

DIN V 18599-2



ICS 91.120.10; 91.140.10; 91.140.30

Ersatzvermerk
siehe unten

Vornorm

**Energetische Bewertung von Gebäuden –
Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung,
Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung –
Teil 2: Nutzenergiebedarf für Heizen und Kühlen von Gebäudezonen**

Energy efficiency of buildings –

Calculation of the net, final and primary energy demand for heating, cooling, ventilation,
domestic hot water and lighting –

Part 2: Net energy demand for heating and cooling of building zones

Performance énergétique des bâtiments –

Calcul de la consommation nette et finale d'énergie et de l'énergie primaire pour le
chauffage, le refroidissement, la ventilation, l'approvisionnement en eau chaude et
l'éclairage –Partie 2: Consommation nette d'énergie pour le chauffage et le refroidissement des zones
des bâtiments**Ersatzvermerk**

Ersatz für DIN V 18599-2:2007-02;

mit DIN V 18599-1:2011-12, DIN V 18599-3:2011-12, DIN V 18599-4:2011-12, DIN V 18599-5:2011-12,
DIN V 18599-6:2011-12, DIN V 18599-7:2011-12, DIN V 18599-8:2011-12, DIN V 18599-9:2011-12 und
DIN V 18599-10:2011-12 Ersatz für DIN V 18599-100:2009-10

Gesamtumfang 111 Seiten

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



Inhalt

Seite

Vorwort	5
Einleitung	8
1 Anwendungsbereich	9
2 Normative Verweisungen	10
3 Begriffe, Symbole und Einheiten	12
3.1 Begriffe.....	12
3.2 Symbole, Einheiten und Indizes.....	13
4 Verknüpfung der Teile der Vornormenreihe DIN V 18599	18
4.1 Allgemeines	18
4.2 Eingangsgrößen aus anderen Teilen der Vornormenreihe DIN V 18599	18
4.3 Ausgangsgrößen für andere Teile der Vornormenreihe DIN V 18599	20
4.4 Ermittlung des Endenergiebedarfs für verschiedene Anlagensysteme nach der Vornormenreihe DIN V 18599	20
5 Monatsbilanzverfahren	21
5.1 Grundlagen des Bilanzverfahrens	21
5.1.1 Bilanzgrenzen und Berechnungszeitraum	21
5.1.2 Wärmequellen und Wärmesenken	21
5.1.3 Ausnutzung von Wärmequellen und Wärmesenken	22
5.1.4 Einflussgrößen auf Wärmequellen und Wärmesenken.....	23
5.2 Bilanzgleichungen für den Heizwärme- und den Kühlbedarf der Gebäudezone.....	23
5.2.1 Allgemeines	23
5.2.2 Bilanzgleichung für den Heizwärmebedarf (Nutzwärmebedarf).....	24
5.2.3 Bilanzgleichung für den Kühlbedarf (Nutzkältebedarf).....	24
5.2.4 Berücksichtigung von Wochenend- und Ferienbetrieb	25
5.2.5 Monatswerte und Jahreswerte	26
5.3 Wärmesenken	27
5.3.1 Allgemeines	27
5.3.2 Transmissionswärmesenken	27
5.3.3 Lüftungswärmesenken	28
5.3.4 Interne Wärmesenken	30
5.3.5 Wärmesenken durch Abstrahlungsverluste	30
5.3.6 Wärmespeicherung	30
5.4 Wärmequellen	31
5.4.1 Allgemeines	31
5.4.2 Wärmequellen aufgrund solarer Einstrahlung.....	31
5.4.3 Transmissionswärmequellen	32
5.4.4 Lüftungswärmequellen	33
5.4.5 Interne Wärmequellen	35
5.5 Ausnutzung der Wärmequellen.....	35
5.5.1 Allgemeines	35
5.5.2 Zeitkonstante der Gebäudezone	36
5.5.3 Ausnutzungsgrad	36
6 Bestimmung der Einzelgrößen für das Monatsbilanzverfahren	37
6.1 Anzusetzende Raumtemperaturen	37
6.1.1 Allgemeines	37
6.1.2 Bilanz-Innentemperatur für den Heizwärmebedarf.....	38
6.1.3 Bilanz-Innentemperatur für den Kühlbedarf	42
6.1.4 Temperatur einer angrenzenden unbeheizten oder ungekühlten Zone	42
6.1.5 Temperatur einer angrenzenden beheizten oder gekühlten Zone	46
6.2 Transmissionswärmesenken/-quellen.....	46
6.2.1 Direkte Transmission nach außen	46
6.2.2 Transmission durch unbeheizte oder ungekühlte Räume nach außen.....	48

6.2.3	Transmission zu angrenzenden beheizten oder gekühlten Gebäudezonen.....	49
6.2.4	Transmission über das Erdreich	50
6.3	Lüftungswärmesenken/-quellen	51
6.3.1	Infiltration	51
6.3.2	Fensterlüftung	54
6.3.3	Mechanische Lüftung	58
6.3.4	Lüftung in unbeheizten oder ungekühlten Gebäudezonen	62
6.3.5	Luftwechsel zwischen Zonen	62
6.4	Strahlungswärmequellen und -senken	65
6.4.1	Wärmequellen durch solare Einstrahlung durch transparente Flächen	65
6.4.2	Solare Wärmeeinträge über opake Bauteile	71
6.4.3	Solare Wärmeeinträge über unbeheizte oder ungekühlte Glasvorbauten	73
6.5	Interne Wärme- und Kältequellen	77
6.5.1	Interne Wärmequellen in Wohngebäuden.....	77
6.5.2	Wärmequellen durch Personen	77
6.5.3	Wärmequellen und Wärmesenken durch Geräte und Maschinen	77
6.5.4	Wärmequellen/-senken durch Stofftransport	78
6.5.5	Wärmequellen durch künstliche Beleuchtung	78
6.5.6	Wärmequellen/-senken durch das Heiz-, Kühl-, Trinkwasser- und Lüftungssystem	79
6.6	Übertrag gespeicherter Wärme zwischen Nutzungs- und Nichtnutzungstagen	81
6.7	Ausnutzungsgrad für Wärmequellen	82
6.7.1	Wirksame Wärmespeicherfähigkeit.....	82
6.7.2	Zeitkonstante	83
6.7.3	Ausnutzungsgrad.....	84
6.7.4	Begrenzung des Ausnutzungsgrades	85
Anhang A (normativ) Verschattungsfaktoren und bewegliche Sonnenschutzvorrichtungen.....		86
A.1	Allgemeines	86
A.2	Abminderungsfaktoren der baulichen Verschattung.....	86
A.3	Bewertung von beweglichen Sonnenschutzvorrichtungen	92
Anhang B (normativ) Maximale Heizleistung in der Gebäudezone.....		94
B.1	Allgemeines	94
B.2	Berechnung der maximalen Heizleistung $\Phi_{h,max}$ für den Auslegungstag (ohne mechanische Lüftung)	94
B.3	Auslegungsbedingungen	95
B.4	Erforderliche maximale Heizleistung unter Berücksichtigung der mechanischen Lüftungsanlage.....	95
Anhang C (normativ) Maximale Kühlleistung in der Gebäudezone		97
C.1	Allgemeines	97
C.2	Berechnung der erforderlichen maximalen Kühlleistung	97
C.3	Auslegungsbedingungen	98
C.4	Berechnung der Wärmequellen und -senken unter Auslegungsbedingungen	99
C.4.1	Transmissionswärme nach außen.....	100
C.4.2	Transmissionswärme über das Erdreich	100
C.4.3	Andere Transmissionswärmeströme	100
C.4.4	Wärmestrom durch Infiltration	101
C.4.5	Wärmestrom durch Fensterluftwechsel	101
C.4.6	Wärmestrom durch mechanische Zuluft.....	101
C.4.7	Wärmestrom durch Luft aus angrenzenden Zonen	101
C.4.8	Solare Wärmeeinträge über transparente Bauteile	102
C.4.9	Solare Wärmeeinträge über opake Bauteile	102
C.4.10	Solare Wärmeeinträge über Bauteile mit transparenter Wärmedämmung	103
C.4.11	Solare Wärmeeinträge über unbeheizte Glasvorbauten	103
C.4.12	Interne Wärmequellen und -senken.....	104
C.5	Erforderliche Kühlleistung in der Gebäudezone unter Berücksichtigung der mechanischen Lüftungsanlage.....	105

Anhang D (normativ) Berechnung der monatlichen Heiz- und Kühlzeit.....	106
D.1 Allgemeines	106
D.2 Monatliche Heizzeit	106
D.3 Monatliche Kühlzeit.....	107
Anhang E (normativ) Standardwerte für Volumenströme raumlufttechnischer Anlagen	109
E.1 Allgemeines	109
E.2 Standardwerte für den zulässigen Volumenstrom	109
Anhang F (normativ) Berechnung des spezifischen Transmissionswärmetransferkoeffizienten	110
Literaturhinweise.....	111

Bilder

Bild 1 — Übersicht über die Teile der DIN V 18599	8
Bild 2 — Inhalt und Umfang von DIN V 18599-2	10
Bild 3 — Prinzip der Ermittlung des Heizwärme- und Kühlbedarfs einer Gebäudezone	23
Bild 4 — Schematische Darstellung der für Glasverbauten zu berücksichtigenden Größen	74
Bild 5 — Beispiel zu den zwei Typen von Abluftleuchten	79
Bild A.1 — Definition des Horizontwinkels	86
Bild A.2 — Definition Überhangwinkel	88
Bild A.3 — Definition Seitenwinkel	90
Bild E.1 — Zusammenhang zwischen maximaler Kühlleistung und zulässigem Volumenstrom, abhängig vom Klimasystem.....	109

Tabellen

Tabelle 1 — Symbole, Einheiten	13
Tabelle 2 — Indizes	16
Tabelle 3 — Eingangsgrößen aus anderen Teilen der Vornormenreihe DIN V 18599.....	18
Tabelle 4 — Ausgangsgrößen für andere Teile der Vornormenreihe DIN V 18599	20
Tabelle 5 — Berechnungswerte der Temperatur-Korrekturfaktoren von Bauteilen.....	43
Tabelle 6 — n_{50}- und q_{50}-Bemessungswerte (Standardwerte für ungeprüfte Gebäude)	53
Tabelle 7 — Standardwerte für die Kennwerte von Gläsern und Sonnenschutzvorrichtungen^a	68
Tabelle 8 — Standardwerte für den Strahlungsabsorptionsgrad verschiedener Oberflächen im energetisch wirksamen Spektrum des Sonnenlichts	72
Tabelle 9 — Standardwerte für Raumbelastungsgrade μ_l bei Abluftleuchten in Deckensystemen	79
Tabelle A.1 — Teilbestrahlungsfaktoren F_h für verschiedene Horizontwinkel und Flächenneigungen	87
Tabelle A.2 — Teilbestrahlungsfaktor F_0 für horizontale Überhänge bei verschiedenen Flächenneigungen	89
Tabelle A.3 — Teilbestrahlungsfaktor F_f für seitliche Abschattungsflächen.....	91
Tabelle A.4 — Parameter a zur Bewertung der Aktivierung von beweglichen manuell- oder zeitgesteuerten Sonnenschutzvorrichtungen für verschiedene Flächenneigungen	92
Tabelle A.5 — Parameter a zur Bewertung der Aktivierung von beweglichen, strahlungsabhängig geregelten Sonnenschutzvorrichtungen für verschiedene Flächenneigungen	93

Vorwort

Diese Vornorm wurde vom zuständigen Gemeinschaftsausschuss NA 005-56-20 GA „Energetische Bewertung von Gebäuden“ zum Druck als Vornorm frei gegeben. Der Inhalt wurde vom Normenausschuss Bauwesen (NABau) als Hauptträger erarbeitet und wird von den Normenausschüssen Lichttechnik (FNL) und Heiz- und Raumluftechnik (NHRS) als Mitträger getragen.

Eine Vornorm ist das Ergebnis einer Normungsarbeit, das wegen bestimmter Vorbehalte zum Inhalt oder wegen des gegenüber einer Norm abweichenden Aufstellungsverfahrens vom DIN noch nicht als Norm herausgegeben wird.

Zur vorliegenden Vornorm wurde kein Entwurf veröffentlicht.

Erfahrungen mit dieser Vornorm sind erbeten an

- vorzugsweise als Datei per E-Mail an nabau@din.de in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter <http://www.din.de/stellungnahme> abgerufen werden;
- oder in Papierform an den Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V., 10772 Berlin (Hausanschrift: Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin).

Die Vornormenreihe DIN V 18599 *Energetische Bewertung von Gebäuden — Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung* besteht aus:

- Teil 1: *Allgemeine Bilanzierungsverfahren, Begriffe, Zonierung und Bewertung der Energieträger*
- Teil 2: *Nutzenergiebedarf für Heizen und Kühlen von Gebäudezonen*
- Teil 3: *Nutzenergiebedarf für die energetische Luftaufbereitung*
- Teil 4: *Nutz- und Endenergiebedarf für Beleuchtung*
- Teil 5: *Endenergiebedarf von Heizsystemen*
- Teil 6: *Endenergiebedarf von Lüftungsanlagen, Luftheizungsanlagen und Kühltssystemen für den Wohnungsbau*
- Teil 7: *Endenergiebedarf von Raumluftechnik und Klimakältesystemen für den Nichtwohnungsbau*
- Teil 8: *Nutz- und Endenergiebedarf von Warmwasserbereitungssystemen*
- Teil 9: *End- und Primärenergiebedarf von stromproduzierenden Anlagen*
- Teil 10: *Nutzungsrandbedingungen, Klimadaten*
- Teil 11: *Gebäudeautomation*

Die Vornormenreihe DIN V 18599 stellt ein Verfahren zur Bewertung der Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden zur Verfügung. Die Berechnungen erlauben die Beurteilung aller Energiemengen, die zur bestimmungsgemäßen Beheizung, Warmwasserbereitung, raumluftechnischen Konditionierung und Beleuchtung von Gebäuden notwendig sind.

Dabei berücksichtigt die Vornormenreihe DIN V 18599 auch die gegenseitige Beeinflussung von Energieströmen und weist auf planerische Konsequenzen hin. Neben dem Berechnungsverfahren werden auch nutzungs- und betriebsbezogene Randbedingungen für eine neutrale Bewertung zur Ermittlung des Energiebedarfs angegeben (unabhängig von individuellem Nutzerverhalten und lokalen Klimadaten).

Die Vornormenreihe DIN V 18599 ist geeignet, den langfristigen Energiebedarf für Gebäude oder auch Gebäudeteile zu ermitteln und die Einsatzmöglichkeiten erneuerbarer Energien für Gebäude abzuschätzen.

Das Verfahren ist für zu errichtende Gebäude sowie für bestehende Gebäude oder Baumaßnahmen im Bestand gleichermaßen bestimmt.

Dieses Dokument ersetzt DIN V 18599-2:2007-02.

Dieses Dokument ersetzt zusammen mit Teil 1, und Teil 3 bis Teil 10 von DIN V 18599 die DIN V 18599-100:2009-10.

Änderungen

Gegenüber DIN V 18599-2:2007-02 und DIN V 18599-100:2009-10 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Einarbeitung der für den Teil 2 relevanten Änderungen und Korrekturen des Vornormenteils 100;
- b) Allgemein
 - Umbenennung maschinelle in mechanische Lüftung
 - Umbenennung Verglasung in Glas
- c) Aktualisierung von Abschnitt 2 „Normative Verweisungen“;
- d) Überarbeitung der Tabelle 1 „Symbole, Einheiten und Indizes“ und der Abschnitte zu den Eingangs- und Ausgangsgrößen;
- e) Überarbeitung (teilweise nur redaktionell) der Abschnitte
 - 4.1 Eingangsgrößen für andere Teile der Vornormenreihe DIN V 18599;
 - 5.1.2 Wärmequellen und Wärmesenken;
 - 6.1.1.3 Räumlich eingeschränkter Heizbetrieb (Teilbeheizung): Ergänzung der Definition von aTB;
 - neu: 6.1.1.5 Wirkung von Einzelraumregelungssystemen;
 - 6.1.2.2 Reduzierter Heizbetrieb während der Nachtstunden: Einführung eines Terms zur Berücksichtigung der Gebäudeautomation;
 - 6.1.4.2 Vereinfachter Ansatz zur Ermittlung der mittleren Temperatur in unbeheizten Zonen (Heizfall) mittels Temperatur-Korrekturfaktoren:
 - Präzisierung der Wärmeübergangswiderstände für Bauteile an Erdreich (neuer Abschnitt 6.1.3.3 Randbedingungen für die Bestimmung von Wärmedurchgangskoeffizienten bei Bauteilen an Erdreich).
 - Präzisierung der geometrischen Randbedingungen zu Bestimmung von B' (neuer Abschnitt 6.1.3.4 Geometrische Randbedingungen bei der Bestimmung des charakteristischen Bodenplattenmaßes. In Abschnitt 6.2.4 Transmission über das Erdreich (detaillierte Berechnung gemäß DIN EN ISO 13370) wird ebenfalls auf diese Definition verwiesen.
 - 6.2.4 Transmission über das Erdreich:
 - Formelzeichen und Beschreibung L_s geändert in H_G (in Ausgabe 2008:04 der DIN EN ISO 13370 umbenannt).
 - Präzisere Formulierung zur Anwendung der Verfahren F_x -Werte/detaillierte Berechnung nach DIN EN ISO 13370.
 - 6.3.1.1 Bestimmung des Infiltrationsluftwechsels.
 - Alternative Formulierung der Bemessungswerte der Luftdurchlässigkeit als hüllflächenbezogene Werte, welche in n_{50} -Werte umgerechnet werden können.
 - Änderung der Bestimmung von n_{inf} , Änderung $f_{v,mech}$ in f_e , Einführung von neuer Größe f_{ATD} , Streichung des Index „wind“ bei e und f.
 - Datierung bei Verweis auf DIN 4108-7 entfernt, wodurch die aktuelle Ausgabe in Bezug genommen wird (2011-01)

- 6.3.2 Fensterlüftung
 - Einführung einer saisonalen Anpassung des Fensterluftwechsels für Wohngebäude
 - Für Nichtwohngebäude ohne mechanische Lüftung wird für den nutzungsbedingten Mindest-
außenluftwechsel eine automatisierte, bedarfsgeregelte Fensterlüftung in Ansatz gebracht.
- 6.3.3.1 Bestimmung des mittleren Anlagenluftwechsels: n_{mech} für Wohngebäude kommt nun aus
Teil 6 der Norm;
- 6.4.1 Wärmequellen durch solare Einstrahlung durch transparente Flächen;
 - Unterschiedliche Randbedingungen der Ausführung und Aktivierung des Sonnenschutzes für
Winter- und Sommerhalbjahr möglich.
 - Bei Wohngebäuden kann im Kühlfall eine variable Sonnenschutzvorrichtung in Ansatz gebracht
werden, im Heizfall bleibt die Beschränkung auf feststehende Sonnenschutzvorrichtungen.
 - Änderungen bei den tabellierten Kennwerten für Sonnenschutzvorrichtungen.
- 6.4.3.1 Berechnung von Glasdoppelfassaden: Ergänzungen;
- 6.7.1 Wirksame Wärmespeicherfähigkeit: Die Einstufung zur Bestimmung des Pauschalwertes für
Hallengebäude (Änderung DIN V 18599-100) erfolgt nun als „schwere Gebäudezone“;
- 6.7.2 Zeitkonstante:
 - Präzisierung der Bestimmung von $H_{V,\text{mech},9}$
 - Aufnahme eines (vereinfachten) F_x -Wertes bei der Bestimmung der Zeitkonstante
- f) Anhang B Maximale Heizleistung in der Gebäudezone;
- g) Anhang C Abschnitt C.4.2 Transmissionswärme über das Erdreich;
- h) D.3 Monatliche Kühlzeit;
- i) neuer Anhang F (normativ) Berechnung des spezifischen Transmissionswärmetransferkoeffizienten;
- j) Abschnitt Literaturhinweise wurde aktualisiert;
- k) Überarbeitung in technischer und redaktioneller Hinsicht.

Frühere Ausgaben

DIN V 18599-2: 2005-07, 2007-02

DIN V 18599-100: 2009-10

Einleitung

Die nach der Vornormenreihe DIN V 18599 durchgeführte Energiebilanz folgt einem integralen Ansatz, d. h., es erfolgt eine gemeinschaftliche Bewertung des Baukörpers, der Nutzung und der Anlagentechnik unter Berücksichtigung der gegenseitigen Wechselwirkungen. Zur Verbesserung der Übersichtlichkeit besteht die Vornormenreihe DIN V 18599 aus mehreren Teilen, die einzelne Themenschwerpunkte behandeln. Einen Überblick über die Inhalte der einzelnen Teile gibt Bild 1.

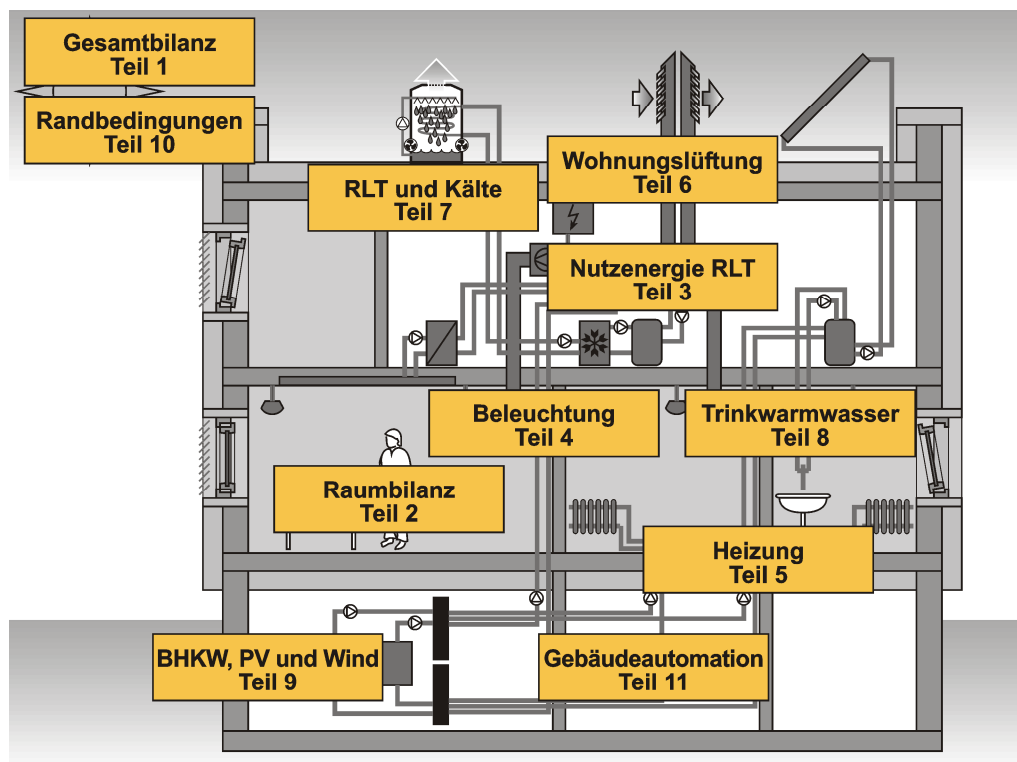


Bild 1 — Übersicht über die Teile der DIN V 18599

1 Anwendungsbereich

Die Vornormenreihe DIN V 18599 stellt ein Verfahren zur Durchführung der Gesamtenergiebilanz von Gebäuden bereit. Der aufgezeigte Algorithmus ist anwendbar für die energetische Bilanzierung von:

- Wohn- und Nichtwohnbauten;
- Neubauten und Bestandsbauten.

Die Vorgehensweise der Bilanzierung ist geeignet für:

- eine Energiebedarfsbilanzierung von Gebäuden mit teilweise festgelegten Randbedingungen;
- eine allgemeine, ingenieurmäßige Energiebedarfsbilanzierung von Gebäuden mit frei wählbaren Randbedingungen, z. B. mit dem Ziel des Abgleichs zwischen Energiebedarf und Energieverbrauch (Bedarfs-Verbrauchs-Abgleich).

Die Bilanzierung umfasst Energieaufwendungen für

- die Heizung,
- die Lüftung,
- die Klimatisierung (einschließlich Kühlung und Befeuchtung),
- die Trinkwarmwasserversorgung,
- die Beleuchtung

von Gebäuden einschließlich der zusätzlichen Stromaufwendungen (Hilfsenergien), die unmittelbar mit der Energieversorgung zusammenhängen.

DIN V 18599-2 legt Rechenverfahren fest, um den benötigten Nutzwärmebedarf (Heizwärmebedarf) und den Nutzkältebedarf (Kühlbedarf) des betrachteten Gebäudeteils auszuweisen. Grundlage der Berechnungen ist eine entsprechend der Nutzung ausgewiesene Gebäudezone. Die Bestimmung der Gebäudezonen erfolgt nach DIN V 18599-1. Die durch die Nutzung vorgegebenen Randbedingungen bezüglich Raumtemperaturen, interner Lasten, Beleuchtung und Luftbedarf sind in DIN V 18599-10 festgelegt.

Die in diesem Dokument zusammengestellten Verfahren sind sowohl geeignet, den Heizwärmebedarf für rein beheizte Gebäudezonen zu berechnen als auch den Heizwärmebedarf und den Kühlbedarf von Gebäudezonen, für die Heizung und Kühlung vorgesehen sind. Insbesondere ist auch die Bestimmung des Heizwärme- und Kühlbedarfs von Gebäudezonen mit raumluftechnischen Anlagen berücksichtigt. Für Gebäude mit raumluftechnischer Anlage wird der gesamte Nutzenergiebedarf für Heizen und Kühlen nach DIN V 18599-3 festgelegt, in der der Bedarf an Wärme, Kälte, Dampf und Ventilatorstrom für Luftaufbereitung und -transport bestimmt wird.

Zur Ermittlung des Heizwärme- und des Kühlbedarfs sind alle in der Gebäudezone auftretenden Wärmequellen und Wärmesenken zu bestimmen und miteinander zu bilanzieren. Hierzu sind auch Ergebnisse aus anderen Teilen der Vornormenreihe DIN V 18599 einzubeziehen (z. B. Energieeintrag durch künstliche Beleuchtung nach DIN V 18599-4, ungeregelte Wärmeeinträge aus dem Heizsystem nach DIN V 18599-5 usw.).

Heizwärmebedarf und Kühlbedarf ergeben sich aus dem Zusammenwirken von bautechnischen und anlagentechnischen Eigenschaften des Gebäudes sowie den Anforderungen der Nutzung. Energieeinsparungen durch bauliche Veränderungen können durch die Ermittlung des Heizwärmebedarfs und des Kühlbedarfs abgeschätzt werden.

Der Heizwärme- und der Kühlbedarf müssen in der Gebäudezone durch Heiz- und Kühlsysteme gedeckt werden. Der Energiebedarf, der von den Heiz- und Kühlsystemen zur Bereitstellung benötigt wird, ist in DIN V 18599-5 bis DIN V 18599-9 festgelegt. Die in diesem Dokument berechneten Bedarfswerte sind Grundlage für die Berechnung des Energiebedarfs der Heiz- und Kühlsysteme.

Das Verfahren ist nicht geeignet, um den Heizwärmebedarf oder den Kühlbedarf von Gebäudezonen mit Glasdoppelfassaden zu berechnen. Solange kein allgemein anerkanntes Verfahren zur Berechnung von Glasdoppelfassaden bekannt ist, können Glasdoppelfassaden, die geschossweise unterteilt sind, ersatzweise als Wintergarten (unbeheizter Glasvorbau) berechnet werden.

Bild 2 zeigt schematisch den inhaltlichen Umfang des vorliegenden Dokuments. Ein zu Bild 2 analoges Übersichtsbild mit farblicher Kennzeichnung des jeweiligen Inhalts ist auch in allen anderen Teilen der Vornormenreihe DIN V 18599 zur Orientierung enthalten.

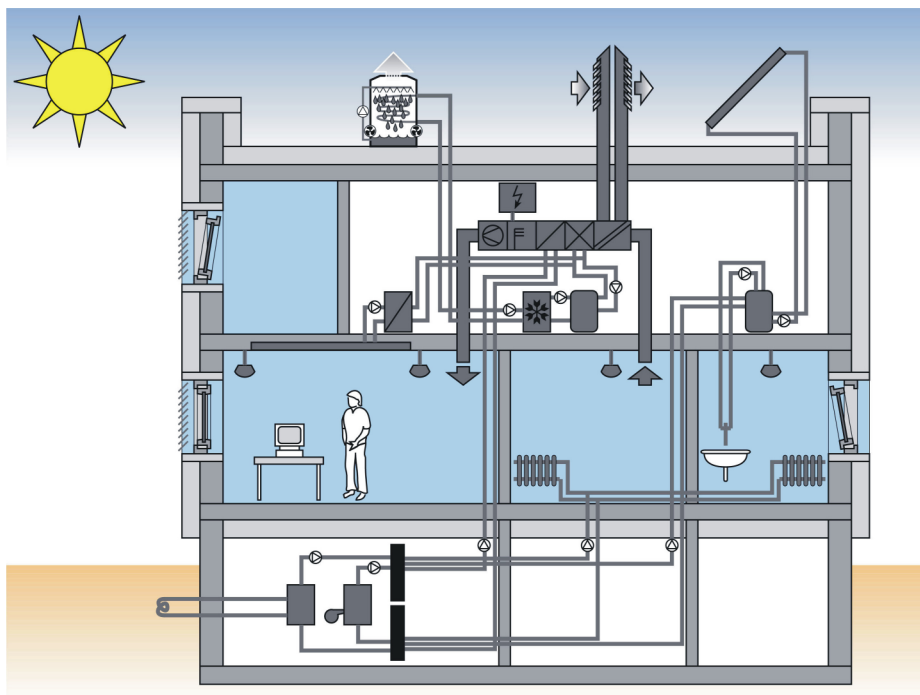


Bild 2 — Inhalt und Umfang von DIN V 18599-2

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).

DIN 4108 Beiblatt 2, *Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden — Wärmebrücken — Planungs- und Ausführungsbeispiele*

DIN 4108-2, *Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden — Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz*

DIN 4108-7, *Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden — Teil 7: Luftdichtheit von Gebäuden, Anforderungen, Planungs- und Ausführungsempfehlungen sowie Beispiele*

DIN V 4108-4, *Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden — Teil 4: Wärme- und feuchteschutztechnische Bemessungswerte*

DIN V 18599-1, *Energetische Bewertung von Gebäuden — Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung — Teil 1: Allgemeine Bilanzierungsverfahren, Begriffe, Zonierung und Bewertung der Energieträger*

DIN V 18599-3, *Energetische Bewertung von Gebäuden — Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung — Teil 3: Nutzenergiebedarf für die energetische Luftaufbereitung*

DIN V 18599-4, *Energetische Bewertung von Gebäuden — Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung — Teil 4: Nutz- und Endenergiebedarf für Beleuchtung*

DIN V 18599-5, *Energetische Bewertung von Gebäuden — Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung — Teil 5: Endenergiebedarf von Heizsystemen*

DIN V 18599-6, *Energetische Bewertung von Gebäuden — Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung — Teil 6: Endenergiebedarf von Lüftungsanlagen, Luftheizungsanlagen und Kühlsystemen für den Wohnungsbau*

DIN V 18599-7, *Energetische Bewertung von Gebäuden — Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung — Teil 7: Endenergiebedarf von Raumluftheizungs- und Klimakältesystemen für den Nichtwohnungsbau*

DIN V 18599-8, *Energetische Bewertung von Gebäuden — Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung — Teil 8: Nutz- und Endenergiebedarf von Warmwasserbereitungssystemen*

DIN V 18599-9, *Energetische Bewertung von Gebäuden — Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung — Teil 9: End- und Primärenergiebedarf von stromproduzierenden Anlagen*

DIN V 18599-10:2011-12, *Energetische Bewertung von Gebäuden — Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung — Teil 10: Nutzungsrandbedingungen, Klimadaten*

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

DIN EN 13363-1, *Sonnenschutzeinrichtungen in Kombination mit Verglasungen — Berechnung der Solarstrahlung und des Lichttransmissionsgrades — Teil 1: Vereinfachtes Verfahren*

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

DIN EN 13829:2001-02, *Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden — Bestimmung der Luftdurchlässigkeit von Gebäuden — Differenzdruckverfahren (ISO 9972:1996, modifiziert); Deutsche Fassung EN 13829:2000*

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

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

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

DIN EN ISO 9288, *Wärmeschutz — Wärmeübertragung durch Strahlung — 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 10211-1, *Wärmebrücken im Hochbau — Wärmeströme und Oberflächentemperaturen — Teil 1: Allgemeine Berechnungsverfahren*

DIN EN ISO 10211-2, *Wärmebrücken im Hochbau — Berechnung der Wärmeströme und Oberflächentemperaturen — Teil 2: Linienförmige Wärmebrücken*

DIN EN ISO 13370:2008-04, *Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden — Wärmeübertragung über das Erdreich — Berechnungsverfahren (ISO 13370:2007); Deutsche Fassung EN ISO 13370:2007*

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

DIN EN ISO 13789, *Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden — Spezifischer Transmissionswärmeverlustkoeffizient — Berechnungsverfahren*

DIN EN ISO 13790, *Energieeffizienz von Gebäuden – Berechnung des Energiebedarfs für Heizung und Kühlung*

3 Begriffe, Symbole und Einheiten

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach DIN EN 832, DIN EN ISO 6946, DIN EN ISO 7345 und DIN EN ISO 9288 und die folgenden Begriffe.

3.1 Begriffe

3.1.1

wirksame Wärmespeicherfähigkeit

Teilbetrag der Wärmespeicherfähigkeit einer Gebäudezone, der einen Einfluss auf den Heizwärmebedarf und auf die sommerliche Raumkonditionierung hat

3.1.2

Wärmetransferkoeffizient für Transmission

Wärmedurchgang je Zeiteinheit durch ein Bauteil, bezogen auf die Temperaturdifferenz der Luft zu beiden Seiten des Bauteils (Kehrwert des thermischen Gesamtwiderstandes des Bauteils)

3.1.3

Wärmetransferkoeffizient für Lüftung

Wärmeaustausch durch einen Luftvolumenstrom je Zeiteinheit, bezogen auf die Temperaturdifferenz (Wärmeleistung eines Luftvolumenstroms, bezogen auf die Temperaturdifferenz)

3.1.4

Produktwert

herstellerspezifischer Wert auf der Grundlage

- einer Konformitätserklärung zu europäisch harmonisierten Normen bzw. entsprechenden Europäischen Richtlinien oder
- einer Konformitätserklärung zu allgemein anerkannten Regeln der Technik oder
- eines bauaufsichtlichen Verwendbarkeitsnachweises,

der für dieses Rechenverfahren geeignet ist.

3.1.5

Standardwert

Wert, der für den Berechnungsgang verwendet werden kann, sofern kein für das Rechenverfahren geeigneter Produktwert verfügbar ist

3.2 Symbole, Einheiten und Indizes

Tabelle 1 — Symbole, Einheiten

Symbol	Bedeutung	Übliche Einheit
A	Fläche	m^2
a	Numerischer Parameter	—
A_B	Bezugsfläche	m^2
c	Spezifische Wärmekapazität	$\text{kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$, $\text{Wh}/(\text{kg} \cdot \text{K})$
C_{wirk}	Wirksame Wärmekapazität der Gebäudezone	kJ/K , $(\text{W} \cdot \text{h})/\text{K}$
d_{mth}	Anzahl der Tage des Monats	d/mth
d_{nutz}	(durchschnittliche) Anzahl der Nutzungstage im Monat	d/mth
d_{we}	(durchschnittliche) Anzahl der Tage mit Wochenend- oder Ferienbetrieb im Monat	d/mth
e	Volumenstromkoeffizient	—
f_{NA}	Korrekturfaktor für eingeschränkten Heizbetrieb während der Nacht	
f_{tb}	Korrekturfaktor für räumlich eingeschränkten Heizbetrieb	
f_e	Faktor zur Bewertung der Infiltration bei mechanischer Lüftung	—
f	Koeffizient zur Windexposition	—
f_{we}	Korrekturfaktor für eingeschränkten Heizbetrieb über mehrere Tage	
F, f	Faktor	—
F_f	Strahlungswirksamer Formfaktor zwischen Bauteil und Himmel bzw. Teilbestrahlungsfaktor für seitliche Abschattungsflächen	—
F_F	Abminderungsfaktor für den Rahmenanteil	—
F_S	Abminderungsfaktor infolge Verschattung	—
F_u	Temperatur-Korrekturfaktor für Bauteile zu unbeheizten Räumen	—
F_V	Abminderungsfaktor durch Verschmutzung	—
F_w	Abminderungsfaktor infolge nicht senkrechten Strahlungseinfalls	—
F_x	Temperatur-Korrekturfaktor für Bauteilart x	—
g_{eff}	Wirksamer Gesamtenergiedurchlassgrad	—
g_{tot}	Gesamtenergiedurchlassgrad unter Berücksichtigung des Sonnenschutzes	—
g_{\perp}	Gesamtenergiedurchlassgrad bei senkrechtem Strahlungseinfall	—
h_T	Äußerer Abstrahlungskoeffizient	$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
H	Wärmetransferkoeffizient allgemein	W/K
H_G	Stationärer Wärmeübertragungskoeffizient über das Erdreich (DIN EN ISO 13370)	W/K
H_T	Wärmetransferkoeffizient für Transmission für die gesamte Gebäudezone	W/K

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Symbol	Bedeutung	Übliche Einheit
$H_{T,D}$	Wärmetransferkoeffizient für Transmission zwischen beheizter Gebäudezone und Außenluft	W/K
$H_{T,s}$	Wärmetransferkoeffizient für Transmission über das Erdreich	W/K
H_V	Wärmetransferkoeffizient für Lüftung	W/K
$H_{V,inf}$	Wärmetransferkoeffizient für Infiltration	W/K
$H_{V,win}$	Wärmetransferkoeffizient für Fensterlüftung	W/K
$H_{V,mech}$	Wärmetransferkoeffizient für mechanische Lüftung	W/K
$H_{V,mech,9}$	Temperaturgewichteter Wärmetransferkoeffizient für mechanische Lüftung	W/K
I_s	Mittlere monatliche Strahlungsintensität der Sonne, solare Einstrahlung	W/m ²
l	Länge (einer linienförmigen Wärmebrücke)	m
n	Luftwechselrate nach DIN EN ISO 7345	h ⁻¹
n_{50}	Luftwechselrate bei 50 Pa Druckdifferenz	h ⁻¹
q_{50}	hüllflächenbezogene Luftdurchlässigkeit bei 50 Pa Druckdifferenz	m ³ /(m ² h)
Q	Wärme, Wärmemenge nach DIN EN ISO 7345	Wh, kWh
		Wh/a, kWh/a
\dot{Q}	Mittlere Wärmeleistung	W, kW
Q_{sink}	Wärmesenken	Wh, kWh
Q_{source}	Wärmequellen	Wh, kWh
Q_S	Solarwärmeeinträge, Strahlungswärme	Wh, kWh
Q_I	Interne Wärme- oder Kälteeinträge	Wh, kWh
$Q_{h,b}$	Bilanzierter Heizwärmebedarf der Gebäudezone	Wh, kWh
$Q_{c,b}$	Bilanzierter Kühlbedarf der Gebäudezone	Wh, kWh
$Q_{S,tr}$	Wärmequelle durch solare Einstrahlung durch transparente Flächen	Wh
$Q_{S,opak}$	Wärmequelle/-senke durch Strahlung auf/von opake Flächen	Wh
R	Wärmedurchlasswiderstand, Wärmeübergangswiderstand	(m ² · K)/W
t	Zeitspanne, Zeit	h
$t_{V,mech}$	Tägliche Betriebsdauer der mechanischen Lüftung	h
U	Wärmedurchgangskoeffizient	W/(m ² · K)
V	Nettovolumen (belüftetes Volumen)	m ³
\dot{V}	Volumenstrom	m ³ /s, m ³ /h
α	Strahlungsabsorptionsgrad (an opaken Oberflächen)	—
α_{sp}	Strahlungsabsorptionsgrad der Trennfläche unbeheizter Glasvorbau/Kernhaus	—
θ_e	Außenlufttemperatur	°C
θ_i	Bilanz-Innentemperatur	°C

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Symbol	Bedeutung	Übliche Einheit
$\theta_{i,c,soll}$	Für den Kühlfall vorgegebene Raumsolltemperatur während der Nutzungszeit	°C
$\theta_{i,h,soll}$	Für den Heizfall vorgegebene Raumsolltemperatur während der Nutzungszeit	°C
$\theta_{V,mech}$	Lufttemperatur der Zuluft einer mechanischen Lüftungsanlage	°C
θ_u	Lufttemperatur in einer unbeheizten oder ungekühlten Zone	°C
θ_z	Bilanz-Innentemperatur einer angrenzenden beheizten oder gekühlten Zone	
$\Delta\theta_{er}$	Differenz der Außenlufttemperatur und der Himmelstemperatur	K
λ	Wärmeleitfähigkeit	W/(m · K)
μ_l	Raumbelastungsgrad für die Beleuchtung	—
η	Ausnutzungsgrad	—
$\eta_{V,mech}$	Nutzungsfaktor des Abluft-Zuluft-Wärmetauschersystems	—
γ	Wärmequellen-/Wärmesenken-Verhältnis	—
ψ	Längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient (auch: Wärmebrückenverlustkoeffizient)	W/(m · K)
Φ	Wärmestrom	W
τ	Zeitkonstante (einer Gebäudezone)	h
τ_{D65}	Lichttransmissionsgrad für die Normlichtart D65	—
τ_e	Transmissionsgrad für die Solarstrahlung	—
ρ_e	Strahlungsreflexionsgrad	—
ρ	Rohdichte	kg/m ³

Tabelle 2 — Indizes

Index	Bedeutung
a	Jahr, z. B. 1/a = je Jahr
a	Luft (en: air)
ETA	Abluft einer mechanischen Lüftungsanlage (en: extract air)
adapt	adaptiv (Gebäudeautomation)
ATD	Berücksichtigung von Außenluftdurchlässen (ALD, en: air transfer device)
b	Nutzenergiebedarf
B	Sonnenschutzvorrichtung (en: blind)
c	Kühlung, Kälte
C	Die Wärmespeicherung betreffend
d	Tag, täglich (en: day)
e	außen, äußere oder außerhalb thermischer Hülle (betrifft nicht Index „r“ in T2) oder von bestimmter Schicht nach außen zur Umgebungsluft
eff	Effektiv
elektr	Elektrisch
E	Hüllfläche nach DIN EN 13829:2001-02
EMS	Gebäudeautomation (en: energy management system)
f	End-(energie)
F	Rahmen
fac	Durch Maschinen bedingt (en: facilities)
g	Glas (en: glazing)
goods	Durch Waren, Güter verursacht
h	Heizung für Raumwärme
I	Innen (auch von einer Schicht nach innen zur Innenluft), Intern, im Inneren
In	Eintretend
Is	Verlust (en: loss)
Is,ce	Verluste der Übergabe (en: control and emission)
inf	Infiltration
iu	Von beheizter Gebäudezone in eine unbeheizte Gebäudezone
I	Licht
nth	Monat, z. B. je Monat 1/nth; nth = Jan, Feb, Mrz, Apr, Mai, Jun, Jul, Aug, Sep, Okt, Nov, Dez
max	Maximal, Höchst-
mech	Mechanisch (Lüftungsanlagen)
min	Minimal, Mindest-
NA	Reduzierter Heizbetrieb (Nachabsenkung)

Tabelle 2 (fortgesetzt)

Index	Bedeutung
nutz	Während der Nutzung; nutzungsbedingt
opak	Opak
op	Betrieb (en: operating)
out	Austretend
p	Bei konstantem Druck (bei $c_{p,a}$)
p	Durch Personen verursacht
res	Resultierend
S	Solar, durch Sonneneinstrahlung
s	Erdreich (en: soil)
seasonal	saisonale Anpassung des Fensterluftwechsels für Wohngebäude (en: seasonal)
sink	Wärmesenke
soll	Sollwert
source	Wärmequelle
T	Transmission
tb	teilbeheizt, Teilbeheizung
TI	Transparente Wärmedämmung (en: transparent insulation)
tot	Total, gesamt
tr	Transparent
u	Unbeheizter oder ungekühlter Raum bzw. Gebäudezone
ue	Von unbeheizter Gebäudezone zur Außenluft (siehe auch Index e)
V	Lüftung
V,mech	Mechanische Lüftung betreffend
WB	Wärmebrücke
win	Fenster
wirk	Wirksam
we	Wochenend- oder Ferienbetrieb
WG	Wohngebäude
x	Stellvertretend für verschiedene Zustände, Bauteile, Bereiche
z	Angrenzende Gebäudezone
ZUL	Zuluft einer mechanischen Lüftungsanlage
j,k,l	Laufvariablen

ANMERKUNG In den Tabellen 1 und 2 werden europäisch genormte Symbole und Indizes verwendet.

