)$$

Dabei ist

$\rho_a c_a$ die volumenbezogene Wärmespeicherfähigkeit der Luft, angegeben in Joule je Kubikmeter je Kelvin = 1200 J/(m³ · K);

$q_{ve,k,mn}$ der zeitlich gemittelte Luftvolumenstrom vom Luftvolumenstromelement k , angegeben in Kubikmeter je Sekunde;

$b_{ve,k}$ der Temperaturanpassungsfaktor für Luftvolumenstromelement k , mit dem Wert $b_{ve,k} \neq 1$, wenn die Zulufttemperatur $\theta_{sup,k}$ ungleich der Temperatur der Außenumgebung ist, wie z. B. bei Vorheizung, Vorkühlung oder Wärmerückgewinnung. Der Wert ist nach 9.3.3 zu bestimmen;

ANMERKUNG 1 Mit dem Temperaturanpassungsfaktor b wird anstelle der Temperaturdifferenz der Koeffizient angepasst.

k jedes der relevanten Luftvolumenstromelemente, wie z. B. Infiltration, freie Lüftung, maschinelle Lüftung und/oder zusätzliche Lüftung für nächtliche Kühlung.

Der zeitlich gemittelte Luftvolumenstrom vom Luftvolumenstromelement k , $q_{ve,k,mn}$, angegeben in Kubikmeter je Sekunde, wird nach Gleichung (22) berechnet:

$$q_{ve,k,mn} = f_{ve,t,k} q_{ve,k} \quad (22)$$

Dabei ist

$q_{ve,k}$ der Luftvolumenstrom vom Luftvolumenstromelement k , bestimmt nach der in Anhang A angegebenen entsprechenden Norm, angegeben in Kubikmeter je Sekunde;

$f_{ve,t,k}$ der zeitliche Anteil des Betriebs vom Luftvolumenstromelement k , berechnet als Anteil der Stundenanzahl je Tag (Vollzeit: $f_{ve,t,k} = 1$), ermittelt aus derselben Quelle wie $q_{ve,k}$.

ANMERKUNG 2 Monats- oder Heiz-/Kühlperiodenverfahren: Bei intermittierendem Heiz- oder Kühlbetrieb, bei dem nach 13.2.2 der intermittierende Betrieb durch einen Abminderungsfaktor für den Heizwärme- oder Kühlbedarf berücksichtigt wird, wird der zeitliche Anteil unter Annahme eines kontinuierlichen Heizens oder Kühlens berechnet, wodurch Tage mit verringertem Heiz- oder Kühlsollwert oder mit Abschaltung vernachlässigt werden.

Bei Anwendung der in Anhang A angegebenen jeweiligen Normen sind die besonderen Verfahren nach 9.3.3 einzuhalten.

9.3.2 Vereinfachtes Stundenverfahren

Wenn die Zone mit Luftvolumenströmen aus unterschiedlichen Quellen versorgt wird (z. B. aus der Außenumgebung und aus der Lüftungsanlage) und H_{ve} zu jeder Stunde nach Gleichung (21) berechnet wird, ist die Zulufttemperaturanpassung in H_{ve} bereits berücksichtigt, wobei dann $H_{ve} = H_{ve,adj}$ und $\theta_{sup} = \theta_e$.

9.3.3 Besondere Verfahren

9.3.3.1 Heiz- und Kühlbetrieb

Im Falle unterschiedlicher Eigenschaften für den Heiz- und den Kühlbetrieb sind separate Eingangswerte anzuwenden. Dies gilt beispielsweise für unterschiedliche Luftwechselraten im Sommer und im Winter, Wärmerückgewinnungseinheiten und Wärmetransfer an einen angrenzenden Wintergarten (Glasvorbau).

9.3.3.2 Klimadaten

Die nach den jeweiligen in Anhang A angegebenen Normen zur Luftvolumenstrommenge und zu Lüftungsanlagen ermittelten Werte müssen auf dem gleichen Klima beruhen, das Grundlage der Berechnung nach der vorliegenden Internationalen Norm und in Anhang F festgelegt ist.

9.3.3.3 Lüftung, einschließlich Infiltration aus der Außenumgebung

Die Zulufttemperatur $\theta_{\text{sup},k}$ ist der Wert der Temperatur der Außenumgebung θ_e , entsprechend Anhang F. Demzufolge gilt im Hinblick auf den Temperaturanpassungsfaktor $b_{\text{ve},k}$ für den Luftvolumenstrom aus der Außenumgebung:

$$b_{\text{ve},k} = 1 \quad (23)$$

9.3.3.4 Lüftung, einschließlich Infiltration aus angrenzenden nicht konditionierten Räumen

Die Zulufttemperatur $\theta_{\text{sup},k}$ ist der Wert der Temperatur der Außenumgebung θ_e , entsprechend Anhang F. Demzufolge gilt im Hinblick auf den Temperaturanpassungsfaktor $b_{\text{ve},k}$ für den Luftvolumenstrom aus angrenzenden nicht konditionierten Räumen:

$$b_{\text{ve},k} = 1 \quad (23)$$

ANMERKUNG Hierbei handelt es sich um eine Vereinfachung.

9.3.3.5 Lüftung aus einem angrenzenden Wintergarten (Glasvorbau)

Die Zulufttemperatur $\theta_{\text{sup},k}$ ist der Wert der Temperatur der Außenumgebung θ_e , entsprechend Anhang F. Demzufolge gilt im Hinblick auf den Temperaturanpassungsfaktor $b_{\text{ve},k}$ für den Luftvolumenstrom aus angrenzenden nicht konditionierten Räumen:

$$b_{\text{ve},k} = 1 \quad (23)$$

Wenn nachgewiesen werden kann, dass das Luftvolumenstromelement während der Heizperiode durch den angrenzenden Wintergarten in die konditionierte Zone eintritt, ist es zulässig, folgenden Temperaturanpassungsfaktor anzuwenden:

$$b_{\text{ve},k} = b_{\text{tr},x} \quad (24)$$

Dabei ist

$b_{\text{tr},x}$ der in 8.3 für die Wärmetransmission in den angrenzenden Wintergarten angewendete Temperaturanpassungsfaktor.

Der Temperaturanpassungsfaktor kann in eine Zahl umgewandelt werden, die den Nutzungsgrad der Wärmerückgewinnung über den Wintergarten $\eta_{\text{ve},k}$ unter Anwendung folgender Gleichung angibt:

$$\eta_{\text{ve},k} = (1 - b_{\text{ve},k}) \quad (25)$$

Dies kann z. B. bei einer Kombination mit einer Wärmerückgewinnungseinheit (siehe 9.3.3.8) von Nutzen sein.

ANMERKUNG 1 Wird das vereinfachte Verfahren nach E.2.4 angewendet, schließt $b_{\text{tr},x}$ die positive Auswirkung der Sonnenstrahlung auf die Temperatur des angrenzenden Wintergartens ein. Bei Anwendung des vollständigen Verfahrens nach E.2 ist dies nicht der Fall.

ANMERKUNG 2 Üblicherweise ist der Wert von $b_{ve,k}$ für die Heiz- und die Kühlperioden bzw. für jeden Monat unterschiedlich.

9.3.3.6 Lüftung, einschließlich Infiltration aus angrenzenden Gebäuden

Sofern zutreffend, ist die Zulufttemperatur $\theta_{sup,k}$ der Wert der Temperatur des angrenzenden Gebäudes, der auf nationaler Ebene je nach Anwendung festgelegt werden darf.

Demzufolge gilt im Hinblick auf den Temperaturanpassungsfaktor $b_{ve,k}$ für den Luftvolumenstrom aus angrenzenden Gebäuden:

$$b_{ve,k} = \frac{(\theta_{int,set} - \theta_{sup,k})}{(\theta_{int,set} - \theta_e)} \quad (26)$$

Dabei ist

- $\theta_{int,set}$ die Solltemperatur der Gebäudezone für Heizung oder Kühlung, bestimmt nach Abschnitt 13, angegeben in Grad Celsius;
- $\theta_{sup,k}$ die Zulufttemperatur, die gleich der Innentemperatur des angrenzenden Gebäudes ist, angegeben in Grad Celsius;
- θ_e die Temperatur der Außenumgebung, bestimmt nach Anhang F, angegeben in Grad Celsius.

Auf nationaler Ebene darf entschieden werden, ob dieses Element im Lüftungswärmetransfer je nach Berechnungszweck vernachlässigt werden darf oder muss. In diesem Fall gilt für den Temperaturanpassungsfaktor $b_{ve,k} = 0$. Wird das Element nicht vernachlässigt, darf der Wert der Innentemperatur des angrenzenden Gebäudes auf nationaler Ebene bestimmt werden.

ANMERKUNG Üblicherweise ist dieser Term wahrscheinlich gleich null (bzw. kann dieser Wert angenommen werden). Er kann jedoch z. B. bei einem Vergleich mit gemessener Energie von Bedeutung sein, wenn die Infiltration oder Lüftung aus angrenzenden Gebäuden eine Rolle spielt.

9.3.3.7 Mehrzonenberechnung mit nicht gekoppelten und mit gekoppelten Zonen

Bei der Mehrzonenberechnung mit thermisch nicht gekoppelten Zonen trifft der Wärmetransfer durch Infiltration oder Lüftung aus anderen konditionierten Zonen nicht zu.

Bei der Mehrzonenberechnung mit thermisch gekoppelten Zonen: Die Zulufttemperatur $\theta_{sup,k}$ der die Infiltration aus angrenzenden konditionierten Zonen einschließenden Lüftung ist der Wert der Temperatur der angrenzenden Zone, berechnet nach Anhang B.

9.3.3.8 Wärmerückgewinnungseinheit

Eine Wärmerückgewinnungseinheit, sofern sie vorhanden ist, ist üblicherweise ein wichtiges Element der Wärmebilanz der Gebäudezone mit starkem Einfluss auf die Ausnutzung der Wärmeeinträge und des freien Heiz- bzw. Kühlpotentials. Daher sind die Auswirkungen der Anwendung der Wärmerückgewinnungseinheiten bei der Berechnung des Heizwärme- und des Kühlbedarfs zu berücksichtigen und können nicht mittels eines separat bestimmten Korrekturfaktors berücksichtigt werden.

ANMERKUNG 1 Siehe 7.3 zur wahlweisen zusätzlichen (informativen) Berechnung zur Isolierung des Heizwärme- und des Kühlbedarfs ohne Wärmerückgewinnung.

Im Hinblick auf den Temperaturanpassungsfaktor $b_{ve,k}$ für den Luftvolumenstrom aus einer Wärmerückgewinnungseinheit gilt:

$$b_{ve,k} = (1 - f_{ve,frac,k} \times \eta_{hru}) \quad (27)$$

Dabei ist

η_{hru} der Nutzungsgrad der Wärmerückgewinnungseinheit, ermittelt nach der in Anhang A angegebenen Norm zu Lüftungsanlagen unter Berücksichtigung der repräsentativen Bedingungen, die auf nationaler Ebene festgelegt werden dürfen;

$f_{ve,frac,k}$ der Anteil des betrachteten Luftvolumenstromelementes k , das durch die Wärmerückgewinnungseinheit führt.

Stellt die in Anhang A angegebene Norm zu Lüftungsanlagen anstelle des Nutzungsgrades der Wärmerückgewinnungseinheit die Zulufttemperatur $\theta_{sup,k}$ bereit, wird der Nutzungsgrad η_{hru} durch folgende Umrechnung erhalten:

$$\eta_{hru} = \frac{(\theta_{sup,k} - \theta_e)}{(\theta_{int,set} - \theta_e)} \quad (28)$$

Dabei ist

$\theta_{sup,k}$ die Zulufttemperatur von der Wärmerückgewinnungseinheit, angegeben in Grad Celsius, ermittelt nach der in Anhang A angegebenen Norm zu Lüftungsanlagen unter Berücksichtigung der repräsentativen Bedingungen, die auf nationaler Ebene festgelegt werden dürfen;

$\theta_{int,set}$ die Solltemperatur der Gebäudezone für Heizung bzw. Kühlung, bestimmt nach Abschnitt 13, angegeben in Grad Celsius;

$\theta_{sup,k}$ die Zulufttemperatur, die gleich der Innentemperatur des angrenzenden Gebäudes ist, angegeben in Grad Celsius.

Bei Anwendung der entsprechenden in Anhang A angegebenen Normen ist Folgendes zu beachten:

— Allgemeines

Ist die Wärmerückgewinnungseinheit abgeschaltet, oder wird der Wärmetauscher umgangen (Bypass), um das Risiko des Einfrierens der Einheit zu vermeiden, ist dies bei den Eingangsdaten angemessen zu berücksichtigen. Sofern anwendbar, sind die Daten zu den zusätzlichen Quellen der Lüftungsluft anzugeben, z. B. Infiltration oder freie Lüftung, um eine Überschätzung der Leistung der Wärmerückgewinnungseinheit und/oder eine Unterschätzung des Gesamtumfangs des in das Gebäude oder die Gebäudezone führenden Lüftungsstroms zu vermeiden.

ANMERKUNG 2 Üblicherweise ist die Auswirkung für die Heiz- und für die Kühlperiode unterschiedlich.

— Klimadaten

Die nach den entsprechenden Normen zum Nutzungsgrad der Wärmerückgewinnungseinheit ermittelten Werte, die Werte für die Zulufttemperatur $\theta_{sup,k}$ und für die zusätzliche Energie (für die Ventilatorleistung, das Abtauen usw.) müssen auf demselben Klima beruhen, das auch den Berechnungen in dieser Internationalen Norm zu Grunde liegt, siehe die Festlegungen in Anhang F.

— **Hilfsenergiebedarf**

Zusätzliche Energie, z. B. zum Abtauen, sowie die zum Betreiben des Ventilators benötigte Energie müssen separat hinzugerechnet werden; siehe 14.3.3.

— **Kombination mit zentraler Vorheizung oder Vorkühlung**

Wenn in Reihe mit der Wärmerückgewinnungseinheit eine zentrale Vorheizung oder Vorkühlung angeordnet ist, ist die Temperatur der das Gebäude oder die Gebäudezone eintretenden Luft die Temperatur nach dem Vorheizen bzw. Vorkühlen. Demzufolge wird der Temperaturanpassungsfaktor $b_{ve,k}$ für den Luftvolumenstrom von der zentralen Vorheizung oder Vorkühlung nach Gleichung (30) bestimmt.

— **Auswirkung der Regelung**

Weist die Wärmerückgewinnungseinheit eine Wärmetauscher-Regelung ohne Überhitzungsregelungsfunktion auf (entweder dynamisch oder auf Heiz-/Kühlperiodenbasis), ist dies im Nutzungsgradwert der Wärmerückgewinnungseinheit η_{tru} entsprechend zu berücksichtigen.

— **Zwei Wärmerückgewinnungseinrichtungen in Reihe**

Sind zwei Einrichtungen zur Wärmerückgewinnung in Reihe vorgesehen, ist der kombinierte Nutzungsgrad $\eta_{ve,k}$ durch Gleichung (29) gegeben:

$$\eta_{ve,k} = \eta_{ve,k1} + \eta_{ve,k2} - (\eta_{ve,k1} \eta_{ve,k2}) \quad (29)$$

Dabei ist

$\eta_{ve,k1}$ der Nutzungsgrad der Wärmerückgewinnung durch Einrichtung 1;

$\eta_{ve,k2}$ der Nutzungsgrad der Wärmerückgewinnung durch Einrichtung 2.

BEISPIEL Eine Kombination aus Wärmerückgewinnungseinheit und Sonnenkollektor oder Wintergarten, nur für den Anteil des Luftvolumenstromes, der durch beide Einrichtungen führt.

9.3.3.9 Lüftung durch eine maschinelle Lüftungsanlage mit zentraler Vorheizung oder Vorkühlung

Der Energiebedarf durch zentrale Vorheizung oder Vorkühlung kann getrennt vom Energiebedarf für das Gebäude oder die Gebäudezone berechnet werden, wenn die Zulufttemperatur nicht durch die Innentemperatur des Gebäudes oder der Gebäudezone geregelt wird. In diesem Fall ist Verfahren A anzuwenden.

Alternativ darf auf nationaler Ebene entschieden werden, je nach Anwendung als Zulufttemperatur die Außenlufttemperatur nach Anhang F zu verwenden. Siehe Verfahren B.

ANMERKUNG 1 Im letztgenannten Fall wird implizit davon ausgegangen, dass die die Gebäudezone versorgende Heiz- und Kühlanlage auch die Energie für das Vorheizen bzw. Vorkühlen liefert.

Wenn die Zulufttemperatur durch die Innentemperatur des Gebäudes oder der Gebäudezone geregelt wird, z. B. bei einer Luftheizungs- oder -kühlungsanlage, muss der Energiebedarf für das zentrale Vorheizen oder Vorkühlen als ein wesentlicher Bestandteil der Berechnung des Nutzenergiebedarfs des Gebäudes oder der Gebäudezone berücksichtigt werden. In diesem Fall ist Verfahren B anzuwenden.

ANMERKUNG 2 Hängt die Zulufttemperatur von dem zentralen Lüftungsgerät von der Innentemperatur ab, kann sie nicht als Eingangswert für die Energiebilanz in dem Gebäude oder der Gebäudezone verwendet werden, da sie von der Energiebilanz abhängig ist. Es handelt sich hier um den Ausgangswert der Energiebilanz, nicht um den Eingangswert.

Verfahren A: Getrennte Berechnung der zentralen Vorheizung bzw. Vorkühlung

Der Lüftungswärmetransferkoeffizient $H_{ve,k}$ muss auf der Temperatur $\theta_{sup,k}$, der das zentrale Lüftungsgerät verlassenden und in die Gebäudezone eintretenden Zuluft beruhen.

Demzufolge gilt im Hinblick auf den Temperaturanpassungsfaktor $b_{ve,k}$ für den Luftvolumenstrom nach der zentralen Vorheizung oder Vorkühlung:

$$b_{ve,k} = \frac{(\theta_{int,set} - \theta_{sup,k})}{(\theta_{int,set} - \theta_e)} \quad (30)$$

Dabei ist

- $\theta_{int,set}$ die Solltemperatur der Gebäudezone für Heizung oder Kühlung, bestimmt nach Abschnitt 13, angegeben in Grad Celsius;
- $\theta_{sup,k}$ die Temperatur der das zentrale Lüftungsgerät verlassenden und in die Gebäudezone eintretenden Zuluft, bestimmt nach der in Anhang A angegebenen Norm zu Lüftungsanlagen, angegeben in Grad Celsius;
- θ_e die Temperatur der Außenumgebung, bestimmt nach Anhang F, angegeben in Grad Celsius.

Der Energiebedarf für das Vorheizen oder Vorkühlen wird getrennt berechnet (siehe 9.3.3.12).

Verfahren B: In die Berechnung des Heizwärme-/Kühlbedarfs einbezogene zentrale Vorheizung oder Vorkühlung

Der Lüftungswärmetransferkoeffizient $H_{ve,k}$ muss auf der Außentemperatur beruhen: $\theta_{sup,k} = \theta_e$. Demzufolge gilt: $b_{ve,k} = 1$ (siehe 9.3.3.3).

9.3.3.10 Freie Kühlung und Nachtlüftung während des Kühlbetriebs — Festlegungen und Regeln

ANMERKUNG Die Festlegungen und Regeln sind EN 15232 entnommen.

Nächtliche Kühlung: Die Menge der Außenluft wird während der Zeit ohne Belegung auf den Höchstwert eingestellt, vorausgesetzt,

- a) die Innentemperatur liegt während der Behaglichkeitsperiode oberhalb des Sollwertes,
- b) die Differenz zwischen der Innentemperatur und der Außentemperatur liegt oberhalb eines bestimmten Grenzwertes.

Freie Kühlung: Die Menge der Außenluft und die der Umwälzlufte werden während der gesamten Zeit moduliert, um den Umfang der maschinellen Kühlung so gering wie möglich zu halten. Die Berechnung erfolgt auf der Grundlage der Temperaturen.

H,x-geführte Regelung: Die Menge der Außenluft und die der Umwälzlufte werden während der gesamten Zeit moduliert, um den Umfang der maschinellen Kühlung so gering wie möglich zu halten. Die Berechnung erfolgt auf der Grundlage der Temperaturen und der Feuchte (Enthalpie).

Im Fall der Lüftung für freie Kühlung und/oder nächtlicher Lüftung während der Kühlperiode darf ein zusätzlicher Term $q_{ve,extra}$ für den Luftvolumenstrom in den konditionierten Raum berücksichtigt werden; siehe 9.4.3.

9.3.3.11 Besondere Bauteile

Zu den Einzelheiten zu besonderen Bauteilen, siehe 9.4.4.

9.3.3.12 Energiebedarf für zentrale Vorheizung bzw. Vorkühlung

Der Energiebedarf für das Vorheizen oder Vorkühlen der Lüftungsluft $Q_{V,pre-heat}$ bzw. $Q_{V,pre-cool}$ angegeben in Megajoule, wird unter Anwendung der Differenz zwischen der Außentemperatur und der Zulufttemperatur nach dem Vorheizen bzw. Vorkühlen nach den Gleichungen (31) und (32) berechnet:

$$\text{für das Vorheizen: } Q_{V,pre-heat} = \rho_a c_a f_{ve,t,k} q_{ve,k} (\theta_{sup,k} - \theta_e) t \quad (31)$$

$$\text{für das Vorkühlen: } Q_{V,pre-cool} = \rho_a c_a f_{ve,t,k} q_{ve,k} (\theta_e - \theta_{sup,k}) t \quad (32)$$

Monats- oder Heiz-/Kühlperiodenverfahren: Bei intermittierendem Heiz- oder Kühlbetrieb, bei dem nach 13.2.2 der intermittierende Betrieb durch einen Abminderungsfaktor für den Heizwärme- oder Kühlbedarf berücksichtigt wird, muss der zeitliche Anteil unter Annahme eines kontinuierlichen Heizens oder Kühlens berechnet werden, wodurch Tage mit verringertem Heiz- oder Kühlsollwert oder mit Abschaltung vernachlässigt werden.

Dabei ist (für jede Gebäudezone z oder für jeden Berechnungsschritt)

- $f_{ve,t,k}$ der zeitliche Anteil des Betriebs, berechnet als Anteil der Stundenzahl je Tag (Vollzeit: $f_t = 1$), bestimmt nach 9.3.1;
- $q_{ve,k}$ der in die Zone mit Zulufttemperatur $\theta_{sup,k}$ eintretende Luftvolumenstrom vom Luftvolumenstromelement k , das vorgeheizt oder vorgekühlt ist, entsprechend der in Anhang A angegebenen Norm, angegeben in Kubikmeter je Sekunde;
- θ_e die Temperatur der Außenumgebung, bestimmt nach Anhang F, angegeben in Grad Celsius;
- $\theta_{sup,k}$ die Zulufttemperatur des durch Lüftung nach Vorheizung oder Vorkühlung in das Gebäude oder die Zone eintretenden Luftvolumenstromelementes k , bestimmt nach 9.3.1, angegeben in Grad Celsius;
- t die Dauer des Berechnungsschrittes, bestimmt nach Anhang F, angegeben in Megasekunden;
- $\rho_a c_a$ die volumenbezogene Wärmespeicherfähigkeit der Luft, angegeben in Joule je Kubikmeter je Kelvin = 1200 J/(m³ · K).

Wenn zusätzlich zur Wärmerückgewinnung auch Vorheizung oder Vorkühlung vorliegt, wird die Wärmerückgewinnung durch Ersetzen der Außentemperatur θ_e mit der Zulufttemperatur aus der Wärmerückgewinnungseinheit berücksichtigt, die entsprechend der in Anhang A angegebenen Norm zu Lüftungsanlagen bestimmt wird. In diesem Fall ist die in den Gleichungen (31) oder (32) anzuwendende Temperaturdifferenz, die Differenz zwischen der Zulufttemperatur aus der Wärmerückgewinnungseinheit und der Zulufttemperatur nach der zentralen Vorheizung oder Vorkühlung.

9.4 Eingangsdaten und Grenzbedingungen

9.4.1 Allgemeine Grundsätze

9.4.1.1 Heiz-/Kühlperioden- und Monatsverfahren sowie vereinfachtes Stundenverfahren

Mit Ausnahme von Sonderfällen (siehe unten) wurden die physikalischen Kenngrößen, die als Eingang erforderlich sind, bereits als Teil des Verfahrens von 9.3 ermittelt.

9.4.1.2 Ausführliche Simulationsverfahren

Bei ausführlichen Simulationsverfahren sind die Eingangsdaten für den Wärmetransfer durch Infiltration und Lüftung mitunter ausführlicher als beim Heiz-/Kühlperioden-, Monats- oder vereinfachten Stundenverfahren. Die grundlegenden physikalischen Daten und die Annahmen (zu den maßgebenden Umgebungsbedingungen, Nutzerverhalten und Regeleinrichtungen) müssen jedoch 9.3 entsprechen. Folglich ist nachzuprüfen, ob die im dynamischen Simulationsverfahren verwendeten Monatswerte des Gesamt-Lüftungswärmetransfers mit Werten des auf der Grundlage von 9.3 bestimmten Gesamt-Lüftungswärmetransfers der übrigen Verfahren übereinstimmen.

9.4.1.3 Alle Verfahren

Bei alten bestehenden Gebäuden dürfen auf nationaler Ebene für den Luftvolumenstrom durch Infiltration und Lüftung vereinfachte Verfahren oder Werte und für die Zulufttemperatur und den zeitlichen Anteil des Betriebs Standardwerte festgelegt werden, wenn das Erfassen sämtlicher erforderlicher Eingangsdaten im Verhältnis zu den dadurch anfallenden Kosten zu aufwändig wäre. Die Festlegung der Bedingungen für die Zulässigkeit dieser vereinfachten Verfahren oder Eingangsdaten darf auf nationaler Ebene je nach Berechnungszweck erfolgen. In diesem Fall muss der Anwender angeben, welches Verfahren bzw. welche Eingangsdaten und welche Quelle genutzt wurden. Beispiele sind in Anhang G enthalten.

9.4.2 Stundenbezogene Zeitschemata

Auf nationaler Ebene darf entschieden werden, ob (für das vereinfachte Stundenverfahren) und wie (für alle Verfahren) ein bestimmtes stundenbezogenes Zeitschema in einen (gewichteten) mittleren zeitlichen Anteil des Betriebs umgerechnet wird oder ob die Eingangsdaten über den Tag (unterschiedlich je nach Stunde) und/oder über die Woche (unterschiedliches Schema je nach Tag) unterschieden werden.

9.4.3 Freie Kühlung und nächtliche Lüftung während des Kühlbetriebs — Monats- und Heiz-/Kühlperiodenverfahren

Für ein Monats- und das Heiz-/Kühlperiodenverfahren wird während der Kühlperiode der zur freien Kühlung und/oder zur nächtlichen Lüftung in den konditionierten Raum gelangende zusätzliche Luftvolumenstrom $q_{ve,extra,mn}$, angegeben in Kubikmeter je Sekunde, nach Gleichung (33) berechnet:

$$q_{ve,extra,mn} = c_{ve,eff,extra} f_{ve,t,extra} q_{ve,extra} \quad (33)$$

Bei intermittierendem Kühlbetrieb, bei dem nach 13.2.2 die Auswirkung des intermittierenden Betriebs durch einen Abminderungsfaktor für den Kühlbedarf berücksichtigt wird, muss der zeitliche Anteil unter Annahme eines kontinuierlichen Kühlens berechnet werden, wodurch Tage mit verringertem Kühlsollwert oder mit Abschaltung vernachlässigt werden.

Dabei ist

$c_{ve,eff,extra}$	ein Anpassungsfaktor für dynamische (Trägheits-)Auswirkungen und die Wirksamkeit; sofern auf nationaler Ebene nicht anders festgelegt, gilt $c_{ve,eff,extra} = 1,0$;
$f_{ve,t,extra}$	der zeitliche Anteil des Betriebs der freien oder nächtlichen Kühlung je Tag, berechnet als der Anteil der Stundenzahl des Betriebs je Tag (Vollzeit: $f_{ve,t,extra} = 1$);
$q_{ve,extra}$	der aufgrund freier Kühlung oder nächtlicher Lüftung in den konditionierten Raum gelangende zusätzliche Luftvolumenstrom, angegeben in Kubikmeter je Sekunde, mit einem bestimmten zeitlichen Anteil des Betriebs.

Für das Monats- und das Heiz-/Kühlperiodenverfahren kann der Wert des entsprechenden Temperaturanpassungsfaktors $b_{ve,extra}$ verwendet werden, um eine Anpassung für die Temperaturdifferenz während der Betriebszeit im Vergleich zu einer Temperaturdifferenz über 24 Stunden vorzunehmen. Sofern auf nationaler Ebene nicht anders festgelegt, gilt $b_{ve,extra} = 1,0$.

Beispiele für Werte, die mit dem zusätzlichen Luftvolumenstrom zur freien Kühlung oder nächtlichen Lüftung zusammenhängen, sind in Anhang G angegeben.

9.4.4 Besondere Bauteile

Um den Einfluss der besonderen Bauteile zu berechnen, sind spezielle Verfahren erforderlich:

- **belüftete Solarwände:** siehe Anhang E;
- **weitere belüftete Bauteile der Gebäudehülle:** siehe Anhang E;
- **Wärmepumpe, die Lüftungsabluft als Quelle nutzt:** Liegt der für die ordnungsgemäße Funktion der Wärmepumpe bei bestimmungsgemäßer Anwendung (z. B. zur Erwärmung von Kaltwasser) erforderliche Luftvolumenstrom über dem Luftvolumenstrom, der als Eingangsinformation bei der Berechnung angesetzt worden wäre, ist in der Berechnung des Wärmetransfers durch Lüftung der höhere Wert anzusetzen.

10 Innere Wärmeeinträge

10.1 Berechnungsverfahren

Innere Wärmeeinträge, Wärmeeinträge aus inneren Wärmequellen, einschließlich negativer Wärmeeinträge (aus dem Innenraum an Kältequellen bzw. „Senken“ abgegebene Wärme), umfassen die gesamte Wärme, die im konditionierten Raum durch andere innere Quellen erzeugt wird, als die bestimmungsgemäß für die Raumheizung, Raumkühlung oder Warmwasserbereitung aufgewendete Energie.

Die inneren Wärmeeinträge umfassen:

- Stoffwechselwärme der Nutzer und Verlustwärme der Geräte;
- Verlustwärme der Beleuchtungseinrichtungen;
- durch Warm- und Kaltwasser- sowie Abwassersysteme abgegebene oder aufgenommene Wärme;
- durch Heiz-, Kühl- und Lüftungsanlagen abgegebene oder aufgenommene Wärme;
- Wärme aus oder für Prozesse(n) und Güter(n).

In dieser Internationalen Norm werden die rückgewinnbaren thermischen Verluste der Anlage als Teil der inneren Wärmeeinträge berechnet, sofern sie nicht direkt als Verringerung der Anlagenverluste berücksichtigt werden. Auf nationaler Ebene darf entschieden werden, die rückgewinnbaren Wärmeverluste der Anlage getrennt von den übrigen inneren Wärmeeinträgen anzugeben. Siehe 3.4.

Die Verfahrensweise hängt von der Art des Berechnungsverfahrens ab, die Annahmen (zu Umgebungsbedingungen, Nutzerverhalten und Regeleinrichtung) und die Eingangsdaten müssen jedoch für alle Arten der Berechnungsverfahren (Heiz-/Kühlperioden-, Monats- und vereinfachte Stundenverfahren sowie ausführliche Simulationsverfahren) gleich sein. Siehe Tabelle 6.

Tabelle 6 — Berechnungsverfahren der inneren Wärmeeinträge für die verschiedenen Verfahrensarten

Verfahrensart	Gesamtheit der inneren Wärmeeinträge	Elemente innerer Wärmeeinträge	Eingangsdaten und Grenzbedingungen
Heiz-/Kühlperioden- oder Monatsverfahren	10.2	10.3	10.4
Vereinfachtes Stundenverfahren	10.2	10.3	10.4
Ausführliches Simulationsverfahren	nicht zutreffend	10.3	10.4

10.2 Gesamtheit der inneren Wärmeeinträge

10.2.1 Monats- und Heiz-/Kühlperiodenverfahren

Für das Monats- und das Heiz-/Kühlperiodenverfahren werden die Wärmeeinträge der inneren Wärmequellen in der betrachteten Gebäudezone für den/die betrachtete(n) Monat/Heiz-/Kühlperiode Q_{int} , angegeben in Megajoule, nach Gleichung (34) berechnet:

$$Q_{\text{int}} = \left(\sum_k \Phi_{\text{int,mn},k} \right) t + \left(\sum_l (1 - b_{\text{tr},l}) \Phi_{\text{int,mn},u,l} \right) t \quad (34)$$

Dabei ist

- $b_{\text{tr},l}$ der Abminderungsfaktor für den angrenzenden nicht konditionierten Raum mit der inneren Wärmequelle l , festgelegt in ISO 13789;
- $\Phi_{\text{int,mn},k}$ der zeitlich gemittelte Wärmestrom der inneren Wärmequelle k , bestimmt nach 10.3, angegeben in Watt;
- $\Phi_{\text{int,mn},u,l}$ der zeitlich gemittelte Wärmestrom der inneren Wärmequelle l im angrenzenden, nicht konditionierten Raum, bestimmt nach 10.3, angegeben in Watt;
- t die Länge der betrachteten Monats-/Heiz-/Kühlperiode, nach Anhang F, angegeben in Megasekunden.

Für die Berechnung des Heizwärme- und des Kühlbedarfs ist ein angrenzender nicht konditionierter Raum ein nicht konditionierter Raum außerhalb der Zonengrenzen. Im Falle eines nicht konditionierten Raumes, der an mehr als eine konditionierte Zone grenzt, ist der Wert für den Wärmestrom der inneren Wärmequelle l im nicht konditionierten Raum $\Phi_{\text{l,mean},u,l}$ durch die konditionierten Zonen, gewichtet entsprechend den nach 6.4 bestimmten Nutzflächen je konditionierter Zone, zu teilen.

Bei einem Wintergarten gilt Gleichung (34), wenn das ausführliche Verfahren nach E.2 angewendet wird. Bei dem vereinfachten Verfahren ist der Wintergarten in Gleichung (34) zu vernachlässigen, wenn innere und solare Wärmeeinträge im Wintergarten bereits in einem angepassten Wert von b berücksichtigt sind.

10.2.2 Vereinfachtes Stundenverfahren

Für das vereinfachte Stundenverfahren wird die Summe der Wärmeströme der inneren Wärmequellen in der betrachteten Gebäudezone Φ_{int} , angegeben in Watt, für jede Stunde nach Gleichung (35) berechnet:

$$\Phi_{\text{int}} = \sum_k \Phi_{\text{int},k} + \sum_l (1 - b_{\text{tr},l}) \Phi_{\text{int},u,l} \quad (35)$$

Die stundenbezogenen Werte werden üblicherweise als tages- oder wochenbezogene Zeitschemata angegeben.

Alternativ darf auf nationaler Ebene entschieden werden, den Wärmestrom innerer Wärmequellen in der betrachteten Gebäudezone als einen zeitlichen Mittelwert über einen bestimmten Zeitraum nach Gleichung (36) zu berechnen:

$$\Phi_{\text{int}} = \sum_k \Phi_{\text{int,mn},k} + \sum_l (1 - b_{\text{tr},l}) \Phi_{\text{int,mn},u,l} \quad (36)$$

Dabei ist

$b_{\text{tr},l}$	der Anpassungsfaktor für den angrenzenden nicht konditionierten Raum mit der inneren Wärmequelle l , festgelegt in ISO 13789;
$\Phi_{\text{int},k}$	der stundenbezogene Wärmestrom der inneren Wärmequelle k , bestimmt nach 10.3, angegeben in Watt;
$\Phi_{\text{int},u,l}$	der stundenbezogene Wärmestrom der inneren Wärmequelle l im angrenzenden nicht konditionierten Raum, bestimmt nach 10.3, angegeben in Watt;
$\Phi_{\text{int,mn},k}$	der zeitlich gemittelte Wärmestrom der inneren Wärmequelle k , bestimmt nach 10.3, angegeben in Watt;
$\Phi_{\text{int,mn},u,l}$	der zeitlich gemittelte Wärmestrom der inneren Wärmequelle l im angrenzenden nicht konditionierten Raum, bestimmt nach 10.3, angegeben in Watt.

ANMERKUNG In der Praxis führt die Anwendung ausführlicherer (einschließlich stundenbezogener) Daten aufgrund eines Mangels an zuverlässigen Eingangsdaten nicht notwendigerweise zu einer größeren Genauigkeit.

10.3 Elemente innerer Wärmeeinträge — Alle Verfahren

Die Wärmeeinträge aus folgenden inneren Wärmequellen k in einer bestimmten Gebäudezone oder aus den Quellen l in einem nicht konditionierten Raum sind zu berücksichtigen:

- der innere Wärmestrom der Nutzer $\Phi_{\text{int,Oc}}$, bestimmt nach 10.4.2;
- der innere Wärmestrom der Geräte $\Phi_{\text{int,A}}$, bestimmt nach 10.4.2;
- der innere Wärmestrom der Beleuchtung $\Phi_{\text{int,L}}$, bestimmt nach 10.4.3;
- der innere Wärmestrom der Warm- und Kaltwasser- sowie Abwassersysteme $\Phi_{\text{int,WA}}$, bestimmt nach 10.4.4;
- der innere Wärmestrom der Heiz-, Kühl- und Lüftungsanlagen $\Phi_{\text{int,HVAC}}$, bestimmt nach 10.4.5;
- der innere Wärmestrom durch Prozesse und Güter $\Phi_{\text{int,Proc}}$, bestimmt nach 10.4.6.

Es gelten die folgenden Berechnungsgrundsätze:

- ein Teil der Wärmeverluste einer Anlage kann entweder im Gebäude oder in der Anlage selbst oder in einer anderen Anlage zurückgewonnen werden. In dieser Internationalen Norm wird nur die im Gebäude zurückgewonnene Wärme betrachtet;

- zur Vereinfachung darf auf nationaler Ebene entschieden werden, in der Berechnung des Energiebedarfs des Gebäudes geringe Mengen der Wärmeverluste einer Anlage, die tatsächlich im Gebäude rückgewinnbar sind, zu vernachlässigen und diese stattdessen mithilfe von angemessenen Anpassungsfaktoren in der Berechnung der Effizienz der Anlage zu berücksichtigen;
- eine Kältequelle, die dem Gebäude (der Zone) Wärme entzieht, ist als Quelle zu betrachten und mit einem negativen Vorzeichen zu versehen;
- weist eine Wärmequelle mit potentiell signifikanter Größe einen Wärmestrom auf, der in starkem Maße von der Temperaturdifferenz zwischen Quelle und Innenraum abhängt, darf die Wärme dieser Quelle nicht zu den inneren Wärmeeinträgen hinzugezogen werden; stattdessen ist der Wärmetransfer zu dem nach Abschnitt 8 bestimmten Wärmetransfer durch Transmission hinzuzuziehen.

ANMERKUNG So wird beispielsweise eine Quelle mit einer konstanten Temperatur von 25 °C eine große Wärmemenge an einen Raum *abgeben*, dessen Temperatur 16 °C beträgt; weist der Raum selbst eine Temperatur von 25 °C auf, wird sie keine Wärme abgeben, und wenn die Gebäudezone eine höhere Temperatur aufweist, wird sie Wärme abziehen.

10.4 Eingangsdaten und Grenzbedingungen

10.4.1 Allgemeines

Bei Nichtvorliegen nationaler Werte dürfen die Werte nach Anhang G angewendet werden.

ANMERKUNG 1 Anhang G enthält Beispiele für nationale Eingangsdaten: Tabellen mit typischen Nutzungsmustern und entsprechenden Werten für die verschiedenen inneren Wärmequellen.

Bei alten bestehenden Gebäuden darf auf nationaler Ebene ein vereinfachtes Verfahren festgelegt werden, wenn das Erfassen sämtlicher erforderlicher Eingangsdaten im Verhältnis zu den dadurch anfallenden Kosten zu aufwändig wäre. Eine Festlegung der Bedingungen für die Zulässigkeit dieses vereinfachten Verfahrens darf auf nationaler Ebene je nach Berechnungszweck erfolgen. In diesem Fall muss der Anwender angeben, welches Verfahren und welche Quelle genutzt wurden.

ANMERKUNG 2 Zum Beispiel könnte auf nationaler Ebene entschieden werden, in diesem Fall den Wärmestrom aus inneren Wärmequellen in nicht konditionierten Räumen (z. B. mit Ausnahme von Wintergärten) zu vernachlässigen.

10.4.2 Stoffwechselwärme der Nutzer und Verlustwärme der Geräte

Die stunden- und wochenbezogenen Nutzungsprofile hinsichtlich der Wärmeströme der Stoffwechselwärme der Nutzer $\Phi_{\text{int,Oc}}$ und der Verlustwärme der Geräte $\Phi_{\text{int,A}}$ sind auf nationaler Ebene als Funktion der Gebäudenutzung und (wahlweise) der Belegungsklasse und des Berechnungszweckes zu bestimmen.

Für die ausführlichen Simulationsverfahren betragen, sofern nichts anderes angegeben ist, der strahlungs- und der konvektionsbezogene Anteil jeweils 50 %.

10.4.3 Verlustwärme der Beleuchtungseinrichtungen

Der Wert für den inneren Wärmestrom der Beleuchtung $\Phi_{\text{int,L}}$ ist die Summe aus Folgendem:

- dem Wert des inneren Wärmestroms der Leuchten, berechnet als ein Anteil des Energiebedarfs der Beleuchtungsanlagen nach der in Anhang A angegebenen Norm zu Beleuchtungsanlagen. Ein Anteil von weniger als 1 ist, in Übereinstimmung mit einem auf nationaler Ebene festgelegten Verfahren, zulässig, wenn die Wärme direkt über die Leuchten durch Entlüftung abgezogen wird. Wenn (ein Teil) der Abluft wieder zugeführt wird, ist diese Wärme in der Lüftungsanlage als Wärmequelle zu berücksichtigen;
- dem Wert für den inneren Wärmestrom weiterer Beleuchtungselemente, die nicht durch die vorangegangene Kategorie abgedeckt sind, beispielsweise dekorative Beleuchtung, abnehmbare Beleuchtung, Beleuchtung für besondere Aufgaben, Beleuchtung des Baugrundes, prozessbezogene Beleuchtung. Für

diese weiteren Beleuchtungselemente dürfen die Werte in Abhängigkeit von Gebäudenutzung und Berechnungszweck auf nationaler Ebene festgelegt werden.

Für die ausführlichen Simulationsverfahren betragen, sofern nichts anderes angegeben ist, der strahlungs- und der konvektionsbezogene Anteil jeweils 50 %.

10.4.4 Durch Warm- und Kaltwasser- sowie Abwassersysteme abgegebene oder aufgenommene Wärme

10.4.4.1 Allgemeines

Der innere Wärmestrom aufgrund von rückgewinnbaren Verlusten aus Warm- und Kaltwasser- sowie Abwassersystemen $\Phi_{\text{int,WA}}$, angegeben in Watt, ist die Summe aus drei Termen nach den Gleichungen (37) und (38):

$$\Phi_{\text{int,WA}} = \Phi_{\text{int,W,circ}} + \Phi_{\text{int,W,other}} + \Phi_{\text{int,MSW}} \quad (37)$$

mit

$$\Phi_{\text{int,HW,circ}} = q_{\text{int,W,circ}} L_{\text{W,circ}} \quad (38)$$

Dabei ist

$\Phi_{\text{int,W,circ}}$	der innere Wärmestrom aufgrund von rückgewinnbaren Verlusten von permanenten oder zeitgesteuerten Warmwasserzirkulationsleitungen, angegeben in Watt;
$\Phi_{\text{int,W,other}}$	der innere Wärmestrom aufgrund von rückgewinnbaren Verlusten der Warmwassersysteme, mit Ausnahme der Warmwasserzirkulationsleitungen, angegeben in Watt;
$\Phi_{\text{int,MSW}}$	der innere Wärmestrom aufgrund von rückgewinnbaren Verlusten der Kalt- und Abwassersysteme, angegeben in Watt;
$q_{\text{int,W,circ}}$	der zeitlich gemittelte innere Wärmestrom aufgrund von rückgewinnbaren Verlusten des Warmwasserzirkulationssystems je m Länge, angegeben in Watt je Meter;
$L_{\text{W,circ}}$	die Länge des Rohres des Warmwasserzirkulationssystems in der betrachteten Gebäudezone, angegeben in Meter.

10.4.4.2 Wärme durch ständige Warmwasserzirkulation

Der Wert für den inneren Wärmestrom aufgrund von rückgewinnbaren Verlusten eines Warmwasserzirkulationssystems je Meter Länge $q_{\text{int,HW,circ}}$, ist nach der in Anhang A angegebenen Norm zu Warmwassersystemen zu bestimmen. Die Länge $L_{\text{W,circ}}$ muss, sofern nicht ausdrücklich etwas anderes festgelegt ist, die Länge der Rücklaufrohre einschließen.

10.4.4.3 Wärme durch weitere Warm- und Kalt- sowie Abwassersysteme

Der Wert für den inneren Wärmestrom aufgrund von rückgewinnbaren Verlusten des Teils des Warmwassersystems, der nicht zur Warmwasserzirkulation gehört $\Phi_{\text{int,W,other}}$, und der Wert für den inneren Wärmestrom aufgrund von rückgewinnbaren Verlusten der Kalt- und Abwasseranlage $\Phi_{\text{int,MSW}}$, sind nach der in Anhang A angegebenen Norm zu Warmwassersystemen zu bestimmen. Alternativ darf in Abhängigkeit von Gebäudenutzung und Berechnungszweck auf nationaler Ebene festgelegt werden, dass die Summe dieser beiden Wärmeströme ($\Phi_{\text{int,W,other}} + \Phi_{\text{int,MSW}}$) vernachlässigt werden darf.

Für die ausführlichen Simulationsverfahren betragen, sofern nichts anderes festgelegt ist, der strahlungs- und der konvektionsbezogene Anteil jeweils 50 %.

Alternative Option:

Alternativ darf auf nationaler Ebene zur Vereinfachung entschieden werden, dass geringe Mengen der Verlustwärme des Warmwassersystems, die tatsächlich im Gebäude rückgewinnbar sind, in der Berechnung des Heizwärme- und/oder Kühlbedarfs des Gebäudes zu vernachlässigen sind und stattdessen mithilfe von angemessenen Anpassungsfaktoren in der Berechnung der Effizienz des Systems berücksichtigt werden.

ANMERKUNG Sind davon wesentliche Verlustmengen betroffen, kann diese alternative Option zu einer Unterschätzung des Kühlbedarfs und/oder der thermischen Unbehaglichkeit führen.

10.4.5 Durch die Heiz-, Kühl- und Lüftungsanlagen abgegebene oder aufgenommene Wärme

10.4.5.1 Allgemeines

Der innere Wärmestrom aufgrund von rückgewinnbaren Verlusten durch Heiz-, Kühl- und Lüftungsanlagen $\Phi_{\text{int,HVAC}}$, angegeben in Watt, ist die Summe aus drei Termen nach Gleichung (39):

$$\Phi_{\text{int,HVAC}} = \Phi_{\text{int,H}} + \Phi_{\text{int,C}} + \Phi_{\text{int,V}} \quad (39)$$

Dabei ist

$\Phi_{\text{int,H}}$	der innere Wärmestrom aufgrund von rückgewinnbaren Verlusten der Raumheizanlage(n), angegeben in Watt;
$\Phi_{\text{int,C}}$	der innere Wärmestrom aufgrund von rückgewinnbaren Verlusten der Raumkühlanlage(n), angegeben in Watt;
$\Phi_{\text{int,V}}$	der innere Wärmestrom aufgrund von rückgewinnbaren Verlusten der Lüftungsanlage(n), angegeben in Watt.

Für die ausführlichen Simulationsverfahren betragen, sofern nichts anderes angegeben ist, der strahlungs- und der konvektionsbezogene Anteil jeweils 50 %.

ANMERKUNG Der Wärmestrom wird positiv gezählt, wenn er von der Anlage zum Innenraum führt; er wird negativ gezählt, wenn er vom Innenraum zur Anlage führt, z. B. der zu Kälteleitungen der Kühlanlage führende Wärmestrom.

Iterationsschritte:

Bevor die rückgewinnbaren Verluste der Heiz- und der Kühlanlage berechnet werden können, ist es möglicherweise erforderlich, zuerst den Heizwärme- und den Kühlbedarf ohne diese Elemente in den inneren Wärmeeinträgen zu berechnen. Siehe 7.3.

10.4.5.2 Raumheizanlage

Der Wert für den inneren Wärmestrom aufgrund von rückgewinnbaren Verlusten der Raumheizanlage $\Phi_{\text{int,H}}$ umfasst die Verlustwärme in der betrachteten Gebäudezone, die von Hilfsenergiequellen (wie Pumpen, Ventilatoren und/oder Elektronik) und die Verlustwärme, die von Übergabe (sofern nicht mit dem Energiebedarf übereinstimmend bzw. nicht bereits durch eine Korrektur des Temperatursollwertes berücksichtigt), Zirkulation, Verteilung, Speicherung und Erzeugung durch die Heizanlage(n) stammt.

Der Wert ist nach der in Anhang A angegebenen Norm zu Raumheizanlagen zu bestimmen, entweder (was auf nationaler Ebene entschieden werden darf) als eine Variable je Stunde (nur bei ausführlichen Simulationsverfahren oder vereinfachten Stundenverfahren) oder als ein Mittelwert je Monat bzw. ein über die Heizperiode gebildeter Mittelwert.

Alternative Option:

Alternativ darf auf nationaler Ebene zur Vereinfachung entschieden werden, dass geringe Mengen der Verlustwärme der Raumheizanlage, die tatsächlich im Gebäude rückgewinnbar sind, in der Berechnung des Heizwärme- und/oder Kühlbedarfs des Gebäudes zu vernachlässigen sind und stattdessen mithilfe von angemessenen Anpassungsfaktoren in der Berechnung der Effizienz der Heizanlage berücksichtigt werden.

ANMERKUNG Sind davon wesentliche Verlustmengen betroffen, könnte diese alternative Option zu einer Unterschätzung des Kühlbedarfs und/oder der thermischen Unbehaglichkeit führen.

10.4.5.3 Raumkühlanlage

Der Wert für den inneren Wärmestrom aufgrund von rückgewinnbaren Verlusten der Raumkühlanlage $\Phi_{\text{int,C}}$ umfasst die Wärme in der betrachteten Gebäudezone, die von Hilfsenergiequellen (wie Pumpen, Ventilatoren und/oder Elektronik) stammt, und die Verlustwärme, die für die Kälteübergabe bestimmt ist (sofern nicht mit dem Energiebedarf übereinstimmend), Zirkulation, Verteilung, Speicherung und Erzeugung durch die Teile der Kühlanlage(n).

Der Wert ist nach der in Anhang A angegebenen Norm zu Raumkühlanlagen zu bestimmen; diesbezüglich darf auf nationaler Ebene entschieden werden, den Wert entweder variabel je Stunde (nur bei ausführlichen Simulationsverfahren oder vereinfachten Stundenverfahren) oder als Mittelwert je Monat bzw. einen über die Kühlperiode gebildeten Mittelwert festzulegen.

Alternative Option:

Alternativ darf auf nationaler Ebene zur Vereinfachung entschieden werden, dass geringe Mengen der an die Kälteteile der Raumkühlanlage abgegebenen Wärme, die tatsächlich im Gebäude rückgewinnbar sind, in der Berechnung des Heizwärme- und/oder Kühlbedarfs des Gebäudes zu vernachlässigen sind und stattdessen mithilfe von angemessenen Anpassungsfaktoren in der Berechnung der Effizienz der Kühlanlage berücksichtigt werden.

ANMERKUNG Sind davon wesentliche Verlustmengen betroffen, könnte diese alternative Option zu einer Unterschätzung des Kühlbedarfs und/oder der thermischen Unbehaglichkeit führen.

10.4.5.4 Lüftungsanlage

Der Wert für den inneren Wärmestrom in der betrachteten Gebäudezone aufgrund von rückgewinnbaren Verlusten der Lüftungsanlage $\Phi_{\text{int,V}}$ umfasst die Wärme, die in der betrachteten Gebäudezone von einer (oder mehreren) Lüftungsanlage(n) abgegeben wird. Dieser Wert muss die Wärme umfassen, die an die der Gebäudezone z. B. durch den Zuluftventilator zugeführten Luft abgegeben wird.

Der Wert ist nach der in Anhang A angegebenen Norm zu Luftvolumenströmen und Lüftungsanlagen zu bestimmen; diesbezüglich darf auf nationaler Ebene entschieden werden, den Wert entweder variabel je Stunde (nur bei ausführlichen Simulationsverfahren oder vereinfachten Stundenverfahren) oder als Mittelwert je Monat bzw. einen über die Heiz- und die Kühlperiode gebildeten Mittelwert festzulegen.

ANMERKUNG Die innere Wärme der Lüftungsanlagen, die bei der Zulufttemperatur nicht berücksichtigt wird, könnte die Wärme umfassen, die von einem Ventilatormotor außerhalb des Luftstroms oder von Ventilatoren für örtliche Luftzirkulation abgeführt wird.

Alternative Option:

Alternativ dürfen zur Vereinfachung geringe Mengen der Verlustwärme der Lüftungsanlage, die tatsächlich im Gebäude rückgewinnbar sind, in der Berechnung des Heizwärme- und/oder Kühlbedarfs des Gebäudes vernachlässigt und stattdessen mithilfe von angemessenen Anpassungsfaktoren in der Berechnung der Effizienz der Lüftungsanlage berücksichtigt werden.