4 Verknüpfung der Teile der Vornormenreihe DIN V 18599

4.1 Allgemeines

Die folgenden Abschnitte (4.2 und 4.3)

- fassen notwendige Eingangsgrößen zur Anwendung des vorliegenden Dokuments zusammen und
- geben einen Überblick zur Verwendung hier berechneter Bilanzanteile in anderen Teilen der Vornormenreihe DIN V 18599.

In 4.4 wird kurz erläutert, wie für verschiedene Anlagensysteme die Ausgangsgrößen dieses Dokuments zu verwenden sind.

4.2 Eingangsgrößen aus anderen Teilen der Vornormenreihe DIN V 18599

Aus den Teilen der Vornormenreihe DIN V 18599 werden benötigt:

Tabelle 3 — Eingangsgrößen aus anderen Teilen der Vornormenreihe DIN V 18599

Bedeutung	Symbol	Quelle DIN V 18599 Teil
Für die überschlägige Bilanzierung		
Raumluft-Solltemperatur für den Heizbetrieb	$\theta_{i,h,soll}$	10
Raumluft-Solltemperatur für den Kühlbetrieb	$\theta_{i,c,soll}$	10
Monatsmittelwert Außentemperatur	θ_e	10
zulässige Absenkung Innentemperatur für den reduzierten Betrieb	$\Delta\theta_{i,NA}$	10
Anteil der mitbeheizten Fläche an der Gesamtfläche	a_{tb}	10
flächenbezogener Mindestaußenluftvolumenstrom	\dot{V}_A	10
flächenbezogener Mindestaußenluftvolumenstrom für Gebäude	$\dot{V}_{A,Geb}$	10
Teilbetriebsfaktor der Gebäudebetriebszeit RLT	F_{RLT}	10
mittlerer Außenluftvolumenstrom bei bedarfsabhängiger Regelung	$\dot{V}_{d,c}$	7
nutzungsbedingter Mindestaußenluftwechsel	n_{nutz}	10
Anlagenluftwechsel bei Wohnungslüftungsanlagen	n_{mech}	6
tägliche Betriebsdauer Lüftungsanlage	$t_{V,mech}$	10
tägliche Dauer des Heizbetriebs	$t_{h,op,d}$	10
Anzahl der Nutzungstage	$d_{nutz,a}$	10
Anzahl der Tage des Monats	d_{mth}	10
Wärmeabgabe von Personen, Maschinen und Beleuchtung in Wohngebäuden	q_l	10

Tabelle 3 (fortgesetzt)

Bedeutung	Symbol	Quelle DIN V 18599 Teil
Für die überschlägige Bilanzierung		
Wärmeabgabe von Personen	$q_{l,p}$	10
Wärmeabgabe von Geräten oder Maschinen	$q_{l,fac}$	10
mittlere solare Einstrahlung während des Monats	I_S	10
Abminderungsfaktor infolge von Verschmutzung	F_V	10
anlagenspezifische minimale Zulufttemperatur	$\theta_{V,mech,RLT}$	3
Zulufttemperatur Wohnungs Lüftungsanlage	ϑ_{WLA}	6
elektrische Energiebedarf für künstliche Beleuchtung	$Q_{l,f}$	4
Summand zur Berücksichtigung der Gebäudeautomation	$\Delta \vartheta_{EMS}$	10
Faktor für adaptiven Betrieb (Gebäudeautomation)	f_{adapt}	10
Für die endgültige Bilanzierung werden zusätzlich benötigt		
ungeregelte Wärmeeinträge durch das Heizungssystem	$Q_{l,h}$	5
ungeregelte Wärmeeinträge durch mechanische Lüftung	$Q_{l,rv}$	6
ungeregelte Kälteeinträge durch mechanische Lüftung	$Q_{l,rv,c}$	6
ungeregelte Wärmeeinträge durch mechanische Lüftung	$Q_{l,vh}$	7
ungeregelte Wärmeeinträge durch das Kühlsystem/ die Kälteerzeugung	$Q_{l,ch}$	7
ungeregelte Kälteeinträge durch das Kühlsystem/Kälteerzeugung	$Q_{l,c}$	7
ungeregelte Kälteeinträge durch mechanische Lüftung	$Q_{l,v,c}$	7
ungeregelte Wärmeeinträge durch das Trinkwarmwassersystem	$Q_{l,w}$	8
Für die Auslegungs-Bilanzierung werden zusätzlich benötigt		
minimale Innentemperatur für die Auslegung im Heizfall	$\theta_{i,h,min}$	10
maximal zugelassene Innentemperatur am Auslegungstag	$\theta_{i,c,max}$	10
Tagesmittel Außentemperatur am Auslegungstag für den Heizfall	$\theta_{e,min}$	10
Tagesmittel Außentemperatur am Auslegungstag für den Kühlfall	$\theta_{e,max}$	10
maximale stündliche solare Einstrahlung am Auslegungstag	$I_{S,max}$	10
tägliche Betriebsdauer der Kühlanlage	$t_{c,op,d}$	10

4.3 Ausgangsgrößen für andere Teile der Vornormenreihe DIN V 18599

Tabelle 4 — Ausgangsgrößen für andere Teile der Vornormenreihe DIN V 18599

Bedeutung	Symbol	Quelle DIN V 18599 Teil
Nutzwärmebedarf in der Gebäudezone (Heizwärmebedarf) sowie überschlägiger Nutzwärmebedarf	$Q_{h,b,mth}$	3, 5, 6
Nutzkältebedarf in der Gebäudezone (Kühlbedarf) sowie überschlägiger Nutzkältebedarf	$Q_{c,b,mth}$	3, 5, 6
maximale Heizleistung	$\Phi_{h,max}$ $\Phi_{h,max,res}$	3, 5, 6, 7
maximale Kühlleistung	$Q_{c,max}$ $Q_{c,max,res}$	3, 7
monatliche Heizzeit	t_h	3, 6, 7
monatliche Kühlzeit	t_c	7
Mindestvolumenstrom der mechanischen Lüftungsanlage	$\dot{V}_{mech,b}$	3
Bilanzinnentemperatur für den Heizwärmebedarf	$\theta_{i,h}$	5
Bilanzinnentemperatur für den Kühlbedarf	$\theta_{i,c}$	5
Temperatur in angrenzenden unbeheizten oder ungekühlten Gebäudezonen	θ_u	5

4.4 Ermittlung des Endenergiebedarfs für verschiedene Anlagensysteme nach der Vornormenreihe DIN V 18599

Wärmequellen durch das Heiz- und Kühlsystem sind in Abhängigkeit von der Auslastung zu bestimmen. Hierzu sind der Heizwärme- und Kühlbedarf in einer ersten überschlägigen Bilanzierung der Wärmequellen und -senken ohne diese Wärmequellen zu bestimmen. Anschließend ist mit den ermittelten Wärme- und Kälteeinträgen der Heiz- und Kühlsysteme die endgültige Bilanzierung durchzuführen.

Der in diesem Dokument bilanzierte Bedarf an Nutzwärme und Nutzkälte der Gebäudezone ist Grundlage zur Berechnung des Endenergiebedarfs für Heizen und Kühlen, der je nach Art des Systems in den folgenden Teilen der Vornormenreihe DIN V 18599 ermittelt wird:

- für statische (wassergestützte) Heizsysteme nach DIN V 18599-5;
- für Wohnungslüftungsanlagen nach DIN V 18599-6;
- für RLT-Anlagen und Kühlsysteme nach DIN V 18599-7;
- für gekoppelte Erzeugeranlagen nach DIN V 18599-9.

Eine Aufteilung des ermittelten Nutzwärme- und Nutzkältebedarfs ist erforderlich, wenn parallel verschiedene Heizsysteme oder verschiedene Kühlsysteme vorhanden sind (z. B. Heizung über Fußbodenheizung und Heizkörperheizung).

Für Gebäude mit raumlufttechnischen Anlagen wird die Aufbereitung der Luft in DIN V 18599-3 behandelt. Grundsätzlich muss die Luftaufbereitung dabei die Aufbereitung der Außenluft bis zu einem vorgegebenen Zuluftzustand umfassen, der nicht abhängig vom momentanen Bedarf in der Gebäudezone geregelt ist (Klimazentrale). Die aufbereitete Luft (Grundlüftung) ist als Wärmesenke oder -quelle in die Gebäudezonenbilanz einzubeziehen.

Der nach diesem Dokument bilanzierte Nutzwärme- und Nutzkältebedarf in der Gebäudezone ist der Bedarf,

- der bei Konstantvolumensystemen über ein (zusätzliches) Heiz- bzw. Kühlsystem in der Gebäudezone abgedeckt werden muss (z. B. über statische oder dynamische Kühlregister, Kühldecken, Heizkörper, Fußbodenheizung),
- der bei Variabelvolumensystemen zu einer temporären Erhöhung der Zuluft führt. Diese wird in DIN V 18599-3 im Nutzenergiebedarf für die Luftaufbereitung zusätzlich festgelegt.

Der Endenergiebedarf ist bei Konstantvolumensystemen aus dem Heiz- und Kühlbedarf der Gebäudezone je nach Art des Systems nach DIN V 18599-5, DIN V 18599-7 oder DIN V 18599-9 zu berechnen. Bei Variabelvolumensystemen ist der Heiz- oder Kühlbedarf der Gebäudezone über das erhöhte Volumen im Nutzenergiebedarf der Luftaufbereitung (siehe DIN V 18599-3) zu berücksichtigen, der Endenergiebedarf ist in diesem Fall über den Gesamtnutzenergiebedarf der Luftaufbereitung nach DIN V 18599-7 zu bestimmen.

Die in Anhang B und Anhang C berechnete maximale Heizlast und maximale Kühllast dienen zur Berechnung der Auslastung der Heiz- und Kühlsysteme.

5 Monatsbilanzverfahren

5.1 Grundlagen des Bilanzverfahrens

5.1.1 Bilanzgrenzen und Berechnungszeitraum

Bilanzraum ist die Gebäudezone. Die zu bilanzierenden Gebäudezonen werden nach DIN V 18599-1 festgelegt. Die Bilanzgrenzen werden durch die Bauteile der wärmeübertragenden Umfassungsfläche der Gebäudezone gebildet. Bei Lüftungsanlagen liegt die Bilanzgrenze für den Zuluftstrom vor Geräten, die die Zuluft abhängig vom Bedarf in der Gebäudezone nach erwärmen oder nachkühlen.

Die Berechnung muss im Allgemeinen für einen durchschnittlichen Tag für jeden Monat erfolgen. Alle Randbedingungen sind als durchschnittliche Tagesmittelwerte einzusetzen. Alle Wärmequellen- und Wärmesenken sind für jeden Monat als Tageswerte zu berechnen. Sind innerhalb eines Monats unterschiedliche Randbedingungen für verschiedene Tage (z. B. Werktage, Wochenende oder Ferienzeiten) vorgesehen, so sind diese Zeiträume getrennt zu bilanzieren. Heizwärmebedarf und Kühlbedarf sind anschließend monatsweise zusammenzufassen.

Der Heizwärme- und der Kühlbedarf einer Gebäudezone sind diejenigen Wärme- bzw. Kälteeinträge, die zur Aufrechterhaltung der vorgegebenen Innentemperatur in der Gebäudezone benötigt werden und mittels Anlagentechnik in der Gebäudezone zur Verfügung gestellt werden. Um den Heizwärme- und den Kühlbedarf einer Gebäudezone zu berechnen, sind alle äußeren und inneren Wärme- und Kälteeinträge zu bilanzieren, die nicht über die Innentemperatur geregelt bzw. gesteuert werden.

5.1.2 Wärmequellen und Wärmesenken

Die innerhalb einer bilanzierten Gebäudezone und an deren Grenzen auftretenden Wärmeströme wirken sich für die Gebäudezone entweder als Wärmequellen (z. B. Wärmeeinträge, Wärmegewinne) oder als Wärmesenken (z. B. Kälteeinträge, Wärmeverluste) aus. In der Energiebilanz sind die Summe der Wärmesenken und die Summe der Wärmequellen zu bilanzieren und daraus sind der Heizwärme- und der Kühlbedarf zu bestimmen.

Folgende Wärmequellen und Wärmesenken sind in die Energiebilanz einzubeziehen (es wird nur fühlbare Wärme betrachtet):

- Transmissionswärmesenken oder -wärmequellen infolge von Wärmeleitung in den Bauteilen und Wärmeübergang an den Bauteilen der Begrenzungsflächen der Gebäudezone;
- Lüftungswärmesenken oder -wärmequellen infolge von Luftaustausch der Raumluft durch Außenluft (Infiltration und Fensterlüftung) und/oder durch Luft aus anderen Gebäudezonen;
- Lüftungswärmesenken oder -wärmequellen infolge von Luftaustausch der Raumluft mit Hilfe von Lüftungssystemen durch in der Regel vortemperierte Zuluft;
- solare Wärmequellen (Wärmeeinträge) infolge von solarer Einstrahlung durch transparente Bauteile;
- Wärmesenken oder Wärmequellen infolge von Strahlungsabsorption und Wärmeabstrahlung an der Außenfläche nicht transparenter Bauteile;
- interne Wärme- oder Kältequellen durch Betrieb von (elektrischen) Geräten, künstliche Beleuchtung, Körperwärme von Mensch und Tier, Einbringen von warmen oder kalten Materialien in die Gebäudezone, Durchleitung von Wärme- oder Kältemitteln in Verteilleitungen und Luftkanälen;
- bei reduziertem Heizbetrieb am Wochenende oder zu Ferienzeiten ist ein Übertrag der an Nutzungstagen in den Raumumschließungsflächen gespeicherter und an den Tagen des reduzierten Betriebs entspeicherter Wärme zu berücksichtigen.

Bei Gebäuden mit Kühlung ist der Kühlbedarf aus dem für Heizzwecke nicht nutzbaren Anteil der Wärmequellen zu ermitteln.

ANMERKUNG Bei nur beheizten Gebäuden führt der für Heizzwecke nicht nutzbare Anteil der Wärmequellen zu höheren Innentemperaturen oder wird durch Erhöhung der Wärmesenken (Wärmeverluste) ausgeglichen (z. B. zusätzliche Fensterlüftung).

5.1.3 Ausnutzung von Wärmequellen und Wärmesenken

Die Berechnung des nutzbaren Anteils der Wärmequellen über den Ausnutzungsgrad ist ein Näherungsverfahren, das der Tatsache Rechnung trägt, dass Wärmesenken und Wärmequellen innerhalb des Berechnungszeitraumes schwanken und teilweise zu unterschiedlichen Zeiten stärker oder schwächer auftreten. In Abhängigkeit von der Zeitkonstante der Gebäudezone gleichen sich daher Wärmequellen und Wärmesenken mehr oder weniger aus. Der Ausnutzungsgrad der Wärmequellen muss daher berücksichtigen:

- die Wärmespeicherfähigkeit und den spezifischen Transmissions- und Lüftungswärmeoeffizienten der Gebäudezone über die Auskühlzeitkonstante;
- das Verhältnis von Wärmequellen zu Wärmesenken innerhalb des Berechnungszeitraumes;
- den Berechnungszeitraum;
- die vom Nutzer tolerierte bzw. vom Anlagensystem zugelassene Schwankung der Innentemperatur (zugrunde gelegt sind 2 K).

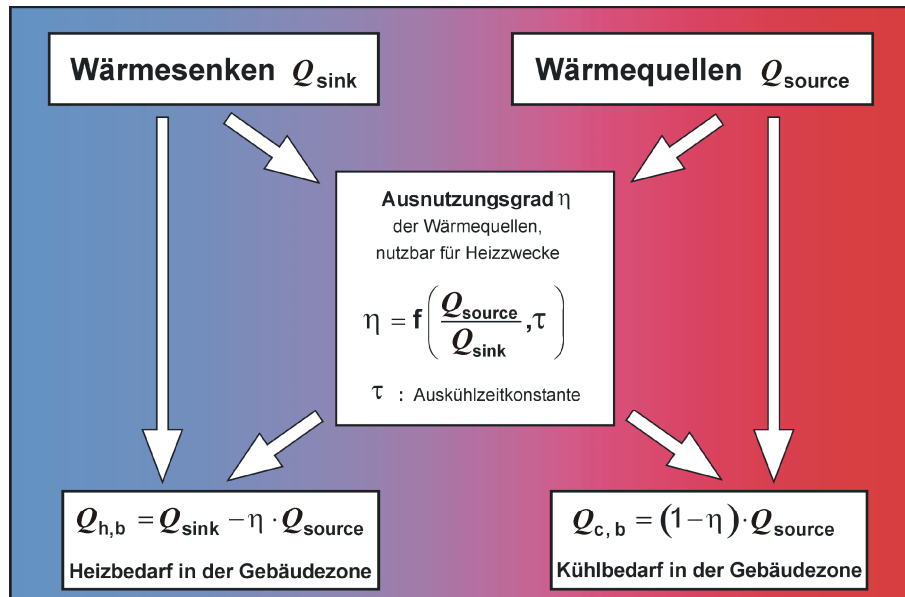


Bild 3 — Prinzip der Ermittlung des Heizwärme- und Kühlbedarfs einer Gebäudezone

5.1.4 Einflussgrößen auf Wärmequellen und Wärmesenken

Neben der Bauweise des Gebäudes hängen Heizwärme- und Kühlbedarf einer Gebäudezone auch stark von den klimatischen Bedingungen am Standort, von der Nutzung des Gebäudes und vom Nutzerverhalten ab:

- Transmissions- und Lüftungswärmequellen und -senken hängen von den in der betrachteten Zeiteinheit zugrunde gelegten mittleren Innentemperaturen der Gebäudezone und den mittleren Temperaturen der angrenzenden Bereiche (z. B. Außenbereich oder andere Gebäudezonen) ab.
- Lüftungswärmeströme über raumluftechnische Anlagen sind bezüglich Zulufttemperatur und -volumenstrom abhängig von der Art der betriebenen Lüftungsanlage.
- Innentemperaturen und Luftaustausch durch Fenster hängen vom Verhalten des Nutzers ab, so dass für energetische Vergleichsberechnungen (z. B. öffentlich-rechtlicher Nachweis) ein standardisiertes Nutzerverhalten angenommen werden muss. Für sonstige Berechnungen (z. B. Energieberatungen) können auch auf die jeweiligen Bedingungen angepasste Werte angesetzt werden.

5.2 Bilanzgleichungen für den Heizwärme- und den Kühlbedarf der Gebäudezone

5.2.1 Allgemeines

Als Berechnungszeitraum für die Bilanzierung der Wärmequellen und Wärmesenken ist grundsätzlich ein mittlerer Tag eines Monats zu betrachten. Für Tage mit ausgewiesenen stark unterschiedlichen Betriebsbedingungen (z. B. Wochenende, Ferienzeiten usw.) ist gegebenenfalls eine getrennte Bilanzierung durchzuführen. Nutzungstage und Ferientage sind anschließend aufzusummieren.

Der Heizwärme- und der Kühlbedarf sind zunächst überschlägig zu ermitteln, wobei unregelmäßige Wärme- und Kälteeinträge aus Heiz- und Kühlanlagen unberücksichtigt bleiben. Aus dem überschlägigen Heizwärme- und Kühlbedarf sind die internen Wärme- und Kältebelastungen der Heiz- und Kühltssysteme zu bestimmen. Unter Einbezug dieser Wärme- und Kälteeinträge müssen iterativ weitere Bilanzierungen erfolgen. Die folgenden Gleichungen gelten für alle Bilanzierungsschritte.

5.2.2 Bilanzgleichung für den Heizwärmebedarf (Nutzwärmebedarf)

Der Heizwärmebedarf ist zunächst als Tageswert (24-h-Wert) für jeden Monat zu bestimmen. Die Summen aller Wärmesenken und aller Wärmequellen sind einander gegenüberzustellen und nach Gleichung (1) über den Ausnutzungsgrad miteinander zu bilanzieren. Für die Bilanz von Wochenend- oder Ferienzeiten ist bei reduziertem Betrieb die genutzte gespeicherte Wärme abzuziehen. Der monatliche Heizwärmebedarf ergibt sich durch Multiplikation mit der Anzahl der Tage des Monats nach Gleichung (4), gegebenenfalls unter Berücksichtigung von Nutzungstagen und Tagen mit reduziertem Betrieb.

$$Q_{h,b} = Q_{\text{sink}} - \eta Q_{\text{source}} - \Delta Q_{c,b} \quad (1)$$

Dabei ist

- $Q_{h,b}$ der Heizwärmebedarf in der Gebäudezone, für Nutzungstage $Q_{h,b,\text{nutz}}$, für Nichtnutzungstage $Q_{h,b,\text{we}}$;
- Q_{sink} die Summe der Wärmesenken in der Gebäudezone (en: heat sinks) unter den jeweiligen Randbedingungen nach 5.3;
- Q_{source} die Summe der Wärmequellen in der Gebäudezone (en: heat sources) unter den jeweiligen Randbedingungen nach 5.4;
- $\Delta Q_{c,b}$ die während des reduzierten Betriebs an Wochenend- und Ferientagen genutzte, aus den Bauteilen entspeicherte Wärme nach 5.2.4 ($\Delta Q_{c,b} = 0$ für durchgehenden Betrieb);
- η der monatliche Ausnutzungsgrad der Wärmequellen (für Heizzwecke), berechnet nach 5.5.

5.2.3 Bilanzgleichung für den Kühlbedarf (Nutzkältebedarf)

Der Raumkühlbedarf ist nach Gleichung (2) als Tageswert zu ermitteln. Er ergibt sich als der Anteil der Wärmequellen, die über den Bedarf für Heizen hinausgehen (überschüssige Wärme). Üblicherweise gelten für den Heizfall und den Kühlfall unterschiedliche Randbedingungen (z. B. unterschiedliche Bilanz-Innentemperaturen). Wärmequellen und -senken müssen daher jeweils für die Berechnung des Heizwärme- und des Kühlbedarfs getrennt ermittelt werden. Je nach Randbedingungen können sich Wärmequellen und -senken deutlich von denen bei der Heizwärmebedarfsberechnung unterscheiden. Der monatliche Kühlbedarf ergibt sich durch Multiplikation mit der Anzahl der Tage des Monats nach Gleichung (5), gegebenenfalls unter Berücksichtigung von Nutzungstagen und Tagen mit reduziertem Betrieb.

$$Q_{c,b} = (1 - \eta) Q_{\text{source}} \quad (2)$$

Dabei ist

- $Q_{c,b}$ der Kühlbedarf in der Gebäudezone, für Nutzungstage $Q_{c,b,\text{nutz}}$, für Nichtnutzungstage $Q_{c,b,\text{we}}$;
- Q_{source} die Summe der Wärmequellen in der Gebäudezone (en: heat sources) unter den jeweiligen Randbedingungen nach 5.4;
- η der monatliche Ausnutzungsgrad der Wärmequellen (für Heizzwecke) nach 5.5.

5.2.4 Berücksichtigung von Wochenend- und Ferienbetrieb

5.2.4.1 Allgemeines

Für Nichtwohngebäude können Tage mit stark unterschiedlicher Nutzung, z. B. reduziertem Wochenendbetrieb oder Ferienzeiten, berücksichtigt werden. Dabei können sich folgende Nutzungsparameter ändern:

- Solltemperatur;
- Personenbelegung und interne Wärmequellen(-senken);
- nutzungsbedingte und mechanische Luftwechsel;
- tägliche Betriebszeit der Heizung und/oder Kühlung;
- Betätigung des Sonnenschutzes.

Die Bilanz für den Heizwärmebedarf und den Kühlbedarf ist jeweils für beide Randbedingungen (z. B. Werktag und Wochenende) getrennt durchzuführen. Wärmequellen, Wärmesenken und der Ausnutzungsgrad sind damit unter Umständen für vier verschiedene Randbedingungen zu bestimmen (Heizfall/Kühlfall, Werktag/Wochenende). Die Bedarfswerte sind ihrem Zeitanteil entsprechend auf einen Monat hochzurechnen (siehe Gleichungen (6) und (7)).

5.2.4.2 Heizwärmebilanzierung

Bei reduziertem Heizbetrieb ist die mittlere Innentemperatur an Nichtnutzungstagen nach Gleichung (30) zu bestimmen.

Der Wärmeübertrag von an Nutzungstagen in den Raumumschließungsflächen gespeicherter und an Tagen mit reduziertem Betrieb entspeicherter Wärme ist in der Heizwärmebilanz wie folgt zu berücksichtigen:

- In der Bilanz des Heizwärmebedarfs für Tage mit normaler Nutzung oder bei durchgängiger Nutzung ist
 - in Gleichung (1) $\Delta Q_{C,b} = \Delta Q_{C,b,nutz} = 0$ zu setzen und
 - in Gleichung (11) $\Delta Q_{C,sink} = \Delta Q_{C,sink,nutz}$ nach 6.6 anzusetzen.
- In der Bilanz des Heizwärmebedarfs für Tage mit Wochenend- oder Ferienbetrieb ist
 - in Gleichung (1) $\Delta Q_{C,b} = \Delta Q_{C,b,we}$ nach 6.6 anzusetzen und
 - in Gleichung (11) $\Delta Q_{C,sink} = \Delta Q_{C,b,we} = 0$ zu setzen.

ANMERKUNG Um den Wert der gespeicherten Wärme ermitteln zu können, sollte die Heizwärmebilanz der Wochenendtage zuerst durchgeführt werden.

5.2.4.3 Kühlbedarfsbilanzierung

Ist die Lüftungs- und/oder Kühlanlage bei Wochenend- oder Ferienbetrieb ausgeschaltet, kann

$$Q_{C,b,we} = 0 \quad (3)$$

gesetzt werden.

Eine Wärmeübertragung zwischen Nutzungs- und Nichtnutzungstagen wird in der Kühlbedarfsbilanz nicht berücksichtigt.

In Gleichung (11) ist $\Delta Q_{C,sink} = 0$ zu setzen.

5.2.5 Monatswerte und Jahreswerte

Der monatliche Heizwärmebedarf und der Kühlbedarf ergeben sich durch die Hochrechnung der Tagessummen auf den Monat.

Für Wohngebäude und andere Gebäude mit durchgehendem Betrieb gilt:

$$Q_{h,b,mth} = d_{mth} Q_{h,b} \quad (4)$$

$$Q_{c,b,mth} = d_{mth} Q_{c,b} \quad (5)$$

Dabei ist

d_{mth} die Anzahl der Tage im Monat;

$Q_{h,b}$ der bilanzierte Heizwärmebedarf der Gebäudezone;

$Q_{c,b}$ der bilanzierte Kühlbedarf der Gebäudezone.

Für Gebäudezonen mit unterschiedlichen Betriebsweisen sind Tage mit normaler Nutzung (z. B. Betriebstage) und Tage mit eingeschränkter Nutzung (z. B. Ferien- oder Wochenendbetrieb) entsprechend ihrem monatlichen Anteil zu bewerten.

$$Q_{h,b,mth} = d_{nutz} Q_{h,b,nutz} + d_{we} Q_{h,b,we} \quad (6)$$

$$Q_{c,b,mth} = d_{nutz} Q_{c,b,nutz} + d_{we} Q_{c,b,we} \quad (7)$$

Dabei ist

d_{nutz} die Anzahl der Tage im Monat mit normaler Nutzung (in der Regel gilt $d_{nutz} = d_{nutz,a}/365 d_{mth}$, wobei $d_{nutz,a}$ die Anzahl der Nutzungstage je Jahr nach DIN V 18599-10 ist;

$Q_{h,b,nutz}$ der bilanzierte Heizwärmebedarf der Gebäudezone unter den Bedingungen der normalen Nutzung;

$Q_{c,b,nutz}$ der bilanzierte Kühlbedarf der Gebäudezone unter den Bedingungen der normalen Nutzung;

d_{we} die Anzahl der Tage im Monat ohne oder mit eingeschränkter Nutzung (z. B. Wochenende, Ferientage) unter Beachtung von Gleichung (8);

$Q_{h,b,we}$ der bilanzierte Heizwärmebedarf der Gebäudezone unter den Bedingungen ohne oder mit eingeschränkter Nutzung (z. B. Wochenende, Ferientage);

$Q_{c,b,we}$ der bilanzierte Kühlbedarf der Gebäudezone unter den Bedingungen ohne oder mit eingeschränkter Nutzung (z. B. Wochenende, Ferientage).

Es gilt

$$d_{nutz} + d_{we} = d_{mth} \quad (8)$$

Falls monatlich festgelegte Ferienzeiten vorhanden sind, können diese monatsweise in der Bilanz berücksichtigt werden. Die Ferienzeiten sind dann gesondert anzugeben.

ANMERKUNG Die Anzahl der Betriebstage einer RLT-Anlage $d_{V,mech}$ (siehe DIN V 18599-3) entspricht d_{nutz} oder bei Berechnung von abgesenktem Wochenendbetrieb d_{we} .

Der Jahresheizwärmebedarf der Gebäudezone $Q_{h,b,a}$ ist als Summe der monatlich ermittelten Werte des Heizwärmebedarfs zu berechnen, entsprechend der Jahreskühlbedarf der Gebäudezone $Q_{b,c,a}$.

$$Q_{h,b,e} = \sum_{\text{mth}} Q_{h,b,\text{mth}} \quad (9)$$

$$Q_{c,b,e} = \sum_{\text{mth}} Q_{c,b,\text{mth}} \quad (10)$$

Dabei ist

$Q_{h,b,e}$ der jährliche Heizwärmebedarf der Gebäudezone;

$Q_{h,b,\text{mth}}$ der Heizwärmebedarf eines Monats;

$Q_{c,b,e}$ der jährliche Kühlbedarf der Gebäudezone;

$Q_{c,b,\text{mth}}$ der Kühlbedarf eines Monats.

5.3 Wärmesenken

5.3.1 Allgemeines

Der Gesamtbetrag der Wärmesenken Q_{sink} setzt sich aus Transmissions- und Lüftungswärmesenken (Wärmeverlusten) sowie aus Kälteeinträgen von Lüftungsanlagen, internen Kältequellen in der Gebäudezone und Strahlungsverlusten zusammen.

$$Q_{\text{sink}} = Q_T + Q_V + Q_{\text{Is,sink}} + Q_S + \Delta Q_{\text{C,sink}} \quad (11)$$

Dabei ist

Q_{sink} die Summe der Wärmesenken der Gebäudezone;

Q_T die Transmissionswärmesenken nach 5.3.2;

Q_V die Lüftungswärmesenken nach 5.3.3;

$Q_{\text{Is,sink}}$ die internen Wärmesenken in der Gebäudezone nach 5.3.4;

Q_S die Wärmesenken durch Abstrahlung unter Berücksichtigung der solaren Einstrahlung (siehe 5.3.5);

$\Delta Q_{\text{C,sink}}$ die an Tagen mit normalem Heizbetrieb gespeicherte Wärme, die an Tagen mit reduziertem Betrieb aus den Bauteilen entspeichert wird, nach 5.3.6.

$\Delta Q_{\text{C,sink}}$ ist nur in der Heizwärmebilanz der Nutzungstage zu berücksichtigen.

5.3.2 Transmissionswärmesenken

Transmissionswärmeströme sind für jedes Bauteil abhängig von den Temperaturen zu beiden Seiten des Bauteils entweder Wärmesenken oder Wärmequellen. Grenzt die Gebäudezone an verschiedene Bereiche mit unterschiedlichen Temperaturniveaus, können insgesamt gleichzeitig Transmissionswärmesenken und Transmissionswärmequellen vorliegen. Transmissionswärmesenken liegen zu allen angrenzenden Bereichen vor, in denen die mittlere Temperatur unter der Innentemperatur der betrachteten Gebäudezone liegt. Üblicherweise zählt hierzu vor allem die Transmission zum Außenbereich. Transmissionswärmesenken sind allgemein nach Gleichung (12) zu ermitteln:

$$Q_T = \sum_j H_{T,j} (\theta_i - \theta_j) t \quad \text{bei } \theta_i > \theta_j \quad (12)$$

Dabei ist

- $H_{T,j}$ der Transmissionswärmetransferkoeffizient zwischen der betrachteten Gebäudezone und einem angrenzenden Bereich;
- θ_i die Bilanz-Innentemperatur der Gebäudezone nach 6.1;
- θ_j die durchschnittliche monatliche Außentemperatur bzw. die durchschnittliche Temperatur in einer angrenzenden Zone;
- t die Dauer des Berechnungsschritts ($t = 24$ h).

Der Wärmetransferkoeffizient $H_{T,j}$ ist aus den Wärmedurchgangskoeffizienten der einzelnen Bauteile und deren Flächen nach DIN EN ISO 13789 und DIN EN ISO 13370 unter Berücksichtigung linienförmiger und punktförmiger Wärmebrücken zu ermitteln. Vereinfachend können die Wärmebrücken pauschal angesetzt werden.

Folgende Transmissionswärmeströme sind zu berücksichtigen, soweit die Temperatur des angrenzenden Bereichs unter der der betrachteten Gebäudezone liegt:

— Transmission durch Außenbauteile

$$Q_{T,e} = H_{T,D} (\theta_i - \theta_e) t \quad (\text{siehe Gleichung (42)})$$

— Transmission zu angrenzenden unbeheizten Gebäudezonen oder Vorbauten

$$Q_{T,u} = H_{T,iu} (\theta_i - \theta_u) t \quad (\text{siehe Gleichung (46)})$$

— Transmission zu angrenzenden beheizten oder gekühlten Gebäudezonen

$$Q_{T,z} = H_{T,iz} (\theta_i - \theta_z) t \quad (\text{siehe Gleichung (50)})$$

— Transmission zum Erdreich

$$Q_{T,s} = H_{T,s} (\theta_i - \theta_e) t \quad (\text{siehe Gleichung (53) bzw. Gleichung (55)})$$

5.3.3 Lüftungswärmesenken

Lüftungswärmeströme treten infolge von Infiltration durch Fugen und Undichtheiten, durch Fensterlüftung und durch Lüftung über mechanische Lüftungsanlagen auf. Jeweils die in die Gebäudezone eintretende Luft ist zu bilanzieren. Je nach Temperatur der eintretenden Luft ist der Wärmestrom entweder eine Wärmesenke oder eine Wärmequelle. Grenzt die Gebäudezone an verschiedene Bereiche mit unterschiedlichen Temperaturniveaus, können insgesamt gleichzeitig Lüftungswärmesenken und Lüftungswärmequellen vorliegen. Für Lüftungswärmesenken gilt allgemein Gleichung (13):

$$Q_V = \sum_k H_{V,k} (\theta_i - \theta_k) t \quad \text{bei } \theta_i > \theta_k \quad (13)$$

Dabei ist

- $H_{V,k}$ der Lüftungswärmetransferkoeffizient für Lüftung von außen, von einer anderen Gebäudezone oder durch eine Lüftungsanlage (siehe 6.3);
- θ_1 die Bilanz-Innentemperatur der Gebäudezone nach 6.1;
- θ_k die durchschnittliche monatliche Außentemperatur oder die durchschnittliche Temperatur der Luft aus einer anderen Gebäudezone bzw. die durchschnittliche Temperatur der Zuluft der Lüftungsanlage;
- t die Dauer des Berechnungsschritts ($t = 24$ h).

Der Wärmetransferkoeffizient $H_{V,k}$ ist aus dem mittleren Volumenstrom, der spezifischen Wärmekapazität und der Dichte von Luft zu berechnen. Der mittlere Volumenstrom wird in der Regel als Produkt aus mittlerem Luftwechsel und Volumen der Gebäudezone angegeben (siehe 6.3).

Im Einzelnen sind folgende Lüftungswärmesenken zu berücksichtigen, soweit die mittlere Temperatur der eindringenden Luft unter der der Gebäudezone liegt:

— Lüftungswärmesenken durch Infiltration von Außenluft

Durch Fugen und Undichtheiten von Außenbauteilen dringt Außenluft in die Gebäudezone (Infiltration). Die Infiltration ist abhängig von der Bauweise des Gebäudes (z. B. von der Größe von Leckagen (Gebäudedichtheit) und deren Verteilung über die Gebäudehülle). Da die Innentemperatur üblicherweise über der mittleren Außenlufttemperatur liegt, wirkt die Infiltration der Außenluft im Regelfall als Wärmesenke in der Gebäudezone.

$$Q_{V,inf} = H_{V,inf} (\theta_1 - \theta_e) t \quad (\text{siehe Gleichung (56)})$$

— Lüftungswärmesenken durch Fensterlüftung

Der Luftaustausch der Raumluft mit der Außenluft durch Fenster, Türen oder durch andere schließbare Maueröffnungen ist abhängig von der Nutzung der Gebäudezone und üblicherweise variabel. Auch hier liegt in der Regel eine Wärmesenke vor.

$$Q_{V,win} = H_{V,win} (\theta_1 - \theta_e) t \quad (\text{siehe Gleichung (63)})$$

— Kälteeinträge durch mechanische Lüftungsanlagen

Kälteeinträge durch eine raumluftechnische Anlage sind in der Gebäudezone zu berücksichtigen, wenn sie unabhängig von der momentanen Heiz- oder Kühllast auftreten. Dies gilt beispielsweise für Wohnungslüftungsanlagen und für Lüftungsanlagen mit zentraler Luftaufbereitung. Bei Anlagen mit lastabhängiger Regelung des Volumenstroms (VVS) ist der Mindestvolumenstrom anzusetzen. Kälteeinträge durch die Zuluft sind unter Berücksichtigung der Temperaturdifferenz der Zulufttemperatur zur Bilanz-Innentemperatur und der Betriebsdauer der Lüftungsanlage zu ermitteln. Die Zulufttemperatur wird für temperaturgeregelter Anlagen und für Anlagen zur Wohnungslüftung in der Regel vorgegeben.

$$Q_{V,mech} = H_{V,mech} (\theta_1 - \theta_{V,mech}) t \quad (\text{siehe Gleichung (81)})$$

Für Gebäudezonen ohne mechanische Lüftung gilt Gleichung (14)

$$Q_{V,mech} = 0 \quad (14)$$

— Lüftungswärmesenken durch Luftaustausch von/zu anderen Zonen

Bei hohem Luftwechsel zwischen verschiedenen Räumen oder Raumgruppen des Gebäudes können diese in einer Gebäudezone zusammengefasst werden. In der Regel ist daher der Luftaustausch zwischen Gebäudezonen standardmäßig zu null zu setzen. Sollte im Einzelfall eine Aufteilung in zwei Zonen mit Luftaustausch zwischen den Zonen durchgeführt werden, so ist die Wärmesenke durch den Luftaustausch in der Zone, in die die Luft zuströmt, entsprechend Gleichung (13) mit den entsprechenden Werten anzusetzen (siehe auch 6.3.5). Dies kann beispielsweise bei Abluftanlagen mit Ansaugung der Luft aus der anderen Zone erforderlich sein.

$$Q_{V,z} = H_{V,z} (\theta_1 - \theta_z) t \quad (\text{siehe Gleichung (98)})$$

5.3.4 Interne Wärmesenken

Interne Wärmesenken (Kältequellen) können durch in der Gebäudezone liegende Verteilungen von Kühlmitteln oder Kaltwasser oder durch Kaltluftkanäle verursacht werden. „Verluste“ von Verteilungen und Luftkanäle und deren in der Gebäudezone wirksamer Anteil sind nach DIN V 18599-7 zu bestimmen.

Kälte kann auch durch Geräte (z. B. Kühltheken mit getrennter Kälteerzeugung; Splitgeräte) oder durch regelmäßig in die Gebäudezone eingebrachte kalte Stoffe oder Gegenstände (z. B. Güter in Produktionsbetrieben) verursacht werden.

Innerhalb einer Gebäudezone können gleichzeitig interne Wärmesenken und interne Wärmequellen vorliegen.

Die internen Wärmesenken sind wie folgt zusammenzufassen:

$$Q_{l,\text{sink}} = Q_{l,\text{sink},c} + Q_{l,\text{sink},\text{fac}} + Q_{l,\text{sink},\text{goods}} \quad (15)$$

Dabei ist

$Q_{l,\text{sink},c}$	der Kälteeintrag durch Kühlsysteme nach 6.5.6 (durch Verteilungen und Luftkanäle mit Temperaturen unter der Innentemperatur);
$Q_{l,\text{sink},\text{fac}}$	der Kälteeintrag durch Geräte oder Maschinen nach 6.5.3;
$Q_{l,\text{sink},\text{goods}}$	der Kälteeintrag durch in die Gebäudezone eingebrachte Güter mit Temperaturen unter der Innentemperatur nach 6.5.4.

Bei der überschlägigen Bilanzierung (siehe DIN V 18599-1) ist $Q_{l,\text{sink},c}$ zu null zu setzen.

5.3.5 Wärmesenken durch Abstrahlungsverluste

Wärmegewinne durch solare Einstrahlung auf opake Flächen sind mit den Abstrahlungsverlusten durch langwellige Strahlung zu saldieren. Hierbei können bei geringer solarer Einstrahlung und hoher Abstrahlung Wärmesenken auftreten. Der Wärmestrom ist für jedes Bauteil entweder eine Wärmesenke oder eine Wärmequelle.

Die Berechnung von $Q_{S,\text{opak}}$ erfolgt nach 6.4.2.

5.3.6 Wärmespeicherung

Bei reduziertem Heizbetrieb an Wochenenden und Ferientagen ist die im reduzierten Betrieb aus den Bauteilen gespeicherte Wärme und die an Tagen mit normalem Betrieb (Nutzungstage) gespeicherte Wärme durch einen Übertrag dieser Wärmemenge zwischen den Nutzungstagen und den Nichtnutzungstagen zu berücksichtigen. Für Nichtnutzungstage ist die Wärmemenge direkt vom Heizwärmebedarf abzuziehen, an den Nutzungstagen ist diese Wärmemenge als Wärmesenke anzurechnen.

Die Wärmeübertragung wird nur im Heizwärmebedarf berücksichtigt. Es gilt:

— Für die Heizwärmebedarfsbilanz der Nutzungstage

$$\Delta Q_{C,sink} \text{ nach 6.6;}$$

— für die Heizwärmebedarfsbilanz der Nichtnutzungstage

$$\Delta Q_{C,sink} = 0;$$

— für die Kühlbedarfsbilanz der Nutzungs- und der Nichtnutzungstage

$$\Delta Q_{C,sink} = 0.$$

5.4 Wärmequellen

5.4.1 Allgemeines

Der Gesamtbetrag der Wärmequellen Q_{source} setzt sich nach Gleichung (16) aus Wärmeeinträgen durch solare Einstrahlung, aus Transmissionswärmeeinträgen, aus Lüftungswärmeeinträgen durch freie und durch mechanische Lüftung und aus internen Wärmequellen in der Gebäudezone zusammen.

$$Q_{source} = Q_S + Q_T + Q_V + Q_{I,source} \quad (16)$$

Dabei ist

Q_{source} die Summe der Wärmequellen in der Gebäudezone;

Q_S die Wärmequellen aufgrund solarer Einstrahlung nach 5.4.2;

Q_T die Transmissionswärmequellen nach 5.4.3;

Q_V die Lüftungswärmequellen nach 5.4.4;

$Q_{I,source}$ die internen Wärmequellen in der betrachteten Gebäudezone nach 5.4.5.

5.4.2 Wärmequellen aufgrund solarer Einstrahlung

Sonnenstrahlung kann durch Einstrahlung durch Fenster oder andere transparente Bauteile direkt in der Gebäudezone absorbiert werden oder sie wird auf der Außenfläche von nicht transparenten (opaken) Bauteilen absorbiert und wirkt indirekt über Wärmeleitung als Wärmequelle in der Gebäudezone. Als Summe der solaren Wärmeeinträge über alle Bauteilflächen gilt damit:

$$Q_S = \sum Q_{S,tr} + \sum Q_{S,opak} \quad (17)$$

Dabei ist

$Q_{S,tr}$ die Summe der Wärmeeinträge durch solare Einstrahlung durch transparente Bauteile;

$Q_{S,opak}$ die Summe der Wärmeeinträge durch solare Einstrahlung auf opake Flächen.

— Wärmequellen durch solare Einstrahlung durch transparente Flächen

Die Wärmemenge $Q_{S,tr}$, die infolge solarer Einstrahlung durch Fenster in der beheizten oder gekühlten Gebäudezone wirksam ist, ist wie folgt zu berechnen:

$$Q_{S,tr} = F_F A g_{eff} I_S t \quad (\text{siehe Gleichung (105)})$$

Die solare Einstrahlung I_S ist jeweils die Bestrahlungsstärke, die im monatlichen Mittel entsprechend der Neigung und Orientierung des Bauteils auf die Fläche auftrifft. Als Fläche A des Bauteils ist die Rohbaufläche anzusetzen; sie wird mit dem Faktor F_F um den Anteil des nicht transparenten Rahmens reduziert. Im effektiven Gesamtennergiedurchlassgrad g_{eff} des transparenten Anteils sind folgende Faktoren, welche die Einstrahlung auf und durch das Bauteil vermindern, zu berücksichtigen:

- der Energiedurchlassgrad des Glases;
- Sonnenschutzvorrichtungen;
- die Steuerung der Sonnenschutzvorrichtungen;
- die Verschattung durch andere Gebäude oder Gebäudeteile sowie der Horizontüberhöhung.

Automatisch oder von Hand gesteuerte Sonnenschutzvorrichtungen sind entsprechend ihrer voraussichtlichen Aktivität einzurechnen.

- Wärmequellen durch solare Einstrahlung auf opake Flächen

Zur Berechnung der Wärmequellen aufgrund von solarer Einstrahlung auf nicht transparente (opake) Bauteile ist die vom Bauteil absorbierte und emittierte Strahlung zu bilanzieren. Der in der Gebäudezone wirksame Anteil der absorbierten Strahlung ist abhängig von den Wärmedurchgangswiderständen, ausgehend von der absorbierenden Schicht nach innen sowie nach außen.

Je nach Art des Bauteils (z. B. Außenwand, Außenwand mit transparenter Wärmedämmung) gelten hierbei unterschiedliche Berechnungsverfahren.

Wärmequellen infolge von solarer Einstrahlung:

- $Q_{S,\text{opak}}$ auf opake Bauteile ohne transparente Wärmedämmung sind nach Gleichung (110) zu berechnen;
- $Q_{S,\text{opak,TI}}$ auf opake Bauteile mit transparenter Wärmedämmung sind nach Gleichung (113) zu berechnen.
- Wärmequellen durch solare Einstrahlung durch bzw. in unbeheizte Glasvorbauten

Solare Wärmeeinträge durch Glasvorbauten sind nach 6.4.3 festzulegen. Hierbei ist zusätzlich das äußere Glas des Vorbaus zu berücksichtigen. Zur Berechnung der Temperatur im Glasvorbau, die in die Berechnung von Transmissions- und Lüftungswärmeströmen eingeht, sind die solaren Wärmeeinträge in den Glasvorbau zu ermitteln.

Solange keine anerkannten Berechnungsverfahren zur Verfügung stehen, können solare Wärmeeinträge durch geschossweise getrennte Glasdoppelfassaden ersatzweise mit speziellen Randbedingungen wie unbeheizte Glasvorbauten berechnet werden.

5.4.3 Transmissionswärmequellen

Transmissionswärmeströme sind für jedes Bauteil abhängig von den Temperaturen zu beiden Seiten des Bauteils, d. h. entweder Wärmesenken oder Wärmequellen. Transmissionswärmequellen liegen vor, wenn die mittlere Temperatur des angrenzenden Bereichs über der Innentemperatur der betrachteten Gebäudezone liegt.

Grenzt die Gebäudezone an verschiedene Bereiche mit unterschiedlichen Temperaturniveaus, können insgesamt gleichzeitig Transmissionswärmesenken und Transmissionswärmequellen vorliegen.

Transmissionswärmequellen sind allgemein nach Gleichung (18) zu ermitteln:

$$Q_T = \sum_j H_{T,j} (\theta_j - \theta_i) t \quad \text{bei } \theta_i < \theta_j \quad (18)$$

Dabei ist

- $H_{T,j}$ der Wärmetransferkoeffizient zwischen der Gebäudezone und einem angrenzenden Bereich;
- θ_i die Bilanz-Innentemperatur der Gebäudezone nach 6.1;
- θ_j die durchschnittliche monatliche Außentemperatur bzw. die durchschnittliche Temperatur der angrenzenden Gebäudezone;
- t die Dauer des Berechnungsschritts ($t = 24 \text{ h}$).

Der Wärmetransferkoeffizient $H_{T,j}$ ist aus den Wärmedurchgangskoeffizienten der einzelnen Bauteile und deren Flächen nach DIN EN ISO 13789 und DIN EN ISO 13370 unter Berücksichtigung linienförmiger und punktförmiger Wärmebrücken zu ermitteln. Vereinfachend können die Wärmebrücken pauschal angesetzt werden.

Folgende Transmissionswärmeströme sind zu berücksichtigen, soweit die Temperatur des angrenzenden Bereichs über der betrachteten Gebäudezone liegt:

— Transmission durch Außenbauteile

Da üblicherweise die mittlere Außenlufttemperatur unter der Innentemperatur liegt, sind diese nur in Ausnahmefällen zu berücksichtigen.

$$Q_{T,e} = H_{T,D} (\theta_e - \theta_i) t \quad (\text{siehe Gleichung (43)})$$

— Transmission von angrenzenden unbeheizten Gebäudezonen oder Vorbauten

$$Q_{T,u} = H_{T,iu} (\theta_u - \theta) t \quad (\text{siehe Gleichung (47)})$$

— Transmission von angrenzenden beheizten oder gekühlten Gebäudezonen

$$Q_{T,z} = H_{T,iz} (\theta_z - \theta_i) t \quad (\text{siehe Gleichung (51)})$$

— Transmission über das Erdreich

$$Q_{T,s} = H_{T,s} (\theta_e - \theta_i) t \quad (\text{siehe Gleichung (54) bzw. Gleichung (55)})$$

5.4.4 Lüftungswärmequellen

Lüftungswärmequellen können beispielsweise bei Luftheizungsanlagen durch die beheizte Zuluft der Lüftungsanlage auftreten. In Ausnahmefällen, wenn die durchschnittliche Außentemperatur über der Innentemperatur liegt, stellen auch die Infiltration der Außenluft und die Fensterlüftung eine Wärmequelle dar (z. B. bei der Bilanzierung der maximalen Kühllast, siehe Anhang C). Grenzt die Gebäudezone an verschiedene Bereiche mit unterschiedlichen Temperaturniveaus, können insgesamt gleichzeitig Lüftungswärmesenken und Lüftungswärmequellen vorliegen.

Lüftungswärmequellen sind allgemein nach Gleichung (19) zu ermitteln.

$$Q_V = \sum_k H_{V,k} (\theta_k - \theta_i) t \quad \text{bei } \theta_i < \theta_k \quad (19)$$

Dabei ist

- $H_{V,k}$ der Wärmetransferkoeffizient für Lüftung nach außen, zu einer anderen Gebäudezone oder durch eine Lüftungsanlage (siehe 6.3);

- θ_1 die Bilanz-Innentemperatur der Gebäudezone nach 6.1;
- θ_k die durchschnittliche monatliche Außentemperatur bzw. die durchschnittliche Temperatur der Zuluft der Lüftungsanlage oder einer anderen Gebäudezone;
- t die Dauer des Berechnungszeitraums.

Der Wärmetransferkoeffizient $H_{V,j}$ ist aus dem mittleren Volumenstrom, der spezifischen Wärmekapazität und der Dichte von Luft zu berechnen. Der mittlere Volumenstrom wird in der Regel als Produkt aus mittlerem Luftwechsel und Volumen der Gebäudezone angegeben (siehe 6.3).

Folgende Lüftungswärmequellen sind zu berücksichtigen, soweit die mittlere Temperatur der eindringenden Luft über der der Gebäudezone liegt:

— Lüftungswärmequellen durch Infiltration der Außenluft

Da üblicherweise die mittlere Außenlufttemperatur unter der Innentemperatur liegt, sind diese nur in Ausnahmefällen zu berücksichtigen.

$$Q_{V,inf} = H_{V,inf} (\theta_e - \theta_1) t \quad (\text{siehe Gleichung (57)})$$

— Lüftungswärmequellen durch Fensterlüftung

Da üblicherweise die mittlere Außenlufttemperatur unter der Innentemperatur liegt, sind diese nur in Ausnahmefällen zu berücksichtigen.

$$Q_{V,win} = H_{V,win} (\theta_e - \theta_1) t \quad (\text{siehe Gleichung (64)})$$

— Wärmeeinträge durch mechanische Lüftungsanlagen

Wärmeeinträge durch eine raumlufttechnische Anlage sind in der Gebäudezone zu berücksichtigen, wenn sie unabhängig von der momentanen Heiz- oder Kühllast auftreten. Dies kann für Wohnungslüftungsanlagen und für Lüftungsanlagen mit zentraler Luftaufbereitung zutreffen; Luftheizungen sind im Allgemeinen als lastabhängige Systeme hier nicht anzusetzen. Bei Anlagen mit heizlastabhängiger Regelung des Volumenstroms (VVS) ist der Mindestvolumenstrom anzusetzen. Wärmeeinträge durch die Zuluft einer mechanischen Lüftungsanlage sind unter Berücksichtigung der Temperaturdifferenz der Zulufttemperatur zur Innentemperatur und der Betriebsdauer der Lüftungsanlage zu ermitteln. Die Zulufttemperatur ist für temperaturgeregelte Anlagen und für Wohnungslüftungsanlagen in der Regel vorgegeben.

$$Q_{V,mech} = H_{V,mech} (\theta_{V,mech} - \theta_1) t \quad (\text{siehe Gleichung (82)})$$

Für Räume ohne mechanische Lüftung gilt Gleichung (14): $Q_{V,mech} = 0$

— Lüftungswärmequellen durch Luftaustausch von/zu anderen Zonen

Bei hohem Luftwechsel zwischen verschiedenen Räumen oder Raumgruppen des Gebäudes können diese in einer Gebäudezone zusammengefasst werden. In der Regel ist daher der Luftaustausch zwischen Gebäudezonen standardmäßig zu null zu setzen.

Sollte im Einzelfall eine Aufteilung in zwei Zonen mit Luftaustausch zwischen den Zonen durchgeführt werden, so ist die Wärmequelle durch den Luftaustausch in der Zone, in die die Luft zuströmt, entsprechend Gleichung (19) mit den entsprechenden Werten anzusetzen (siehe auch 6.3.5). Dies kann beispielsweise bei Abluftanlagen mit Ansaugung der Luft aus der anderen Zone erforderlich sein.

$$Q_{V,z} = H_{V,z} (\theta_z - \theta_1) t \quad (\text{siehe Gleichung (98)})$$

5.4.5 Interne Wärmequellen

Interne Wärmequellen sind sich in der Gebäudezone aufhaltende Personen oder Tiere oder in der Gebäudezone betriebene (elektrische) Geräte, insbesondere künstliche Beleuchtung. Interne Wärmequellen können auch durch innerhalb der Gebäudezone liegende Heizungsverteilungen, durch Trinkwarmwasser, durch Warmluftkanäle, durch innerhalb der Gebäudezone befindliche Wärmespeicher, Wärme- und Kälteerzeuger oder durch regelmäßig in den Raum eingebrachte heiße Stoffe oder Gegenstände (z. B. Güter in Produktionsbetrieben) verursacht sein. „Verluste“ von Verteilungen und Luftkanäle sind nach DIN V 18599-5 bis DIN V 18599-8 zu bestimmen. Die Höhe der Wärmeeinträge durch künstliche Beleuchtung ist nach DIN V 18599-4 und unter Berücksichtigung von 6.5.3 zu ermitteln. Innerhalb einer Gebäudezone können gleichzeitig interne Wärmesenken und interne Wärmequellen vorliegen.

Die internen Wärmequellen sind wie folgt zusammenzufassen:

$$\dot{Q}_{l,source} = \dot{Q}_{l,source,p} + \dot{Q}_{l,source,l} + \dot{Q}_{l,source,fac} + \dot{Q}_{l,source,goods} + \dot{Q}_{l,source,h} \quad (20)$$

Dabei ist

- $\dot{Q}_{l,source,p}$ der Wärmeeintrag durch Personen nach 6.5.2;
- $\dot{Q}_{l,source,l}$ der Wärmeeintrag durch künstliche Beleuchtung nach 6.5.5;
- $\dot{Q}_{l,source,fac}$ der Wärmeeintrag durch Geräte und Maschinen nach 6.5.3;
- $\dot{Q}_{l,source,goods}$ der Wärmeeintrag durch in die Gebäudezone eingebrachte Güter mit Temperaturen über der Bilanz-Innentemperatur nach 6.5.4;
- $\dot{Q}_{l,source,h}$ der Wärmeeintrag durch Heiz- und Kühlsysteme nach 6.5.6 (durch Verteilungen und Luftkanäle mit Temperaturen über der Bilanz-Innentemperatur sowie Wärmeeinträge aus Erzeugung und Speicherung).

Bei der überschlägigen Bilanzierung (siehe DIN V 18599-1) ist $\dot{Q}_{l,source,h}$ zu null zu setzen.

Für Wohngebäude kann ein Gesamtwert für die internen Wärmequellen $\dot{Q}_{l,source,p}$, $\dot{Q}_{l,source,l}$, $\dot{Q}_{l,source,fac}$ und $\dot{Q}_{l,source,goods}$ veranschlagt werden (siehe DIN V 18599-10). Die Wärmeeinträge durch Verteilungen und Luftkanäle $\dot{Q}_{l,source,h}$ sind auch für Wohngebäude getrennt zu ermitteln.

5.5 Ausnutzung der Wärmequellen

5.5.1 Allgemeines

Die Bestimmung des Ausnutzungsgrades erfolgt zunächst überschlägig, ohne Berücksichtigung von internen Wärme- und Kälteeinträgen der Heiz- und Kühlsysteme. Der hiermit überschlägig ermittelte Wärme- bzw. Kältebedarf der Gebäudezone dient der Quantifizierung dieser internen Einträge. Nach der vollständigen Bestimmung aller internen Wärmequellen und -senken ist der Ausnutzungsgrad iterativ zu bestimmen.

Der Ausnutzungsgrad η hängt in starkem Maß vom Verhältnis γ der Wärmequellen zu den Wärmesenken der Gebäudezone ab. Da für den Heizfall und den Kühlfall sowie für Nutzungstage und Nichtnutzungstage üblicherweise unterschiedliche Randbedingungen gelten, muss der Ausnutzungsgrad für jeden Fall entsprechend dem jeweiligen Wärmequellen-Wärmesenkenverhältnis getrennt bestimmt werden.

$$\gamma = \frac{\dot{Q}_{source}}{\dot{Q}_{sink}} \quad (21)$$

Als weiterer Parameter geht die Zeitkonstante τ der Gebäudezone (siehe 6.7.2) in die Berechnung des Ausnutzungsgrades ein.

ANMERKUNG Im Ausnutzungsgrad ist eine Temperaturerhöhung über den Sollwert der Innentemperatur von 2 K berücksichtigt, d. h., Wärmequellen werden bis zu einer Erhöhung der Raumtemperatur um 2 K als „nutzbar“ betrachtet. Erst über diese Raumtemperaturerhöhung hinaus wird davon ausgegangen, dass die überschüssige Wärme beispielsweise durch vermehrte Lüftung nicht mehr genutzt wird. Für den Kühlfall heißt dies, dass erst ab einer Temperatur von 2 K über dem Sollwert alle zusätzlichen Wärmeeinträge durch Kühlung ausgeglichen werden.

5.5.2 Zeitkonstante der Gebäudezone

Die Zeitkonstante τ ergibt sich aus der wirksamen Wärmekapazität der Gebäudezone sowie der Summe der Wärmetransferkoeffizienten für die Wärmetransmission der Gebäudezone und für die Lüftung einschließlich der Lüftung durch eine mechanische Lüftungsanlage.

$$\tau = \frac{C_{\text{wirk}}}{H} \quad (22)$$

Dabei ist

C_{wirk} die wirksame Wärmespeicherfähigkeit nach 6.7.1;

H der Gesamt-Wärmetransferkoeffizient für Transmission und Lüftung einschließlich der mechanischen Lüftung.

Der Gesamt-Wärmetransferkoeffizient ergibt sich als Summe der Wärmetransferkoeffizienten der Transmission und der Lüftung

$$H = H_T + H_V = \sum_j H_{T,j} + \sum_k H_{V,k} + H_{V,\text{mech},\theta} \quad (\text{siehe 6.7.2})$$

5.5.3 Ausnutzungsgrad

Der Ausnutzungsgrad η ist näherungsweise aus dem Wärmequellen-/Wärmesenkenverhältnis wie folgt zu berechnen:

$$\eta = \frac{1 - \gamma^a}{1 - \gamma^{a+1}} \quad \text{wenn } \gamma \neq 1 \quad (23)$$

und

$$\eta = \frac{a}{a+1} \quad \text{wenn } \gamma = 1 \quad (24)$$

Dabei ist a ein numerischer Parameter, der die Zeitkonstante der Gebäudezone berücksichtigt.

$$a = a_0 + \frac{\tau}{\tau_0} \quad (25)$$

ANMERKUNG a_0 und τ_0 sind Konstanten (siehe 6.7.3).

In Fällen mit hohen mechanischen Luftwechseln ist der Ausnutzungsgrad gleich 1 zu setzen (siehe 6.7.3).

6 Bestimmung der Einzelgrößen für das Monatsbilanzverfahren

6.1 Anzusetzende Raumtemperaturen

6.1.1 Allgemeines

Die in der Bilanzierung anzusetzenden Raumtemperaturen sind räumlich und zeitlich gemittelte Temperaturen. Die räumliche Mittelung muss eine Mittelung über die Bezugsfläche der betrachteten Gebäudezone beinhalten. Bei reinen Wohngebäuden ist dies die gesamte Nutzfläche des Gebäudes. Die zeitliche Mittelung ist für die verschiedenen Anwendungsfälle (Monatsbilanz, Auslegungsberechnung, Heizfall, Kühlfall) unterschiedlich zu ermitteln. Ausgehend von der vorgegebenen Raum-Solltemperatur sind in der Bilanz-Temperatur noch zusätzliche Effekte zu berücksichtigen. Im Folgenden sind die verschiedenen in die Berechnung eingehenden Temperaturen aufgelistet:

a) **Raum-Solltemperatur für den Heizfall (Monatsmittelwert)** $\theta_{i,h,soll}$

Die Raum-Solltemperatur für den Heizfall ist die während der normalen Nutzungszeit minimal einzuhaltende Raumtemperatur und ist nach DIN V 18599-10 festgelegt.

b) **Raum-Solltemperatur für den Kühlfall (Monatsmittelwert)** $\theta_{i,c,soll}$

Die Raum-Solltemperatur für den Kühlfall ist die während der normalen Nutzungszeit im Mittel einzuhaltende Temperatur, wenn die Kühlung in Betrieb ist. Ausgehend von gängigen Regelungen von Kühlsystemen ist anzunehmen, dass bei hohen Außentemperaturen höhere Raumtemperaturen zugelassen werden; daher ist ein Mittelwert angesetzt. Die Raum-Solltemperatur für den Kühlfall ist nach DIN V 18599-10 festgelegt.

c) **Minimaltemperatur (Auslegung Heizung)** $\theta_{i,h,min}$

Die Minimaltemperatur ist die bei Auslegungs-Außentemperatur minimal einzuhaltende Temperatur. Sie kann niedriger sein als die monatliche Raum-Solltemperatur. Sie ist nach DIN V 18599-10 festgelegt.

d) **Maximaltemperatur (Auslegung)** $\theta_{i,c,max}$

Die Maximaltemperatur ist die bei Auslegungs-Außentemperatur maximal zulässige Raumtemperatur. Sie ist üblicherweise höher als die monatliche Raum-Solltemperatur für den Kühlfall. Sie ist nach DIN V 18599-10 festgelegt.

e) **Bilanz-Innentemperatur für den Heizwärmebedarf** $\theta_{i,h}$

Die Bilanz-Innentemperatur ist die für die Bilanzierung maßgebliche Temperatur. Sie ist jeweils für jeden Monat als Mittelwert über 24 h anzusetzen. In der Bilanz-Innentemperatur für den Heizbetrieb ist daher auch eine Reduzierung des Heizbetriebs über die Nachtstunden zu berücksichtigen. Für Wochenend- oder Ferienbetrieb ist eine eigene Bilanz-Innentemperatur zu ermitteln. Ohne Nachtabsenkung entspricht die Bilanz-Innentemperatur der Raum-Solltemperatur für den Heizfall.

In der Bilanzierung ist über den Ausnutzungsgrad für Heizzwecke eine zulässige Schwankung der Raumtemperatur um +2 K zu berücksichtigen (siehe 6.1.2).

f) **Bilanz-Innentemperatur für den Kühlbedarf $\theta_{i,c}$**

Die Bilanz-Innentemperatur ist die für die Bilanzierung maßgebliche Temperatur. Sie ist jeweils für jeden Monat als Mittelwert über 24 h anzusetzen.

Da in der Bilanzierung über den Ausnutzungsgrad eine zulässige Schwankung der Raumtemperatur um 2 K berücksichtigt ist, ist in der Kühlbedarfsbilanzierung die um 2 K reduzierte Raum-Solltemperatur für den Kühlbetrieb als Bilanz-Temperatur anzusetzen (siehe 6.1.3).

g) **Temperatur in angrenzenden unbeheizten oder ungekühlten Gebäudezonen θ_u**

Die Temperatur in angrenzenden unbeheizten oder ungekühlten Gebäudezonen ergibt sich in Abhängigkeit der Bilanz-Innentemperatur der Gebäudezone, der Außentemperatur und den Wärmetransferkoeffizienten zwischen Zone und unbeheiztem Raum sowie zwischen unbeheiztem Raum und außen. Die Temperatur kann im Heizfall vereinfacht über Korrekturfaktoren ermittelt werden (siehe 6.1.4).

h) **Temperatur angrenzender beheizter oder gekühlter Zonen θ_z**

Als Temperatur einer angrenzenden beheizten oder gekühlten Zone ist, soweit ein Wärmeaustausch zwischen den Zonen berücksichtigt werden muss, deren Bilanz-Innentemperatur anzusetzen, in der Heizwärmebedarfsbilanz die Bilanz-Innentemperatur für den Heizfall, in der Kühlbedarfsbilanz die Bilanz-Innentemperatur für den Kühlfall (siehe 6.1.5).

i) **Berechnungswert der Innentemperatur für die maximale Heizleistung $\theta_{i,h,min}$**

Zur Berechnung der maximalen Heizleistung ist die vorgegebene Minimaltemperatur nach DIN V 18599-10 anzusetzen (siehe c)).

j) **Berechnungswert der Innentemperatur für die maximale Kühlleistung $\theta_{i,c,max,d}$**

Zur Berechnung der maximalen Kühlleistung ist als Tagesmittelwert der Mittelwert aus der maximal zulässigen Temperatur unter Auslegungsbedingungen $\theta_{i,c,max}$ und der Bilanz-Innentemperatur $\theta_{i,c}$ anzusetzen.

6.1.2 Bilanz-Innentemperatur für den Heizwärmebedarf**6.1.2.1 Allgemeines**

In die Monatsbilanzierung des Heizwärmebedarfs ist im Regelfall der in DIN V 18599-10 angegebene gemittelte Monatswert der Raumluf-Solltemperatur für den Heizbetrieb $\theta_{i,h,soll}$ einzusetzen. Zur Berücksichtigung eines zeitlich oder räumlich eingeschränkten Heizbetriebs ist die Raumluf-Solltemperatur entsprechend den Gleichungen (27), (30) oder (33) zu korrigieren. Für durchgehenden Betrieb (24-stündige Nutzung) gilt Gleichung (26):

$$\theta_{i,h} = \theta_{i,h,soll} \quad (26)$$

6.1.2.2 Reduzierter Heizbetrieb während der Nachtstunden

Wird im Rechenverfahren ein reduzierter Betrieb der Heizung während der Nacht berücksichtigt, so ist die Innentemperatur monatsweise entsprechend Gleichung (27) zu korrigieren. Als reduzierter Betrieb ist jeder Zeitraum zu werten, in dem ein Unterschreiten der normalen Soll-Innentemperatur zugelassen wird. Hierbei werden folgende Betriebsarten des reduzierten Betriebs unterschieden:

- Absenkbetrieb: Absenkung der Heizungsvorlauftemperatur während der Nachtstunden über einen festgesetzten Zeitraum;
- Abschaltung: Abschaltung der Heizung während der Nachtstunden für einen festgesetzten Zeitraum, der den Absenk- und Aufheizbetrieb umfasst.

In beiden Fällen ist eine Temperaturabsenkung nur bis zu einer festgesetzten maximalen Temperaturabsenkung ($\Delta\theta_{i,NA}$) anzurechnen.

Die Bilanz-Innentemperatur für Tage mit Nutzungszeit (Arbeitstage) ergibt sich monatsweise in Abhängigkeit von der Außentemperatur. Mindestens ist jedoch der zeitlich gewichtete Mittelwert der Temperatur bei Normalbetrieb und bei maximaler Temperaturabsenkung nachts mit $\Delta\theta_{i,NA}$ nach DIN V 18599-10 in die Bilanzgleichungen einzusetzen.

$$\theta_{i,h} = \max \left(\theta_{i,h,soll} + \Delta\theta_{EMS} - f_{NA} (\theta_{i,h,soll} - \theta_e), \theta_{i,h,soll} - \Delta\theta_{i,NA} \frac{t_{NA}}{24 \text{ h}} \right) \quad (27)$$

Dabei ist

- f_{NA} der Korrekturfaktor für eingeschränkten Heizbetrieb während der Nacht nach Gleichung (28) bzw. (29);
- $\theta_{i,h,soll}$ die mittlere Innentemperatur nach DIN V 18599-10 im normalen Heizbetrieb;
- θ_e der Monatsmittelwert der Außentemperatur;
- $\Delta\theta_{i,NA}$ die zulässige Absenkung der Innentemperatur nach DIN V 18599-10 für den reduzierten Betrieb;
- t_{NA} die tägliche Dauer im reduzierten Heizbetrieb (d. h. der Aufheizbetrieb zählt zur Betriebszeit) ($t_{NA} = 24 \text{ h} - t_{h,op,d}$; mit $t_{h,op,d}$ tägliche Betriebsdauer der Heizung nach DIN V 18599-10);
- $\Delta\theta_{EMS}$ der Summand zur Berücksichtigung der Gebäudeautomation nach DIN V 18599-10.

Der Korrekturfaktor f_{NA} ist wie folgt zu berechnen:

— bei Absenkbetrieb:

$$f_{NA} = 0,13 \frac{t_{NA}}{24 \text{ h}} \exp \left(- \frac{\tau}{250 \text{ h}} \right) \cdot f_{adapt} \quad (28)$$

— bei Heizungsabschaltung:

$$f_{NA} = 0,26 \frac{t_{NA}}{24 \text{ h}} \exp \left(- \frac{\tau}{250 \text{ h}} \right) \cdot f_{adapt} \quad (29)$$

Dabei ist

- τ die Auskühlzeitkonstante der Gebäudezone nach 6.7.2;
- f_{adapt} der Faktor für adaptiven Betrieb (Gebäudeautomation) nach DIN V 18599-10.

6.1.2.3 Reduzierter Heizbetrieb am Wochenende und in Ferienzeiten

Zur Berücksichtigung eines reduzierten Heizbetriebs am Wochenende oder in Ferienzeiten ist eine zusätzliche Bilanzierung des monatlichen Heizwärmebedarfs mit den Randbedingungen des Wochenend- bzw. Ferienbetriebs erforderlich. Der Heizwärmebedarf bei Normalbetrieb und der Heizwärmebedarf bei Wochenendbetrieb bzw. Ferienbetrieb sind anschließend zu summieren (siehe 5.2.4).

Wie bei reduziertem Heizbetrieb während der Nacht ist zu unterscheiden in Absenkbetrieb (mit reduzierter Heizungsvorlauftemperatur) und Heizungsabschaltung (mit geregelter Absenk- und Aufheizbetrieb). Die anrechenbare Temperaturabsenkung während der Tage ohne Nutzung wird durch die maximale Temperaturabsenkung $\Delta\theta_{i,NA}$ nach DIN V 18599-10 begrenzt.

Die einzusetzende Innentemperatur für die Bilanzierung des monatlichen Heizwärmebedarfs für Tage ohne Nutzungszeit oder eingeschränkter Nutzung (Wochenende, Ferien) ist monatsweise nach Gleichung (30) zu bestimmen.

$$\theta_{i,h} = \max(\theta_{i,h,soll} - f_{we}(\theta_{i,h,soll} - \theta_e), \theta_{i,h,soll} - \Delta\theta_{i,NA}) \quad (30)$$

Dabei ist

- f_{we} der Korrekturfaktor für eingeschränkten Heizbetrieb über mehrere Tage nach Gleichung (31) bzw. (32);
- $\theta_{i,h,soll}$ die Raum-Solltemperatur nach DIN V 18599-10 im normalen Heizbetrieb;
- θ_e der Monatsmittelwert der Außentemperatur;
- $\Delta\theta_{i,NA}$ die zulässige Absenkung der Innentemperatur nach DIN V 18599-10 für den reduzierten Betrieb.

Für den Korrekturfaktor f_{we} gilt:

— bei Absenkbetrieb:

$$f_{we} = 0,2 \left(1 - 0,4 \frac{\tau}{250 \text{ h}} \right) \quad (31)$$

— bei Heizungsabschaltung:

$$f_{we} = 0,3 \left(1 - 0,2 \frac{\tau}{250 \text{ h}} \right) \quad (32)$$

Dabei ist

- τ die Zeitkonstante der Gebäudezone nach 6.7.2.

6.1.2.4 Räumlich eingeschränkter Heizbetrieb (Teilbeheizung)

Für nur beheizte Gebäude, die als Einzonengebäude berechnet werden können (im Wesentlichen Wohngebäude), kann eine räumlich eingeschränkte Beheizung berücksichtigt werden. Der räumlich eingeschränkte Heizbetrieb ist in der über beheizte und mitbeheizte Flächen gemittelten Innentemperatur zu berücksichtigen. Als mitbeheizte Flächen gelten hierbei abgetrennte Räume, die indirekt über den beheizten Bereich mitbeheizt werden, bei denen jedoch eine Unterschreitung der Soll-Innentemperatur (siehe DIN V 18599-10) zugelassen wird. Für Wohngebäude ist in DIN V 18599-10 der standardmäßig anzusetzende Anteil der mitbeheizten Fläche festgelegt.

Die Bilanz-Innentemperatur ist dabei nach Gleichung (33) zu berechnen.

$$\theta_{i,h} = \theta_{i,h,soll} - f_{tb}(\theta_{i,h,soll} - \theta_e) \quad (33)$$

Dabei ist

- f_{tb} der Korrekturfaktor für räumlich eingeschränkten Heizbetrieb nach Gleichung (34);
- $\theta_{i,h,soll}$ die mittlere Innentemperatur nach DIN V 18599-10 im normalen Heizbetrieb;
- θ_e der Monatsmittelwert der Außentemperatur.

Für den Korrekturfaktor f_{tb} gilt:

$$f_{tb} = 0,8 \left(1 - \exp \left(- \frac{\Phi_{h,max}}{A_B \cdot 35 \text{ W/m}^2} \right) \right) a_{tb}^2 \quad (34)$$

Dabei ist

$\Phi_{h,max}$ die maximale Heizleistung in der Gebäudezone (nach Anhang B);

A_B die Fläche der Gebäudezone (Bezugsfläche);

a_{tb} der Anteil der mitbeheizten Fläche an der Gesamtfläche, wobei a_{tb} den Wert von 0,5 nicht überschreiten darf; falls a_{tb} nicht nach DIN V 18599-10 gewählt wird gilt

$$a_{tb} = \frac{A_{\text{mit beheizt}}}{A_b}$$

Vereinfacht kann alternativ a_{tb} mit folgendem Ansatz bestimmt werden (Angabe des Winkels im Bogenmaß)

$$a_{tb} = 0,25 + 0,2 \cdot \arctan \left(\frac{A_{WE} - 100}{50} \right)$$

Dabei ist

$A_{\text{mit beheizt}}$ die mitbeheizte Fläche (Fläche mit Unterschreitung der Solltemperatur) innerhalb der Gesamtfläche;

A_b die gesamte Fläche der Gebäudezone (Bezugsfläche);

A_{WE} die mittlere Fläche einer Wohneinheit.

6.1.2.5 Kombination von räumlich und zeitlich eingeschränktem Heizbetrieb

Bei Einzonengebäuden (Wohngebäuden) mit räumlich eingeschränkter Beheizung und reduziertem Heizbetrieb während der Nachtstunden ist die Bilanz-Innentemperatur nach Gleichung (35) zu berechnen. Gleichung (35) ergibt sich, indem in Gleichung (33) die Innentemperatur für Normalbetrieb $\theta_{i,h,soll}$ durch die vorberechnete Innentemperatur unter Berücksichtigung der Nachtabenkung/-abschaltung $\theta_{i,h}$ nach Gleichung (27) ersetzt wird.

$$\theta_{i,h} = \theta_{i,NA} - f_{tb} (\theta_{i,NA} - \theta_e) \quad (35)$$

Dabei ist

$\theta_{i,NA}$ die Bilanz-Innentemperatur $\theta_{i,h}$ mit Berücksichtigung der Nachtabenkung nach Gleichung (27).