Diese alternative Option ist nur zulässig, wenn sichergestellt werden kann, dass sie nicht zu einer Unterschätzung des Heizwärme- und des Kühlbedarfs und/oder der thermischen Unbehaglichkeit führt.

10.4.6 Wärme von oder für Prozesse(n) und Güter(n)

Der innere Wärmestrom aufgrund von rückgewinnbaren Verlusten von oder für Prozesse(n) und Güter(n) $\Phi_{l,PROC}$ umfasst die Wärme von oder für bestimmte(n) Prozesse(n) in der betrachteten Gebäudezone und/oder von oder für Güter(n), die in die Gebäudezone hineingelangen. Die Werte dürfen in Abhängigkeit von Gebäudenutzung und Berechnungszweck auf nationaler Ebene bestimmt werden.

Für die ausführlichen Simulationsverfahren betragen, sofern nichts anderes angegeben ist, der strahlungs- und der konvektionsbezogene Anteil jeweils 50 %.

Weist eine Wärmequelle mit potentiell signifikanter Größe eine Quellentemperatur auf, die nahe der Innentemperatur liegt, hängt die Menge der tatsächlich übertragenen Wärme in starkem Maße von der Temperaturdifferenz zwischen Quelle und Innenraum ab. In diesem Fall darf die Quelle nicht zu den inneren Wärmeeinträgen hinzugezogen werden; stattdessen ist der Wärmetransfer zu dem nach Abschnitt 8 bestimmten Wärmetransfer durch Transmission hinzuzuziehen.

11 Solare Wärmeeinträge

11.1 Berechnungsverfahren

Wärmeeinträge aus solaren Wärmequellen ergeben sich aus der Sonnenstrahlung, die üblicherweise an dem betrachteten Ort vorliegt, der Ausrichtung der Kollektorflächen, der ständigen und beweglichen Verschattung, dem solaren Durchlassgrad und der Absorption sowie den Wärmetransfereigenschaften der Kollektorflächen. Der Koeffizient, der die verschiedenen Kenngrößen und die Kollektorfläche (einschließlich des Einflusses der Verschattung) umfasst, wird als wirksame Kollektorfläche bezeichnet.

Die Verfahrensweise hängt von der Art des Berechnungsverfahrens ab, die Annahmen (zu Umgebungsbedingungen, Nutzerverhalten und Regeleinrichtungen) und die Eingangsdaten müssen jedoch für alle Arten der Berechnungsverfahren (Heiz-/Kühlperioden-, Monats- und vereinfachte Stundenverfahren sowie ausführliche Simulationsverfahren) gleich sein. Siehe Tabelle 7.

Tabelle 7 — Berechnungsverfahren der solaren Wärmeeinträge für die verschiedenen Verfahrensarten

Verfahrensart	Gesamtheit der solaren Wärmeeinträge	Elemente solarer Wärmeeinträge	Eingangsdaten und Grenzbedingungen
Heiz-/Kühlperioden- oder Monatsverfahren	11.2	11.3	11.4
Vereinfachtes Stundenverfahren	11.2	11.3	11.4
Ausführliches Simulationsverfahren	nicht zutreffend	nicht zutreffend	11.4

11.2 Gesamtheit der solaren Wärmeeinträge

11.2.1 Monats- und Heiz-/Kühlperiodenverfahren

Für das Monats- und das Heiz-/Kühlperiodenverfahren wird die Summe der Wärmeeinträge der solaren Wärmequellen in der betrachteten Gebäudezone für den/die betrachtete(n) Monat/Heiz-/Kühlperiode, Q_{sol} , angegeben in Megajoule, nach Gleichung (40) berechnet:

$$Q_{sol} = \left(\sum_k \Phi_{sol,mn,k} \right) t + \left(\sum_l (1 - b_{tr,l}) \Phi_{sol,mn,u,l} \right) t \quad (40)$$

Dabei ist

$b_{tr,l}$	der Abminderungsfaktor für den angrenzenden nicht konditionierten Raum mit der inneren Wärmequelle l , festgelegt in ISO 13789;
$\Phi_{sol,mn,k}$	der zeitlich gemittelte Wärmestrom der solaren Wärmequelle k , bestimmt nach 10.3, angegeben in Watt;
$\Phi_{sol,mn,u,l}$	der zeitlich gemittelte Wärmestrom der solaren Wärmequelle l im angrenzenden, nicht konditionierten Raum, bestimmt nach 10.3, angegeben in Watt;
t	die Länge des/der betrachteten Monats-/Heiz-/Kühlperiode, nach Anhang F, angegeben in Megasekunden.

Für die Berechnung des Heizwärme- und des Kühlbedarfs ist ein angrenzender, nicht konditionierter Raum ein nicht konditionierter Raum außerhalb der Zonengrenzen. Im Falle eines nicht konditionierten Raumes, der an mehr als eine konditionierte Zone grenzt, ist der Wert für den Wärmestrom der solaren Wärmequelle l im nicht konditionierten Raum $\Phi_{sol,mn,u,l}$ durch die konditionierten Zonen, gewichtet entsprechend den nach 6.4 bestimmten Nutzflächen je konditionierter Zone, zu teilen.

Bei einem Wintergarten gilt dieselbe Gleichung, wenn das ausführliche Verfahren nach E.2 angewendet wird. Bei dem vereinfachten Verfahren ist der Wintergarten in Gleichung (40) zu vernachlässigen, wenn innere und solare Wärmeeinträge im Wintergarten bereits in einem angepassten Wert von b berücksichtigt sind.

11.2.2 Vereinfachtes Stundenverfahren

Für das vereinfachte Stundenverfahren wird der Wärmestrom der solaren Wärmequellen in der betrachteten Gebäudezone Φ_{sol} , angegeben in Watt, für jede Stunde nach Gleichung (41) berechnet:

$$\Phi_{sol} = \sum_k \Phi_{sol,k} + \sum_l (1 - b_{tr,l}) \Phi_{sol,u,l} \quad (41)$$

Alternativ darf auf nationaler Ebene entschieden werden, den Wärmestrom solarer Wärmequellen in der betrachteten Gebäudezone als einen zeitlichen Mittelwert über einen bestimmten Zeitraum nach Gleichung (42) zu berechnen:

$$\Phi_{sol} = \sum_k \Phi_{sol,mn,k} + \sum_l (1 - b_{tr,l}) \Phi_{sol,mn,u,l} \quad (42)$$

Dabei ist

$b_{tr,l}$	der Anpassungsfaktor für den angrenzenden nicht konditionierten Raum mit der solaren Wärmequelle l , festgelegt in ISO 13789;
$\Phi_{sol,k}$	der stundenbezogene Wärmestrom der solaren Wärmequelle k , bestimmt nach 11.3, angegeben in Watt;
$\Phi_{sol,u,l}$	der stundenbezogene Wärmestrom der solaren Wärmequelle l im angrenzenden nicht konditionierten Raum, bestimmt nach 11.3, angegeben in Watt;
$\Phi_{sol,mn,k}$	der zeitlich gemittelte Wärmestrom der solaren Wärmequelle k , bestimmt nach 11.3, angegeben in Watt;
$\Phi_{sol,mn,u,l}$	der zeitlich gemittelte Wärmestrom der solaren Wärmequelle l im angrenzenden nicht konditionierten Raum, bestimmt nach 11.3, angegeben in Watt.

11.3 Elemente solarer Wärmeeinträge

11.3.1 Allgemeines

Dieser Unterabschnitt behandelt den Wärmestrom durch solare Einträge, beruhend auf den wirksamen Kollektorflächen der jeweiligen Bauteile und den Korrekturen für Verschattung durch außen liegende Hindernisse. Er stellt außerdem eine Korrektur für die Wärmestrahlung an den Himmel bereit.

Bei den zu berücksichtigenden Kollektorflächen handelt es sich um die Verglasung (einschließlich integrierter oder hinzugefügter Sonnenschutzeinrichtungen), die außen liegenden opaken Elemente, die Innenwände und -bodenplatten von Wintergärten und die Wände hinter einer transparenten Abdeckung oder Dämmung. Die Kenngrößen sind abhängig vom Klima, der Zeit und den lagebezogenen Faktoren, wie z. B. Sonnenstand, Verhältnis zwischen direkter und diffuser Sonnenstrahlung. Folglich schwanken die Kenngrößen im Allgemeinen zeitlich, sowohl hinsichtlich einer Stunde als auch hinsichtlich eines Jahres. Daher sind angemessene mittlere oder übliche Werte auszuwählen, die für den Berechnungszweck (Heizen, Kühlen und/oder Behaglichkeit im Sommer) geeignet sind.

11.3.2 Wärmestrom durch solare Einträge je Bauteil

Der Wärmestrom durch solare Einträge durch Bauteil k , $\Phi_{\text{sol},k}$, angegeben in Watt, ist durch Gleichung (43) gegeben:

$$\Phi_{\text{sol},k} = F_{\text{sh},\text{ob},k} A_{\text{sol},k} I_{\text{sol},k} - F_{\text{r},k} \Phi_{\text{r},k} \quad (43)$$

Dabei ist

- $F_{\text{sh},\text{ob},k}$ der Verschattungsfaktor durch außen liegende Hindernisse für die wirksame solare Kollektorfläche der Oberfläche k , bestimmt nach 11.4.4;
- $A_{\text{sol},k}$ die wirksame Kollektorfläche der Oberfläche k mit einer bestimmten Ausrichtung und einem bestimmten Neigungswinkel in der betrachteten Zone oder dem betrachteten Raum, ermittelt nach 11.3.3 (Verglasung), 11.3.4 (opake Bauteile) und Anhang E (besondere Bauteile), angegeben in Quadratmeter;
- $I_{\text{sol},k}$ die solare Bestrahlungsstärke, d. h. die mittlere Energie der solaren Bestrahlung über den Berechnungszeitschritt, je Quadratmeter Kollektorfläche der Oberfläche k mit einer bestimmten Ausrichtung und einem bestimmten Neigungswinkel, ermittelt nach Anhang F, angegeben in Watt je Quadratmeter;
- $F_{\text{r},k}$ der Formfaktor zwischen dem Bauteil und dem Himmel, bestimmt nach 11.4.6;
- $\Phi_{\text{r},k}$ der zusätzliche Wärmestrom aufgrund der von Bauteil k ausgehenden Wärmestrahlung an den Himmel, bestimmt nach 11.3.5, angegeben in Watt.

ANMERKUNG 1 Die wirksame solare Kollektorfläche A_{sol} ist gleich der Fläche eines schwarzen Körpers mit dem gleichen solaren Wärmeeintrag wie die betrachtete Oberfläche.

ANMERKUNG 2 Der zusätzliche Wärmestrom aufgrund der Wärmestrahlung an den Himmel ist eigentlich kein solarer Wärmeeintrag, wird jedoch aus Vereinfachungsgründen zu den solaren Einträgen gezählt.

11.3.3 Wirksame solare Kollektorfläche von verglasten Bauteilen

Die wirksame solare Kollektorfläche eines verglasten Bauteils der Gebäudehülle (z. B. eines Fensters) A_{sol} , angegeben in Quadratmeter, ist durch Gleichung (44) gegeben:

$$A_{\text{sol}} = F_{\text{sh},\text{gl}} g_{\text{gl}} (1 - F_{\text{F}}) A_{\text{w,p}} \quad (44)$$

Dabei ist

- $F_{\text{sh,gl}}$ der Verschattungsfaktor für bewegliche Sonnenschutzeinrichtungen, bestimmt nach 11.4.3;
- g_{gl} der solare Gesamtenergiedurchlassgrad des transparenten Teiles des Bauteils, bestimmt nach 11.4.2;
- ANMERKUNG Der transparente Teil des Bauteils kann Verglasungen aus Klarglas, jedoch auch (dauerhaft eingebaute) streuende Schichten oder Sonnenschutzschichten umfassen.
- F_{F} der Rahmenflächenanteil, d. h. das Verhältnis von projizierter Rahmenfläche zur gesamten Projektionsfläche des verglasten Bauteils, bestimmt nach 11.4.5;
- $A_{\text{w,p}}$ die gesamte Projektionsfläche des verglasten Bauteils (z. B. Fensterfläche), angegeben in Quadratmeter.

11.3.4 Wirksame Kollektorfläche von opaken Bauteilen

Die solaren Netto-Wärmeeinträge opaker Bauteile ohne transparente Dämmung während der Heizperiode bilden möglicherweise nur einen kleinen Anteil der gesamten solaren Wärmeeinträge und werden teilweise durch Strahlungsverluste vom Gebäude an den klaren Himmel ausgeglichen. Bei dunklen, schlecht gedämmten Oberflächen oder großen, direkt dem Himmel zugewandten Flächen können die solaren Wärmeeinträge durch opake Bauteile jedoch eine Bedeutung bekommen.

Bei der Berechnung des Kühlbedarfs im Sommer oder der thermischen Behaglichkeit im Sommer sollten die Auswirkungen der solaren Wärmeeinträge durch opake Bauteile nicht unterschätzt werden. Andererseits kann für den Fall, dass bedeutende Wärmestrahlungsverluste erwartet werden, der Wärmeverlust durch Transmission gleichzeitig vergrößert werden, was durch einen Korrekturfaktor bei den solaren Wärmeeinträgen dargestellt wird. Solare Wärmeeinträge von opaken Bauteilen mit transparenter Dämmung werden in Abschnitt H.2 behandelt.

Die wirksame solare Kollektorfläche eines opaken Bauteils der Gebäudehülle A_{sol} , angegeben in Quadratmeter, ist durch Gleichung (45) gegeben:

$$A_{\text{sol}} = \alpha_{\text{S,c}} \times R_{\text{se}} \times U_{\text{c}} \times A_{\text{c}} \quad (45)$$

Dabei ist

- $\alpha_{\text{S,c}}$ der dimensionslose Absorptionskoeffizient für die Sonnenstrahlung auf den opaken Teil, entnommen geeigneten nationalen Quellen;
- R_{se} der Oberflächenwärme-Durchlasswiderstand des opaken Teils, bestimmt nach ISO 6946, angegeben in Quadratmeter · Kelvin je Watt;
- U_{c} der Wärmedurchgangskoeffizient des opaken Bauteils, bestimmt nach ISO 6946, angegeben in Watt je Quadratmeter · Kelvin;
- A_{c} die Projektionsfläche des opaken Teils, angegeben in Quadratmeter.

Enthält das Bauteil eine Schicht, die (z. B. natürlich) mit Außenluft belüftet ist und wird der U -Wert unter der Annahme berechnet, dass der Wärmedurchlasswiderstand zwischen dieser belüfteten Schicht und der Außenumgebung vernachlässigt werden kann, wird bei Anwendung der Gleichung (45) der solare Durchlassgrad überschätzt. Um dies zu vermeiden, sollte in Gleichung (45) ein korrigierter U -Wert verwendet werden, bei dem die belüftete Schicht nicht als eine Abkürzung betrachtet wird, sondern als ein physikalischer Mechanismus, der einen Teil der solaren Wärme beseitigt.

ANMERKUNG Beispielsweise im Falle von Dächern mit (belüfteten) Ziegeln, berechnet nach ISO 13789.

11.3.5 Wärmestrahlung an den Himmel

Der zusätzliche Wärmestrom aufgrund der Wärmestrahlung an den Himmel für ein bestimmtes Bauteil der Gebäudehülle Φ_r , angegeben in Watt, ist durch Gleichung (46) gegeben:

$$\Phi_r = R_{se} \times U_c \times A_c \times h_r \times \Delta\theta_{er} \quad (46)$$

Dabei ist

- R_{se} der Wärmeübergangswiderstand an der Außenoberfläche des Bauteils, bestimmt nach ISO 6946, angegeben in Quadratmeter · Kelvin je Watt;
- U_c der Wärmedurchgangskoeffizient des Bauteils, bestimmt nach ISO 6946, angegeben in Watt je Quadratmeter je Kelvin;
- A_c die Projektionsfläche des Bauteils, angegeben in Quadratmeter;
- h_r der äußere Strahlungswärmetransferkoeffizient, bestimmt nach 11.4.6, angegeben in Watt je Quadratmeter je Kelvin;
- $\Delta\theta_{er}$ die mittlere Differenz zwischen der Außenlufttemperatur und der scheinbaren Temperatur des Himmels, bestimmt nach 11.4.6, angegeben in Grad Celsius.

Alternativ darf auf nationaler Ebene entschieden werden, den zusätzlichen Wärmestrom aufgrund der Wärmestrahlung an den Himmel je nach Anwendung als ein zusätzlicher Transmissionswärmetransfer zu betrachten, wobei anstelle der Lufttemperatur eine Betriebsaußentemperatur verwendet wird.

11.3.6 Solare Wärmeeinträge von Wintergärten

Die wirksame Kollektorfläche eines Wintergartens, der in den meisten Fällen mehrere Kollektorflächen aufweist, kann nicht auf einfache Weise berechnet werden. Das Berechnungsverfahren ist in E.2 angegeben.

11.4 Eingangsdaten und Grenzbedingungen

11.4.1 Allgemeines

Bei alten bestehenden Gebäuden darf auf nationaler Ebene ein vereinfachtes Verfahren festgelegt werden, wenn das Erfassen sämtlicher erforderlicher Eingangsdaten im Verhältnis zu den dadurch anfallenden Kosten zu aufwändig wäre. Eine Festlegung der Bedingungen für die Zulässigkeit dieses vereinfachten Verfahrens darf auf nationaler Ebene je nach Berechnungszweck erfolgen. In diesem Fall muss der Anwender angeben, welches Verfahren und welche Quelle genutzt wurden.

ANMERKUNG Beispiel für eine mögliche Vereinfachung: Vernachlässigung der wirksamen solaren Kollektorfläche in nicht konditionierten Räumen (mit Ausnahme von Wintergärten).

11.4.2 Solarer Energiedurchlassgrad von verglasten Bauteilen

Grundsätzlich handelt es sich bei dem solaren Gesamtenergiedurchlassgrad g_{gl} nach 11.3.3 (Gleichung (44)) um das zeitlich gemittelte Verhältnis zwischen der durch ein transparentes Bauteil gehenden Energie und der auf dieses Bauteil auffallenden Energie.

Für Fenster oder sonstige verglaste Bauteile der Gebäudehülle mit nicht streuender Verglasung ist der solare Energiedurchlassgrad für eine senkrecht zur Verglasung verlaufende Strahlung g_n nach der in Anhang A angegebenen Norm zu optischen Eigenschaften von Mehrfachverglasungen zu berechnen.

Da der Wert des zeitlich gemittelten solaren Energiedurchlassgrades etwas geringer ist als g_n , wird ein Korrekturfaktor F_w nach Gleichung (47) angewendet:

$$g_{gl} = F_w g_{gl,n} \quad (47)$$

Dabei ist

F_w ein Korrekturfaktor für nicht streuende Verglasung.

Sind auf nationaler Ebene keine Werte festgelegt, gilt für den Korrekturfaktor $F_w = 0,90$.

Für Fenster oder sonstige verglaste Bauteile der Gebäudehülle mit streuender Verglasung oder Sonnenschutzeinrichtungen kann der solare Energiedurchlassgrad für eine senkrecht zur Verglasung verlaufende Strahlung (bei normalem Strahlungseinfall) g_n zu einer wesentlichen Unterschätzung des zeitlich gemittelten solaren Durchlassgrades führen.

Der zeitlich gemittelte solare Gesamtenergiedurchlassgrad wird entsprechend der gewichteten Summe nach Gleichung (48) berechnet:

$$g_{gl} = a_{gl} g_{gl,alt} + (1 - a_{gl}) g_{gl,dif} \quad (48)$$

Dabei ist

a_{gl} ein Gewichtungsfaktor, der für die Position (Ausrichtung, Neigung) des Fensters, das Klima und die Heiz-/Kühlperiode steht;

$g_{gl,alt}$ der solare Energiedurchlassgrad für die Sonnenstrahlung aus einem Höhenwinkel alt_g , der für die Position (Ausrichtung, Neigung) des Fenster, das Klima und die Heiz-/Kühlperiode steht;

$g_{gl,dif}$ der solare Energiedurchlassgrad für isotrope diffuse Sonnenstrahlung.

Wenn das Fenster Jalousien mit beweglichen Lamellen aufweist, muss der solare Energiedurchlassgrad für eine Jalousiestellung berechnet werden, bei der eine direkte Sonnenstrahlung aus dem Winkel alt_g blockiert wird, jedoch ein höchstmöglicher Lichttransmissionsgrad und bestmöglicher Blick durch die Lamellen hindurch erreicht wird.

Sind auf nationaler Ebene keine Werte festgelegt, müssen folgende Werte angesetzt werden:

$$a_{gl} = 0,75 \text{ und } alt_{gl} = 45.$$

ANMERKUNG 1 Bei waagerechten Jalousien, bei denen sich die Lamellen in einer Stellung (z. B. leicht geneigte Stellung) befinden, in der die direkte Sonnenstrahlung vollständig blockiert wird, kann der solare Energiedurchlassgrad durch diffuse Strahlung und durch vom Erdbereich reflektierte Strahlung wesentlich höher sein als g_n .

Der zweite Term auf der rechten Seite der Gleichung ist eine Vereinfachung, bei der die diffuse Strahlung aus Richtung des Himmels und die vom Erdbereich reflektierte Strahlung zusammengefasst werden.

BEISPIEL Doppelverglasung mit außen angebrachten Jalousien: Lamellen im Winkel von 45°; dadurch wird die direkte Strahlung vollständig blockiert (bei vollständig geschlossenen Lamellen wären nicht der höchstmögliche Lichttransmissionsgrad und der bestmögliche Blick gegeben); typische Werte sind

$$g_{gl,45} = 0,045; g_{gl,dif} = 0,196 \rightarrow g_{gl} = 0,083.$$

ANMERKUNG 2 Die Werte für a_{gl} und alt_{gl} sind grundsätzlich vom Längengrad, dem Klima, der Heiz-/Kühlperiode und der Ausrichtung abhängig. Ob und wann eine derartige Unterscheidung erforderlich ist, bleibt den nationalen Normungsorganisationen überlassen.

Bei alten bestehenden Gebäuden dürfen auf nationaler Ebene Standardwerte von g für Fenster mit und ohne Sonnenschutz festgelegt werden, wenn das Erfassen sämtlicher erforderlicher Eingangsdaten im Verhältnis zu den dadurch anfallenden Kosten zu aufwändig wäre. Eine Festlegung der Bedingungen für die Zulässigkeit dieses vereinfachten Verfahrens darf auf nationaler Ebene je nach Berechnungszweck erfolgen. In diesem Fall muss der Anwender angeben, welches Verfahren und welche Quelle genutzt wurden.

ANMERKUNG 3 Typische Werte von g sind in G.5 enthalten.

Ausführliche Simulationsverfahren:

Alternativ darf der solare Energiedurchlassgrad zu jeder Stunde bestimmt werden, in Abhängigkeit von der Position der Sonne und dem Beitrag der diffusen und der vom Erdbereich reflektierten Strahlung. Für streuende Verglasungen oder Fenster, die Sonnenschutzeinrichtungen aufweisen, ist es dabei erforderlich, dass der g -Wert für jeden (Höhen- und Azimut-)Winkel der einfallenden Sonnenstrahlung bekannt ist.

11.4.3 Bewegliche Sonnenschutzeinrichtungen (Verschattungseinrichtungen)

11.4.3.1 Monats- und Heiz-/Kühlperiodenverfahren

Für das Monats- und das Heiz-/Kühlperiodenverfahren ist der Verschattungsfaktor für bewegliche Sonnenschutzeinrichtungen $F_{sh,gl}$ nach Gleichung (49) abzuleiten:

$$F_{sh,gl} = \frac{((1 - f_{sh,with})g_{gl} + f_{sh,with}g_{gl+sh})}{g_{gl}} \quad (49)$$

Dabei ist

- g_{gl} der solare Gesamtenergiedurchlassgrad des Fensters, wenn die Sonnenschutzeinrichtung nicht in Gebrauch ist;
- g_{gl+sh} der solare Gesamtenergiedurchlassgrad des Fensters, wenn die Sonnenschutzeinrichtung in Gebrauch ist;
- $f_{sh,with}$ der gewichtete Anteil der Zeit, während der die Sonnenschutzeinrichtung in Gebrauch ist, z. B. als Funktion der Intensität der einfallenden Sonneneinstrahlung (folglich abhängig von Klima, Heiz-/Kühlperiode und Ausrichtung).

Der gewichtete Anteil der Zeit $f_{sh,with}$ während der die Sonnenschutzeinrichtung in Gebrauch ist, wird auf der Grundlage der grundlegenden Eingangsdaten und der stündlichen Abfolge bestimmt.

Bei intermittierendem Heiz- oder Kühlbetrieb, bei dem nach 13.2.2 die Auswirkung des intermittierenden Betriebs durch einen Abminderungsfaktor für den Heizwärme- oder Kühlbedarf berücksichtigt wird, ist der gewichtete Anteil unter Annahme eines kontinuierlichen Heizens oder Kühlens zu berechnen, wodurch Tage mit verringertem Heiz- oder Kühlsollwert oder mit Abschaltung vernachlässigt werden.

ANMERKUNG Die Werte für $f_{sh,with}$ werden auf nationaler Ebene bestimmt. Beispiele sind in Anhang G angegeben. EN 15232 beschreibt unterschiedliche Typen von Regelsystemen.

11.4.3.2 Vereinfachtes Stundenverfahren und ausführliche Simulationsverfahren

Bei dem vereinfachten Stunden- und den ausführlichen Simulationsverfahren ist für jede Stunde zwischen g_{gl} und g_{gl+sh} zu wählen.

11.4.4 Äußere Verschattungsfaktoren

11.4.4.1 Allgemeines

Der äußere Verschattungsfaktor $F_{sh,O}$, der im Bereich von 0 bis 1 liegt, stellt die Verringerung der einfallenden Sonnenstrahlung durch dauerhafte Verschattung der betreffenden Oberfläche dar, die sich aus Folgendem ergibt:

- weiteren Gebäuden;
- der Topographie (Hügel, Bäume usw.);
- Überhängen;
- weiteren Bauteile desselben Gebäudes;
- dem äußeren Teil der Wand, in der das verglaste Bauteil eingebaut ist.

Der Verschattungsfaktor $F_{sh,O}$ ist durch Gleichung (50) festgelegt:

$$F_{sh,O} = \frac{I_{sol,ps,mean}}{I_{sol,mean}} \quad (50)$$

Dabei ist

$I_{sol,ps,mean}$	die mittlere solare Bestrahlung, die tatsächlich auf die Kollektorebene auftrifft, die während der betrachteten Heiz- bzw. Kühlperiode durch (ein) äußere(s) Hindernis(se) verschattet wird, angegeben in Watt je Quadratmeter;
$I_{sol,mean}$	die mittlere solare Bestrahlung, die auf die Kollektorebene ohne Verschattung auftrifft, angegeben in Watt je Quadratmeter.

Auf nationaler Ebene darf, je nach den jeweiligen Bedingungen (wie z. B. Art der außen liegenden Hindernisse) entschieden werden, für verschiedene Fenster im Gebäude mit gleicher Ausrichtung einen feststehenden Verschattungsfaktor anzusetzen.

ANMERKUNG Die Verschattung kann ganz oder teilweise durch mehrere Hindernisse erfolgen. Folglich kann ein Addieren der Verschattungsfaktoren zu einer wesentlichen Überschätzung der Verschattung führen.

Sofern auf nationaler Ebene nichts anderes festgelegt ist, muss die Berechnung der Verschattungsfaktoren auf folgender Vereinfachung beruhen:

Die direkte Sonnenstrahlung wird durch ein Hindernis gehemmt; die diffuse und die durch das Erdreich reflektierte Strahlung bleiben unverändert. Dies entspricht Hindernissen, die dieselbe Menge an Sonnenstrahlung reflektieren wie sie abschirmen.

11.4.4.2 Vereinfachtes Stundenverfahren und ausführliche Simulationsverfahren

Auf nationaler Ebene darf entschieden werden, entweder zeitlich gemittelte tabellarische Werte festzulegen oder für jede Stunde andere Werte anzusetzen.

11.4.4.3 Alle Verfahren

Für bestimmte Anwendungen dürfen, je nach Anwendung und Gebäudetyp, auf nationaler Ebene tabellarische Verschattungsfaktoren vorgeschrieben werden.

ANMERKUNG Anhang G bietet einige informative Daten zu Verschattungsfaktoren.

Bei alten bestehenden Gebäuden dürfen auf nationaler Ebene vereinfachte Verfahren und/oder Standardwerte festgelegt werden, wenn das Erfassen sämtlicher erforderlicher Eingangsdaten im Verhältnis zu den dadurch anfallenden Kosten zu aufwändig wäre. Eine Festlegung der Bedingungen für die Zulässigkeit dieser vereinfachten Verfahren darf auf nationaler Ebene je nach Berechnungszweck erfolgen. In diesem Fall muss der Anwender angeben, welches Verfahren und welche Quelle genutzt wurden.

11.4.5 Rahmenflächenanteil

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

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

ANMERKUNG In Klimaten mit überwiegendem Heizbetrieb wird z. B. 0,20 oder 0,30 angesetzt, je nachdem, welcher Wert zum höheren Wärmedurchgangskoeffizienten für das Fenster führt (siehe 8.3.1), oder ein feststehender Wert von 0,30; für Klimate mit überwiegendem Kühlbetrieb wird z. B. ein feststehender Wert von 0,20 angesetzt. Siehe auch ähnliche Verfahren für die Wärmetransmission durch Fenster in 8.3.2.1.

11.4.6 Zusätzlicher Wärmetransfer durch Wärmestrahlung an den Himmel

Die Werte des Formfaktors für die Strahlung zwischen dem Bauteil und dem Himmel sind:

$F_r = 1$, für ein horizontales Dach ohne Verschattung;

$F_r = 0,5$, für eine vertikale Wand ohne Verschattung.

Der externe Strahlungswärmetransferkoeffizient h_r , angegeben in Watt je Quadratmeter je Kelvin, kann nach Gleichung (51) näherungsweise bestimmt werden:

$$h_r = 4 \varepsilon \sigma (\theta_{ss} + 273)^3 \quad (51)$$

Dabei ist

ε der Emissionsgrad der Wärmestrahlung der äußeren Oberfläche;

σ die Stefan-Boltzmann-Konstante: $\sigma = 5,67 \times 10^{-8} \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}^4)$;

θ_{ss} das arithmetische Mittel der Oberflächentemperatur und der Temperatur des Himmels, angegeben in Grad Celsius.

Um einen ersten Näherungswert zu erhalten, kann h_r mit $5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ angenommen werden, was einer mittleren Temperatur von 10°C entspricht.

Kann die Temperatur des Himmels nicht aus den vorliegenden Klimadaten gewonnen werden, sollte die durchschnittliche Differenz $\Delta\theta_{er}$ zwischen der Außenlufttemperatur und der Temperatur des Himmels in subpolaren Gebieten mit 9 K , in tropischen Gebieten mit 13 K und in den Zwischenzonen mit 11 K angenommen werden.

Je nach Anwendung und Gebäudetyp dürfen auf nationaler Ebene Standardwerte für die erforderlichen Eingangsdaten zur Verfügung gestellt werden. Außerdem darf auf nationaler Ebene entschieden werden, je nach Klima und Berechnungszweck den zusätzlichen Wärmetransfer durch Strahlung an den Himmel an sich zu vernachlässigen oder darüber hinaus auch die von opaken Bauteilen absorbierte solare Wärme zu vernachlässigen.

ANMERKUNG 1 Beispiele für Standardwerte sind in Anhang G angegeben.

ANMERKUNG 2 Für die ausführlichen Simulationsverfahren kann es außerdem notwendig sein, zeitlich gemittelte Werte anzuwenden, wenn dies erforderlich ist, um die Oberflächenwärmeflusskoeffizienten an die geforderten Normwerte anzupassen.

12 Dynamische Parameter

12.1 Berechnungsverfahren

Ein dynamisches Verfahren modelliert die Wärmedurchlasswiderstände, die Wärmespeicherfähigkeit und die Wärmeeinträge aus solaren und inneren Wärmequellen in der Gebäudezone. Hierfür bestehen zahlreiche Verfahren, die in ihrer Komplexität von sehr einfach bis sehr ausführlich reichen. Das vereinfachte Stundenverfahren kombiniert die Wärmespeicherfähigkeit der Gebäudezone zu einem einzelnen Widerstands-Speicherfähigkeits-Paar zusammen.

Bei den Monats- und den Heiz-/Kühlperiodenverfahren werden die dynamischen Auswirkungen berücksichtigt, indem für das Heizen der Ausnutzungsgrad der Einträge und für das Kühlen der Ausnutzungsgrad der Verluste eingeführt wird. Die Auswirkung der Trägheit im Falle des intermittierenden Heizbetriebs oder bei Abschaltungen wird separat berücksichtigt; siehe Abschnitt 13.

Die Verfahrensweise hängt zwar vom Typ des Berechnungsverfahrens ab, die Annahmen (zu Umgebungsbedingungen, Nutzerverhalten und Regeleinrichtungen) und die Eingangsdaten müssen jedoch für alle Arten des Berechnungsverfahrens (Heiz-/Kühlperioden-, Monats- und vereinfachte Stundenverfahren sowie ausführliche Simulationsverfahren) gleich sein. Siehe Tabelle 8.

Tabelle 8 — Berechnungsverfahren der dynamischen Parameter für die verschiedenen Verfahrensarten

Verfahrensart	Dynamische Parameter	Eingangsdaten und Grenzbedingungen
Heiz-/Kühlperioden- oder Monatsverfahren	12.2	12.3
Vereinfachtes Stundenverfahren	12.2	12.3
Ausführliches Simulationsverfahren	nicht zutreffend	12.3

12.2 Dynamische Parameter

12.2.1 Monats- und Heiz-/Kühlperiodenverfahren

12.2.1.1 Ausnutzungsgrad der Einträge für den Heizbetrieb

Der Ausnutzungsgrad der Einträge für das Heizen $\eta_{H,gn}$ ist eine Funktion des Wärmebilanzverhältnisses γ_H und eines numerischen Parameters a_H , der von der Gebäudeträgheit abhängig ist, und wird nach den Gleichungen (52) bis (55) bestimmt:

$$\text{wenn } \gamma_H > 0 \text{ und } \gamma_H \neq 1: \quad \eta_{H,gn} = \frac{1 - \gamma_H^{a_H}}{1 - \gamma_H^{a_H+1}} \quad (52)$$

$$\text{wenn } \gamma_H = 1: \quad \eta_{H,gn} = \frac{a_H}{a_H + 1} \quad (53)$$

$$\text{wenn } \gamma_H < 0: \quad \eta_{H,gn} = 1/\gamma_H \quad (54)$$

mit

$$\gamma_H = \frac{Q_{H,gn}}{Q_{H,ht}} \quad (55)$$

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

- γ_H das dimensionslose Wärmebilanzverhältnis für den Heizbetrieb;
- $Q_{H,ht}$ der Gesamt-Wärmetransfer für den Heizbetrieb, bestimmt nach 7.2.1.3, angegeben in Megajoule;
- $Q_{H,gn}$ die gesamten Wärmeeinträge für den Heizbetrieb, bestimmt nach 7.2.1.3, angegeben in Megajoule;
- a_H ein von der Zeitkonstanten τ_H abhängiger dimensionsloser numerischer Parameter, der nach Gleichung (56) festgelegt ist:

$$a_H = a_{H,0} + \frac{\tau}{\tau_{H,0}} \quad (56)$$

Dabei ist

- $a_{H,0}$ ein dimensionsloser numerischer Bezugsparameter, bestimmt nach Tabelle 9;
- τ die Zeitkonstante der Gebäudezone, bestimmt nach 12.2.1.3, angegeben in Stunden;
- $\tau_{H,0}$ die Bezugszeitkonstante, bestimmt nach Tabelle 9, angegeben in Stunden.

Die Parameterwerte sind empirische Werte, und dürfen je nach Berechnungszweck auch auf nationaler Ebene festgelegt werden; sind auf nationaler Ebene keine Werte festgelegt, dürfen die angegebenen tabellarischen Werte verwendet werden.

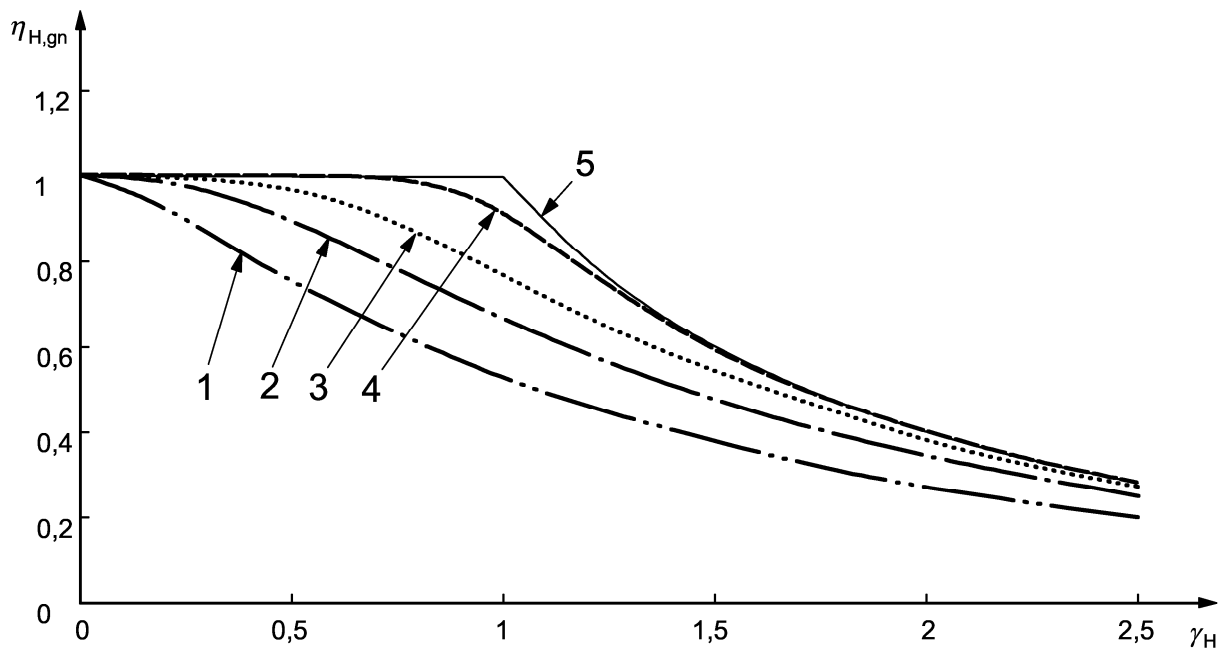
ANMERKUNG 1 Zu einer Erläuterung und Ableitung, siehe Anhang I; zu einer Begründung und künftigen Umwandlung, siehe Anhang H.

Tabelle 9 — Werte für den numerischen Parameter $a_{H,0}$ und die Bezugszeitkonstante $\tau_{H,0}$

Verfahrensart	$a_{H,0}$	$\tau_{H,0}$ h
Monats-Berechnungsverfahren	1,0	15
Heiz-/Kühlperioden-Berechnungsverfahren	0,8	30
Die Werte für $a_{H,0}$ und $\tau_{H,0}$ dürfen auch auf nationaler Ebene bereitgestellt werden.		

Bild 5 veranschaulicht die Ausnutzungsgrade der Einträge für das Monats-Berechnungsverfahren und für verschiedene Zeitkonstanten.

ANMERKUNG 2 Der Ausnutzungsgrad der Einträge wird unabhängig von den Eigenschaften der Heizanlage festgelegt, wobei eine ideale Temperaturregelung und eine unbegrenzte Flexibilität angenommen werden. Eine langsam reagierende Heizanlage und eine nicht ideal arbeitende Regeleinrichtung können die Ausnutzung der Wärmeeinträge stark beeinträchtigen.



Legende

- 1 Zeitkonstante von acht Stunden (geringe Trägheit)
- 2 Zeitkonstante von einem Tag
- 3 Zeitkonstante von zwei Tagen
- 4 Zeitkonstante von sieben Tagen
- 5 unbegrenzte Zeitkonstante (hohe Trägheit)

Bild 5 — Veranschaulichung des Ausnutzungsgrades der Einträge für den Heizbetrieb, für acht Stunden, einen Tag, zwei Tage, sieben Tage und unbegrenzte Zeitkonstanten, gültig für das Monats-Berechnungsverfahren

12.2.1.2 Ausnutzungsgrad der Verluste für den Kühlbetrieb

Der dimensionslose Ausnutzungsgrad der Verluste für den Kühlbetrieb $\eta_{C,ls}$, der für das Monats- oder Heiz-/Kühlperioden-Berechnungsverfahren des Kühlbetriebs erforderlich ist, ist eine Funktion des Wärmebilanzverhältnisses für den Kühlbetrieb γ_C und eines numerischen Parameters a_C , der von der Wärmeträgheit des Gebäudes abhängig ist, und wird nach den Gleichungen (57) bis (60) bestimmt:

$$\text{wenn } \gamma_C > 0 \quad \text{und} \quad \gamma_C \neq 1: \quad \eta_{C,ls} = \frac{1 - \gamma_C^{-a_C}}{1 - \gamma_C^{-(a_C+1)}} \quad (57)$$

$$\text{wenn } \gamma_C = 1: \quad \eta_{C,ls} = \frac{a_C}{a_C + 1} \quad (58)$$

$$\text{wenn } \gamma_C < 0: \quad \eta_{C,ls} = 1 \quad (59)$$

mit

$$\gamma_C = \frac{Q_{C,gn}}{Q_{C,ht}} \quad (60)$$

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

- γ_C das dimensionslose Wärmebilanzverhältnis für den Kühlbetrieb;
- $Q_{C,ht}$ der Gesamtwärmetransfer durch Transmission und Lüftung für den Kühlbetrieb, bestimmt nach 7.2.1.3, angegeben in Megajoule;
- $Q_{C,gn}$ die gesamten Wärmeeinträge für den Kühlbetrieb, bestimmt nach 7.2.1.3, angegeben in Megajoule;
- a_C ein von der Zeitkonstanten τ_C abhängiger dimensionsloser numerischer Parameter, der nach Gleichung (61) festgelegt ist:

$$a_C = a_{C,0} + \frac{\tau}{\tau_{C,0}} \quad (61)$$

Dabei ist

- $a_{C,0}$ ein dimensionsloser numerischer Bezugsparameter, bestimmt nach Tabelle 10;
- τ die Zeitkonstante der Gebäudezone, bestimmt nach 12.2.1.3, angegeben in Stunden;
- $\tau_{C,0}$ die Bezugszeitkonstante, bestimmt nach Tabelle 10, angegeben in Stunden.

Werte für $a_{C,0}$ und $\tau_{C,0}$ sind in Tabelle 10 angegeben.

Die Parameterwerte sind empirische Werte und dürfen je nach Berechnungszweck auch auf nationaler Ebene festgelegt werden; sind auf nationaler Ebene keine Werte festgelegt, dürfen die angegebenen tabellarischen Werte verwendet werden.

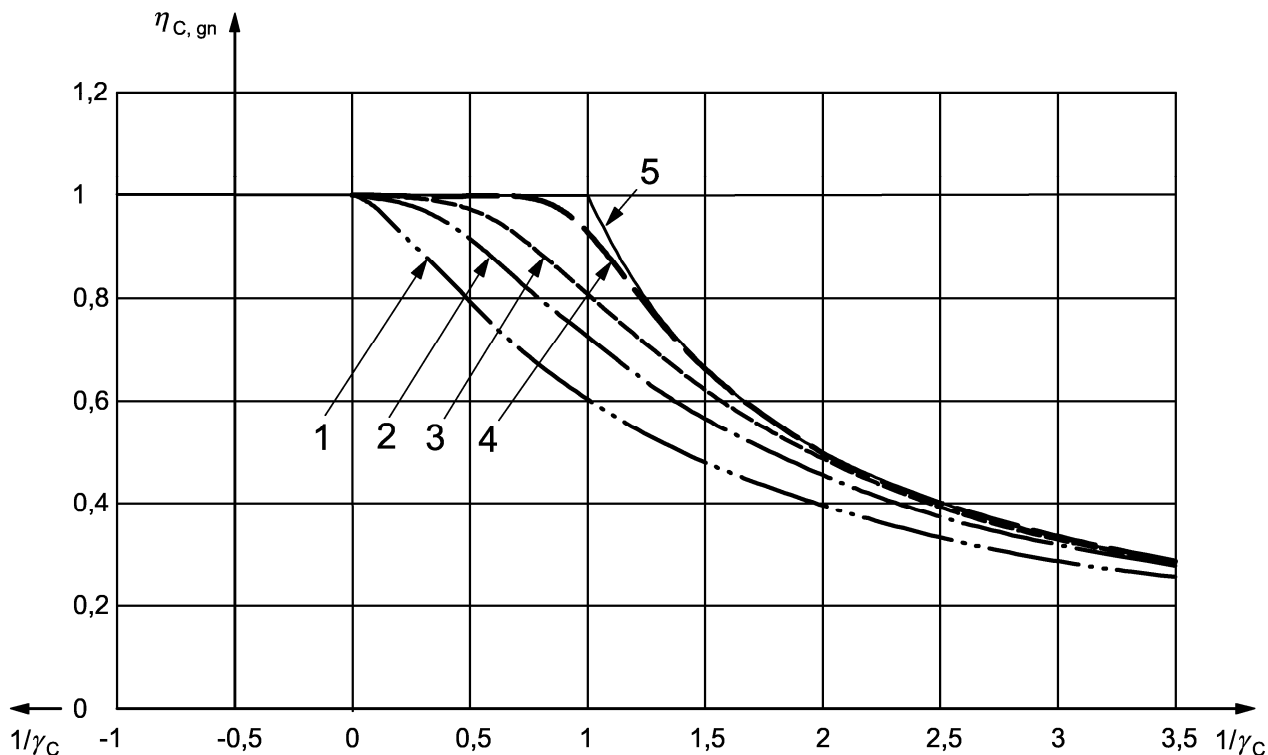
ANMERKUNG 1 Eine Erläuterung sowie Verfahren zur Ableitung der Parameterwerte sind auch in Anhang I angegeben. Literaturhinweis [13] und 2.1 von Literaturhinweis [23] bieten Hintergrundinformationen zu der Herleitung des Verfahrens.

Tabelle 10 — Werte für den numerischen Parameter $a_{C,0}$ und die Bezugszeitkonstante $\tau_{C,0}$

Verfahrensart	$a_{C,0}$	$\tau_{C,0}$
Monats-Berechnungsverfahren	1,0	15
Heiz-/Kühlperioden-Berechnungsverfahren	0,8	30
Die Werte für $a_{C,0}$ und $\tau_{C,0}$ dürfen auch auf nationaler Ebene bereitgestellt werden.		

ANMERKUNG 2 Der Ausnutzungsgrad der Verluste wird unabhängig von den Eigenschaften der Kühlanlage festgelegt, wobei eine ideale Temperaturregelung und eine unbegrenzte Flexibilität angenommen werden. Eine langsam reagierende Kühlanlage und eine nicht ideal arbeitende Regeleinrichtung können die Ausnutzung der Verluste stark beeinträchtigen.

Bild 6 veranschaulicht die Ausnutzungsgrade der Verluste für das Monats-Berechnungsverfahren und verschiedene Zeitkonstanten.



Legende

- 1 Zeitkonstante von acht Stunden (geringe Trägheit)
- 2 Zeitkonstante von einem Tag
- 3 Zeitkonstante von zwei Tagen
- 4 Zeitkonstante von sieben Tagen
- 5 unbegrenzte Zeitkonstante (hohe Trägheit)

Bild 6 — Veranschaulichung des Ausnutzungsgrades der Verluste für acht Stunden, einen Tag, zwei Tage, sieben Tage und unbegrenzte Zeitkonstanten, gültig für das Monats-Berechnungsverfahren

12.2.1.3 Zeitkonstante des Gebäudes

Die Zeitkonstante der Gebäudezone τ , angegeben in Stunden, charakterisiert die innere Wärmeträgheit der konditionierten Zone während des Heiz- und/oder des Kühlbetriebs. Sie wird nach Gleichung (62) berechnet:

$$\tau = \frac{C_m / 3600}{H_{tr,adj} + H_{ve,adj}} \quad (62)$$

Dabei ist

C_m die innere Wärmespeicherfähigkeit des Gebäudes oder der Gebäudezone, berechnet nach 12.3.1, angegeben in Joule je Kelvin;

ANMERKUNG 1 Siehe G.7 zu der Frage, ob die korrigierte innere Wärmespeicherfähigkeit einschließlich des Oberflächenwiderstandes nach A.3 von ISO 13786 angewendet werden sollte oder nicht.

$H_{tr,adj}$ ein repräsentativer Wert des Gesamt-Transmissionswärmetransferkoeffizienten, angepasst an die Differenz zwischen Innen- und Außentemperatur, berechnet nach 8.3, angegeben in Watt je Kelvin;

$H_{ve,adj}$ ein repräsentativer Wert des Gesamt-Lüftungswärmetransferkoeffizienten, angepasst an die Differenz zwischen Innen- und Außentemperatur, berechnet nach 9.3, angegeben in Watt je Kelvin.

Repräsentative Werte für $H_{tr,adj}$ und $H_{ve,adj}$ sind Werte, die für die vorherrschende (Heiz- oder Kühl-)Periode repräsentativ sind; sie sind nach einem Verfahren zu bestimmen, das auf nationaler Ebene festgelegt werden darf.

ANMERKUNG 2 Zum Beispiel der Monatswert für einen Monat in der Wintermitte in Klimaten mit überwiegendem Heizbetrieb oder der Monatswert für einen Monat in der Sommermitte in Klimaten mit überwiegendem Kühlbetrieb.

Alternativ darf auf nationaler Ebene entschieden werden, für bestimmte Anwendungen und Gebäudetypen Standardwerte in Abhängigkeit vom Konstruktionstyp zu verwenden. Sind auf nationaler Ebene keine Werte festgelegt, dürfen die Werte nach 12.3.1.2 verwendet werden. Die Werte können näherungsweise bestimmt werden, und eine relative Unsicherheit, die das Zehnfache der Unsicherheit beim Wärmetransfer beträgt, ist zulässig.

12.2.2 Vereinfachtes Stundenverfahren; Kopplung an die thermisch wirksame Masse Emission

Die Unterteilung des Transmissionswärmetransferkoeffizienten für opake Bauteile H_{op} in H_{em} und H_{ms} (siehe 7.2.2) wird nach den Gleichungen (63) und (64) berechnet:

$$H_{em} = 1 / (1 / H_{op} - 1 / H_{ms}) \quad (63)$$

und

$$H_{ms} = h_{ms} A_m \quad (64)$$

Dabei ist

H_{ms} der Kopplungsleitwert zwischen den Knoten m und s , angegeben in Watt je Kelvin;

h_{ms} der Wärmetransferkoeffizient zwischen den Knoten m und s , mit einem feststehenden Wert $h_{ms} = 9,1$, angegeben in Watt je Quadratmeter je Kelvin;

A_m die wirksame massebezogene Fläche, angegeben in Quadratmeter.

Die wirksame massebezogene Fläche A_m wird nach Gleichung (65) berechnet:

$$A_m = \frac{C_m^2}{\left(\sum \times A_j \times \kappa_j^2 \right)} \quad (65)$$

Dabei ist

A_m die wirksame massebezogene Fläche, angegeben in Quadratmeter;

C_m die interne Wärmespeicherfähigkeit, bestimmt nach 12.3.1, angegeben in Joule je Kelvin;

A_j die Fläche des Bauteils j , angegeben in Quadratmeter;

κ_j die innere Wärmespeicherfähigkeit je Flächeneinheit des Bauteils j , bestimmt nach 12.3.1, angegeben in Joule je Quadratmeter je Kelvin.

Alternativ darf auf nationaler Ebene entschieden werden, für bestimmte Anwendungen und Gebäudetypen Standardwerte in Abhängigkeit vom Konstruktionstyp zu verwenden. Sind auf nationaler Ebene keine Werte festgelegt, dürfen die Werte nach 12.3.1.2 verwendet werden. Die Werte können näherungsweise bestimmt werden, und eine relative Unsicherheit, die das Zehnfache der Unsicherheit bei dem Wärmetransfer beträgt, ist zulässig.

12.3 Grenzbedingungen und Eingangsdaten

12.3.1 Monats- und Heiz-/Kühlperioden- sowie vereinfachtes Stundenverfahren

12.3.1.1 Innere Wärmespeicherfähigkeit des Gebäudes

Beim Monats- und Heiz-/Kühlperiodenverfahren wird die innere Wärmespeicherfähigkeit der Gebäudezone C_m , angegeben in Joules je Kelvin, durch Addieren der Wärmespeicherfähigkeit aller Bauteile berechnet, die sich mit der Innenluft der betrachteten Zone in direktem Kontakt befinden; die Berechnung erfolgt nach Gleichung (66):

$$C_m = \sum \kappa_j \times A_j \quad (66)$$

Dabei ist

κ_j die innere Wärmespeicherfähigkeit je Flächeneinheit des Bauteils j , bestimmt nach Abschnitt 7 von ISO 13786:2007 (ausführliches Verfahren) oder, als eine einfachere Alternative, nach Anhang A von ISO 13786:2007, mit einer maximalen wirksamen Dicke entsprechend Tabelle 11, angegeben in Joule je Quadratmeter je Kelvin;

A_j die Fläche des Bauteils j , angegeben in Quadratmeter.

ANMERKUNG Siehe G.7 zu der Frage, ob für die innere Wärmespeicherfähigkeit für das Monats- und das Heiz-/Kühlperiodenverfahren ein Korrekturfaktor zur Berücksichtigung des Oberflächenwiderstandes erforderlich ist oder nicht.