6.1.2.6 Wirkung von Einzelraumregelungssystemen

In Gebäuden oder Zonen eines Gebäudes, die mit einem Einzelraumregelungssystem nach den Vorgaben in DIN V 18599-5 ausgestattet sind, ist die Bilanzinnentemperatur um die dort angegebenen Werte zu verringern.

6.1.3 Bilanz-Innentemperatur für den Kühlbedarf

Der räumlich gemittelte Monatswert der Raumlufte-Solltemperatur $\theta_{i,c,soll}$ für den Kühlfall ist in DIN V 18599-10 festgelegt. Über den Ausnutzungsgrad der Wärmequellen ist in den Bilanzgleichungen eine zugelassene Temperaturerhöhung über den Sollwert im Heizbetrieb von 2 K zu berücksichtigen. In die Monatsbilanz ist daher die um 2 K reduzierte Innentemperatur für den Kühlfall einzusetzen.

$$\theta_{i,c} = \theta_{i,c,soll} - 2 \text{ K} \quad (36)$$

Die tägliche Betriebsdauer der mechanischen Lüftungsanlage im Normalbetrieb (Werktag) ist nach Gleichung (83) im Wärmetransferkoeffizient für mechanische Lüftung zu berücksichtigen. Gleichung (36) bleibt im intermittierenden Kühlbetrieb unverändert.

Für Wochenendbetrieb und Ferienzeiten ist üblicherweise kein Betrieb der Lüftungsanlage und der Kühlanlage gegeben. Der Kühlbedarf für diesen Zeitraum ist in diesem Fall null. Es ist daher für diesen Fall keine zusätzliche Bilanzierung mit entsprechenden Randbedingungen erforderlich.

6.1.4 Temperatur einer angrenzenden unbeheizten oder ungekühlten Zone

6.1.4.1 Allgemeines

Im Heizfall sind Wärmeströme durch angrenzende unbeheizte Räume entweder im Wärmedurchgangskoeffizienten nach außen (U-Wert) nach DIN EN ISO 6946 zu berücksichtigen oder die Temperatur des unbeheizten Raumes ist zu berechnen. Die Berechnung der Temperatur in einer angrenzenden Zone kann im Heizfall mit einem vereinfachten Ansatz über Temperatur-Korrekturfaktoren nach 6.1.3.2 erfolgen. Im Kühlfall ist die differenzierte Berechnung nach 6.1.4.5 anzuwenden. Mit den pauschal ermittelten Werten ist die Temperaturdifferenz (innen – unbeheizter Raum) in der Regel größer als mit dem detaillierteren Verfahren. Der vereinfachte Ansatz kann auch für die Berechnung der Wärmeströme über erdreichberührende Flächen angewandt werden.

Im Bericht ist anzugeben, ob unbeheizte Räume vereinfacht im U-Wert nach DIN EN ISO 6946, mit pauschalen Temperatur-Korrekturfaktoren nach Tabelle 5 oder mit den detailliert ermittelten θ_u -Werten nach 6.1.4.5 gerechnet wurde.

6.1.4.2 Vereinfachter Ansatz zur Ermittlung der mittleren Temperatur in unbeheizten Zonen (Heizfall) mittels Temperatur-Korrekturfaktoren

Die Ermittlung der mittleren Temperatur im unbeheizten Raum (Heizfall) muss im vereinfachten Ansatz nach Gleichung (37) erfolgen:

$$\theta_u = \theta_i - F_x (\theta_i - \theta_e) \quad (37)$$

Dabei ist

- θ_i die Bilanz-Innentemperatur der Gebäudezone, $\theta_{i,h}$ nach 6.1.2 für die Heizwärmebilanz;
- F_x der Temperatur-Korrekturfaktor nach Tabelle 5.

Die Temperatur θ_u nach Gleichung (37) kann für alle Bauteilflächen, die nicht an Außenluft oder beheizte oder gekühlte Bereiche grenzen, als äußere Temperatur angesetzt werden. Hierzu zählen beispielsweise Flächen zu:

- nicht beheizten Kellern;
- nicht ausgebauten Dachgeschossen;
- Dachabseiten;
- unbeheizten Glasvorbauten;
- nicht beheizten angebauten Treppenhäusern;
- Erdreich.

Tabelle 5 — Berechnungswerte der Temperatur-Korrekturfaktoren von Bauteilen

Zeile	Wärmestrom nach außen über	F_x	Temperatur-Korrekturfaktor F_x^f					
1	Außenwand, Fenster, Decke über Außenluft, Decke über Tiefgarage	F_e	1,0					
2	Dach (als Systemgrenze)	F_D	1,0					
3	Dachgeschossdecke (Dachraum zur Außenluft nicht wärmegeklämt)	F_D	0,8					
4	Wände und Decken zu Abseiten (Drempel)	F_u	0,8					
5	Wände und Decken zu unbeheizten Räumen (außer Kellerräumen)	F_u	0,5					
6	Wände und Fenster zu unbeheiztem Glasvorbau bei einer Ausführung des Glasvorbaut mit:	F_u	0,8					
7	— Einfachglas;	F_u	0,7					
8	— Zweischiebenglas;	F_u	0,5					
	Bauteile des unteren Gebäudeabschlusses ^h		B^{ia}					
			< 5 m		5 m bis 10 m		> 10 m	
			R_f bzw. R_w^b		R_f bzw. R_w^b		R_f bzw. R_w^b	
	Flächen des beheizten Kellers gegen Erdreich:		≤ 1	> 1	≤ 1	> 1	≤ 1	> 1
9	— Fußboden des beheizten Kellers;	F_G	0,30	0,45	0,25	0,40	0,20	0,35
10	— Wand des beheizten Kellers.	F_G	0,40	0,60	0,40	0,60	0,40	0,60
			R_f		R_f		R_f	
			≤1	>1	≤1	≤1	>1	≤1
11	Gebäude/Gebäudezone ohne Keller							
	Fußboden ^c auf dem Erdreich ohne zusätzliche Randdämmung, Fläche gegen Erdreich gedämmt	F_G	0,45	0,6	0,4	0,5	0,25	0,35
12	Fußboden ^c auf dem Erdreich mit Randdämmung ^d :	F_G	0,3		0,25		0,2	
13	— 5 m breit, waagrecht	F_G	0,25		0,2		0,15	
	— 2 m tief, senkrecht							

Tabelle 5 (fortgesetzt)

Zeile	Wärmestrom nach außen über	F_x	Temperatur-Korrekturfaktor					
			F_x^f					
14 15	Kellerdecke und Kellerinnenwand zum unbeheizten Keller	F_G F_G	0,7		0,65			
	— mit Perimeterdämmung ^g		0,55		0,5		0,45	
	— ohne Perimeterdämmung ^g		0,7		0,65		0,55	
16	Bodenplatte von niedrig beheizten Räumen ^e	F_G	0,2	0,55	0,15	0,5	0,1	0,35
17	Aufgeständerter Fußboden (z. B. belüftete Kriechkeller)	F_G	0,9					

^a $B' = A_G / (0,5 \cdot P)$ nach DIN EN ISO 13370, wobei die Fläche A_G und der Umfang P jeweils die geometrischen Abmessungen eines Bereichs des unteren Gebäudeabschlusses darstellen, für den der entsprechende Fall (Zeile 9 bis 17) zutrifft. Grenzen mehrere gleichartige untere Gebäudeabschlüsse aneinander, so sind die geometrischen Abmessungen des gesamten Bereichs anzusetzen.

^b R_f : Wärmedurchlasswiderstand der Bodenplatte (betrifft Zeilen 9, 11, 16) bzw.
 R_w : Wärmedurchlasswiderstand der Kellerwand (betrifft Zeile 10); gegebenenfalls flächengewichtete Mittelung von R_f und R_w .

^c Bei fließendem Grundwasser erhöhen sich die Temperatur-Korrekturfaktoren um 15 %.

^d Bei einem Wärmedurchlasswiderstand der Randdämmung $> 2 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$; Bodenplatte ungedämmt; siehe auch DIN EN ISO 13370:2008-04, Bild 2 und Bild 3.

^e Räume mit Innentemperaturen zwischen 12 °C und 19 °C.

^f Die Werte (außer Zeilen 11 bis 12) gelten analog auch für Flächen niedrig beheizter Räume.

^g Außendämmung der erdberührten Kellerwände (Perimeterdämmung) ab Oberkante Bodenplatte mit Wärmedurchlasswiderstand $\geq 1,5 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$; mindestens gleichwertige Dämmung der luftberührten Kelleraußenwände bis zum Anschluss an die Fassadendämmung bzw. bis Oberkante Kellerdeckenplatte.

^h Vereinfacht darf für alle Bauteile des unteren Gebäudeabschlusses (siehe Zeilen 9 bis 16) der Temperatur-Korrekturfaktor mit $F_G = 0,7$ angenommen werden.

6.1.4.3 Randbedingungen für die Bestimmung von Wärmedurchgangskoeffizienten bei Bauteilen an Erdreich

Für die Bestimmung des Wärmedurchgangskoeffizienten opaker Bauteile gelten allgemein die Randbedingungen nach DIN EN ISO 6946. Bei Verwendung der Temperatur-Korrekturfaktoren für Bauteile, die an Erdreich grenzen, ergibt sich der Wärmedurchgangskoeffizient U (konstruktiver U -Wert genannt) aus der Schichtfolge des Bauteils und den Wärmeübergangswiderständen

- $R_{si} = 0,17 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ bei horizontalem,
- $R_{si} = 0,13 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ bei vertikalem Bauteil und
- $R_{se} = 0 \text{ m}^2 \text{ K/W}$.

6.1.4.4 Geometrische Randbedingungen bei der Bestimmung des charakteristischen Bodenplattenmaßes

Aus Gründen der Vereinheitlichung sind bei der Betrachtung von einzonig modellierten Gebäuden einer Gebäudezeile oder mehrzoniger Modellierung eines Gebäudes jeweils die geometrischen Randbedingungen des betrachteten Gebäudebereiches bei der Bestimmung des charakteristischen Bodenplattenmaßes zugrunde zu legen. Bei innenliegenden Zonen, deren Perimeter ausschließlich an beheizte Bereiche grenzt und damit nicht in Ansatz gebracht werden kann, wird auf die Geometrie des Gesamtgebäudes zurückgegriffen. Dies betrifft die Bestimmung des charakteristischen Bodenplattenmaßes B' (Grundfläche A , Perimeter P) sowie im Falle der detaillierten Berechnung nach DIN EN ISO 13370 die Dicke der Außenwände an Erdreichoberkante w .

6.1.4.5 Differenzierte Berechnung der Temperatur in der unbeheizten oder ungekühlten Gebäudezone

Die mittlere Temperatur in der unbeheizten oder ungekühlten Gebäudezone ist entsprechend DIN EN ISO 13789 zu berechnen nach Gleichung (38):

$$\theta_u = \frac{\Phi_u + \theta_i(H_{T,iu} + H_{V,iu}) + \theta_e(H_{T,ue} + H_{V,ue})}{H_{T,iu} + H_{V,iu} + H_{T,ue} + H_{V,ue}} \quad (38)$$

Dabei ist

- Φ_u der Wärmestrom (Wärmequellen), der in die unbeheizte oder ungekühlte Gebäudezone gelangt (z. B. durch solare Wärmeeinwirkung oder interne Wärmequellen); bei unbeheizten oder ungekühlten Glasvorbauten der Wärmestrom nach Gleichung (115). Falls Wärmesenken, z. B. nach DIN EN ISO 13370 berechnete Wärmeströme über erdreichberührte Bauteile, vorhanden sein sollten, sind diese vorzeichengerecht ebenfalls zu berücksichtigen;
- $H_{T,iu}$ der Wärmetransferkoeffizient für Transmission der Bauteile zwischen der betrachteten Gebäudezone und der benachbarten unbeheizten oder ungekühlten Gebäudezone nach Gleichung (48);
- $H_{T,ue}$ der Wärmetransferkoeffizient für Transmission der Bauteile der unbeheizten oder ungekühlten Gebäudezone nach außen; entspricht $H_{T,D}$ nach Gleichung (44) oder Gleichung (45) oder $H_{T,s}$ nach 6.2.4 oder nach DIN EN ISO 13789;
- $H_{V,iu}$ der Lüftungswärmetransferkoeffizient zwischen der betrachteten Gebäudezone und der benachbarten unbeheizten oder ungekühlten Gebäudezone nach Gleichung (96) (in der Regel ist $H_{V,iu} = 0$ zu setzen);
- $H_{V,ue}$ der Lüftungswärmetransferkoeffizient der unbeheizten oder ungekühlten Gebäudezone nach außen nach Gleichung (95).

Die Bauteile der Wand zwischen beheizter/gekühlter und unbeheizter/ungekühlter Gebäudezone sind als Innenbauteile anzusetzen (siehe auch 6.2.2).

Wenn die unbeheizte oder ungekühlte Zone an mehrere Zonen grenzt, darf Gleichung (38) entsprechend erweitert werden. Dabei ist über gewichtete Temperaturen bzw. Wärmetransferkoeffizienten aller angrenzenden Gebäudezonen und den Außenbereich zu summieren:

$$\theta_u = \frac{\Phi_u + \sum_j \theta_{i,j} (H_{T,ij} + H_{V,ij})}{\sum_j (H_{T,ij} + H_{V,ij})} \quad (39)$$

Wärmeströme von oder in angrenzende ungekühlte Zonen sind nicht zu berücksichtigen, wenn in der angrenzenden ungekühlten Zone die Anforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz nach DIN 4108-2 eingehalten werden. In allen anderen Fällen ist die mittlere Temperatur in der angrenzenden ungekühlten Zone nach Gleichung (38) oder Gleichung (39) zu bestimmen.

6.1.5 Temperatur einer angrenzenden beheizten oder gekühlten Zone

Wärmeströme von oder in angrenzende beheizte oder gekühlte Zonen sind nur dann zu berücksichtigen, wenn die Differenz zwischen den Raum-Solltemperaturen beider Zonen mehr als 4 K beträgt.

Für die Temperatur der benachbarten Zone θ_z ist in der Heizwärmebilanz die Bilanz-Innentemperatur dieser Zone für den Heizfall anzusetzen, in der Kühlbedarfsbilanz die Bilanz-Innentemperatur für den Kühlfall.

$$\theta_z = \theta_{i,h,z} \quad \text{in der Heizwärmebedarfsbilanz} \quad (40)$$

$$\theta_z = \theta_{i,c,z} \quad \text{in der Kühlbedarfsbilanz} \quad (41)$$

Dabei ist

$\theta_{i,h,z}$ die Bilanz-Innentemperatur der angrenzenden Gebäudezone für den Heizfall nach 6.1.2;

$\theta_{i,c,z}$ die Bilanz-Innentemperatur der angrenzenden Gebäudezone für den Kühlfall nach 6.1.3.

6.2 Transmissionswärmesenken/-quellen

6.2.1 Direkte Transmission nach außen

6.2.1.1 Berechnung der Transmissionswärmesenken und -quellen nach außen

Transmissionswärmesenken und -quellen durch Bauteile, die die Gebäudezone nach außen begrenzen, sind zu berechnen nach Gleichung (42):

$$Q_{T,e} = H_{T,D} (\theta_i - \theta_e) t \quad \text{für } \theta_i > \theta_e \quad (\text{Wärmesenke}) \quad (42)$$

bzw. nach Gleichung (43):

$$Q_{T,e} = H_{T,D} (\theta_e - \theta_i) t \quad \text{für } \theta_i < \theta_e \quad (\text{Wärmequelle}) \quad (43)$$

Dabei ist

$H_{T,D}$ der Transmissionswärmeflusskoeffizient zwischen der beheizten oder gekühlten Gebäudezone und außen;

θ_i die Bilanz-Innentemperatur der Gebäudezone, $\theta_{i,h}$ nach 6.1.2 für die Heizwärmebilanz bzw. $\theta_{i,c}$ nach 6.1.3 für die Kühlbilanz;

θ_e die durchschnittliche Außentemperatur des Monats;

t die Dauer des Berechnungsschritts ($t = 24 \text{ h}$).

In den Wärmeflusskoeffizienten $H_{T,D}$ sind die flächenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten der Bauteile, die die Gebäudezone nach außen hin abgrenzen, sowie Wärmebrücken nach außen einzubeziehen. Der Transmissionswärmeflusskoeffizient ist nach DIN EN ISO 13789 ($H_{T,D}$ entspricht H_D) oder einfacher nach Gleichung (44) oder Gleichung (45) zu berechnen.

6.2.1.2 Berechnung des Wärmetransferkoeffizienten nach außen (mit pauschalem Wärmebrückenzuschlag)

Der Transmissionswärmetransferkoeffizient ergibt sich als Summe über die einzelnen Bauteile, die die Gebäudezone nach außen hin abgrenzen. Die Berücksichtigung des Wärmebrückeneinflusses kann mit einem pauschalen spezifischen Wärmebrückenzuschlag ΔU_{WB} erfolgen. Der Transmissionswärmetransferkoeffizient ist damit nach Gleichung (44) zu berechnen:

$$H_{T,D} = \sum (U_j A_j) + \Delta U_{WB} \sum A_j \quad (44)$$

Dabei ist

- A_j die Fläche eines Bauteils j , das die Gebäudezone zur Außenluft hin begrenzt. Als Maße von Fenstern und Türen werden die lichten inneren Rohbauöffnungen angesetzt;
- U_j der Wärmedurchgangskoeffizient des Bauteils j der Gebäudehülle, berechnet nach DIN EN ISO 6946 für opake Bauteile oder nach DIN V 4108-4 für transparente Bauteile;
- ΔU_{WB} der pauschale außenflächenbezogene Wärmebrückenzuschlag;
- j ein Bauteil.

Der pauschale außenflächenbezogene Wärmebrückenzuschlag muss bestimmte Wärmebrückentypen berücksichtigen, z. B.

- Gebäudekanten;
- bei Fenstern und Türen: Laibungen (umlaufend);
- Wand- und Deckeneinbindungen;
- Deckenaufleger;
- wärmetechnisch entkoppelte Balkonplatten.

Ohne Nachweis ist allgemein $\Delta U_{WB} = 0,10 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$ zu setzen, bei Außenbauteilen mit innenliegender Dämmschicht und einbindender Massivdecke ist $\Delta U_{WB} = 0,15 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$ zu setzen. Mit Überprüfung der Gleichwertigkeit nach DIN 4108 Beiblatt 2 kann $\Delta U_{WB} = 0,05 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$ gesetzt werden.

Werden in Gleichung (44) auch Außenbauteile einbezogen, bei denen der Wärmebrückeneinfluss bereits im U_j -Wert der Gleichung (44) berücksichtigt worden ist, z. B. bei nach DIN EN 13947 berechneten Wärmedurchgangskoeffizienten für Vorhangfassaden, darf die für den Wärmebrückenzuschlag zu berücksichtigende wärmeübertragende Umfassungsfläche $\sum A_j$ in Gleichung (44) um die entsprechenden Bauteilflächen vermindert werden.

6.2.1.3 Berechnung des Wärmetransferkoeffizienten nach außen (mit längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten)

Bei Gebäudezonen mit hohem Wärmeschutz kann der Wärmestrom über Wärmebrücken im Vergleich zu dem gesamten Transmissionswärmestrom relativ groß werden. Unter Berücksichtigung der längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten ist der Wärmetransferkoeffizient H_D nach Gleichung (45) zu berechnen:

$$H_{T,D} = \sum (U_j A_j) + \sum (l_j \psi_j) \quad (45)$$

Dabei ist

- l_j die Länge der zweidimensionalen Wärmebrücke j ;
- ψ_j der längenbezogene Wärmedurchgangskoeffizient der Wärmebrücke j , berechnet nach DIN EN ISO 10211-1 unter Verwendung der Randbedingungen aus DIN 4108 Bbl. 2;
- j ein Bauteil bzw. eine zweidimensionale Wärmebrücke.

Die längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten (Wärmebrückenverlustkoeffizienten) ψ können Wärmebrückenkatalogen entnommen werden oder sind mit geeigneten mehrdimensionalen Berechnungsverfahren nach DIN EN ISO 10211-1 zu berechnen. Es sind die ψ -Werte je nach verwendeten Maßbezügen (Außen- oder Innenmaße der Längen zweidimensionaler Wärmebrücken) richtig in die Berechnung der Transmissionswärmesenken und -quellen zu berücksichtigen.

6.2.2 Transmission durch unbeheizte oder ungekühlte Räume nach außen

Transmissionswärmesenken und -quellen nach außen durch unbeheizte oder ungekühlte Räume (z. B. Dachräume und Dachabseiten, Kellerräume oder kleine angrenzende Garagen oder Lagerräume) können wie direkte Transmissionswärmesenken und -quellen nach den Gleichungen (42) bzw. (43) behandelt werden, wenn der unbeheizte Raum im U -Wert nach DIN EN ISO 6946 bereits berücksichtigt ist.

Alternativ ist die Transmission in den unbeheizten oder ungekühlten Raum in Abhängigkeit von dessen Temperatur nach den Gleichungen (46) und (47) zu berechnen, wobei die U -Werte zwischen Gebäudezone und dem unbeheizten oder ungekühlten Raum anzusetzen sind. Die Temperatur des unbeheizten oder ungekühlten Raumes ist nach 6.1.4 zu berechnen.

$$Q_{T,u} = H_{T,iu} (\theta_i - \theta_u) t \quad \text{für } \theta_i > \theta_u \quad (\text{Wärmesenke}) \quad (46)$$

bzw. nach

$$Q_{T,u} = H_{T,iu} (\theta_u - \theta_i) t \quad \text{für } \theta_i < \theta_u \quad (\text{Wärmequelle}) \quad (47)$$

Dabei ist

- $H_{T,iu}$ der Transmissionswärmetransferkoeffizient zwischen beheizten und unbeheizten bzw. gekühlter und ungekühlter Gebäudezonen nach Gleichung (48) oder nach DIN EN ISO 13789 (entsprechend H_D);
- θ_i die Bilanz-Innentemperatur der Gebäudezone, $\theta_{i,h}$ nach 6.1.2 für die Heizwärmebilanz bzw. $\theta_{i,c}$ nach 6.1.3 für die Kühlbilanz;
- θ_u die mittlere Temperatur der unbeheizten oder ungekühlten Gebäudezone, vereinfacht nach Gleichung (37) (Heizfall) oder detailliert nach Gleichung (38);
- t der Berechnungszeitraum ($t = 24$ h).

Der Wärmetransferkoeffizient für die Transmission zum unbeheizten oder ungekühlten Bereich ist nach Gleichung (48) zu berechnen.

$$H_{T,iu} = \sum_j U_j A_j \quad (48)$$

Dabei ist

- A_j die Fläche eines Bauteils j zwischen der betrachteten Gebäudezone und dem unbeheizten oder ungekühlten Bereich;

U_j der Wärmedurchgangskoeffizient des Bauteils j als Innenbauteil, berechnet für opake Bauteile nach DIN EN ISO 6946, jedoch ohne Berücksichtigung des Wärmewiderstandes durch unbeheizte Räume, bzw. für verglaste Bauteile nach DIN V 4108-4.

Wärmebrücken sind in der Regel analog zu 6.2.1.2 bzw. 6.2.1.3 zu berücksichtigen.

Ist der U -Wert des Bauteils nach außen bekannt, kann er entsprechend Gleichung (49) in den U -Wert für Innenbauteile umgerechnet werden. Dies trifft üblicherweise vor allem auf Glas zu.

$$U_{\text{Innenbauteil}} = \frac{1}{\frac{1}{U_{\text{Außenbauteil}}} - R_{\text{se}} + R_{\text{si}}} \quad (49)$$

Dabei ist

R_{se} der äußere Wärmeübergangswiderstand des Bauteils nach DIN EN ISO 6946 oder DIN EN ISO 10077-1 (in der Regel $0,04 \text{ (K} \cdot \text{m}^2/\text{W)}$);

R_{si} der innere Wärmeübergangswiderstand des Bauteils nach DIN EN ISO 6946 oder DIN EN ISO 10077-1 (bei senkrecht angeordneten Bauteilen in der Regel $0,13 \text{ (K} \cdot \text{m}^2/\text{W)}$).

ANMERKUNG Der verwendete Transmissionswärmetransferkoeffizient $H_{\text{T,iu}}$ ist nicht identisch mit dem Wärmetransferkoeffizienten durch unbeheizte Räume H_U nach DIN EN ISO 13789, da in DIN V 18599-2 die Transmission in den unbeheizten oder ungekühlten Bereich betrachtet wird, in DIN EN ISO 13789 die Transmission zur Außenluft. Die Berechnung erfolgt entsprechend H_D , ohne Berücksichtigung eines Reduktionsfaktors b .

6.2.3 Transmission zu angrenzenden beheizten oder gekühlten Gebäudezonen

Transmissionswärmesenken und -quellen durch Bauteile, die an Zonen mit unterschiedlich vorgegebener Innentemperatur grenzen, sind nur zu berücksichtigen, falls die Differenz zwischen den Soll-Raumtemperaturen beider Zonen 4 K überschreitet. Sie sind zu berechnen nach Gleichung (50):

$$Q_{\text{T,z}} = H_{\text{T,iz}} (\theta_1 - \theta_z) t \quad \text{für } \theta_1 > \theta_z \quad (\text{Wärmesenke}) \quad (50)$$

bzw. nach Gleichung (51):

$$Q_{\text{T,z}} = H_{\text{T,iz}} (\theta_z - \theta_1) t \quad \text{für } \theta_1 < \theta_z \quad (\text{Wärmequelle}) \quad (51)$$

Dabei ist

$H_{\text{T,iz}}$ der Wärmetransferkoeffizient zwischen der betrachteten Gebäudezone i und der benachbarten Gebäudezone z nach Gleichung (52) oder nach DIN EN ISO 13789 (entsprechend H_D);

θ_1 die Bilanz-Innentemperatur der Gebäudezone, $\theta_{1,h}$ nach 6.1.2 für die Heizwärmebilanz bzw. $\theta_{1,c}$ nach 6.1.3 für die Kühlbilanz;

θ_z die Bilanz-Innentemperatur der angrenzenden Gebäudezone nach 6.1.5;

t der Berechnungszeitraum ($t = 24 \text{ h}$).

Der Wärmetransferkoeffizient ist nach Gleichung (52) oder DIN EN ISO 13789 zu berechnen, wobei über die Flächen zwischen den Gebäudezonen zu summieren ist. Die Temperatur der angrenzenden Gebäudezone ist die mittlere Temperatur über den Berechnungszeitraum.

$$H_{\text{T,iz}} = \sum_j U_j A_j \quad (52)$$

Dabei ist

A_j die Fläche eines Bauteils j zwischen den Gebäudezonen;

U_j der Wärmedurchgangskoeffizient des Bauteils j als Innenbauteil (berechnet nach DIN EN ISO 6946 für opake Bauteile oder nach DIN V 4108-4 für verglaste Bauteile).

Wärmebrücken sind in der Regel nicht zu berücksichtigen.

Ist der U -Wert des Bauteils nach außen bekannt, kann er entsprechend Gleichung (49) in den U -Wert für Innenbauteile umgerechnet werden. Dies trifft üblicherweise vor allem auf Glas zu.

6.2.4 Transmission über das Erdreich

Bei nur beheizten Gebäudezonen kann die Berechnung der Transmissionswärmesenken oder -quellen über das Erdreich oder Kellergeschosse entsprechend der Transmission über unbeheizte Räume nach 6.2.2 mit dem vereinfachten Ansatz über Temperatur-Korrekturfaktoren nach Gleichung (37) erfolgen (Temperatur-Korrekturfaktoren, siehe Tabelle 5).

Allgemein sind Transmissionswärmesenken oder -quellen über das Erdreich nach den Gleichungen (53) bzw. (54), gegebenenfalls nach Gleichung (55), zu berechnen.

$$Q_{T,s} = H_{T,s} (\theta_i - \theta_e) t \quad \text{für } \theta_i > \theta_e \quad (\text{Wärmesenke}) \quad (53)$$

bzw. nach

$$Q_{T,s} = H_{T,s} (\theta_e - \theta_i) t \quad \text{für } \theta_i < \theta_e \quad (\text{Wärmequelle}) \quad (54)$$

Dabei ist

$H_{T,s}$ der Wärmetransferkoeffizient über das Erdreich ($H_{T,s}$ entspricht H_G nach DIN EN ISO 13370);

θ_i die Bilanz-Innentemperatur der Gebäudezone, $\theta_{i,h}$ nach 6.1.2 für die Heizwärmebilanz bzw. $\theta_{i,c}$ nach 6.1.3 für die Kühlbilanz;

θ_e die durchschnittliche monatliche Außentemperatur;

t der Berechnungszeitraum ($t = 24$ h).

Der Transferkoeffizient für Wärmeströme über das Erdreich ist nach dem in DIN EN ISO 13370 beschriebenen Verfahren für den stationären Wärmeübertragungskoeffizient H_G zu ermitteln. Die Wärmeleitfähigkeit λ des Erdreichs kann, soweit keine besonderen Eigenschaften des Erdreichs bekannt sind, gleich $2,0 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$ gesetzt werden. Die Festlegung der geometrischen Randbedingungen zur Bestimmung des charakteristischen Bodenplattenmaßes nach 6.1.4.4 gilt entsprechend.

Der stationäre Wärmetransferkoeffizient nach DIN EN ISO 13370 kann bei Gebäudezonen mit erheblichen Wärmeausträgen über das Erdreich zu einer Überschätzung der monatlichen Wärmesenken über das Erdreich im Winter führen. Falls der Wärmeaustrag über das Erdreich einen erheblichen Anteil an den Gesamtwärmesenken ausmacht, ist abzuwägen, ob eine detaillierte Berechnung des Wärmestroms über das Erdreich nach DIN EN ISO 13370:2008-04, A.1, durchzuführen ist. In diesem Fall muss die Angabe des monatlichen Gesamtwärmestroms nach Gleichung (55) erfolgen.

$$Q_{T,s} = \Phi_m t \quad (55)$$

Dabei ist

Φ_m der mittlere tägliche Wärmestrom über das Erdreich innerhalb des Monats, berechnet nach DIN EN ISO 13370:2008-04, Anhang A;

t der Berechnungszeitraum ($t = 24$ h).

6.3 Lüftungswärmesenken/-quellen

6.3.1 Infiltration

6.3.1.1 Allgemeines

Wärmequellen und -senken durch Infiltration sind nach Gleichung (56) bzw. (57) zu berechnen.

$$Q_{V,inf} = H_{V,inf} (\theta_1 - \theta_e) t \quad \text{für } \theta_1 > \theta_e \quad (\text{Wärmesenke}) \quad (56)$$

bzw. nach

$$Q_{V,inf} = H_{V,inf} (\theta_e - \theta_1) t \quad \text{für } \theta_1 < \theta_e \quad (\text{Wärmequelle}) \quad (57)$$

Dabei ist

$H_{V,inf}$ der Wärmetransferkoeffizient für die Infiltration;

θ_1 die Bilanz-Innentemperatur der Gebäudezone, $\theta_{1,h}$ nach 6.1.2 für die Heizwärmebilanz bzw. $\theta_{1,c}$ nach 6.1.3 für die Kühlbilanz;

θ_e die durchschnittliche monatliche Außentemperatur;

t der Berechnungszeitraum ($t = 24 \text{ h}$).

Der Wärmetransferkoeffizient für Infiltration berechnet sich nach

$$H_{V,inf} = n_{inf} V c_{p,a} \rho_a \quad (58)$$

Dabei ist

n_{inf} der Tagesmittelwert des Infiltrationsluftwechsels nach Gleichung (59) bzw. (60);

V das Nettoraumvolumen;

$c_{p,a}$ die spezifische Wärmekapazität von Luft;

ρ_a die Dichte von Luft.

$c_{p,a} \rho_a$ ist zu $0,34 \text{ Wh}/(\text{m}^3 \cdot \text{K})$ zu setzen.

Für innenliegende Gebäudezonen (ohne an Außenluft grenzende Flächen) wird die Infiltration der Außenluft zu null gesetzt.

6.3.1.2 Bestimmung des Infiltrationsluftwechsels

Der Infiltrationsluftwechsel wird in Abhängigkeit von der Gebäudedichtheit als Tagesmittelwert bestimmt. Als Maß für die Gebäudedichtheit gilt dabei der gemessene Luftwechsel bei 50 Pa Druckdifferenz (n_{50} -Wert). Für ungeprüfte Gebäude sind Standardwerte festgelegt.

Beim Einsatz ventilatorgestützter Lüftung mit nicht balanciertem Zu- und Abluftvolumenstrom vermindert sich die Infiltration durch die von der Lüftungsanlage hervorgerufene Druckdifferenz.

— Ohne mechanische Lüftung (keine Lüftungsanlage oder abgeschaltete Lüftungsanlage während Wochenend- oder Ferienzeiten) ist der mittlere tägliche Infiltrationsluftwechsel nach Gleichung (59) zu bestimmen:

$$n_{inf} = n_{inf,0} = n_{50} e^{f_{ATD}} \quad (59)$$

Dabei ist $n_{\text{inf},0}$ der Infiltrationsluftwechsel ohne Berücksichtigung der Lüftungsanlage.

- Mit mechanischer Lüftung vermindert sich der mittlere tägliche Infiltrationsluftwechsel entsprechend Gleichung (60):

$$n_{\text{inf}} = n_{50} e f_{\text{ATD}} \left(1 + (f_e - 1) \frac{t_{\text{V,mech}}}{24 \text{ h}} \right) \quad (60)$$

Dabei ist

- n_{50} der Luftwechsel bei 50 Pa Druckdifferenz
- nach erfolgter Dichtheitsprüfung: gemessener Wert,
- ohne erfolgte bzw. bei geplanter, aber noch ausstehender Dichtheitsprüfung: Standardwerte, vorgegeben nach Tabelle 6 bzw. nach Gleichung (63) in Verbindung mit Tabelle 6 berechneter Wert;
- e der Volumenstromkoeffizient, als Standardwert gilt: $e = 0,07$
(entspricht Abschirmungskoeffizient nach DIN EN ISO 13789 bei gemäßigter Abschirmung, mehr als eine Fassade dem Wind ausgesetzt);
- $t_{\text{V,mech}}$ die tägliche Betriebsdauer der Lüftungsanlage (siehe DIN V 18599-10);
- f_e ein Faktor zur Bewertung der durch die mechanische Lüftungsanlage vermehrten oder verminderten Infiltration nach den Gleichungen (64) bis (65);
- f_{ATD} ein Faktor zur Berücksichtigung von Außenluftdurchlässen (ALD, en: air transfer device) nach Gleichung (61) bzw. (62).

Der Faktor zur Berücksichtigung von Außenluftdurchlässen wird bei Vorhandensein nach Gleichung (62) bestimmt, ohne Außenluftdurchlässe gilt Gleichung (61).

$$\text{ohne ALD: } f_{\text{ATD}} = 1 \quad (61)$$

$$\text{mit ALD: } f_{\text{ATD}} = \min \left(16; \frac{n_{50} + 1,5 \text{ h}^{-1}}{n_{50}} \right) \quad (62)$$

Tabelle 6 enthält eine Kategorisierung zur Einschätzung der Luftdichtheit. Bei Gebäuden mit einem Nettoraumvolumen bis 1 500 m³ kommt der Bemessungswert n_{50} zur Anwendung, für größere Gebäude die hüllflächenbezogene Größe q_{50} . Die Umrechnung der q_{50} -Bemessungswerte in n_{50} -Werte erfolgt anhand Gleichung (63).

$$n_{50} = \frac{q_{50} A_f}{V} \quad (63)$$

Dabei ist

- q_{50} die hüllflächenbezogene Luftdurchlässigkeit bei 50 Pa Druckdifferenz nach Tabelle 6;
- A_f die Hüllfläche nach DIN EN 13829. Vereinfacht kann die nach DIN V 18599-1 ermittelte wärmeübertragende Umfassungsfläche A angesetzt werden;
- V das Nettoraumvolumen.

Tabelle 6 — n_{50} - und q_{50} -Bemessungswerte (Standardwerte für ungeprüfte Gebäude)

Kategorien zur pauschalen Einschätzung der Gebäudedichtheit	Gebäude mit einem Nettoraumvolumen $\leq 1\,500\text{ m}^3$ n_{50} h^{-1}	Gebäude mit einem Nettoraumvolumen $> 1\,500\text{ m}^3$ q_{50} $\text{m}^3/\text{m}^2\text{h}$
I	a) 2; b) 1	a) 3; b) 2
II	4	6
III	6	9
IV	10	15

Die Einstufung der Gebäudedichtheit der Gebäudezone ist in Tabelle 6 festgelegt:

- Kategorie I: Einhaltung der Anforderung an die Gebäudedichtheit nach DIN 4108-7 (d. h., die Dichtheitsprüfung wird gemäß der Kriterien dieser Norm nach Fertigstellung durchgeführt);
 - a) Gebäude ohne raumluftechnische Anlage,
 - b) Gebäude mit raumluftechnischer Anlage (auch Wohnungslüftungsanlagen);
- Kategorie II: zu errichtende Gebäude oder Gebäudeteile, bei denen keine Dichtheitsprüfung vorgesehen ist;
- Kategorie III: Fälle, die nicht den Kategorien I, II oder IV entsprechen;
- Kategorie IV: Vorhandensein offensichtlicher Undichtheiten, wie z. B. offene Fugen in der Luftdichtheitschicht der wärmeübertragenden Umfassungsfläche.

Kann die Einstufung in o. g. Kategorien nicht eindeutig qualifiziert vorgenommen werden, muss eine Dichtheitsprüfung zur Bestimmung des n_{50} -Wertes erfolgen.

6.3.1.3 Bewertung der Infiltration bei mechanischen Lüftungsanlagen

- Für mechanische Lüftungsanlagen mit balancierter Zu- und Abluft ($n_{ZUL} = n_{ETA}$) gilt Gleichung (64):

$$f_e = 1 \quad (64)$$

- Für alle anderen Fälle gilt Gleichung (65):

$$f_e = \frac{1}{1 + \frac{f}{e} \left(\frac{n_{ABL} - n_{ZUL}}{n_{50} f_{ATD}} \right)^2} \quad (65)$$

Dabei ist

- e, f der Volumenstromkoeffizient und der Koeffizient zur Windexposition, als Standardwerte gelten: $e = 0,07$ und $f = 15$ (entspricht Abschirmungskoeffizienten nach DIN EN ISO 13789 bei gemäßigter Abschirmung, mehr als eine Fassade dem Wind ausgesetzt);
- n_{ZUL} die Summe über die Zuluftwechsel der mechanischen Lüftung $n_{mech,ZUL}$ nach den Gleichungen (92) oder (93) und der aus benachbarten Zonen überströmenden Luft $n_{z,ZUL}$ nach Gleichung (106);
- n_{ETA} die Summe über die Abluftwechsel der mechanischen Lüftung $n_{mech,ETA}$ nach Gleichung (94) und der aus benachbarten Zonen abgesaugten Luft $n_{z,ETA}$ nach Gleichung (108).

6.3.2 Fensterlüftung

6.3.2.1 Allgemeines

Wärmesenken und Wärmequellen infolge von Lüftung durch Fenster und Türen sind wie folgt zu berechnen:

$$Q_{V,\text{win}} = H_{V,\text{win}} (\theta_i - \theta_e) t \quad \text{für } \theta_i > \theta_e \quad (\text{Wärmesenke}) \quad (66)$$

bzw. nach

$$Q_{V,\text{win}} = H_{V,\text{win}} (\theta_e - \theta_i) t \quad \text{für } \theta_i < \theta_e \quad (\text{Wärmequelle}) \quad (67)$$

Dabei ist

$H_{V,\text{win}}$ der Wärmetransferkoeffizient für Fensterlüftung nach Gleichung (68), für Wohngebäude ist $H_{V,\text{win}} = H_{V,\text{win,mth}}$ nach Gleichung (69) zu setzen;

θ_i die Bilanz-Innentemperatur der Gebäudezone, $\theta_{i,h}$ nach 6.1.2 für die Heizwärmebilanz bzw. $\theta_{i,c}$ nach 6.1.3 für die Kühlbilanz;

θ_e die durchschnittliche monatliche Außentemperatur;

t die Dauer des Berechnungszeitraums ($t = 24 \text{ h}$).

$H_{V,\text{win}}$ berechnet sich allgemein nach

$$H_{V,\text{win}} = n_{\text{win}} V c_{p,a} \rho_a \quad (68)$$

Dabei ist

n_{win} der mittlere tägliche Fensterluftwechsel nach den Gleichungen (73), (77) oder (78);

V das Nettoraumvolumen;

$c_{p,a}$ die spezifische Wärmekapazität von Luft;

ρ_a die Dichte von Luft.

$c_{p,a} \rho_a$ ist zu $0,34 \text{ Wh}/(\text{m}^3 \cdot \text{K})$ zu setzen.

Für Wohngebäude ohne mechanische Lüftung werden zur Bestimmung der Wärmesenken und Wärmequellen — nicht zur Bestimmung der Zeitkonstante nach 6.7.2 — abweichend davon monatlich unterschiedliche Werte in Ansatz gebracht, welche eine saisonale Änderung des Luftwechsels berücksichtigen, d.h.

$$H_{V,\text{win,mth}} = n_{\text{win,mth}} V c_{p,a} \rho_a \quad (69)$$

mit

$$n_{\text{win,mth}} = n_{\text{win}} f_{\text{win, seasonal}} \quad (70)$$

Dabei ist

$H_{V,\text{win,mth}}$ der Wärmetransferkoeffizient für Fensterlüftung unter Berücksichtigung einer saisonalen Änderung des Luftwechsels;

$n_{\text{win,mth}}$ der mittlere tägliche Fensterluftwechsel mit saisonaler Anpassung nach den Gleichung (70);

$f_{\text{win, seasonal}}$ der Faktor zur saisonalen Anpassung (en: seasonal) des Fensterluftwechsels nach den Gleichung (71).

Der Faktor zur saisonalen Anpassung des Fensterluftwechsels ist als Funktion der monatlichen Außenlufttemperatur definiert:

$$f_{\text{win,seasonal}} = 0,04 \theta_e + 0,8 \quad (71)$$

Dabei ist

θ_e die durchschnittliche monatliche Außentemperatur, in °C;

6.3.2.2 Bestimmung des Fensterluftwechsels

In den Fensterluftwechsel ist der Luftwechsel durch Fenster, Türen und andere Öffnungen nach außen, einschließlich Nachströmöffnungen für Lüftungsanlagen einzubeziehen. Der Fensterluftwechsel ist als Tagesmittelwert aus dem vorgegebenen nutzungsbedingt notwendigen Außenluftwechsel zu bestimmen. Anzurechnen ist dabei eine Verminderung des Fensterluftwechsels in Abhängigkeit von der Infiltration.

Bei Gebäudezonen mit mechanischen Lüftungsanlagen mit Zuluft ist der Fensterluftwechsel zusätzlich um den Luftwechsel der Lüftungsanlage zu reduzieren. Gegebenenfalls muss der Fensterluftwechsel bei mechanischen Lüftungsanlagen, bei denen der Abluftvolumenstrom den Zuluftvolumenstrom übersteigt, so weit erhöht werden, dass der Abluftvolumenstrom durch Fensterluftwechsel, Infiltration und Anlagenzuluft zusammen gedeckt ist.

Wird durch eine Lüftungsanlage in einer benachbarten Zone Luft aus der zu berechnenden Zone abgesaugt, so ist dieser Luftvolumenstrom ebenso als Abluftvolumenstrom nach 6.3.5 bei der Bestimmung des Fensterluftwechsels einzubeziehen.

Soweit in der Gebäudezone Durchlässe zur Außenluft vorhanden sind, ist unabhängig von Infiltrations- und Anlagenluftwechsel ein Mindestwert von $n_{\text{win,min}} = 0,1 \text{ h}^{-1}$ für den Fensterluftwechsel anzusetzen. Bei Gebäudezonen, die keine Durchlässe nach außen haben, ist der Fensterluftwechsel zu vernachlässigen.

Für Wohngebäude mit mechanischer Lüftung werden zur Bestimmung der Wärmesenken und Wärmequellen — nicht zur Bestimmung der Zeitkonstante nach 6.7.2 — abweichend monatlich unterschiedliche Werte für $n_{\text{win,min}}$ in Ansatz gebracht, welche eine saisonale Änderung des Luftwechsels berücksichtigen, d.h.

$$n_{\text{win,min,mth}} = n_{\text{win,min}} f_{\text{win,seasonal}} \quad (72)$$

Der Faktor $f_{\text{win,seasonal}}$ ist dabei nach Gleichung (71) zu bestimmen. In den nachfolgenden Gleichung ist in diesem Fall $n_{\text{win,min,mth}}$ an Stelle von $n_{\text{win,min}}$ einzusetzen.

- Ohne Einsatz mechanischer Lüftung (keine Lüftungsanlage oder abgeschaltete Lüftungsanlage während Wochenend- oder Ferienzeiten; $n_{\text{ZUL}} = n_{\text{ETA}} = 0$) ist der mittlere tägliche Fensterluftwechsel nach Gleichung (73) zu ermitteln:

$$n_{\text{win}} = n_{\text{win,min}} + \Delta n_{\text{win}} \frac{t_{\text{nutz}}}{24 \text{ h}} \quad (73)$$

Dabei ist

- für $n_{\text{nutz}} < 1,2 \text{ h}^{-1}$

$$\Delta n_{\text{win}} = \max [0; n_{\text{nutz}} - (n_{\text{nutz}} - 0,2 \text{ h}^{-1})/h^{-1} n_{\text{inf}} - 0,1 \text{ h}^{-1}] \quad (74)$$

- für $n_{\text{nutz}} \geq 1,2 \text{ h}^{-1}$

$$\Delta n_{\text{win}} = \max [0; n_{\text{nutz}} - n_{\text{inf}} - 0,1 \text{ h}^{-1}] \quad (75)$$

Dabei ist

- $n_{\text{win,min}}$ der Mindestwert Fensterluftwechsel;
- n_{nutz} der nutzungsbedingte Mindestluftwechsel nach Gleichung (84);
- n_{inf} der Infiltrationsluftwechsel nach Gleichung (59);
- t_{nutz} die tägliche Nutzungsdauer nach DIN V 18599-10.

- Bei Einsatz einer mechanischen Lüftungsanlage ist der mittlere tägliche Fensterluftwechsel nach Gleichung (76) zu ermitteln, sofern die Nutzungszeit die Anlagenbetriebszeit nicht überschreitet (Standardfall; $t_{\text{V,mech}} = t_{\text{nutz}}$):

$$n_{\text{win}} = n_{\text{win,min}} + \Delta n_{\text{win,mech}} \frac{t_{\text{V,mech}}}{24 \text{ h}} \quad (76)$$

- Bei Einsatz einer mechanischen Lüftungsanlage, deren Betriebszeit kürzer als die Nutzungszeit ist, ist der mittlere tägliche Fensterluftwechsel nach Gleichung (77) zu ermitteln (Sonderfall; $t_{\text{V,mech}} < t_{\text{nutz}}$):

$$n_{\text{win}} = n_{\text{win,min}} + \Delta n_{\text{win}} \frac{t_{\text{nutz}} - t_{\text{V,mech}}}{24 \text{ h}} + \Delta n_{\text{win,mech}} \frac{t_{\text{V,mech}}}{24 \text{ h}} \quad (77)$$

Dabei ist

- $n_{\text{win,min}}$ der Mindestwert Fensterluftwechsel;
- Δn_{win} der zusätzliche Fensterluftwechsel während der Nutzungszeit, ohne Betrieb einer mechanischen Lüftungsanlage nach den Gleichungen (74) und (75);
- $\Delta n_{\text{win,mech}}$ der zusätzliche Fensterluftwechsel während der Betriebszeit einer mechanischen Lüftungsanlage nach den Gleichungen (80) bis (83);
- t_{nutz} die tägliche Nutzungsdauer nach DIN V 18599-10;
- $t_{\text{V,mech}}$ die tägliche Betriebsdauer der Lüftungsanlage nach DIN V 18599-10.

- Bei Einsatz einer mechanischen Lüftungsanlage in einer benachbarten Zone ist gegebenenfalls der Luftwechsel der überströmenden Luft nach 6.3.5 zu berücksichtigen. Die Gleichung (76) gilt entsprechend.

Zur Bestimmung des zusätzlich notwendigen Luftwechsels $\Delta n_{\text{win,mech}}$ sind folgende Fälle zu unterscheiden:

- a) Der nutzungsbedingte Mindestluftwechsel wird über die Zuluft durch die mechanische Lüftungsanlage und zum Teil durch Infiltration gedeckt und
 - 1) zum Ausgleich des Abluftvolumenstroms ist keine zusätzliche Nachströmung erforderlich;
 - 2) der Abluftvolumenstrom übersteigt die durch Zuluft und Infiltration einströmende Luft. Eine zusätzliche Nachströmung (z. B. über ALD) ist erforderlich.
- b) Der nutzungsbedingte Mindestluftwechsel wird nicht über die Zuluft durch die mechanische Lüftungsanlage und durch Infiltration gedeckt oder es ist keine Zuluft vorhanden und
 - 1) der notwendige Frischluftwechsel wird über den Fensterluftwechsel ergänzt. Zum Ausgleich des Abluftvolumenstroms ist keine zusätzliche Nachströmung erforderlich;
 - 2) der Abluftvolumenstrom übersteigt den über den nutzungsbedingt vorgegebenen Luftstrom. Eine zusätzliche Nachströmung (z. B. über ALD) ist erforderlich.

Unter Berücksichtigung der Infiltration gilt für den zusätzlichen, nutzungsbedingt notwendigen Luftwechsel $\Delta n_{\text{win,mech},0}$:

— für $n_{\text{nutz}} < 1,2 \text{ h}^{-1}$:

$$\Delta n_{\text{win,mech},0} = \max [0; n_{\text{nutz}} - (n_{\text{nutz}} - 0,2 \text{ h}^{-1})/h^{-1} \cdot n_{\text{inf},0} \cdot f_e - 0,1 \text{ h}^{-1}] \quad (78)$$

— für $n_{\text{nutz}} \geq 1,2 \text{ h}^{-1}$:

$$\Delta n_{\text{win,mech},0} = \max [0; n_{\text{nutz}} - n_{\text{inf},0} \cdot f_e - 0,1 \text{ h}^{-1}] \quad (79)$$

Damit ist der notwendige zusätzliche Fensterluftwechsel $\Delta n_{\text{win,mech}}$ unter Berücksichtigung der Fallunterscheidung nach Gleichungen (80) bis (83) wie folgt zu bestimmen:

Fall a) Der nutzungsbedingt notwendige Luftwechsel ist durch die Zuluft gedeckt

Bedingung: $\Delta n_{\text{win,mech},0} \leq n_{\text{ZUL}}$

Fall a-1) Bedingung: $n_{\text{ETA}} \leq (n_{\text{ZUL}} + n_{\text{inf},0})$:

$$\Delta n_{\text{win,mech}} = 0 \text{ h}^{-1} \quad (80)$$

Fall a-2) Bedingung: $n_{\text{ETA}} > (n_{\text{ZUL}} + n_{\text{inf},0})$:

$$\Delta n_{\text{win,mech}} = n_{\text{ETA}} - n_{\text{ZUL}} - n_{\text{inf},0} \quad (81)$$

Fall b) Der nutzungsbedingt notwendige Luftwechsel ist nicht durch die Zuluft gedeckt

Bedingung: $\Delta n_{\text{win,mech},0} > n_{\text{ZUL}}$

Fall b-1) Bedingung: $n_{\text{ETA}} \leq (\Delta n_{\text{win,mech},0} + n_{\text{inf},0})$:

$$\Delta n_{\text{win,mech}} = \Delta n_{\text{win,mech},0} - n_{\text{ZUL}} \quad (82)$$

Fall b-2) Bedingung: $n_{\text{ETA}} > (\Delta n_{\text{win,mech},0} + n_{\text{inf},0})$:

$$\Delta n_{\text{win,mech}} = n_{\text{ETA}} - n_{\text{ZUL}} - n_{\text{inf},0} \quad (83)$$

Dabei ist

n_{nutz}	der nutzungsbedingte Mindestluftwechsel nach DIN V 18599-10; Berechnung, siehe Gleichung (84);
n_{50}	der Luftwechsel bei 50 Pa Druckdifferenz <ul style="list-style-type: none"> — nach erfolgter Dichtheitsprüfung: gemessener Wert, — ohne erfolgte bzw. beabsichtigte Dichtheitsprüfung: Standardwerte, angegeben in Tabelle 6;
n_{ZUL}	die Summe über die Zuluftwechsel der mechanischen Lüftung $n_{\text{mech,ZUL}}$ nach Gleichung (92) oder (93) und der aus benachbarten Zonen überströmenden Luft $n_{\text{z,ZUL}}$ (siehe Gleichung (106));
n_{ETA}	die Summe über die Abluftwechsel der mechanischen Lüftung $n_{\text{mech,ETA}}$ nach Gleichung (94) und der aus benachbarten Zonen abgesaugten Luft $n_{\text{z,ETA}}$ (siehe Gleichung (108)).

6.3.2.3 Nutzungsbedingter Mindestaußenluftwechsel

Der Mindestaußenluftvolumenstrom ist nach DIN V 18599-10 nutzungsabhängig vorgegeben. Der Luftwechsel ist nach Gleichung (84) zu bestimmen. Der nutzungsbedingte Mindestaußenluftwechsel muss durch den Fensterluftwechsel und/oder mechanische Belüftung gedeckt werden.

$$n_{\text{nutz}} = \frac{\dot{V}_A A_B}{V} \quad (84)$$

Dabei ist

\dot{V}_A der flächenbezogene Mindestaußenluftvolumenstrom nach DIN V 18599-10, in $\text{m}^3/(\text{h m}^2)$; bei Einsatz einer bedarfsabhängigen Luftvolumenstromregelung nach DIN V 18599-7 ist $\dot{V}_A = \dot{V}_{\text{dc}}$ zu setzen.

A_B die Bezugsfläche der Gebäudezone, in m^2 ;

V das Nettoraumvolumen, in m^3 .

Für Nichtwohngebäude ohne mechanische Lüftung und ohne bedarfsabhängige Volumenstromregelung wird für den nutzungsbedingten Mindestaußenluftwechsel eine automatisierte, bedarfsgeregelte Fensterlüftung in Ansatz gebracht (Präsenzmelder nach DIN V 18599-7). Dabei wird der personenabhängige Teil des Außenluftvolumenstroms ($\dot{V}_A - \dot{V}_{A,\text{Geb}}$) mit dem Teilbetriebsfaktor F_{RLT} nach dem Nutzungsprofi nach DIN V 18599-10 beaufschlagt. Für diesen Fall gilt abweichend Gleichung (85).

$$n_{\text{nutz}} = \frac{(\dot{V}_{A,\text{Geb}} + (\dot{V}_A - \dot{V}_{A,\text{Geb}}) F_{\text{RLT}}) A_B}{V} \quad (85)$$

Dabei ist

$\dot{V}_{A,\text{Geb}}$ der flächenbezogene Mindestaußenluftvolumenstrom für Gebäude nach DIN V 18599-10, in $\text{m}^3/(\text{h m}^2)$;

F_{RLT} der Teilbetriebsfaktor der Gebäudebetriebszeit RLT nach DIN V 18599-10.

Für Wohngebäude wird in DIN V 18599-10 der nutzungsbedingte Mindestaußenluftwechsel n_{nutz} angegeben. Bei Anwendung des personenbezogenen Mindestaußenluftvolumenstroms entsprechend einem ausführlichen Nutzungsprofil nach DIN V 18599-10 ist dieser unter der Berücksichtigung der Personenbelegung umzurechnen.

6.3.3 Mechanische Lüftung

6.3.3.1 Allgemeines

In den Kälte- und Wärmeeinträgen durch mechanische Lüftung nach den Gleichungen (86) und (87) wird die direkt durch Zuluftauslässe in die Gebäudezone eingebrachte Zuluft mit Zulufttemperatur berücksichtigt. Zusätzlich ist, abhängig vom Lüftungskonzept, der durch die mechanische Lüftung verursachte Luftaustausch zwischen benachbarten Gebäudezonen zu berücksichtigen (siehe 6.3.5, Gleichungen (102) bis (108)).

$$Q_{V,\text{mech}} = H_{V,\text{mech}} (\theta_1 - \theta_{V,\text{mech}}) t \quad \text{für } \theta_1 > \theta_{V,\text{mech}} \quad (\text{Wärmesenke}) \quad (86)$$

bzw. nach

$$Q_{V,\text{mech}} = H_{V,\text{mech}} (\theta_{V,\text{mech}} - \theta_1) t \quad \text{für } \theta_1 < \theta_{V,\text{mech}} \quad (\text{Wärmequelle}) \quad (87)$$

Dabei ist

- $H_{V,mech}$ der Wärmetransferkoeffizient für mechanische Lüftung nach Gleichung (88);
- θ_i die Bilanz-Innentemperatur der Gebäudezone, $\theta_{i,h}$ nach 6.1.2 für die Heizwärmebilanz bzw. $\theta_{i,c}$ nach 6.1.3 für die Kühlbilanz;
- $\theta_{V,mech}$ die mittlere Temperatur der Zuluft nach den Gleichungen (95) bis (98);
- t die Dauer des Berechnungszeitraums ($t = 24$ h).

Kälte- und Wärmeeinträge durch eine raumluftechnische Anlage werden in der Gebäudezone berücksichtigt, wenn sie unabhängig von der momentanen Heiz- oder Kühllast auftreten. Dies gilt z. B. für Wohnungslüftungsanlagen und für Lüftungsanlagen mit zentraler Luftaufbereitung. Luftheizungen sind üblicherweise als Heizsystem zur Deckung des Wärmebedarfs in der Gebäudezone hier nicht anzusetzen.

Der Wärmetransferkoeffizient für die Zuluft der Lüftungsanlage wird wie folgt berechnet:

$$H_{V,mech} = n_{mech} V c_{p,a} \rho_a \quad (88)$$

Dabei ist

- n_{mech} der über den Tag gemittelte Luftwechsel durch die mechanische Lüftungsanlage nach Gleichung (89);
- V das Nettoraumvolumen;
- $c_{p,a}$ die spezifische Wärmekapazität von Luft;
- ρ_a die Dichte von Luft.

$c_{p,a} \rho_a$ ist zu $0,34 \text{ Wh}/(\text{m}^3 \cdot \text{K})$ zu setzen.

6.3.3.2 Bestimmung des mittleren Anlagenluftwechsels

Der Anlagenluftwechsel ist als die über den Tag gemittelte durch die Lüftungsanlage in die Gebäudezone eingebrachte Zuluftmenge, bezogen auf das austauschbare Luftvolumen der Gebäudezone, zu bestimmen. Der in DIN V 18599-10 angegebene Wert des Mindest-Außenluftvolumenstroms ist gegebenenfalls entsprechend den Mindestanforderungen der Anlagentechnik (Hinweise hierzu, siehe Anhang E) bzw. bei Konstantvolumenstromanlagen, die zur vollständigen Deckung der Kühllast vorgesehen sind, entsprechend der maximalen erforderlichen Kühllast nach Anhang C zu erhöhen. Bei Anlagen mit kühllastabhängiger Regelung des Volumenstroms (VVS) ist der Mindestvolumenstrom anzusetzen. Für Wohnungslüftungsanlagen und Anlagen, die nur zum Teil den Außenluftwechsel decken, sind Standardwerte festgelegt.

Der mittlere tägliche Anlagenluftwechsel ist nach Gleichung (89) zu ermitteln.

$$n_{mech} = n_{mech,ZUL} \frac{t_{V,mech}}{24 \text{ h}} \quad (89)$$

Dabei ist

- $n_{mech,ZUL}$ der Luftwechsel der Zuluft während der Betriebszeit der Anlage nach den Gleichungen (85) bis (93);
- $t_{V,mech}$ die tägliche Betriebsdauer der Lüftungsanlage nach Vorgabe in DIN V 18599-10.

ANMERKUNG Für reine Abluftanlagen gilt $n_{mech} = n_{mech,ZUL} = 0 \text{ h}^{-1}$. Der Abluftvolumenstrom wird direkt nur in DIN V 18599-3 zur Berechnung des Ventilatorstrombedarfs und eventuell der Wärmerückgewinnung sowie gegebenen-

falls in DIN V 18599-5 (z. B. Wärmepumpe für Raumheizung) und in DIN V 18599-8 (z. B. Wärmepumpe für Warmwasserbereitung) berücksichtigt. Die bei Abluftanlagen notwendige Nachströmung ist im Fensterluftwechsel berücksichtigt.

6.3.3.3 Zuluft-Luftwechsel der mechanischen Lüftung

- Für Wohnungslüftungsanlagen mit mechanischer Zuluft ist der Zuluft-Luftwechsel nach DIN V 18599-6 anzusetzen.

$$n_{\text{mech,ZUL}} = n_{\text{mech}} \text{ (siehe DIN V 18599-6)} \quad (90)$$

Dies gilt auch für andere Lüftungsanlagen, die nur einen Teil des notwendigen Mindestaußenluftwechsels übernehmen, falls keine genauen Angaben zur Anlage vorliegen.

- Für Lüftungsanlagen zur vollständigen Belüftung ist sowohl der anlagentechnisch einzuhaltende Mindestluftvolumenstrom als auch der nutzungsbedingte Mindestaußenluftwechsel einzuhalten. Bei Konstantvolumenstromanlagen, die vollständig die Kühlung der Gebäudezone übernehmen, kann der erforderliche Mindestluftvolumenstrom aus der abzudeckenden maximalen Kühlleistung der Gebäudezone (siehe auch DIN V 18599-3) ermittelt werden:

$$\dot{V}_{\text{mech,b}} = \frac{\dot{Q}_{\text{c,max}}}{c_{\text{p,a}} \rho_{\text{a}} (\theta_{\text{i}} - \theta_{\text{V,mech}})} \quad (91)$$

Der Luftwechsel wird wie folgt aus dem Volumenstrom und dem Volumen der Gebäudezone bestimmt:

$$n_{\text{mech,ZUL}} = \frac{\dot{V}_{\text{mech,b}}}{V} \quad (92)$$

Dabei ist

$\dot{V}_{\text{mech,b}}$ der maximale Wert aus dem vorgegebenen nutzungsbedingten Mindestvolumenstrom nach DIN V 18599-10, dem anlagentechnisch-bedingten Mindestvolumenstrom (Planungsgröße, Standardwerte, siehe auch Anhang E) und für Lüftungsanlagen zur vollständigen Kühlung dem Volumenstrom nach Gleichung (91);

V das Nettoraumvolumen;

$\dot{Q}_{\text{c,max}}$ die maximale Kühllast nach Gleichung (C.1);

θ_{i} die Raumsolltemperatur der Gebäudezone für den Kühlfall $\theta_{\text{i,c,soll}}$ nach DIN V 18599-10;

$\theta_{\text{V,mech}}$ die Mindestzulufttemperatur nach den Gleichungen (95) bis (98);

$c_{\text{p,a}}$ die spezifische Wärmekapazität von Luft;

ρ_{a} die Dichte von Luft.

$c_{\text{p,a}}$ ist zu $0,34 \text{ Wh}/(\text{m}^3 \cdot \text{K})$ zu setzen.

- Bei reinen Zuluftanlagen muss die in benachbarte Zonen überströmende Luft dort als Zuluft aus anderen Zonen berücksichtigt werden (siehe 6.3.5).
- Für reine Abluftanlagen gilt:

$$n_{\text{mech,ZUL}} = 0 \quad (93)$$

Der Abluftvolumenstrom muss durch Infiltration, durch den Fensterluftwechsel, gegebenenfalls durch Luftwechsel aus benachbarten Zonen, gedeckt sein.

6.3.3.4 Abluft-Luftwechsel der mechanischen Lüftung

Der Abluftvolumenstrom von raumluftechnischen Anlagen ist, soweit nicht bekannt, planerisch festzulegen (Standardwerte siehe Anhang E). Für den Luftwechsel gilt:

$$n_{\text{mech,ETA}} = \frac{\dot{V}_{\text{ETA}}}{V} \quad (94)$$

Sind keine Angaben verfügbar, so ist $n_{\text{mech,ETA}} = n_{\text{mech,ZUL}}$ bzw. für reine Abluftanlagen $n_{\text{mech,ETA}} = n_{\text{nutz}}$ zu setzen.

Für reine Abluftanlagen im Wohnbereich gilt der Standardwert nach DIN V 18599-6: $n_{\text{mech,ETA}} = n_{\text{mech}}$ (siehe DIN V 18599-6).

Der Abluftvolumenstrom muss in jedem Fall durch die mechanische Zuluft, durch Infiltration und durch den Fensterluftwechsel, gegebenenfalls durch Luftwechsel aus benachbarten Zonen, gedeckt sein.

6.3.3.5 Zulufttemperatur der mechanischen Lüftung

— Für Lüftungsanlagen ohne Luftaufbereitung gelten die Zulufttemperaturen nach DIN V 18599-3 oder vereinfacht:

$$\theta_{V,\text{mech}} = \theta_e \quad (95)$$

— Für einfache Lüftungssysteme mit ungeregelten Wärmetauschern und einer Ablufttemperatur gleich der Innentemperatur gelten die Zulufttemperaturen nach DIN V 18599-3 oder vereinfacht:

$$\theta_{V,\text{mech}} = \theta_e + \eta_{V,\text{mech}} \cdot (\theta_1 - \theta_e) \quad (96)$$

— Für Wohnungslüftungsanlagen werden die in DIN V 18599-6 festgelegten Zulufttemperaturen angesetzt:

$$\theta_{V,\text{mech}} = \theta_{V,\text{mech,WLA}} \quad (97)$$

— Für Lüftungsanlagen mit temperaturgeregelter Luftaufbereitung gelten die Zulufttemperaturen nach DIN V 18599-7 oder für Anlagen ohne Kühlfunktion nach DIN V 18599-3:

$$\theta_{V,\text{mech}} = \theta_{V,\text{mech,RLT}} \quad (98)$$

Dabei ist

θ_e	die mittlere monatliche Außentemperatur;
$\eta_{V,\text{mech}}$	der Nutzungsfaktor des Abluft-Zuluft-Wärmetauschersystems;
θ_1	die Bilanz-Innentemperatur der Gebäudezone, $\theta_{1,h}$ nach 6.1.2 für die Heizwärmebilanz bzw. $\theta_{1,c}$ nach 6.1.3 für die Kühlbilanz;
$\theta_{V,\text{mech,WLA}}$	die für eine Wohnungslüftungsanlage mit einem Abluft-Zuluft-Wärmetauschersystem anzusetzende Zulufttemperatur nach DIN V 18599-6;
$\theta_{V,\text{mech,RLT}}$	die anlagenspezifische Zulufttemperatur nach DIN V 18599-3 bzw. nach DIN V 18599-7.

6.3.3.6 Hinweis für die Bewertung von Wohnungslüftungsanlagen (WLA) mit Wärmetauschern zwischen Zu- und Abluft

Um die in der Bilanz der Gebäudezone enthaltene nutzbare Wärme durch die Wärmerückgewinnung über den Wärmetauscher zwischen Zuluft und Abluft für die energetische Bewertung der WLA in DIN V 18599-6 ausweisen zu können, ist für solche WLA die Bilanzierung zweimal durchzuführen:

- a) mit Wärmerückgewinnung über die Wärmetauscher zwischen Abluft und Zuluft unter Verwendung von Gleichung (96);
- b) ohne Wärmerückgewinnung unter Verwendung von Gleichung (95).

Die Differenz zwischen den Ergebnissen des Bilanz-Heizwärmebedarfs (und gegebenenfalls des Bilanz-Kühlbedarfs) von Fall b) zu Fall a) entspricht der nutzbaren Wärme durch die Wärmerückgewinnung zwischen Abluft- und Zuluft.

6.3.4 Lüftung in unbeheizten oder ungekühlten Gebäudezonen

Zur Berechnung der Temperatur in angrenzenden unbeheizten oder ungekühlten Gebäudezonen (siehe Gleichung (38)) ist der Luftwechsel dieser Zonen nach außen zu berücksichtigen.

Für den Lüftungswärmetransferkoeffizienten der angrenzenden unbeheizten oder ungekühlten Gebäudezonen (z. B. Glasvorbau) nach außen gilt:

$$H_{V,ue} = c_{p,a} \rho_a n_{ue} V_u \quad (99)$$

Für den Lüftungswärmetransferkoeffizienten der angrenzenden unbeheizten oder ungekühlten Gebäudezonen zur betrachteten Gebäudezone gilt:

$$H_{V,iu} = 0 \quad (100)$$

Dabei ist

- n_{ue} die Luftwechselrate zwischen der angrenzenden unbeheizten oder ungekühlten Gebäudezone und außen nach Gleichung (101);
- V_u das Nettoraumvolumen der unbeheizten oder ungekühlten Gebäudezone;
- $c_{p,a}$ die spezifische Wärmekapazität von Luft;
- ρ_a die Dichte von Luft.
- $c_{p,a} \rho_a$ ist zu $0,34 \text{ Wh}/(\text{m}^3 \cdot \text{K})$ zu setzen.

Für den Luftwechsel einer angrenzenden unbeheizten oder ungekühlten Gebäudezone nach außen gilt als Standardwert:

$$n_{ue} = 0,6 \text{ h}^{-1} \quad (101)$$

Wenn sich mit $n_{ue} = 0,6 \text{ h}^{-1}$ eine Temperatur im unbeheizten oder ungekühlten Raum von über 20°C ergibt, darf der Luftwechsel (Tagesmittelwert) bis auf 2 h^{-1} erhöht werden, um unerwünschte Überhitzung im Sommer zu vermeiden (Kühlfall).

6.3.5 Luftwechsel zwischen Zonen

6.3.5.1 Allgemeines

Bei hohem Luftwechsel zwischen verschiedenen Räumen oder Raumgruppen des Gebäudes können diese in einer Gebäudezone zusammengefasst werden.

Sollte im Einzelfall eine Aufteilung in zwei Zonen mit Luftaustausch zwischen den Zonen durchgeführt werden, so sind die hierdurch bestehenden Wärmequellen bzw. -senken nach den Gleichungen (102) bzw. (103) zu ermitteln. Ein gezielter Luftaustausch ist beispielsweise bei mechanischen Lüftungsanlagen, die sich konzeptionell über mehrere Nutzungszonen erstrecken, gegeben. Die Luftvolumenströme müssen so bestimmt werden, dass eine ausgeglichene Bilanz der zu- und abfließenden Luftvolumenströme und eine ausreichende Frischluftversorgung der Zonen sichergestellt ist.

Ohne mechanische Lüftung ist der Luftwechsel zwischen Gebäudezonen nur zu berücksichtigen, wenn der Unterschied der Raum-Solltemperaturen mehr als 4 K beträgt.

Bilanziert wird in jeder Zone die einströmende Luft. Der Volumenstrom ist in der angrenzenden Zone als Abluft anzurechnen.

Für die einströmende Luft gilt:

$$Q_{V,z} = H_{V,z} (\theta_1 - \theta_z) t \quad \text{für } \theta_1 > \theta_z \quad (\text{Wärmesenke}) \quad (102)$$

bzw. nach

$$Q_{V,z} = H_{V,z} (\theta_z - \theta_1) t \quad \text{für } \theta_1 < \theta_z \quad (\text{Wärmequelle}) \quad (103)$$

Dabei ist

$H_{V,z}$ der Lüftungswärmetransferkoeffizient;

θ_1 die Bilanz-Innentemperatur der Gebäudezone, $\theta_{i,h}$ nach 6.1.2 für die Heizwärmebilanz bzw. $\theta_{i,c}$ nach 6.1.3 für die Kühlbilanz;

θ_z die durchschnittliche Temperatur (Bilanz-Innentemperatur) in der Zone, aus der die Luft eintritt;

t die Dauer des Berechnungszeitraumes ($t = 24 \text{ h}$).

Der Wärmetransferkoeffizient für den Luftaustausch berechnet sich nach

$$H_{V,z} = \dot{V}_{z,d} c_{p,a} \rho_a \quad (104)$$

Dabei ist

$\dot{V}_{z,d}$ der eintretende Volumenstrom der benachbarten Zone im Mittel über den Tag;

$c_{p,a}$ die spezifische Wärmekapazität von Luft;

ρ_a die Dichte von Luft.

$c_{p,a} \rho_a$ ist zu $0,34 \text{ Wh}/(\text{m}^3 \cdot \text{K})$ zu setzen.

Der mittlere tägliche Volumenstrom der aufgrund einer mechanischen Lüftungsanlage aus einer benachbarten Zone überströmenden Luft ist nach Gleichung (105) zu ermitteln.

$$\dot{V}_{z,d} = \dot{V}_z \frac{t_{V,\text{mech}}}{24 \text{ h}} \quad (105)$$

Dabei ist

\dot{V}_z der Luftvolumenstrom aus einer angrenzenden Zone während der Betriebszeit der mechanischen Lüftungsanlage;

$t_{V,mech}$ die tägliche Betriebsdauer der Lüftungsanlage nach Vorgabe in DIN V 18599-10.

6.3.5.2 Zuluft-Luftwechsel aus benachbarten Gebäudezonen

Zur Bestimmung des Fensterluftwechsels nach den Gleichungen (80) bis (83) ist die Zuluftmenge, die aus der benachbarten Zone zuströmt, einzubeziehen.

$$n_{z,zul} = \frac{\dot{V}_z}{V} \quad (106)$$

Dabei ist

\dot{V}_z der aus einer angrenzenden Zone einströmende Luftvolumenstrom (bei mechanischer Lüftung während der Betriebszeit der Anlage);

ANMERKUNG In der benachbarten Zone ist \dot{V}_z in $n_{z,ETA}$ zu berücksichtigen.

V das Nettoraumvolumen der betrachteten Gebäudezone.

In Gebäudezonen ohne Fenster oder Außenwanddurchlässe und höherem Abluftvolumenstrom gilt:

$$n_{z,ZUL} = n_{mech,ABL} - n_{mech,ZUL} \quad (107)$$

Dabei ist

$N_{mech,ETA}$ der Abluft-Luftwechsel durch die mechanische Lüftungsanlage in der betrachteten Gebäudezone (siehe 6.3.3.4);

$n_{mech,ZUL}$ der Zuluft-Luftwechsel durch die mechanische Lüftungsanlage in der betrachteten Gebäudezone (siehe 6.3.3.3).

In anderen Fällen muss der Zuluftwechsel nach baulichen und lüftungstechnischen Gesichtspunkten vorgegeben werden.

6.3.5.3 Abluft-Luftwechsel in benachbarte Zonen

Zur Bestimmung des Fensterluftwechsels ist die zusätzlich in die benachbarte Gebäudezone abströmende Luftmenge zu berücksichtigen.

$$n_{z,ABL} = \frac{\dot{V}_z}{V_i} \quad (108)$$

Dabei ist

\dot{V}_z der in eine angrenzende Zone abströmende Luftvolumenstrom (bei mechanischer Lüftung während der Betriebszeit der Anlage). In der benachbarten Zone ist \dot{V}_z in $n_{z,ZUL}$ zu berücksichtigen;

V das Nettoraumvolumen der betrachteten Gebäudezone.

Bei Absaugung in Gebäudezonen ohne Fenster oder Außenwanddurchlässe kann der Abluftwechsel in die Zone wie folgt berechnet werden:

$$n_{z,ABL} = \frac{\dot{V}_z}{V_i} = \frac{(n_{\text{mech},ABL,j} - n_{\text{mech},ZUL,j}) V_j}{V_i} \quad (109)$$

Dabei ist

- $n_{\text{mech},ETA,j}$ der Abluft-Luftwechsel durch die mechanische Lüftungsanlage in der benachbarten Gebäudezone;
- $n_{\text{mech},ZUL,j}$ der Zuluft-Luftwechsel durch die mechanische Lüftungsanlage in der benachbarten Gebäudezone;
- V_j das Nettoraumvolumen der benachbarten Gebäudezone;
- V_i das Nettoraumvolumen der betrachteten Gebäudezone.

In anderen Fällen muss der Abluftwechsel nach baulichen und lüftungstechnischen Gesichtspunkten vorgegeben werden.

6.4 Strahlungswärmequellen und -senken

6.4.1 Wärmequellen durch solare Einstrahlung durch transparente Flächen

Solare Wärmeeinträge $Q_{S,tr}$, die durch die Fenster oder andere transparente Flächen in die beheizte oder gekühlte Gebäudezone gelangen, sind nach Gleichung (110) zu berechnen.

$$Q_{S,tr} = F_f A g_{\text{eff}} I_S t \quad (110)$$

Dabei ist

- F_f der Abminderungsfaktor für den Rahmenanteil, welcher dem Verhältnis der transparenten Fläche zur Gesamtfläche A des Bauteils entspricht; sofern keine genaueren Werte bekannt sind, wird $F_F = 0,7$ gesetzt, für Dachoberlicht- und schlanke Wintergartenkonstruktionen $F_F = 0,9$;
- A die Fläche des Bauteils, anzusetzen sind die lichten Rohbaumaße (Bruttofläche);
- g_{eff} der wirksame Gesamtenergiedurchlassgrad nach den Gleichungen (111) bis (113);
- I_S die mittlere solare Einstrahlung während des Monats nach DIN V 18599-10;
- t die Dauer des Berechnungsschritts ($t = 24 \text{ h}$).

Die monatlichen mittleren Strahlungsintensitäten I_S sind in Abhängigkeit der Orientierungen eines Bauteils und seiner Neigungen gegen die Horizontale als Referenzklima in DIN V 18599-10 festgelegt.

Dabei ist unter der Orientierung eine Abweichung der Senkrechten auf die betrachtete Bauteilfläche von nicht mehr als $22,5^\circ$ von der jeweiligen Himmelsrichtung zu verstehen. In Grenzfällen ist jeweils der Mittelwert der Einstrahlung für die beiden benachbarten Himmelsrichtungen zu verwenden.

Solare Wärmeeinträge über unbeheizte Glasvorbauten werden in 6.4.3 behandelt. Solare Wärmeeinträge in angrenzende beheizte oder gekühlte Gebäudezonen werden über Transmission und Lüftung der betrachteten Gebäudezone in die Bilanzierung mit einbezogen.

Im effektiven Gesamtenergiedurchlassgrad sind der Energiedurchlass des Glases einschließlich installierter Sonnenschutzvorrichtungen sowie die Steuerung der Sonnenschutzvorrichtungen und die Verschattung durch die Umgebung zu berücksichtigen. Weiter sind auch die erhöhte Reflexion aufgrund des nicht senkrechten

Strahlungseinfall der Sonnenstrahlung und eine mittlere Verschmutzung des Glases einzubeziehen. Diese sind als Standardwerte vorgegeben.

Die Sonnenschutzvorrichtungen sind über den Gesamtenergiedurchlassgrad g_{tot} der Kombination aus Sonnenschutz und Glas zu bewerten. Zulässig sind eine Bewertung nach den in Tabelle 7 vorgegebenen Standardwerten oder eine Berechnung nach DIN EN 13363-1 oder DIN EN 13363-2 sowie ein objektbezogener Nachweis des Herstellers für die kalorischen und lichttechnischen Kennwerte unter gleichen Randbedingungen (zugesicherte Produktwerte), bei Folien gegebenenfalls nach DIN EN 410. Die Bewertung der Sonnenschutzvorrichtung für den Gesamtenergiedurchlassgrad nach dieser Vornorm ist in jedem Fall unter den gleichen Randbedingungen vorzunehmen wie die Bewertung dieser Sonnenschutzvorrichtung unter lichttechnischen Aspekten nach DIN V 18599-4.

Sonnenschutzsysteme mit Lamellen werden zumeist manuell oder automatisch derart betätigt, dass ein Sichtkontakt nach außen erhalten bleibt. Die Lamellen sind daher zumeist nicht vollständig geschlossen. Es ist hinsichtlich des Gesamtenergiedurchlassgrades vorzugsweise eine Lamellenstellung von 45° anzusetzen. Wenn davon zwecks Anrechenbarkeit eines günstigeren Gesamtenergiedurchlassgrades abgewichen wird (Lamellenstellung 10°), sind beleuchtungstechnisch die entsprechenden Kennwerte (Lamellenstellung 10° , bei detaillierter Bestimmung von $C_{\text{TL,vers,Sa,m}}$) anzusetzen.

Sonnenschutzvorrichtungen, die in Abhängigkeit der Sonnenstrahlung gesteuert bzw. betätigt werden, sind entsprechend ihrer Aktivierung zu bewerten. Bei Gebäudezonen mit Wohnnutzung werden Sonnenschutzvorrichtungen nur berücksichtigt, wenn sie feststehend sind.

ANMERKUNG Sonnenschutzvorrichtungen sind Vorrichtungen zur Abminderung der solaren Einstrahlung durch transparente Flächen in den Raum zum Schutz vor Überhitzung oder als Blendschutz (z. B. Stores, Jalousien, Markisen, Vorhänge). Sonnenschutzvorrichtungen sind üblicherweise teilweise transparent und können feststehend (immer aktiv) oder beweglich (variabel) und nur zeitweise aktiv sein. Variable Sonnenschutzvorrichtungen werden in Abhängigkeit von der solaren Einstrahlung geöffnet oder geschlossen (aktiviert). Die Steuerung kann dabei manuell, zeitgesteuert oder intensitätsgesteuert sein.