Beim vereinfachten Stundenverfahren wird die innere Wärmespeicherfähigkeit der Gebäudezone C_m , angegeben in Joules je Kelvin, durch Addieren der Wärmespeicherfähigkeit aller Bauteile berechnet, die sich mit der Innenluft der betrachteten Zone in direktem Kontakt befinden; die Berechnung erfolgt auch nach Gleichung (66).

Tabelle 11 — Für die innere Wärmespeicherfähigkeit zu berücksichtigende maximale Dicke

Anwendung	Maximale Dicke m
Bestimmung des Ausnutzungsgrades der Einträge oder der Verluste (Variationszeitraum: ein Tag)	0,10

Alternativ darf auf nationaler Ebene entschieden werden, für bestimmte Anwendungen und Gebäudetypen Standardwerte in Abhängigkeit vom Konstruktionstyp zu verwenden. Sind auf nationaler Ebene keine Werte festgelegt, dürfen die Werte nach 12.3.1.2 verwendet werden. Die Werte können näherungsweise bestimmt werden, und eine relative Unsicherheit, die das Zehnfache der Unsicherheit beim Wärmetransfer beträgt, ist zulässig.

12.3.1.2 Standardwerte für dynamische Parameter

Sind auf nationaler Ebene keine Werte festgelegt, dürfen die in Tabelle 12 aufgeführten Werte verwendet werden.

Tabelle 12 — Standardwerte für dynamische Parameter

Klasse ^a	Monats- und Heiz-/Kühl- periodenverfahren C_m J/K ^b	Vereinfachtes Stundenverfahren	
		A_m m ²	C_m J/K
Sehr leicht	$80\,000 \times A_f$	$2,5 \times A_f$	$80\,000 \times A_f$
Leicht	$110\,000 \times A_f$	$2,5 \times A_f$	$110\,000 \times A_f$
Mittel	$165\,000 \times A_f$	$2,5 \times A_f$	$165\,000 \times A_f$
Schwer	$260\,000 \times A_f$	$3,0 \times A_f$	$260\,000 \times A_f$
Sehr schwer	$370\,000 \times A_f$	$3,5 \times A_f$	$370\,000 \times A_f$
^a Darf auf nationaler Ebene festgelegt werden. ^b Siehe G.7 zu der Frage, ob für die innere Wärmespeicherfähigkeit für das Monats- und das Heiz-/Kühlperiodenverfahren ein Korrekturfaktor zur Berücksichtigung des Oberflächenwiderstandes erforderlich ist oder nicht.			

12.3.2 Ausführliche Simulationsverfahren

Bei ausführlichen Simulationsverfahren sind die Eingangsdaten zu den Wärmetransmissionselementen im Allgemeinen ausführlicher als bei dem Heiz-/Kühlperioden-, Monats- oder vereinfachten Stundenverfahren. Die Wärmespeicherfähigkeiten und Wärmedurchlasswiderstände sämtlicher Schichten aller Bauteile müssen auf den gleichen Schichten beruhen wie den in 8.4 verwendeten (Kenngrößen der Wärmetransmission).

13 Bedingungen im Innenraum

13.1 Unterschiedliche Betriebsarten

Im Hinblick auf Heizen und Kühlen sind unterschiedliche Betriebsarten zu berücksichtigen, z. B.:

- kontinuierliches bzw. quasi-kontinuierliches Heizen und/oder Kühlen mit einem konstanten Sollwert;
- verringerter Sollwert bzw. Abschaltung in der Nacht und/oder am Wochenende;
- Leerstandszeiten (z. B. Urlaub/Ferien);
- komplizierte Situationen, z. B. Zeiträume mit Aufheizbetrieb, mit (wahlweiser) maximaler Heiz- oder Kühlleistung während des Aufheizens.

Die Verfahrensweisen sind teilweise allgemeingültig und teilweise nur für bestimmte Verfahrensarten vorgesehen. Tabelle 13 enthält eine Zusammenfassung.

Tabelle 13 — Berechnungsverfahren für unterschiedliche Arten des Heiz- und/oder Kühlbetriebs, angegeben für die verschiedenen Verfahrensarten

Verfahrensart	Kontinuierliches bzw. quasi-kontinuierliches Heizen oder Kühlen	Intermittieren-des Heizen oder Kühlen ^a	Leerstandszeiten	Komplizierte Situationen ^b
Heiz-/Kühlperioden-verfahren	13.2.1	13.2.2	Verfahren weniger zutreffend ^a	Verfahren weniger zutreffend ^a
Monatsverfahren	13.2.1	13.2.2	Zusätzlich: 13.2.4	Verfahren weniger zutreffend ^a
Vereinfachtes Stunden-verfahren	13.2.3	13.2.3	Zusätzlich: 13.2.4	13.2.3
Ausführliches Simulations-verfahren	13.2.3	13.2.3	Zusätzlich: 13.2.4	13.2.3
^a Wenn die Bedingungen für eine Berechnung als kontinuierliches Heizen oder Kühlen nach 13.2.1 nicht erfüllt sind. ^b Zum Beispiel Zeiträume mit verringerter Heiz- oder Kühlleistung, mit Aufheizbetrieb, mit (wahlweiser) maximaler Heiz- oder Kühlleistung während des Aufheizens.				

Auf nationaler Ebene darf entschieden werden, die Solltemperatur durch eine korrigierte Solltemperatur zu ersetzen, um die Auswirkung einer nicht idealen Regelung und Übergabe zu berücksichtigen. Wird dieser korrigierte Wert verwendet, sind die in Anhang A angegebenen Normen zu Heizanlagen (wenn nur Heizbetrieb vorliegt) und Kühlanlagen (wenn Heiz- und/oder Kühlbetrieb vorliegt) einzuhalten.

13.2 Berechnungsverfahren

13.2.1 Kontinuierlicher und quasi-kontinuierlicher Heiz- bzw. Kühlbetrieb, Monats- und Heiz-/Kühlperiodenverfahren

13.2.1.1 Kontinuierliches Heizen und/oder Kühlen

Bei kontinuierlichem Heizen während der gesamten Heizperiode ist als Solltemperatur der Gebäudezone, die Solltemperatur für das Heizen $\theta_{I,H,set}$, angegeben in Grad Celsius, zu verwenden.

Bei kontinuierlichem Kühlen während der gesamten Kühlperiode ist als Solltemperatur der Gebäudezone, die Solltemperatur für das Kühlen $\theta_{I,C,set}$, angegeben in Grad Celsius, zu verwenden.

ANMERKUNG Bei Monatsverfahren kann die tatsächliche mittlere Innentemperatur, bedingt durch zeitweises Überheizen, während des Heizbetriebs höher liegen; diese Tatsache wird jedoch durch den Ausnutzungsgrad der Einträge berücksichtigt; in vergleichbarer Weise gilt für den Kühlbetrieb, dass die tatsächliche mittlere Innentemperatur, bedingt durch zeitweise hohe Wärmeverluste, geringer sein kann.

13.2.1.2 Quasi-kontinuierliches Heizen und/oder Kühlen

Intermittierendes Heizen und/oder Kühlen ist als kontinuierliches Heizen und/oder Kühlen mit angepasster Solltemperatur zu betrachten, wenn Betriebsart A oder Betriebsart B vorliegt.

Betriebsart A:

- wenn die Solltemperaturabweichungen zwischen Heiz- oder Kühlperioden mit Normalbetrieb und Heiz- oder Kühlperioden mit reduziertem Betrieb weniger als 3 K betragen und/oder

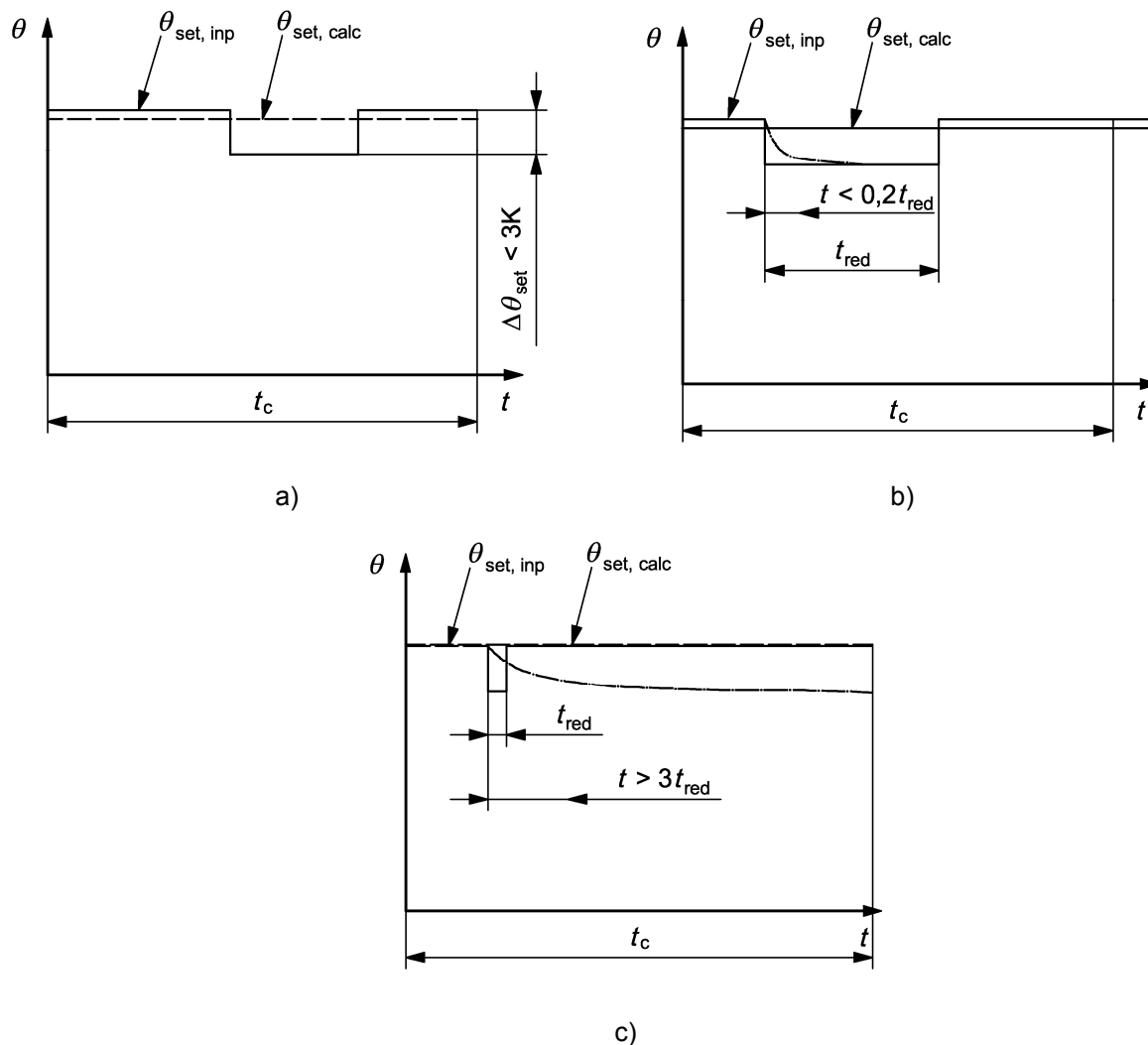
- wenn die Zeitkonstante des Gebäudes (siehe 12.2.1.3) weniger als das 0,2-fache der Dauer der kürzesten Periode mit reduziertem Heizbetrieb (für das Heizen) bzw. der kürzesten Periode mit reduziertem Kühlbetrieb (für das Kühlen) beträgt.

Die Solltemperatur für die Berechnung ist der zeitlich gemittelte Wert der Solltemperaturen. Siehe Darstellung in Bild 7a) und Bild 7b).

Betriebsart B:

Wenn die Zeitkonstante des Gebäudes (siehe 12.2.1.3) mehr als das Dreifache der Dauer der längsten Periode mit reduziertem Heizbetrieb beträgt. Die Solltemperatur für die Berechnung ist die Solltemperatur des normalen Heizbetriebs. Siehe Darstellung in Bild 7c).

In ähnlicher Weise, wenn die Zeitkonstante des Gebäudes (siehe 12.2.1.3) mehr als das Dreifache der Dauer der längsten Periode mit reduziertem Kühlbetrieb beträgt. Die Solltemperatur für die Berechnung ist die Solltemperatur des normalen Kühlbetriebs.



Legende

Die Fälle a), b) und c) stellen die im Text beschriebenen unterschiedlichen Situationen dar.

$\theta_{\text{set,inp}}$	Solltemperatur, als Eingangswert bereitgestellt
$\theta_{\text{set,calc}}$	Solltemperatur für die Berechnung
t	Zeit
t_c	repräsentativer Teil des Berechnungszeitraumes

Eine ähnliche Darstellung gilt für den Kühlbetrieb (mit verringertem Sollwert, der nicht kleiner, sondern größer als der normale Sollwert ist).

Bild 7 — Beispiel für quasi-kontinuierliches Heizen

Zur Korrektur für eine lange Leerstandszeit (z. B. Urlaub/Ferien), siehe 13.2.4.

Die Sollwerte sind nach 13.3 zu bestimmen.

13.2.2 Korrekturen für intermittierenden Betrieb: Monats- und Heiz-/Kühlperiodenverfahren

13.2.2.1 Heizen

Bei intermittierendem Heizbetrieb, der nicht die Bedingungen des vorangehenden Abschnitts erfüllt, wird der Heizwärmebedarf $Q_{H,nd,interm}$, angegeben in Megajoule, nach Gleichung (67) berechnet:

$$Q_{H,nd,interm} = a_{H,red} Q_{H,nd,cont} \quad (67)$$

Dabei ist

$Q_{H,nd,cont}$ der Heizwärmebedarf für kontinuierliches Heizen, berechnet nach 7.2.1.1, angegeben in Megajoule;

$a_{H,red}$ der dimensionslose Abminderungsfaktor für intermittierendes Heizen, bestimmt nach Gleichung (68).

ANMERKUNG 1 Für den intermittierenden Heizbetrieb gelten benutzerbezogene Daten.

Der dimensionslose Abminderungsfaktor für intermittierendes Heizen $a_{H,red}$ wird nach Gleichung (68) berechnet:

$$a_{H,red} = 1 - b_{H,red} (\tau_{H,0} / \tau) \gamma_H (1 - f_{H,hr}) \quad (68)$$

mit dem Mindestwert $a_{H,red} = f_{H,hr}$ und dem Höchstwert $a_{H,red} = 1$.

Dabei ist

$f_{H,hr}$ der Anteil der Stundenzahl je Woche mit einem normalen Heizsollwert (kein verringerter Sollwert und keine Abschaltung), z. B. $(14 \times 5) / (24 \times 7) = 0,42$;

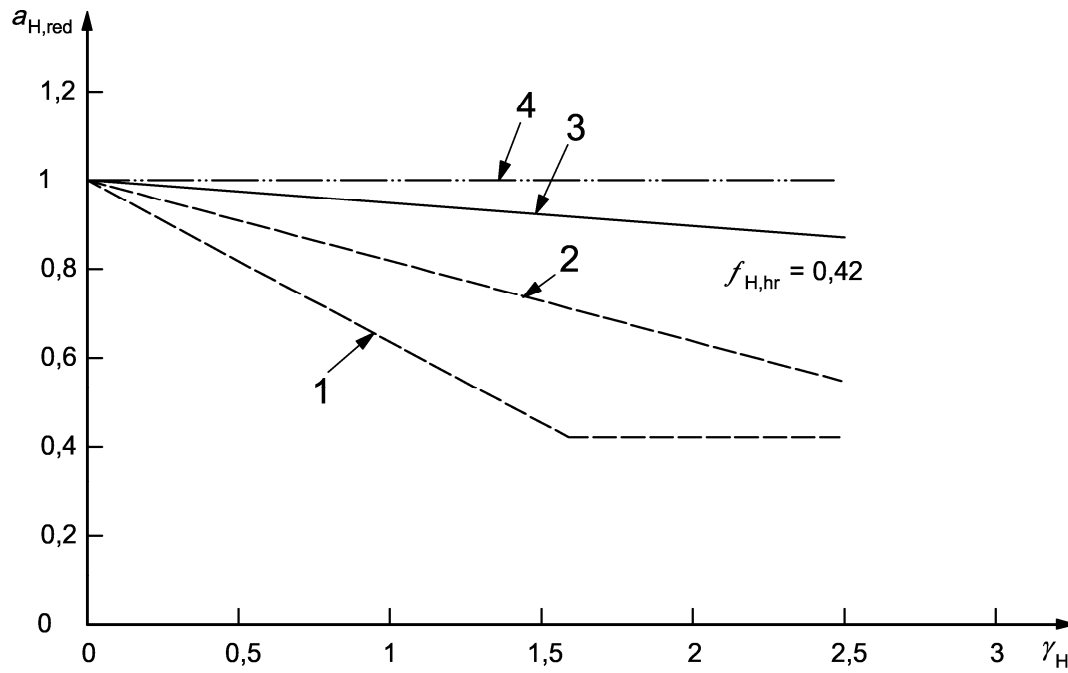
$b_{H,red}$ ein empirischer Korrelationsfaktor mit dem Wert $b_{H,red} = 3$;

τ die Zeitkonstante der Gebäudezone, bestimmt nach 12.2.1.3, angegeben in Stunden;

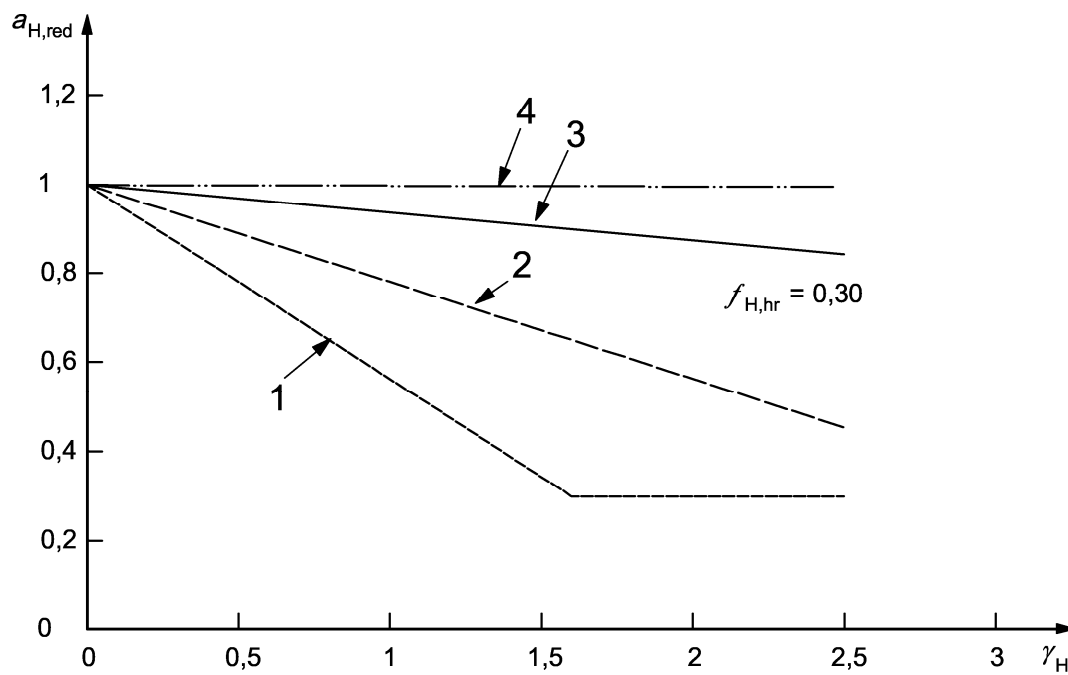
$\tau_{H,0}$ die Bezugszeitkonstante für den Heizbetrieb, bestimmt nach 12.2.1.1, angegeben in Stunden;

γ_H das Wärmebilanzverhältnis für den Heizbetrieb, bestimmt nach 12.2.1.1.

ANMERKUNG 2 Für lange Zeiträume mit intermittierendem Betrieb, z. B. Urlaub/Ferien, gilt die in 13.2.4 für die allgemeine Verfahrensweise bei langen Leerstandszeiten angegebene Gleichung, mit dem einzigen Unterschied, dass bei langen Zeiträumen mit intermittierendem Betrieb ein zweiter Term hinzugefügt wird, um mögliches Heizen bei verringertem Sollwert in Zeiten mit Leerstand zu berücksichtigen.



a) $f_{H,hr} = 0,42$: normaler Heizbetrieb an fünf Tagen, 14 Stunden am Tag



b) $f_{H,hr} = 0,30$: normaler Heizbetrieb über fünf Tage, 10 Stunden am Tag

Legende

- 1 Zeitkonstante von einem Tag (geringe Trägheit)
- 2 Zeitkonstante von zwei Tagen
- 3 Zeitkonstante von sieben Tagen
- 4 unendliche Zeitkonstante (hohe Trägheit)

Bild 8 — Darstellung des Abminderungsfaktors für den intermittierenden Heizbetrieb bei zwei unterschiedlichen Unterbrechungslängen

Es wird davon ausgegangen, dass die Heizanlage ausreichend Heizleistung für einen intermittierenden Betrieb bereitstellt.

Alternativ darf auf nationaler Ebene entschieden werden, zur Berücksichtigung der Auswirkung der Unterbrechungen, ein nationales Verfahren anzuwenden.

13.2.2.2 Kühlen

Bei intermittierendem Kühlbetrieb, der nicht die Bedingungen des vorangehenden Abschnitts erfüllt, wird der Kühlbedarf $Q_{C,nd,interm}$, angegeben in Megajoule, nach Gleichung (69) berechnet:

$$Q_{C,nd,interm} = a_{C,red} Q_{C,nd,cont} \quad (69)$$

Dabei ist

$Q_{C,nd,cont}$ der Kühlbedarf, berechnet nach 7.2.1.2, angegeben in Megajoule;

$a_{C,red}$ der dimensionslose Abminderungsfaktor für intermittierendes Kühlen, bestimmt nach Gleichung (70).

ANMERKUNG 1 Für den intermittierenden Kühlbetrieb gelten benutzerbezogene Daten.

Der dimensionslose Abminderungsfaktor für intermittierendes Kühlen $a_{C,red}$ wird nach Gleichung (70) berechnet:

$$a_{C,red} = 1 - b_{C,red} (\tau_{C,0} / \tau) \gamma_C (1 - f_{C,day}) \quad (70)$$

mit dem Mindestwert: $a_{C,red} = f_{N,C}$ und dem Höchstwert: $a_{C,red} = 1$.

Dabei ist

$f_{C,day}$ der Anteil der Anzahl der Tage je Woche mit einem zumindest tagsüber normalen Kühlsollwert (kein verringerter Sollwert und keine Abschaltung) (z. B. 5/7 = 0,71);

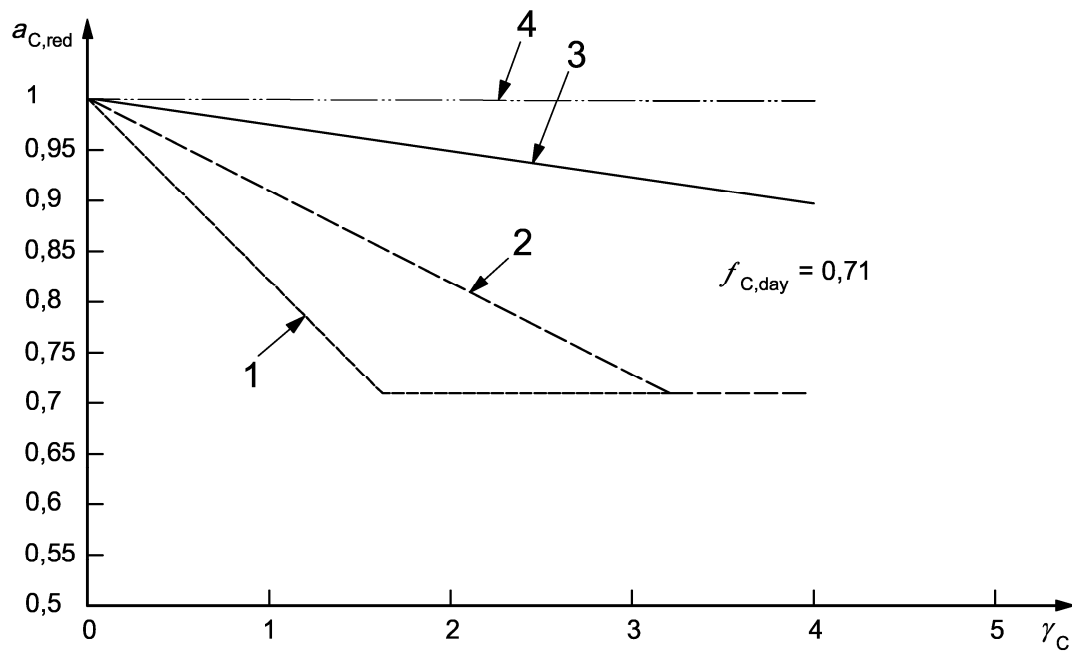
$b_{C,red}$ ein empirischer Korrelationsfaktor mit dem Wert $b_{C,red} = 3$;

τ die Zeitkonstante der Gebäudezone, bestimmt nach 12.2.1.3, angegeben in Stunden;

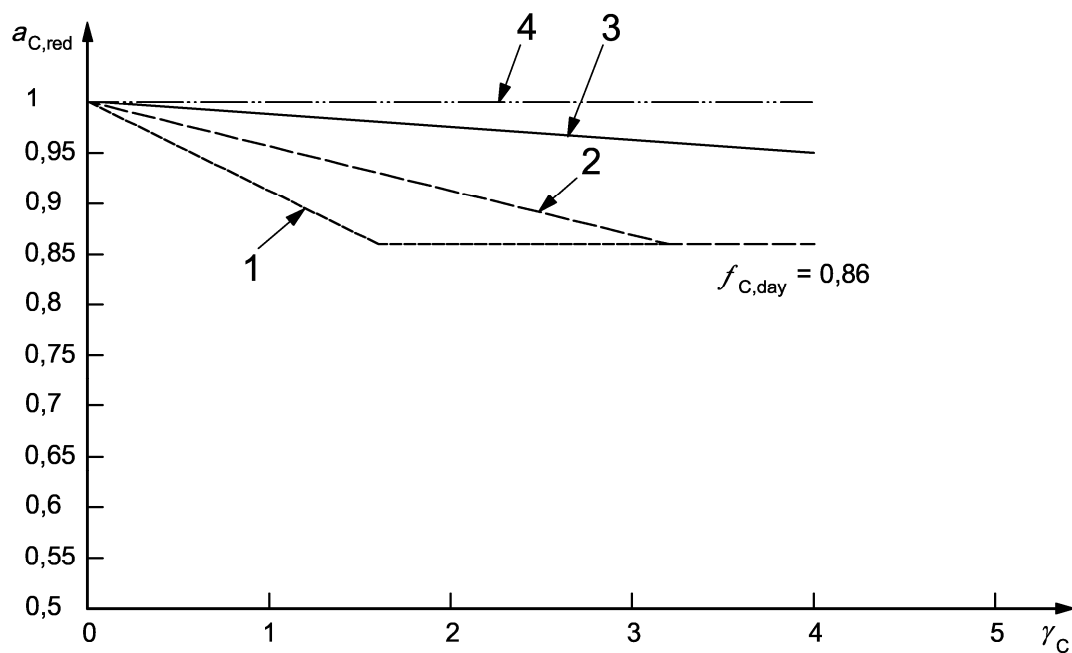
$\tau_{C,0}$ die Bezugszeitkonstante für den Kühlbetrieb, bestimmt nach 12.2.1.2, angegeben in Stunden;

γ_C das Wärmebilanzverhältnis für den Kühlbetrieb, bestimmt nach 12.2.1.2.

ANMERKUNG 2 Für lange Zeiträume mit intermittierendem Betrieb, z. B. Urlaub/Ferien, gilt die in 13.2.4 für die allgemeine Verfahrensweise bei langen Leerstandszeiten angegebene Gleichung, mit dem einzigen Unterschied, dass bei langen Zeiträumen mit intermittierendem Betrieb ein zweiter Term hinzugefügt wird, um mögliches Kühlen bei verringertem Sollwert in Zeiten mit Leerstand zu berücksichtigen.



a) $f_{C,day} = 0,71$: normaler Kühlbetrieb über fünf Tage



b) $f_{C,day} = 0,86$: normaler Kühlbetrieb über sechs Tage

Legende

- 1 Zeitkonstante von einem Tag (geringe Trägheit)
- 2 Zeitkonstante von zwei Tagen
- 3 Zeitkonstante von sieben Tagen
- 4 unendliche Zeitkonstante (hohe Trägheit)

Bild 9 — Darstellung des Abminderungsfaktors für den intermittierenden Kühlbetrieb bei zwei unterschiedlichen Unterbrechungslängen

Es wird davon ausgegangen, dass die Kühlanlage ausreichend Kühlleistung für einen intermittierenden Betrieb bereitstellt.

Alternativ darf auf nationaler Ebene entschieden werden, zur Berücksichtigung der Auswirkung der Unterbrechungen, ein nationales Verfahren anzuwenden.

13.2.3 Sollwerte, vereinfachtes Stundenverfahren sowie ausführliche Simulationsverfahren

Bei kontinuierlichem Heizbetrieb während der gesamten Heizperiode ist für die operative Mindesttemperatur der Innenraumluft der Gebäudezone θ_{int} , die Solltemperatur für das Heizen, angegeben in Grad Celsius, anzusetzen.

Bei kontinuierlichem Kühlbetrieb während der gesamten Kühlperiode ist für die operative Höchsttemperatur der Innenraumluft der Gebäudezone θ_{int} , die Solltemperatur für das Kühlen, angegeben in Grad Celsius, anzusetzen.

Bei intermittierendem Heiz- und/oder Kühlbetrieb müssen die Sollwerte auf stunden- und wochenbezogenen Nutzungsprofilen beruhen, wobei verringerte Sollwerte, Abschaltperioden und (sofern zutreffend) Aufheizbetrieb — mit (wahlweiser) maximaler Heiz- bzw. Kühlleistung während des Aufheizbetriebes — zu berücksichtigen sind.

ANMERKUNG Nach EN 15251 ist es erforderlich, dass die Temperatureinstellung auf der operativen Temperatur beruht, da diese enger mit der Behaglichkeitstemperatur verbunden ist als die Lufttemperatur. Zur Berechnung der operativen Temperatur für das vereinfachte Stundenverfahren, siehe Anhang C.

Zur Korrektur für Zeiten mit Leerstand (z. B. Urlaub/Ferien), siehe 13.2.4.

Die Sollwerte sind nach 13.3 zu bestimmen.

13.2.4 Korrekturen für Zeiten mit Leerstand (Monats-, vereinfachte Stunden- sowie ausführliche Simulationsverfahren)

In einigen Gebäuden, wie z. B. Schulen, führen Zeiten mit Leerstand während der Heiz- bzw. Kühlperiode, wie etwa Urlaubs-/Ferienzeiten, zu einer Verringerung des Energiebedarfs für die Raumheizung bzw. -kühlung.

Der die Leerstandszeiten berücksichtigende Heizwärme- und Kühlbedarf $Q_{\text{H,nd}}$ und $Q_{\text{C,nd}}$, angegeben in Megajoule, wird wie folgt berechnet: Für den Monat, in den die Leerstandszeit fällt, ist die Berechnung zweimal durchzuführen: a) für die Heiz-/Kühleinstellungen bei Belegung (normal) und b) für die Einstellungen bei Leerstand; anschließend sind die Ergebnisse unter Anwendung der von Gleichung (71) und Gleichung (72) entsprechend dem Zeitanteil des Betriebs bei Leerstand gegen den Betrieb bei Belegung linear zu interpolieren:

$$Q_{\text{H,nd}} = (1 - f_{\text{H,nocc}}) (Q_{\text{H,nd,occ}} + f_{\text{H,nocc}}) Q_{\text{H,nd,nocc}} \quad (71)$$

$$Q_{\text{C,nd}} = (1 - f_{\text{C,nocc}}) (Q_{\text{C,nd,occ}} + f_{\text{C,nocc}}) Q_{\text{C,nd,nocc}} \quad (72)$$

Dabei ist

- | | |
|-----------------------|---|
| $Q_{\text{H,nd,occ}}$ | der Heizwärmebedarf, berechnet nach 7.2.1.1 (entweder $Q_{\text{H,nd,cont}}$ oder $Q_{\text{H,nd,interm}}$), unter der Annahme, dass für alle Tage des Monats die Einstellungen der Regeleinrichtung und des Thermostats, denen des Belegungszeitraumes entsprechen, angegeben in Megajoule; |
| $Q_{\text{C,nd,occ}}$ | der Kühlbedarf, berechnet nach 7.2.1.2 (entweder $Q_{\text{C,nd,cont}}$ oder $Q_{\text{C,nd,interm}}$), unter der Annahme, dass für alle Tage des Monats die Einstellungen der Regeleinrichtung und des Thermostats, denen des Belegungszeitraumes entsprechen, angegeben in Megajoule; |

$Q_{H,nd,nocc}$	der Heizwärmebedarf, berechnet nach 7.2.1.1 (entweder $Q_{H,nd,cont}$ oder $Q_{H,nd,interm}$), unter der Annahme, dass für alle Tage des Monats die Einstellungen der Regeleinrichtung und des Thermostats, denen des Leerstandszeitraumes entsprechen, angegeben in Megajoule;
$Q_{C,nd,nocc}$	der Kühlbedarf, berechnet nach 7.2.1.2 (entweder $Q_{C,nd,cont}$ oder $Q_{C,nd,interm}$), unter der Annahme, dass für alle Tage des Monats die Einstellungen der Regeleinrichtung und des Thermostats, denen des Leerstandszeitraumes entsprechen, angegeben in Megajoule;
$f_{H,nocc}$	der Anteil des Monats, der den Leerstand (bei Heizbetrieb) darstellt (z. B. 10/31);
$f_{C,nocc}$	der Anteil des Monats, der den Leerstand (bei Kühlbetrieb) darstellt (z. B. 10/31).

Die Eingangsdaten sind nach 13.3 zu bestimmen.

Beim vereinfachten Stundenverfahren und den ausführlichen Simulationsverfahren ist es auch zulässig, die Leerstandszeit durch Anpassung der Belegungseingangsdaten an den Leerstand direkt in der Berechnung zu berücksichtigen.

13.3 Grenzbedingungen und Eingangsdaten

Die Sollwerte dürfen auf nationaler Ebene je nach Anwendung und Gebäudetyp festgelegt werden. Sind auf nationaler Ebene keine Werte festgelegt, dürfen die Standardwerte nach Anhang G verwendet werden.

Bei alten bestehenden Gebäuden darf/dürfen auf nationaler Ebene je nach Anlagenkenngößen ein vereinfachtes Verfahren oder Standardwerte festgelegt werden, wenn das Erfassen sämtlicher erforderlicher Eingangsdaten im Verhältnis zu den dadurch anfallenden Kosten zu aufwändig wäre. Die Festlegung der Bedingungen für die Zulässigkeit dieses vereinfachten Verfahrens/dieser Eingangsdaten darf auf nationaler Ebene je nach Berechnungszweck erfolgen. In diesem Fall muss der Anwender angeben, welches Verfahren/welche Eingangsdaten und welche Quelle genutzt wurden.

Einzelheiten dazu, wann und wie Leerstandszeiten berücksichtigt werden können oder müssen, dürfen auf nationaler Ebene je nach Anwendung und Gebäudetyp festgelegt werden.

14 Energiebedarf für die Raumheizung und -kühlung

14.1 Jährlicher Heizwärme- und Kühlbedarf je Gebäudezone

Der jährliche Heizwärme- bzw. Kühlbedarf für gegebene Gebäudezonen $Q_{H,nd,an}$ bzw. $Q_{C,nd,an}$, angegeben in Megajoule, wird nach Gleichung (73) durch Summieren des berechneten Energiebedarfs je Periode berechnet, wobei die mögliche Gewichtung für unterschiedliche Heiz- bzw. Kühlbetriebsarten nach 13.2.2 und/oder 13.2.4 zu berücksichtigen ist.

$$Q_{H,nd,an} = \sum_i Q_{H,nd,i} \text{ bzw. } Q_{C,nd,an} = \sum_j Q_{C,nd,j} \quad (73)$$

Dabei ist

$Q_{H,nd,i}$	der Heizwärmebedarf der betrachteten Zone je Berechnungsschritt (Stunde oder Monat), bestimmt nach 7.2, angegeben in Megajoule;
$Q_{C,nd,j}$	der Kühlbedarf der betrachteten Zone je Berechnungsschritt (Stunde oder Monat), bestimmt nach 7.2, angegeben in Megajoule.

Die Länge der Heiz- bzw. der Kühlperiode, die den Betriebszeitraum für bestimmte Anlagenbauteile bestimmt, ergibt sich aus den entsprechenden Unterabschnitten von Abschnitt 7.

14.2 Jährlicher Heizwärme- und Kühlbedarf je Anlagenkombination

Im Falle einer Mehrzonenberechnung (mit oder ohne thermische(r) Wechselwirkung zwischen den Zonen) ergibt sich der jährliche Heizwärme- und Kühlbedarf für eine bestimmte Kombination aus Heiz-, Kühl- und Lüftungsanlagen, die verschiedene Zonen versorgen, $Q_{H,nd,an,zs}$ bzw. $Q_{C,nd,an,zs}$, angegeben in Megajoule, aus der Summe des Energiebedarfs über die Zonen zs , die durch dieselbe Anlagenkombination versorgt werden, siehe Gleichung (74):

$$Q_{H,nd,an,z} = \sum_z Q_{H,nd,an,z} \text{ bzw. } Q_{C,nd,an,zs} = \sum_z Q_{C,nd,an,z} \quad (74)$$

Dabei ist

$Q_{H,nd,an,z}$ der Jahresheizwärmebedarf der durch dieselbe Anlagenkombination versorgten Zone z , bestimmt nach 14.1, angegeben in Megajoule;

$Q_{C,nd,an,z}$ der Jahreskühlbedarf der durch dieselbe Anlagenkombination versorgten Zone z , bestimmt nach 14.1, angegeben in Megajoule.

14.3 Gesamtenergiebedarf der Anlagen für die Raumheizung, -kühlung und -lüftung

14.3.1 Allgemeines

Im Falle einer einzelnen Kombination aus Heiz-, Kühl- und Lüftungsanlagen im Gebäude — oder je Anlagenkombination — werden der Jahresenergiebedarf für das Heizen $Q_{H,sys}$ und das Kühlen $Q_{C,sys}$, einschließlich der Anlagenverluste, als Funktion des Heizwärme- und Kühlbedarfs nach den in Anhang A angegebenen Normen zu Heiz- und Kühlanlagen bestimmt. Dabei kann eine der drei folgenden Darstellungsweisen gewählt werden:

Option a):

Direkt als Gesamtenergiebedarf der Anlage $Q_{H,sys,i}$ und $Q_{C,sys,i}$ je Energieträger i , zuzüglich des Hilfsenergiebedarfs, angegeben in Megajoule. Die thermischen Verluste werden durch Bildung der Differenz zwischen dem Heizwärmebedarf $Q_{H,nd,i}$ und dem Kühlbedarf $Q_{C,nd,i}$ ermittelt.

Option b):

Als Summe aus dem Heizwärmebedarf $Q_{H,nd,i}$, dem Heizanlagenverlust $Q_{H,sys,ls,i}$ und der Hilfsenergie der Heizanlage $Q_{H,sys,aux,i}$ je Energieträger i , angegeben in Megajoule. Die thermischen Verluste und die Hilfsenergie umfassen Erzeugung, Transport, Regelung, Verteilung, Speicherung und Übergabe.

Ähnlich für das Kühlen: $Q_{C,nd,i}$, $Q_{C,sys,ls,i}$ und $Q_{C,sys,aux,i}$.

Option c):

Die Wärmeverluste der Anlage werden mithilfe des Gesamtnutzungsgrades der Anlage angegeben. In diesem Fall kann die Umrechnung nach Gleichung (75) erfolgen:

$$Q_{H,sys} = \frac{Q_{H,nd}}{\eta_{H,sys}} \text{ bzw. } Q_{C,sys} = \frac{Q_{C,nd}}{\eta_{C,sys}} \quad (75)$$

Dabei ist

$Q_{H/C,sys}$ der Energiebedarf der Anlage für Heizen und Kühlen, einschließlich Anlagenverluste, angegeben in Megajoule;

$Q_{H/C,nd}$	der Heizwärme- bzw. Kühlbedarf, der durch die betrachtete Heizanlage abgedeckt wird, entsprechend 14.2, angegeben in Megajoule;
$\eta_{H/C,sys}$	der Gesamtnutzungsgrad der Heiz- bzw. Kühlanlage, einschließlich Verluste durch Erzeugung, Elektronik, Transport, Speicherung, Verteilung und Übergabe, sofern sie nicht separat als Hilfsenergie angegeben werden.

Diese drei Optionen sollten zum selben Ergebnis führen, die Auswahl wird allein zur Vereinfachung und/oder aufgrund bestimmter Konventionen getroffen. Option a) ist jedoch zu bevorzugen, da sie auf direktestem Weg zum Gesamtenergiebedarf führt.

Von der Betriebsdauer abhängiger Hilfsenergiebedarf:

Auf nationaler Ebene darf entschieden werden, den monatsbezogenen Hilfsenergiebedarf für von der Heiz-/Kühlperiodenlänge abhängige Einrichtungen wie Pumpen und Regeleinrichtungen mit $f_{H,m}$ bzw. $f_{C,m}$ — dem Anteil des Monats m , der Teil der tatsächlichen Heiz-/Kühlperiode und für den Betrieb der von der Heiz-/Kühlperiodenlänge abhängigen Einrichtungen von Bedeutung ist — zu multiplizieren, wobei dieser Anteil nach 7.4 berechnet wird.

Beim Heiz-/Kühlperiodenverfahren wird die monatsbezogene Summe durch das Verhältnis der tatsächlichen Länge der Heiz- bzw. Kühlperiode zur festgelegten Länge der Heiz- bzw. Kühlperiode ersetzt; siehe 7.4.2.

14.3.2 Thermische Verluste der Heiz- und Kühlanlage

Die thermischen Verluste durch die Heiz- und Kühlanlagen sind vorzugsweise als Gesamtverluste und als die thermischen Anlagenverluste anzugeben, die in der Anlage zurückgewonnen werden.

Die im Gebäude (als positive bzw. negative Wärmeeinträge aus warmen oder kalten Quellen) zurückgewonnenen Anlagenverluste sind bereits im Heizwärme- und Kühlbedarf berücksichtigt, sofern nicht der vereinfachte Alternativansatz (siehe 10.4.5) befolgt wird.

ANMERKUNG 1 Liegt mehr als ein Energieträger vor, ist es möglicherweise nicht eindeutig erkennbar, welcher Teil der Energie der einzelnen Energieträger verbraucht wird und welcher Teil verloren geht.

ANMERKUNG 2 Für Gebäude mit Kraft-Wärme-Kopplung ist die Aufteilung zwischen verbrauchtem Kraftstoff und erzeugter Wärme, erzeugtem Strom und Anlagenverlusten nicht leicht vorzunehmen. Dennoch sollte diese Aufteilung so weit durchgeführt werden, wie dies sinnvollerweise möglich ist.

ANMERKUNG 3 Thermische Anlagenverluste der Kühlanlage können die vom Innenraum an die Kälteteile der Anlage abgegebene Wärme (Übergabe, Speicherung, Verteilung, Regelung) und/oder an die Wärmeteile der Anlage abgegebene Wärme (Erzeugung, Transport, Elektronik) umfassen. Ein Teil der an die Kälteteile der Anlage angegebenen Wärme kann, wie oben beschrieben, im Gebäude zurückgewonnen werden.

Die Anlagenverluste umfassen auch den zusätzlichen Wärmeverlust des Gebäudes aufgrund einer ungleichförmigen Gebäudezonentemperaturverteilung und einer nicht idealen Gebäudezonentemperaturregelung, sofern nicht bereits in der Solltemperatur berücksichtigt.

14.3.3 Thermische Verluste und Energiebedarf der Lüftungsanlage

Die thermischen Verluste und der Energiebedarf der Lüftungsanlage sind nach der in Anhang A angegebenen Norm zu Lüftungsanlagen zu bestimmen. Folgendes muss dabei berücksichtigt werden.

Die thermischen Verluste in der Lüftungsanlage setzen sich wie folgt zusammen:

— Bei Luftleitungen: Wärmeverluste aufgrund von Undichtheiten.

Die Wärmeverluste aufgrund von Undichtheiten in Luftleitungen müssen berücksichtigt werden, und zwar, je nach Lage der Leitungen, entweder als rückgewinnbare thermische Verluste, die den inneren

Wärmeeinträgen des Gebäudes oder der Gebäudezone hinzuzurechnen sind, oder als thermische Verluste der Anlage, die in der Lüftungsanlage zurückgewonnen werden.

— Bei zentraler Vorheizung oder Vorkühlung:

— der jährliche Energiebedarf für das zentrale Vorheizen der Zuluft $Q_{V,sys,pre-heat,an}$ angegeben in Megajoule, nach Gleichung (76):

$$Q_{V,sys,pre-heat,an} = \sum_m (f_{H,m} Q_{V,nd,pre-heat,m} / \eta_{V,sys,pre-heat}) \quad (76)$$

Dabei ist

$f_{H,m}$	der Anteil des Monats m , der Teil der tatsächlichen Heizperiode und für die von der Heizperiodenlänge abhängigen Einrichtungen von Bedeutung ist, berechnet nach 7.4;
$Q_{V,nd,pre-heat,m}$	der Energiebedarf für das Vorheizen im Monat m , berechnet nach 9.3.3.12, angegeben in Megajoule;
$\eta_{V,sys,pre-heat}$	der Gesamtnutzungsgrad der Vorheizanlage, einschließlich Verluste durch Erzeugung, Elektronik, Transport, Speicherung, Verteilung und Übergabe, sofern sie nicht separat als Hilfsenergie angegeben werden, zu bestimmen nach der in Anhang A angegebenen Norm zu Heiz- und Lüftungsanlagen.

— dem jährlichen Energiebedarf für das zentrale Vorkühlen der Zuluft, $Q_{V,sys,pre-cool,an}$ angegeben in Megajoule, nach Gleichung (77):

$$Q_{V,sys,pre-cool,an} = \sum_m (f_{C,m} Q_{V,nd,pre-cool,m} / \eta_{V,sys,pre-cool}) \quad (77)$$

Dabei ist

$f_{C,m}$	der Anteil des Monats m , der Teil der tatsächlichen Kühlperiode und für die von der Kühlperiodenlänge abhängigen Einrichtungen von Bedeutung ist, berechnet nach 7.4;
$Q_{V,nd,pre-cool,m}$	der Energiebedarf für das Vorkühlen im Monat m , berechnet nach 9.3.3.12, angegeben in Megajoule;
$\eta_{V,sys,pre-cool}$	der Gesamtnutzungsgrad der Vorkühlanlage, einschließlich Verluste durch Erzeugung, Elektronik, Transport, Speicherung, Verteilung und Übergabe, sofern sie nicht separat als Hilfsenergie angegeben werden, zu bestimmen nach der in Anhang A angegebenen Norm zu Kühl- und Lüftungsanlagen.

Beim Heiz-/Kühlperiodenverfahren wird die monatsbezogene Summe durch das Verhältnis der tatsächlichen Länge der Heiz- bzw. Kühlperiode zur feststehenden Länge der Heiz- bzw. Kühlperiode ersetzt; siehe 7.4.2;

— Energiebedarf für Lüfter und Regeleinrichtungen:

— Energiebedarf für Ventilatoren;

— Energiebedarf für Abtau- und Wärmerückgewinnungseinheiten.

Betriebsdauer:

Im Fall der von der Heiz-/Kühlperiodenlänge abhängigen Einrichtungen, wie etwa zusätzlicher Lüftung für freie Kühlung oder nächtliche Lüftung während des Kühlbetriebs, ist der monatsbezogene Energiebedarf mit $f_{H,m}$ bzw. $f_{C,m}$ — dem Anteil des Monats m , der Teil der tatsächlichen Heiz-/Kühlperiode und für den Betrieb der von der Heiz-/Kühlperiodenlänge abhängigen Einrichtungen von Bedeutung ist — zu multiplizieren, wobei dieser Anteil nach 7.4 berechnet wird.

Beim Heiz-/Kühlperiodenverfahren wird die monatsbezogene Summe durch das Verhältnis der tatsächlichen Länge der Heiz- bzw. Kühlperiode zur festgelegten Länge der Heiz- bzw. Kühlperiode ersetzt; siehe 7.4.2.

14.3.4 Ergebnisse je Zonengruppe und für das gesamte Gebäude

Auf nationaler Ebene darf entschieden werden, wie die Ergebnisse je nach Anwendung darzustellen sind.

Tabelle 14 enthält ein Beispiel für die Darstellung der Ergebnisse entsprechend den zur Ausstellung von Energieausweisen für Gebäude in EN 15315 geforderten Eingangsdaten.

Sofern zutreffend, wird die Tabelle für Anlagen wiederholt, die verschiedene Zonen versorgen, und — um die Werte für das gesamte Gebäude zu erhalten — über die verschiedenen Tabellen summiert.

Die Reihen und Spalten der Tabelle 14 bedürfen einer Anpassung an das betreffende Gebäude. Die Spalten geben die relevanten Energieträger an. Für einzelne Zonengruppen sind jeweils separate Tabellen auszufüllen, wenn verschiedene Anlagen verschiedene Zonen(gruppen) versorgen.

In EN 15315 kommen weiterer Energiebedarf, erzeugte und nach außen exportierte Energie sowie Wichtungsfaktoren hinzu, um einen Gesamtüberblick zu schaffen. Folglich kann, wie in EN 15315 vorgeschlagen, eine ausführlichere Tabelle bereitgestellt werden.

ANMERKUNG Siehe Bilder K.1 bis K.6 für einen Überblick über sämtliche Optionen in Bezug auf den Heizwärme- und den Kühlbedarf.

Tabelle 14 — Zuordnen des Energiebedarfs je Anlagenkombination oder für das gesamte Gebäude^a

Energiebedarf	Energieträger								
	Wärme	Öl ^b	Gas	Kohle	Fernheizung	Fernkühlung	Holz	Strom	Energieträger n
Heizwärmebedarf									
Energiebedarf für zentrale Vorheizung der Lüftungsluft									
Thermische Verluste der Heizanlage									
Energiebedarf für die Heizanlage									
Hilfsenergiebedarf für das Heizen									
Kühlbedarf									
Energiebedarf für zentrale Vorkühlung der Lüftungsluft									
Thermische Verluste der Kühlanlage									
Energiebedarf die Kühlanlage									
Hilfsenergiebedarf für das Kühlen									
Energiebedarf für Lüftung (Ventilatoren und Regeleinrichtungen)									
Thermische Verluste der Lüftungsanlage für zentrale Vorheizung									
Thermische Verluste der Lüftungsanlage für zentrale Vorkühlung									
Energiebedarf für zentrale Vorheizung der Lüftungsluft									
Energiebedarf für zentrale Vorkühlung der Lüftungsluft									
Zwischensumme									
Gesamt									
Diese Tabelle enthält die Ergebnisse für: (auszufüllen: Zonen Z oder Y mit derselben Anlagenkombination oder Summe für das gesamte Gebäude)									
Legende: <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 20px; height: 20px; border: 1px solid black; background-color: white; margin-right: 5px;"></div> Weißer Felder: Eingangswert möglich oder erforderlich </div> <div style="display: flex; align-items: center; margin-top: 5px;"> <div style="width: 20px; height: 20px; border: 1px solid black; background-color: gray; margin-right: 5px;"></div> Graue Felder: Nicht zutreffend </div>									
a Sofern zutreffend, ist diese Tabelle je Zonengruppe zu vervollständigen, die durch dieselbe Anlagenkombination versorgt wird, wie in 14.2 beschrieben. Eine vergleichbare Tabelle ist für das gesamte Gebäude zu erstellen, wobei die Ergebnisse der Zonengruppen summiert werden.									
b Beispiele für Energieträger; für die jeweilige Situation anzupassen.									

Besondere Aufmerksamkeit ist zu richten auf:

- Be- und Entfeuchtung: die Anlagennormen sollten ggf. die kombinierte fühlbare und latente Wärme angeben;
- korrekte Buchführung in Bezug auf Anlagenverluste bei gekoppelten Heiz- und Trinkwarmwasseranlagen;
- Nutzung erneuerbarer Energiequellen, Erzeugung und Abgabe von Energie nach außen usw.; siehe Anhang K. EN 15315 stellt Verfahren bereit, zur Berücksichtigung und Angabe aller Energieströme im Zusammenhang;
- weitere besondere Überlegungen, siehe 14.3.5.

14.3.5 Besondere Überlegungen

Zwei oder mehr Heizanlagen, die dieselbe(n) Zone(n) versorgen

Sofern in den in Anhang A angegebenen Normen zu Heizanlagen kein Verfahren zu den kombinierten Auswirkungen von zwei oder mehreren Wärmeerzeugern vorliegt, die abwechselnd dieselbe(n) Gebäudezone(n) versorgen, wird der Heizwärmebedarf der Zone(n) nach Gleichung (78) in zwei Teile aufgegliedert:

$$Q_{H,nd,pref} = f_{pref} Q_{H,nd} \text{ und } Q_{H,nd,npref} = (1 - f_{pref}) Q_{H,nd} \quad (78)$$

Dabei ist

$Q_{H,nd,pref}$	der Teil des Heizwärmebedarfs, der durch das vorzugsweise betriebene Heizgerät abgedeckt wird, angegeben in Megajoule;
$Q_{H,nd,npref}$	der Teil des Heizwärmebedarfs, der durch das/die nicht vorzugsweise betriebene(n) Heizgerät(e) abgedeckt wird, angegeben in Megajoule;
f_{pref}	der über das Jahr gemittelte Anteil an der Gesamtwärmezufuhr durch das vorzugsweise betriebene Heizgerät, bestimmt nach nationalen Verfahren und unter Berücksichtigung der Heizlast des Gebäudes (der Gebäudezonen) und der Wärmespeicherfähigkeit des vorzugsweise betriebenen Heizgerätes.