Je nach Ausführung der Sonnenschutzvorrichtung gilt somit:

— **keine Sonnenschutzvorrichtung**

$$g_{\text{eff}} = F_S F_W F_V g_{\perp} \quad (111)$$

— **feststehende Sonnenschutzvorrichtung**

$$g_{\text{eff}} = F_S F_W F_V g_{\text{tot}} \quad (112)$$

— **variable Sonnenschutzvorrichtung**

$$g_{\text{eff}} = F_W F_V \min \left\{ \begin{array}{l} a g_{\text{tot}} + (1-a) g_{\perp} \\ F_S g_{\perp} \end{array} \right\} \quad (113)$$

Da die Aktivierung der Sonnenschutzvorrichtung von der baulichen Verschattung des Gebäudes abhängig ist, kann sie nicht unabhängig von dieser betrachtet werden. Vereinfacht ist hier der jeweils stärkere Effekt (entweder bauliche Verschattung oder der variable Sonnenschutz) anzusetzen.

Bei Gebäudezonen mit Wohnnutzung sind im Heizfall nur die Gleichungen (111) oder (112) anzuwenden.

Dabei ist

F_S der Abminderungsfaktor für Verschattung mit Berücksichtigung der Verschattung durch die Umgebung, andere Gebäude oder Gebäudeteile nach Gleichung (113);

F_W der Abminderungsfaktor infolge nicht senkrechten Strahlungseinfalls; $F_W = 0,9$;

- F_V der Abminderungsfaktor infolge von Verschmutzung nach DIN V 18599-10;
- g_{\perp} der Gesamtenergiedurchlassgrad des Glases (ohne Sonnenschutzvorrichtung) nach DIN EN 410 bei senkrechtem Strahlungseinfall (Standardwerte in Tabelle 7);
- g_{tot} der Gesamtenergiedurchlassgrad einschließlich Sonnenschutzvorrichtung nach Tabelle 7, nach DIN EN 13363-1, DIN EN 13363-2 oder nach objektbezogenem Nachweis des Herstellers (zugesicherte Herstellerangaben) für kalorische und lichttechnische Kennwerte unter gleichen Randbedingungen;
- a der Parameter zur Bewertung der Aktivierung von beweglichen Sonnenschutzvorrichtungen nach Tabelle A.4 bzw. Tabelle A.5.

Da nach DIN EN 13363-1 keine Lamellenstellung von 10° berechnet werden kann, ist in diesem Fall bei Bewertung nach DIN EN 13363-1 eine Gewichtung der Ergebnisse für 0° Lamellenstellung und 45° Lamellenstellung vorzunehmen: $g_{\text{tot},15^\circ} = 2/3 g_{\text{tot},0^\circ} + 1/3 g_{\text{tot},45^\circ}$.

Für den Parameter a , der die Aktivierung des Sonnenschutzes bewertet, ist zwischen manuell oder zeitgesteuertem und zwischen intensitätsgesteuertem Betrieb zu unterscheiden. In Tabelle A.4 sind für manuell oder zeitgesteuerten und in Tabelle A.5 für intensitätsgesteuerten Betrieb, jeweils für Sommer- und Winterhalbjahr, Werte angegeben.

Bei feststehendem und variablem Sonnenschutz können sowohl die Ausführung des Sonnenschutzes (Kennwerte) sowie die Art der Aktivierung des Sonnenschutzes für Sommer- und Winterhalbjahr variieren. Daher ist es zulässig, für die Halbjahre jeweils unterschiedliche Randbedingungen zu berücksichtigen. Dies ist z. B. der Fall, wenn im Sommerhalbjahr ein außenliegender Sonnenschutz und im Winterhalbjahr nur ein innenliegender Blendschutz zum Einsatz kommt. Dies gilt nur für Zonen mit Nichtwohnnutzung und ist bei der Bewertung der Beleuchtung nach DIN V 18599-4 analog zu berücksichtigen. Für die Definition des Sommer- und Winterhalbjahrs gelten die Festlegungen nach Anhang A.

In Tabelle 7 sind Standardwerte für den Gesamtenergiedurchlassgrad für gängige Sonnenschutzsysteme und unterschiedliche Glastypen angegeben. Zusätzlich sind auch die U -Werte des Glases U_g und der Transmissionsgrad für die Solarstrahlung τ_e sowie für sichtbares Licht τ_{D65} angegeben. Zur Berechnung der solaren Wärmeeinträge, der Transmissionswärme nach 6.2 sowie des Energiebedarfs für Beleuchtung nach DIN V 18599-4 sind korrespondierende Werte zu verwenden.

Tabelle 7 — Standardwerte für die Kennwerte von Gläsern und Sonnenschutzvorrichtungen^a

Glastyp	Kennwerte, ohne Sonnenschutz- vorrichtung				mit außenliegender Sonnenschutzvorrichtung										mit innenliegender Sonnenschutz-vorrichtung							
					Außen- jalousie ^b (10°-Stellung)		Außen- jalousie (45°-Stellung)		vertikale Markise		Rollladen (vollst. geschlossen)		Rollladen ^g (3/4 geschlossen)		innenl. Jalousie ^b (10°-Stellung)		innenl. Jalousie (45°-Stellung)		Textil-Rollo		Folie	
	weiß	dunkel- grau	weiß	dunkel- grau	weiß ^c	grau	weiß	dunkel- grau	weiß	dunkel- grau	weiß	dunkel- grau	weiß	hell- grau	weiß	hell- grau	weiß	grau ^c	weiß ^c			
	U_g^d	g_{\perp}	τ_e	τ_{D65}	g_{tot}	g_{tot}	g_{tot}	g_{tot}	g_{tot}	g_{tot}	g_{tot}	g_{tot}	g_{tot}	g_{tot}	g_{tot}	g_{tot}	g_{tot}	g_{tot}	g_{tot}	g_{tot}	g_{tot}	
einfach	5,8	0,87	0,85	0,90	0,09	0,20	0,17	0,21	0,24	0,23	0,07	0,18	0,27	0,36	0,32	0,44	0,40	0,50	0,26	0,54	0,27	
zweifach	2,9	0,78	0,73	0,82	0,08	0,15	0,15	0,15	0,21	0,18	0,05	0,13	0,24	0,30	0,35	0,46	0,42	0,51	0,29	0,53	0,31	
dreifach	2,0	0,70	0,63	0,75	0,06	0,12	0,13	0,13	0,19	0,15	0,04	0,11	0,21	0,26	0,36	0,44	0,41	0,49	0,31	0,50	0,32	
WDG ^e 2fach	1,7	0,72	0,60	0,74	0,06	0,11	0,12	0,11	0,19	0,14	0,04	0,10	0,21	0,25	0,36	0,45	0,42	0,50	0,31	0,52	0,32	
WDG ^e 2fach	1,4	0,67	0,58	0,78	0,06	0,09	0,11	0,10	0,18	0,13	0,03	0,09	0,19	0,23	0,36	0,44	0,41	0,48	0,31	0,49	0,33	
WDG ^e 2fach	1,1	0,60	0,54	0,80	0,05	0,08	0,10	0,08	0,16	0,11	0,03	0,07	0,17	0,20	0,35	0,42	0,39	0,45	0,31	0,46	0,33	
WDG ^e 2fach	1,0	0,48	0,54	0,71	0,04	0,07	0,09	0,08	0,13	0,10	0,03	0,07	0,14	0,17	0,32	0,36	0,35	0,38	0,30	0,39	0,30	
WDG ^e 3fach	0,8	0,50	0,39	0,69	0,04	0,06	0,08	0,07	0,13	0,09	0,02	0,06	0,14	0,17	0,33	0,37	0,36	0,40	0,30	0,40	0,31	
WDG ^e 3fach	0,8	0,60	0,50	0,74	0,04	0,06	0,09	0,07	0,15	0,10	0,02	0,06	0,17	0,19	0,35	0,42	0,39	0,45	0,31	0,46	0,33	
WDG ^e 3fach	0,7	0,50	0,39	0,70	0,04	0,06	0,08	0,06	0,13	0,08	0,02	0,05	0,14	0,16	0,33	0,38	0,36	0,40	0,30	0,40	0,31	
WDG ^e 3fach	0,6	0,50	0,39	0,69	0,03	0,05	0,08	0,05	0,13	0,08	0,02	0,04	0,14	0,16	0,33	0,38	0,36	0,40	0,30	0,40	0,31	

Tabelle 7 (fortgesetzt)

Glastyp	Kennwerte, ohne Sonnenschutzvorrichtung				mit außenliegender Sonnenschutzvorrichtung										mit innenliegender Sonnenschutzvorrichtung						
					Außenjalousie ^b (10°-Stellung)		Außenjalousie (45°-Stellung)		vertikale Markise		Rollläden (vollst. geschlossen)		Rollläden ^g (3/4 geschlossen)		innenl. Jalousie ^b (10°-Stellung)		innenl. Jalousie (45°-Stellung)		Textil-Rollo		Folie
					weiß	dunkel - grau	weiß	dunkel - grau	weiß ^c	grau	weiß	dunkel - grau	weiß	dunkel - grau	weiß	hell- grau	weiß	hell- grau	weiß	grau ^c	weiß ^c
	U_g^d	g_{\perp}	τ_e	τ_{D65}	g_{tot}	g_{tot}	g_{tot}	g_{tot}	g_{tot}	g_{tot}	g_{tot}	g_{tot}	g_{tot}	g_{tot}	g_{tot}	g_{tot}	g_{tot}	g_{tot}	g_{tot}	g_{tot}	g_{tot}
SSG ^f 2fach	1,3	0,48	0,44	0,59	0,05	0,09	0,10	0,09	0,14	0,11	0,03	0,08	0,14	0,18	0,32	0,36	0,35	0,38	0,30	0,39	0,30
SSG ^f 2fach	1,2	0,37	0,34	0,67	0,04	0,08	0,08	0,09	0,12	0,10	0,03	0,08	0,12	0,15	0,27	0,30	0,29	0,31	0,26	0,31	0,26
SSG ^f 2fach	1,2	0,25	0,21	0,40	0,04	0,08	0,07	0,09	0,10	0,10	0,03	0,08	0,09	0,12	0,20	0,22	0,21	0,22	0,20	0,22	0,20
SSG ^f 3fach	0,7	0,34	0,29	0,63	0,03	0,05	0,07	0,06	0,10	0,07	0,02	0,05	0,10	0,12	0,26	0,28	0,27	0,29	0,25	0,29	0,25
SSG ^f 3fach	0,7	0,24	0,21	0,45	0,03	0,05	0,06	0,06	0,08	0,07	0,02	0,05	0,08	0,10	0,20	0,21	0,21	0,21	0,19	0,22	0,20
SSG ^f 3fach	0,7	0,16	0,13	0,27	0,03	0,05	0,05	0,06	0,07	0,06	0,02	0,05	0,06	0,08	0,14	0,15	0,14	0,15	0,14	0,15	0,14
					Kennwerte der Sonnenschutzvorrichtung																
Transmissionsgrad $\tau_{c,B}$					0	0	0	0	0,22	0,07	0	0	0	0	0	0	0	0	0,11	0,30	0,03
Reflexionsgrad $\rho_{c,B}$					0,74	0,085	0,74	0,085	0,63	0,14	0,65	0,13	0,65	0,13	0,74	0,52	0,74	0,52	0,79	0,37	0,75

Tabelle 7 (fortgesetzt)

- ^a Berechnung von g_{tot} nach DIN EN 13363-1, Folie nach DIN EN 410.
- ^b Lamellensysteme sind vorzugsweise mit 45°-Lamellenstellung zu bewerten. Die Werte für Lamellenstellung 10° sind nach der Gewichtung $g_{\text{tot},10^\circ} = 2/3 g_{\text{tot},0^\circ} + 1/3 g_{\text{tot},45^\circ}$ ermittelt.
- ^c Bei diesen Systemen ist ein hinreichender Blendschutz nicht gegeben. Die Nachrüstung eines zusätzlichen Blendschutzes vermindert die Lichttransmission, beeinflusst den g_{tot} -Wert jedoch kaum.
- ^d Bemessungswert in $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ nach DIN V 4108-4 (einschließlich Korrekturwert von $0,1 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$).
- ^e WDG: Wärmedämmglas
- ^f SSG: Sonnenschutzglas
- ^g Rollläden sind vorzugsweise mit „ $\frac{3}{4}$ geschlossen“ zu bewerten. Die Werte für „ $\frac{3}{4}$ geschlossen“ sind nach der Gewichtung $g_{\text{tot},3/4 \text{ geschlossen}} = 3/4 g_{\text{tot,vollst. geschlossen}} + 1/4 g_{\perp}$ ermittelt.

— Verschattungsfaktor F_S für bauliche Verschattung

Der Abminderungsfaktor F_S für bauliche Verschattung berücksichtigt:

- Verschattung durch andere Gebäude;
- gegebenenfalls Verschattung durch Topographie (z. B. Berge);
- Bauteilüberstände oberhalb und seitlich von der Bauteilfläche.

Für übliche Anwendungsfälle kann $F_S = 0,9$ gesetzt werden.

Für eine genauere Betrachtung sind im Anhang A Tabellen für Abminderungsfaktoren vorgegeben. Die Abminderungsfaktoren geben die Reduzierung der Sonneneinstrahlung durch verschattende Bauteile oder die Umgebung im Mittel über das Sommer- bzw. das Winterhalbjahr wieder. Berücksichtigt sind der Verschattungswinkel sowie die Neigung und Orientierung der betrachteten Bauteilfläche. Für die Verschattung von unten (Horizontverschattung), von oben (durch Überhänge) und von der Seite ergeben sich unterschiedliche Faktoren. Wird das Bauteil von mehreren Richtungen verschattet, so ist der jeweils niedrigste Abminderungsfaktor anzusetzen.

$$F_S = \min (F_h; F_o; F_f) \quad (114)$$

Dabei ist

F_h der Abminderungsfaktor für die Horizontverschattung (durch andere Gebäude, Topographie) nach Tabelle A.1;

F_o der Abminderungsfaktor für Überhänge oberhalb des betrachteten Bauteils (z. B. Vordächer, Loggien usw.) nach Tabelle A.2;

F_f der Abminderungsfaktor für seitliche Bauteilüberstände nach Tabelle A.3.

Bei größeren Bauteilflächen mit unterschiedlicher Verschattung ist ein mittlerer Wert anzusetzen. Ohne Verschattung ist $F_S = 1$.

6.4.2 Solare Wärmeeinträge über opake Bauteile

Wärmequellen und -senken infolge von solarer Einstrahlung auf opake Bauteile und der Abstrahlung langwelliger Strahlung von diesen Bauteilen sind nach den Gleichungen (115) bzw. (116) zu berechnen (für Bauteile mit transparenter Wärmedämmung siehe Gleichung (118)).

$$Q_{S,opak} = R_{se} U A (\alpha I_S - F_f h_r \Delta\theta_{er}) t \quad \text{für } \alpha I_S > F_f h_r \Delta\theta_{er} \quad (\text{Wärmequelle}) \quad (115)$$

$$Q_{S,opak} = R_{se} U A (F_f h_r \Delta\theta_{er} - \alpha I_S) t \quad \text{für } \alpha I_S < F_f h_r \Delta\theta_{er} \quad (\text{Wärmesenke}) \quad (116)$$

Dabei ist

R_{se} der äußere Wärmeübergangswiderstand;

U der Wärmedurchgangskoeffizient des Bauteils;

A die Gesamtfläche des Bauteils in einer Orientierung;

α der Absorptionskoeffizient des Bauteils für Solarstrahlung (Standardwerte nach Tabelle 8);

I_S die globale Sonneneinstrahlung für die Orientierung der Bauteilfläche nach DIN V 18599-10;

F_f der Formfaktor zwischen dem Bauteil und dem Himmel: $F_f = 1$ für waagerechte Bauteile bis 45° Neigung; $F_f = 0,5$ für senkrechte Bauteile größer 45° Neigung;

h_r der äußere Abstrahlungskoeffizient nach Gleichung (117);

$\Delta\theta_{er}$ die mittlere Differenz zwischen der Temperatur der Umgebungsluft und der scheinbaren Temperatur des Himmels; vereinfachend kann $\Delta\theta_{er} = 10$ K angenommen werden;

t die Dauer des Berechnungszeitraums ($t = 24$ h).

Tabelle 8 — Standardwerte für den Strahlungsabsorptionsgrad verschiedener Oberflächen im energetisch wirksamen Spektrum des Sonnenlichts

Oberfläche	Strahlungsabsorptionsgrad α
Wandoberflächen:	
— heller Anstrich	0,4
— gedeckter Anstrich	0,6
— dunkler Anstrich	0,8
Klinkermauerwerk	0,8
helles Sichtmauerwerk	0,6
Dächer (Beschaffenheit):	
— ziegelrot	0,6
— dunkle Oberfläche	0,8
— Metall (blank)	0,2
— Bitumendachbahn (besandet)	0,6

Der äußere Abstrahlungskoeffizient h_r ergibt sich in erster Näherung nach Gleichung (117).

$$h_r = 5 \varepsilon \quad \text{in W/(m}^2 \cdot \text{K)} \quad (117)$$

Dabei ist

ε der Emissionsgrad für Wärmestrahlung der Außenfläche. Falls keine Werte bekannt sind, ist $\varepsilon = 0,9$ anzusetzen.

Für solare Wärmeeinträge opaker Bauteile mit transparenter Wärmedämmung gilt:

$$Q_{S,opak,TI} = R_e U A F_f F_S F_w g_{TI} \alpha I_S t \quad (118)$$

Dabei ist

R_e der äußere Wärmedurchlasswiderstand des Bauteils (gerechnet von der absorbierenden Schicht nach außen; Wärmedurchlasswiderstand der transparenten Wärmedämmung einschließlich des äußeren Übergangswiderstandes);

U der gesamte Wärmedurchgangskoeffizient des Bauteils;

A die Gesamtfläche des Bauteils mit transparenter Dämmung mit einer Orientierung;

F_S der Abminderungsfaktor für bauliche Verschattung nach 6.4.1;

F_f der Rahmenanteil des Bauteils;

F_w der Abminderungsfaktor infolge nicht senkrechten Strahlungseinfalls, $F_w = 0,9$ (falls der nicht senkrechte Einfall der Strahlung in g_{TI} bereits berücksichtigt ist, ist hier $F_w = 1$ zu setzen);

g_{TI} der Gesamtenergiedurchlassgrad der transparenten Wärmedämmung nach Prüfzeugnis (falls keine genauen Angaben verfügbar sind, ist $g_{TI} = 0,35$ zu setzen);

α der Absorptionskoeffizient der transparenten Wärmedämmung (falls die Absorption im g_{TI} -Wert berücksichtigt ist, ist hier $\alpha = 1$ zu setzen);

I_S die globale Sonneneinstrahlung der Orientierung nach DIN V 18599-10;

t die Dauer des Berechnungszeitraums ($t = 24$ h).

ANMERKUNG Zur genaueren Ermittlung der monatlichen Solarwärmeeinträge von transparenten Wärmedämmsystemen, siehe [3]. Bei speziellen transparenten Wärmedämmsystemen (z. B. mit integrierten Verschattungseinrichtungen) können monatliche g_{TI} -Werte über die Vermessungen des winkelabhängigen g -Wertes und einer Ermittlung der effektiven Monatswerte über stündliche Simulationen analog zu 6.4.1 bestimmt werden.

Weitere solare Wärmeeinträge über belüftete Solarwände (Trombewände) oder über belüftete Bauteile der Gebäudehülle (dynamische Wärmedämmung) sind DIN EN ISO 13790 zu entnehmen.

6.4.3 Solare Wärmeeinträge über unbeheizte oder ungekühlte Glasvorbauten

6.4.3.1 Allgemeines

Beheizte oder gekühlte Wintergärten oder Glasvorbauten ohne Trennwand zur angrenzenden Zone sind wie beheizte oder gekühlte Gebäudezonen zu berechnen. Hinweise zur Berechnung von Glasdoppelfassaden sind in 6.4.3.4 zu finden.

Bei der Berechnung solarer Wärmeeinträge in die beheizte oder gekühlte Gebäudezone über einen Glasvorbau muss die Verglasung des Vorbaus (Wintergarten) zusätzlich berücksichtigt werden. Die direkten solaren Einträge über transparente Bauteile ergeben sich daher nach Gleichung (119).

Direkte solare Wärmeeinträge über opake Bauteile der Trennwand sind zu vernachlässigen. Eine Berücksichtigung findet indirekt über die Temperaturerhöhung im Glasvorbau statt.

Die mittlere Temperatur im Glasvorbau wird nach 6.1.5 und Gleichung (38) berechnet, für Vorbauten, die an mehrere Zonen grenzen, nach Gleichung (39). Im Wärmestrom Φ_u , der für die Temperaturermittlung benötigt wird, ist die gesamte über die äußere Verglasung des Vorbaus eingestrahlte Wärmemenge zu berücksichtigen sowie gegebenenfalls interne Wärmequellen (siehe Gleichung (120)). Die über die transparenten Bauteile der Trennfläche direkt in die bilanzierte Gebäudezone eingestrahlte Wärme $Q_{S,tr}$ ist davon abzuziehen.

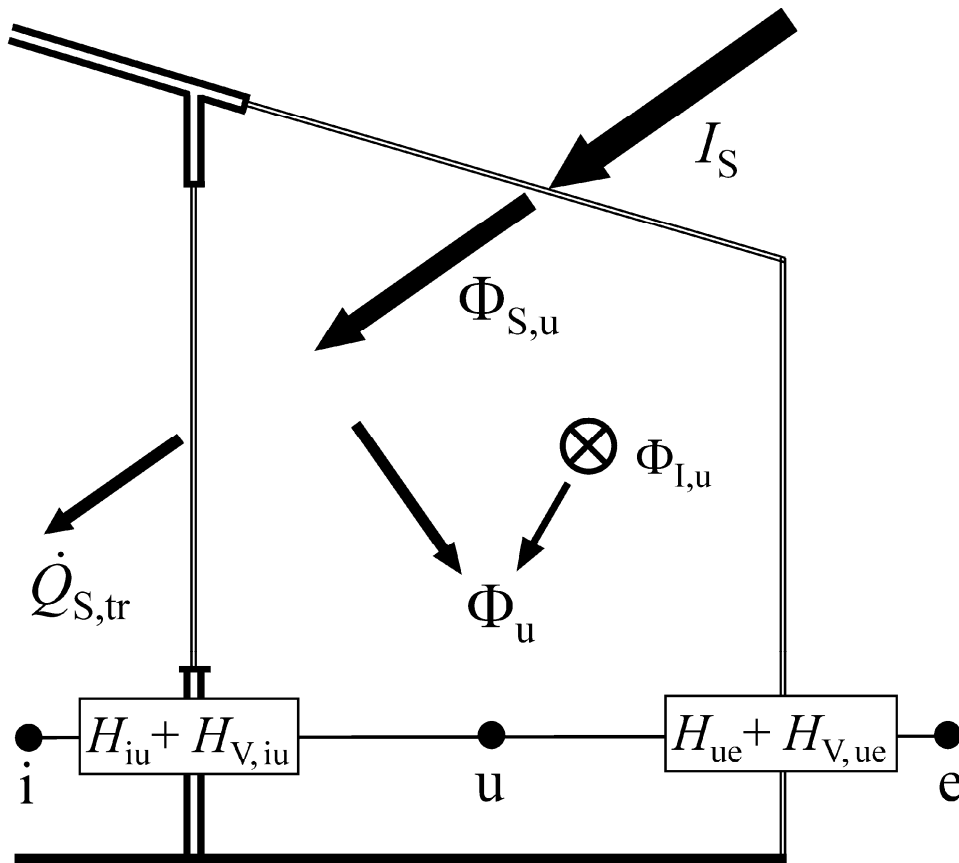


Bild 4 — Schematische Darstellung der für Glasvorbauten zu berücksichtigenden Größen

Bauliche Verschattung und Sonnenschutzmaßnahmen sind jeweils auf das betrachtete Bauteil zu beziehen, d. h.:

- Bei der Berechnung der direkten Wärmeeinträge in die Gebäudezone $\dot{Q}_{S,tr}$ sind Verschattung und Sonnenschutzvorrichtungen der transparenten Bauteile der Trennwand einzubeziehen. Sonnenschutzvorrichtungen sind im Gesamtenergiedurchlassgrad g_{tot} des inneren Glases zu berücksichtigen. Bei außenliegender Sonnenschutzvorrichtung wird nicht unterschieden, ob sie innerhalb des Vorbaus oder vor dem Vorbau im Außenbereich liegt.
- Bei der Berechnung der Wärmeeinträge in den Vorbau Φ_u sind Verschattung und Sonnenschutzvorrichtungen für das äußere Glas zu ermitteln. Im Gesamtenergiedurchlassgrad g_{tot} der äußeren Verglasung ist der Sonnenschutz an der äußeren Verglasung zu berücksichtigen. Sonnenschutz an der inneren Verglasung ist nicht mit einzubeziehen.

6.4.3.2 Direkte solare Wärmeeinträge in die Gebäudezone

Die solaren Wärmeeinträge für transparente Bauteile der Trennfläche $\dot{Q}_{S,tr}$ sind nach 6.4.1 unter Berücksichtigung des zusätzlichen Glases (Glasvorbau nach außen) zu berechnen.

$$\dot{Q}_{S,tr} = F_{F,iu} A_{iu} g_{eff,iu} F_{F,ue} \tau_{e,ue} I_S t \quad (119)$$

Dabei ist

$F_{F,iu}$ der Abminderungsfaktor für den Rahmenanteil des inneren Glases (Anteil der transparenten Fläche zur Gesamtfläche A_{iu}); sofern keine genaueren Werte bekannt sind, wird $F_{F,iu} = 0,7$ gesetzt;

- $A_{i,u}$ die Fläche des Bauteils der Trennfläche zwischen der betrachteten Gebäudezone und dem unbeheizten Glasvorbau (anzusetzen sind die lichten Rohbaumaße);
- $g_{\text{eff},i,u}$ der effektive Gesamtenergiedurchlassgrad des transparenten Anteils des Bauteils nach den Gleichungen (106) bis (108) unter Einbezug
- des Gesamtenergiedurchlassgrades g_{tot} des inneren Glases mit Sonnenschutzvorrichtungen,
 - der Aktivierung von Sonnenschutzvorrichtungen,
 - der Verschattung durch Umgebung und Gebäudeteile,
 - des nicht senkrechten Strahlungseinfallendes,
 - der Verschmutzung des Glases;
- $F_{F,ue}$ der Abminderungsfaktor für den Rahmenanteil des äußeren Glases (Anteil der transparenten Fläche zur Gesamtfläche); sofern keine genaueren Werte bekannt sind, ist $F_{F,ue} = 0,9$ zu setzen;
- $\tau_{e,u,e}$ der Transmissionsgrad des äußeren Glases (Standardwerte in Tabelle 7);
- I_S die globale Sonneneinstrahlung für die Orientierung der Trennfläche nach DIN V 18599-10.

6.4.3.3 Im unbeheizten oder ungekühlten Vorbau wirksame Wärmeeinträge

Um die Temperatur im unbeheizten oder ungekühlten Glasvorbau zu ermitteln, ist der Wärmestrom in den Glasvorbau zu berechnen:

$$\phi_u = \sum \phi_{S,u} - \frac{\sum Q_{S,tr}}{t} + \sum \phi_{l,u} \quad (120)$$

Dabei ist

- $\sum \phi_{S,u}$ die solare Einstrahlung in den Wintergarten, summiert über die transparenten Außenbauteile des Glasvorbaus nach Gleichung (121);
- $\sum Q_{S,tr}$ die solare Einstrahlung durch den Glasvorbau in die angrenzende Gebäudezone nach Gleichung (119), summiert über die transparenten Bauteile der Trennfläche zwischen der betrachteten Gebäudezone und dem unbeheizten Glasvorbau;
- $\sum \phi_{l,u}$ die Summe der internen Wärmequellen innerhalb des Glasvorbaus (in der Regel zu null zu setzen, sonst entsprechend 6.5).

Die solare Einstrahlung in den Vorbau ist nach Gleichung (121) zu ermitteln:

$$\phi_{S,u} = F_{F,ue} A_{ue} g_{\text{eff},ue} I_S \quad (121)$$

Dabei ist

- $F_{F,ue}$ der Abminderungsfaktor für den Rahmenanteil des äußeren Glases (Anteil der transparenten Fläche zur Gesamtfläche); sofern keine genaueren Werte bekannt sind, ist $F_{F,ue} = 0,9$ zu setzen;
- A_{ue} die Fläche der Außenbauteile des Vorbaus einer Orientierung;

- $g_{\text{eff,ue}}$ der effektive Gesamtenergiedurchlassgrad des transparenten Anteils des äußeren Glases nach den Gleichungen (111) bis (113) unter Einbezug
- der Verschattung,
 - des wirksamen Gesamtenergiedurchlassgrades des inneren Glases unter Berücksichtigung von Sonnenschutzvorrichtungen und deren Aktivierung,
 - des nicht senkrechten Strahlungseinfallendes,
 - der Verschmutzung des Glases;
- I_S die globale Sonneneinstrahlung für die Orientierung der Trennfläche nach DIN V 18599-10.

6.4.3.4 Berechnung von Glasdoppelfassaden

Solange kein allgemein anerkanntes Verfahren zur Berechnung von Glasdoppelfassaden zur Verfügung steht, dürfen Glasdoppelfassaden, die geschossweise unterteilt sind, mit folgenden abweichenden Randbedingungen als unbeheizter oder ungekühlter Glasvorbau nach 6.4.3 sowie 6.1.4.5 bewertet werden:

- Bei Doppelfassaden mit Abständen der beiden Fassaden von $\geq 0,5$ m ist für die Berechnung des Lüftungswärmetransferkoeffizienten in Gleichung (38) der Luftwechsel $n_{\text{ue}} = z_{\text{GDF}} \cdot A_{\text{GDF,aero}} \cdot h^{-1}$ zu setzen (unabhängig von der sich einstellenden Temperatur innerhalb der Doppelfassade);

Hierbei ist z_{GDF} ein abstandsabhängiger Luftwechselbeiwert, der zu 1 500 gesetzt werden kann und $A_{\text{GDF,aero}}$ die aerodynamisch wirksame Öffnungsfläche der äußeren Glasfassade. Die aerodynamisch wirksame Öffnungsfläche der äußeren Glasfassade $A_{\text{GDF,aero}}$ bestimmt sich aus der kleineren der Ansichtsflächen der Zu- bzw. Abluftöffnung (A_{GDF}) und dem Durchflussbeiwert ($c_{\text{v,GDF}}$) der Öffnung.

$$A_{\text{GDF,aero}} = A_{\text{GDF}} \cdot c_{\text{v,GDF}}$$

Sofern die repräsentative Ansichtsfläche nicht bekannt ist, ist vereinfacht eine repräsentative Ansichtsfläche der Öffnung (A_{GDF}) von $0,2 \text{ m}^2$ je ldfm. Glasfassade zugrunde zu legen.

Sofern der Durchflussbeiwert ($c_{\text{v,GDF}}$) der Zu-/ oder Abluftöffnung einer Konstruktion nicht bekannt ist, ist er für übliche Konstruktionen wie folgt anzunehmen:

- unverschließbare normale Wetterschutzgitter ($c_{\text{v,GDF}} = 0,25$);
- verschließbare Klappen (sofern keine Angaben zu regeltechnisch sichergestellten monatsweisen Öffnungszeiten bei verschließbaren Klappen vorliegen, ist mit geöffnetem Zustand zu rechnen.): im geöffneten Zustand ($c_{\text{v,GDF}} = 0,125$), im geschlossenen Zustand ($c_{\text{v,GDF}} = 0,0$).

Für abweichende Glasdoppelfassaden-Konstruktionen, können repräsentative Kennwerte aus dem BBR Forschungsvorhaben „Erarbeitung einer vereinfachten Berechnungsmethode für Glas-Doppelfassaden“ [4] oder anderen einschlägigen Forschungsarbeiten abgeleitet werden.

- Bei Doppelfassaden mit Abständen der beiden Fassaden von $< 0,5$ m ist für die Berechnung des Lüftungswärmetransferkoeffizienten in Gleichung (94) die Luftwechselrate $n_{\text{ue}} = 10 \text{ h}^{-1}$ zu setzen (unabhängig von der sich einstellenden Temperatur innerhalb der Doppelfassade);
- falls keine genauen Maße bekannt sind, ist der Rahmenanteil $F_{\text{F,ue}} = 0,95$ zu setzen.

6.5 Interne Wärme- und Kältequellen

6.5.1 Interne Wärmequellen in Wohngebäuden

Für Wohngebäude sind interne Wärmequellen durch Personen, Maschinen und Beleuchtung zusammenzufassen. Wärmequellen durch den Betrieb von Heizungsanlagen sind getrennt auszuweisen. Kältequellen sind zu vernachlässigen.

$$Q_{I,source,WG} = q_I A_B \quad (122)$$

Dabei ist

q_I die durchschnittliche tägliche Wärmeabgabe von Personen, Maschinen und Beleuchtung in Wohngebäuden, bezogen auf die Bezugsfläche nach DIN V 18599-10;

A_B die Bezugsfläche der Gebäudezone.

6.5.2 Wärmequellen durch Personen

Die durch Personen abgegebene Wärme ist je nach Nutzungsprofil als flächenbezogener Wert in DIN V 18599-10 vorgegeben. Hieraus ist die mittlere Wärmeabgabe zu ermitteln:

$$Q_{I,source,p} = q_{I,p} A_B \quad (123)$$

Dabei ist

$q_{I,p}$ die durchschnittliche tägliche Wärmeabgabe von Personen, bezogen auf die Bezugsfläche nach DIN V 18599-10;

A_B die Bezugsfläche der Gebäudezone.

Bei von den Standardwerten deutlich abweichender Nutzung kann auf die ausführlichen Nutzungsprofile nach DIN V 18599-10 zurückgegriffen werden; gegebenenfalls muss der angegebene Wert unter Berücksichtigung von Personenbelegung und Nutzungszeit auf die mittlere tägliche Wärmeabgabe umgerechnet werden.

6.5.3 Wärmequellen und Wärmesenken durch Geräte und Maschinen

Die durch den Betrieb elektrischer Geräte und Maschinen (Arbeitshilfen) in der Gebäudezone anfallenden Wärmemengen sind nach DIN V 18599-10 flächenbezogen vorgegeben. Die Berechnung muss nach Gleichung (124) erfolgen. Geräte mit Kälteerzeugung (z. B. Kühlvittrinen), deren Wärmelast außerhalb der bilanzierten Gebäudezone abgeführt wird, sind als Wärmesenken zu behandeln (siehe Gleichung (125)).

$$Q_{I,source,fac} = q_{I,fac} A_B \quad (124)$$

$$Q_{I,sink,fac} = q_{I,sink,fac} A_B \quad (125)$$

Dabei ist

$q_{I,fac}$ die durchschnittliche tägliche Wärmeabgabe von Geräten oder Maschinen, bezogen auf die Bezugsfläche nach DIN V 18599-10;

A_B die Bezugsfläche der Gebäudezone;

$q_{I,sink,fac}$ die durchschnittliche tägliche Kälteabgabe für Maschinen mit räumlich getrennter Kälteerzeugung, bezogen auf die Bezugsfläche nach DIN V 18599-10.

Zu beachten ist, dass meist die in der technischen Gebäudeausrüstung für 1 m² angegebenen internen Wärmelasten (ohne A_B -Bezug) nicht den in diesem Dokument angewendeten $q_{l,fac}$ -Werten entsprechen und gegebenenfalls umgerechnet werden müssen. Hierbei ist auch auf den zeitlichen Bezug zu achten. $q_{l,fac}$ ist die durchschnittliche Tagessumme der Wärmeabgabe.

Bei von den Standardwerten deutlich abweichender Nutzung kann auf die ausführlichen Nutzungsprofile nach DIN V 18599-10 zurückgegriffen werden; gegebenenfalls muss der angegebene Wert auf die mittlere tägliche Wärmeabgabe umgerechnet werden.

6.5.4 Wärmequellen/-senken durch Stofftransport

Wenn regelmäßig Stoffe oder Güter in die Gebäudezone eingebracht werden oder die Gebäudezone verlassen, deren Temperaturen wesentlich von der Innentemperatur abweichen (z. B. bei Produktionsbetrieben), sind diese als Wärmequellen bzw. Wärmesenken nach den Gleichungen (126) bzw. (127) zu berücksichtigen.

$$Q_{l,source,goods} = c \dot{m} (\theta_{in} - \theta_{out}) t \quad \text{für } \theta_{in} > \theta_{out} \quad (126)$$

$$Q_{l,sink,goods} = c \dot{m} (\theta_{out} - \theta_{in}) t \quad \text{für } \theta_{in} < \theta_{out} \quad (127)$$

Dabei ist

- c die Wärmekapazität des Stoffes;
- \dot{m} der Massenstrom des Stoffes ($\dot{m} = \frac{m}{24}$; wobei m die in 24 h durchschnittliche durchgesetzte Masse ist);
- θ_{in} die mittlere Temperatur, im Berechnungszeitschritt mit der der Stoff (das Gut, das Material) in die Gebäudezone eintritt;
- θ_{out} die Temperatur, mit der der Stoff (das Gut, das Material) die Gebäudezone verlässt (gegebenenfalls die Innentemperatur θ_i);
- t die Dauer des Berechnungsschritts ($t = 24$ h).

6.5.5 Wärmequellen durch künstliche Beleuchtung

Bei der Ermittlung der Wärmeeinträge durch die künstliche Beleuchtung $Q_{l,source,l}$ wird im Regelfall direkt der elektrische Energiebedarf für die künstliche Beleuchtung $Q_{l,f}$ eingesetzt. Die Berechnung muss nach DIN V 18599-4 erfolgen. Bei Gebäudezonen mit so genannten Abluftleuchten, bei denen ein Teil der Wärmeerzeugung durch die künstliche Beleuchtung direkt mit der Abluft abtransportiert wird, sind die Wärmeeinträge durch die künstliche Beleuchtung mit dem Raumbelastungsgrad μ_l zu bewerten:

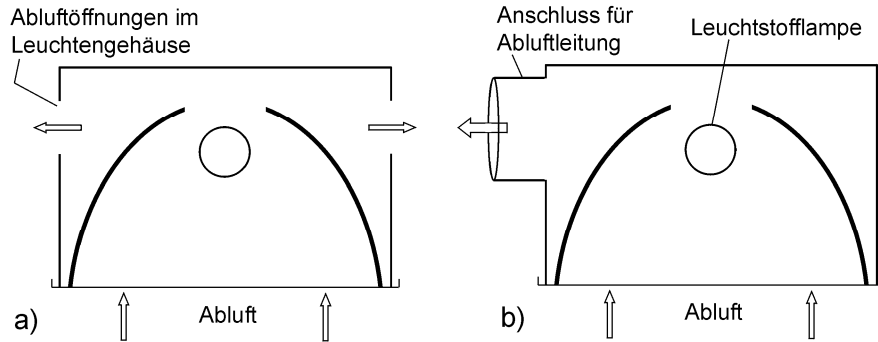
$$Q_{l,source,l} = \mu_l Q_{l,f} \quad (128)$$

Dabei ist

- μ_l der Raumbelastungsgrad für die Beleuchtung (Standardwerte, siehe Tabelle 9);
- $Q_{l,f}$ der durchschnittliche tägliche elektrische Energiebedarf für die künstliche Beleuchtung nach DIN V 18599-4.

Ohne Abluftleuchten gilt $\mu_l = 1$.

ANMERKUNG Detaillierte Definition von μ_l , siehe [2].



Legende

- a) Absaugung über Deckenhohlraum
- b) Absaugung über angeschlossene Luftleitung

Bild 5 — Beispiel zu den zwei Typen von Abluftleuchten

Tabelle 9 — Standardwerte für Raumbelastungsgrade μ_l bei Abluftleuchten in Deckensystemen

Luftdurchsatz, bezogen auf die Leuchtenanschlussleistung in $\text{m}^3/(\text{h} \cdot \text{W})$	0,2	0,3	0,5	1,0
μ_l für Absaugung über Deckenhohlraum	0,80	0,70	0,55	0,45
μ_l für Absaugung durch nicht gedämmte Luftleitungen	0,45	0,40	0,35	0,30
μ_l für Absaugung durch gedämmte Luftleitungen	0,40	0,35	0,30	0,25

6.5.6 Wärmequellen/-senken durch das Heiz-, Kühl-, Trinkwasser- und Lüftungssystem

6.5.6.1 Allgemeines

In die Wärmequellen und -senken durch Anlagensysteme (Heizung, Kühlung, Lüftung und Trinkwarmwasser) sind alle ungeregelten Wärme- und Kälteeinträge durch Verteilungen und Luftkanäle, die durch die Gebäudezone geführt sind, sowie durch Wärmespeicher, durch Wärme- oder Kälteerzeuger und durch Ventilatoren, innerhalb der betrachteten Gebäudezone, einzubeziehen. Hierbei ist jeweils nur der innerhalb der Gebäudezone wirksame Anteil anzurechnen. Die Wärmeeinträge und Kälteeinträge sind nach den entsprechenden Teilen der Vornormenreihe DIN V 18599 zu bestimmen.

$$Q_{l,\text{source},h} = Q_{l,w} + Q_{l,h} + Q_{l,vh} + Q_{l,ch} \quad (129)$$

$$Q_{l,\text{sink},c} = Q_{l,vc} + Q_{l,c} \quad (130)$$

Dabei ist

$Q_{l,w}$ der ungeregelte Wärmeeintrag in die Zone durch das Trinkwarmwassersystem (z. B. Verteilung, Speicherung, gegebenenfalls Erzeugung innerhalb der Zone) nach DIN V 18599-8 als mittlerer Tageswert;

$Q_{l,h}$ der ungeregelte Wärmeeintrag in die Zone durch das Heizungssystem (z. B. Verteilung, Speicherung, gegebenenfalls Erzeugung in der Zone) nach DIN V 18599-5 und aus DIN V 18599-7 (Summe aus beiden) als mittlerer Tageswert;

$Q_{l,vh}$ der unregelmäßige Wärmeeintrag in die Zone durch mechanische Lüftung (z. B. Verluste aus Verteilung und Wärmeeinträge durch Luftförderung) nach DIN V 18599-6 ($Q_{l,vh} = Q_{l,rv,i}$) und DIN V 18599-7 als mittlerer Tageswert;

$Q_{l,ch}$ der unregelmäßige Wärmeeintrag in die Zone durch das Kühlsystem/die Kälteerzeugung (gegebenenfalls Erzeugung in der Zone) nach DIN V 18599-7 als mittlerer Tageswert;

$Q_{l,vc}$ der unregelmäßige Kälteeintrag in die Zone durch mechanische Lüftung (z. B. Verluste aus Verteilung) nach DIN V 18599-6 ($Q_{l,vc} = Q_{l,rv,c,i}$) und DIN V 18599-7 als mittlerer Tageswert;

$Q_{l,c}$ der unregelmäßige Kälteeintrag in die Zone durch das Kühlsystem/die Kälteerzeugung (z. B. Verteilung, Speicherung, gegebenenfalls Erzeugung in der Zone) nach DIN V 18599-6 und DIN V 18599-7 als mittlerer Tageswert.

Falls die Wärme- bzw. Kälteeinträge nicht getrennt nach Werk- und Wochenendtagen ausgewiesen sind, kann die Aufteilung wie folgt vorgenommen werden.

6.5.6.2 Interne Wärmequellen:

Aufteilung Trinkwarmwasserbedarf $Q_{l,w}$:

$Q_{l,w}$ wird nur auf die Nutzungstage verteilt.

$$Q_{l,w,nutz} = Q_{l,w}$$

$$Q_{l,w,we} = 0$$

Aufteilung Wärmeeinträge durch das Heizungssystem $Q_{l,h}$:

$$Q_{l,h,nutz} = Q_{l,h} * (Q_{h,b,nutz} * d_{nutz}) / ((Q_{h,b,nutz} * d_{nutz}) + (Q_{h,b,we} * d_{we})) / d_{nutz}$$

$$Q_{l,h,we} = Q_{l,h} * (1 - (Q_{h,b,nutz} * d_{nutz}) / ((Q_{h,b,nutz} * d_{nutz}) + (Q_{h,b,we} * d_{we}))) / d_{we}$$

Aufteilung Wärmeeinträge durch mechanische Lüftung $Q_{l,vh}$:

$$Q_{l,vh,nutz} = Q_{l,vh} * (Q_{v,h,b,nutz} * d_{nutz}) / ((Q_{v,h,b,nutz} * d_{nutz}) + (Q_{v,h,b,we} * d_{we})) / d_{nutz}$$

$$Q_{l,vh,we} = Q_{l,vh} * (1 - (Q_{v,h,b,nutz} * d_{nutz}) / ((Q_{v,h,b,nutz} * d_{nutz}) + (Q_{v,h,b,we} * d_{we}))) / d_{we}$$

6.5.6.3 Interne Wärmesenken:

Aufteilung Kälteeinträge durch mechanische Lüftung $Q_{l,vc}$:

$$Q_{l,vc,nutz} = Q_{l,vc} * (Q_{v,c,b,nutz} * d_{nutz}) / ((Q_{v,c,b,nutz} * d_{nutz}) + (Q_{v,c,b,we} * d_{we})) / d_{nutz}$$

und

$$Q_{l,vc,we} = Q_{l,vc} * (1 - (Q_{v,c,b,nutz} * d_{nutz}) / ((Q_{v,c,b,nutz} * d_{nutz}) + (Q_{v,c,b,we} * d_{we}))) / d_{we}$$

Aufteilung Wärmeeinträge durch Absortionskältemaschine und Kälteeinträge durch Kühlsystem $Q_{l,c}$:

$$Q_{l,ch,nutz} = Q_{l,ch} * (Q_{c,b,nutz} * d_{nutz}) / ((Q_{c,b,nutz} * d_{nutz}) + (Q_{c,b,wr} * d_{we})) / d_{nutz}$$

$$Q_{l,cc,nutz} = Q_{l,cc} * (Q_{c,b,nutz} * d_{nutz}) / ((Q_{c,b,nutz} * d_{nutz}) + (Q_{c,b,wr} * d_{we})) / d_{nutz}$$

und

$$Q_{l,ch,we} = Q_{l,ch} * (1 - (Q_{c,b,nutz} * d_{nutz}) / ((Q_{c,b,nutz} * d_{nutz}) + (Q_{c,b,wr} * d_{we}))) / d_{we}$$

$$Q_{l,cc,we} = Q_{l,cc} * (1 - (Q_{c,b,nutz} * d_{nutz}) / ((Q_{c,b,nutz} * d_{nutz}) + (Q_{c,b,wr} * d_{we}))) / d_{we}$$

ANMERKUNG Die Wärmequellen und -senken aus den Verteilungen eines Gebäudes können pauschal auf die Gebäudezonen aufgeteilt sein; dies ist in den entsprechenden Teilen der Vornormenreihe DIN V 18599 geregelt.

6.6 Übertrag gespeicherter Wärme zwischen Nutzungs- und Nichtnutzungstagen

Die am Wochenende oder bei Ferienbetrieb aus den Bauteilen entspeicherte und an Nutzungstagen gespeicherte Wärmemenge ist

- für die Nichtnutzungstage vom Heizwärmebedarf der Nichtnutzungstage abzuziehen,
- für die Nutzungstage in der Heizwärmebilanz als Wärmesenke zu berücksichtigen.

Die zu berücksichtigende Wärmemenge ist in der Summe für den Monat für Nutzungstage und Nichtnutzungstage betragsmäßig gleich. Die Wärmemenge ist entsprechend der durchschnittlichen Anzahl der Absenkungen im Monat zu bewerten. In der Bilanz sind die Beträge jeweils auf einen Tag (24 h) zu beziehen.

Über die maximal zulässige Temperaturabsenkung im reduzierten Heizbetrieb und durch den Gesamtwärmebedarf im reduzierten Heizbetrieb (ohne Berücksichtigung der entspeicherten Wärme) muss die anrechenbare Wärmeentspeicherung begrenzt werden.

Die für Wochenend- und Ferientage in der Heizwärmebilanz anrechenbare Speicherwärme ist nach Gleichung (131) zu berechnen:

$$\Delta Q_{C,b,we} = \min \left(\frac{C_{wirk} 2 (\theta_{i,h,soll} - \theta_{i,h})}{a_{we}}, \frac{C_{wirk} \Delta \theta_{i,NA}}{a_{we}}, Q_{sink} - \eta Q_{source} \right) \quad (131)$$

Falls $\theta_{i,h,soll} < \theta_{i,h}$ gilt $\Delta Q_{C,b,we} = 0$.

Dabei ist

- | | |
|------------------------|--|
| C_{wirk} | die wirksame Wärmespeicherfähigkeit nach 6.7.1; |
| $\theta_{i,h,soll}$ | die mittlere Innentemperatur nach DIN V 18599-10 im normalen Heizbetrieb; |
| $\theta_{i,h}$ | die Bilanzinnentemperatur für den reduzierten Wochenendbetrieb nach Gleichung (30); |
| $\Delta \theta_{i,NA}$ | die zulässige Absenkung der Innentemperatur nach DIN V 18599-10 für den reduzierten Heizbetrieb; |
| a_{we} | die durchschnittliche Anzahl der Nichtnutzungstage je Woche (ohne spezielle Vorgaben gilt $a_{we} = (1 - d_{nutz,a} / 365) 7$); |

Q_{sink}	die Summe der Wärmesenken in der Gebäudezone während des Wochenend- oder Ferienbetriebs;
Q_{source}	die Summe der Wärmequellen in der Gebäudezone während des Wochenend- oder Ferienbetriebs;
η	der monatliche Ausnutzungsgrad der Wärmequellen für den Wochenend- oder Ferienbetrieb.

Für Nutzungstage gilt $\Delta Q_{C,b,\text{nutz}} = 0$ (siehe auch 5.2.4).

Für Nutzungstage ist in der Heizwärmebilanz die Speicherwärme nach Gleichung (132) als Wärmesenke anzusetzen.

$$\Delta Q_{C,\text{sink},\text{nutz}} = \frac{\Delta Q_{C,b,\text{we}} d_{\text{we}}}{d_{\text{nutz}}} \quad (132)$$

Dabei ist

d_{nutz}	die Anzahl der Tage im Monat mit normaler Nutzung (siehe 5.2.5);
d_{we}	die Anzahl der Tage im Monat ohne oder mit eingeschränkter Nutzung (Wochenende, Ferientage) (siehe 5.2.5).

Für Nichtnutzungstage gilt $\Delta Q_{C,\text{sink},\text{nutz}} = 0$ (siehe auch 5.2.4 und 5.3.6).

In der Kühlbedarfsbilanz gilt $\Delta Q_{C,\text{sink}} = 0$ für Nutzungs- und Nichtnutzungstage (siehe auch 5.2.4 und 5.3.6).

6.7 Ausnutzungsgrad für Wärmequellen

6.7.1 Wirksame Wärmespeicherfähigkeit

Die wirksame Wärmespeicherfähigkeit C_{wirk} ist nach DIN EN ISO 13786 zu berechnen.

In der Regel ist das vereinfachte Verfahren nach DIN EN ISO 13786:2008-04, Anhang A, zu verwenden (10-cm-Regel). Für Bauteile mit thermisch abgedeckten Speichermassen (z. B. aufgeständerte Fußböden oder abgehängte Decken) ist das ausführliche Verfahren zu wählen.

Falls Mobiliar und/oder stationäre Einrichtungsgegenstände (z.B. Bücher in Bibliotheken, schwere Maschinen usw.) das Speicherverhalten des Raumes erheblich beeinflussen, sind diese als Innenbauteile zu behandeln.

Vereinfacht dürfen folgende auf die Bezugsfläche A_B bezogene Pauschalwerte nach den Gleichungen (133) bis (130) verwendet werden. Dies ist im Bericht gesondert anzugeben.

Für leichte Gebäudezonen:

$$C_{\text{wirk}} = 50 \text{ Wh}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) A_B \quad (133)$$

Für mittelschwere Gebäudezonen:

$$C_{\text{wirk}} = 90 \text{ Wh}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) A_B \quad (134)$$

Für schwere Gebäudezonen:

$$C_{\text{wirk}} = 130 \text{ Wh}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) A_B \quad (135)$$

Einstufung der Bauschwere:

Als Standardwert gilt der Wert für leichte Gebäudezonen.

Als „mittelschwer“ sind Gebäudezonen mit folgenden Eigenschaften einzustufen:

- Stahlbetondecke
- massive Innen- und Außenbauteile (mittlere Rohdichte $\geq 600 \text{ kg/m}^3$);
- keine abgehängten oder thermisch abgedeckten Decken;
- keine innenliegende Wärmedämmung an den Außenbauteilen;
- keine hohen Räume ($> 4,5 \text{ m}$, z. B. Turnhallen, Museen usw.).

Als „schwer“ sind Gebäudezonen mit folgenden Eigenschaften einzustufen:

- Stahlbetondecke
- massive Innen- und Außenbauteile (mittlere Rohdichte $\geq 1\,600 \text{ kg/m}^3$);
- keine abgehängten oder thermisch abgedeckten Decken;
- keine innenliegende Wärmedämmung an den Außenbauteilen;
- keine hohen Räume ($> 4,5 \text{ m}$, z. B. Turnhallen, Museen usw.);
- Hallengebäude (wenn Einrichtungsgegenstände oder Lagergüter mit hoher thermischer Speicherfähigkeit vorhanden sind), z.B. Logistikhallen.

6.7.2 Zeitkonstante

Die Zeitkonstante τ der Gebäudezone ist nach Gleichung (136) zu berechnen:

$$\tau = \frac{C_{\text{wirk}}}{H} = \frac{C_{\text{wirk}}}{\sum_j H_{T,j} \cdot F_x + \sum_k H_{V,k} + H_{V,\text{mech},\vartheta}} \quad (136)$$

Dabei ist

- | | |
|-------------------|---|
| C_{wirk} | die wirksame Wärmespeicherfähigkeit; |
| H | der Wärmetransferkoeffizient der Gebäudezone, berechnet aus dem Wärmetransferkoeffizienten für Transmission und Lüftung; |
| $\sum_j H_{T,j}$ | die Summe der Transmissionswärmetransferkoeffizienten über alle nach 6.2 in die Bilanz einzubeziehenden Bauteile j der wärmeübertragenden Umfassungsfläche der Gebäudezone: <ul style="list-style-type: none"> — für die direkte Transmission nach außen nach 6.2.1, — für die Transmission durch unbeheizte oder ungekühlte Räume nach 6.2.2, — für die Transmission zu angrenzenden Zonen nach 6.2.3, — für die Transmission über das Erdreich nach 6.2.1 oder 6.2.4; |

F_x Temperatur-Korrekturfaktor für die Berechnung der Zeitkonstante,

wird bei der Berechnung des Heizwärmebedarfs die Temperatur einer angrenzenden unbeheizten Zone mit dem vereinfachten Ansatz nach Kap. 6.1.4.2 bestimmt, ist für das Bauteil der gleiche Wert für F_x zu verwenden; ansonsten gilt:

- $F_x = 1$ für direkte Transmission nach außen (Außenbauteile) und Transmission über Erdreich nach DIN EN ISO 13370;
- $F_x = 0,5$ für alle anderen Bauteile.

$\sum_k H_{V,k}$ die Summe über alle Lüftungswärmetransferkoeffizienten der mit Außentemperatur eingehenden Luftströme:

- für Infiltration nach 6.3.1 und
- für Fensterlüftung nach 6.3.2;

$H_{V,mech,\theta}$ der temperaturgewichtete Wärmetransferkoeffizient der mechanischen Lüftung, nach den Gleichungen (137) bis (139).

- Für RLT-Anlagen mit Kühlfunktion ist der Luftvolumenstrom über die vorgegebene Temperatur der Zuluft zu bewerten (bezogen auf eine Standard-Temperaturdifferenz zur Innentemperatur von 6 K).

$$H_{V,mech,\theta} = H_{V,mech} \frac{\theta_{i,soll} - \theta_{V,mech}}{6 \text{ K}} \quad (137)$$

Dabei ist

$H_{V,mech}$ der Lüftungswärmetransferkoeffizient der mechanischen Lüftung (siehe 6.3.3);

$\theta_{i,soll}$ für den Heizfall: $\theta_{i,soll} = \theta_{i,h,soll}$; für den Kühlfall: $\theta_{i,soll} = \theta_{i,c,soll} - 2 \text{ K}$ (Raum-Solltemperaturen $\theta_{i,h,soll}$ und $\theta_{i,c,soll}$ nach DIN V 18599-10 (siehe auch 6.1);

$\theta_{V,mech}$ die minimale Zulufttemperatur der mechanischen Lüftungsanlage.

Wenn $\theta_{i,soll} < \theta_{V,mech}$ gilt: $H_{V,mech,\theta} = 0$

- Für RLT-Anlagen ohne Kühlfunktion und Wohnungslüftungsanlagen ist in Gleichung (136) der unkorrigierte Lüftungswärmetransferkoeffizient des Anlagenluftstroms einzusetzen. Es gilt:

$$H_{V,mech,\theta} = H_{V,mech} \quad (138)$$

- Im Falle einer Luftheizung mit einer Zulufttemperatur größer gleich der Raum-Solltemperatur gilt:

$$H_{V,mech,\theta} = 0 \quad (139)$$

Luftheizungen sind im Allgemeinen als Heizungssystem zur Deckung des Wärmebedarfs in der Gebäudezone nicht in die Bilanz der Wärmequellen und -senken einzubeziehen.

6.7.3 Ausnutzungsgrad

Der Ausnutzungsgrad η ist näherungsweise entsprechend den Gleichungen (140) und (141) zu berechnen.

$$\eta = \frac{1 - \gamma^a}{1 - \gamma^{a+1}} \quad \text{wenn } \gamma \neq 1 \quad (140)$$

$$\eta = \frac{a}{a+1} \quad \text{wenn } \gamma = 1 \quad (141)$$

wobei a ein numerischer Parameter ist, der nach Gleichung (142) zu berechnen ist.

$$a = a_0 + \frac{\tau}{\tau_0} = 1 + \frac{\tau}{16 \text{ h}} \quad (142)$$

Dabei ist

- τ die Zeitkonstante der Gebäudezone nach Gleichung (136);
- γ das Verhältnis von Wärmequellen zu Wärmesenken nach Gleichung (143);
- a_0 und τ_0 die numerischen Parameter mit den Werten $a_0 = 1$ und $\tau_0 = 16 \text{ h}$.

Das Wärmequellen/Wärmesenken-Verhältnis γ berechnet sich für jeden Monat aus dem Verhältnis der Summe aller Wärmequellen zur Summe aller Wärmesenken im Berechnungszeitraum.

$$\gamma = \frac{Q_{\text{source}}}{Q_{\text{sink}}} \quad (143)$$

ANMERKUNG Für $Q_{\text{sink}} = 0$ gilt $\eta = 0$.

6.7.4 Begrenzung des Ausnutzungsgrades

Für die Bilanzierung des Heizwärmebedarfs gilt,

$$\text{falls } 1 - (\eta \cdot \gamma) < 0,01 \quad \text{ist } \eta = 1/\gamma \quad \text{zu setzen} \quad (Q_{h,b} = 0). \quad (144)$$

Für die Bilanzierung des Kühlbedarfs gilt,

$$\text{falls } (1 - \eta) \cdot \gamma < 0,01 \quad \text{ist } \eta = 1 \quad \text{zu setzen} \quad (Q_{c,b} = 0). \quad (145)$$

In Fällen mit hohen mechanischen Grundluftwechseln mit

$$\dot{V}_{\text{mech}} \geq \frac{\dot{Q}_{C,\text{max}}}{c_{p,a} \rho_a (\vartheta_1 - \vartheta_{\text{mech}})} \quad \text{ist } \eta = 1 \quad \text{zu setzen.} \quad (146)$$

Dabei ist

- \dot{V}_{mech} der nach DIN V 18599-3 bzw. DIN V 18599-10 vorgegebene Mindestvolumenstrom der Anlage bzw. der Volumenstrom nach Gleichung (91);
- $\dot{Q}_{C,\text{max}}$ die maximale Kühllast nach Gleichung (C.1);
- ϑ_1 die Raumsolltemperatur der Gebäudezone für den Kühlfall $\vartheta_{1,c,\text{soll}}$ nach DIN V 18599-10;
- $\vartheta_{V,\text{mech}}$ die Mindestzulufttemperatur nach den Gleichungen (95) bis (98);
- $c_{p,a}$ die spezifische Wärmekapazität von Luft;
- ρ_a die Dichte von Luft.
- $c_{p,a} \rho_a$ ist zu $0,34 \text{ Wh}/(\text{m}^3 \cdot \text{K})$ zu setzen.

Anhang A (normativ)

Verschattungsfaktoren und bewegliche Sonnenschutzvorrichtungen

A.1 Allgemeines

Die Faktoren der baulichen Verschattung und die Aktivierung der Sonnenschutzvorrichtung gehen in die Berechnung des effektiven Gesamtennergiedurchlassgrades ein. Die Faktoren sind abhängig voneinander zu betrachten.

Für Sommer- und Winterhalbjahr sind unterschiedliche Werte anzusetzen.

Das Sommerhalbjahr nach diesem Anhang erstreckt sich auf die Monate **April bis September**.

Das Winterhalbjahr erstreckt sich entsprechend auf die Monate **Oktober bis März**.

A.2 Abminderungsfaktoren der baulichen Verschattung

Unter der baulichen Verschattung ist zu berücksichtigen:

- die Verschattung durch andere Gebäude (Horizontverschattung, F_h -Werte siehe Tabelle A.1);
- die Verschattung durch Topographie (z. B. Hügel, Bäume usw.), ebenso Horizontverschattung (F_h -Werte siehe Tabelle A.1);
- Überhänge, Bauteilüberstände oberhalb der Bauteilfläche (F_o -Werte siehe Tabelle A.2);
- Bauteilüberstände seitlich von der Bauteilfläche (F_f -Werte siehe Tabelle A.3).

Die Abminderungsfaktoren sind jeweils abhängig vom Verschattungswinkel (siehe Bild A.1 bis Bild A.3), der Himmelsrichtung (Senkrechte zur Bauteilfläche), der Neigung der Fläche (Winkel zur Horizontalen) und der Jahreszeit. Es wird nach Winter- und Sommerhalbjahr unterschieden.

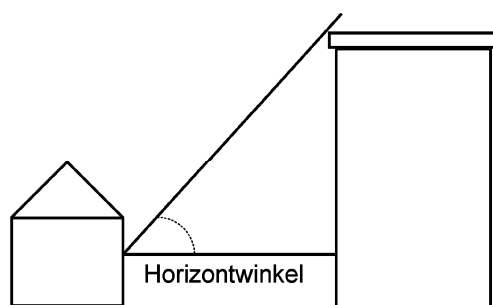


Bild A.1 — Definition des Horizontwinkels

Tabelle A.1 — Teilbestrahlungsfaktoren F_h für verschiedene Horizontwinkel und Flächenneigungen

Horizont- winkel	Neigung	Periode	Nord	NO/NW	Ost/West	SO/SW	Süd
Teilbestrahlungsfaktoren F_h für verschiedene Horizontwinkel bei einer senkrechten Fläche							
0°	senkrecht	Winter	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	senkrecht	Sommer	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10°	senkrecht	Winter	0,90	0,88	0,83	0,88	0,90
	senkrecht	Sommer	0,88	0,88	0,91	0,94	0,96
20°	senkrecht	Winter	0,80	0,78	0,59	0,58	0,58
	senkrecht	Sommer	0,80	0,74	0,79	0,86	0,93
30°	senkrecht	Winter	0,73	0,70	0,49	0,41	0,38
	senkrecht	Sommer	0,75	0,63	0,65	0,76	0,88
40°	senkrecht	Winter	0,67	0,65	0,44	0,32	0,28
	senkrecht	Sommer	0,71	0,55	0,53	0,64	0,78
Teilbestrahlungsfaktoren F_h für verschiedene Horizontwinkel bei einer um 60° geneigten Fläche							
0°	60°	Winter	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	60°	Sommer	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10°	60°	Winter	0,90	0,89	0,86	0,90	0,91
	60°	Sommer	0,89	0,90	0,92	0,95	0,97
20°	60°	Winter	0,80	0,77	0,63	0,61	0,60
	60°	Sommer	0,78	0,77	0,81	0,88	0,93
30°	60°	Winter	0,70	0,67	0,49	0,42	0,39
	60°	Sommer	0,68	0,64	0,69	0,78	0,86
40°	60°	Winter	0,61	0,59	0,41	0,31	0,28
	60°	Sommer	0,60	0,52	0,56	0,65	0,72
Teilbestrahlungsfaktoren F_h für verschiedene Horizontwinkel bei einer um 45° geneigten Fläche							
0°	45°	Winter	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	45°	Sommer	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10°	45°	Winter	0,91	0,90	0,88	0,91	0,91
	45°	Sommer	0,91	0,92	0,93	0,96	0,97
20°	45°	Winter	0,81	0,79	0,67	0,63	0,62
	45°	Sommer	0,81	0,81	0,84	0,89	0,93
30°	45°	Winter	0,72	0,68	0,52	0,44	0,41
	45°	Sommer	0,71	0,68	0,72	0,79	0,85
40°	45°	Winter	0,62	0,59	0,43	0,33	0,30
	45°	Sommer	0,61	0,56	0,59	0,66	0,70

Tabelle A.1 (fortgesetzt)

Horizont-winkel	Neigung	Periode	Nord	NO/NW	Ost/West	SO/SW	Süd
Teilbestrahlungsfaktoren F_h für verschiedene Horizontwinkel bei einer um 30° geneigten Fläche							
0°	30°	Winter	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	30°	Sommer	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10°	30°	Winter	0,93	0,93	0,91	0,92	0,93
	30°	Sommer	0,95	0,94	0,95	0,96	0,97
20°	30°	Winter	0,85	0,82	0,72	0,67	0,66
	30°	Sommer	0,87	0,86	0,87	0,90	0,93
30°	30°	Winter	0,76	0,72	0,57	0,49	0,46
	30°	Sommer	0,77	0,75	0,77	0,81	0,85
40°	30°	Winter	0,57	0,53	0,41	0,33	0,31
	30°	Sommer	0,59	0,58	0,60	0,64	0,66
Teilbestrahlungsfaktoren F_h für verschiedene Horizontwinkel auf eine horizontale Fläche							
0°	horizontal	Winter	1,00				
	horizontal	Sommer	1,00				
10°	horizontal	Winter	0,96				
	horizontal	Sommer	0,98				
20°	horizontal	Winter	0,77				
	horizontal	Sommer	0,90				
30°	horizontal	Winter	0,54				
	horizontal	Sommer	0,76				
40°	horizontal	Winter	0,35				
	horizontal	Sommer	0,57				

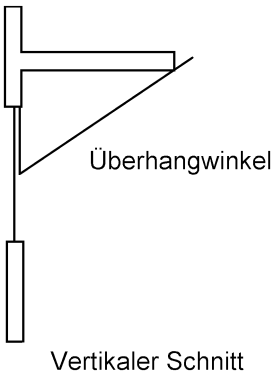


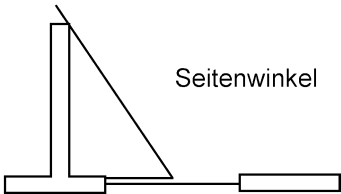
Bild A.2 — Definition Überhangwinkel

Tabelle A.2 — Teilbestrahlungsfaktor F_0 für horizontale Überhänge bei verschiedenen Flächenneigungen

Überhang- winkel	Neigung	Periode	Nord	NO/NW	Ost/West	SO/SW	Süd
Teilbestrahlungsfaktoren F_0 für verschiedene Überhangwinkel bei einer senkrechten Fläche							
0°	senkrecht	Winter	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	senkrecht	Sommer	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
30°	senkrecht	Winter	1,00	1,00	0,97	0,96	0,97
	senkrecht	Sommer	0,99	0,95	0,92	0,88	0,81
45°	senkrecht	Winter	1,00	0,99	0,93	0,90	0,90
	senkrecht	Sommer	0,98	0,91	0,85	0,77	0,68
60°	senkrecht	Winter	1,00	0,98	0,87	0,80	0,79
	senkrecht	Sommer	0,96	0,85	0,76	0,65	0,60
Teilbestrahlungsfaktoren F_0 für verschiedene Überhangwinkel bei einer um 60° geneigten Fläche							
0°	60°	Winter	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	60°	Sommer	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
30°	60°	Winter	1,00	0,99	0,98	0,99	1,00
	60°	Sommer	0,96	0,95	0,96	0,96	0,94
45°	60°	Winter	1,00	0,99	0,97	0,99	1,00
	60°	Sommer	0,95	0,91	0,92	0,91	0,87
60°	60°	Winter	1,00	0,98	0,95	0,97	1,00
	60°	Sommer	0,93	0,87	0,86	0,83	0,74
Teilbestrahlungsfaktoren F_0 für verschiedene Überhangwinkel bei einer um 45° geneigten Fläche							
0°	45°	Winter	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	45°	Sommer	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
30°	45°	Winter	1,00	0,99	0,99	1,00	1,00
	45°	Sommer	0,87	0,93	0,96	0,97	0,98
45°	45°	Winter	1,00	0,98	0,97	0,99	1,00
	45°	Sommer	0,84	0,89	0,92	0,94	0,95
60°	45°	Winter	1,00	0,98	0,95	0,99	1,00
	45°	Sommer	0,82	0,84	0,88	0,89	0,89

Tabelle A.2 (fortgesetzt)

Überhangwinkel	Neigung	Periode	Nord	NO/NW	Ost/West	SO/SW	Süd
Teilbestrahlungsfaktoren F_0 für verschiedene Überhangwinkel bei einer um 30° geneigten Fläche							
0°	30°	Winter	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	30°	Sommer	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
30°	30°	Winter	0,99	0,97	0,96	1,00	1,00
	30°	Sommer	0,83	0,91	0,95	0,98	0,99
45°	30°	Winter	0,99	0,96	0,97	1,00	1,00
	30°	Sommer	0,73	0,85	0,92	0,96	0,99
60°	30°	Winter	0,99	0,95	0,95	0,99	1,00
	30°	Sommer	0,67	0,80	0,88	0,92	0,97
Teilbestrahlungsfaktoren bei Horizontalflächen sind nach den geometrischen Gegebenheiten aus der Horizontverschattung nach Tabelle A.1 abzuleiten.							



Horizontaler Schnitt

Bild A.3 — Definition Seitenwinkel

Tabelle A.3 — Teilbestrahlungsfaktor F_f für seitliche Abschattungsflächen

Seiten- winkel	Neigung	Periode	Nord	NO/NW	Ost/West	SO/SW	Süd
Teilbestrahlungsfaktoren für verschiedene Seitenwinkel bei einer senkrechten Fläche							
0°	senkrecht	Winter	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	senkrecht	Sommer	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
30°	senkrecht	Winter	1,00	0,97	0,86	0,89	0,89
	senkrecht	Sommer	0,94	0,90	0,94	0,90	0,88
45°	senkrecht	Winter	1,00	0,96	0,79	0,84	0,81
	senkrecht	Sommer	0,93	0,84	0,90	0,84	0,82
60°	senkrecht	Winter	1,00	0,96	0,70	0,75	0,70
	senkrecht	Sommer	0,93	0,76	0,84	0,76	0,75
Teilbestrahlungsfaktoren F_f für verschiedene Seitenwinkel bei einer um 60° geneigten Fläche							
0°	60°	Winter	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	60°	Sommer	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
30°	60°	Winter	1,00	0,96	0,85	0,89	0,90
	60°	Sommer	0,89	0,87	0,93	0,90	0,88
45°	60°	Winter	1,00	0,95	0,78	0,83	0,84
	60°	Sommer	0,87	0,79	0,88	0,84	0,81
60°	60°	Winter	1,00	0,95	0,69	0,75	0,73
	60°	Sommer	0,87	0,69	0,80	0,76	0,71
Teilbestrahlungsfaktoren F_f für verschiedene Seitenwinkel bei einer um 45° geneigten Fläche							
0°	45°	Winter	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	45°	Sommer	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
30°	45°	Winter	1,00	0,93	0,84	0,88	0,90
	45°	Sommer	0,82	0,87	0,91	0,89	0,88
45°	45°	Winter	0,99	0,92	0,75	0,82	0,83
	45°	Sommer	0,75	0,78	0,85	0,83	0,81
60°	45°	Winter	0,99	0,92	0,69	0,73	0,74
	45°	Sommer	0,69	0,65	0,75	0,74	0,71

Tabelle A.3 (fortgesetzt)

Seitenwinkel	Neigung	Periode	Nord	NO/NW	Ost/West	SO/SW	Süd
Teilbestrahlungsfaktoren F_f für verschiedene Seitenwinkel bei einer um 30° geneigten Fläche							
0°	30°	Winter	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	30°	Sommer	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
30°	30°	Winter	1,00	0,95	0,83	0,89	0,90
	30°	Sommer	0,84	0,86	0,89	0,90	0,88
45°	30°	Winter	1,00	0,94	0,77	0,83	0,84
	30°	Sommer	0,79	0,78	0,87	0,84	0,81
60°	30°	Winter	1,00	0,94	0,69	0,74	0,74
	30°	Sommer	0,78	0,66	0,78	0,75	0,71
Teilbestrahlungsfaktoren bei Horizontalfächen sind nach den geometrischen Gegebenheiten aus der Horizontverschattung nach Tabelle A.1 abzuleiten.							

A.3 Bewertung von beweglichen Sonnenschutzvorrichtungen

Der effektive Gesamtenergiedurchlassgrad für Gläser mit beweglicher Sonnenschutzvorrichtung ist nach Gleichung (108) zu ermitteln. Der Parameter a , der die Aktivierung des Sonnenschutzes bewertet, ist abhängig von der Ausrichtung und Neigung der Bauteilfläche (transparente Fläche). In den Tabellen A.4 und A.5 sind jeweils Werte für das Sommer- und das Winterhalbjahr angegeben. Ferner muss unterschieden werden nach der Betriebsweise des beweglichen Sonnenschutzes:

- manuell betätigte oder zeitgesteuerte Sonnenschutzvorrichtung (siehe Tabelle A.4);
- automatisch in Abhängigkeit der Einstrahlung betriebene Sonnenschutzvorrichtung (siehe Tabelle A.5).

Tabelle A.4 — Parameter a zur Bewertung der Aktivierung von beweglichen manuell- oder zeitgesteuerten Sonnenschutzvorrichtungen für verschiedene Flächenneigungen

Neigung	Periode	a				
		Nord	NO/NW	Ost/West	SO/SW	Süd
senkrecht 90°	Winter	0,00	0,00	0,34	0,63	0,71
	Sommer	0,00	0,13	0,39	0,56	0,67
60°	Winter	0,00	0,01	0,36	0,63	0,69
	Sommer	0,03	0,33	0,54	0,68	0,76
45°	Winter	0,00	0,02	0,34	0,59	0,66
	Sommer	0,30	0,46	0,61	0,72	0,78
30°	Winter	0,00	0,05	0,32	0,53	0,60
	Sommer	0,55	0,60	0,67	0,74	0,78
		Alle Himmelsrichtungen				
horizontal 0°	Winter	0,24				
	Sommer	0,74				

Tabelle A.5 — Parameter a zur Bewertung der Aktivierung von beweglichen, strahlungsabhängig geregelten Sonnenschutzvorrichtungen für verschiedene Flächenneigungen

Neigung	Periode	a				
		Nord	NO/NW	Ost/West	SO/SW	Süd
senkrecht 90°	Winter	0,00	0,03	0,45	0,71	0,77
	Sommer	0,10	0,49	0,70	0,77	0,79
60°	Winter	0,00	0,05	0,48	0,70	0,75
	Sommer	0,43	0,69	0,81	0,86	0,88
45°	Winter	0,01	0,08	0,47	0,67	0,72
	Sommer	0,64	0,77	0,84	0,88	0,90
30°	Winter	0,05	0,14	0,45	0,62	0,67
	Sommer	0,80	0,83	0,87	0,89	0,90
		Alle Himmelsrichtungen				
horizontal 0°	Winter	0,42				
	Sommer	0,89				

Anhang B (normativ)

Maximale Heizleistung in der Gebäudezone

B.1 Allgemeines

Die maximale Heizleistung in der Gebäudezone wird benötigt, um in DIN V 18599-5 bis DIN V 18599-9 die Auslastung der Anlagenkomponenten und damit deren Energiebedarf ermitteln zu können.

Die maximal erforderliche Heizleistung in der Gebäudezone ist aus der überschlägigen Bilanzierung der quasistationären Transmissions- und Lüftungswärmesenken unter den klimatischen Bedingungen der Auslegung für den Heizfall zu berechnen. Wärmequellen sind zu null zu setzen. Ohne mechanische Lüftungsanlage erfolgt die Bestimmung nach B.2.

Wenn eine mechanische Lüftungsanlage vorhanden ist, ist es zur Berechnung der Auslastung einzelner Anlagenkomponenten erforderlich, die Nacherwärmung der mechanisch zugeführten Zuluft in die maximale Heizleistung mit einzubeziehen. Dies wird in B.4 behandelt.

In der maximalen Heizleistung ist bei mechanischer Lüftung die Luftaufbereitung der Außenluft auf den Zuluftzustand nicht zu berücksichtigen. Die erforderliche Leistung hierfür ist für RLT-Anlagen getrennt nach DIN V 18599-3 zu berechnen.

ANMERKUNG Die hier berechnete maximale Heizleistung ersetzt nicht eine Berechnung der Auslegungsleistung für die einzelnen Anlagenkomponenten nach den einschlägigen Normen.

B.2 Berechnung der maximalen Heizleistung $\Phi_{h,max}$ für den Auslegungstag (ohne mechanische Lüftung)

$$\Phi_{h,max} = \dot{Q}_{sink,max} = \dot{Q}_{T,max} + \dot{Q}_{V,max} \quad (B.1)$$

$$\dot{Q}_{T,max} = \sum_j H_{T,j} (\theta_{i,h,min} - \theta_{j,h,min}) F_x \quad (B.2)$$

$$\dot{Q}_{V,max} = 0,5 \sum_j H_{V,k} (\theta_{i,h,min} - \theta_{k,h,min}) \quad (B.3)$$

Dabei ist

$H_{T,j}$	der Wärmetransferkoeffizient für Transmission zu einem angrenzenden Bereich j (H_D nach 6.2.1, $H_{T,iu}$ nach 6.2.2 bzw. $H_{T,iz}$ nach 6.2.3, $H_{T,s}$ nach 6.2.4);
$H_{V,k}$	der Wärmetransferkoeffizient für Lüftungsart k ($H_{V,inf}$ nach 6.3.1, $H_{V,win}$ nach 6.3.2, $H_{V,z}$ nach 6.3.5; die Luftwechsel sind jeweils unter Berücksichtigung des nutzungsbedingt erforderlichen Luftwechsels bei nicht vorhandener oder nicht eingeschalteter mechanischer Lüftung zu ermitteln);
$\theta_{i,h,min}$	die Innentemperatur für die Auslegung im Heizfall nach DIN V 18599-10 (falls keine Angaben vorhanden sind, ist $\theta_{i,h,min} = 20^\circ\text{C}$ zu setzen);
$\theta_{j,h,min}$ bzw. $\theta_{k,h,min}$	die Temperatur des angrenzenden Bereichs oder eines Luftstroms aus einem angrenzenden Bereich unter den Auslegungsbedingungen, z. B. $\theta_{e,min}$ die Auslegungsaußentemperatur nach DIN V 18599-10;

- $\theta_{z,min}$ die Innentemperatur einer angrenzenden Zone für die Auslegung im Winterfall nach DIN V 18599-10;
- $\theta_{u,h,min}$ die Temperatur eines angrenzenden unbeheizten Bereichs entsprechend Gleichung (38) mit $\theta_{e,min}$ und $\phi_u = 0$ (falls nicht vereinfacht über Temperatur-Korrekturfaktoren bewertet).

F_x Temperatur-Korrekturfaktor für die Berechnung der maximalen Heizleistung,

wird bei der Berechnung des Heizwärmebedarfs die Temperatur einer angrenzenden unbeheizten Zone mit dem vereinfachten Ansatz nach Kap. 6.1.4.2 bestimmt, ist für das Bauteil der gleiche Wert für F_x zu verwenden; ansonsten gilt:

- $F_x = 1$ für direkte Transmission nach außen (Außenbauteile) und Transmission über Erdreich nach DIN EN ISO 13370;
- $F_x = 0,5$ für alle anderen Bauteile.

B.3 Auslegungsbedingungen

Folgende Randbedingungen sind zu berücksichtigen:

- Die klimatischen Bedingungen ($\theta_{e,min}$) des Auslegungstages für den Heizfall gelten nach DIN V 18599-10;
- interne Wärmeeinträge und solare Warmegewinne sind zu null zu setzen;
- reduzierter Heizbetrieb während der Nachtstunden ist nicht zu berücksichtigen;
- für die Luftvolumenströme (Infiltration und Fensterlüftung) sind die Werte während der Nutzungszeit (siehe DIN V 18599-10) anzusetzen.
- Wärme- und Kälteeinträge durch die Wärme- und Kälteerzeugung, Speicherung und Verteilleitung sind nicht zu berücksichtigen.