Der Energiebedarf der Anlage ist für $Q_{H,nd,pref}$ und $Q_{H,nd,npref}$ separat zu bestimmen, wobei die entsprechende Zuordnung der Heizanlagen vorzunehmen ist.

ANMERKUNG Der Einsatz von zwei oder mehr Wärmeerzeugern ist übliche Praxis, z. B. im Falle einer kombinierten Anlage mit Kraft-Wärme-Kopplung und Wärmepumpen, bei der ein zweiter Kessel mit einem geringeren Nutzungsgrad die Spitzenbelastungen abdeckt; typische Werte für f_{pref} reichen bei Wärmepumpen von 0 bis 1 und bei KWK von 0,15 bis 0,60.

15 Prüfbericht

15.1 Allgemeines

Hauptzweck des Prüfberichtes ist es, die Rückverfolgbarkeit oder Verifizierbarkeit der Eingangsdaten, Annahmen und gewählten Verfahren zu ermöglichen.

Ein Bericht zur Bewertung des nach dieser Internationalen Norm bestimmten Jahresenergiebedarfs eines Gebäudes für Heizen und Kühlen muss mindestens die folgenden Angaben enthalten.

Wird die Berechnung ausgeführt, um eine Überprüfung auf die Einhaltung von Vorschriften durchzuführen, werden genormte Eingangsdaten entsprechend der betreffenden Vorschriften verwendet, und es wird keine Fehleranalyse durchgeführt. Anderenfalls ist ein Schätzwert für die Genauigkeit der Eingangsdaten anzugeben, und es ist eine Fehleranalyse durchzuführen, um die sich aus der Ungenauigkeit der Eingangsdaten ergebende Unsicherheit abschätzen zu können.

15.2 Eingangsdaten

Alle Eingangsdaten sind aufzulisten und zu begründen, z. B. durch Verweisungen auf Internationale oder nationale Normen oder durch Verweisung auf die entsprechenden Anhänge dieser Internationalen Norm oder anderer Dokumente. Handelt es sich nicht um Normdaten, ist auch ein Schätzwert für die Genauigkeit der Eingangsdaten und deren Quelle anzugeben.

Darüber hinaus muss der Bericht enthalten:

- a) eine Verweisung auf diese Internationale Norm, d. h. ISO 13790:2008;
- b) den Zweck der Berechnung (z. B. für die Beurteilung der Einhaltung von Vorschriften, die Optimierung der Energieeffizienz, die Bewertung der Auswirkungen möglicher Energieeinsparmaßnahmen oder die Vorhersage zum Bedarf an Energieressourcen in einem bestimmten Maßstab);
- c) eine Beschreibung des Gebäudes, seiner Konstruktion und seiner Lage;
- d) eine Festlegung der Aufteilung in Zonen, sofern erfolgt, d. h. die Zuordnung von Räumen zu jeder Zone;
- e) eine Angabe dazu, ob es sich bei den angewendeten Maßen um Innen-, Außen- oder Gesamt-Innenmaße handelt;
- f) eine Angabe dazu, welches Verfahren (ausführliches Simulationsverfahren, vereinfachtes Stundenverfahren, Monats- oder Heiz-/Kühlperiodenverfahren) angewendet wurde und, sofern das Heiz-/Kühlperiodenverfahren angewendet wurde, die zu Grunde gelegte festgelegte Länge der Heiz- und der Kühlperiode;
- g) eine Angabe dazu, wie Wärmebrücken berücksichtigt wurden;
- h) für das Monats- und das Heiz-/Kühlperioden- oder das vereinfachte Stundenverfahren: H_{tr} , H_{ve} , A_s und C_m für jede Zone, für jeden Monat.

15.3 Ergebnisse

15.3.1 Für jede Gebäudezone und jeden Berechnungszeitraum

15.3.1.1 Für das Monats- oder Heiz-/Kühlperiodenverfahren

- Monatsverfahren: für jede Gebäudezone und jeden Monat, zuzüglich insgesamt je Heiz-/Kühlperiode;
- Heiz-/Kühlperiodenverfahren: für jede Gebäudezone und jede Heiz-/Kühlperiode.

Für den Heizbetrieb:

- Gesamt-Wärmetransfer durch Transmission;
- Gesamt-Lüftungswärmetransfer;
- Gesamtheit der inneren Wärmeeinträge, einschließlich rückgewinnbarer thermischer Verluste der Anlage;
- Gesamtheit der solaren Wärmeeinträge;
- Heizwärmebedarf;
- Heizwärmebedarf je Energieträger;
- Energiebedarf für die Lüftungsanlage (Heizbetrieb), je Energieträger.

Für den Kühlbetrieb:

- Gesamt-Wärmetransfer durch Transmission;
- Gesamt-Lüftungswärmetransfer;
- Gesamtheit der inneren Wärmeeinträge, einschließlich rückgewinnbarer thermischer Verluste der Anlage;
- Gesamtheit der solaren Wärmeeinträge;
- Kühlbedarf;
- Kühlbedarf je Energieträger;
- Energiebedarf für die Lüftungsanlage (Kühlbetrieb), je Energieträger.

15.3.1.2 Für vereinfachte Stunden- oder ausführliche Simulationsverfahren

Wenn in der Berechnung (vereinfachtes Stunden- oder ausführliches Verfahren) dynamische (z. B. stundenbezogene) Anlagenkenngößen verwendet werden, sollte der Energiebedarf unter Annahme einer idealen Anlage (keine Verluste, perfekte Regelung) in einem getrennten Schritt berechnet werden.

Für jede Gebäudezone und jeden Monat:

- Gesamt-Wärmetransfer durch Transmission und Lüftung;
- Gesamtheit der inneren und solaren Wärmeeinträge, einschließlich rückgewinnbarer thermischer Verluste der Anlage;
- Heizwärmebedarf;
- Kühlbedarf;
- Heizwärmebedarf je Energieträger;
- Kühlbedarf je Energieträger;
- Energiebedarf für die Lüftungsanlage je Energieträger.

In Abhängigkeit vom Zweck der Berechnung darf auf nationaler Ebene entschieden werden, gleichzeitig als Prüfung erster Ordnung der Eingangsdaten und des Berechnungsprozesses, die Ergebnisse eines Monatsverfahrens anzugeben.

Bei den ausführlichen Simulationsverfahren ist es schwierig, den Wärmetransfer und die Wärmeeinträge voneinander zu trennen.

Eine Möglichkeit, separate Ergebnisse zu liefern, besteht darin, drei zusätzliche Berechnungen durchzuführen (siehe [13] und [23] in den Literaturhinweisen):

- Fall 0: übliche Berechnung zur Bestimmung von $Q_{H,nd,0}$ und $Q_{C,nd,0}$.
- Fall 1: wie Fall 0, jedoch ohne innere und solare Wärmeeinträge (einschließlich zusätzlicher Wärmestrahlung an den Himmel), zur Bestimmung von $Q_{H,nd,1}$ und $Q_{C,nd,1}$.

Anschließend zur Berechnung eines Näherungswertes: $Q_{H,ht} = Q_{H,nd,1}$ und $Q_{C,ht} = Q_{C,nd,1}$.

- Fall 2: wie Fall 0, jedoch mit hohem Sollwert für das Heizen und geringem Sollwert für das Kühlen, sodass alle Wärmeeinträge im Heizbetrieb und alle Verluste im Kühlbetrieb genutzt werden, zur Bestimmung von $Q_{H,nd,2}$ und $Q_{C,nd,2}$.
- Fall 3: wie Fall 2, jedoch ohne innere und solare Wärmeeinträge (einschließlich zusätzlicher Wärmestrahlung an den Himmel), zur Bestimmung von $Q_{H,nd,3}$ und $Q_{C,nd,3}$.

Anschließend zur Berechnung eines Näherungswertes: $Q_{H,gn} = (Q_{H,nd,3} - Q_{H,nd,2})$ und $Q_{C,gn} = (Q_{C,nd,3} - Q_{C,nd,2})$.

ANMERKUNG Dieses Verfahren kann zu bestimmten zufälligen und systematischen Abweichungen führen; liegt jedoch keine zuverlässige Alternative vor, stellt es möglicherweise die einzige robuste Prüfung der Berechnungseingangsdaten und des Berechnungsprozesses dar.

- a) Abweichungen könnten auftreten, wenn die/einige Eigenschaften eine Funktion der örtlichen Bedingungen sind.
- b) Abweichungen könnten z. B. aufgrund von Wärmequellen auftreten, die beim dynamischen Verfahren unberücksichtigt bleiben; z. B. kann ein Teil der solaren oder inneren Wärme, der von der Bodenplatte (den Wänden oder dem Dach) absorbiert wird, an das Erdreich (und damit nach außen) abgeleitet werden, ohne als Beitrag zur Wärmebilanz des beheizten oder gekühlten Raumes festgestellt worden zu sein.
- c) Das Ergebnis der Schritte 2 und/oder 3 kann eine geringe Differenz zwischen zwei großen und weitgehend gleichen Zahlen darstellen und daher einen großen relativen Fehler aufweisen.

15.3.2 Für das gesamte Gebäude

Im Falle eines Einzonengebäudes: siehe 15.3.1 zum Bericht je Gebäudezone.

Für ein Einzonen- oder Mehrzonengebäude müssen der Jahresenergiebedarf für Heizen und Kühlen sowie die Einzelheiten z. B. nach Tabelle 14 angegeben werden.

ANMERKUNG 1 Anleitungen und Kommentare zur Genauigkeit der Berechnungsverfahren sind in Anhang H angegeben.

ANMERKUNG 2 Auf nationaler Ebene können zusätzliche Angaben gefordert sein.

Anhang A (normativ)

Parallele Abläufe in normativen Verweisungen

Die vorliegende Internationale Norm gibt durch Verweisung auf weitere Internationale Normen bestimmte parallele Abläufe an, um auch bestehende nationale und/oder regionale Bestimmungen und/oder rechtliche Gegebenheiten zu berücksichtigen und um gleichzeitig die globale Relevanz aufrechtzuerhalten.

Die Normen, die entsprechend den nachfolgenden Abschnitten anzuwenden sind, sind in Tabelle A.1 aufgeführt.

Tabelle A.1 — Normative Verweisungen

Abschnitt	Themengebiet	CEN-Bereich ^a	Sonstige
3	Gesamtenergiebedarf, Definitionen	EN 15603	Nationale Normen bzw. sonstige geeignete Dokumente
5.1	Energiebilanz Technischer Gebäudeausrüstungen	Heizung: EN 15316-2-1 bis -2-3 Lüftung: EN 15241 Kühlung: EN 15243	Nationale Normen bzw. sonstige geeignete Dokumente
6.1	Bewertung der Energieeffizienz	EN 15217	Nationale Normen bzw. sonstige geeignete Dokumente
6.3	Einfluss von Anlagengrenzen auf Zonenunterteilung	Heizung: EN 15316-2-1 bis -2-3 Lüftung: EN 15241 Kühlung: EN 15243	Nationale Normen bzw. sonstige geeignete Dokumente
7.2.3	Validierung ausführlicher Simulationsverfahren	EN 15265	Nationale Normen bzw. sonstige geeignete Dokumente
8.3.2	Wärmetransmission: – Vorhangfassaden – Verglasung – Fensterrahmen – gesamte/s Fenster bzw. Tür	EN 13947 EN 673 ISO 10077-2 ISO 10077-1 Gesamtwärmetransfer durch Transmission: ISO 13789 ^b Siehe auch Anmerkung b	Nationale Normen bzw. sonstige geeignete Dokumente ISO 10292 ISO 10077-2 ISO 10077-1 ISO 15099 Gesamtwärmetransfer durch Transmission: ISO 13789

Tabelle A.1 (fortgesetzt)

Abschnitt	Themengebiet	CEN-Bereich^a	Sonstige
9.3.1, 9.3.3	Luftwechselraten, zeitliche Anteile und Zulufttemperaturen bei Infiltration, freier Lüftung und/oder maschineller Lüftung	EN 15242 und/oder EN 15241	Nationale Normen bzw. sonstige geeignete Dokumente Gesamtwärmetransfer durch Lüftung: ISO 13789
9.3.1, 9.3.3	Energieeffizienz oder Zulufttemperatur der Wärmerückgewinnungseinheit Zulufttemperatur der zentralen Vorheizung und Vorkühlung	Sofern zutreffend: EN 15241 und sich anschließende EN-Normen Sonst: nationale Normen	Nationale Normen bzw. sonstige geeignete Dokumente
10.4.3	Innere Wärmequellen, Beitrag der Beleuchtungsanlagen	EN 15193-1	Nationale Normen bzw. sonstige geeignete Dokumente
10.4.4	Innere Wärmequellen, Beitrag der Warmwasseranlagen	EN 15316-3-1	Nationale Normen bzw. sonstige geeignete Dokumente
10.4.5	Innere Wärmequellen, Beitrag der Heiz-, Lüftungs- und Kühlanlagen	Sofern zutreffend: Heizung: EN 15316-2-1 bis -2-3 Lüftung: EN 15241 Kühlung: EN 15243 Sonst: nationale Normen	Nationale Normen bzw. sonstige geeignete Dokumente (z. B. von ISO/TC 205)
11.4.2	Solarer Durchlassgrad: – nicht streuende Verglasungen – Fenster mit streuender Verglasung und/oder Sonnenschutzeinrichtungen	EN 410 Für normalen Einfallwinkel: EN 13363-2 Sonst: ISO 15099	ISO 9050 ISO 15099
13.1	Solltemperatur aufgrund von Regeleinrichtungen: – Heizung – Heizung und/oder Kühlung	 EN 15316-2-1:2007, 6.5.2 EN 15243:2007, 14.3.2	Nationale Normen bzw. sonstige geeignete Dokumente
14.3	Gesamtenergiebedarf, Definitionen Anlagenverluste und Hilfsenergiebedarf: – Heizanlage – Kühlanlage oder kombinierte Heiz- und Kühlanlage, einschließlich Entfeuchtung – Lüftungsanlage, einschließlich Befeuchtung – Energiebedarf für Transport der Lüftungsluft – Energiebedarf für zentrale Vorheizung und/oder Vorkühlung	EN 15603 Sofern zutreffend: EN 15316-2-1 bis -2-3 EN 15243 EN 15241 Sonst: nationale Normen Sofern zutreffend: EN 15241 Sonst: nationale Normen EN 15316-2-1 bis -2-3 EN 15243	Nationale Normen bzw. sonstige geeignete Dokumente

Tabelle A.1 (fortgesetzt)

Abschnitt	Themengebiet	CEN-Bereich ^a	Sonstige
Anhang E	Solarer Durchlassgrad	Siehe oben unter 11.4.2	Siehe oben unter 11.4.2
^a CEN-Bereich: Länder, deren nationale Normungsorganisation ein Mitglied von CEN ist. Es wird darauf hingewiesen, dass in nationale Rechtsvorschriften umgesetzte EU-Richtlinien einzuhalten sind. Die Umsetzung Europäischer Normen kann vorerst durch bestehende nationale Regelungen, die Verweisungen auf nationale Normen enthalten können oder nicht, beschränkt sein. ^b Der auf dem CE-Kennzeichen der Produktnorm EN 14351-1 angegebene Wärmedurchgangskoeffizient bzw. <i>U</i> -Wert darf nicht verwendet werden. Zitat aus EN 14351-1:2005: „Wenn eine genaue Berechnung des Wärmeverlustes eines bestimmten Gebäudes gefordert wird, muss der Hersteller genaue und zutreffende, berechnete oder durch Prüfung ermittelte Werte der Wärmedurchgangskoeffizienten (Konstruktionswerte) der entsprechenden Größe(n) zur Verfügung stellen.“			

Im Fall von EN ISO-Normen, bei denen zwischen der ISO- und der EN ISO-Version ein Unterschied besteht, ist im CEN-Bereich die EN ISO-Version anzuwenden.

Innerhalb des CEN-Bereiches sind die folgenden zitierten Dokumente 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).

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

EN 673, *Glas im Bauwesen — Bestimmung des Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) — Berechnungsverfahren*

EN 13363-2, *Sonnenschutzeinrichtungen in Kombination mit Verglasungen — Berechnung der Solarstrahlung und des Lichttransmissionsgrades — Teil 2: Detailliertes Berechnungsverfahren*

EN 13947, *Wärmetechnisches Verhalten von Vorhangfassaden — Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten*

EN 15193-1, *Energetische Bewertung von Gebäuden — Energetische Anforderungen an die Beleuchtung — Teil 1: Abschätzung des Energiebedarfs für die Beleuchtung¹⁾*

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

EN 15241, *Lüftung von Gebäuden — Berechnungsverfahren für den Energieverlust aufgrund der Lüftung und Infiltration in Nichtwohngebäuden*

EN 15242, *Lüftung von Gebäuden — Berechnungsverfahren zur Bestimmung der Luftvolumenströme in Gebäuden einschließlich Infiltration*

EN 15243, *Lüftung von Gebäuden — Berechnung der Raumtemperaturen, der Last und Energie von Gebäuden mit Klimaanlage*

EN 15265, *Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden — Berechnung des Heiz- und Kühlenergieverbrauchs — Allgemeine Kriterien und Validierungsverfahren*

1) Zur Veröffentlichung vorgesehen (Überarbeitete Fassung von EN 15193-1:2004)

EN 15316-2-1, *Heizungsanlagen in Gebäuden — Verfahren zur Berechnung der Energieanforderungen und Nutzungsgrade der Anlagen — Teil 2-1: Wärmeübergabesysteme für die Raumheizung*

EN 15316-2-3, *Heizungsanlagen in Gebäuden — Verfahren zur Berechnung der Energieanforderungen und Nutzungsgrade der Anlagen — Teil 2-3: Wärmeverteilungssysteme für die Raumheizung*

EN 15316-3-1:2007, *Heizungsanlagen in Gebäuden — Verfahren zur Berechnung der Energieanforderungen und Nutzungsgrade der Anlagen — Teil 3-1: Trinkwassererwärmung, Charakterisierung des Bedarfs (Zapfprogramm)*

Für den CEN-Bereich gibt Bild A.1 einen Überblick über das Berechnungsverfahren sowie den entsprechenden Zusammenhang mit weiteren EPBD-Normen, die auf der Energieeffizienz-Richtlinie beruhen.

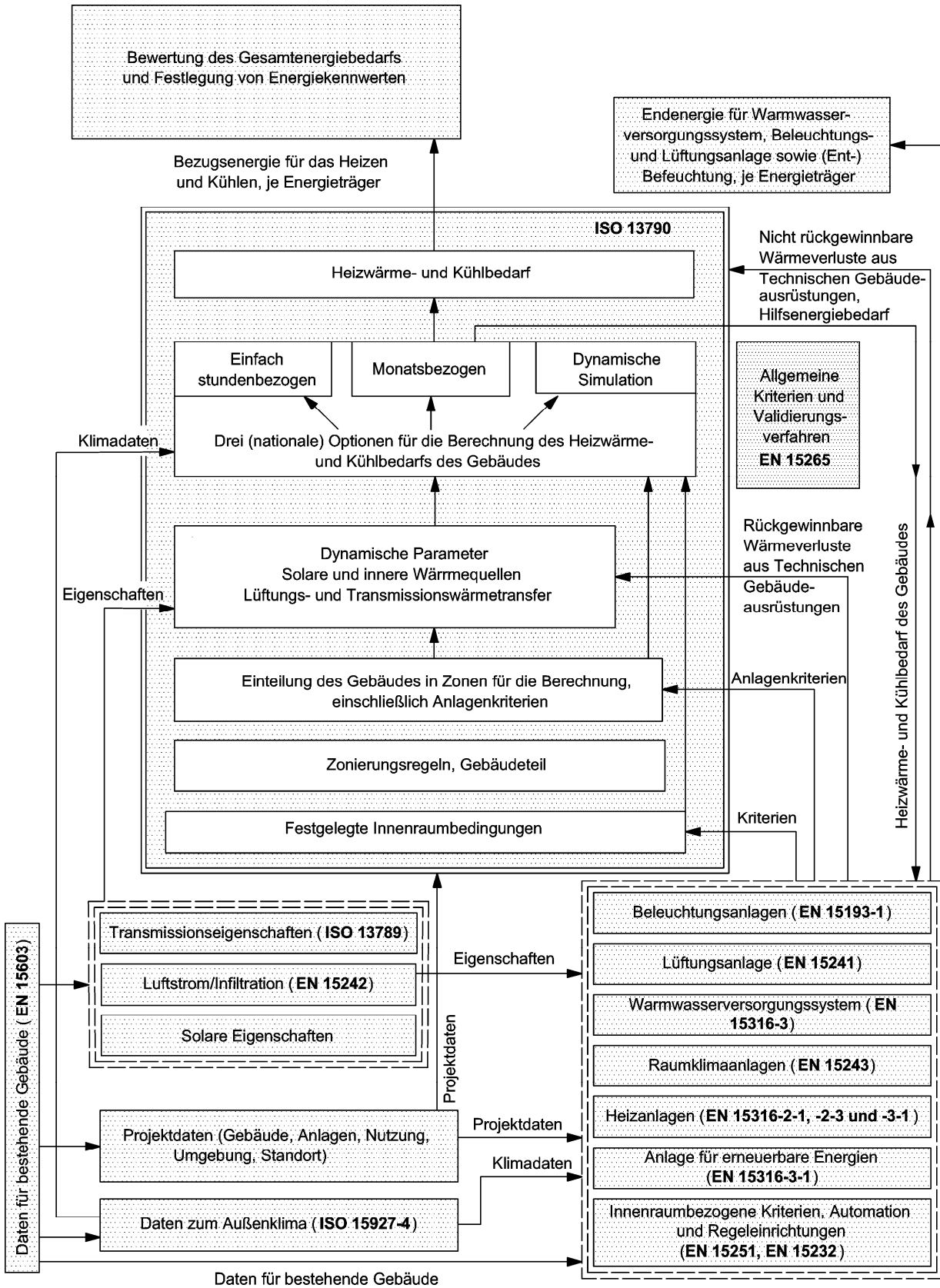


Bild A.1 — Flussdiagramm zum Berechnungsverfahren und Zusammenhang mit weiteren Normen des CEN-Bereichs

Anhang B (normativ)

Mehrzonenberechnung mit Wärmekopplung zwischen den Zonen

B.1 Allgemeines

Eine Mehrzonenberechnung mit Wärmekopplung zwischen den Zonen (Berechnung mit gekoppelten Zonen) ist nur mit großer Vorsicht und nur für bestimmte Situationen anzuwenden.

Eine Mehrzonenberechnung mit Wechselwirkungen zwischen den Zonen erfordert a) wesentlich mehr und oftmals willkürliche Eingangsdaten (zu Transmissionseigenschaften sowie Richtung und Umfang des Luftstroms) und b) die Beachtung der in den Bauvorschriften angegebenen Einschränkungen zu den Regeln bei der Unterteilung in Zonen (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.

B.2 Vereinfachtes Stundenverfahren

Bei einer Mehrzonenberechnung mit Wärmekopplung zwischen den Zonen (Berechnung mit gekoppelten Zonen) wird das RC-Netz in Abhängigkeit von den berücksichtigten Wärmeaustauschvorgängen wie folgt abgeändert.

1) Austausch des Luftstroms

Luftstrom in nur in eine Richtung:

In diesem Fall verläuft der Luftstrom aus der Wärmezone 1 in die Wärmezone 2. Für eine bestimmte Stunde wird die Berechnung zuerst für Zone 1 ausgeführt, und die Lufttemperatur der Zone 1 wird zur Berechnung des wärmetechnischen Verhaltens der Zone 2 verwendet.

Luftstrom in beide Richtungen:

In diesem Fall, der sich beispielsweise aufgrund der Türöffnungen ergibt, werden die Zonen 1 und 2 jeweils als Einzelzonen betrachtet.

2) Wärmestrom durch innen liegende Trennwände

Das Ziel besteht darin, die zwischen angrenzenden Zonen durch Wände und Bodenplatten verlaufenden Wärmeströme zu berücksichtigen. Die Grenzbedingungen werden abgeändert, um einen gleichwertigen H -Wert und die Außentemperatur zu berechnen. Die Grenzbedingung für jede angrenzende Zone ist der für die vorangehende Stunde berechnete θ_{st} -Temperatur-Knoten.

ANMERKUNG 1 Eine physikalisch sinnvolle dynamische Kopplung ist mit dem vereinfachten Stundenverfahren möglicherweise nicht immer leicht zu erreichen, z. B. im Fall von zwei gekoppelten Zonen, die durch eine den Großteil der thermischen Masse enthaltende schwere Zwischendecke voneinander getrennt sind.

Das RC-Netz wird, wie in Bild B.1 dargestellt, abgeändert.

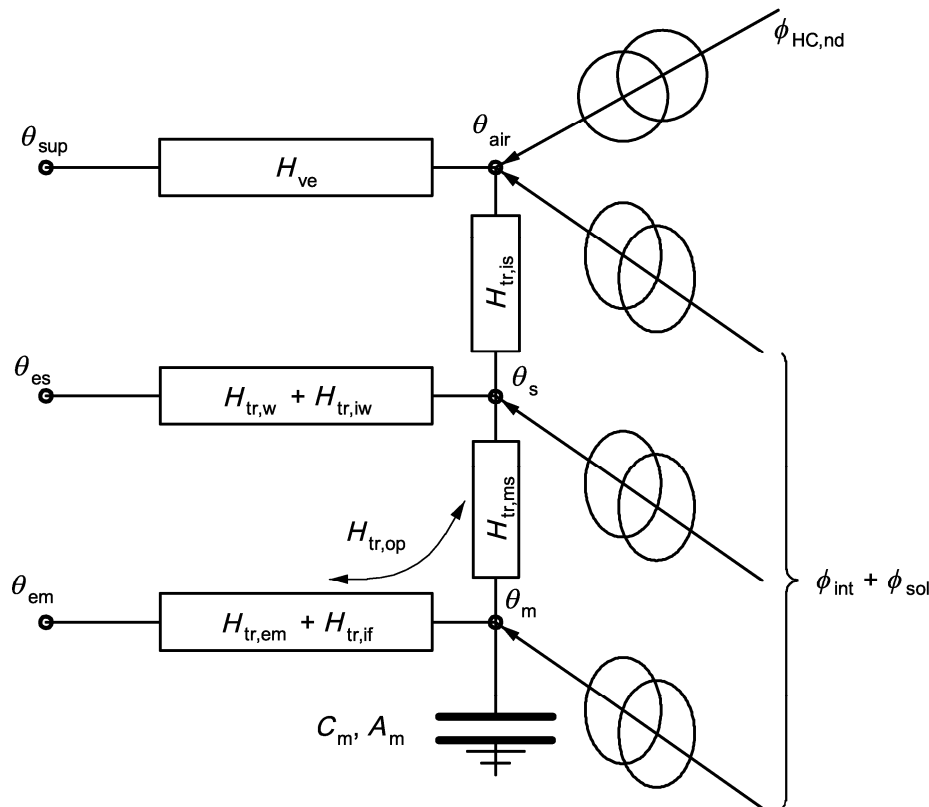


Bild B.1 — Abgeändertes RC-Netz

$$\theta_{es} = \theta_e H_{tr,w} + \theta_{az} H_{iw} / (H_{tr,w} + H_{tr,iw})$$

$$\theta_{em} = \theta_e H_{tr,em} + \theta_{az} H_{if} / (H_{tr,em} + H_{tr,if})$$

Dabei ist

θ_{az} die Innentemperatur der angrenzenden Zone während der vorangegangenen Stunde, angegeben in Grad Celsius;

$H_{tr,iw}$ der Wärmetransfer durch innen liegende und mit der angrenzenden Zone in Kontakt befindliche Wände, bestimmt nach B.4, angegeben in Watt je Kelvin;

$H_{tr,if}$ der Wärmetransfer durch mit der angrenzenden Zone in Kontakt befindliche Bodenplatten, bestimmt nach B.4, angegeben in Watt je Kelvin.

Die Aufteilung in thermisch gekoppelte Zonen sowie die Eingangsdaten sind im Bericht zu beschreiben.

ANMERKUNG 2 Im Falle intensiver wärmetechnischer Wechselwirkungen zwischen den Zonen kann dieses Verfahren zu Schwankungen führen; in diesem Fall ist eine Iteration unter Anwendung geeigneter Relaxationsfaktoren erforderlich.

B.3 Monatsverfahren

Im Falle einer Mehrzonenberechnung mit Wärmekopplung zwischen den Zonen (Berechnung mit gekoppelten Zonen) hat das Verfahren, das auf monatsbezogenen Berechnungsschritten beruht, folgenden Ablauf.

Zusätzlich zu den für die Einzonenberechnung oder die Berechnung mit ungekoppelten Zonen erforderlichen Daten werden nach B.4 Daten für den Wärmetransfer zwischen den Zonen zusammengetragen.

Zum Transmissions- und Lüftungswärmetransfer der Zone z sind die folgenden Terme hinzuzufügen:

$$Q_{tr,zy} = H_{tr,zy} (\theta_{z,H/C} - \theta_{y,mn}) t$$

$$Q_{ve,z \rightarrow y} = H_{ve,z \rightarrow y} (\theta_{z,H/C} - \theta_{y,mn}) t$$

Dabei ist

$\theta_{y,mn}$ die tatsächliche mittlere Temperatur einer angrenzenden Zone y , einschließlich jeglicher Überheizung (Heizbetrieb) bzw. Unterkühlung (Kühlbetrieb).

ANMERKUNG 1 Es ist wichtig, zu beachten, dass für Zone y die tatsächliche mittlere Temperatur zu verwenden ist. In Zone z selbst ist die Solltemperatur $\theta_{z,H}$ für das Heizen bzw. $\theta_{z,C}$ für das Kühlen zu verwenden. Würde anstelle der tatsächlichen mittleren Temperatur die Solltemperatur für die Zone y eingesetzt, würde dies bei intensiven Wechselwirkungen zwischen den Zonen zu signifikanten Fehlern führen. In Zone z selbst stellt die tatsächliche mittlere Temperatur keinen Eingangsparameter für die Berechnung der Energiebilanz, sondern ein implizites Ergebnis der Ausnutzung der Wärmeeinträge bzw. -verluste dar.

ANMERKUNG 2 Diese Beiträge zu Q_{tr} und Q_{ve} ändern auch das Wärmebilanzverhältnis für den Heiz- und/oder den Kühlbetrieb.

Die tatsächliche mittlere Temperatur der Zone y wird nach folgenden Gleichungen erhalten:

Heizbetrieb

$$\theta_{y,mn} = \frac{Q_{H,gn} + Q_{H,nd} + \sum_k (H_{H,ht,k} \theta_{a,k} / b_{tr,k})}{\sum_k (H_{H,ht,k} / b_{tr,k})} \quad (B.1)$$

Kühlbetrieb

$$\theta_{y,mn} = \frac{Q_{C,gn} - Q_{C,nd} + \sum_k (H_{C,ht,k} \theta_{a,k} / b_{tr,k})}{\sum_k (H_{C,ht,k} / b_{tr,k})} \quad (B.2)$$

Dabei ist

$Q_{H,nd}$ der Heizwärmebedarf des Gebäudes für die Zone y , bestimmt nach 7.2.1.1, angegeben in Megajoule;

$H_{H,ht,k}$ das Element k des Gesamtwärmetransferkoeffizienten für den Heizbetrieb in Zone y , angepasst an die Differenz zwischen Innen- und Außentemperatur, bestimmt nach 8.3, angegeben in Megajoule;

$b_{tr,k}$ der Anpassungsfaktor mit dem Wert $b_{tr,k} \neq 1$, wenn die Temperatur auf der anderen Seite des Bauteils nicht gleich der Temperatur der Außenumgebung ist, bestimmt nach 8.3;

$Q_{H,gn}$ die Gesamtheit der Wärmeeinträge für den Heizbetrieb in der Zone y , bestimmt nach 7.2.1.3, angegeben in Megajoule;

$Q_{C,nd}$ der Kühlbedarf des Gebäudes für die Zone y , bestimmt nach 7.2.1.2, angegeben in Megajoule;

- $H_{C,ht,k}$ das Element k des Gesamtwärmetransferkoeffizienten für den Kühlbetrieb in Zone y , bestimmt nach 7.2.1.3, angegeben in Megajoule;
- $Q_{C,gn}$ die Gesamtheit der Wärmeeinträge für den Kühlbetrieb in der Zone y , bestimmt nach 7.2.1.3, angegeben in Megajoule;
- $\theta_{a,k}$ für ein Element k des Transmissionswärmetransfers: die Temperatur an der anderen Seite des Elementes $\theta_{e,k}$;
- für ein Element k des Lüftungswärmetransfers: die Temperatur der Zuluft $\theta_{a,sup,k}$.

ANMERKUNG 3 Durch den Temperaturanpassungsfaktor muss dividiert werden, da die Wärmetransferkoeffizienten in diesen Gleichungen die nicht angepassten Werte sein müssen.

ANMERKUNG 4 Dieselbe Gleichung darf für eine nicht konditionierte Zone angewendet werden.

Die Berechnung des Heizwärme- und des Kühlbedarfs ist iterativ durchzuführen (üblicherweise sind zwei oder drei Schritte ausreichend):

- 1) anfänglich ist anzunehmen, dass die tatsächliche mittlere Temperatur in jeder Zone den Solltemperaturen für das Heizen oder Kühlen der jeweiligen Zone entspricht, bestimmt nach Abschnitt 13;
- 2) es sind der Heizwärme- und der Kühlbedarf für jede Zone zu berechnen, wobei der Beitrag des Wärmetransfers durch Transmission und/oder Lüftung zwischen den Zonen zu berücksichtigen ist, wie oben beschrieben;
- 3) auf der Grundlage dieser Ergebnisse ist für jede Zone die tatsächliche mittlere Temperatur zu berechnen, wie oben beschrieben;
- 4) weicht die tatsächliche mittlere Temperatur einer der Zonen um mehr als das annehmbare Mindestkriterium ab (z. B. 0,3 °C), ist ab Schritt 2) zu wiederholen; anderenfalls ist die Iteration erfolgreich abgeschlossen.

ANMERKUNG 5 Dieses Verfahren ist (einschließlich des Rechnermodells und der Ergebnisse der Validierung) für den Heizbetrieb in [22] der Literaturhinweise beschrieben.

Die Aufteilung in thermisch gekoppelte Zonen sowie die Eingangsdaten sind im Bericht zu beschreiben.

B.4 Alle Verfahren: Eingangsdaten

Die Wärmetransferkoeffizienten zwischen den Zonen z und y sind:

$H_{tr,zy}$ der Transmissionswärmetransferkoeffizient zwischen den Zonen z und y , angegeben in Watt je Kelvin;

$H_{ve,z \rightarrow y}$ der Lüftungswärmetransferkoeffizient von Zone z in Zone y , angegeben in Watt je Kelvin;

$H_{ve,y \rightarrow z}$ der Lüftungswärmetransferkoeffizient von Zone y in Zone z , angegeben in Watt je Kelvin.

Dabei ist

$$H_{ve,z \rightarrow y} = \rho_a c_a q_{z \rightarrow y} \quad (B.3)$$

$$H_{ve,y \rightarrow z} = \rho_a c_a q_{y \rightarrow z} \quad (B.4)$$

$q_{z \rightarrow y}$ der Nettoluftvolumenstrom aus Zone z in Zone y , angegeben in Kubikmeter je Sekunde;

$q_{y \rightarrow z}$ der Nettoluftvolumenstrom aus Zone y in Zone z , angegeben in Kubikmeter je Sekunde.

ANMERKUNG Für den Fall, dass der Luftvolumenstrom nicht in zwei Richtungen übereinstimmt, weicht der Lüftungswärmetransferkoeffizient $H_{ve,z \rightarrow y}$ von $H_{ve,y \rightarrow z}$ ab.

Anhang C (normativ)

Vollständiger Satz von Gleichungen für das vereinfachte Stundenverfahren

C.1 Einleitung

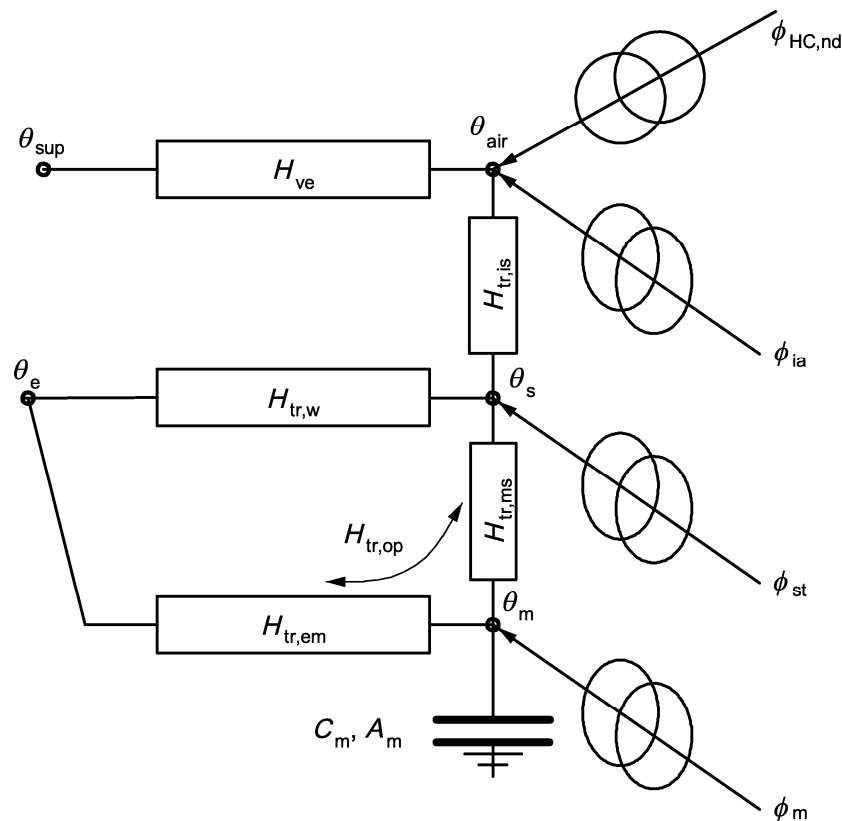


Bild C.1 — Wärmeströme im RC-Netz

Das allgemeine Schema und die Gleichungen sind unter 7.2.2 dargestellt.

In diesem Anhang wird das zusätzliche Berechnungsverfahren für Folgendes beschrieben:

- der inneren und solaren Wärmeeinträge der inneren Knoten (siehe C.2);
- der Temperaturknoten, sofern $\phi_{HC,nd}$ bekannt ist (siehe C.3);
- des tatsächlichen Heizwärme- bzw. Kühlbedarfs $\phi_{HC,nd,ac}$ und der entsprechenden Innenraumtemperaturen unter Berücksichtigung der Möglichkeit, die maximal mögliche Heiz- bzw. Kühlleistung anzuwenden (siehe C.4).

C.2 Berechnung der Wärmeströme von inneren und solaren Wärmequellen

Die Wärmeströme von inneren und solaren Wärmequellen, ϕ_{int} und ϕ_{sol} , angegeben in Watt, werden wie folgt zwischen dem Luftknoten θ_{air} und den inneren Knoten θ_{int} und θ_m aufgeteilt:

$$\Phi_{ia} = 0,5 \Phi_{int} \quad (C.1)$$

$$\Phi_m = \frac{A_m}{A_t} (0,5 \Phi_{int} + \Phi_{sol}) \quad (C.2)$$

$$\Phi_{st} = \left(1 - \frac{A_m}{A_t} - \frac{H_{tr,w}}{9,1 A_t} \right) (0,5 \Phi_{int} + \Phi_{sol}) \quad (C.3)$$

Die Wärmeströme von inneren und solaren Wärmequellen Φ_{int} und Φ_{sol} , angegeben in Watt, werden durch Division von Q_{int} und Q_{sol} , angegeben in Megajoule, durch 0,036 erhalten.

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

A_t wird nach 7.2.2.2 bestimmt und A_m nach 12.2.2.

C.3 Bestimmung der Lufttemperatur und der operativen Temperatur für einen gegebenen Wert $\Phi_{HC,nd}$

Das Lösungsmodell beruht auf einem Crank-Nicholson-Schema, bei dem ein Zeitschritt von einer Stunde zu Grunde gelegt wird. Bei den Temperaturen handelt es sich um den Mittelwert über eine Stunde; eine Ausnahme bilden $\theta_{m,t}$ und $\theta_{m,t-1}$, bei denen es sich um Momentanwerte zu den Zeitpunkten t und $t-1$ handelt.

Für einen gegebenen Zeitschritt wird $\theta_{m,t}$, angegeben in Grad Celsius, am Ende des Zeitschrittes wie folgt aus dem vorhergehenden Wert $\theta_{m,t-1}$ berechnet:

$$\theta_{m,t} = \{ \theta_{m,t-1} ((C_m / 3600) - 0,5 \times (H_{tr,3} + H_{tr,em})) + \Phi_{mtot} \} / ((C_m / 3600) + 0,5 \times (H_{tr,3} + H_{tr,em})) \quad (C.4)$$

mit

$$\Phi_{mtot} = \Phi_m + H_{tr,em} \theta_e + H_{tr,3} (\Phi_{st} + H_{tr,w} \theta_e + H_{tr,1} \{ ((\Phi_{ia} + \Phi_{HC,nd}) / H_{ve}) + \theta_{sup} \}) / H_{tr,2} \quad (C.5)$$

$$H_{tr,1} = \frac{1}{1/H_{ve} + 1/H_{tr,is}} \quad (C.6)$$

$$H_{tr,2} = H_{tr,1} + H_{tr,w} \quad (C.7)$$

$$H_{tr,3} = \frac{1}{1/H_{tr,2} + 1/H_{tr,ms}} \quad (C.8)$$

$H_{tr,em}$, $H_{tr,w}$ und H_{ve} , angegeben in Watt je Kelvin, sowie θ_e und θ_{sup} , angegeben in Grad Celsius, werden nach den Abschnitten 8 und 9 bestimmt.

C_m , angegeben in Joule je Kelvin, wird nach Abschnitt 12 bestimmt.

Für den betrachteten Zeitschritt ergeben sich die Mittelwerte der Temperaturen der Knoten nach:

$$\theta_m = (\theta_{m,t} + \theta_{m,t-1}) / 2 \quad (C.9)$$

$$\theta_s = \{ H_{tr,ms} \theta_m + \Phi_{st} + H_{tr,w} \theta_e + H_{tr,1} (\theta_{sup} + ((\Phi_{ia} + \Phi_{HC,nd}) / H_{ve})) \} / (H_{tr,ms} + H_{tr,w} + H_{tr,1}) \quad (C.10)$$

$H_{tr,ms}$, angegeben in Watt je Kelvin, ergibt sich aus 7.2.2.1.

$$\theta_{air} = (H_{tr,is} \theta_s + H_{ve} \theta_{sup} + \Phi_{ia} + \Phi_{HC,nd}) / (H_{tr,is} + H_{ve}) \quad (C.11)$$

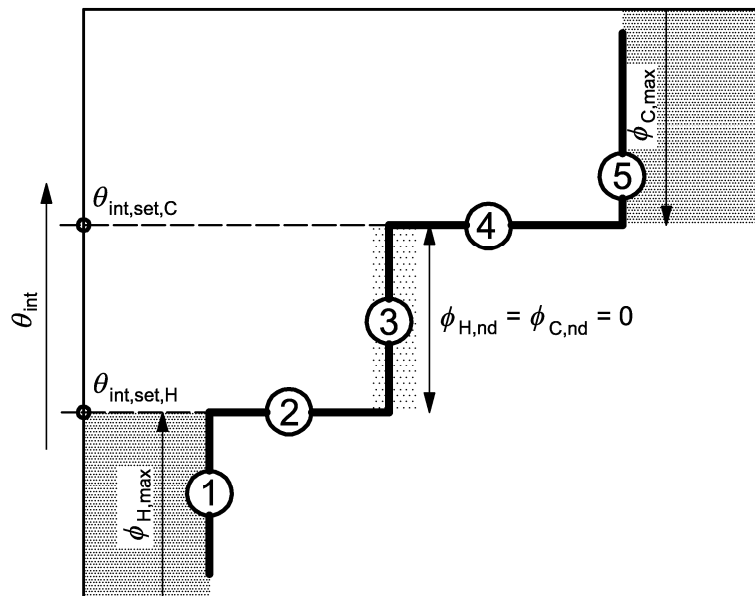
und die operative Temperatur aus:

$$\theta_{op} = 0,3 \times \theta_{air} + 0,7 \times \theta_s \quad (C.12)$$

ANMERKUNG Hierbei handelt es sich um eine näherungsweise Bestimmung. Die operative Temperatur ist ein gewichteter Mittelwert der Luft- und der mittleren Strahlungstemperatur, wobei die Wichtung mit dem Leitkoeffizienten (3/8) und dem Strahlungskoeffizienten (5/8) der inneren Oberfläche erfolgt. Der Wert von θ_s setzt sich aus der Luft- und der mittleren Strahlungstemperatur zusammen.

C.4 Berechnung der Innentemperatur und der erforderlichen Heiz- bzw. Kühlleistung

C.4.1 Allgemeine Beschreibung



Legende

Symbole: siehe Text

1 bis 5 Temperaturverhalten in der Gebäudezone, bezogen auf die fünf im Text beschriebenen Situationen

Bild C.2 — Darstellung des Temperaturverhaltens der Gebäudezone gegen das Anlagenverhalten

Das RC-Netz ermöglicht für jede Stunde die Berechnung der Innentemperatur für jeden beliebigen Heizwärme- bzw. Kühlbedarf $\Phi_{HC,nd}$. Das Auflösungsschema ist so aufgebaut, dass die Innentemperatur eine lineare Funktion von $\Phi_{HC,nd}$ darstellt.

Für eine gegebene Stunde kann die Gerade für das Verhalten der Gebäudezone durch die Anwendung der in Abschnitt C.3 beschriebenen Gleichungen für zwei Werte von $\Phi_{HC,nd}$ bestimmt werden.

Die an die Gebäudezone gelieferte Heiz- und Kühlleistung kann im selben Diagramm durch die Temperaturen $\theta_{\text{int,H,set}}$ und $\theta_{\text{int,C,set}}$ und die maximal mögliche Heiz- und Kühlleistung (die stündlich wechseln kann) dargestellt werden²⁾.

Die sich ergebende Innenraumtemperatur sowie der Heizwärme- und der Kühlbedarf werden aus dem Schnittpunkt der beiden Kurven hergeleitet.

Fünf Situationen sind möglich:

- 1) die Gebäudezone erfordert Heizung, und die Heizleistung ist nicht ausreichend, um den Sollwert zu erreichen. Der Heizwärmebedarf ist auf die maximale mögliche Heizleistung begrenzt, und die berechnete Innentemperatur liegt unter dem Sollwert für das Heizen $\theta_{\text{int,H,set}}$. Dies geschieht üblicherweise während der Aufheizperiode;
- 2) die Gebäudezone erfordert Heizung, und die Heizleistung ist ausreichend. Die Innentemperatur entspricht $\theta_{\text{int,H,set}}$, und der berechnete Heizwärmebedarf liegt unter dem Höchstwert;
- 3) die Gebäudezone erfordert weder Heizung noch Kühlung (Gleichgewichtsbedingungen). Es wird weder geheizt noch gekühlt, und die Innentemperatur wird berechnet;
- 4) die Gebäudezone erfordert Kühlung, und die Kühlleistung ist ausreichend. Die Innentemperatur entspricht $\theta_{\text{int,C,set}}$, und der berechnete Kühlbedarf liegt unter dem Höchstwert;
- 5) die Gebäudezone erfordert Kühlung, und die Kühlleistung ist nicht ausreichend. Der Kühlbedarf ist auf die maximal mögliche Kühlleistung begrenzt. Die berechnete Innentemperatur liegt über der Solltemperatur für das Kühlen $\theta_{\text{int,C,set}}$.

C.4.2 Berechnungsverfahren

Das Verfahren in diesem Unterabschnitt beruht auf der Lufttemperatur θ_{air} als Solltemperatur. Um die operative Temperatur als Solltemperatur zu verwenden, ist diese zu berechnen (siehe Gleichung (C.11)), und das in diesem Unterabschnitt angegebene Verfahren ist entsprechend anzupassen.

Mithilfe dieses Verfahrens werden die tatsächliche Innentemperatur $\theta_{\text{air,ac}}$ und der tatsächliche Heizwärme- bzw. Kühlbedarf $\Phi_{\text{HC,nd,ac}}$ berechnet. In allen Fällen wird auch der Wert für $\theta_{\text{m,t}}$ (siehe Gleichung (C.8)) berechnet und gespeichert, da er für den folgenden Zeitschritt angewendet wird.

Schritt 1: Es ist zu prüfen, ob gekühlt oder geheizt werden muss (Fall 3 nach Bild C.2).

$\Phi_{\text{HC,nd}}$ ist mit 0 anzusetzen, und die Gleichungen (C.7) bis (C.11) sind anzuwenden.

Die resultierende θ_{air} ist als $\theta_{\text{air,0}}$ zu bezeichnen ($\theta_{\text{air,0}}$ ist die Lufttemperatur unter Gleichgewichtsbedingungen).

Sofern $\theta_{\text{int,H,set}} \leq \theta_{\text{air,0}} \leq \theta_{\text{int,C,set}}$ ist weder das Heizen noch das Kühlen erforderlich, sodass $\Phi_{\text{HC,nd,ac}} = 0$ und $\theta_{\text{air,ac}} = \theta_{\text{air,0}}$, und es sind keine weiteren Berechnungen erforderlich.

Anderenfalls ist Schritt 2 durchzuführen.

2) Das Schema kann so abgeändert werden, dass in Abhängigkeit von der Innentemperatur die maximale Heiz- oder Kühlleistung berücksichtigt wird.

Schritt 2: Der Sollwert ist auszuwählen und der Heizwärme- bzw. Kühlbedarf zu berechnen.

Wenn $\theta_{\text{air},0} > \theta_{\text{int,C,set}}$, ist $\theta_{\text{air,set}} = \theta_{\text{int,C,set}}$ zu setzen.

Wenn $\theta_{\text{air},0} < \theta_{\text{int,H,set}}$, ist $\theta_{\text{air,set}} = \theta_{\text{int,H,set}}$ zu setzen.

ANMERKUNG 1 Möglicherweise müssten weitere Bedingungen hinzugenommen werden, um die Sollwerte zur Verhinderung von Schwankungen zu trennen (Hysterese).

Es sind die Gleichungen (C.7) bis (C.11) anzuwenden, wobei $\Phi_{\text{HC,nd}} = \Phi_{\text{HC,nd},10}$ mit $\Phi_{\text{HC,nd},10} = 10 A_f$ gilt.

A_f wird nach 6.3.2 bestimmt.

Die resultierende θ_{air} ist als $\theta_{\text{air},10}$ zu bezeichnen ($\theta_{\text{air},10}$ ist die Lufttemperatur, die man für eine Heizleistung von 10 W/m² erhält).

Es ist $\Phi_{\text{HC,nd,un}}$ zu berechnen (der uneingeschränkte Heizwärme- bzw. Kühlbedarf, der erforderlich ist, um die geforderte Solltemperatur zu erreichen; $\Phi_{\text{HC,nd,un}}$ ist für das Heizen positiv und für das Kühlen negativ).

$$\Phi_{\text{HC,nd,un}} = \Phi_{\text{HC,nd},10} (\theta_{\text{air,set}} - \theta_{\text{air},0}) / (\theta_{\text{air},10} - \theta_{\text{air},0}) \quad (\text{C.13})$$

Schritt 3: Es ist zu prüfen, ob die verfügbare Kühl- bzw. Heizleistung ausreichend ist (Fall 2 oder Fall 4 nach Bild C.2).

Wenn $\Phi_{\text{HC,nd,un}}$ zwischen $\Phi_{\text{H,max}}$ (maximale Heizleistung) und $\Phi_{\text{C,max}}$ (maximale Kühlleistung) liegt, gilt:

$$\Phi_{\text{HC,nd,ac}} = \Phi_{\text{HC,nd,un}}$$

$$\theta_{\text{air,ac}} = \theta_{\text{air,set}}$$

und die Berechnung ist abgeschlossen.

Anderenfalls ist Schritt 4 durchzuführen.

Schritt 4: Es ist die Innentemperatur zu berechnen (Fall 1 oder Fall 5 nach Bild C.2).

Wenn $\Phi_{\text{HC,nd,un}}$ positiv ist, ist $\Phi_{\text{HC,nd,ac}} = \Phi_{\text{H,max}}$ zu setzen. Wenn $\Phi_{\text{HC,nd,un}}$ negativ ist, ist $\Phi_{\text{HC,nd,ac}} = \Phi_{\text{C,max}}$ zu setzen.

$\theta_{\text{air,ac}}$ ist unter Anwendung der Gleichungen (C.5) bis (C.9) zu berechnen.

ANMERKUNG 2 In diesem Fall wird die Solltemperatur nicht erreicht.

Der Heizwärme- oder Kühlbedarf für eine gegebene Stunde $Q_{\text{HC,nd}}$, angegeben in Megajoule, ist gleich $0,036 \times \Phi_{\text{HC,nd,ac}}$. Bei Heizwärmebedarf ist der Wert positiv, bei Kühlbedarf negativ.

Anhang D (normativ)

Alternative Formulierung für das Monats-Kühlverfahren

D.1 Einleitung

Anstelle des auf dem Ausnutzungsgrad der Verluste beruhenden Monatsverfahrens für die Kühlung darf eine alternative Formulierung angewendet werden, die auf dem Ausnutzungsgrad der Einträge beruht. Beide Formulierungen sind identisch, vorausgesetzt, die Werte für die Parameter sind gleich, und für die gesamten Wärmeeinträge und -verluste, die das Wärmebilanzverhältnis bestimmen, werden dieselben Größen angewendet.

Der Unterschied zwischen den beiden Formulierungen besteht darin, dass die Formulierung, die auf dem Ausnutzungsgrad der Verluste beruht, „negative“ Wärmeverluste zulässt. Negative Wärmeverluste können auftreten, wenn für die Transmission (oder Teile dieser) die mittlere monatliche Außentemperatur oder die Temperatur der angrenzenden Gebäudezone und/oder — für Lüftungsverluste — die Zulufttemperatur die Temperatur der Gebäudezone überschreitet.

ANMERKUNG Die auf dem Ausnutzungsgrad der Verluste beruhende Formulierung hat darüber hinaus den Vorteil, dass sie explizit anzeigt, wie die Wärmeverluste zur Verringerung des Kühlbedarfs beitragen.

D.2 Alternative Formulierung für den Kühlbedarf

Wie unter 5.4.2 angegeben, kann die Gleichung (4) zur Bestimmung des Kühlbedarfs $Q_{C,nd}$, angegeben in Megajoule, umformuliert werden, sodass sich folgende Gleichung ergibt:

$$Q_{C,nd} = (1 - \eta_{C,gn}) Q_{C,gn} \quad (D.1)$$

wobei $Q_{C,nd} \geq 0$ gilt.

Dabei ist (für jede Gebäudezone und für jeden Monat)

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

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

$\eta_{C,gn}$ der dimensionslose Ausnutzungsgrad der Einträge bei Kühlbetrieb, bestimmt nach D.2.

ANMERKUNG 1 Werden die gleichen Eingangsdaten und die gleichen Werte für die Parameter angewendet, führt Gleichung (D.1) zu denselben Ergebnissen wie Gleichung (4).

ANMERKUNG 2 $Q_{C,ht}$ tritt in der Gleichung nicht direkt auf, sondern indirekt über $\eta_{C,gn}$.

ANMERKUNG 3 Der Ausnutzungsgrad der Einträge $\eta_{C,gn}$ wurde unter 5.4.2 (Kühlbetrieb, Verfahren b)) eingeführt. Die Kurven sind gleich den Kurven des Ausnutzungsgrades für den Heizbetrieb; siehe Darstellung in Bild D.1. In Abschnitt D.4 wird dargestellt, wie $\eta_{C,gn}$ mit einer einfachen Umrechnung aus $\eta_{C,ls}$ abgeleitet werden kann und umgekehrt.

D.3 Länge der Kühlperiode

Siehe 7.4.1.

D.4 Ausnutzungsgrad der Einträge für das Kühlen

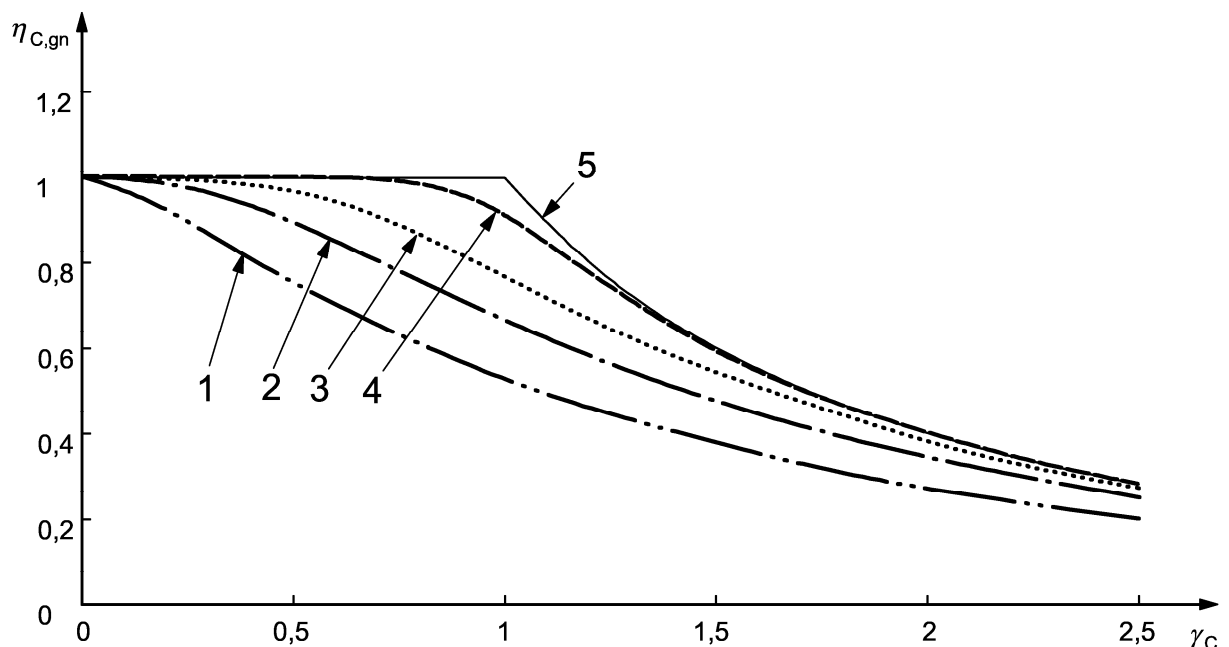
Der für die alternative Formulierung des Monatsverfahrens für das Kühlen nach Abschnitt D.2 erforderliche Ausnutzungsfaktor der Einträge wird analog zum Ausnutzungsgrad der Einträge für das Heizen nach 12.2.1.1 bestimmt, indem „Heizen“ durch „Kühlen“ sowie der Index H durch den Index C ersetzt wird, wobei folgende Änderungen gelten:

$a_{C,0}$ ist ein dimensionsloser numerischer Bezugsparameter, bestimmt nach Tabelle 10 in 12.2.1.2;

$\tau_{C,0}$ ist eine Bezugs-Zeitkonstante, bestimmt nach Tabelle 10 in 12.2.1.2.

ANMERKUNG 1 Die Gleichung liefert keine Werte für den Ausnutzungsgrad der Einträge $\eta_{C,gn}$, wenn ein negatives Wärmebilanzverhältnis vorliegt, was auftreten kann, wenn die Verluste Anteile mit hoher Innentemperatur, Temperatur des angrenzenden Raumes und/oder der Zuluft umfassen. Das Verfahren nach 7.2.1 weist keine derartige Einschränkung auf.

ANMERKUNG 2 Der Ausnutzungsgrad der Einträge $\eta_{C,gn}$ wurde unter 5.4.2 (Kühlbetrieb, Verfahren b)) eingeführt. Die Kurven sind den Ausnutzungskurven der Einträge für den Heizbetrieb vergleichbar.



Legende

- 1 Zeitkonstante von acht Stunden (geringe Trägheit)
- 2 Zeitkonstante von einem Tag
- 3 Zeitkonstante von zwei Tagen
- 4 Zeitkonstante von sieben Tagen
- 5 unbegrenzte Zeitkonstante (hohe Trägheit)

Bild D.1 — Beispiele für Ausnutzungskurven der Einträge für das Kühlen (alternative Formulierung)

Unter der Voraussetzung, dass die gleichen Werte für die Parameter (a_C und τ) angewendet werden, kann die Umrechnung zwischen den beiden Formulierungen für den Kühlbetrieb mit einer einfachen Gleichung durchgeführt werden:

$$\eta_{C,gn} = \eta_{C,ls} / \gamma_{C,ls} \quad (D.2)$$

ANMERKUNG 3 Siehe auch 7.2.1.3: Wenn sich die Gruppierung der Wärmeeinträge in Q_{gn} und der Wärmetransferelemente in Q_{ht} von der Gruppierung in 7.2.1.3 unterscheidet, unterscheidet sich auch das Wärmebilanzverhältnis; folglich weicht auch der berechnete Kühlbedarf ab, obgleich die Differenz gering sein kann.

Anhang E (normativ)

Wärmetransfer und solare Wärmeeinträge besonderer Bauteile

E.1 Anwendungsbereich

Dieser Anhang stellt Verfahren zur Berechnung des Wärmetransfers und der solaren Wärmeeinträge besonderer Bauteile bereit, z. B. von (nicht konditionierten) Wintergärten, opaken Bauteilen mit transparenter Dämmung, belüfteten Solarwänden und belüfteten Bauteilen der Gebäudehülle.

E.2 Nicht konditionierte Wintergärten

E.2.1 Allgemeines

Das Folgende gilt für nicht konditionierte Glasvorbauten, die an einen konditionierten Raum angrenzen, z. B. angebaute Wintergärten und angebaute Gewächshäuser, die durch eine Trennwand vom konditionierten Raum getrennt sind.

Ist der Wintergarten beheizt oder liegt eine dauerhafte Öffnung zwischen dem konditionierten Raum und dem Wintergarten vor, ist der Wintergarten als Teil des konditionierten Raumes zu betrachten; in diesem Fall gilt das in E.2.2 und E.2.3 bzw. E.2.4 angegebene Berechnungsverfahren nicht. Die Fläche, die in diesem Fall hinsichtlich des Wärmetransfers und der solaren Wärmeeinträge zu berücksichtigen ist, ist die Fläche der Außenhülle des Wintergartens.

Bei alten bestehenden Gebäuden dürfen auf nationaler Ebene als Alternative zu den in E.2.2 und E.2.3 bzw. E.2.4 je nach Kenngrößen des nicht konditionierten Wintergartens ein vereinfachtes Verfahren oder Standardwerte festgelegt werden, wenn das Erfassen sämtlicher erforderlicher Eingangsdaten im Verhältnis zu den dadurch anfallenden Kosten zu aufwändig wäre. Die Festlegung der Bedingungen für die Zulässigkeit dieses vereinfachten Verfahrens oder der Eingangsdaten darf auf nationaler Ebene je nach Berechnungszweck erfolgen. In diesem Fall muss der Anwender angeben, welches Verfahren bzw. welche Eingangsdaten und welche Quelle genutzt wurden.

E.2.2 Wärmetransfer

Der Wärmetransfer durch Transmission und Lüftung wird für die Trennwand zwischen einer konditionierten Zone und einem angrenzenden, nicht konditionierten Raum nach den Abschnitten 8 und 9 unter Anwendung des Anpassungsfaktors b_{tr} nach ISO 13789 berechnet.

E.2.3 Solare Wärmeeinträge

E.2.3.1 Allgemeines

Die aus dem Wintergarten in den konditionierten Raum eintretenden Wärmeeinträge sind die Summe direkter solarer Wärmeeinträge, die über den Wintergarten durch die Trennwand eindringen, und indirekter Wärmeeinträge, die durch die Trennwand aus dem von der Sonne erwärmten Wintergarten eindringen.

Mit dem Berechnungsverfahren wird die positive Auswirkung während der Heizperiode quantifiziert. Das gleiche Verfahren ist jedoch auch zur Berechnung der solaren Einträge für den Kühlbetrieb (Sommer) anzuwenden, wobei eventuelle vorhandene zusätzliche (heiz-/kühlperiodenabhängige) Sonnenschutz- und Lüftungseinrichtungen zu berücksichtigen sind.

E.2.3.2 Erforderliche Daten

Die folgenden Daten sind für den transparenten Teil der Trennwand (Index w) sowie für die Außenhülle des Wintergartens (Index e) zu ermitteln:

F_F	Rahmenflächenanteil;
F_{sh}	Verschattungsfaktor;
g	wirksamer solarer Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung;
A_w	Fläche der Fenster und verglasten Türen in der Trennwand;
A_e	Hüllfläche des Wintergartens.

Zusätzlich sind die folgenden Daten zu beurteilen:

A_j	Fläche jeder Oberfläche j , auf die im Wintergarten Sonnenstrahlung auftrifft (Fußboden, opake Wände; der opake Teil der Trennwand hat den Index p);
α_j	durchschnittlicher solarer Absorptionsgrad der absorbierenden Oberfläche j im Wintergarten;
I_i	solare Bestrahlung auf die Oberfläche i während des Berechnungsschrittes (der Berechnungsschritte);
$H_{p,tot}$	Wärmetransferkoeffizient für die Transmission vom Innenraum durch den opaken Teil der Trennwand und den Wintergarten in die Außenumgebung;
$H_{p,e}$	Wärmetransferkoeffizient für die Transmission von der absorbierenden Oberfläche dieser Wand über den Wintergarten in die Außenumgebung.

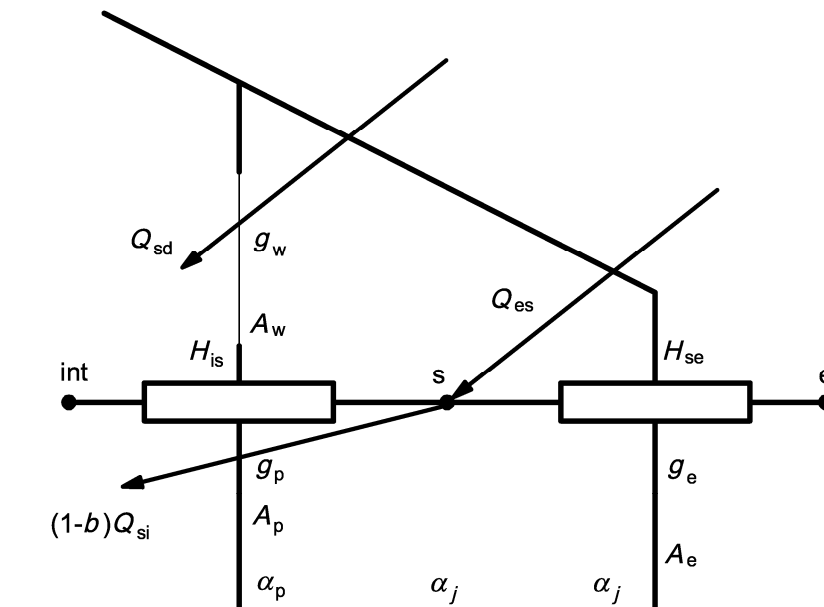


Bild E.1 — Angebaute Wintergarten mit solaren Wärmeeinträgen und Wärmetransferkoeffizienten sowie elektrisches Ersatzschaltbild — Ausführliches Verfahren

E.2.3.3 Berechnungsverfahren

Die solaren Wärmeeinträge, die aus dem Wintergarten in den konditionierten Raum gelangen, Q_{ss} , angegeben in Megajoule, sind die Summe der direkten Wärmeeinträge durch die Trennwand Q_{sd} und der indirekten Wärmeeinträge Q_{si} aus dem durch die Sonne beheizten Wintergarten:

$$Q_{ss} = Q_{sd} + Q_{si} \quad (E.1)$$

Als erste Näherung wird angenommen, dass alle absorbierenden Oberflächen zu gleichen Anteilen durch außen liegende Hindernisse und durch die Außenhülle des Wintergartens verschattet sind.

Die direkten solaren Wärmeeinträge Q_{sd} , angegeben in Megajoule, sind die Summe der Wärmeeinträge durch die transparenten (Index w) und die opaken (Index p) Teile der Trennwand:

$$Q_{sd} = F_{sh,e} (1 - F_{F,e}) g_e \left((1 - F_{F,w}) g_w A_w + \alpha_p A_p \frac{H_{p,tot}}{H_{p,e}} \right) I_p t \quad (E.2)$$

Die indirekten Wärmeeinträge werden durch Summierung der solaren Wärmeeinträge jeder absorbierenden Fläche j im Wintergarten berechnet, wobei jedoch die direkten Wärmeeinträge durch den opaken Teil der Trennwand subtrahiert werden:

$$Q_{si} = (1 - b_{tr}) F_{sh,e} (1 - F_{F,e}) g_e \sum_j (I_j a_j A_j) - F_{sh,e} (1 - F_{F,e}) g_e \alpha_p A_p \frac{H_{p,tot}}{H_{p,e}} I_p t \quad (E.3)$$

Der Anpassungsfaktor b_{tr} ist der Gleiche wie unter E.2.1. Der Wichtungsfaktor $(1 - b_{tr})$ ist der Teil der solaren Wärmeeinträge des Wintergartens, die den konditionierten Raum durch die Trennwand erreichen. Dieser Term wird aus 11.2 erhalten.

E.2.3.4 Übliche Näherung

Das folgende Verfahren darf als eine übliche Näherung für das Verfahren nach E.2.3.2 und E.2.3.3 angewendet werden.

Bei der Berechnung der Energiebilanz der an den Wintergarten angrenzenden Berechnungszone für den Heizbetrieb:

- ist der Wärmetransfer durch Transmission unter Anwendung des Anpassungsfaktors b_{tr} wie für einen nicht konditionierten, angrenzenden Raum zu berechnen;
- sind die zusätzlichen (indirekten) Einträge, die über den Wintergarten in die Berechnungszone gelangen, zu vernachlässigen;
- ist nur der direkte solare Durchlassgrad durch die Trennwand unter Berücksichtigung des aufgrund der Wintergartenhülle verringerten solaren Durchlassgrades zu berechnen.

Bei der Berechnung der Energiebilanz der an den Wintergarten angrenzenden Berechnungszone für den Kühlbetrieb:

- ist der Wärmetransfer durch Transmission unter Anwendung des Anpassungsfaktors b_{tr} wie für einen nicht konditionierten, angrenzenden Raum zu berechnen;
- ist der Wintergarten bei der Berechnung der in die Berechnungszone gelangenden solaren Wärmeeinträge zu vernachlässigen;

- ist eine Verringerung des solaren Energiedurchlassgrades durch die Wintergartenhülle nicht zu berücksichtigen, außer bei Sonnenschutzeinrichtungen, die während der gesamten Kühlperiode dauerhaft verwendet werden.

ANMERKUNG Auf nationaler Ebene wird überprüft, ob dieses Verfahren in ausreichendem Maße üblich ist.

E.2.4 Vereinfachtes Verfahren

Auf nationaler Ebene darf, je nach Anwendung und Gebäudetyp, entschieden werden, als Alternative zu dem in E.2.3.2 und E.2.3.3 angegebenen Verfahren, das folgende vereinfachte Verfahren anzuwenden.

Dieses Verfahren beruht auf dem normativen Anhang A von ISO 13789:2007.

Bei der Berechnung der Energiebilanz der an den Wintergarten angrenzenden Berechnungszone:

- sind die (inneren und) solaren Einträge im und durch den Wintergarten zu vernachlässigen;
- ist ein für den Heizbetrieb anzuwendender korrigierter Wert für den Anpassungsfaktor b_{tr} festzulegen, der die vorteilhafte Auswirkung der (inneren und) solaren Einträge während der Heizperiode einschließt. Dieser Wert kann von dem Typ und/oder der Größe des Wintergartens abhängen;
- ist ein für den Kühlbetrieb anzuwendender geeigneter korrigierter Wert für den Anpassungsfaktor b_{tr} festzulegen, der die negative Auswirkung der (inneren und) solaren Einträge während der Kühlperiode einschließt.

ANMERKUNG Das bedeutet, dass die (inneren und) solaren Einträge in 10.2 und 11.2 nicht erneut berücksichtigt werden dürfen, was dort eindeutig angegeben ist.

E.3 Opake Bauteile mit transparenter Dämmung

E.3.1 Wärmetransfer

Für die Berechnung des Wärmetransfers sind opake Teile mit transparenter Dämmung als opake Bauteile anzusehen.

E.3.2 Solare Wärmeeinträge

E.3.2.1 Allgemeines

Das Folgende gilt für opake Teile des Gebäudes mit transparentem Dämmstoff, die dazu ausgelegt sind, Sonnenenergie aufzufangen. Mit dem Berechnungsverfahren wird die positive Auswirkung während der Heizperiode quantifiziert. Das gleiche Verfahren ist jedoch auch zur Berechnung der solaren Einträge für den Kühlbetrieb (Sommer) anzuwenden, wobei eventuell vorhandene zusätzliche (heiz-/kühlperiodenabhängige) Sonnenschutz- und Lüftungseinrichtungen zu berücksichtigen sind.

E.3.2.2 Erforderliche Eingangsdaten

A	Gesamtfläche des Bauteiles;
A_t	Fläche des mit transparenter Dämmung bedeckten Bauteiles;
R_i	Wärmedurchlasswiderstand des opaken Bauteiles hinter der transparenten Dämmung;
R_t	Wärmedurchlasswiderstand der transparenten Dämmung;
$g_{t,\perp}$	solarer Gesamtenergiedurchlassgrad der transparenten Dämmung (bei normalem Strahlungseinfall);

$g_{t, \text{hem}}$	solarer Gesamtenergiedurchlassgrad der transparenten Dämmung (bei diffusem, hemisphärischem Strahlungseinfall);
R_{al}	Wärmedurchlasswiderstand des (umschlossenen) Luftspaltes zwischen dem opaken Bauteil und der transparenten Dämmung;
R_{si}	innerer flächenbezogener Wärmeübergangswiderstand;
R_{se}	äußerer flächenbezogener Wärmeübergangswiderstand;
F_{sh}	Verschattungsfaktor.

In Abhängigkeit von der Art der transparenten Dämmung wird die folgende Größe benötigt (sie ist nicht für Produkte mit eingebautem Solarabsorber erforderlich):

α Absorptionsgrad des opaken Bauteils hinter der transparenten Dämmung.

E.3.2.3 Abgeleitete Eigenschaften

U	Wärmedurchgangskoeffizient des Bauteils zwischen Innenraum und Außenumgebung;
U_{te}	äußerer Wärmedurchgangskoeffizient des Bauteils von der Oberfläche, die dem transparenten Dämmprodukt zugewandt ist, nach außen;
g_{t}	wirksamer solarer Gesamtenergiedurchlassgrad des transparenten Dämmproduktes;
F_{F}	Abminderungsfaktor infolge des nicht transparenten Rahmenbereiches der transparenten Dämmung (Rahmenflächenanteil).

E.3.2.4 Berechnungsverfahren

Der Wärmetransfer wird nach Abschnitt 8 wie für übliche Bauteile der Gebäudehülle berechnet, einschließlich möglicher Wärmebrücken in Bauteilen mit Rahmen. Die solaren Wärmeeinträge eines opaken Bauteiles mit transparenter Dämmung und der Ausrichtung j werden für einen Monat m nach 11.2 berechnet, wobei die wirksame Kollektorfläche angewendet wird.

Der Abminderungsfaktor für Rahmen wird aus der Gesamtfläche A des Bauteiles berechnet:

$$F_{\text{F}} = \frac{A_{\text{t}}}{A} \quad (\text{E.4})$$

Zur Berechnung des Faktors für den Nutzungsgrad sind folgende Wärmedurchgangskoeffizienten erforderlich:

$$U_{\text{te}} = \frac{1}{R_{\text{se}} + R_{\text{t}} + R_{\text{al}}}$$

$$U = \frac{1}{R_{\text{se}} + R_{\text{t}} + R_{\text{al}} + R_{\text{i}} + R_{\text{si}}} \quad (\text{E.5})$$

Die Berechnung des wirksamen solaren Gesamtenergiedurchlassgrades hängt von der Art der transparenten Dämmung ab. Durch Anwendung der Koeffizienten $c_{j,m}$ aus Tabelle E.1 wird dabei der Einfallswinkel der direkten Sonnenstrahlung berücksichtigt.

Für Produkte mit einem nicht vernachlässigbaren solaren Energiedurchlassgrad ist der wirksame Wert proportional zum Absorptionsgrad des opaken Bauteiles hinter der transparenten Dämmung:

$$g_{t,j,m} = \alpha (g_{t,hem} - c_{j,m} g_{t,\perp}) \quad (E.6)$$

Für eine transparente Dämmung mit vernachlässigbarem solarem Durchlassgrad (z. B. Produkte mit eingebautem Solarabsorber) darf der aus Messungen ermittelte Wert nur zur Berücksichtigung des Wärmedurchlasswiderstandes R_g des Luftspaltes zwischen der transparenten Dämmung und dem opaken Bauteil modifiziert werden:

$$g_{TL,j,m} = \frac{R_{se} + R_t}{R_{se} + R_t + R_g} (g_{t,h} - c_{j,m} g_{t,\perp}) \quad (E.7)$$

Die wirksame Kollektorfläche für die Ausrichtung j und einen Monat m ergibt sich nach:

$$A_{sol,j,m} = A F_{sh} (1 - F_F) \frac{U}{U_{te}} g_{t,j,m} \quad (E.8)$$

Die Wärmeeinträge werden zu den weiteren solaren Wärmeeinträgen addiert.

Tabelle E.1 — Koeffizienten $c_{j,m}$ für die Berechnung des wirksamen solaren Gesamtenergiedurchlassgrades einer transparenten Dämmung mit den gemessenen Werten für normalen und hemisphärischen Strahlungseinfall (für senkrechte Wände)

	Jan.	Feb.	März	Apr.	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
S	−0,105	−0,067	−0,023	0,042	0,073	0,089	0,094	0,062	0,005	−0,054	−0,093	−0,105
SW/SO	−0,034	−0,027	−0,010	0,002	0,022	0,037	0,036	0,013	−0,015	−0,025	−0,034	−0,026
W/O	0,054	0,033	0,016	−0,012	−0,005	−0,002	−0,012	−0,007	−0,001	0,024	0,049	0,052
NO/NW	0,002	0,008	0,016	0,030	0,018	0,013	0,013	0,024	0,033	0,014	0,004	0,000
N	0,000	0,000	0,000	0,011	0,021	0,031	0,042	0,012	0,000	0,000	0,000	0,000

E.4 Belüftete Solarwände (Trombewände)

E.4.1 Wärmetransfer

E.4.1.1 Allgemeines

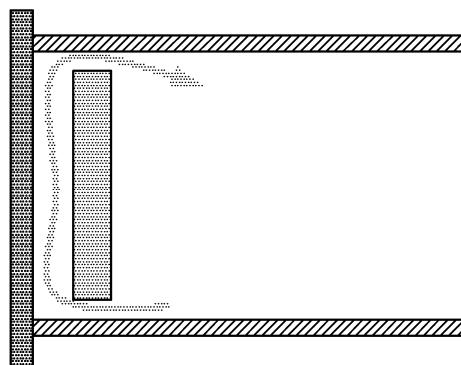


Bild E.2 — Weg des Luftstroms in einer belüfteten Solarwand

Die folgenden Punkte gelten für Wände nach Bild E.2, die für das Auffangen von Sonnenenergie ausgelegt sind, wobei

- der Luftstrom automatisch unterbrochen wird, wenn der Luftspalt kälter als der beheizte Raum ist sowie im Sommer;
- der Luftvolumenstrom automatisch auf einen konstanten Wert $q_{ve,sw}$ eingestellt wird, wenn der Luftspalt wärmer als der beheizte Raum ist.

Der Wärmetransferkoeffizient für eine derartige Wand ist:

$$H = H_0 + \Delta H \quad (E.9)$$

Dabei ist

H_0 der Wärmetransferkoeffizient der nicht belüfteten Wand;

ΔH ein nach E.4.1.3 zu berechnender zusätzlicher Wärmetransferkoeffizient.

E.4.1.2 Erforderliche Daten

A_{sw} die Fläche der belüfteten Solarwand;

R_i der innere Wärmedurchlasswiderstand der Wand zwischen Luftspalt und Innenraum;

R_e der äußere Wärmedurchlasswiderstand der Wand zwischen Luftspalt und Außenumgebung;

R_l der Wärmedurchlasswiderstand des Luftspalts;

$q_{ve,sw}$ der Sollwert des Luftvolumenstroms durch den belüfteten Spalt;

h_c der flächenbezogene Wärmetransferkoeffizient durch Konvektion im Luftspalt;

h_r der flächenbezogene Wärmetransferkoeffizient durch Strahlung im Luftspalt;

$Q_{gn,sw}$ die solaren Wärmeeinträge des Luftspalts während des Berechnungsschrittes: $Q_{gn,sw} = I_w A_{sw}$;

$Q_{ht,al}$ der Wärmeverlust des Luftspalts während des Berechnungsschrittes: $Q_{ht,al} = U_e A_{sw} (\theta_{int} - \theta_e) t$.

E.4.1.3 Berechnungsverfahren

Der zusätzliche Wärmetransferkoeffizient einer derartigen Wand wird wie folgt berechnet:

$$\Delta H = \rho_a c_a q_{ve,sw} \left(\frac{U_e}{U_i} \right)^2 \delta \kappa_{sw} \quad (E.10)$$

Dabei ist

$\rho_a c_a$ die volumenbezogene Wärmespeicherfähigkeit der Luft;

U_i und U_e der innere und der äußere Wärmedurchgangskoeffizient:

$$U_i = \frac{1}{R_i + \frac{R_l}{2}} \quad \text{und} \quad U_e = \frac{1}{R_e + \frac{R_l}{2}} \quad (E.11)$$

δ das Verhältnis der akkumulierten Differenz zwischen der Innen- und der Außentemperatur bei eingeschalteter Lüftung zum Wert dieser Differenz über den gesamten Berechnungsschritt. Dieses Verhältnis ist in Bild E.3 angegeben.

Dieses Verhältnis kann wie folgt berechnet werden:

$$\delta = 0,3 \gamma_{al} + 0,03 (0,0003 \gamma_{al} - 1) \quad (E.12)$$

Dabei ist

γ_{al} das Verhältnis der solaren Wärmeeinträge $Q_{gn,sw}$ zum Wärmeverlust des Luftspalts $Q_{ht,al}$ während des Berechnungsschrittes.

κ_{sw} ist ein Parameter, der wie folgt festgelegt ist:

$$\kappa_{sw} = \left(1 - \exp \left(\frac{-A_{sw}Z}{\rho_a c_a q_{ve,sw}} \right) \right) \quad (E.13)$$

Dabei ist

Z ein Parameter, der wie folgt festgelegt ist:

$$\frac{1}{Z} = \frac{h_r}{h_c(h_c + 2h_r)} + \frac{1}{U_i + U_e} \quad (E.14)$$

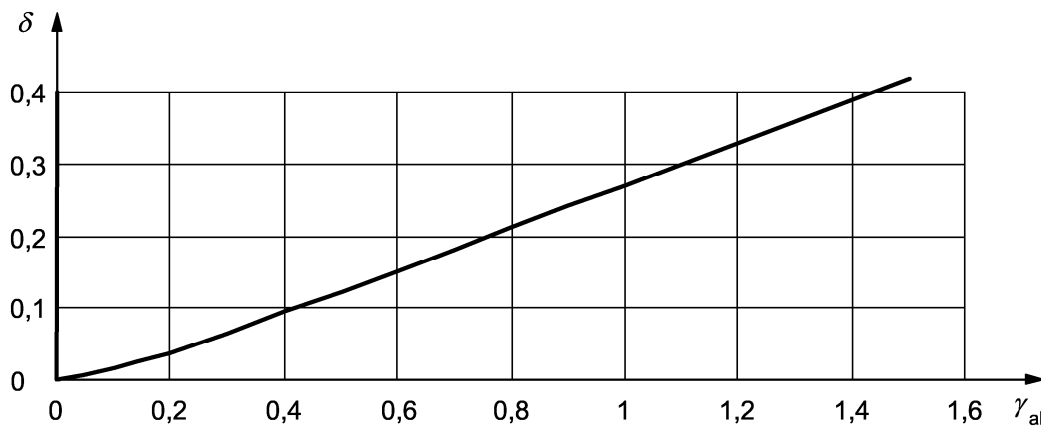


Bild E.3 — Verhältnis δ der akkumulierten Differenz zwischen der Innen- und der Außentemperatur bei eingeschalteter Lüftung zum Wert dieser Differenz über den gesamten Berechnungsschritt als Funktion des Wärmeeintrag-/Wärmeverlust-Verhältnisses des Luftspaltes γ_{al}

E.4.2 Solare Wärmeeinträge

E.4.2.1 Allgemeines

Das Folgende gilt für belüftete Solarwände, die dazu ausgelegt sind, Sonnenenergie aufzufangen. Mit dem Berechnungsverfahren wird die positive Auswirkung während der Heizperiode quantifiziert. Das gleiche Verfahren ist jedoch auch zur Berechnung der solaren Einträge für den Kühlbetrieb (Sommer) anzuwenden, wobei eventuell vorhandene zusätzliche (heiz-/kühlperiodenabhängige) Sonnenschutz- und Lüftungseinrichtungen zu berücksichtigen sind.

E.4.2.2 Erforderliche Daten

Das Folgende gilt für belüftete Solarwände.

Zusätzlich zu den in E.4.1 aufgeführten Daten werden folgende Eingangsdaten benötigt:

F_F Abminderungsfaktor für Rahmen;

F_{sh} Abminderungsfaktor für die Verschattung, berechnet nach 11.4.3;

α Absorptionskoeffizient der Oberfläche hinter dem Luftspalt;

g solarer Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung über dem Luftspalt.

E.4.2.3 Berechnungsverfahren

Solare Wärmeeinträge werden nach 11.2 unter Anwendung einer wirksamen Kollektorfläche berechnet:

a) Wenn der belüftete Spalt von einer opaken äußeren Schicht bedeckt ist, gilt:

$$A_{sol} = A_{sw} \alpha F_{sh} (1 - F_F) \frac{U_0}{h_e} \left(1 + \frac{U_0}{U_i^2} \rho_a c_a \frac{q_{ve,sw}}{A_{sw}} \kappa_{sw} \omega \right) \quad (E.15)$$

Dabei ist/werden

U_i und κ_{sw} nach E.4.1 berechnet;

ω das Verhältnis der Gesamtsonnenstrahlung auf das Bauteil bei offenem Luftspalt zur Gesamtsonnenstrahlung über den gesamten Berechnungsschritt; ω ergibt sich nach Bild E.4. Es kann wie folgt berechnet werden:

$$\omega = 1 - \exp(-2,2 \gamma_{al}) \quad (E.16)$$

Dabei ist

γ_{al} das Wärmebilanzverhältnis des Luftspaltes während des Berechnungsschrittes.

$$U_0 = \frac{1}{R_i + R_l + R_e} \quad (E.17)$$

ist der Wärmedurchgangskoeffizient der Wand.

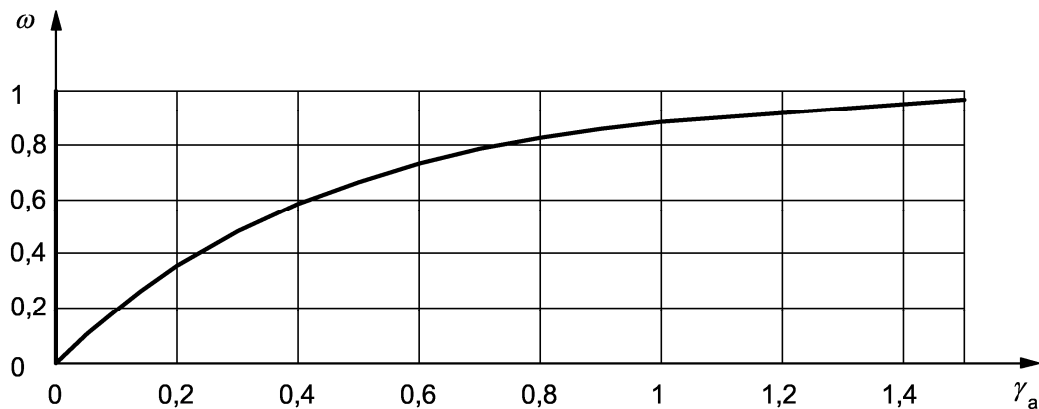


Bild E.4 — Verhältnis ω der Gesamtsonnenstrahlung, die bei offenem Luftspalt auf das Bauteil trifft, zur Gesamtsonnenstrahlung während des Berechnungsschrittes als Funktion des Wärmebilanzverhältnisses des Luftspaltes γ_{al}

b) Wenn der Luftspalt durch eine Verglasung abgedeckt ist, gilt:

$$A_{sol} = A_{sw} \alpha F_{sh} F_F g_w \left(U_0 R_e + \frac{U_0^2 R_i}{U_i U_e} \rho_a c_a \frac{q_{ve,sw}}{A} \kappa_{sw} \omega \right) \quad (E.18)$$

ANMERKUNG Dieses Verfahren ist implizit: Die Gleichungen (E.15) und (E.16) sollten in einem iterativen Prozess angewendet werden, um die solaren Wärmeeinträge zu berechnen, wobei mit $\gamma_{al} = 1$ begonnen wird.

E.5 Belüftete Bauteile der Gebäudehülle

E.5.1 Wärmetransfer

E.5.1.1 Allgemeines

Die in den Teilen der Gebäudehülle (Wand, Fenster, Dach) zirkulierende Lüftungsluft verringert die Gesamtwärmeverluste durch Wärmerückgewinnung, obwohl der Transmissionswärmeverlust in diesen Bauteilen der Gebäudehülle erhöht wird. Diese Gesamtauswirkung kann mithilfe eines äquivalenten Wärmetauschers zwischen Ab- und Zuluft ausgedrückt werden. Der Nutzungsgrad dieses äquivalenten Wärmetauschers kann mit dem in E.5.1.2 angegebenen vereinfachten Verfahren berechnet werden, das unter den folgenden Bedingungen gilt:

- der Luftstrom verläuft parallel zur Oberfläche der Gebäudehülle (siehe Bild E.5);
- die Dicke des Luftspalts liegt zwischen 15 mm und 100 mm;
- die Luftdurchlässigkeit der übrigen Teile der Gebäudehülle ist gering, sodass der überwiegende Teil (etwa 90 %) der durch das Gebäude zirkulierenden Luft durch die belüfteten Bauteile der Gebäudehülle hindurchgeht;
- die Lüftungsanlage erfüllt die Anforderungen nach Tabelle E.2;
- die Luftzufuhr wird, sofern es sich um natürliche Luft handelt, mithilfe von einstellbaren oder automatischen Einlassöffnungen am innen liegenden Teil der Gebäudehülle geregelt. Im Sommer bleiben die Einlassöffnungen geschlossen.

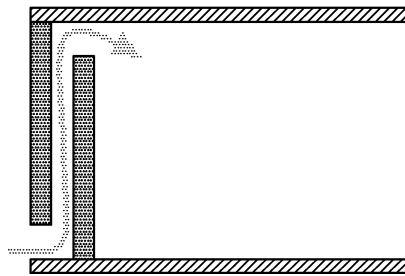


Bild E.5 — Weg der Luft in der Wand

Tabelle E.2 — Anforderungen an die Lüftung bei Anwendung des Verfahrens

Abschirmungsklasse	Anforderung
keine Abschirmung	maschinelle Ab- und Zuführung von Luft
mittlere Abschirmung	maschinelle Ab- oder Zuführung von Luft
starke Abschirmung	keine Anforderung

ANMERKUNG Dieses Verfahren gilt überwiegend, wenn Zuluft in den Bauteilen der Gebäudehülle zum Zirkulieren gebracht wird. Abluft kann ebenfalls verwendet werden, vorausgesetzt, es werden geeignete Vorkehrungen getroffen, um Kondensation zu vermeiden.

E.5.1.2 Berechnungsverfahren

Der Faktor für den Nutzungsgrad des äquivalenten Luft-zu-Luft-Wärmetauschers lautet wie folgt:

$$\eta_v = \frac{U_0^2}{U_i U_e} \kappa \quad (\text{E.19})$$

Dabei ist/sind

- U_i und U_e die Wärmedurchgangskoeffizienten jeweils des inneren und des äußeren Teils des Gebäudehüllenteils, das den Luftspalt umfasst;
- U_0 der Wärmedurchgangskoeffizient dieses Bauteiles der Gebäudehülle unter der Annahme, dass der Luftspalt nicht belüftet ist;
- κ_{sw} der nach Gleichung (E.13) festgelegte Faktor.

Dieser Faktor für den Nutzungsgrad des äquivalenten Luft-zu-Luft-Wärmetauschers ist stets kleiner als 0,25.

E.5.2 Solare Wärmeeinträge

E.5.2.1 Allgemeines

Wenn die Zuluft für die Belüftung durch Bauteile der Gebäudehülle geführt wird, kann sie einerseits durch den Transmissionswärmeverlust des Bauteiles (siehe E.5.1) und andererseits durch Sonnenstrahlung erwärmt werden, die entweder durch die äußere opake Glasscheibe oder durch die innere Oberfläche des Luftspaltes absorbiert wird, wenn dieser Luftspalt durch die Verglasung abgedeckt ist.

Mit dem Berechnungsverfahren wird die positive Auswirkung während der Heizperiode quantifiziert. Das gleiche Verfahren ist jedoch auch zur Berechnung der solaren Einträge für den Kühlbetrieb (Sommer) anzuwenden, wobei eventuelle vorhandene zusätzliche (heiz-/kühlperiodenabhängige) Sonnenschutz- und Lüftungseinrichtungen zu berücksichtigen sind.

E.5.2.2 Erforderliche Daten

Zusätzlich zu den in E.5.1 aufgeführten Daten sind folgende Eingangsdaten erforderlich:

- A Fläche des Bauteiles;
- F_F Rahmenflächenanteil;
- F_{sh} Verschattungsfaktor, berechnet nach 11.4.3;
- α Absorptionskoeffizient der Oberfläche, die die Sonnenstrahlung aufnimmt;
- R_i innerer Wärmedurchlasswiderstand der Wand zwischen Luftspalt und Innenraum;
- R_e äußerer Wärmedurchlasswiderstand der Wand zwischen Luftspalt und Außenumgebung;
- R_l Wärmedurchlasswiderstand des Luftspaltes;
- $q_{ve,sw}$ Luftvolumenstrom durch den belüfteten Luftspalt;
- h_e flächenbezogener Wärmetransferkoeffizient an der Außenfläche;
- g solarer Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung über dem Luftspalt;
- h_c flächenbezogener Wärmetransferkoeffizient durch Konvektion im Luftspalt;
- h_r flächenbezogener Wärmetransferkoeffizient durch Strahlung im Luftspalt.

E.5.2.3 Berechnungsverfahren

Der Nutzungsgrad des äquivalenten Wärmetauschers wird nach E.5.1 berechnet. Solare Wärmeeinträge werden mit der wirksamen Kollektorfläche nach 11.2 ermittelt:

- a) Wenn der belüftete Spalt durch eine opake äußere Schicht abgedeckt ist:

$$A_{sol} = A \alpha F_{sh} (1 - F_F) \frac{U_0}{h_e} \left(1 + \frac{U_0}{U_i^2} \rho_a c_a \frac{q_{ve,sw}}{A} \kappa_{sw} \right) \quad (E.20)$$

- b) Wenn der Luftspalt durch eine Verglasung abgedeckt ist:

$$A_{sol} = A \alpha F_{sh} (1 - F_F) g_w \left(U_0 R_e + \frac{U_0^2 R_i}{U_i U_e} \rho_a c_a \frac{q_{ve,sw}}{A} \kappa_{sw} \right) \quad (E.21)$$

Anhang F (normativ)

Klimabezogene Daten

F.1 Allgemeine Daten

Länge der Zeiträume:

Zeitraum	Anzahl der Tage	Anzahl der Stunden	t in Ms		Zeitraum	Anzahl der Tage	Anzahl der Stunden	t in Ms
Januar	31	744	2,6784		Juli	31	744	2,6784
Februar	28	672	2,4192		August	31	744	2,6784
März	31	744	2,6784		September	30	720	2,592
April	30	720	2,592		Oktober	31	744	2,6784
Mai	31	744	2,6784		November	30	720	2,592
Juni	30	720	2,592		Dezember	31	744	2,6784
Heizperiode	siehe 7.4	Tage \times 24	Tage \times 24 \times $3,6 \times 10^{-3}$					
Kühlperiode	siehe 7.4	Tage \times 24	Tage \times 24 \times $3,6 \times 10^{-3}$		Jahr	365	8760	31,536

F.2 Klimadaten

F.2.1 Erforderliche Daten

F.2.1.1 Monats- und Heiz-/Kühlperiodenverfahren

Für das Monats- und das Heiz-/Kühlperiodenverfahren sind folgende Klimadaten erforderlich:

- monatliche mittlere Außenlufttemperatur, angegeben in Grad Celsius;
- monatliche mittlere, einfallende Sonnenstrahlung für Ebenen mit entsprechenden Ausrichtungen und Neigungswinkeln, angegeben in Watt je Kelvin.

Diese Daten sind aus den stundenbezogenen Daten nach dem in F.2.2 angegebenen Verfahren zu bestimmen.

Stundenbezogene Daten können auch erforderlich sein, um z. B. Tabellen mit nationalen oder regionalen Werten wie z. B. Verschattungsfaktoren (siehe Anhang G) usw. zu erstellen.

Wie ausführlicher in I.5 erläutert, gelten die in ISO 15927-6 [7] angegebenen akkumulierten Temperaturdifferenzen (Gradtage) nicht für das Monats- bzw. Heiz-/Kühlperiodenverfahren. Bei dem Gradtag-Verfahren werden die Wärmeverluste durch Transmission und Lüftung während der Heizperiode über eine Abminderung der akkumulierten Temperaturdifferenz korrigiert, um eine Korrektur für den Umstand einzuführen, dass innere und solare Einträge nicht berücksichtigt werden; in dieser Norm werden die (genutzten) inneren und solaren Einträge ausdrücklich von den Verlusten subtrahiert.

F.2.1.2 Vereinfachtes Stundenverfahren und ausführliche Simulationsverfahren

Für das vereinfachte Stundenverfahren und die ausführlichen Simulationsverfahren sind folgende Daten erforderlich:

Mindestens:

- stündliche Außenlufttemperatur, angegeben in Grad Celsius;
- stündliche einfallende Sonnenstrahlung für Ebenen mit entsprechenden Ausrichtungen und Neigungswinkeln, angegeben in Watt je Quadratmeter Kelvin;
- Sonnenstand und Azimuth;
- Wochentag;

und, sofern relevant:

- lokale oder meteorologische Windgeschwindigkeit, angegeben in Meter je Sekunde;
- Windrichtung;
- Albedo;
- relative Feuchte der Außenluft.

Diese Daten sind ebenfalls nach dem in F.2.2 angegebenen Verfahren zu bestimmen.

F.2.2 Auswahl der Daten und Umrechnung

Die stundenbezogenen Daten für ein repräsentatives Jahr müssen aktuellen stundenbezogenen Wetteraufzeichnungen nach ISO 15927-4 entnommen werden.

Diese Daten umfassen mindestens stundenbezogene Werte von:

- Trockenkugel-Temperatur der Luft;
- direkter normaler solarer Bestrahlung und diffuser solarer Bestrahlung, die auf eine horizontale Oberfläche einwirken;
- relativer Feuchte, absoluter Feuchte, Wasserdampfdruck oder Taupunkttemperatur;
- Windgeschwindigkeit in einer Höhe von 10 m über dem Boden.

Zusätzliche erforderliche Daten sind die geographische Breite, Länge und Höhe der Station und der Wochentag des ersten Tages des Jahres (1. Januar).

Die Berechnung von Sonnenstand und Azimuth und die Umrechnung globaler Sonnenstrahlung in der horizontalen Ebene in auf vertikale und geneigte Ebenen mit verschiedenen Ausrichtungen einfallende Strahlung muss nach einem anerkannten Verfahren erfolgen, das die Unterteilung in direkte und diffuse Strahlung sowie sämtliche notwendigen goniometrischen Umrechnungen berücksichtigt.

ANMERKUNG 1 Zum Beispiel das Perez-Modell, bei dem die Sonnenstrahlung in Strahlen-, Zirkumsolar-, homogene Diffus-, Nahhorizont- und bodenreflektierte Strahlung aufgeteilt wird und bei der Umrechnung in die Sonnenstrahlung in vertikalen und geneigten Ebenen empirische Koeffizienten verwendet werden; siehe Literaturhinweis [27].

Die Auswahl der Wetterstation darf, je nach Berechnungszweck, auf nationaler Ebene erfolgen.

ANMERKUNG 2 Zum Beispiel eine Norm-Wetterstation, wenn die Berechnungen dazu dienen, einen Energieausweis zu erstellen oder die Einhaltung einer in den Bauvorschriften angegebenen Mindestenergieeffizienz zu überprüfen.

ANMERKUNG 3 Berechnungsverfahren und die Darstellung der Klimadaten sind in ISO 15927-1 (siehe Literaturhinweis [6]) enthalten.

Anhang G (informativ)

Vereinfachte Verfahren und Norm-Eingangsdaten

G.1 Anwendungsbereich

Dieser Anhang enthält vereinfachte Verfahren und Norm-Eingangsdaten für eine Anzahl von Berechnungselementen. Im Allgemeinen können diese verwendet werden, wenn auf nationaler Ebene keine Werte festgelegt wurden.

Die Reihenfolge folgt der Reihenfolge des Hauptteils dieser Internationalen Norm (Transmission, Lüftung, innere Wärmeeinträge, solare Wärmeeinträge, dynamische Kenngrößen usw.).

G.2 Auf den Wärmetransfer durch Transmission bezogene vereinfachte Verfahren und Daten

G.2.1 Wärmebrücken

Liegen für alte bestehende Gebäude keine oder nur wenige Informationen zu den Wärmebrücken im Bauwerk vor, ist es möglicherweise nicht sinnvoll, übliche Standardwerte zu verwenden, wenn der Zweck darin besteht, einen (informativen) Energieausweis zu erstellen. Darüber hinaus sind die üblichen Standardwerte für stark gedämmte Gebäude nicht für schlecht gedämmte Gebäude geeignet.

Ein vereinfachtes Verfahren für diesen Zweck darf aus Standardwerten bestehen, die vom mittleren U -Wert des Bauwerkes und/oder dem Alter des Gebäudes abhängen.

Zum Beispiel wird der U -Wert für jede opake Ausführung, angegeben in Watt je Quadratmeter je Kelvin, mit einem Zuschlag korrigiert, der als Standardauswirkung von Wärmebrücken dient:

$$U_{\text{op,corr}} = U_{\text{op,mn}} + \Delta U_{\text{tb}} \quad (\text{G.1})$$

Dabei ist

$U_{\text{op,mn}}$ der mittlere U -Wert des opaken Teils des Bauwerkes, ausgenommen Rahmentafeln und Erdgeschoss, angegeben in Watt je Quadratmeter je Kelvin;

ΔU_{tb} der Standardzuschlag für den U -Wert opaker Ausführungen (U_{op}) unter Berücksichtigung der Auswirkung von Wärmebrücken, angegeben in Watt je Quadratmeter je Kelvin.

ANMERKUNG Fenster und Rahmentafeln sind ausgenommen, da das Dämmen der Fenster und/oder Tafeln den Standardwert sonst stark beeinflussen würde, während sie üblicherweise eine relativ geringe Auswirkung auf die Wärmebrücken haben; das Erdgeschoss ist ausgenommen, da die Kantenwirkung des Erdgeschosses ein gesondertes Thema darstellt.

Tabelle G.1 — Beispiel für Standardwerte des Zuschlags für den U -Wert zur Berücksichtigung der Auswirkung von Wärmebrücken

Mittlerer U -Wert des opaken Teils des Bauwerkes, ausgenommen Rahmentafeln und Erdgeschoss W/m^2K	ΔU_{tb} W/m^2K
$U_{op,mn} \geq 0,8$	0,0
$0,4 \leq U_{op,mn} < 0,8$	0,05
$U_{op,mn} < 0,4$	0,1

G.2.2 Temporärer Wärmeschutz

G.2.2.1 Alle Verfahren

Ob die Auswirkung eines temporären Wärmeschutzes berücksichtigt werden darf, darf auf nationaler Ebene je nach Zweck des Gebäudes und der Nutzung entschieden werden.

G.2.2.2 Heiz-/Kühlperioden- bzw. Monatsverfahren

Der Anteil der akkumulierten Temperaturdifferenz des Zeitraums des Tages mit geschlossenen Abschlüssen f_{shut} ist, wenn keine nationalen Werte vorliegen, gleich dem Verhältnis der akkumulierten Temperaturdifferenz $(\theta_{l,set,H} - \theta_e)$ über alle Stunden mit geschlossenen Abschlüssen zu der akkumulierten Temperaturdifferenz $(\theta_{l,set,H} - \theta_e)$ über alle Stunden des Berechnungsschrittes (Monat oder Heiz-/Kühlperiode).

Aufgrund der Abhängigkeit vom Klima dürfen Werte für f_{shut} auf nationaler Ebene festgelegt werden, sofern erforderlich, mit entsprechenden regionalen Unterschieden.

Wurden auf nationaler Ebene keine Werte festgelegt, darf davon ausgegangen werden, dass der Abschluss (sofern vorhanden) bei einem Fenster von Sonnenuntergang bis 7 Uhr morgens an allen Tagen geschlossen ist, an denen die mittlere Tagestemperatur weniger als 10 °C beträgt.

Für Wochentage und Wochenenden und für unterschiedliche Gebäudefunktionen können unterschiedliche Nutzungsprofile gewählt werden.

G.3 Auf den Wärmetransfer durch Lüftung bezogene vereinfachte Verfahren und Daten — Freie Kühlung und nächtliche Lüftung während des Kühlbetriebs

Während des Zeitraums mit Kühlbetrieb müssen die tages- und wochenbezogenen Nutzungsprofile festgelegt und der zusätzliche Volumenstrom als zusätzlicher Eingangswert in das Berechnungsverfahren aufgenommen werden.

Auf nationaler Ebene darf die Verwendung des zusätzlichen Volumenstromes auch als durch äußere oder innere Parameter, wie z. B. der Außen- bzw. Innentemperatur, geregelt beschrieben werden.

ANMERKUNG Bei dem vereinfachten Stundenverfahren oder bei ausführlichen Simulationsverfahren kann die Verwendung von Parameterwerten des vorherigen Zeitintervalls zur Vermeidung einer Iteration zu ernsthaften Schwankungsproblemen führen, wenn keine besonderen Vorkehrungen, z. B. die Einführung geeigneter Relaxationsfaktoren, getroffen wurden.

Zusätzlicher Volumenstrom $q_{ve,extra}$:

Der zusätzliche Luftvolumenstrom aufgrund nächtlicher Lüftung $q_{ve,extra}$ darf entweder nach der in Anhang A angegebenen entsprechenden Norm berechnet werden oder auf nationaler Ebene auf der Grundlage des Gebäudetyps, der Gebäudenutzung, des Klimas und der Lage (Exposition) bereitgestellt werden.

Zeitlicher Anteil $f_{ve,t,extra}$:

Sofern auf nationaler Ebene nicht anders festgelegt, wird der zusätzliche Luftvolumenstrom aufgrund freier Kühlung oder nächtlicher Lüftung $q_{ve,extra}$ von 23:00 Uhr bis 7:00 Uhr an allen Tagen der Kühlperiode eingesetzt. $\Rightarrow f_{ve,t,extra} = 0,33$. Dies kann die Länge der Kühlperiode beeinflussen und eine erneute Berechnung erforderlich machen (siehe 7.3).

Nutzungsprofile können für Wochentage und für das Wochenende unterschiedlich ausfallen und von der Nutzung des Gebäudes abhängen.

Monats- bzw. Heiz-/Kühlperiodenverfahren: Bei intermittierendem Kühlbetrieb, bei dem nach 13.2.2 die Auswirkung des intermittierenden Betriebs durch einen Abminderungsfaktor für den Kühlbedarf berücksichtigt wird, sollten beim zeitlichen Anteil Tage mit verringertem Kühleffizienzwert oder mit Abschaltung vernachlässigt werden.

Anpassung an dynamische Wirkungen und Wirksamkeit $c_{ve,eff,extra}$:

Sofern nicht auf nationaler Ebene ausführlichere Informationen zur Verfügung gestellt werden, gilt für den Wert des Anpassungsfaktors $c_{ve,eff,extra} = 1$.

G.4 Auf innere Wärmeeinträge bezogene vereinfachte Verfahren und Daten — Eingangsdaten für innere Wärmeeinträge aufgrund von Personen und Geräten

Die stunden- und wochenbezogenen Nutzungsprofile hinsichtlich der Wärmeströme der Stoffwechselwärme der Nutzer und der Verlustwärme der Geräte sind auf nationaler Ebene als Funktion der Gebäudenutzung und (wahlweise) der Belegungsklasse und des Berechnungszweckes zu bestimmen.

Sind auf nationaler Ebene keine Werte festgelegt, dürfen die in Tabelle G.7 angegebenen Werte verwendet werden. Abschnitt G.8 enthält ausführliche Werte für Wohngebäude und Büros sowie globalere Werte für eine Anzahl von Gebäudenutzungen.

G.5 Auf solare Wärmeeinträge bezogene vereinfachte Verfahren und Daten

G.5.1 Solarer Gesamtenergiedurchlassgrad von Verglasungen

Tabelle G.1 enthält einige orientierende Werte für den solaren Gesamtenergiedurchlassgrad bei normalem Strahlungseinfall g_n , wobei vorausgesetzt wird, dass die Flächen sauber und aus üblicher, einwandfreier und nicht streuender Verglasung bestehen.

Die Werte müssen mit dem in 11.4.2 angegebenen Korrekturfaktor multipliziert werden.

Tabelle G.2 — Typische Werte für den solaren Gesamtenergiedurchlassgrad bei normalem Strahlungseinfall bei gebräuchlichen Verglasungstypen

Verglasungstyp	g_n
Einfachverglasung	0,85
Doppelverglasung	0,75
Doppelverglasung mit selektiver Beschichtung mit geringer Emission	0,67
Dreifachverglasung	0,7
Dreifachverglasung mit zwei selektiven Beschichtungen mit geringer Emission	0,5
Doppelfenster	0,75

G.5.2 Einfluss von dauerhaft angebrachten Behängen (Sonnenschutzeinrichtungen)

Behänge, die „dauerhaft“ (d. h. unbeweglich) innerhalb oder außerhalb des Fensters angebracht sind, verringern die Gesamt-Transmission der Sonnenstrahlung. Einige Abminderungsfaktoren sind in Tabelle G.3 angegeben. Diese Faktoren werden mit dem solaren Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung multipliziert, um den g -Faktor der Verglasung mit dauerhaft angebrachten Behängen zu erhalten. „Dauerhaft“ bedeutet in diesem Zusammenhang „üblicherweise auch tagsüber in Betrieb“.

Tabelle G.3 — Abminderungsfaktoren für einige Arten von Behängen

Art des Behangs	Optische Eigenschaften des Behangs		Abminderungsfaktor mit	
	Absorption	Transmission	Behang innen	Behang außen
Weiße Jalousien	0,1	0,05	0,25	0,10
		0,1	0,30	0,15
		0,3	0,45	0,35
Weiße Behänge	0,1	0,5	0,65	0,55
		0,7	0,80	0,75
		0,9	0,95	0,95
Farbige Gewebe	0,3	0,1	0,42	0,17
		0,3	0,57	0,37
		0,5	0,77	0,57
Aluminiumbeschichtete Gewebe	0,2	0,05	0,20	0,08

Für den Heizbetrieb werden bewegliche Behänge und bewegliche Sonnenschutzeinrichtungen im Ausnutzungsgrad berücksichtigt.

G.5.3 Abminderungsfaktoren der beweglichen Sonnenschutzeinrichtungen

G.5.3.1 Allgemeines

Sofern auf nationaler Ebene nicht anders festgelegt, hat die Sonnenschutzeinrichtung als eingeschaltet zu gelten, wenn die Intensität der Sonnenstrahlung auf der Oberfläche zu einer bestimmten Stunde 300 W/m^2 überschreitet, und als ausgeschaltet, wenn der stundenbezogene Wert darunter liegt.

ANMERKUNG Die Zeitdauer, über die die Sonnenschutzeinrichtung geöffnet und geschlossen ist, hängt vom Klima ab. Nationale Verfahren können zwischen Arten der Sonnenschutzregelung unterscheiden, z. B.:

- keine Regelung (hier nicht zutreffend; im g -Wert des Fensters enthalten);
- manueller Betrieb;
- Motorbetrieb;
- automatische Jalousieregelung.

G.5.3.2 Monatsverfahren

Der gewichtete zeitliche Anteil, während dessen sich die Sonnenschutzeinrichtung (nicht) in Gebrauch befindet, ist vom Klima sowie von der Heiz-/Kühlperiode oder dem Monat abhängig. Für jedes Klima kann eine Tabelle mit Werten für f_{with} für eine Vielzahl von Ausrichtungen und Neigungswinkeln des Fensters erstellt werden. Die sich ergebende Tabelle kann monatliche Werte oder einen Mittelwert für die Heiz- oder Kühlperiode enthalten, der für jeden Monat anzusetzen ist. Ein Beispiel ist in Tabelle G.3 enthalten. Die Werte wurden abgeleitet als die Summe der stundenbezogenen Intensitätswerte der einfallenden Sonnenstrahlung für alle Stunden in dem Monat mit einer Intensität von mehr als 300 W/m^2 , geteilt durch die Summe der stundenbezogenen Intensitätswerte der einfallenden Sonnenstrahlung aller Stunden in den Monaten bzw.

$$f_{\text{with}} = I_{\text{sol} > 300 \text{ W}} / I_{\text{sol}}$$

Dabei ist

I_{sol} die monatsbezogene mittlere Strahlungsintensität der Sonne.

Tabelle G.4 — Beispiel einer Tabelle für den Abminderungsfaktor der beweglichen Sonnenschutzeinrichtung f_{with}

Monat	Paris (Frankreich)				Rom (Italien)				Stockholm (Schweden)			
	N	O	S	W	N	O	S	W	N	O	S	W
01	0,00	0,15	0,58	0,09	0,00	0,52	0,81	0,39	0,00	0,10	0,71	0,00
02	0,00	0,19	0,52	0,13	0,00	0,48	0,82	0,55	0,00	0,42	0,76	0,18
03	0,00	0,53	0,76	0,44	0,00	0,66	0,81	0,63	0,00	0,56	0,77	0,47
04	0,00	0,32	0,50	0,26	0,00	0,71	0,74	0,62	0,00	0,74	0,80	0,59
05	0,00	0,31	0,44	0,27	0,00	0,71	0,62	0,64	0,02	0,70	0,71	0,59
06	0,00	0,42	0,47	0,38	0,00	0,75	0,56	0,68	0,05	0,69	0,66	0,56
07	0,00	0,51	0,59	0,40	0,00	0,74	0,62	0,73	0,03	0,67	0,65	0,53
08	0,00	0,37	0,54	0,31	0,00	0,75	0,76	0,72	0,00	0,61	0,70	0,54

Tabelle G.4 (fortgesetzt)

Monat	Paris (Frankreich)				Rom (Italien)				Stockholm (Schweden)			
	N	O	S	W	N	O	S	W	N	O	S	W
09	0,00	0,28	0,52	0,20	0,00	0,73	0,82	0,67	0,00	0,58	0,70	0,44
10	0,00	0,13	0,53	0,16	0,00	0,72	0,86	0,60	0,00	0,47	0,74	0,24
11	0,00	0,08	0,47	0,09	0,00	0,62	0,84	0,30	0,00	0,19	0,62	0,00
12	0,00	0,07	0,46	0,08	0,00	0,50	0,86	0,42	0,00	0,00	0,59	0,00
Jährlich	0,00	0,36	0,55	0,30	0,00	0,69	0,77	0,63	0,02	0,62	0,71	0,50

Bei intermittierendem Heiz- oder Kühlbetrieb, bei dem nach 13.2.2 die Auswirkung des intermittierenden Betriebs durch einen Abminderungsfaktor für den Heiz- oder Kühlbedarf berücksichtigt wird, sollte der gewichtete zeitliche Anteil unter Annahme eines kontinuierlichen Heizens oder Kühlens berechnet werden, wodurch Tage mit verringertem Heiz- oder Kühlsollwert oder mit Abschaltung vernachlässigt werden.

Für den Heizbetrieb beruht der Ausnutzungsgrad der Einträge möglicherweise auf Berechnungsfällen, in denen eine extreme solare Belastung während der Heizperiode bereits vermieden wird, indem von der Verwendung einer wirksamen Sonnenschutzeinrichtung ausgegangen wird, wenn I_{sol} mehr als 500 W/m² beträgt (siehe Literaturhinweise [13] und [23]). Folglich führt die Verwendung der Werte aus Tabelle G.3 zu üblichen Ergebnissen.

G.5.4 Verschattungsfaktoren für außen liegende Hindernisse

G.5.4.1 Grundsatz

Der Verschattungsfaktor für außen liegende Hindernisse kann wie folgt berechnet werden:

$$F_{\text{sh}} = F_{\text{hor}} F_{\text{ov}} F_{\text{fin}} \quad (\text{G.2})$$

Dabei ist

F_{hor} der Teil-Verschattungsfaktor für den Horizont;

F_{ov} der Teil-Verschattungsfaktor für Überhänge;

F_{fin} der Teil-Verschattungsfaktor für seitliche Überstände.

G.5.4.2 Horizontverschattung

G.5.4.2.1 Allgemeines

Der Einfluss der Horizontverschattung (z. B. durch das Erdreich, Bäume und weitere Gebäude) ist vom Geländewinkel, der geographischen Breite, der Ausrichtung, dem lokalen Klima und der Heizperiode abhängig. Verschattungsfaktoren für typische durchschnittliche Klimabedingungen der nördlichen Hemisphäre und für eine Heizperiode von Oktober bis April sind in Tabelle G.5 für drei geographische Breiten und vier Fensterorientierungen angegeben. Für andere geographische Breiten und andere Ausrichtungen kann Interpolation vorgenommen werden. Der Geländewinkel ist der Mittelwert über die der betrachteten Fassade zugewandte Horizontalebene.

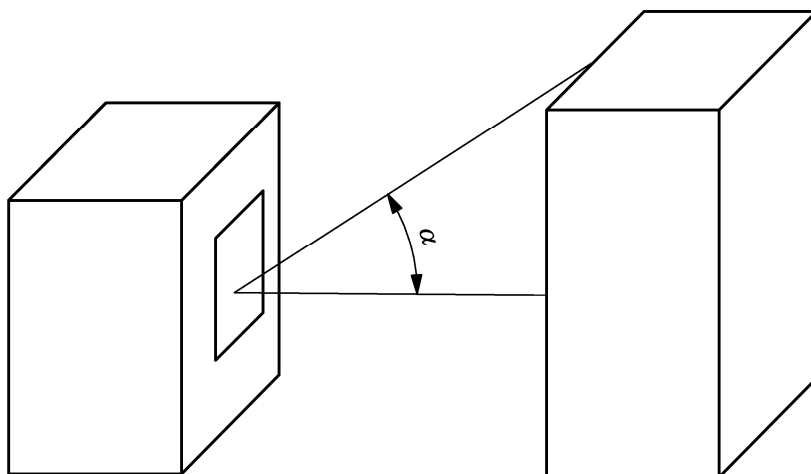


Bild G.1 — Geländewinkel α

G.5.4.2.2 Stundenverfahren

Es wird zu Grunde gelegt, dass die Horizontschablone nur die direkte Sonnenstrahlung modifiziert. Dies entspricht der allgemeinen Annahme, siehe 11.4.4.

F_{hor} wird wie folgt berechnet:

$$\text{Wenn } S_h < \alpha, \text{ so gilt } F_{\text{hor}} = (1 - R_{\text{dir}} / R_{\text{tot}}) \quad (\text{G.3})$$

anderenfalls gilt $F_{\text{hor}} = 1$.

Dabei ist

S_h der Sonnenstand;

R_{dir} die direkte Sonnenstrahlung auf die Fassade;

R_{tot} der Anteil an der Gesamtstrahlung auf die Fassade.

G.5.4.2.3 Monats- oder Heiz-/Kühlperiodenverfahren

Tabelle G.5 — Teil-Verschattungsfaktor für den Horizont F_{hor}

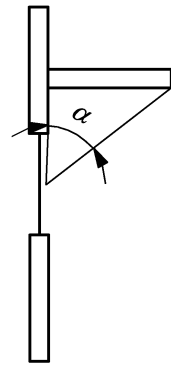
Gelände- winkel	45° nördlicher Breite			55° nördlicher Breite			65° nördlicher Breite		
	S	O/W	N	S	O/W	N	S	O/W	N
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10°	0,97	0,95	1,00	0,94	0,92	0,99	0,86	0,89	0,97
20°	0,85	0,82	0,98	0,68	0,75	0,95	0,58	0,68	0,93
30°	0,62	0,70	0,94	0,49	0,62	0,92	0,41	0,54	0,89
40°	0,46	0,61	0,90	0,40	0,56	0,89	0,29	0,49	0,85

Die Werte in Tabelle G.5 gelten nur für die Heizperiode und die jeweilige Lage.

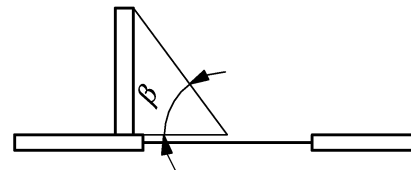
G.5.4.3 Verschattung durch Überhänge und seitliche Überstände

G.5.4.3.1 Allgemeines

Die Verschattung durch Überhänge und seitliche Überstände ist vom Winkel des Überhangs bzw. des seitlichen Überstandes, der geographischen Breite, der Ausrichtung und dem örtlichen Klima abhängig. Heiz-/kühlperiodenbezogene Verschattungsfaktoren für typische Klimabedingungen sind in den Tabellen G.6 und G.7 angegeben.



a) Vertikalschnitt



b) Horizontalschnitt

Legende

α Winkel des Überhangs
 β Winkel des seitlichen Überstands

Bild G.2 — Überhang und seitlicher Überstand

G.5.4.3.2 Stundenverfahren

Es wird davon ausgegangen, dass die Verschattung die direkte und die diffuse Strahlung, nicht jedoch die reflektierte Strahlung beeinflusst.

Für Überhänge werden die Teil-Abminderungsfaktoren für die direkte Strahlung $F_{ov,dir}$ und für die diffuse Strahlung $F_{ov,dif}$ wie folgt berechnet:

$$F_{ov,dir} = \max \{ 0; 1 - (0,5 \tan(\alpha) / \tan(90 - S_h)) \} \quad (G.4)$$

$$F_{ov,dif} = 1 - (\alpha / 90) \quad (G.5)$$

Der Faktor F_{ov} wird wie folgt berechnet:

$$F_{ov} = (F_{ov,dir} R_{dir} + F_{ov,dif} R_{dif} + 1 - R_{tot}) / R_{tot} \quad (G.6)$$

Dabei ist

R_{dif} das Verhältnis der diffusen Strahlung für die gegebene Ausrichtung.

G.5.4.3.3 Monats- und Heiz-/Kühlperiodenverfahren

Tabelle G.6 — Teil-Verschattungsfaktor für Überhänge F_{ov}

Winkel des Überhangs	45° nördlicher Breite			55° nördlicher Breite			65° nördlicher Breite		
	S	O/W	N	S	O/W	N	S	O/W	N
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
30°	0,90	0,89	0,91	0,93	0,91	0,91	0,95	0,92	0,90
45°	0,74	0,76	0,80	0,80	0,79	0,80	0,85	0,81	0,80
60°	0,50	0,58	0,66	0,60	0,61	0,65	0,66	0,65	0,66

Tabelle G.7 — Teil-Verschattungsfaktor für seitliche Überstände F_{fin}

Winkel des seitlichen Überstands	45° nördlicher Breite			55° nördlicher Breite			65° nördlicher Breite		
	S	O/W	N	S	O/W	N	S	O/W	N
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
30°	0,94	0,92	1,00	0,94	0,91	0,99	0,94	0,90	0,98
45°	0,84	0,84	1,00	0,86	0,83	0,99	0,85	0,82	0,98
60°	0,72	0,75	1,00	0,74	0,75	0,99	0,73	0,73	0,98

Die Werte in Tabelle G.6 gelten für Überstände auf einer Seite.

Bei nach Süden ausgerichteten Fenstern mit Überständen auf beiden Seiten müssen für die jeweiligen geographischen Breiten die beiden Korrekturfaktoren für die Verschattung multipliziert werden.

Bei nach Osten und Westen ausgerichteten Fenstern gilt der Korrekturfaktor für Verschattung für Überstände an der Süd-Kante des Fensters. Überstände an der Nord-Kante des Fensters ergeben für die jeweiligen geographischen Breiten keinen Korrekturfaktor für die Verschattung.

Die Werte in den Tabellen G.6 und G.7 gelten nur für die Heizperiode und die angegebene Örtlichkeit.

G.6 Auf die Innenraumbedingungen (Sollwerte der Innentemperatur) bezogene vereinfachte Verfahren und Daten

G.6.1 Erläuterung der Korrektur für intermittierenden Betrieb im Heiz-/Kühlperioden- und im Monatsverfahren

G.6.1.1 Allgemeines

Die Korrektur für den intermittierenden Betrieb im Monatsverfahren für Heizung und Kühlung nach 13.2.2 beruht auf folgenden Aspekten.

G.6.1.1.1 Heizbetrieb

Der Korrekturfaktor berücksichtigt auf einfache, jedoch stabile Weise, die Tatsache, dass der Einfluss der Unterbrechungen auf den Heizwärmebedarf eine Funktion der Länge der Unterbrechung (Stunden je Woche), des Umfangs der Wärmeeinträge im Vergleich zum Umfang des Wärmetransfers (Wärmebilanzverhältnis) und der Gebäudeträgheit ist. Siehe Bild 8.

G.6.1.1.2 Kühlbetrieb

Aufgrund des Tagesganges des Wetters und der Auswirkungen der Wärmeträgheit des Gebäudes sind die Auswirkungen einer abendlichen/nächtlichen Thermostat-Absenkung oder -Abschaltung, auf den Kühlbedarf gesehen, im Allgemeinen wesentlich geringer als die einer Thermostat-Absenkung oder -Abschaltung auf den Heizwärmebedarf. Das bedeutet, dass eine abendliche/nächtliche Thermostat-Absenkung oder -Abschaltung zu einer nur geringen oder keiner Verringerung des Kühlbedarfs führt; eine Ausnahme bilden sehr warme Monate oder hohe innere Wärmeeinträge in Kombination mit geringen Wärmeverlusten. Daher beruht der zeitliche Anteil der Unterbrechungen im Kühlbetrieb nicht wie beim Heizbetrieb auf der Anzahl der Stunden je Woche, sondern auf der Anzahl der Tage je Woche mit Kühlung.

Siehe Bild 9.

G.6.1.1.3 Betriebsbezogene Zeitschemata

Da bei diesem Verfahren die Auswirkung des intermittierenden Betriebs durch einen Abminderungsfaktor für den Kühlbedarf berücksichtigt wird, ist der zeitliche Anteil der Betriebsstunden von z. B. Sonnenschutzeinrichtungen und Einrichtungen der freien Kühlung oder nächtlichen Lüftung unter Annahme eines kontinuierlichen Heizens und Kühlens zu berechnen, wodurch Tage mit verringertem Heiz- oder Kühlsollwert oder mit Abschaltung vernachlässigt werden.

G.6.2 Typische Werte und Profile für Sollwerte der Innentemperatur

Beispiele für Solltemperaturen und Unterbrechungsprofile für unterschiedliche Gebäudetypen, die anzuwenden sind, wenn auf nationaler Ebene keine Werte festgelegt wurden, sind in Tabelle G.11 (siehe Abschnitt G.8) angegeben.

Gemessene Werte sind mit Bedacht zu verwenden, da die gemessene Innentemperatur aufgrund von Auswirkungen wie Überheizen, Unterbrechungen im Betrieb, Trägheit, nicht idealer Regelung nicht dem Sollwert entspricht. Diese Auswirkungen sollten nicht implizit im Sollwert berücksichtigt werden, da sie im Berechnungsverfahren bereits explizit Berücksichtigung finden (z. B. Monats- oder Heiz-/Kühlperiodenverfahren: Überheizen im Ausnutzungsgrad; Unterbrechungen: in der Sollwertanpassung und/oder im Korrekturfaktor; vereinfachtes Stundenverfahren und ausführliche Simulationsverfahren: im Sollwertzeitschema).

G.7 Innere Wärmespeicherfähigkeit

In Bezug auf das Monats- und das Heiz-/Kühlperiodenverfahren könnte vorgebracht werden, dass bei der inneren Wärmespeicherfähigkeit die Auswirkung des Oberflächenwiderstandes berücksichtigt werden sollte. Eine derartige, auf ISO 13786:2007, Abschnitt A.3, beruhende Korrektur würde für jeden Wert von κ_j gelten, wodurch sich ein Wert κ'_j ergäbe und somit ein Gesamtwert von C'_m , der wesentlich niedriger ist als C_m .

Durch grobe Näherung ergibt sich für die Korrektur für den Oberflächenwiderstand $C'_m = 0,75 C_m$, ein Wert, der auf Berechnungen beruht, die zeigen, dass die korrigierte Wärmespeicherfähigkeit so niedrig wie 50 % des unkorrigierten Wertes sein kann.

Die operative Innentemperatur ist jedoch durch Näherung gleich dem arithmetischen Mittel der Luft- und der Oberflächentemperatur. Daher ist nur die Hälfte des Korrekturwertes erforderlich.

Darüber hinaus trifft ein großer Teil der in die Gebäudezone gelangenden Sonnenstrahlung direkt auf die innere Oberfläche von Fußboden und Wänden, ebenso wie ein Teil der inneren Wärmeeinträge.

Außerdem wurden die Parameter der Ausnutzungskurven der Einträge auf der Grundlage einer Festlegung der inneren Wärmespeicherfähigkeit bestimmt, die der Festlegung in ISO 13786 ohne Oberflächenwiderstand sehr ähnlich ist.

ANMERKUNG Eine Bestimmung der inneren Wärmespeicherfähigkeit durch grobe Näherung ist für die Zwecke dieser Internationalen Norm ausreichend.

Demzufolge wird in den Verfahren eine Korrektur für den Oberflächenwiderstand vernachlässigt. Die Werte dürfen jedoch auch auf nationaler Ebene bestimmt werden.

G.8 Belegungsdaten

Typische Daten der Belegung von Wohngebäuden sind in Tabelle G.8 angegeben. Tabelle G.9 enthält typische Belegungsdaten für Büros.

Typische innere Wärmeströme als eine Funktion der Belegung und des Gebäudetyps sind den Tabellen G.10 und G.11 zu entnehmen.

Tabelle G.12 führt verschiedene Typen üblicher Eingangsdaten für die Belegung bei unterschiedlichen Arten der Gebäudenutzung auf.

ANMERKUNG Die Anwesenheit von Personen kann sowohl im Hinblick auf Standardbelegungsbedingungen als auch tatsächliche Belegungsbedingungen kürzer sein als die Betriebsstunden der Technischen Gebäudeausrüstungen.

Tabelle G.8 — Wärmestrom durch Personen und Geräte; Standardwerte bei Nichtvorliegen nationaler Werte; ausführliche Werte für Wohngebäude

		Wohngebäude	
Tage	Stunden	Wohnzimmer plus Küche $(\Phi_{\text{int,Oc}} + \Phi_{\text{int,A}}) / A_f$ W/m ²	Weitere konditionierte Bereiche (z. B. Schlafzimmer) $(\Phi_{\text{int,Oc}} + \Phi_{\text{int,A}}) / A_f$ W/m ²
Montag bis Freitag	07:00 bis 17:00	8,0	1,0
	17:00 bis 23:00	20,0	1,0
	23:00 bis 07:00	2,0	6,0
	Mittelwert	9,0	2,67
Samstag und Sonntag	07:00 bis 17:00	8,0	2,0
	17:00 bis 23:00	20,0	4,0
	23:00 bis 07:00	2,0	6,0
	Mittelwert	9,0	3,83
Mittelwert		9,0	3,0

Tabelle G.9 — Wärmestrom durch Personen und Geräte; Standardwerte bei Nichtvorliegen nationaler Werte; ausführliche Werte für Büros

		Büros	
Tage	Stunden	Büroräume (60 % der konditionierten Geschossfläche)	Weitere Räume, Foyers, Flure (40 % der konditionierten Geschossfläche)
		$(\Phi_{\text{int,Oc}} + \Phi_{\text{int,A}}) / A_f$ W/m ²	$(\Phi_{\text{int,Oc}} + \Phi_{\text{int,A}}) / A_f$ W/m ²
Montag bis Freitag	07:00 bis 17:00	20,0	8,0
	17:00 bis 23:00	2,0	1,0
	23:00 bis 07:00	2,0	1,0
	Mittelwert	9,50	3,92
Samstag und Sonntag	07:00 bis 17:00	2,0	1,0
	17:00 bis 23:00	2,0	1,0
	23:00 bis 07:00	2,0	1,0
	Mittelwert	2,0	1,0
Mittelwert		7,4	3,1

$(\Phi_{\text{int,Oc}} + \Phi_{\text{int,A}})$ ist der Wärmestrom durch Personen und Geräte, angegeben in Watt.
 A_f ist die in 6.4 festgelegte konditionierte Geschossfläche, angegeben in Quadratmeter.

Tabelle G.10 — Wärmestrom durch Personen; Standardwerte bei Nichtvorliegen nationaler Werte; globale Werte als Funktion der Belegungsdichte, Nichtwohngebäude

Klasse der Belegungsdichte	Konditionierte Geschossfläche je Person m ²	Simultanität	$\Phi_{\text{int,Oc}} / A_f$ W/m ²
I	1,0	0,15	15
II	2,5	0,25	10
III	5,5	0,27	5
IV	14	0,42	3
V	20	0,40	2

$\Phi_{\text{int,Oc}}$ ist der Wärmestrom durch Personen, angegeben in Watt.
 A_f ist die in 6.4 festgelegte konditionierte Geschossfläche, angegeben in Quadratmeter.

Tabelle G.11 — Wärmestrom durch Geräte; Standardwerte bei Nichtvorliegen nationaler Werte; globale Werte als Funktion der Gebäudenutzung, nicht als Wohngebäude genutzte Gebäude

Gebäudenutzung	Geräte zur Erzeugung von Wärme während der Betriebszeit $\Phi_{\text{int,A}}/A_f$ W/m ²	Zeitlicher Anteil der Anwesen- heit f_{app}	Mittlerer Wärmestrom durch Geräte $\Phi_{\text{int,A}}/A_f$ W/m ²
Büro	15	0,20	3
Ausbildung	5	0,15	1
Gesundheitsversorgung, klinisch	8	0,50	4
Gesundheitsversorgung, nicht klinisch	15	0,20	3
Gastronomie	10	0,25	3
Läden	10	0,25	3
Versammlungseinrichtungen	5	0,20	1
Unterkünfte	4	0,50	2
Gefängniszellen und Haftanstalten	4	0,50	2
Sporteinrichtungen	4	0,25	1

$\Phi_{\text{int,A}}$ ist der Wärmestrom durch Geräte, angegeben in Watt.
 A_f ist die in 6.4 festgelegte konditionierte Geschossfläche, angegeben in Quadratmeter.

Für die ausführlichen Simulationsverfahren betragen, sofern nichts anderes angegeben ist, der strahlungs- und der konvektionsbezogene Anteil jeweils 50 %.

Tabelle G.12 — Beispiel für übliche belegungsbezogene Eingangsdaten

Gebäudetyp	a	b	c	d	e	f	g	h	i) Sonstige Typen				
<div>Gebäudekategorie</div> <div>Eingangsdaten</div>	Einfamilienhäuser	Wohnblocks	Büros	Bildungseinrichtungen	Krankenhäuser	Restaurants	Handelseinrichtungen	Sportstätten	Konferenzhallen	Industriegebäude	Lager	Schwimmballen	Einheit
Sollwert der Innentemperatur im Winter	20	20	20	20	22	20	20	18	20	18	18	28	°C
Sollwert der Innentemperatur im Sommer	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	28	°C
Fläche je Person (Belegung)	60	40	20	10	30	5	10	20	5	20	100	20	m²/Person
Mittlerer Wärmestrom je Person	70	70	80	70	80	100	90	100	80	100	100	60	W/Person
Eintrag aus Stoffwechselaktivität je konditionierter Geschossfläche ^a	1,2	1,8	4,0	7,0	2,7	20,0	9,0	5,0	16,0	5,0	1,0	3,0	W/m²
Anwesenheitsdauer je Tag (monatlicher Mittelwert)	12	12	6	4	16	3	4	6	3	6	6	4	h
Jahresstrombedarf je konditionierter Geschossfläche ^a	20	30	20	10	30	30	30	10	20	20	6	60	kWh/m²
Teil des Strombedarfs innerhalb des konditionierten Teils des Gebäudes	0,7	0,7	0,9	0,9	0,7	0,7	0,8	0,9	0,8	0,9	0,9	0,7	—
Luftvolumenstrom mit Außenluft je konditionierter Geschossfläche ^a	0,7	0,7	0,7	0,7	1,0	1,2	0,7	0,7	1,0	0,7	0,3	0,7	m³/(h · m²)
Luftvolumenstrom mit Außenluft je Person	42	28	14	7	30	6	7	14	5	14	30	14	m³/(h · Person)
Heizwärmebedarf für Warmwasser je konditionierter Geschossfläche ^a	10	20	10	10	30	60	10	80	10	10	1,4	80	kWh/m²
^a Diese Werte beziehen sich auf die konditionierte Bruttofläche, berechnet mit den Außenmaßen des Gebäudes. Diese Fläche umfasst sämtliche konditionierten Räume innerhalb der Wärmedämmschicht. So ist z. B. ein innen gelegenes unbeheiztes (jedoch indirekt beheiztes) Treppenhaus eingeschlossen, ein Keller jedoch nicht.													

In EN 15316-3-1:2007, Anhang A sind Informationen zum volumenbezogenen Warmwasserbedarf in verschiedenen Gebäudetypen enthalten.

Die mittleren inneren Wärmeeinträge Q_{int} können auf die konditionierte Geschossfläche normiert werden. Sie können wie folgt berechnet werden:

$$Q_{\text{int}} = A_f \left(\frac{Q_p}{A_p} + f_E q_E \right) \quad (\text{G.7})$$

Dabei ist

A_f die für die Berechnungen verwendete konditionierte Geschossfläche;

A_p die konditionierte Geschossfläche je Person (Belegung);

Q_p der mittlere Wärmeeintrag je Person;

q_E der Strombedarf je Bezugsgeschossfläche;

ANMERKUNG Die Größe q_E dient der Berechnung von inneren Wärmeeinträgen. Dabei handelt es sich um den nicht bereits für Heizung, Kühlung oder Warmwasserbereitung berücksichtigten Strom.

f_E der Anteil des innerhalb des Gebäudes insgesamt genutzten Stroms, d. h. der Teil des Strombedarfs, der innerhalb des konditionierten Raums in Wärme umgewandelt wird. Dieser Faktor ist gleich eins, wenn außerhalb des konditionierten Raums keine elektrischen Geräte vorhanden sind.

Anhang H (informativ)

Genauigkeit des Verfahrens

H.1 Anwendungsbereich

Dieser Anhang bietet Einzelheiten zur Genauigkeit des Verfahrens. Enthalten ist ein einleitender Abschnitt in Bezug auf die Notwendigkeit einer Ausgewogenheit hinsichtlich der Genauigkeit des Verfahrens, der Qualität der Eingangsdaten und der Vergleichspräzision der Ergebnisse. Ebenso gehört dazu eine Erläuterung der Validierung der Berechnungsverfahren.

Diese Informationen sind für die Wahl zwischen den in der vorliegenden Internationalen Norm angebotenen verschiedenen Verfahren und Optionen — ob auf nationaler oder individueller Ebene — von Bedeutung. Normalerweise hängt eine derartige Wahl in hohem Maße von der Art der Anwendung ab.

H.2 Ausgewogenheit der Genauigkeit

H.2.1 Einleitung

Für die im Hinblick auf Bauvorschriften anzuwendenden Berechnungsmethodiken existiert eine Anzahl von qualitätsbezogenen Aspekten. Besonders, wenn die Berechnungsverfahren genutzt werden, um die Einhaltung von Mindestanforderungen an die Energieeffizienz zu beurteilen oder die energetische Bewertung und Klassifizierung auf einem amtlichen Energieausweis einzuschätzen, ist es wichtig, die richtige Ausgewogenheit zwischen der Genauigkeit des Verfahrens, der Qualität der Eingangsdaten und der Vergleichspräzision der Ergebnisse zu finden. Eine umfassende Erläuterung des Für und Wider der unterschiedlichen Verfahrensarten ist in Literaturhinweis [24] enthalten.

Bild H.1 zeigt eine kurze Übersicht der relevantesten Qualitätsaspekte. Je nach Anwendung ist jeder Aspekt mehr oder weniger wichtig. Eine kurze Erklärung jedes Qualitätsaspektes ist im Anschluss an eine kurze Erläuterung der Hauptaspekte gegeben.

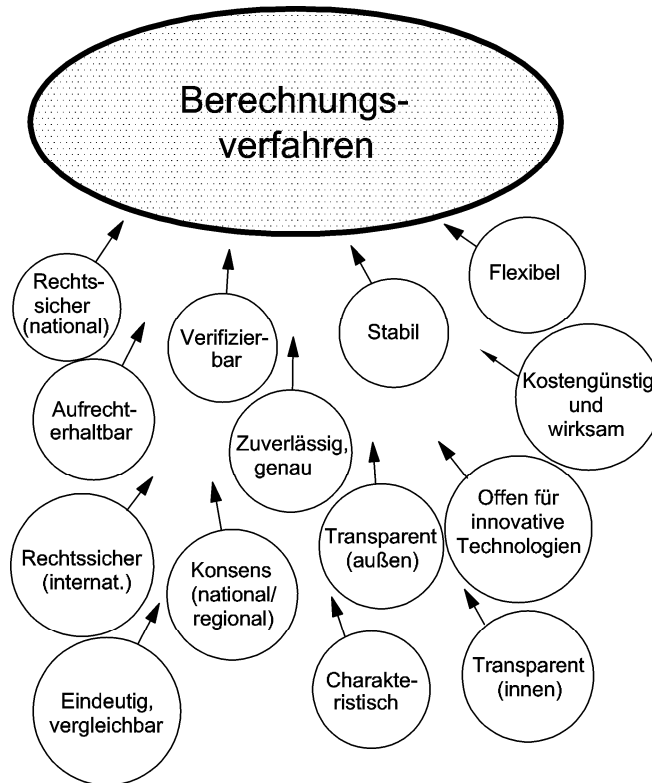


Bild H.1 — Darstellung von verschiedenen Qualitätsaspekten für Berechnungsverfahren im Zusammenhang mit Bauvorschriften

H.2.2 Erläuterung

Einige Qualitätsaspekte bedingen einander, z. B. „eindeutig“, „transparent“ und „stabil“. Andere Qualitätsaspekte können einander mehr oder weniger entgegenstehen, z. B. „eindeutig“ gegenüber „flexibel“, „genau“ und „charakteristisch“ gegenüber „kostengünstig“. Bei diesen Aspekten muss je nach Anwendung ein Gleichgewicht gefunden werden.

Transparenz, Stabilität und Vergleichspräzision sind sehr wichtige Eigenschaften bei der Berechnung der Energieeffizienz im Zusammenhang mit Bauvorschriften, vor allem bei der Beurteilung der Einhaltung der Mindestanforderungen an die Energieeffizienz von neuen Gebäuden und nach umfassenden Renovierungen.

Die Transparenz, Stabilität und Vergleichpräzision sind aus unterschiedlichen Perspektiven von Interesse:

- für die das Verfahren anwendenden Personen, da es ihnen ermöglicht, selbiges zu verstehen (schnelle Lernkurve), sie gegen Fehlgebrauch schützt und die Sicherheit bietet, dass das Ergebnis der Berechnung ohne Diskussion anerkannt wird;
- für Personen, die die Berechnungsergebnisse aus rechtlichen Gründen überprüfen, z. B. Beamte, die Anträge auf Baugenehmigungen bearbeiten und für die eine Vermeidung von Mehrdeutigkeiten und Streitigkeiten ebenfalls ein wichtiges Anliegen ist;
- für Personen, die in die Weiterentwicklung und/oder Beurteilung des Verfahrens involviert sind, und für diejenigen, die die Eingangsdaten bereitstellen, da es für diese Personengruppen von wesentlicher Bedeutung ist, einen Überblick über die Verfahren zu behalten.

Vergleichspräzision ist für Anforderungen an die Energieeffizienz möglicherweise von größter Bedeutung (Neubauten und umfassende Renovierungen), da bei strengen Anforderungen der wirtschaftliche Druck auf diejenigen hoch ist, die das Verfahren zu finden und anzuwenden haben, das bei den geringsten Investitionen in Energietechnologien den besten Energieeffizienzwert liefert. Das kann dazu führen, dass Vergleiche

zwischen verschiedenen alternativen Berechnungsverfahren angestellt werden, um so den besten Energieeffizienzwert zu finden („Einkaufsverhalten“), statt alternative energieeffiziente Technologien zu vergleichen.

Solange die genaueste Berechnung den besten Wert und die am wenigsten ausführliche etwas schlechtere Werte ergibt, ist das Problem weniger akut, jedoch dennoch nicht effizient: Der bessere Wert ist nur auf dem Papier besser und führt nicht zu Energieeinsparungen.

H.2.3 Vereinfachung: Vereinfachtes Verfahren oder vereinfachte Eingangsdaten?

In der Diskussion zu den Qualitätsaspekten ist eine Tendenz hin zu einer Konzentration auf vereinfachte Eingangsdaten statt vereinfachter Verfahren festzustellen. Diese beiden Themen sollten jedoch klar voneinander unterschieden werden:

- vereinfachte Eingangsdaten sollten eindeutig (bei der Auswahl und Beurteilung), charakteristisch (hinsichtlich der Energieeffizienz), messbar, verifizierbar und aufrechterhaltbar sein (um eine Leistung über viele Jahre sicherzustellen);
- vereinfachte Verfahren sollten Transparenz, Vergleichpräzision und Stabilität mit einer angemessenen (ausgewogenen) Genauigkeit vereinen.

Konkret kann ein ausführlicheres Verfahren eine höhere Flexibilität und möglicherweise eine direktere Verbindung mit den für Entwurfszwecke verwendeten Gebäudesimulationsinstrumenten bieten. In der Praxis funktionieren diese Instrumente als „Blackbox“: Selbst für erfahrene Nutzer ist es sehr schwierig oder sogar unmöglich, zu verfolgen, was innerhalb des Berechnungskerns vonstatten geht. Der Anwendungsbereich dieser Instrumente sowie ihre Genauigkeit sind womöglich größer, jedoch gibt es üblicherweise Einschränkungen bei der Genauigkeit der Eingangsdaten. Eine benutzerfreundliche Schnittstelle kann dabei helfen, die Eingabe zu vereinfachen, jedoch ist es nach wie vor schwierig, eine Anzahl der wichtigen Qualitätsaspekte bei Anwendungen mit rechtlichen Auswirkungen zu erfüllen. Eine ausführliche Erörterung dieser Themen findet sich im Bericht ENPER B6 [24].

H.2.4 Überblick über die relevantesten Qualitätsaspekte

Rechtssicher: Das Verfahren muss (inter-)nationalen/regionalen Vorschriften (z. B. in Bezug auf Rechtsgrundsätze bezüglich der Rechte und Pflichten im Hinblick auf angrenzende Gebäude) entsprechen; das Verfahren bietet gleiche Voraussetzungen für unterschiedliche Lösungen.

Eindeutig, vergleichbar: Für einen bestimmten Fall führt das Verfahren zum gleichen Ergebnis; unabhängig von der subjektiven oder willkürlich getroffenen Auswahl. Das Verfahren ist vom Nutzer unabhängig. Die Eingangswerte, das angewendete Verfahren und die Ergebnisse werden von allen Beteiligten anerkannt. Dafür ist es erforderlich, dass sämtliche Optionen auf eine konkrete und eindeutige Weise festgelegt werden, die keine Unklarheiten zulässt.

Aufrechterhaltbar: Die Merkmale (Eingangsdaten), aus denen sich die berechnete Energieeffizienz ergeben hat, sollten sich nicht leicht bzw. nicht schnell verschlechtern, z. B. durch eine kurze Lebensdauer (schlechte Qualität) oder durch Nutzereinwirkungen (schlechte Wartung oder Ersatz durch Einrichtungen mit schlechterer Leistung oder Regelungsanpassungen aufgrund Beschwerden bezüglich der Behaglichkeit).

Nachweisbar: Alle interessierten Beteiligten können die Eingangswerte und das angewendete Verfahren überprüfen. Alle Eingangsdaten sollten für die Verifizierung zu geeigneter Zeit verfügbar sein.

Konsens (national/regional): Das Verfahren (einschließlich jeglicher Standardwerte für Eingangsvariablen) wird von allen Beteiligten anerkannt (oder ist für diese verbindlich).

Zuverlässig und genau: Das Verfahren sollte ausreichend genau sein, um Ergebnisse zu liefern, die für unterschiedliche Lösungen angemessen und objektiv sowie realitätsnah sind (sofern zutreffend: für genormte Nutzung).

Charakteristisch: Eine relevante Verbesserung in der Auslegung oder technischen Bereitstellung sollte eine sichtbare Wirkung auf die berechnete Energieeffizienz haben.

Transparent (innen): Die für die Methodik Verantwortlichen sollten in der Lage sein können, jeden Schritt im Berechnungsverfahren nachzuvollziehen. Dies ist erreicht, wenn das Verfahren klar als ein in Umfang und Komplexität begrenzter Satz von Gleichungen und Parametern beschrieben ist, mit klaren Regeln im Hinblick darauf, wann und wie diese umzusetzen sind. Die Bezeichnung Transparenz kann als „keine Parameterwerte mit unbekanntem Hintergrund umfassend“ ausgelegt werden. Innere Transparenz hängt mit dem Qualitätsaspekt „stabil“ zusammen.

Transparent (außen): Die Marktteilnehmer, Nutzer und Behörden sollten in der Lage sein können, das Gesamtergebnis und die Ergebnisse auf Bauteilebene zu verstehen, um die Auswirkung der Auswahl (Eingangsdaten) auf das Berechnungsergebnis nachzuvollziehen und anzuerkennen.

Stabil: Stabilität bedeutet, dass das Verfahren für eine Vielzahl von Situationen mit einem begrenzten Verlust an Genauigkeit angewendet werden kann. Dies wird erreicht durch die Transparenz in Verbindung mit der Sicherstellung, dass der Satz von Gleichungen eine physikalische Grundlage hat, im Wesentlichen dimensionslos (somit gültig für kleine Häuser wie auch große Gebäude) ist und „eigensichere“ Parameter aufweist (z. B. ein dimensionsloser Abminderungsfaktor mit einem Wert zwischen 0 und 1).

ANMERKUNG Stabilität ist eine Bezeichnung, die auch für Energieeinspareinrichtungen gilt: Die Leistung einer stabileren Einrichtung ist weniger abhängig von z. B. Nutzer- und/oder Regelungsaspekten.

Kostengünstig und wirksam: Das Verfahren sollte für den Nutzer erschwinglich sein: Aufwand (leicht zu erwerben und zu lernen, leichte Eingabe) und der Nutzen sollten in einem ausgewogenen Verhältnis zueinander stehen.

Innovativ, offen für künftige Entwicklungen: Das Verfahren sollte die Umsetzung (bewährter) innovativer Entwürfe und Technologien nicht behindern.

Flexibel: Das Verfahren sollte auch nicht genormte Eingangsdaten nutzen können.

H.3 Fehleranalyse

H.3.1 Fehlerfortpflanzung

Die Genauigkeit des Verfahrens, d. h. der Grad der Übereinstimmung der Berechnungsergebnisse mit dem tatsächlichen Energiebedarf des Gebäudes, hängt im Wesentlichen von der Qualität der Eingangsdaten ab, und einige dieser Daten (z. B. die Luftwechselrate) sind oft nicht genau bekannt.

Die Unsicherheit der Eingangsdaten pflanzt sich in den Gleichungen fort, was zu einem allgemein größeren relativen Fehler bei den Ergebnissen führt. Insbesondere bei hohen Wärmeeinträgen ergibt sich der geringe Heizwärmebedarf aus der Subtraktion von zwei großen Zahlen, und der Faktor, der die Unsicherheit bei Wärmetransfer und Wärmeeinträgen multipliziert, wird sehr groß. Die Fehleranalyse hat gezeigt, dass bei einem Wärmebilanzverhältnis von 0,75 dieser Faktor in Abhängigkeit von der Zeitkonstanten des Gebäudes zwischen 4 und 7 liegt. In diesem Falle führt eine 5%ige Unsicherheit bei Wärmetransfer durch Transmission und Lüftung zu einer Unsicherheit zwischen 20 % und 35 % beim Heizwärmebedarf.

Falls der jährliche Heizwärmebedarf weniger als ein Drittel des Wärmetransfers beträgt, wird daher empfohlen, den Eingangsdaten große Sorgfalt zuzuwenden und unter Beachtung der Unsicherheiten bei den Eingangsdaten eine Fehleranalyse vorzunehmen.

Wird diese Internationale Norm zur Beurteilung der Übereinstimmung mit Vorschriften angewendet, die als Energiewerte angegeben werden, beruht die Berechnung auf vorgegebenen genau festgelegten (Norm-)Eingangsdaten. In diesem Fall ist keine Fehleranalyse erforderlich.

Bei der Berechnung der Energieeffizienz alter bestehender Gebäude darf, wenn das Erfassen sämtlicher erforderlicher Eingangsdaten im Verhältnis zu den dadurch anfallenden Kosten zu aufwändig wäre, auf nationaler Ebene entschieden werden, die Auswahlmöglichkeiten in Bezug auf die Eingangsdaten zu begrenzen, um die Gefahr von Fehlern bei den Eingangsdaten zu verringern.

H.3.2 Vergleich mit tatsächlichen Gebäuden

Vor allem, wenn die Berechnungen unter Zugrundelegung von Normwerten zum Nutzerverhalten und zu den Luftvolumenströmen vorgenommen werden, können signifikante Unterschiede zum tatsächlichen gemessenen Energiebedarf auftreten. In der Praxis kann der Energiebedarf durch diese Faktoren um 50 % bis 150 % vom berechneten Mittelwert abweichen; dies gilt umso mehr für Reihenhäuser und Wohnblocks, bei denen bereits mäßige Temperaturdifferenzen zwischen aneinander angrenzenden Zonen häufig zu größerem Wärmetransfer zwischen diesen führen können.

H.3.3 Vergleich zwischen verschiedenen Arten der Bauplanung

Das in dieser Internationalen Norm beschriebene Verfahren ist besonders für den Vergleich zwischen Gebäudeentwürfen geeignet, um den Einfluss verschiedener Optionen auf den Energiebedarf zu bestimmen. Wenn diese Optionen bei den Berechnungen berücksichtigt werden, kann ihr relativer Einfluss genau vorausgesagt werden.

H.3.4 Vergleich mit ausführlichen Simulationsverfahren

Bei ausführlichen dynamischen Simulationsverfahren sind die Eingangsdaten mitunter detaillierter als bei Heiz-/Kühlperioden-, Monats- oder vereinfachten Stundenverfahren. Wenn jedoch die grundlegenden physikalischen Daten und Annahmen (zu relevanten Umgebungsbedingungen, Nutzerverhalten und Regelungen) den Festlegungen dieser Internationalen Norm entsprechen („gleiche Voraussetzungen“), stimmt der Jahresenergiebedarf, der nach dem in der vorliegenden Internationalen Norm beschriebenen vereinfachten Stunden- und dem Monats- bzw. Heiz-/Kühlperiodenverfahren berechnet wurde, im Allgemeinen hinreichend mit den Ergebnissen überein, die mit einem Instrument zur ausführlichen Simulation erhalten wurden.

Dies ist jedoch nur dann der Fall, wenn die Algorithmen in dem Instrument zur ausführlichen Simulation auf den gleichen oder auf ähnlichen Annahmen beruhen, die auch den in dieser Internationalen Norm beschriebenen Verfahren zu Grunde gelegt wurden. Siehe auch 7.2.3 zur Validierung ausführlicher Simulationsverfahren. Folglich ist die Bandbreite von Ergebnissen viel größer, wenn die Unsicherheit durch Einflussfaktoren (wie Wechselwirkung zwischen Zonen, Luftinfiltration, dynamischen Wärmetransfer an das Erdgeschoss, Wärmebrücken, Verschattung durch außen liegende Hindernisse usw.), für die die Wahl eines genauen und praktikablen Verfahrens, auch im Hinblick auf ein Instrument zur ausführlichen Simulation, bis zu einem gewissen Grad willkürlich ist, berücksichtigt ist.

H.3.5 Vereinfachtes Stundenverfahren gegenüber Monatsverfahren

Der Hauptvorteil des vereinfachten Stundenverfahrens besteht gegenüber dem Monatsverfahren darin, dass die stundenbezogenen Zeitintervalle eine direkte Eingabe von stundenbezogenen Profilen ermöglichen.

Dagegen weist das vereinfachte Stundenverfahren im Vergleich zum Monatsverfahren den Hauptnachteil auf, dass die Ausgangsdaten des vereinfachten Stundenverfahrens durch direkte Berechnung unter Anwendung eines vereinfachten Modells erhalten werden, während beim Monatsverfahren die Korrelationskoeffizienten auf den Ergebnissen einer Reihe von ausführlichen Simulationsinstrumenten beruhen, mit denen komplexere dynamische Wirkungen berücksichtigt werden können, die sich demzufolge implizit in den Korrelationskoeffizienten widerspiegeln.

Eine ausführlichere Erörterung findet sich in Literaturhinweis [24].

H.3.6 Vergleich zwischen den Anwendern dieser Norm

Ringversuche haben ergeben, dass verschiedene Anwender für dasselbe Gebäude und unter denselben Klimabedingungen Ergebnisse erzielen können, die um bis zu 20 % voneinander abweichen; die Gründe hierfür sind:

- die Norm lässt national festgelegte Eingangsdaten zu, die sich von Anwender zu Anwender unterscheiden können;

- die Norm lässt unterschiedliche Berechnungsverfahren zu (z. B. Ein- oder Mehrzonenverfahren);
- der Nutzer kann unterschiedliche Eingangsdaten aus derselben Quelle bereitstellen (z. B. Entnahme von Maßen aus einer Zeichnung).

Diese Internationale Norm bietet die Möglichkeit, ein Ergebnis mit hoher Vergleichspräzision zu erreichen, indem sie auf mehreren Ebenen, z. B. auf nationaler Ebene, die Möglichkeit zulässt, je nach Berechnungszweck bestimmte Optionen, Grenzbedingungen und/oder Eingangsdaten vorzuschreiben.

H.4 Validierung

H.4.1 Allgemeines

Berechnungsverfahren sollten vor ihrer Aufnahme in eine Internationale Norm natürlich ausreichend validiert worden sein. Anzahl und Umfang der international verfügbaren Prüffälle und entsprechenden Validierungskriterien, die genutzt werden können, um möglichst kleine Unterschiede zwischen den Ergebnissen sicherzustellen, sind jedoch gering. So lassen z. B. die mit IEA BESTEST bearbeiteten Fälle, je nach Einzelfall, eine Abweichungsbandsbreite von 50 % bis 150 % vom Referenzergebnis zu. Mit diesen Fällen können die offensichtlich falschen Verfahren in hinreichendem Maße herausgefiltert werden, sie reichen jedoch nicht aus, um eine hohe Vergleichspräzision sicherzustellen, die aufgrund von Bauvorschriften gefordert sein kann. Einer der Hauptgründe für die große Bandsbreite besteht darin, dass für jedes Verfahren eigene Algorithmen zulässig sind, mitunter vereinfacht, mitunter ausführlicher.

Dafür gibt es zwei Gründe:

- der erforderliche Ausführlichkeitsgrad ist unterschiedlich, je nachdem, wo bei der Berechnung das Hauptaugenmerk liegt. Eine universelle Festlegung dieses Grades wäre ungeeignet;
- bisher besteht für die Mindestanforderungen an die Berechnungen keine internationale Vereinbarung hinsichtlich der speziellen Einzelheiten der Berechnungen (z. B. Winkelwirkung des solaren Durchlassgrades von Verglasungen und Sonnenschutzeinrichtungen) und hinsichtlich der Technischen Gebäudeausrüstungen für Heizung, Kühlung und Lüftung.

Die Bandsbreite kann wesentlich verringert werden, wenn die Annahmen, Grenzbedingungen und Berechnungsalgorithmen (oder zumindest die vereinfachenden Annahmen) ausführlicher festgelegt sind.

EN 15265 stellt Prüffälle mit einer kleinen Bandsbreite bereit. Der Anwendungsbereich dieser Norm beschränkt sich jedoch auf die Validierung des monatlichen Heizwärme- und Kühlbedarfs für einen Einzelraum. Bei den Prüffällen handelt es sich um typische Fälle mit insgesamt 12 Variationen: kontinuierlicher bzw. intermittierender Heiz-/Kühlbetrieb, schwere bzw. leichte Bauweise, hohe bzw. geringe innere Einträge, mit bzw. ohne Dach. Die Fälle umfassen nicht den Wärmetransfer an das Erdgeschoss oder an angrenzende umschlossene Räume. Die Eingangsdaten für den Wärmedurchgangskoeffizienten und den solaren Durchlassgrad der Verglasung und für die Lüftung sind vereinfachte, vollständig vorgeschriebene Daten.

Einige nach dieser Norm ermittelte Ergebnisse sind in H.5 vorgestellt.

H.4.2 Validierung ausführlicher Simulationsverfahren

Zur Validierung ausführlicher Simulationsverfahren, siehe H.4.1 und 7.2.3.

H.4.3 Validierung des vereinfachter Stundenverfahrens

Eine Einführung in das vereinfachte Stundenverfahren ist unter 7.2.2 gegeben.

Das vereinfachte Stundenverfahren wurde den Prüffällen von EN 15265 unterzogen. Die Ergebnisse haben die in dem Dokument angegebenen Kriterien erfüllt.

Es ist zu beachten, dass die Validierung nur begrenzte Prüffälle betrifft (nur das Klima in Paris und nur einen begrenzten Umfang von Prüffällen, wie oben erläutert).

Darüber hinaus ist zu beachten, dass die in EN 15265 angegebenen Validierungskriterien sich nur auf monatsbezogene Ergebnisse beziehen. Folglich dürfen die stundenbezogenen Ergebnisse des vereinfachten Stundenverfahrens nur zur Veranschaulichung dienen.

H.4.4 Validierung des Monats-Berechnungsverfahrens

Eine Einführung in das Monats-Berechnungsverfahren ist in 7.2.1 gegeben. H.3.5 beschreibt den Hauptunterschied zu dem vereinfachten Stundenverfahren.

Das Monatsverfahren wurde ebenfalls den Prüffällen von EN 15265 [11] unterzogen (siehe Literaturhinweis [25]).

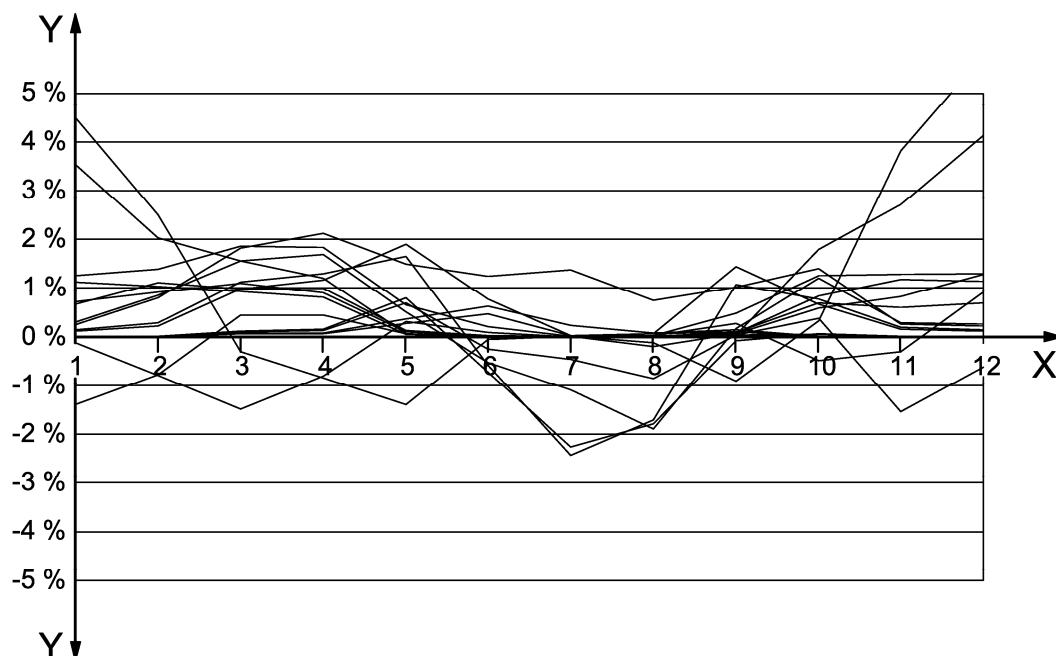
Vorläufige Ergebnisse aus Referenzberechnungen wurden mit ausführlichen Simulationsverfahren und dem vereinfachten Stundenverfahren erhalten. Die Ergebnisse des Monatsverfahrens wurden mit den Daten dieser Referenzberechnungen verglichen.

Der Satz von Prüffällen in EN 15265 umfasst nur die Ergebnisse für ein Klima (Paris, Frankreich). Zwei extremere europäische Klimate wurden zusätzlich aufgenommen: Stockholm (Schweden) und Rom (Italien). Die stundenbezogenen Daten für diese Klimate wurden innerhalb der Projekte IEA SHC Task 27 (Solar Façade Components) und EU Swift erzeugt.

Die folgenden Schaubilder zeigen eine Zusammenfassung der Ergebnisse, geordnet nach Klima.

Die Unterschiede sind als die Differenz des berechneten monatlichen Heizwärme- bzw. Kühlbedarfs dargestellt, angegeben als prozentualer Anteil des jährlichen Heizwärme- **und** Kühlbedarfs.

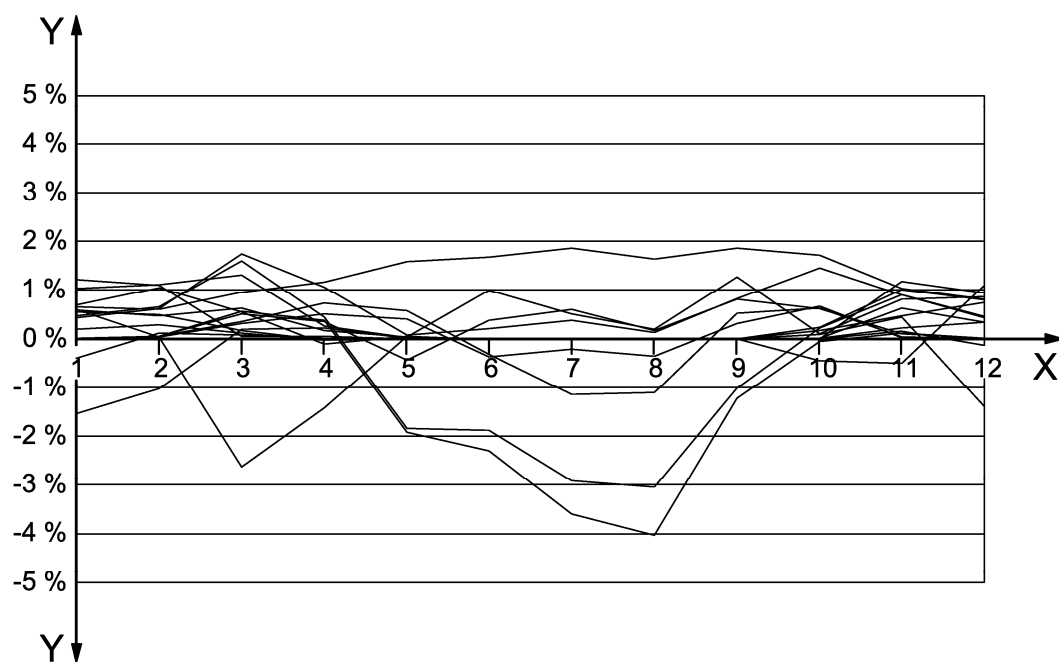
Natürlich kann dies in einigen Fällen zu einer zu optimistischen Einschätzung führen, jedoch müssten andernfalls alle ausführlichen Ergebnisse in ihrem ausführlichen Kontext gezeigt werden. Zum Beispiel: Eine relative Differenz beim Kühlbedarf von beispielsweise 30 % hat keine wirkliche Bedeutung, wenn der absolute Umfang der Kühlung im Vergleich zum Heizwärmebedarf vernachlässigt werden kann.



Legende

- X Monat
- Y relative Differenz in Prozent des jährlichen Heizwärme- und Kühlbedarfs

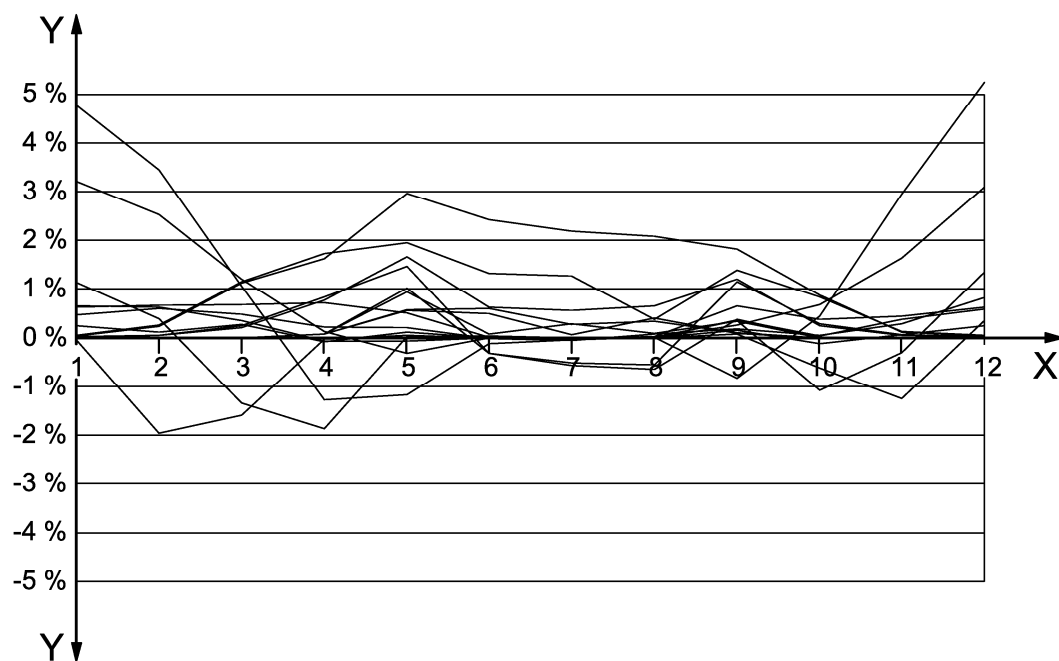
Bild H.2 — Zusammenfassung der Ergebnisse für Paris



Legende

X Monat
Y relative Differenz in Prozent des jährlichen Heizwärme- und Kühlbedarfs

Bild H.3 — Zusammenfassung der Ergebnisse für Rom



Legende

X Monat
Y relative Differenz in Prozent des jährlichen Heizwärme- und Kühlbedarfs

Bild H.4 — Zusammenfassung der Ergebnisse für Stockholm

Tabelle H.1 zeigt eine Zusammenfassung der Übereinstimmung auf Jahresbasis.

Tabelle H.1 — Zusammenfassung der Ergebnisse auf Jahresbasis

Abweichung (quadratisches Mittel für acht Fälle)	Paris	Rom	Stockholm
Heizung	10 %	3 %	8 %
Kühlung	6 %	8 %	7 %

In Bezug auf die Ergebnisse für Paris, Rom und Stockholm können folgende Aussagen getroffen werden:

- Wie zu erwarten, treten einige Abweichungen auf, vor allem nahe den Kanten der Heiz- und der Kühlperiode.
- Die Ergebnisse für das Kühlen (siehe Sommermonate) sind nicht schlechter als für das Heizen (siehe Wintermonate).
- Es liegt kein systematischer Einfluss des Klimas vor.
- Eine Feinabstimmung des Verfahrens (der Verfahren), besonders für den intermittierenden Heiz- und Kühlbetrieb, ist möglich, z. B. in erster Instanz auf nationaler Ebene; auf diese Weise werden Diskrepanzen weiter verringert. Die vorgestellten Ergebnisse wurden mit einer Entwurfsfassung des Monatsverfahrens bestimmt. Eine gewisse Feinabstimmung erfolgte bereits in Bezug auf die Berechnung der Zeitkonstante des Gebäudes, was sich in diesem Abschnitt jedoch noch nicht widerspiegelt.

Abschließend eine grundlegende Überlegung: Alle Diskrepanzen sollten aus Sicht der Notwendigkeit, die in H.2 erläuterte richtige Ausgewogenheit zwischen Genauigkeit, Qualität der Eingangsdaten sowie Vergleichspräzision zu finden, betrachtet werden. Abweichungen aufgrund von Vereinfachungen sind im Kontext von Gesamtunsicherheiten zu betrachten und in Bezug auf die Einführung weiterer Unsicherheiten im Fall von ausführlichen Verfahren zu gewichten.

Validierungsübungen haben gezeigt, dass die eingeführten Unsicherheiten im Vergleich zu den übrigen Unsicherheiten innerhalb einer zulässigen Bandbreite liegen, vor allem bei Berücksichtigung der Notwendigkeit dieser vereinfachten Verfahren im Hinblick auf Transparenz, Stabilität und Vergleichspräzision zur Anwendung im Zusammenhang mit Bauvorschriften.

Anhang I (informativ)

Erläuterung und Ableitung monats- und heiz-/kühlperiodenbezogener Ausnutzungsgrade

I.1 Anwendungsbereich

Dieser Anhang enthält eine Erläuterung der monats- und heiz-/kühlperiodenbezogenen Ausnutzungsgrade der Einträge und Verluste. Um eine falsche Anwendung dieser Konzepte zu vermeiden, ist es wichtig, diese zu verstehen. Darüber hinaus wird damit die Grundlage für die Verfahren zur Ableitung der Ausnutzungsgrade in I.3 gelegt.

I.2 Erläuterung

I.2.1 Einleitung

I.2.1.1 Allgemeines

Bei den quasi-stationären (Monats- bzw. Heiz-/Kühlperioden-)Verfahren werden die dynamischen Wirkungen durch Einführung von Korrelationsfaktoren berücksichtigt: den Ausnutzungsgraden der Einträge und/oder Verluste, mit Korrekturfaktoren für intermittierendes Heizen und Kühlen.

I.2.1.2 Heizbetrieb

Beim Heizen berücksichtigt ein Ausnutzungsgrad der inneren und solaren Wärmeeinträge den Umstand, dass nur ein Teil der inneren und solaren Wärmeeinträge zur Senkung des Heizwärmebedarfs genutzt wird; der restliche Teil führt zu einem nicht erwünschten Anstieg der Innentemperatur über den Sollwert hinaus.

Bei diesem Ansatz werden die nicht genutzten Wärmeeinträge aus der Wärmebilanzgleichung gestrichen. Als Ausgleich dient die Tatsache, dass auch der zusätzliche Transmissions- und Lüftungswärmetransfer, der sich aus den nicht genutzten Wärmeeinträgen ergibt, auch aus der Wärmebilanzgleichung entfällt: Der Transmissions- und Lüftungswärmetransfer wird auf der Grundlage des Sollwertes der Innentemperatur für das Heizen berechnet, wodurch ein (eventuelles) Überheizen vernachlässigt wird. Nicht genutzte Wärmeeinträge führen zu einem Anstieg der Innentemperatur über den Sollwert hinaus und folglich zu einem zusätzlichen Transmissions- und Lüftungswärmetransfer. Anders ausgedrückt: Der Ausnutzungsgrad der Einträge ist ein Maß für den Umfang des Überheizens.

Der Umweg (auf Solltemperatur beruhender Wärmetransfer → Ausnutzungsgrad der Einträge → Heizwärmebedarf und mittlere Innentemperatur) ist notwendig, da der Ausnutzungsgrad (und/oder die mittlere Innentemperatur) unter anderem eine Funktion des Verhältnisses zwischen dem auf der Solltemperatur beruhenden Wärmetransfer und den Wärmeeinträgen ist.

Die entsprechenden verkürzten und vollständigen Gleichungen sind in I.2.2 angegeben.

Die Auswirkung der Wärmeträgheit bei intermittierendem Heizbetrieb oder bei Abschaltung kann durch Einführung einer vom Sollwert abweichenden äquivalenten Innentemperatur oder durch eine Korrektur des berechneten Heizwärmebedarfs berücksichtigt werden.

I.2.1.3 Kühlbetrieb

Beim Kühlen gibt es zwei unterschiedliche Darstellungsarten für das gleiche Verfahren.

a) Ausnutzungsgrad der Verluste

Ein Ausnutzungsgrad des Transmissions- und Lüftungswärmetransfers berücksichtigt die Tatsache, dass nur ein Teil des Transmissions- und Lüftungswärmetransfers zur Senkung des Kühlbedarfs genutzt wird; der „nicht genutzte“ Transmissions- und Lüftungswärmetransfer tritt während Zeiträumen oder Intervallen (z. B. nachts) auf, in denen er keine Auswirkung auf den während anderer Zeiträume oder Momente (z. B. tagsüber) vorhandenen Kühlbedarf hat.

Bei diesem Ansatz wird der Transmissions- und Lüftungswärmetransfer in der Wärmebilanzgleichung auf der Grundlage des Sollwertes der Innentemperatur für das Kühlen berechnet, wodurch der Umstand, dass dieser Sollwert nicht immer erreicht wird, vernachlässigt wird. Der Ausnutzungsgrad der Verluste bietet die notwendige Korrektur. Mit dieser Formulierung wird ausdrücklich gezeigt, wie der Wärmetransfer zur Verringerung des Kühlbedarfs des Gebäudes beiträgt.

Die entsprechenden verkürzten und vollständigen Gleichungen sind in I.2.2 angegeben.

b) Ausnutzungsgrad der Einträge (ähnlich wie beim Heizen)

Ein Ausnutzungsgrad der inneren und solaren Wärmeeinträge berücksichtigt die Tatsache, dass unter Annahme einer bestimmten maximalen Innentemperatur nur ein Teil der inneren und solaren Wärmeeinträge durch Wärmetransfer durch Transmission und Lüftung kompensiert wird. Der andere („nicht genutzte“) Teil führt zu Kühlbedarf, um einen nicht gewünschten Anstieg der Innentemperatur über den Sollwert hinaus zu vermeiden.

Bei diesem Ansatz werden die genutzten Wärmeeinträge aus der Wärmebilanzgleichung gestrichen. Als Ausgleich dient die Tatsache, dass auch jeglicher Transmissions- und Lüftungswärmetransfer ebenfalls aus der Gleichung entfällt: Diese beiden gestrichenen Terme sind gleich.

Die Auswirkung der Wärmeträgheit bei intermittierendem Kühlbetrieb oder bei Abschaltung wird separat berücksichtigt (je nach Bedingungen, durch Einführung eines angepassten Sollwertes oder durch eine Anpassung des berechneten Kühlbedarfs), siehe Abschnitt 13.

Diese Internationale Norm legt die Kategorie von quasi-stationären Verfahren eines Monats- und Heiz-/Kühlperiodenverfahrens für Heizen und Kühlen fest (Darstellungsart a)). Die alternative Formulierung für das monatsbezogene Kühlverfahren (Darstellungsart b)) ist in Anhang D enthalten.

I.2.2 Energiebilanzgleichungen

Wie oben erläutert, nutzt das Monats- (bzw. Heiz-/Kühlperioden-)Verfahren für den Heizbetrieb eine verkürzte Wärmebilanzgleichung, bei der zwei gleiche Terme weggelassen werden: Die nicht genutzten Wärmeeinträge und der zusätzliche Wärmetransfer durch Transmission und Lüftung aufgrund von Überheizung.

Der monatsbezogene (bzw. heiz-/kühlperiodenbezogene) Energiebedarf für die Raumheizung wird wie folgt berechnet:

$$Q_{H,nd} = Q_{H,ht} - \eta_{H,gn} Q_{H,gn} \quad (I.1)$$

Der monatsbezogene (bzw. heiz-/kühlperiodenbezogene) Energiebedarf für die Raumkühlung wird wie folgt berechnet:

$$Q_{C,nd} = Q_{C,gn} - \eta_{C,ls} Q_{C,ht} \quad (I.2)$$

Dabei ist

$Q_{H,ht}$ der Gesamtwärmetransfer des Gebäudes durch Transmission und Lüftung, angegeben in Megajoule, für den Heizbetrieb;

- $Q_{C,ht}$ der Gesamtwärmetransfer des Gebäudes durch Transmission und Lüftung, angegeben in Megajoule, für den Kühlbetrieb;
- $Q_{H,gn}$ die gesamten solaren und inneren Wärmeeinträge des Gebäudes, angegeben in Megajoule, für den Heizbetrieb;
- $Q_{C,gn}$ die gesamten solaren und inneren Wärmeeinträge des Gebäudes, angegeben in Megajoule, für den Kühlbetrieb;
- $\eta_{H,gn}$ der dimensionslose Ausnutzungsgrad der Einträge für das Heizen;
- $\eta_{C,ls}$ der dimensionslose Ausnutzungsgrad der Verluste für das Kühlen.

Die Indices H für das Heizen und C für das Kühlen werden in den folgenden Gleichungen weggelassen.

Der monatliche Gesamtwärmetransfer des Gebäudes durch Transmission und Lüftung Q_{ht} ist gegeben durch:

$$Q_{ht} = Q_{tr} + Q_{ve} = (H_{tr,adj} + H_{ve,adj})(\theta_{int,set} - \theta_e)t \quad (1.3)$$

Dabei ist

- Q_{tr} der Gesamtwärmetransfer des Gebäudes durch Transmission, angegeben in Megajoule;
- Q_{ve} der Gesamtwärmetransfer des Gebäudes durch Lüftung, angegeben in Megajoule;
- $H_{tr,adj}$ der Transmissionswärmetransferkoeffizient, angepasst an die Differenz zwischen Innen- und Außentemperatur (sofern zutreffend), angegeben in Watt je Kelvin;
- $H_{ve,adj}$ der Lüftungswärmetransferkoeffizient, angepasst an die Differenz zwischen Innen- und Außentemperatur (sofern zutreffend), angegeben in Watt je Kelvin.

Die Anpassung an die Differenz zwischen Innen- und Außentemperatur bezieht sich auf Fälle, in denen die Temperatur auf der anderen Seite der Konstruktion bei Transmission bzw. die Zulufttemperatur bei Lüftung für ein oder mehrere Elemente nicht gleich der Außentemperatur ist, wie in 8.3 bzw. 9.3 erläutert.

Für die gesamten monatlichen Wärmeeinträge Q_{gn} des Gebäudes aufgrund von inneren und solaren Einträgen gilt:

$$Q_{gn} = Q_{int} + Q_{sol} \quad (1.4)$$

Dabei ist

- Q_{int} die Summe der inneren Wärmeeinträge des Gebäudes, angegeben in Megajoule;
- Q_{sol} die Summe der solaren Wärmeeinträge des Gebäudes, angegeben in Megajoule.

Vollständige Gleichungen:

Für den tatsächlichen Wärmetransfer gilt:

$$Q_{H,ht,real} = (H_{tr,adj} + H_{ve,adj})(\theta_{int,mn} - \theta_e)t \quad (1.5)$$

Dabei ist

$\theta_{\text{int,mn}}$ die tatsächliche mittlere Innentemperatur (im Gegensatz zum Sollwert), angegeben in Grad Celsius.

Der tatsächliche Wärmeeintrag ist gleich $Q_{\text{H,gn}}$ (im Gegensatz zu den genutzten Wärmeeinträgen $\eta_{\text{H,gn}} Q_{\text{H,gn}}$).

Demzufolge ist die vollständige Gleichung für den monatlichen Energiebedarf für die Raumheizung die Gleichung (I.6):

$$Q_{\text{H,nd}} = Q_{\text{H,ht,real}} - Q_{\text{H,gn}} \quad (\text{I.6})$$

Wie in I.2 erläutert, ist diese Gleichung nicht von praktischem Nutzen, da $\theta_{\text{int,mn}}$ unbekannt ist. Mehr Informationen sind unter I.4 gegeben, vor allem zum Verhältnis zwischen dem Ausnutzungsgrad der Einträge und Überheizen ($\theta_{\text{int,mn}} - \theta_{\text{int,set}}$) sowie unter I.5 zur Differenz mit dem Gradtag- bzw. dem Gradstunden-Verfahren.

In ähnlicher Weise ist die vollständige Gleichung für den monatlichen Energiebedarf für die Raumkühlung durch Gleichung (I.7) gegeben:

$$Q_{\text{C,nd}} = Q_{\text{C,gn}} - Q_{\text{C,ht,real}} \quad (\text{I.7})$$

I.2.3 Wärmebilanzverhältnis: Die Differenz zwischen Einträgen und Wärmetransfer

Das Wärmebilanzverhältnis γ wurde als das Verhältnis zwischen den Wärmeeinträgen Q_{gn} und dem Wärmetransfer durch Transmission und Lüftung Q_{ht} festgelegt.

Obwohl das Verhältnis, vor allem im Hinblick auf den Heizbetrieb, scheinbar einfach das Verhältnis zwischen den ankommenden Wärmemengen (innere und solare Wärmeeinträge) und der das Gebäude oder die Gebäudezone verlassenden Wärme (Transmission und Lüftung) betrifft, besteht der eigentliche Unterschied darin, dass die „Einträge“ tatsächlich sämtliche (positiven oder negativen) Wärmeströme sind, die (tatsächlich oder näherungsweise) als konstanter Wärmefluss vorhanden sind, wie z. B. solare und innere Wärmeeinträge, die nicht (oder nur in schwachem Maße) von der Innentemperatur abhängen. Wenn die Innentemperatur aufgrund von Überheizen ansteigt, führt dies nicht zu einer proportionalen Abnahme der inneren und der solaren Wärmeeinträge.

Der Wärmetransfer betrifft sämtliche (positiven und negativen) Wärmeströme, die tatsächlich oder näherungsweise in hohem Maße von der Innentemperatur abhängen, wie z. B. Transmissions- oder Lüftungswärmetransfer. Wenn die Innentemperatur aufgrund von Überheizen ansteigt, erhöht sich der Transmissions- und Lüftungswärmetransfer von der betreffenden Zone an die Außenumgebung proportional zu der Änderung der Differenz zwischen Innen- und Außentemperatur. Das Gleiche gilt für den ankommenden Wärmetransfer (negativer Wärmetransfer, z. B. Transmission von einer angrenzenden warmen Zone oder Lüftung mit konstanter Zulufttemperatur, die höher ist als die Innentemperatur in der betrachteten Zone): Dieser negative Wärmetransfer verringert sich proportional mit der Änderung der Temperaturdifferenz. Folglich wird der negative Wärmetransfer unter dem Wärmetransfer-Term und nicht unter dem Wärmeeintrag-Term berücksichtigt.

I.3 enthält eine Anleitung zur Erzeugung der Ausnutzungsgrade für das Monatsverfahren.

I.3 Ableitung von Ausnutzungsgraden aus dynamischen Simulationen

I.3.1 Einleitung

Die Ausnutzungsgrade sind eine Funktion des Wärmebilanzverhältnisses und der Zeitkonstante des Gebäudes oder der Gebäudezone.

Bei den Parameterwerten in den Ausnutzungskurven a_0 und τ_0 handelt es sich um empirische Werte, die auf nationaler Ebene je nach Berechnungszweck festgelegt werden dürfen. Nationale Werte sind durch Parameteridentifikations- oder Regressionsanalyseverfahren zu bestimmen, die auf die aus einer repräsentativen Vielzahl von Berechnungsfällen erhaltenen Ergebnisse unter Anwendung eines geeigneten dynamischen Simulationsverfahrens angewendet werden. Sind auf nationaler Ebene keine Werte festgelegt, dürfen die in 12.2.1 angegebenen Tabellenwerte verwendet werden.

Diese Internationale Norm schafft eine Äquivalenz zwischen dem Heiz-/Kühlperioden- und dem Monatsverfahren, dem vereinfachten Stundenverfahren und den dynamischen Simulationsverfahren. Zusammen mit den in I.4 enthaltenen Anleitungen zur Ableitung von Parameterwerten für die Ausnutzungskurven stellt dies eine Basis für ein besseres Verständnis im internationalen Rahmen dar. Es ist zu erwarten, dass dies in einigen Jahren zu mehr Erfahrungen führen wird, die für eine weitere internationale Harmonisierung genutzt werden können.

I.3.2 Allgemeine Vorgehensweisen

Die zur Bestimmung der Ausnutzungskurven in 12.2.1 verwendeten Parameterwerte a_0 , τ und τ_0 werden durch Parameteridentifikations- oder Regressionsanalyseverfahren bestimmt, wobei für eine Reihe von Situationen die Werte für den mit einem geeigneten ausführlichen Simulationsverfahren berechneten monatlichen Heizwärme- und Kühlbedarf mit den Ergebnissen des Monatsverfahrens verglichen werden.

Dabei ist es erforderlich, dass für jeden Wert des mit dem ausführlichen Simulationsverfahren berechneten monatsbezogenen Heizwärme- oder Kühlbedarfs der entsprechende Eingangswert für das Monatsverfahren bekannt ist: monatsbezogener Wärmetransfer durch Transmission und Lüftung plus die monatsbezogenen inneren und solaren Wärmeeinträge.

Obwohl dies trivial erscheinen mag, ist es in der Praxis offenbar schwierig, nicht kleine Fehler („Rauschen“) einzuführen. Da die Ausnutzungsgrade auf der geringen Differenz aus zwei großen Zahlen beruhen, kann bereits ein kleiner Fehler zu großen Unterschieden in den Ergebnissen führen.

Typische Fehler sind wie folgt:

- Wenn im ausführlichen Simulationsverfahren statt der operativen Innentemperatur die Raumlufthtemperatur als Sollwert für das Heizen verwendet wird:

Der Transmissionswärmefluss wird nicht durch die Lufttemperatur bestimmt, sondern durch einen gewissen gewichteten Mittelwert der Temperatur der Raumlufthtemperatur und der innen liegenden Oberflächen des Gebäudes oder der Gebäudezonenhülle, die niedriger ist. Das Gebäude bzw. die Gebäudezone ist tatsächlich kälter als der Sollwert der Lufttemperatur vermuten lässt. Folglich wird, wenn im Monatsverfahren diese Solltemperatur der Luft zur Berechnung des monatsbezogenen Transmissionswärmeflusses verwendet wird, der Transmissionswärmefluss überschätzt, und das Umgekehrte gilt für den Lüftungswärmefluss.

- Der monatsbezogene solare Wärmeeintrag wird normalerweise als die über die Gebäudezonenhülle in die Gebäudezone eintretende Gesamtmenge berechnet:

Im ausführlichen Simulationsverfahren kann ein gewisser (kleiner) Teil der Sonnenstrahlung die Gebäudezone direkt über ein anderes Fenster verlassen, und/oder ein gewisser Teil der inneren oder solaren Wärmeeinträge kann die Gebäudezone indirekt durch Absorption und anschließende Transmission an das Erdgeschoss (oder eine Wand oder das Dach) verlassen. Diese Teile der Wärmeeinträge werden vom Thermostat im ausführlichen Simulationsverfahren nicht registriert. Die tatsächlichen solaren Wärmeeinträge sind kleiner als angenommen, was zu Schwierigkeiten bei der Zuordnung der Ergebnisse des Monats- und des ausführlichen Simulationsverfahrens führt, sofern dieser Effekt nicht bekannt ist und quantifiziert werden kann.

Unterschiede durch verschiedene Algorithmen oder Annahmen im Hinblick auf Einzelheiten wie die Umrechnung der globalen Sonnenstrahlung in vertikale Sonnenstrahlung, die Auswirkung von Verschattungen durch außen liegende Hindernisse, die Auswirkung von Wind oder Himmelsstrahlung oder Temperatur auf Oberflächenwärmeflusskoeffizienten, die Auswirkung von Wärmebrücken, winkelabhängigen solaren

Eigenschaften von Fenstern, erdgeschossbezogener Wärmetransfer usw. können durch Anwendung der Verfahren dieser Internationalen Norm vermieden werden, die diesbezüglich eine Äquivalenz zwischen dem Monatsverfahren und dem ausführlichen Simulationsverfahren schaffen sollen.

I.3.3 „Blackbox“-Ansatz

Eine Möglichkeit, die für das Monatsverfahren erforderlichen Daten aus dem ausführlichen Simulationsverfahren unter Umgehung der in I.3.2 genannten Schwierigkeiten zu erhalten, sieht wie folgt aus.

Das Verfahren erfordert drei zusätzliche Berechnungen mit dem ausführlichen Simulationsverfahren (siehe [2] und [12] in den Literaturhinweisen):

- Fall 0: Normale Berechnung zur Bestimmung von $Q_{H,nd,0}$ und $Q_{C,nd,0}$.
- Fall 1: Wie Fall 0, wobei jedoch die inneren und solaren Wärmeeinträge sowie der zusätzliche Wärmestrom aufgrund von Wärmestrahlung an den Himmel gleich null sind, zur Bestimmung von $Q_{H,nd,1}$ und $Q_{C,nd,1}$.

Ergebnis, als gute Näherung:

$$Q_{H,ht} = Q_{H,nd,1} \text{ und } Q_{C,ht} = Q_{C,nd,1} \quad (I.8)$$

- Fall 2: Wie Fall 0, jedoch mit einem hohen Sollwert für das Heizen und einem niedrigen Sollwert für das Kühlen, sodass im Heizbetrieb alle Wärmeeinträge und im Kühlbetrieb alle Verluste genutzt werden, zur Bestimmung von $Q_{H,nd,2}$ und $Q_{C,nd,2}$.
- Fall 3: Wie Fall 2, wobei jedoch die inneren und solaren Wärmeeinträge sowie der zusätzliche Wärmestrom durch Wärmestrahlung an den Himmel gleich null sind, zur Bestimmung von $Q_{H,nd,3}$ und $Q_{C,nd,3}$.

Ergebnis, als gute Näherung:

$$Q_{H,gn} = (Q_{H,nd,3} - Q_{H,nd,2}) \text{ und } Q_{C,gn} = (Q_{C,nd,2} - Q_{C,nd,3}) \quad (I.9)$$

I.3.4 Hauptgleichungen

Mit dem mittels des ausführlichen Simulationsverfahren bestimmten monatsbezogenen Heizwärme- und Kühlbedarf $Q_{H,nd,0}$ und $Q_{C,nd,0}$ und den entsprechenden Werten für die monatsbezogenen Wärmeeinträge, $Q_{H,gn}$ und $Q_{C,gn}$, und den monatsbezogenen Wärmetransfer $Q_{H,ht}$ und $Q_{C,ht}$, z. B. aus dem in I.3.3 vorgestellten „Blackbox“-Ansatz, können die Ausnutzungsgrade nach folgender Gleichungen bestimmt werden:

$$\eta_{H,gn} = (Q_{H,ht} - Q_{H,nd,0}) / Q_{H,gn} \quad (I.10)$$

$$\eta_{C,ls} = (Q_{C,gn} - Q_{C,nd,0}) / Q_{C,ht} \quad (I.11)$$

mit entsprechenden Werten für die Wärmebilanzverhältnisse:

$$\gamma_H = \frac{Q_{H,gn}}{Q_{H,ls}} \text{ und } \gamma_C = \frac{Q_{C,gn}}{Q_{C,ls}} \quad (I.12)$$

Die Ausnutzungsgrade sind eine Funktion des Wärmebilanzverhältnisses und der Zeitkonstante des Gebäudes oder der Gebäudezone. Die Parameterwerte für die Ausnutzungskurven a_0 und τ_0 (siehe 12.2.1) werden durch Parameteridentifikations- oder Regressionsanalyseverfahren bestimmt, die auf die Ergebnisse aus einer Vielzahl von Berechnungsfällen angewendet werden. Darüber hinaus kann die beste Art der näherungsweise Bestimmung des Wertes der Zeitkonstante τ in Betracht gezogen werden.

Zu Gleichung (I.10).

- Wenn der Heizwärmebedarf gleich null ist, ist der Ausnutzungsgrad gleich dem Reziprokwert des Wärmebilanzverhältnisses γ_H ;
- bei geringen Werten des Wärmebilanzverhältnisses γ_H , also mit geringen Wärmeeinträgen $Q_{H,gn}$ im Vergleich zum Wärmetransfer $Q_{H,ht}$, wird der Wert des Ausnutzungsgrades nahezu unbestimmbar: Die beiden Terme im Zähler sind fast gleich, während der Nenner klein ist. Nicht signifikante Differenzen („Rauschen“) führen zu großen Schwankungen des ermittelten Ausnutzungsgrades. Tatsächlich hat der Ausnutzungsgrad bei einem geringen Wärmebilanzverhältnis γ_H einfach den Wert $\eta_{H,gn} = 1$. Eine Art, dieses mathematische Problem zu vermeiden, besteht darin, die Parameteridentifikations- oder Regressionsanalyse nicht für $\eta_{H,gn}$ durchzuführen, sondern für das so genannte relative Überheizen $dT_{R,H}$, das in I.4 vorgestellt wird:

$$dT_{R,H} = (Q_{H,nd,0} + Q_{H,gn}) / Q_{H,ht}$$

Diese Größe ist auch bei geringen Werten der Einträge mathematisch viel stabiler;

- wenn die Berechnungsfälle auch Fälle mit intermittierendem Heizbetrieb umfassen, können die Ergebnisse auch verwendet werden, um die jeweiligen Korrekturfaktoren für das intermittierende Heizen abzuleiten oder zu validieren (siehe 13.2.2).

Es ist zu beachten, dass Ähnliches entsprechend für Gleichung (I.11) für den Kühlbetrieb gilt.

I.3.5 Umrechnung von monatsbezogenen in heiz-/kühlperiodenbezogene Ausnutzungsgrade

Zur Umrechnung von monatsbezogenen Ausnutzungsgraden in heiz-/kühlperiodenbezogene Ausnutzungsgrade können folgende Gleichungen verwendet werden.

Für das Heizen:

$$\eta_{H,gn,seas} = (\sum Q_{H,ht,m} - \sum Q_{H,nd,m}) / \sum Q_{H,gn,m} \quad (I.13)$$

wobei $Q_{H,ht,m}$, $Q_{H,nd,m}$ und $Q_{H,gn,m}$ die monatsbezogenen Werte für jeden Monat m innerhalb der in I.3.6 festgelegten feststehenden Länge der Heizperiode sind.

Für das Kühlen:

$$\eta_{C,ls} = (\sum Q_{C,gn,m} - \sum Q_{C,nd,m}) / \sum Q_{C,ht,m} \quad (I.14)$$

wobei $Q_{C,gn,m}$, $Q_{C,nd,m}$ und $Q_{C,ht,m}$ die monatsbezogenen Werte für jeden Monat m innerhalb der in I.3.6 festgelegten feststehenden Länge der Kühlperiode sind.

Es ist wichtig zu beachten, dass zur Berechnung des Ausnutzungsgrades für das Heiz-/Kühlperiodenverfahren die Längen der Heiz-/Kühlperioden **feststehen** sollten und nicht vom Wärmebilanzverhältnis abhängig gemacht werden sollten. Die **tatsächliche** Länge der Heiz-/Kühlperiode wird durch den Ausnutzungsgrad bestimmt. Zum Beispiel, wenn die feststehende Länge der Heizperiode dergestalt ist, dass tatsächlich eine Anzahl von Monaten ohne Heizwärmebedarf einbezogen ist, nimmt der Ausnutzungsgrad der Einträge automatisch einen niedrigen Wert an, um die zusätzlichen solaren und inneren Einträge auszugleichen, die in der heizperiodenbezogenen Wärmebilanz durch die Monate ohne Heizwärmebedarf eingeführt werden.

I.3.6 Heiz-/Kühlperiodenverfahren — Feststehende Länge der Heiz- bzw. Kühlperiode

I.3.6.1 Einleitung

Die feststehende Länge der Heiz- bzw. Kühlperioden ist zur Berechnung des Gesamtwärmetransfers und der Gesamtwärmeeinträge während der Heiz- und der Kühlperioden erforderlich, wie in 7.2.1.4 erläutert.

Die Länge darf auf nationaler Ebene festgelegt werden, und ihr Wert ist nicht kritisch, wobei sie jedoch nicht zu kurz sein sollte. Der Ausnutzungsgrad der Einträge als eine Funktion des Wärmebilanzverhältnisses (die Ausnutzungskurven der Einträge) hängt von der Wahl dieser feststehenden Länge ab. Demzufolge sollte die gleiche feststehende Heiz-/Kühlperiodenlänge verwendet werden, die auch für die Entwicklung dieser Kurven verwendet wurde.

In ähnlicher Weise ist die feststehende Länge der Kühlperiode zur Berechnung des Gesamtwärmetransfers und der gesamten Wärmeeinträge während der Kühlperiode erforderlich.

I.3.6.2 Feststehende Länge der Heizperiode für die Wärmebilanzberechnung

Der erste und der letzte Tag der Heizperiode, also deren Dauer und mittlere meteorologische Bedingungen, können auf nationaler Ebene für eine geographische Zone und typische Gebäude festgelegt werden. Die Heizperiode umfasst alle Tage, für die die mit einem üblichen Ausnutzungsgrad $\eta_{H,gn,1}$ berechneten Wärmeeinträge den Wärmetransfer nicht ausgleichen, also wenn:

$$\theta_{e,day} \leq \theta_{int,set,H,day} - \frac{\eta_{H,gn,1} Q_{gn,day}}{(H_{tr,adj} + H_{ve,adj}) t_{day}} \quad (I.15)$$

Dabei ist

$\theta_{e,day}$	die mittlere Tagesaußentemperatur, angegeben in Grad Celsius;
$\theta_{int,set,H,day}$	die Solltemperatur für das Heizen, angegeben in Grad Celsius;
$\eta_{H,gn,1}$	der übliche Ausnutzungsgrad der Einträge, berechnet mit $\gamma_H = 1$;
$Q_{gn,day}$	der Mittelwert der täglichen inneren und solaren Wärmeeinträge, angegeben in Megajoule;
$H_{tr,adj}$	der Transmissionswärmetransferkoeffizient, (gegebenenfalls) angepasst an die Differenz zwischen Innen- und Außentemperatur, nach 8.3, angegeben in Watt je Kelvin;
$H_{ve,adj}$	der Lüftungswärmetransferkoeffizient, (gegebenenfalls) angepasst an die Differenz zwischen Innen- und Außentemperatur, nach 9.3, angegeben in Watt je Kelvin;
t_{day}	die Dauer des Tages, d. h. 24 h bzw. 0,086 4 Ms.

Die Wärmeeinträge für Gleichung (I.15) dürfen aus einem üblichen nationalen oder regionalen Wert für die tägliche globale Sonnenstrahlung an den Grenzen der Heizperiode abgeleitet werden. Die monatlichen Mittelwerte der Tagestemperaturen und Wärmeeinträge beziehen sich auf den 15. Tag eines jeden Monats. Zur Ermittlung der Grenztage, für die Gleichung (I.15) verifiziert ist, wird lineare Interpolation angewendet.

I.3.6.3 Feststehende Länge der Kühlperiode für die Wärmebilanzberechnung

Der erste und der letzte Tag der Kühlperiode, also deren Dauer und mittlere meteorologische Bedingungen, können auf nationaler Ebene für eine geographische Zone und typische Gebäude festgelegt werden. Die Kühlperiode umfasst alle Tage, für die der mit einem üblichen Ausnutzungsgrad $\eta_{ls,1}$ berechnete (positive) Wärmetransfer die Wärmeeinträge nicht ausgleicht.

$$\theta_{e,day} \geq \theta_{int,set,Cday} + \frac{Q_{gn,day}}{\eta_{C,ls,1}(H_{tr,adj} + H_{ve,adj}) t_{day}} \quad (I.16)$$

Dabei ist

$\theta_{e,day}$	die mittlere Tagesaußentemperatur, angegeben in Grad Celsius;
$\theta_{int,set,Cday}$	die Solltemperatur für das Kühlen, angegeben in Grad Celsius;
$\eta_{C,ls,1}$	der übliche Ausnutzungsgrad der Verluste, berechnet mit $1/\gamma_C = 1$;
$Q_{gn,day}$	der Mittelwert der täglichen inneren und solaren Wärmeeinträge, angegeben in Megajoule;
$H_{tr,adj}$	der Transmissionswärmetransferkoeffizient, (gegebenenfalls) angepasst an die Differenz zwischen Innen- und Außentemperatur, nach 8.3, angegeben in Watt je Kelvin;
$H_{ve,adj}$	der Lüftungswärmetransferkoeffizient, (gegebenenfalls) angepasst an die Differenz zwischen Innen- und Außentemperatur, nach 9.3, angegeben in Watt je Kelvin;
t_{day}	die Dauer des Tages, d. h. 24 h bzw. 0,086 4 Ms.

Die Wärmeeinträge für Gleichung (I.15) können aus einem üblichen nationalen oder regionalen Wert für die tägliche globale Sonnenstrahlung an den Grenzen der Heizperiode abgeleitet werden. Die monatlichen Mittelwerte der Tagestemperaturen und Wärmeeinträge beziehen sich auf den 15. Tag eines jeden Monats. Zur Ermittlung der Grenztage, für die Gleichung (I.15) verifiziert ist, wird lineare Interpolation angewendet.

I.4 Verhältnis zwischen Überheizen und Ausnutzungsgrad der Einträge (Heizbetrieb)

Bei der Benennung „tatsächlicher Wärmetransfer“ handelt es sich um den Wärmetransfer, der den zusätzlichen Wärmetransfer (siehe I.2.2) infolge einer erhöhten Innentemperatur (Überheizung) umfasst. In diesem Abschnitt werden Einzelheiten zur (mittleren monatlichen) Überheizung angegeben.

Der tatsächliche Verlust ist gleich:

$$Q_{H,ht,real} = (H_{tr,adj} + H_{ve,adj})(\theta_{int,mn} - \theta_e)t \quad (I.17)$$

Dabei ist

$\theta_{int,mn}$	die tatsächliche mittlere Innentemperatur (im Gegensatz zum Sollwert), angegeben in Grad Celsius.
-------------------	---

Die **akkumulierte Übertemperatur** $T_{AO,H}$, d. h. die Differenz zwischen der tatsächlichen Innentemperatur und der Mindestsolltemperatur für das Heizen, summiert über alle Stunden des gegebenen Zeitraums und angegeben in Kelvinstunden, ist wie folgt festgelegt:

$$T_{AO,H} = (\theta_{int,mn} - \theta_{int,H})t / 0,003\ 6 \quad (I.18)$$

ANMERKUNG 1 Anstelle von $T_{AO,H}$ kann der Term dT_A eingeführt werden; dT_A ist die „mittlere Übertemperatur“ ($T_{AO,H} = dT_A \times \text{Anzahl der Stunden}$).

ANMERKUNG 2 $1/0,003\ 6$ ist die Umrechnung von Megasekunden in Stunden.

Auf gleiche Weise ist die **relative Übertemperatur** $dT_{R,H}$ festgelegt als die mittlere tatsächliche Temperaturdifferenz zwischen der Innen- und der Außenumgebung, dividiert durch die auf der Mindestsolltemperatur beruhende Temperaturdifferenz.

$$dT_{R,H} = (\theta_{\text{int,mn}} - \theta_e) / (\theta_{\text{int,set,H}} - \theta_e) \quad (I.19)$$

Daraus folgt, dass:

$$Q_{H,ht,real} = Q_{H,ht} dT_{R,H} \quad (I.20)$$

$$Q_{H,ht,real} - Q_{H,ht} = (H_{\text{tr,adj}} + H_{\text{ve,adj}}) ((\theta_{\text{int,mn}} - \theta_e) - (\theta_{\text{int,set,H}} - \theta_e)) t$$

$$Q_{H,ht,real} - Q_{H,ht} = (H_{\text{tr,adj}} + H_{\text{ve,adj}}) (\theta_{\text{int,mn}} - \theta_{\text{int,set,H}}) t$$

$$Q_{H,ht,real} - Q_{H,ht} = (H_{\text{tr,adj}} + H_{\text{ve,adj}}) \times 0,0036 \times T_{\text{AO,H}} \quad (I.21)$$

Außerdem ist ersichtlich, dass die Wärmeströme über einen gegebenen Zeitraum im Gleichgewicht sein sollten und der tatsächliche Verlust abzüglich der Einträge folglich gleich dem Heizbedarf sein sollte.

$$Q_{H,dn} = Q_{H,ht,real} - Q_{H,gn} \quad (I.22)$$

Da:

$$Q_{H,nd} = Q_{H,ht} - \eta_{H,gn} Q_{H,gn}$$

folgt, dass:

$$Q_{H,ht,real} - Q_{H,gn} = Q_{H,ht} - \eta_{H,gn} Q_{H,gn}$$

oder

$$Q_{H,ht,real} - Q_{H,ht} = Q_{H,gn} - \eta_{H,gn} Q_{H,gn}$$

und somit gilt:

$$(H_{\text{tr,adj}} + H_{\text{ve,adj}}) \times 0,0036 \times T_{\text{AO,H}} = (1 - \eta_{H,gn}) Q_{H,gn} \quad (I.23)$$

Teilen durch $Q_{H,ht}$:

$$dT_{R,H} = \gamma_H (1 - \eta_{H,gn}) + 1 \quad (I.24)$$

oder:

$$dT_{R,H} = (Q_{H,nd} + Q_{H,gn}) / Q_{H,ht} \quad (I.25)$$

was eine Umrechnung von $\eta_{H,gn}$ in $dT_{R,H}$ und umgekehrt zulässt, was sich auch bei der Ableitung von Ausnutzungskurven als nützlich erweist, siehe I.2.

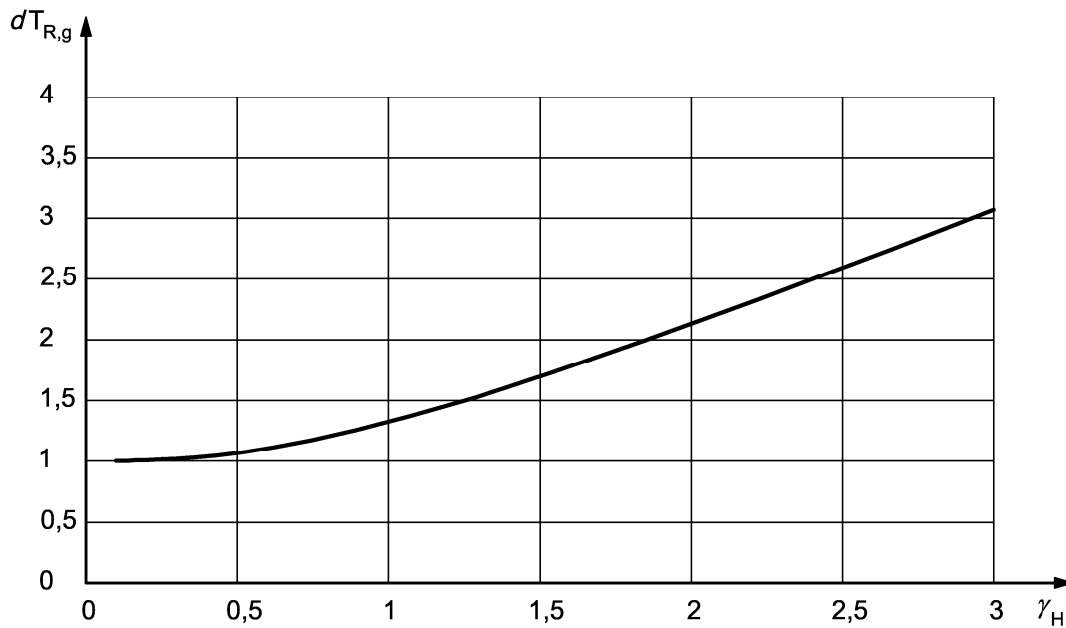


Bild I.1 — Beispiel einer Kurve für die relative Übertemperatur $dT_{R,g}$ als eine Funktion des Eintrag-Verlust-Verhältnisses γ_H (für $\alpha = 2,12$)

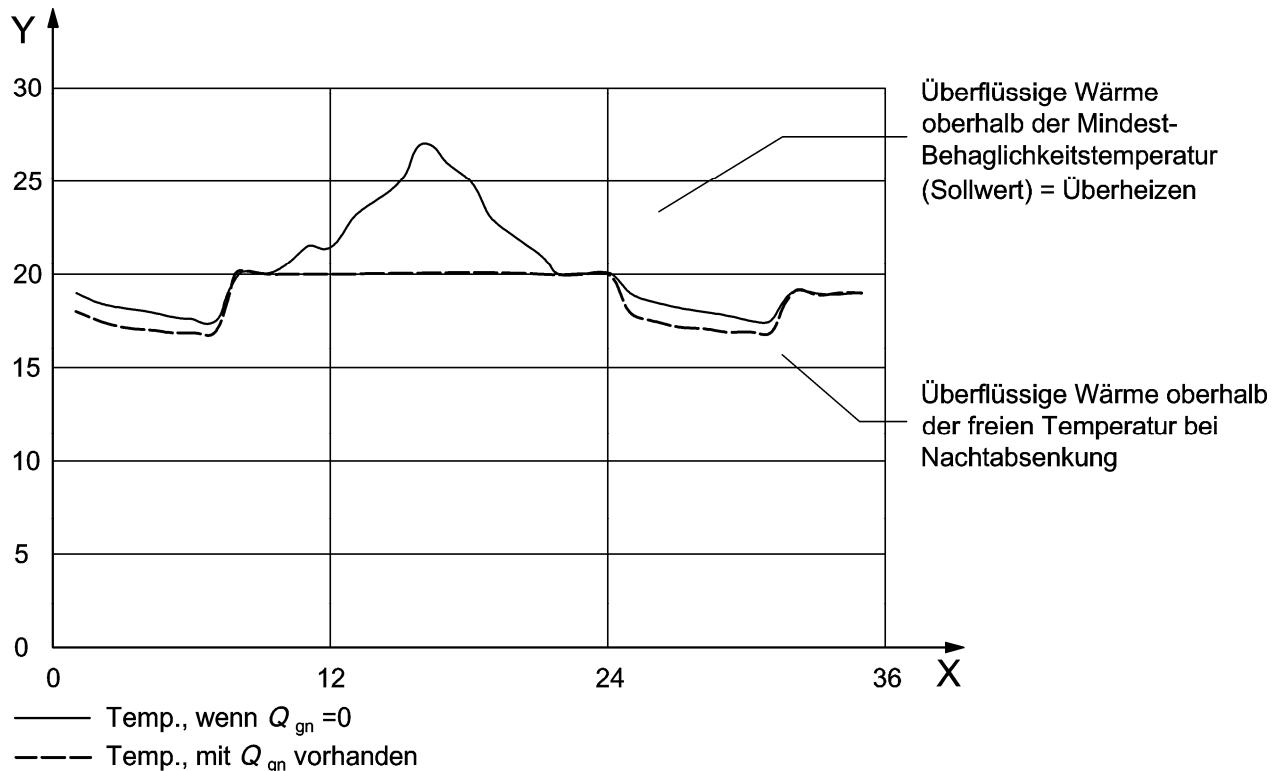
Gleichung (I.24) zeigt, dass die überflüssige Wärme (linke Seite) gleich den nicht genutzten Einträgen (rechte Seite) ist: Alle nicht genutzten Wärmeeinträge führen zu einer Temperatur oberhalb des Sollwertes.

Für den mittleren Temperaturanstieg gilt daher:

$$T_{AO,H} = (1/0,003\,6) (1 - \eta_{H,gn}) Q_{H,gn} / (H_{tr,adj} + H_{ve,adj}) \quad (I.26)$$

Anstelle der Benennung „Überheizen“ wird die Benennung „überflüssige Wärme“ verwendet, da diese die höhere Temperatur umfasst, die während der Nachtabenkung im Vergleich zu der Situation ohne Wärmeeinträge auftritt. Das Gleiche gilt für die Verwendung von „Übertemperatur“ anstelle von „überschüssiger Temperatur“.

Dies ist in Bild I.2 dargestellt.



Legende

X Zeit (Stunden)
Y Innentemperatur (Grad Celsius)

Bild I.2 — Darstellung des Tagesprofils der Innentemperatur mit und ohne Wärmeeinträge

I.5 Differenz mit dem Gradtag-Verfahren

Das Monatsverfahren in dieser Internationalen Norm stellt einen Ausnutzungsgradansatz dar, bei dem der monatsbezogene Heizwärmebedarf als die Differenz des monatsbezogenen Wärmetransfers durch Transmission und Lüftung und der monatsbezogenen Summe der Einträge durch innere und solare Wärmequellen, multipliziert mit einem Ausnutzungsgrad des Eintrags, berechnet werden. Der Heizwärmebedarf ist gegeben durch:

$$Q_{H,nd} = (H_{tr,adj} + H_{ve,adj}) \sum (\theta_{int,set,H} - \theta_e) - \eta_{H,gn} Q_{H,gn} \quad (I.27)$$

sofern $Q_{H,nd} \geq 0$.

Dabei ist

$\theta_{int,set,H}$ die Solltemperatur für das Heizen;

θ_e die Außenlufttemperatur.

$\sum (\theta_{int,set,H} - \theta_e)$ ist gleich $(\theta_{int,set,H} - \theta_{e,mn}) t$: Die Differenz aus der Solltemperatur und den monatsbezogenen mittleren Außenlufttemperaturen, multipliziert mit der (gesamten) Länge des Zeitraums.

Wenn während eines gegebenen Monats Intervalle auftreten, in denen der Heizwärmebedarf gleich null ist, werden diese implizit durch einen niedrigeren Wert des Ausnutzungsgrades berücksichtigt.

ANMERKUNG Dies gilt auch für das Heiz-/Kühlperiodenverfahren, wobei die monatsbezogenen Werte durch heiz-/kühlperiodenbezogene Mittelwerte ersetzt werden.

Dieser Ansatz sollte nicht mit dem Gradtag-Verfahren verwechselt werden, das z. B. in ISO 15927-6 ([7]) beschrieben ist, und das ebenfalls akkumulierte Temperaturdifferenzen nutzt.

Beim Gradtag-Verfahren wird der Heizwärmebedarf berechnet, ohne die Auswirkung innerer und solarer Wärmeeinträge explizit zu berücksichtigen. Dieser Nachteil wird dadurch ausgeglichen, dass nur eine Teilmenge der Anzahl von Tagen (Gradtag-Verfahren) oder Stunden (Gradstunden-Verfahren) bei der Berechnung des Wärmetransfers durch Transmission und Lüftung berücksichtigt wird.

Es gilt folgende Gleichung für das Gradtag-Verfahren:

$$Q_{H,nd} = (H_{tr,adj} + H_{ve,adj}) \sum_{\text{pos}} (\theta_{\text{int,base}} - \theta_e) \quad (1.28)$$

Dabei ist

Σ_{pos} die nur über die Tage mit $-\theta_e < \theta_{\text{int,base}}$ gebildete Summe;

$\theta_{\text{int,base}}$ eine vorher festgelegte Temperatur, die niedriger ist als der Sollwert der Innentemperatur.

Diese Verringerung der Temperaturdifferenz und die Verringerung der Anzahl von Tagen sind erforderlich, da die (genutzten) inneren und solaren Wärmeeinträge in den Gleichungen vernachlässigt werden. Es ist jedoch zu beachten, dass die Verringerung eine Verringerung ohne Kenntnis des spezifischen Wärmebilanzverhältnisses (Verhältnis zwischen Wärmeeinträgen und Wärmetransfer) ist. Dies zeigt, dass das Gradtag-Verfahren im Vergleich zum Ausnutzungsgrad-Verfahren ein vereinfachtes Verfahren mit einer eher näherungsweisen Bestimmung ist.

Zusammenfassung:

- Beim Ausnutzungsgrad-Verfahren werden alle Stunden des betrachteten Monats in die Berechnung der akkumulierten Temperaturdifferenz aufgenommen;
- im Gegensatz zum Gradtag-Verfahren wird keine Unterscheidung zwischen Tagen oder Stunden mit einer Außentemperatur getroffen, die höher ist als eine bestimmte Basistemperatur;
- die Innentemperatur wird durch die Solltemperatur festgelegt und nicht, wie beim Gradtag-Verfahren, durch eine Basistemperatur.

Für den Kühlbetrieb gilt Ähnliches entsprechend.

Anhang J (informativ)

Bearbeitetes Beispiel, vereinfachte Stundenverfahren und Monatsverfahren

J.1 Anwendungsbereich und Hintergrund des Beispiels

Als Beispiel wird Prüffall 6 aus EN 15265:2007 verwendet. Die meisten Eingangsdaten wurden ohne Änderung aus EN 15265 kopiert. Daher ist es möglich, dass einige dieser Daten für allgemeine Situationen nicht repräsentativ sind, da die Prüffälle nur als vereinfachte Fälle und nur zur Validierung dynamischer Simulationsverfahren gedacht sind.

Der Zweck dieses Anhangs besteht darin, ein Beispiel dafür zu geben, wie die Hauptgleichungen in der vorliegenden Internationalen Norm für die Berechnung des Energiebedarfs für die Raumheizung und Raumkühlung durch das vereinfachte Stundenverfahren und das Monatsverfahren verwendet werden. Da aufgrund der Art und des Zwecks des Beispiels nicht alle Eingangsdaten und Begründungen so angegeben sind, wie sie nach den in Abschnitt 15 festgelegten Anforderungen an den Prüfbericht dargestellt werden. Im Hinblick darauf umfasst das Beispiel keine Fehleranalyse.

J.1.1 Gebäudemaße

Die Prüffälle nach EN 15265 bestehen aus dem Raum eines Bürogebäudes.

Die Innenmaße des Raumes sind wie folgt: Länge = 3,6 m; Tiefe = 5,5 m; Höhe = 2,8 m. Die Außenwand, die die Fensterverglasung umfasst, weist nach Westen. Die Flächen der Bauteile des Bezugsraumes sind in Tabelle J.1 angegeben. Die Fälle umfassen nicht das Erdgeschoss.

Tabelle J.1 — Flächen der Bauteile des Bezugsraumes, in m²

Außenwand (einschließlich Fenster)	Fenster- verglasung	Innenwand links	Innenwand rechts	Innenwand hinten	Bodenplatte	Decke
10,08	7,0	15,4	15,4	10,08	19,8	19,8

J.1.2 Transmissionskenngrößen

Der Transmissionswärmetransferkoeffizient $H_{tr,adj}$, der an die Außenumgebung angrenzenden Konstruktion, beträgt sowohl für das Heizen als auch für das Kühlen 18,2 W/K.

Für die übrigen Konstruktionen wird eine Situation des thermischen Gleichgewichts angenommen, sodass diese Teile des Bauwerkes (Bodenplatte, Decke und Innenwände) bei der Berechnung der Wärmetransmission nicht berücksichtigt werden.

Wärmebrücken sind in dem Beispiel nicht berücksichtigt.

J.1.3 Lüftungskenngrößen

Das Büro wird an Wochentagen von 08:00 Uhr bis 18:00 Uhr mit einer Luftwechselrate von 1,0 Luftwechseln je Stunde belüftet.

Beim Monatsverfahren wird berücksichtigt, dass es sich hierbei um einen Fall mit an den Wochenenden unterbrochener Heizung und Kühlung handelt. Der unterschiedliche Lüftungszeitplan für das Wochenende ist nicht ausdrücklich mit einbezogen, da bei der Berechnung der Auswirkung der Unterbrechungen der Abminderungsfaktor auf den monatsbezogenen Heizwärme- und Kühlbedarf angewendet wird; siehe 13.2.2.

Für die Wochentage beträgt der zeitliche Anteil $f_{ve,t}$ der vorliegenden Lüftung 0,417, und folglich beträgt der Wärmetransferkoeffizient $H_{ve,adj}$ durch Lüftung mit Außenluft 7,7 W/K.

Die Zulufttemperatur der Lüftungsluft θ_{sup} ist die Außentemperatur θ_e nach J.1.8, somit ist $b_{ve} = 1$.

Infiltration ist nicht berücksichtigt.

J.1.4 Kenngrößen der solaren Wärmeeinträge

Die Außenfassade weist nach Westen. Es sind keine Hindernisse vorhanden.

Die opake Fläche der Fassade beträgt 3,08 m² mit einem g -Wert von 0,012 (der Absorptionskoeffizient für die Sonnenstrahlung ist 0,6, der Wärmeübergangswiderstand der Außenfläche ist 0,04 m²K/W, und der Wärmedurchgangskoeffizient der opaken Fassade ist 0,493 W/(m²K).

Die Fassade weist eine Fensterfläche von 7 m² ohne Sonnenschutz auf. Der g -Wert der Verglasung ist 0,20; Fensterrahmen werden vernachlässigt.

Die wirksame Kollektorfläche der Fassade $A_{S,k}$ beträgt 1,40 m².

Die solare Bestrahlung $I_{sol,k}$ — die zeitlich gemittelte Energie der solaren Bestrahlung über den Berechnungszeitraum — je Quadratmeter Kollektorfläche der Fassade mit der gegebenen Ausrichtung, ist in J.1.8 angegeben.

Der zusätzliche Wärmestrom aufgrund der Wärmestrahlung des Gebäudes an den Himmel ist in diesen Prüffällen nicht berücksichtigt.

J.1.5 Innere Wärmeeinträge

Die inneren Wärmeeinträge betragen von Montag bis Freitag von 08:00 Uhr bis 18:00 Uhr 20 W/m². Außerhalb dieses Zeitraums liegen keine inneren Wärmeeinträge vor.

Beim Monatsverfahren wird berücksichtigt, dass es sich hierbei um einen Fall mit an den Wochenenden unterbrochener Heizung und Kühlung handelt. Der unterschiedliche Zeitplan der inneren Wärmeeinträge für das Wochenende ist nicht ausdrücklich mit einbezogen, da bei der Berechnung der Auswirkung der Unterbrechungen der Abminderungsfaktor auf den monatsbezogenen Heizwärme- und Kühlbedarf angewendet wird; siehe 13.2.2.

Für die Wochentage beträgt der zeitlich gemittelte Wärmestrom der inneren Wärme $\Phi_{int,mn}$ 165 W.

J.1.6 Zeitkonstante des Gebäudes

Das Gebäude besitzt eine hohe Masse. Die innere Wärmespeicherfähigkeit wird unter Anwendung des vereinfachten Verfahrens aus Anhang A von ISO 13786:2007 ohne Oberflächenwiderstandskorrektur berechnet. Der Wert beträgt 355 000 J/(m²K). Dies ist nahe an der Klasse „sehr schwer“ in Tabelle 12. Für die innere Wärmespeicherfähigkeit ergibt sich also $C_m = 7 030 000$ J/K.

Beim Monatsverfahren wird der Wert des dimensionslosen numerischen Bezugsparameters a_0 für das Heizen und das Kühlen den Tabellen 9 und 10 entnommen; er beträgt in beiden Fällen 1. Der Wert für die Bezugszeitkonstante τ_0 für das Heizen und das Kühlen wird ebenfalls den Tabellen 9 und 10 entnommen und beträgt in beiden Fällen 15 h.

J.1.7 Nutzung des Gebäudes

Das Gebäude wird von Montag bis Freitag von 08:00 Uhr bis 18:00 Uhr genutzt (intermittierender Heiz- und Kühlbetrieb).

Nur während dieses Zeitraums ist die Heiz-, Kühl- und Lüftungsanlage in Betrieb.

Die Solltemperatur für das Heizen $\theta_{\text{int,H,set}}$ beträgt 20 °C, für das Kühlen $\theta_{\text{int,C,set}}$ 26 °C.

Für das Monatsverfahren beträgt der zeitliche Anteil der Anzahl der Stunden in der Woche mit einem normalen Sollwert für das Heizen $f_{\text{H,hr}}$ 0,3. Der zeitliche Anteil der Tage in der Woche mit einem normalen Sollwert für das Kühlen $f_{\text{C,day}}$ beträgt 0,7.

Es gibt keine Zeiträume mit Leerstand (z. B. keine Sommerferien, in denen das Gebäude geschlossen ist).

J.1.8 Klimadaten

Es werden die Klimadaten für Paris verwendet. Die monatsbezogenen Werte sind in Tabelle J.2 angegeben. Die stundenbezogenen Klimadaten können EN 15265 entnommen werden.

Tabelle J.2 — Klimadaten

Monat	Außentemperatur θ_e °C	Einfallende Sonnenstrahlung auf nach Westen gerichtete Wand I_{sol} W/m ²	Dauer des Zeitraums t Ms
Januar	3,2	20	2,678
Februar	4,8	37	2,419
März	6,3	85	2,678
April	7,8	82	2,592
Mai	13,0	99	2,678
Juni	15,4	117	2,592
Juli	18,3	125	2,678
August	17,0	92	2,678
September	14,9	68	2,592
Oktober	10,1	44	2,678
November	5,4	21	2,592
Dezember	4,2	17	2,678

J.2 Ergebnisse der Berechnungen, vereinfachtes Stundenverfahren

Tabelle J.3 zeigt die Eingangsdaten und die Hauptausgangsdaten des vereinfachten Stundenverfahrens für den gegebenen Fall.

Tabelle J.3 — Berechnung des Heizwärme- und Kühlbedarfs, vereinfachtes Stundenverfahren (in kWh)

Fall CEN 6

Eingangsdaten

H_{window}	16,6	W/K
H_{opaque}	1,51	W/K
Trägheit	4	(1: sehr leicht bis 5: sehr schwer)

Tag	Nacht
Lüftung	55,4 0
Innere Einträge	396 0
Sollwert Heizen	20 −100
Sollwert Kühlen	26 100

Geschossfläche19,8 m²

N O S W H

Sonnenöffnung

0	0	0	1,44	0
---	---	---	------	---

m²

Je Geschossfläche, zur Information

H_{window}	0,84	W/(K · m ² Geschossfläche)
H_{opaque}	0,08	W/(K · m ² Geschossfläche)

Tag	Nacht
Lüftung	2,8 0
Innere Einträge	20 0

N O S W H

Solares Verhältnis

0	0	0	0,073	0
---	---	---	-------	---

ad

Monats- und jahresbezogene Ergebnisse														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Jahr	
Heizen	137	91	40	25	0	0	0	0	0	20	102	120	537	kWh
Kühlen	0	0	0	0	-5	-37	-82	-44	-8	0	0	0	-177	kWh
Innere Einträge	91	79	87	83	91	83	87	91	79	91	87	83	1034	kWh

J.3 Ergebnisse der Berechnungen, Monatsverfahren

Die Berechnung des Heizwärmebedarfs ist für jeden Monat in Tabelle J.4 angegeben.

Tabelle J.4 — Berechnung des Heizwärmebedarfs, Monatsverfahren (in kWh)

Monat	$Q_{H,tr}$ kWh	$Q_{H,ve}$ kWh	$Q_{H,ht}$ kWh	$Q_{H,sol}$ kWh	$Q_{H,int}$ kWh	$Q_{H,gn}$ kWh	η_H	$\eta_{H,gn}$	$a_{red,H}$	$Q_{H,nd}$ kWh
Jan.	227	96	324	21	123	144	0,44	0,996	0,81	147
Feb.	186	79	265	36	111	147	0,63	0,987	0,77	92
März	186	78	264	91	123	214	1,00	0,931	0,66	43
April	160	68	228	85	119	204	1,57	0,901	0,63	28
Mai	95	40	135	106	123	229	3,15	0,580	0,30	1
Juni	60	26	86	121	119	240	6,11	0,357	0,30	0
Juli	23	10	33	134	123	256	8,78	0,128	0,30	0
Aug.	41	17	58	98	123	221	7,96	0,261	0,30	0
Sep.	67	28	95	70	119	189	3,58	0,499	0,30	0
Okt.	134	57	191	47	123	170	1,32	0,902	0,63	24
Nov.	191	81	272	22	119	141	0,58	0,991	0,78	104
Dez.	214	91	304	18	123	141	0,40	0,995	0,81	132
Gesamt										571

Selbst in den Monaten mit dem höchsten Heizwärmebedarf ist der Energiebedarf nur eine geringe Differenz zwischen zwei großen Zahlen ($Q_{H,ht}$ und $Q_{H,gn}$, wobei Letztere mit dem Ausnutzungsgrad $\eta_{H,gn}$ multipliziert und das Ergebnis für den intermittierenden Betrieb mit $a_{red,H}$ abgemindert wird). Das bedeutet, dass sich schon geringe Unterschiede bei den Annahmen auf das Ergebnis auswirken.

Die Berechnung des Kühlbedarfs für jeden Monat ist in Tabelle J.5 angegeben.

Tabelle J.5 — Berechnung des Kühlbedarfs, Monatsverfahren (in kWh)

Monat	$Q_{C,tr}$ kWh	$Q_{C,ve}$ kWh	$Q_{C,ht}$ kWh	$Q_{C,sol}$ kWh	$Q_{C,int}$ kWh	$Q_{C,gn}$ kWh	η_C	$\eta_{C,gn}$	$a_{red,C}$	$Q_{C,nd}$ kWh
Jan.	309	131	439	21	123	144	0,33	0,328	0,94	0
Feb.	259	110	369	36	111	147	0,40	0,396	0,93	0
März	267	113	380	91	123	214	0,56	0,555	0,90	3
April	238	101	339	85	119	204	0,60	0,589	0,89	3
Mai	176	74	251	106	123	229	0,91	0,816	0,84	20
Juni	139	59	198	121	119	240	1,21	0,926	0,78	44
Juli	104	44	148	134	123	256	1,73	0,984	0,70	77
Aug.	122	52	173	98	123	221	1,27	0,939	0,77	45
Sep.	145	62	207	70	119	189	0,91	0,816	0,84	17
Okt.	215	91	306	47	123	170	0,55	0,547	0,90	2
Nov.	270	114	384	22	119	141	0,37	0,365	0,93	0
Dez.	295	125	420	18	123	141	0,34	0,335	0,94	0
Gesamt										213

Selbst in den Monaten mit dem höchsten Kühlbedarf ist der Energiebedarf nur eine geringe Differenz zwischen zwei großen Zahlen ($Q_{C,gn}$ und $Q_{C,ht}$, wobei Letztere mit dem Ausnutzungsgrad $\eta_{C,gn}$ multipliziert und das Ergebnis für den intermittierenden Betrieb mit $a_{red,C}$ abgemindert wird). Das bedeutet, dass sich schon geringe Unterschiede bei den Annahmen auf das Ergebnis auswirken.

Anhang K (informativ)

Flussdiagramme für die Berechnungsverfahren

K.1 Anwendungsbereich

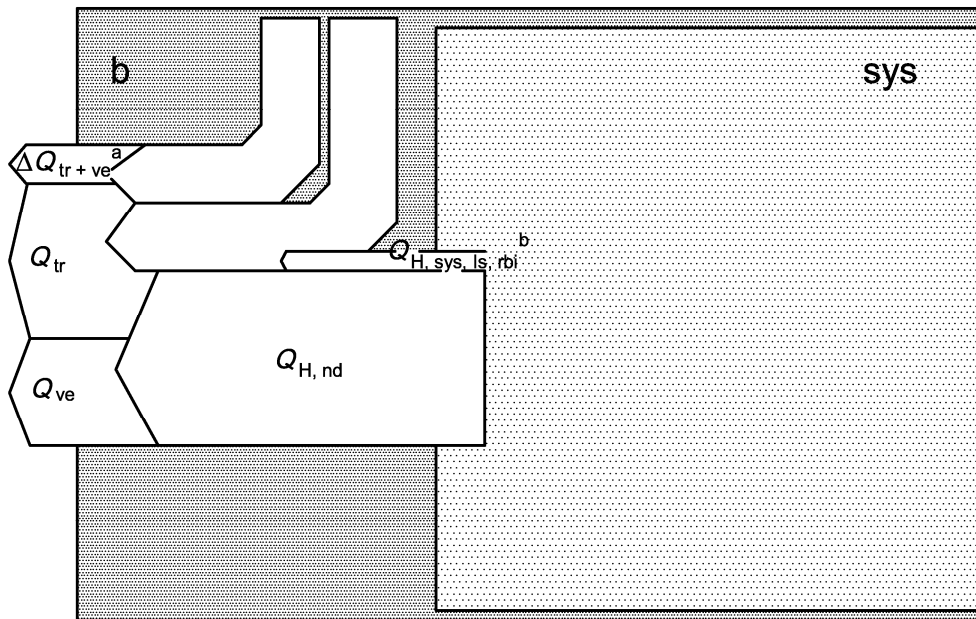
Die Hauptterme der zeitlich gemittelten Energiebilanz für das Heizen und Kühlen sind in den folgenden Abschnitten jeweils getrennt für den Heiz- und den Kühlbetrieb schematisch veranschaulicht. Zunächst wird eine vereinfachte Situation dargestellt, im Anschluss folgt eine ausführliche Version, in der alle möglichen Energieströme gezeigt werden.

K.2 Heizbetrieb, vereinfachte Situation

Zu den Symbolen und Indices, siehe Abschnitt 4.

Erläuterung Gebäudeteil:

- Wärmebilanz:
 - der Heizwärmebedarf ist durch die Differenz zwischen dem Transmissions- und Lüftungswärmetransfer (Wärmeverluste) und den Wärmeeinträgen aus solaren und inneren Wärmequellen gegeben;
 - das Schaubild gilt für den stationären Zustand: Die Wärmebilanz wird über einen Zeitraum ermittelt, der ausreichend lang ist, um gespeicherte und freigesetzte Wärme zu vernachlässigen (typischerweise: ein Monat oder eine gesamte Heiz-/Kühlperiode);
 - üblicherweise wird der Transmissions- und Lüftungswärmetransfer $Q_{ht} = Q_{tr} + Q_{ve}$ auf der Grundlage der vorgesehenen Mindestinnentemperatur, der **Solltemperatur**, berechnet;
 - die **tatsächliche zeitlich gemittelte (mittlere) Innentemperatur** kann aufgrund von plötzlichem Überheizen höher ausfallen. Folglich sind auch die aus dieser tatsächlichen mittleren Innentemperatur berechneten (oder gemessenen) tatsächlichen Wärmeverluste höher als die auf der Grundlage der Solltemperatur berechneten Wärmeverluste. Dies wird durch den Term ΔQ_{tr+ve} ausgedrückt;
 - es ist zu beachten, dass beim monats- oder heiz-/kühlperiodenbezogenen „Ausnutzungsgrad“-Verfahren ΔQ_{tr+ve} gleich dem nicht genutzten Teil der solaren und inneren Wärmeeinträge ist: $(1 - \eta_{H,gn}) Q_{gn} = \Delta Q_{tr+ve}$. Daraus ergibt sich die Grundgleichung: $Q_{H,nd} = Q_{ht} - \eta_{H,gn} \times Q_{gn}$.
- Explizit dargestellt ist der Wärmeverlust der Heizanlage, der im Gebäude als Teil der inneren Wärmeeinträge zurückgewonnen wird. In dieser Internationalen Norm umfassen die inneren Wärmeeinträge rückgewinnbare Wärme aus anderen Technischen Gebäudeausrüstungen und Geräten sowie aus der Stoffwechselwärme von Personen.



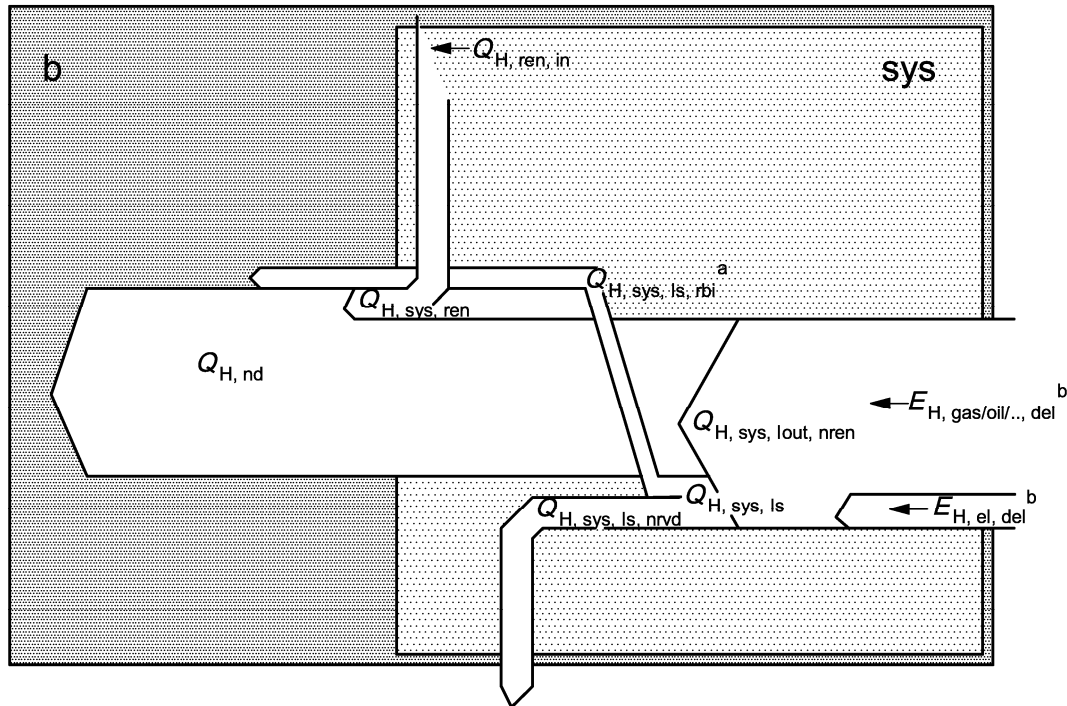
Legende

- a siehe Erläuterung
- b im Gebäude zurückgewonnene Wärme aus den Heizanlagenverlusten (z. B. von Warmwasserrohren)

Bild K.1 — Energiebilanz, Gebäudeteil — Heizbetrieb; vereinfachte Situation

Erläuterung Anlagenteil:

- Der Heizwärmebedarf des Gebäudes wird durch die Heizanlagenleistung abgedeckt (nicht erneuerbare Energie), mit der zusätzlichen Leistung einer Solarheizanlage (erneuerbare Energie);
- die Anlagenverluste werden teilweise im Gebäude zurückgewonnen, wie in Bild K.2 gezeigt;
- innerhalb der Anlage zurückgewonnene Anlagenverluste sind in diesem Schaubild nicht gezeigt; sie würden als Schleife innerhalb der Anlage erscheinen: als aus- und wieder eintretende Verluste;
- die Endenergie kann aus unterschiedlichen Energieträgern bestehen, die jeweils getrennt zu zählen sind. Elektrische Energie ist explizit dargestellt, da es sich hierbei oft um den zweiten Energieträger handelt (z. B. für Hilfsenergie).



Legende

- a im Gebäude zurückgewonnene Wärme aus den Heizanlagenverlusten
- b je Energieträger

Bild K.2 — Energiebilanz, Anlagenteil — Heizbetrieb; vereinfachte Situation

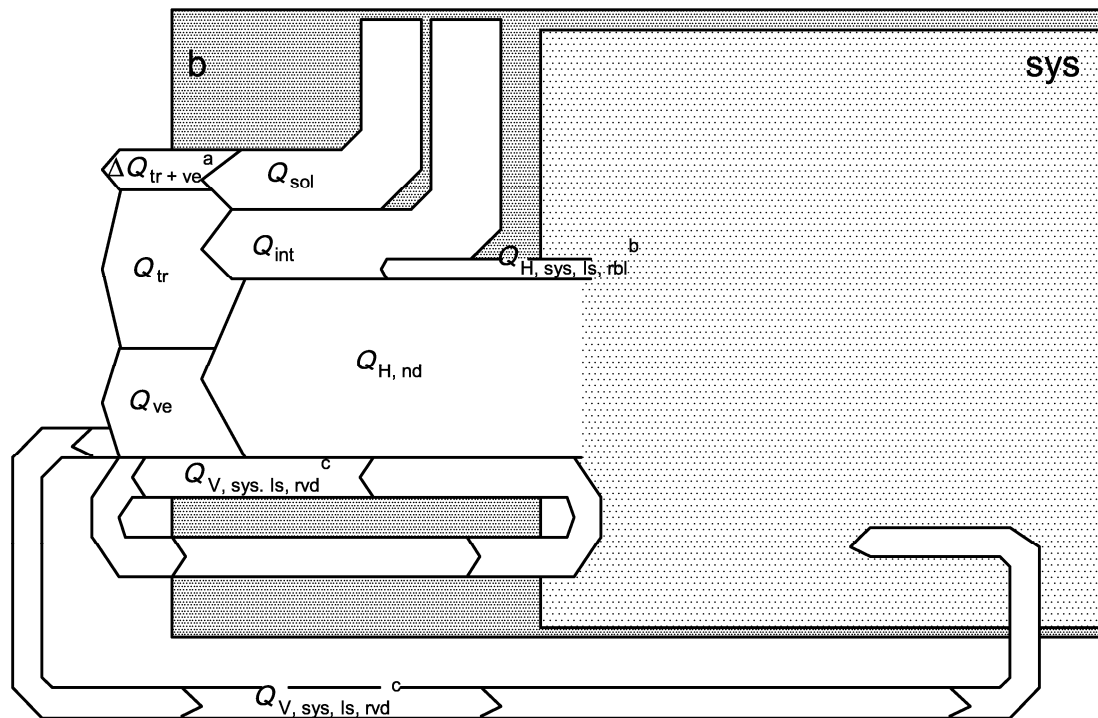
K.3 Heizbetrieb, ausführliche Situation

Zu den Symbolen und Indices, siehe Abschnitt 4.

Erläuterung Gebäudeteil:

- Gegenüber dem vereinfachten Fall sind zwei Elemente hinzugekommen:
 - Wärmerückgewinnung von Lüftungswärmeverlusten ($Q_{V,sys,ls,rbd}$); ein Teil des Wärmeverlustes durch Lüftung wird in einer Wärmerückgewinnungseinheit zurückgewonnen (Vorheizen der Zuluft). Dies ist ein typisches Beispiel für die Wechselwirkung zwischen **Gebäude** und **Anlage**;
 - ein weiteres, jedoch weniger häufig auftretendes Beispiel für eine derartige Wechselwirkung ist die in der **Anlage** zurückgewonnene Wärme aus den **Gebäudeverlusten** ($Q_{V,b,ls,rbd}$); z. B. aus dem Bauwerk zurückgewonnene Wärme, die in der Lüftungsanlage verwendet wird (z. B. Trombewand oder dynamische Wärmedämmung, wenn mit einer Lüftungsanlage verbunden).

ANMERKUNG Diese Art der Wechselwirkung ist üblicher für das Kühlen: Vorkühlen der Lüftungsluft über kühles Bauwerk; nicht in dem Schaubild für das Kühlen gezeigt, um eine zu hohe Komplexität zu vermeiden.



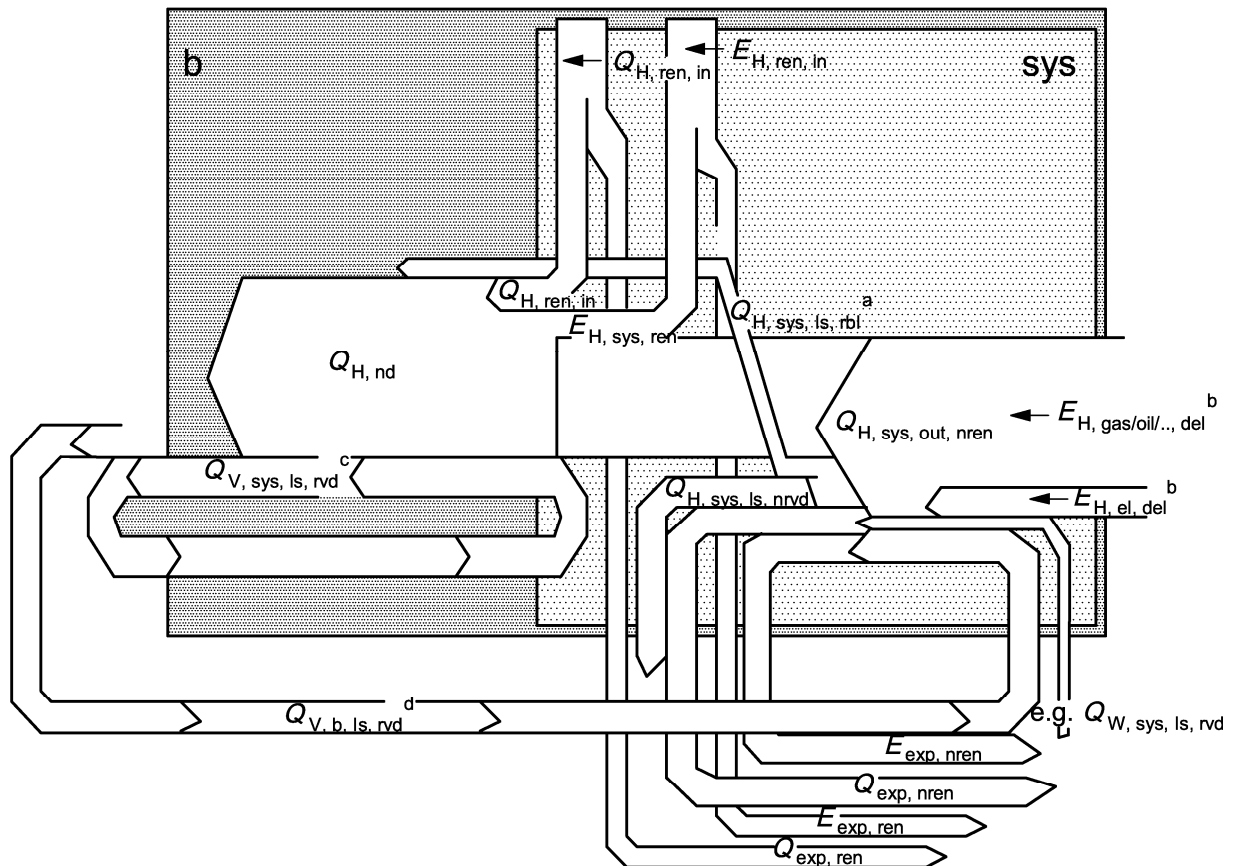
Legende

- a siehe Erläuterung
- b im Gebäude zurückgewonnene Wärme aus den Heizanlagenverlusten (z. B. von Warmwasserrohren)
- c in der Lüftungsanlage zurückgewonnene Wärme aus den Lüftungsverlusten (Wärmerückgewinnungseinheit)
- d in der Anlage zurückgewonnene Wärme aus den Gebäudeverlusten (z. B. vom Bauwerk an die Lüftungsanlage zurückgewonnene Wärme)

Bild K.3 — Energiebilanz, Gebäudeteil — Heizbetrieb; alle möglichen Ströme

Erläuterung Anlagenteil:

- Die beiden zusätzlichen Elemente von Bild K.3 sind auch in der Wechselbeziehung zwischen Anlage und Gebäude vorhanden;
- gegenüber dem vereinfachten Fall sind verschiedene Elemente hinzugekommen;
- erneuerbare Energie, z. B. zur Verwendung als Hilfsenergie;
- die Abgabe von Wärme und Strom aus den (nicht erneuerbaren) Rohstoffen und aus den erneuerbaren Energiequellen nach außen. Es ist zu beachten, dass der Index für den Energiebedarf (H) gestrichen wurde (es ist nicht relevant oder sogar nicht bekannt, für welchen Bedarf die Wärme oder der Strom nach außen abgegeben werden);
- die Heizanlage kann auch Wärme aus anderen Anlagen nutzen (z. B. zurückgewonnene Verluste), was in diesem Fall durch Eingang aus der Warmwasseranlage ($Q_{W,sys,ls,rvd}$) veranschaulicht ist;
- innerhalb der Anlage zurückgewonnene Anlagenverluste sind in diesem Schaubild nicht gezeigt; sie würden als Schleife innerhalb der Anlage erscheinen: als aus- und wieder eintretende Verluste.



Legende

- a im Gebäude zurückgewonnene Wärme aus den Heizanlagenverlusten (z. B. von Warmwasserrohren)
- b je Energieträger
- c in der Lüftungsanlage zurückgewonnene Wärme aus den Lüftungsverlusten (Wärmerückgewinnungseinheit)
- d in der Anlage zurückgewonnene Wärme aus den Gebäudeverlusten (z. B. vom Bauwerk an die Lüftungsanlage zurückgewonnene Wärme)

Bild K.4 — Energiebilanz, Anlagenteil — Heizbetrieb; alle möglichen Ströme

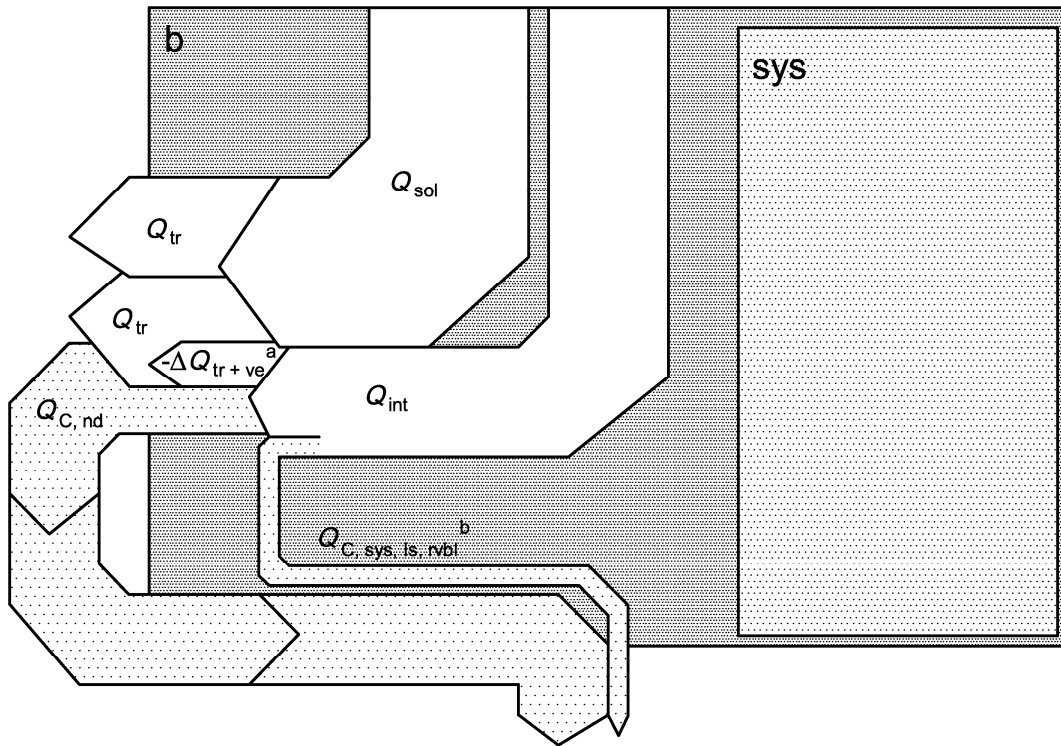
K.4 Kühlbetrieb, „mittlerer“ Fall

Zu den Symbolen und Indices, siehe Abschnitt 4.

Erläuterung Gebäudeteil:

- Da auch das Kühlen vorliegt, zeigt der Pfeil des Energiebedarfs nach außen — dem Gebäude durch die Kühlanlage entzogene Wärme.
- Wärmebilanz:
 - der Kühlbedarf ist durch die Differenz zwischen dem Transmissions- und Lüftungswärmetransfer (Wärmeverluste) und den Wärmeeinträgen aus solaren und inneren Wärmequellen gegeben;
 - das Schaubild gilt für den stationären Zustand: Die Wärmebilanz wird über einen Zeitraum ermittelt, der ausreichend lang ist, um gespeicherte und freigesetzte Wärme zu vernachlässigen (typischerweise: ein Monat oder eine gesamte Heiz-/Kühlperiode);

- $$\eta_{C,ls} \frac{Q}{t_{ht}} = \Delta Q_{tr+ve}. \text{ Daraus ergibt sich die Grundgleichung: } \frac{Q}{C_{nd}} = \frac{Q}{C_{gn}} - \eta_{C,ls} \frac{Q}{t_{ht}}$$



Legende

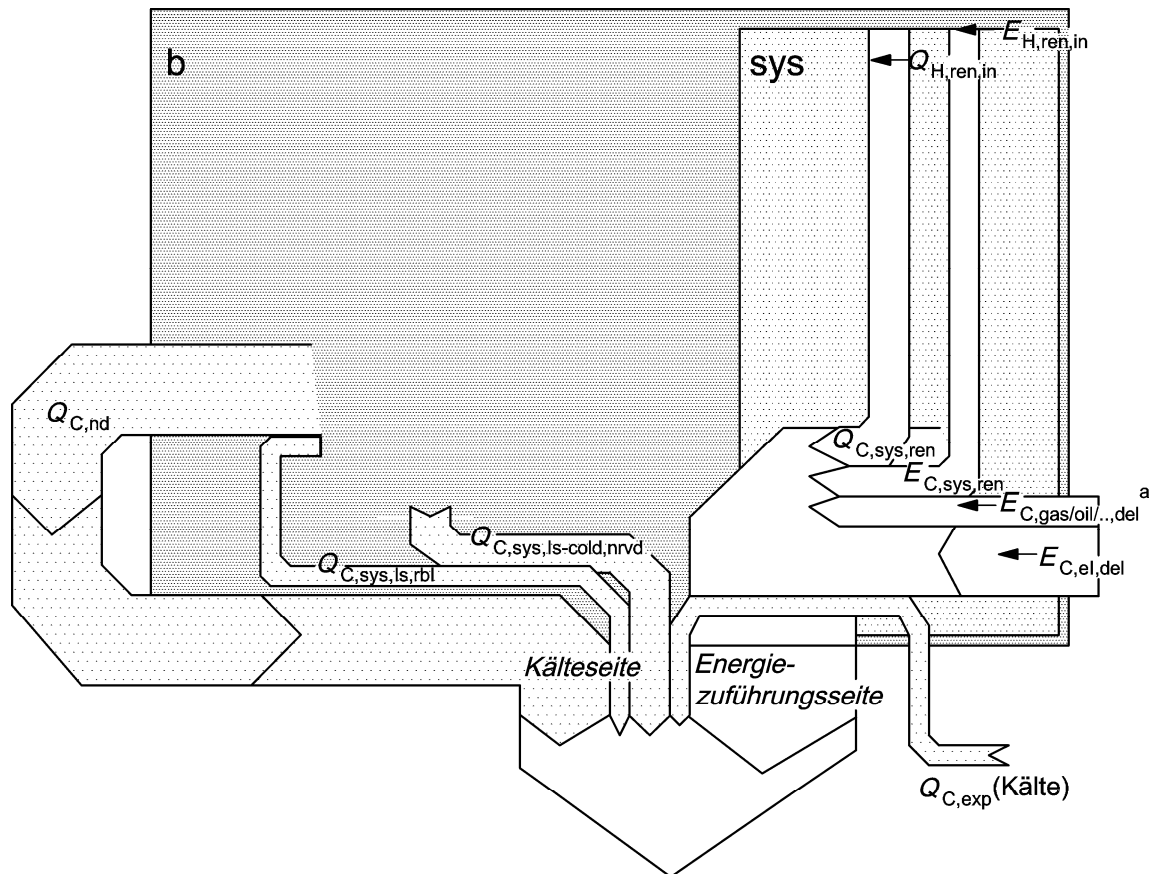
- a siehe Erläuterung
b im Gebäude zurückgewonnene Kälte aus den Kühlanlagenverlusten (z. B. von Kälterohren)

Bild K.5 — Energiebilanz, Gebäudeteil — Kühlbetrieb, „mittlerer“ Fall hinsichtlich der Komplexität

Erläuterung Anlagenteil:

- Die Kühlanlage besteht aus einem „Energiezuführungs“-Teil (weiße Pfeile, üblicherweise „warm“) und einem Kälteteil (gepunktete Pfeile);
- aus offensichtlichen Gründen sind die Verluste im Wärmeteil von denen im Kälteteil zu unterscheiden;
- das System muss Energie zuführen, um den Kühlenergiebedarf abzudecken, außerdem die nicht- und zurückgewonnenen Verluste im Gebäude (siehe Bild K.6) und die abgegebene Kälte (gegebenenfalls);

- bei zugeführter Energie kann es sich um thermische Energie (erneuerbare/s Wärme, Gas, Öl) und/oder elektrische Energie (erneuerbare Ressourcen) handeln;
- die Endenergie kann aus unterschiedlichen Energieträgern bestehen, die getrennt zu zählen sind. Elektrische Energie ist explizit dargestellt, da es sich hierbei oft um den zweiten Energieträger handelt (z. B. für Hilfsenergie). Um dies zu verdeutlichen, sind $EC_{el,del}$ und $EC_{gas/oil/...del}$ getrennt aufgeführt;
- innerhalb der Anlage zurückgewonnene Anlagenverluste sind in diesem Schaubild nicht gezeigt; sie würden als Schleife innerhalb der Anlage erscheinen: als aus- und wieder eintretende Verluste.



Legende

a Je Energieträger

Bild K.6 — Energiebilanz, Anlagenteil — Kühlbetrieb, „mittlerer“ Fall hinsichtlich der Komplexität

Literaturhinweise

- [1] ISO 7726, *Ergonomics of the thermal environment — Instruments for measuring physical quantities*
- [2] ISO 9050, *Glass in building — Determination of light transmittance, solar direct transmittance, total solar energy transmittance, ultraviolet transmittance and related glazing factors*
- [3] ISO 9488, *Solar energy — Vocabulary*
- [4] ISO 10077-2, *Thermal performance of windows, doors and shutters — Calculation of thermal transmittance — Part 2: Numerical method for frames*
- [5] ISO 15099, *Thermal performance of windows, doors and shading devices — Detailed calculations*
- [6] ISO 15927-1, *Hygrothermal performance of buildings — Calculation and presentation of climatic data — Part 1: Monthly means of single meteorological elements*
- [7] ISO 15927-6, *Hygrothermal performance of buildings — Calculation and presentation of climatic data — Part 6: Accumulated temperature differences (degree days)*
- [8] EN 12831, *Heizungsanlagen in Gebäuden — Verfahren zur Berechnung der Norm-Heizlast*
- [9] EN 15232, *Energieeffizienz von Gebäuden — Einfluss von Gebäudeautomation und Gebäudemanagement*
- [10] EN 15251, *Eingangsparameter für das Raumklima zur Auslegung und Bewertung der Energieeffizienz von Gebäuden — Raumluftqualität, Temperatur, Licht und Akustik.*
- [11] EN 15265:2007, *Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden — Berechnung des Heiz- und Kühlenergieverbrauchs — Allgemeine Kriterien und Validierungsverfahren*
- [12] EN 15316-4-5, *Heizungsanlagen in Gebäuden — Verfahren zur Berechnung der Energieanforderungen und Nutzungsgrade der Anlagen — Teil 4-5: Wärmeerzeugung für die Raumheizung, Leistungsdaten und Effizienz von Nah- und Fernwärmesystemen*
- [13] PASSYS, *Final Report of the Simplified Design Tool Subgroup*, Commission of the European Communities, Directorate General XII, EUR 12 998 EN, Brüssel, 1989
- [14] Règles ThG, *Règles de calcul du coefficient GV des bâtiments d'habitation et du coefficient G1 des bâtiments autres que d'habitation*, Cahiers du CSTB 2256, Paris, 1988
- [15] Règles ThBV, *Règles de calcul du coefficient de besoins de chauffage des logements*, Cahiers du CSTB 2486, Paris, 1991
- [16] Règles ThBV, *Règles de calcul du coefficient de besoins de chauffage des logements – Annexes*. Cahiers du CSTB 2274, Paris, 1988
- [17] Règles ThC, *Règles de calcul du coefficient de performance thermique globale des logements*, Cahiers du CSTB 2259, Paris, 1988
- [18] Règles ThC, *Règles de calcul du coefficient de performance thermique globale des logements. Compléments et annexes*, Cahiers du CSTB 2275, Paris, 1988
- [19] SIA 380-1, *Energie im Hochbau — Énergie dans le bâtiment*. SIA, Zürich, 1988

- [20] PLATZER, W.J., *Energetische Bewertung der transparenten Wärmedämmung*. Bauphysik, Heft 2/99, 1999, S. 67-76
- [21] Richtlinie *Bestimmung des solaren Energiegewinns durch Massivwände mit transparenter Wärmedämmung*. Fachverband Transparente Wärmedämmung e.V., Gundelfingen, Deutschland, 1999
- [22] Van DIJK, H.A.L. und ARKESTEIJN, C.A.M., *Windows and Space Heating Requirements; parameter studies leading to a simplified calculation method*. The Netherlands national report within Step 5 in IEA ECBCS Implementing Agreement project Annex XII, „Windows and Fenestration“, Delft, Dezember 1987
- [23] PASSYS-II, *Research Report of the Simplified Design Tool Subgroup*. Commission of the European Communities, Directorate General XII, Contract JOUE-CT90-0022, Brüssel, September 1993
- [24] Van DIJK, H.A.L. und SPIEKMAN, M.E., *Energy Performance of Buildings; Outline for Harmonised EP Procedures*. Final report of EU ENPER project, Task B6. Contract SAVE 4. 1031/C/00-018 TNO Building and Construction Research, Delft, Niederlande, 29. Juni 2004; (<http://www.enper.org>)
- [25] Van DIJK, H.A.L., SPIEKMAN, M.E. und De WILDE, P., *A monthly method for calculating energy performance in the context of European building regulations*, Proceedings of the Building Simulation 2005 Conference, Montreal (Kanada), August 2005
- [26] EPBD, *Richtlinie 2002/91/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2002 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden*
- [27] PEREZ, R., SEALS, P., INEICHEN, R., STEWART, R. und MENICUCCI, D., *A new simplified version of the Perez diffuse irradiance model for tilted surfaces*, *Solar Energy*, 39 (3), S. 221 – 231, 1987
- [28] CEN/TR 15615, *Erläuterung der allgemeinen Zusammenhänge zwischen verschiedenen Europäischen Normen und der Europäischen Richtlinie über die Gesamteffizienz von Gebäuden (EPBD) – Übergreifendes Dokument*