B.4 Erforderliche maximale Heizleistung unter Berücksichtigung der mechanischen Lüftungsanlage

Zur Bestimmung der erforderlichen maximalen Heizleistung in der Gebäudezone unter Berücksichtigung einer mechanischen Lüftungsanlage ist der Kälteeintrag durch die Zuluft der mechanischen Lüftungsanlage mit einzubeziehen. Hierbei sind der Volumenstrom der Lüftungsanlage unter Auslegungsbedingungen im Winterfall entsprechend der Nutzung bzw. den Anlagenerfordernissen sowie die Zulufttemperatur unter Auslegungsbedingungen anzusetzen. Infiltration und Fensterluftwechsel sind unter Berücksichtigung der Lüftungsanlage anzusetzen.

Die erforderliche Heizleistung einschließlich der Nacherwärmung der Zuluft ergibt sich dann zu:

$$\Phi_{h,max,res} = \Phi_{h,max} = \dot{Q}_{sink,max} = \dot{Q}_{T,max} + \dot{Q}_{V,max} + \dot{Q}_{V,mech,min} \quad (B.4)$$

mit

$$\dot{Q}_{T,max} = \sum_j H_{T,j} (\theta_{i,h,min} - \theta_{j,h,min}) F_x \quad (B.5)$$

$$\dot{Q}_{V,max} = \sum_j H_{V,k} (\theta_{i,h,min} - \theta_{k,h,min}) \quad (B.6)$$

$$\dot{Q}_{V,\text{mech},\min} = \dot{V}_{\text{mech},\min} c_{p,a} \rho_a (\theta_{i,h,\min} - \theta_{V,\text{mech}}), \quad \text{falls } (\theta_{i,h,\min} > \theta_{V,\text{mech}}) \quad (\text{B.7})$$

Dabei ist

- $H_{T,j}$ der Wärmetransferkoeffizient für Transmission zu einem angrenzenden Bereich j
(H_D nach 6.2.1, $H_{T,iu}$ nach 6.2.2 bzw. $H_{T,iz}$ nach 6.2.3, $H_{T,s}$ nach 6.2.4);
- $H_{V,k}$ der Wärmetransferkoeffizient für Lüftungsart k
($H_{V,\text{inf}}$ nach 6.3.1, $H_{V,\text{win}}$ nach 6.3.2, $H_{V,z}$ nach 6.3.5; jeweils unter Berücksichtigung der Lüftungsanlage entsprechend der Monatsbilanzierung);
- $\theta_{i,h,\min}$ die Innentemperatur für die Auslegung im Heizfall nach DIN V 18599-10
(falls keine Angaben vorhanden sind, ist $\theta_{i,h,\min} = 20^\circ\text{C}$ zu setzen);
- $\theta_{i,h,\min}$ bzw. $\theta_{k,h,\min}$ die Temperatur des angrenzenden Bereichs oder eines Luftstroms aus einem angrenzenden Bereich unter den Auslegungsbedingungen, z. B.
- $\theta_{e,\min}$ die Auslegungsaußentemperatur nach DIN V 18599-10,
 - $\theta_{z,\min}$ die Innentemperatur einer angrenzenden Zone für die Auslegung im Heizfall nach DIN V 18599-10;
 - $\theta_{u,h,\min}$ die Temperatur eines angrenzenden unbeheizten Bereichs entsprechend Gleichung (38) mit $\theta_{e,\min}$ und $\Phi_u = 0$ (falls nicht vereinfacht über Temperatur-Korrekturfaktoren bewertet);
- $\dot{V}_{\text{mech},\min}$ der Mindestvolumenstrom der mechanischen Lüftungsanlage unter Auslegungsbedingungen im Heizfall ohne spezielle Vorgaben $\dot{V}_{\text{mech},\min} = \dot{V}_{\text{mech},b}$ nach 6.3.3.3;
- $c_{p,a}$ die spezifische Wärmekapazität von Luft;
- ρ_a die Dichte von Luft;
- $\theta_{V,\text{mech}}$ die Zulufttemperatur der mechanischen Lüftungsanlage bei Auslegungsbedingungen im Heizfall (nach DIN V 18599-7 bzw. ohne spezielle Vorgaben nach 6.3.3.5 unter Berücksichtigung der Auslegungstemperatur $\theta_{e,\min}$);
- F_x Temperatur-Korrekturfaktor für die Berechnung der maximalen Heizleistung,
wird bei der Berechnung des Heizwärmebedarfs die Temperatur einer angrenzenden unbeheizten Zone mit dem vereinfachten Ansatz nach Kap. 6.1.4.2 bestimmt, ist für das Bauteil der gleiche Wert für F_x zu verwenden; ansonsten gilt:
- $F_x = 1$ für direkte Transmission nach außen (Außenbauteile) und Transmission über Erdreich nach DIN EN ISO 13370,
 - $F_x = 0,5$ für alle anderen Bauteile.

$c_{p,a}, \rho_a$ ist zu $0,34 \text{ Wh}/(\text{m}^3 \text{ K})$ zu setzen.

Ohne mechanische Lüftungsanlage gilt $\Phi_{h,\text{max},\text{res}} = \Phi_{h,\text{max}}$.

ANMERKUNG Die Ermittlung der erforderlichen Heizleistung einer mechanischen Lüftungsanlage zur Aufbereitung der mechanischen Zuluft vom Außenluftzustand auf den Zuluftzustand ist in DIN V 18599-3 beschrieben.

Anhang C (normativ)

Maximale Kühlleistung in der Gebäudezone

C.1 Allgemeines

Die maximal erforderliche Kühlleistung in der Gebäudezone wird benötigt, um

- die Art des möglichen Anlagensystems nach DIN V 18599-3 zu bestimmen (siehe C.2);
- abhängig von der Wahl des Anlagensystems Volumenstrom und Temperatur der Zuluft für die Monatsbilanzierung nach DIN V 18599-3 festzulegen (siehe C.2);
- über die Auslastung der Anlagenkomponenten deren Energiebedarf nach DIN V 18599-7 zu ermitteln (siehe C.2 bzw. C.4).

Die Berechnung der maximal erforderlichen Kühlleistung in der Gebäudezone erfolgt nach dem gleichen Schema wie die Bilanzierung des monatlichen Kühlbedarfs, jedoch unter anderen klimatischen Randbedingungen. Es ist zweckmäßig, hierbei die Leistungswerte zu ermitteln.

Aus der Summe der Wärmequellen und Wärmesenken am Auslegungstag im Sommerfall wird über eine empirische Formel unter Berücksichtigung der wirksamen Wärmespeicherfähigkeit der Gebäudezone, der Betriebszeit der Anlage und der zugelassenen Innentemperaturschwankung der erforderliche Leistungsbedarf errechnet.

Weiterhin wird in Anlehnung an die Definition der Kühllast nach VDI 2078 [2] der Wärme- oder Kälteeintrag durch die Lüftungsanlage bei der maximalen Kühlleistung nicht mitbilanziert, da die Art der Lüftungsanlage erst nach Festlegung der maximalen Kühlleistung erfolgt. Die maximale Kühlleistung für die Zuluftaufbereitung wird getrennt in DIN V 18599-3 ermittelt.

Zur Dimensionierung und zur Bestimmung der Auslastung von (zusätzlichen) Kühlsystemen in der Gebäudezone (z. B. Kühldecken, Nachkühlung) wird die erforderliche Kühlleistung unter Berücksichtigung des Kälteeintrags der mechanischen Lüftungsanlage getrennt ausgewiesen (siehe C.5).

ANMERKUNG Die hier berechnete Kühlleistung ersetzt nicht eine detaillierte Ermittlung der Kühllast für die Auslegung der einzelnen Anlagenkomponenten nach den einschlägigen Normen oder Technischen Regeln.

C.2 Berechnung der erforderlichen maximalen Kühlleistung

Zur Berechnung der erforderlichen maximalen Kühlleistung $\dot{Q}_{c,max}$ sind, ausgehend von den Wärmequellen

$\dot{Q}_{source,max}$ und Wärmesenken $\dot{Q}_{sink,max}$ am Auslegungstag, zusätzlich zu berücksichtigen:

- die Zeitkonstante der Gebäudezone τ ;
- die tägliche Betriebsdauer der Anlage $t_{c,op,d}$;
- die zugelassene Schwankung $\Delta\theta$ der Innentemperatur.

Die überschlägige Berechnung der erforderlichen maximalen Kühlleistung erfolgt nach Gleichung (C.1):

$$\dot{Q}_{c,max} = 0,8 (\dot{Q}_{source,max} - \dot{Q}_{sink,max}) \left(1 + 0,3 e^{-\frac{\tau}{120 \text{ h}}} \right) - \frac{C_{wirk}}{60 \text{ h}} (\Delta\theta - 2 \text{ K}) + \frac{C_{wirk}}{40 \text{ h/K}} \left(\frac{12 \text{ h}}{t_{c,op,d}} - 1 \right) \quad (\text{C.1})$$

Dabei ist

$\dot{Q}_{source,max}$ die Summe der Wärmequellen am Auslegungstag innerhalb der betrachteten Gebäudezone (Leistungswert) nach Gleichung (C.3);

$\dot{Q}_{sink,max}$ die Summe der internen Wärmesenken am Auslegungstag innerhalb der betrachteten Gebäudezone (Leistungswert) nach Gleichung (C.4);

τ die Zeitkonstante der Gebäudezone nach 6.7.2, jedoch ohne mechanische Lüftung;

C_{wirk} die wirksame Wärmespeicherfähigkeit der Gebäudezone nach 6.7.1;

$t_{c,op,d}$ die tägliche Betriebsdauer der Kühlanlage;

$\Delta\theta$ die zugelassene Schwankung der Innentemperatur (üblicherweise 2 K).

ANMERKUNG Da unter Auslegungsbedingungen $\dot{Q}_{source,max} \gg \dot{Q}_{sink,max}$ ist, kann für den Ausnutzungsgrad in Abhängigkeit vom Wärmequellen-/Wärmesenkenverhältnis γ unter Auslegungsbedingungen von folgender Vereinfachung ausgegangen werden:

$$\eta \approx \frac{1}{\gamma} = \frac{\dot{Q}_{sink,max}}{\dot{Q}_{source,max}}$$

C.3 Auslegungsbedingungen

Für die Bilanzierung von Wärmequellen und -senken gelten die Außenklimadaten des Auslegungstages. Sie sind nach VDI 2078 [2] für die Monate Juli und September vorgegeben.

Dabei ist

$\theta_{e,max}$ das Tagesmittel der Außentemperatur am Auslegungstag (siehe DIN V 18599-10:2011-12, Tabelle 7);

$I_{S,max}$ die maximale stündliche Sonneneinstrahlung am Auslegungstag (Stundenmittelwert nach DIN V 18599-10:2011-12, Tabelle 7).

Es sind dabei die Werte für den Monat einzusetzen, mit denen sich der höhere Wert für $\dot{Q}_{c,max}$ ergibt, gegebenenfalls muss die Berechnung für beide Monate, Juli und September, durchgeführt werden.

Die einzusetzende Innentemperatur $\theta_{i,c,max,d}$ für die Auslegungsbilanz ist der Tagesmittelwert, der aus der mittleren Solltemperatur und der maximal zulässigen Raumtemperatur nach Gleichung (C.2) berechnet wird.

$$\theta_{i,c,max,d} = \frac{\theta_{i,c,max} + \theta_{i,c,soll} - 2 \text{ K}}{2} \quad (\text{C.2})$$

Dabei ist

$\theta_{i,c,max}$ die Maximaltemperatur (maximal zugelassene Innentemperatur am Auslegungstag) nach DIN V 18599-10;

$\theta_{i,c,soll}$ die Raumsolltemperatur für den Kühlfall nach DIN V 18599-10.

Weitere Annahmen:

- Es wird davon ausgegangen, dass der Sonnenschutz aktiv ist (Berechnung wie feststehender Sonnenschutz);
- die mechanische Lüftung wird nicht in die Berechnung einbezogen, ($H_{v,mech} = 0$);
- der Fensterluftwechsel beträgt $n_{win} = 0,1 \text{ h}^{-1}$;
- Wärme- und Kälteeinträge durch die Wärme- und Kälteerzeugung, Speicherung und Verteilung sind nicht zu berücksichtigen.

C.4 Berechnung der Wärmequellen und -senken unter Auslegungsbedingungen

Zu berücksichtigen sind alle Wärmeströme, die auch in der energetischen Monatsbilanzierung berücksichtigt werden, mit Ausnahme der mechanischen Lüftung und der Quellen und Senken der Verteilungen und Erzeugung, die erst im Anschluss an die Auslegungsberechnung ermittelt werden können.

$$\dot{Q}_{source,max} = \dot{Q}_S + \dot{Q}_T + \dot{Q}_V + \dot{Q}_{I,source} \quad (C.3)$$

Dabei ist

\dot{Q}_S die Summe der Wärmequellen aufgrund solarer Einstrahlung nach den Gleichungen (C.18) bis (C.21);

\dot{Q}_T die Summe der Transmissionswärmequellen, wenn $\theta_{i,c,max,d} < \theta_{e,max}$, nach den Gleichungen (C.6), (C.8) oder (C.9), (C.11);

\dot{Q}_V die Summe der Lüftungswärmequellen, wenn $\theta_{i,c,max,d} < \theta_{e,max}$, nach den Gleichungen (C.13) und (C.15);

$\dot{Q}_{I,source}$ die Summe der internen Wärmequellen nach Gleichung (C.23);

$$\dot{Q}_{sink,max} = \dot{Q}_T + \dot{Q}_V + \dot{Q}_{I,sink} \quad (C.4)$$

Dabei ist

\dot{Q}_T die Summe der Transmissionswärmesenken, wenn $\theta_{i,c,max,d} > \theta_{e,max}$, nach den Gleichungen (C.5), (C.7) und (C.10);

\dot{Q}_V die Summe der Lüftungswärmesenken, wenn $\theta_{i,c,max,d} > \theta_{e,max}$, nach den Gleichungen (C.12) und (C.14);

$\dot{Q}_{I,sink}$ die Summe der internen Wärmesenken nach Gleichung (C.24).

Die einzelnen Wärmeströme werden nach C.4.1 bis C.4.12 berechnet.

C.4.1 Transmissionswärme nach außen

$$\dot{Q}_{T,e} = H_{T,D} (\theta_i - \theta_{e,max}) \quad \text{für } \theta_i > \theta_{e,max} \quad (\text{Wärmesenke}) \quad (\text{C.5})$$

$$\dot{Q}_{T,e} = H_{T,D} (\theta_{e,max} - \theta_i) \quad \text{für } \theta_i < \theta_{e,max} \quad (\text{Wärmequelle}) \quad (\text{C.6})$$

Dabei ist

$H_{T,D}$ der Wärmetransferkoeffizient zwischen der betrachteten Gebäudezone und außen nach 6.2.1;

θ_i die Berechnungswert der Innentemperatur für die Auslegung $\theta_{i,c,max,d}$ nach Gleichung (C.2);

$\theta_{e,max}$ die mittlere Außentemperatur am Auslegungstag nach DIN V 18599-10.

C.4.2 Transmissionswärme über das Erdreich

$$\dot{Q}_{T,s} = H_{T,s} (\theta_i - \theta_{e,max}) \quad \text{für } \theta_i > \theta_{e,max} \quad (\text{Wärmesenke}) \quad (\text{C.7})$$

$$\dot{Q}_{T,s} = H_{T,s} (\theta_{e,max} - \theta_i) \quad \text{für } \theta_i < \theta_{e,max} \quad (\text{Wärmequelle}) \quad (\text{C.8})$$

bzw. für Gebäudezonen mit hohen Wärmeverlusten gegenüber dem Erdreich (siehe 6.2.4).

$$\dot{Q}_{T,s} = \Phi_m \quad (\text{siehe DIN EN ISO 13370}) \quad (\text{C.9})$$

Dabei ist

$H_{T,s}$ der Wärmetransferkoeffizient über das Erdreich nach 6.2.4;

θ_i die Berechnungswert der Innentemperatur für die Auslegung $\theta_{i,c,max,d}$ nach Gleichung (C.2);

$\theta_{e,max}$ die mittlere Außentemperatur am Auslegungstag nach DIN V 18599-10.

C.4.3 Andere Transmissionswärmeströme

$$\dot{Q}_{T,j} = H_{T,j} (\theta_i - \theta_j) \quad \text{für } \theta_i > \theta_j \quad (\text{Wärmesenke}) \quad (\text{C.10})$$

$$\dot{Q}_{T,j} = H_{T,j} (\theta_j - \theta_i) \quad \text{für } \theta_i < \theta_j \quad (\text{Wärmequelle}) \quad (\text{C.11})$$

Dabei ist

$H_{T,j}$ der Wärmetransferkoeffizient zwischen der betrachteten Gebäudezone und einem angrenzenden Bereich ($H_{T,iu}$ nach 6.2.2 bzw. $H_{T,iz}$ nach 6.2.3);

θ_i der Berechnungswert der Innentemperatur für die Auslegung $\theta_{i,c,max,d}$ nach Gleichung (C.2);

θ_j die mittlere Temperatur des angrenzenden Bereichs unter Auslegungsbedingungen (θ_u nach 6.1.4 bzw. θ_z entsprechend Gleichung (C.2)) (auch für nicht gekühlte Zonen).

C.4.4 Wärmestrom durch Infiltration

$$\dot{Q}_{V,inf} = H_{V,inf} (\theta_1 - \theta_{e,max}) \quad \text{für } \theta_1 > \theta_{e,max} \quad (\text{Wärmesenke}) \quad (C.12)$$

$$\dot{Q}_{V,inf} = H_{V,inf} (\theta_{e,max} - \theta_1) \quad \text{für } \theta_1 < \theta_{e,max} \quad (\text{Wärmequelle}) \quad (C.13)$$

Dabei ist

$H_{V,inf}$ der Wärmetransferkoeffizient für Infiltration nach 6.3.1 (ohne mechanische Lüftung);

θ_1 der Berechnungswert der Innentemperatur für die Auslegung $\theta_{1,c,max,d}$ nach Gleichung (C.2);

$\theta_{e,max}$ die mittlere Außentemperatur am Auslegungstag nach DIN V 18599-10.

C.4.5 Wärmestrom durch Fensterluftwechsel

$$\dot{Q}_{V,win} = H_{V,win} (\theta_1 - \theta_{e,max}) \quad \text{für } \theta_1 > \theta_{e,max} \quad (\text{Wärmesenke}) \quad (C.14)$$

$$\dot{Q}_{V,win} = H_{V,win} (\theta_{e,max} - \theta_1) \quad \text{für } \theta_1 < \theta_{e,max} \quad (\text{Wärmequelle}) \quad (C.15)$$

Dabei ist

$H_{V,win}$ der Wärmetransferkoeffizient für Fensterluftwechsel nach 6.3.2 (mit einem angenommenen Fensterluftwechsel von $n_{win} = 0,1 \text{ h}^{-1}$);

θ_1 der Berechnungswert der Innentemperatur für die Auslegung $\theta_{1,c,max,d}$ nach Gleichung (C.2);

$\theta_{e,max}$ die mittlere Außentemperatur am Auslegungstag nach DIN V 18599-10.

C.4.6 Wärmestrom durch mechanische Zuluft

Der Wärmestrom durch mechanische Zuluft ist nicht mit zu bilanzieren. Er ist im Anschluss an die Auslegungsbilanzierung zu ermitteln.

C.4.7 Wärmestrom durch Luft aus angrenzenden Zonen

Der Wärmestrom durch Luft aus einer angrenzenden Zone ist nur zu berücksichtigen, falls die Temperaturdifferenz der Raum-Solltemperaturen mehr als 4 K beträgt. Der Luftwechsel ist ohne Einfluss mechanischer Lüftungsanlagen zu berechnen.

$$\dot{Q}_{V,z} = H_{V,z} (\theta_1 - \theta_z) \quad \text{für } \theta_1 < \theta_z \quad (\text{Wärmesenke}) \quad (C.16)$$

$$\dot{Q}_{V,z} = H_{V,z} (\theta_z - \theta_1) \quad \text{für } \theta_1 > \theta_z \quad (\text{Wärmequelle}) \quad (C.17)$$

Dabei ist

$H_{V,z}$ der Wärmetransferkoeffizient für den Luftwechsel aus anderen Zonen nach 6.3.5 ohne Berücksichtigung mechanischer Lüftung;

θ_1 der Berechnungswert der Innentemperatur für die Auslegung $\theta_{1,c,max,d}$ nach Gleichung (C.2);

θ_z die Innentemperatur der angrenzenden Zone unter den Auslegungsbedingungen im Kühlfall entsprechend Gleichung (C.2) (auch für nicht gekühlte Zonen).

C.4.8 Solare Wärmeeinträge über transparente Bauteile

$$\dot{Q}_{S,tr} = A F_F F_V g_{tot} I_{S,max} \quad (C.18)$$

Dabei ist

- $I_{S,max}$ die maximale stündliche solare Einstrahlung am Auslegungstag (siehe DIN V 18599-10);
- A die Fläche des transparenten Bauteils;
- F_F der Abminderungsfaktor für den Rahmenanteil, welcher dem Verhältnis der durchsichtigen Fläche zur Gesamtfläche der verglasten Einheit entspricht. Sofern keine genaueren Werte bekannt sind, ist $F_F = 0,7$ zu setzen;
- F_V der Abminderungsfaktor infolge von Verschmutzung nach DIN V 18599-10;
- g_{tot} der Gesamtenergiedurchlassgrad einschließlich Sonnenschutz (nach 6.4.1).

Falls hierbei $g_{tot} I_{S,max} < g_{\perp} I_{S,max,dif}$, so ist in Gleichung (C.18) $g_{\perp} I_{S,max,dif}$ statt $g_{tot} I_{S,max}$ zu setzen. $I_{S,max,dif}$ ist der Mindestwert der diffusen solaren Einstrahlung am Auslegungstag, wenn keine direkte solare Strahlung auf die betrachtete Fläche fällt, mit $I_{S,max,dif} = 139 \text{ W/m}^2$ für den Monat Juli und $I_{S,max,dif} = 108 \text{ W/m}^2$ für den Monat September.

C.4.9 Solare Wärmeeinträge über opake Bauteile

$$\dot{Q}_{S,opak} = R_{se} U A (\alpha I_{S,max} - F_f h_r \Delta\theta_{er}) \quad (C.19)$$

Dabei ist

- R_{se} der äußere Wärmeübergangswiderstand;
- U der Wärmedurchgangskoeffizient des Bauteils;
- A die Gesamtfläche des Bauteils in einer Orientierung;
- α der Absorptionskoeffizient des Bauteils für Solarstrahlung;
- $I_{S,max}$ die maximale stündliche solare Einstrahlung am Auslegungstag (siehe DIN V 18599-10);
- F_f der Formfaktor zwischen dem Bauteil und dem Himmel: $F_f = 1$ für waagerechte Bauteile bis 45° Neigung; $F_f = 0,5$ für senkrechte Bauteile ab 45° Neigung;
- h_r der äußere Abstrahlungskoeffizient;
- $\Delta\theta_{er}$ die mittlere Differenz zwischen der Temperatur der Umgebungsluft und der scheinbaren Temperatur des Himmels; vereinfachend kann $\Delta\theta_{er} = 10 \text{ K}$ angenommen werden.

ANMERKUNG 1 siehe auch 6.4.2.

ANMERKUNG 2 Der Fall von strahlungsbedingten Wärmesenken über opake Bauteile kommt im Auslegungsfall nicht vor.

C.4.10 Solare Wärmeeinträge über Bauteile mit transparenter Wärmedämmung

$$\dot{Q}_{S,opak,TI} = R_e U A F_F g_{TI} \alpha I_{S,max} \quad (C.20)$$

Dabei ist

- R_e der äußere Wärmedurchlasswiderstand des Bauteils (gerechnet von der absorbierenden Schicht nach außen; Wärmedurchlasswiderstand der transparenten Wärmedämmung einschließlich des äußeren Übergangswiderstandes);
- U der gesamte Wärmedurchgangskoeffizient des Bauteils;
- A die Gesamtfläche des Bauteils mit transparenter Dämmung mit einer Orientierung;
- F_F der Rahmenanteil des Bauteils;
- g_{TI} der Gesamtenergiedurchlassgrad der transparenten Wärmedämmung nach Prüfzeugnis;
- α der Absorptionskoeffizient der transparenten Wärmedämmung;
- $I_{S,max}$ die maximale stündliche solare Einstrahlung am Auslegungstag (siehe DIN V 18599-10).

ANMERKUNG siehe auch 6.4.2.

C.4.11 Solare Wärmeeinträge über unbeheizte Glasvorbauten

$$\dot{Q}_{S,tr} = F_{F,iu} A_{iu} F_V g_{tot,iu} F_{F,ue} \tau_{e,ue} I_{S,max} \quad (C.21)$$

Dabei ist

- $F_{F,iu}$ der Abminderungsfaktor für den Rahmenanteil des inneren Glases; sofern keine genaueren Werte bekannt sind, wird $F_{F,iu} = 0,7$ gesetzt;
- A_{iu} die Fläche des Bauteils der Trennfläche zwischen der betrachteten Gebäudezone und dem unbeheizten Glasvorbau (anzusetzen sind die lichten Rohbaumaße);
- F_V der Abminderungsfaktor infolge von Verschmutzung nach DIN V 18599-10;
- $g_{tot,iu}$ der Gesamtenergiedurchlassgrad einschließlich Sonnenschutz (nach 6.4.1);
- $F_{F,ue}$ der Abminderungsfaktor für den Rahmenanteil des äußeren Glases; sofern keine genaueren Werte bekannt sind, ist $F_{F,ue} = 0,9$ zu setzen;
- $\tau_{e,ue}$ der Transmissionsgrad des äußeren Glases (Standardwerte siehe Tabelle 7);
- $I_{S,max}$ die maximale stündliche solare Einstrahlung am Auslegungstag (siehe DIN V 18599-10).

Der Wärmestrom in den unbeheizten Glasvorbau ist nach Gleichung (116) zu ermitteln. Hierin ist die solare Einstrahlung in den Vorbau nach Gleichung (C.22) zu ermitteln:

$$\Phi_{S,u} = F_{F,ue} A_{ue} F_V g_{tot,ue} I_{S,max} \quad (C.22)$$

Dabei ist

- $F_{F,ue}$ der Abminderungsfaktor für den Rahmenanteil des äußeren Glases; sofern keine genaueren Werte bekannt sind, ist $F_{F,ue} = 0,9$ zu setzen;
- A_{ue} die Fläche der Außenbauteile des Vorbaus einer Orientierung;
- F_V der Abminderungsfaktor infolge von Verschmutzung nach DIN V 18599-10;
- $g_{tot,ue}$ der Gesamtenergiedurchlassgrad einschließlich Sonnenschutz (nach 6.4.1);
- $I_{S,max}$ die maximale stündliche solare Einstrahlung am Auslegungstag (siehe DIN V 18599-10).

C.4.12 Interne Wärmequellen und -senken

Interne Wärmequellen und -senken sind nach 6.5 zu berechnen. Die mittleren Tageswerte sind jeweils auf den mittleren Wärmestrom (mittlere Wärmeleistung) während der Betriebszeit umzurechnen.

$$\dot{Q}_{l,source} = \dot{Q}_{l,p} + \dot{Q}_{l,L} + \dot{Q}_{l,fac} + \dot{Q}_{l,goods} + \dot{Q}_{l,h} \quad (C.23)$$

und

$$\dot{Q}_{l,sink} = \dot{Q}_{l,sink,fac} + \dot{Q}_{l,sink,goods} + \dot{Q}_{l,sink,c} \quad (C.24)$$

mit

$$\dot{Q}_{l,p} = \frac{q_{l,p} A_B}{t_{c,op,d}} \quad (C.25)$$

$$\dot{Q}_{l,sink,fac} \text{ bzw. } \dot{Q}_{l,fac} = \frac{q_{l,fac} A_B}{t_{c,op,d}} \quad (C.26)$$

$$\dot{Q}_{l,L} = \frac{\mu_L Q_{l,L,elektr}}{t_{c,op,d}} \quad (C.27)$$

$$\dot{Q}_{l,goods} = \frac{c \dot{m}(\theta_{in} - \theta_{out})}{t_{c,op,d}} \quad \text{für } \theta_{in} > \theta_{out} \quad (C.28)$$

$$\dot{Q}_{l,sink,goods} = \frac{c \dot{m}(\theta_{out} - \theta_{in})}{t_{c,op,d}} \quad \text{für } \theta_{in} < \theta_{out} \quad (C.29)$$

$$\dot{Q}_{l,source,h} = 0 \quad (C.30)$$

$$\dot{Q}_{l,sink,h} = 0 \quad (C.31)$$

Dabei ist

- $t_{c,op,d}$ die tägliche Betriebsdauer der Kühlanlage.

(Festlegung der Variablen, siehe 6.5)

ANMERKUNG Wärme- oder Kälteeinträge durch Verteilleitungen und Luftkanäle sind für die Auslegungsbilanzierung zu null gesetzt, da sie erst in einem späteren Schritt bestimmt werden.

Für Wohngebäude sind interne Wärmequellen durch Personen, Maschinen und Beleuchtung zusammenzufassen. Kältequellen sind zu vernachlässigen.

$$\dot{Q}_{l,source,WG} = \frac{q_I \cdot A_B}{t_{c,op,d}} \quad (C.32)$$

C.5 Erforderliche Kühlleistung in der Gebäudezone unter Berücksichtigung der mechanischen Lüftungsanlage

Zur Bestimmung der erforderlichen Kühlleistung zusätzlicher Anlagenkomponenten zur Nachkühlung in der Gebäudezone ist von der berechneten maximal erforderlichen Kühlleistung $\dot{Q}_{c,max}$ die Kühlleistung durch die Zuluft der mechanischen Lüftungsanlage abzuziehen. Gegebenenfalls muss hierbei auch die durch mechanische Lüftung überströmende bzw. angesaugte Zuluft aus anderen Zonen berücksichtigt werden.

Es gilt Gleichung (C.33):

$$\dot{Q}_{c,max,res} = \dot{Q}_{c,max} - \dot{V}_{mech,max} c_{p,a} \rho_a (\theta_{i,c,max,d} - \theta_{V,mech}) \quad (C.33)$$

Dabei ist

- $\dot{Q}_{c,max}$ die maximal erforderliche Kühlleistung nach (C.1);
- $\theta_{i,c,max,d}$ der Berechnungswert der Innentemperatur für die Auslegung nach Gleichung (C.2);
- $\theta_{V,mech}$ die Zulufttemperatur der mechanischen Lüftungsanlage bei Auslegungsbedingungen im Kühlfall (nach DIN V 18599-7 bzw. ohne spezielle Vorgaben nach 6.3.3.4; bei Zuluft aus anderen Zonen θ_z der Berechnungswert der Innentemperatur für die Auslegung).
- $\dot{V}_{mech,max}$ der maximale Volumenstrom der mechanischen Lüftungsanlage

— für Konstantvolumenstromanlagen $\dot{V}_{mech,b}$,

— für Variabelvolumenstromanlagen $\dot{V}_{mech,max,m}$ nach DIN V 18599-3,

bei gezielter Lüftung über mehrere Gebäudezonen der aus angrenzenden Zonen überströmende Luftvolumenstrom \dot{V}_z unter Auslegungsbedingungen (siehe 6.3.5);

$c_{p,a}$ die spezifische Wärmekapazität von Luft;

ρ_a die Dichte von Luft.

$c_{p,a}$, ρ_a ist zu $0,34 \text{ Wh}/(\text{m}^3 \cdot \text{K})$ zu setzen.

Ohne mechanische Lüftungsanlage gilt $\dot{Q}_{c,max,res} = \dot{Q}_{c,max}$.

ANMERKUNG Die Ermittlung der erforderlichen Kühlleistung einer mechanischen Lüftungsanlage zur Aufbereitung der mechanischen Zuluft vom Außenluftzustand auf den Zuluftzustand ist in DIN V 18599-3 beschrieben.

Anhang D (normativ)

Berechnung der monatlichen Heiz- und Kühlzeit

D.1 Allgemeines

Für nicht ganzjährig betriebene Heiz- und Kühlsysteme fällt Beginn oder Ende der Betriebsperiode in der Regel nicht mit dem Ende oder Anfang eines Monats zusammen. Für die Übergangsmomente muss daher die Heizzeit bzw. die Kühlzeit innerhalb dieser Monate berechnet werden. Die Heizzeit und die Kühlzeit werden in DIN V 18599-5 bis DIN V 18599-7 zur Berechnung der mittleren Belastung des Systems benötigt.

D.2 Monatliche Heizzeit

Die Heizzeit ist monatlich getrennt für Nutzungs- und Nichtnutzungstage zu berechnen. Die monatliche Heizzeit ist die Summe aus der Heizzeit an Nutzungstagen und an Nichtnutzungstagen.

$$t_h = t_{h,nutz} + t_{h,we} \quad (D.1)$$

Die Heizzeit eines Nutzungsprofils ist nach Gleichung (D.2) zu berechnen:

$$t_{h,i} = \begin{cases} t_{mth,i} \frac{\beta_{h,i}}{\beta_{h,grenz}} & \text{für } \beta_{h,i} \leq \beta_{h,grenz} \\ t_{mth,i} & \text{für } \beta_{h,i} > \beta_{h,grenz} \end{cases} \quad (D.2)$$

Hierbei ist $\beta_{h,i}$:

$$\beta_{h,nutz} = \frac{Q_{h,b,nutz}}{\phi_{h,max,res} 24h} \quad \text{bzw.} \quad \beta_{h,we} = \frac{Q_{h,b,we}}{\phi_{h,max,res} 24h} \quad (D.3)$$

und $t_{mth,i}$:

$$t_{mth,nutz} = d_{nutz} 24h \quad \text{bzw.} \quad t_{mth,we} = d_{we} 24h \quad (D.4)$$

Für die minimal anzusetzende Auslastung gilt:

$$\beta_{h,grenz} = 0,05$$

Dabei ist

- $t_{h,i}$ die Heizzeit innerhalb des Zeitraum der normalen Nutzung ($t_{h,nutz}$) bzw. Wochenend- oder Ferienbetrieb ($t_{h,we}$);
- $t_{mth,i}$ der gesamte Zeitraum des Monats mit normaler Nutzung ($t_{mth,nutz}$) bzw. mit Wochenend- oder Ferienbetrieb ($t_{mth,we}$);

- $\beta_{h,i}$ die über den Monat gemittelte Auslastung des Heizsystems innerhalb des Zeitraums der normalen Nutzung ($\beta_{h,op}$) bzw. der Wochenend- oder Ferienbetrieb ($\beta_{h,we}$);
- $\beta_{h,grenz}$ die Mindestauslastung des Heizsystems;
- $Q_{h,b,nutz}$ der bilanzierte Heizwärmebedarf der Gebäudezone bei normaler Nutzung (Tageswert);
- $Q_{h,b,we}$ der bilanzierte Heizwärmebedarf der Gebäudezone bei Wochenend- oder Ferienbetrieb (Tageswert);
- $\Phi_{h,max,res}$ die maximale Heizleistung der Gebäudezone nach Anhang B;
- d_{nutz} die Anzahl der Tage im Monat mit normaler Nutzung;
- d_{we} die Anzahl der Tage im Monat ohne oder mit eingeschränkter Nutzung (Wochenende, Ferientage).

D.3 Monatliche Kühlzeit

Die Kühlzeit ist monatlich getrennt für Nutzungs- und Nichtnutzungstage zu berechnen. Die monatliche Kühlzeit ist die Summe aus der Kühlzeit an Nutzungstagen und an Nichtnutzungstagen.

$$t_c = t_{c,nutz} + t_{c,we} \quad (D.5)$$

Die Kühlzeit eines Nutzungsprofils ist nach Gleichung (D.6) zu berechnen:

$$t_{c,i} = \begin{cases} t_{mth,i} \frac{\beta_{c,i}}{\beta_{c,grenz}} & \text{für } \beta_{c,i} \leq \beta_{c,grenz} \\ t_{mth,i} & \text{für } \beta_{c,i} > \beta_{c,grenz} \end{cases} \quad (D.6)$$

Hierbei ist $\beta_{c,i}$:

$$\beta_{c,nutz} = \frac{Q_{c,b,nutz}}{\dot{Q}_{c,max,res} t_{c,op,nutz}} \quad \text{bzw.} \quad \beta_{c,we} = \frac{Q_{c,b,we}}{\dot{Q}_{c,max,res} t_{c,op,we}} \quad (D.7)$$

und $t_{mth,i}$:

$$t_{mth,nutz} = d_{nutz} t_{c,op,d} \quad \text{bzw.} \quad t_{mth,we} = d_{we} t_{c,op,d,we} \quad (D.8)$$

Soweit in DIN V 18599-7 nicht anders angegeben, ist für die Mindestauslastung

$$\beta_{c,grenz} = 0,15$$

anzusetzen (saisonaler Betrieb).

Dabei ist

- $t_{c,i}$ die Kühlzeit innerhalb des Zeitraums der normalen Nutzung ($t_{c,nutz}$) bzw. Wochenend- oder Ferienbetrieb ($t_{c,we}$);
- $t_{mth,i}$ der gesamte Zeitraum des Monats mit normaler Nutzung ($t_{mth,nutz}$) bzw. mit Wochenend- oder Ferienbetrieb ($t_{mth,we}$);

- $\beta_{c,i}$ die über den Monat gemittelte Auslastung des Kühltystems innerhalb des Zeitraums der normalen Nutzung ($\beta_{c,nutz}$) bzw. der Wochenend- oder Ferienbetrieb ($\beta_{c,we}$);
- $\beta_{c,grenz}$ die Mindestauslastung des Kühltystems;
- $Q_{c,b,nutz}$ der bilanzierte Kühlbedarf der Gebäudezone bei normaler Nutzung (Tageswert);
- $Q_{c,b,we}$ der bilanzierte Kühlbedarf der Gebäudezone bei Wochenend- oder Ferienbetrieb (Tageswert);
- $\dot{Q}_{c,max,res}$ die maximale Kühlleistung der Gebäudezone nach Anhang C;
- d_{nutz} die Anzahl der Tage im Monat mit normaler Nutzung;
- d_{we} die Anzahl der Tage im Monat ohne oder mit eingeschränkter Nutzung (Wochenende, Ferientage);
- $t_{c,op,d}$ die tägliche Betriebszeit der Kühlanlage bei der normalen Nutzung nach DIN V 18599-10;
- $t_{c,op,d,we}$ die tägliche Betriebszeit der Kühlanlage an Tagen mit eingeschränkter Nutzung. Für die in DIN V 18599-10 aufgeführten Nutzungen gilt: $t_{c,op,d,we} = 0$.

ANMERKUNG In der Regel ist die Betriebszeit der Kühlanlage gleich der Betriebszeit der Lüftungsanlage. Falls die Kühlung innerhalb der Gebäudezone auch außerhalb der Betriebszeit der Lüftungsanlage in Betrieb ist, z. B. bei Bauteilkühlung, ist für $t_{c,op,d} = 24$ h anzusetzen.

Anhang E (normativ)

Standardwerte für Volumenströme raumluftechnischer Anlagen

E.1 Allgemeines

Zur Bestimmung der Wärmequellen oder -senken durch die Zuluft einer mechanische Lüftungsanlage sollten die Zulufttemperatur und der Volumenstrom der Anlage bekannt sein. Soweit in der Vorplanung keine genauen Werte bekannt sind, dienen die hier aufgeführten Standardwerte für den Volumenstrom einer ersten Abschätzung für übliche Klimasysteme. Standardwerte für Zulufttemperaturen sind in DIN V 18599-7 enthalten.

Die Standardwerte ersetzen nicht eine genaue Planung des Lüftungssystems durch den Fachmann für den jeweiligen Anwendungsfall. Nach der planerischen Festlegung der Luftvolumenströme sind diese in der Berechnung zu verwenden.

Die thermische Behaglichkeit nach DIN EN 13779 ist durch das Lüftungssystem sicherzustellen.

E.2 Standardwerte für den zulässigen Volumenstrom

Bild E.1 zeigt den Zusammenhang zwischen maximaler Kühlleistung und zulässigem Volumenstrom in Abhängigkeit vom Klimasystem. Kühlleistung und Volumenstrom sind jeweils bezogen auf die Bezugsfläche A_B . Für Variabel-Volumenstrom-Systeme entspricht \dot{V}_{mech} dem maximal möglichen Volumenstrom $\dot{V}_{\text{mech,max}}$ (siehe DIN V 18599-3); bei anderen Klimasystemen entspricht \dot{V}_{mech} dem Bilanzvolumenstrom $\dot{V}_{\text{mech,b}}$.

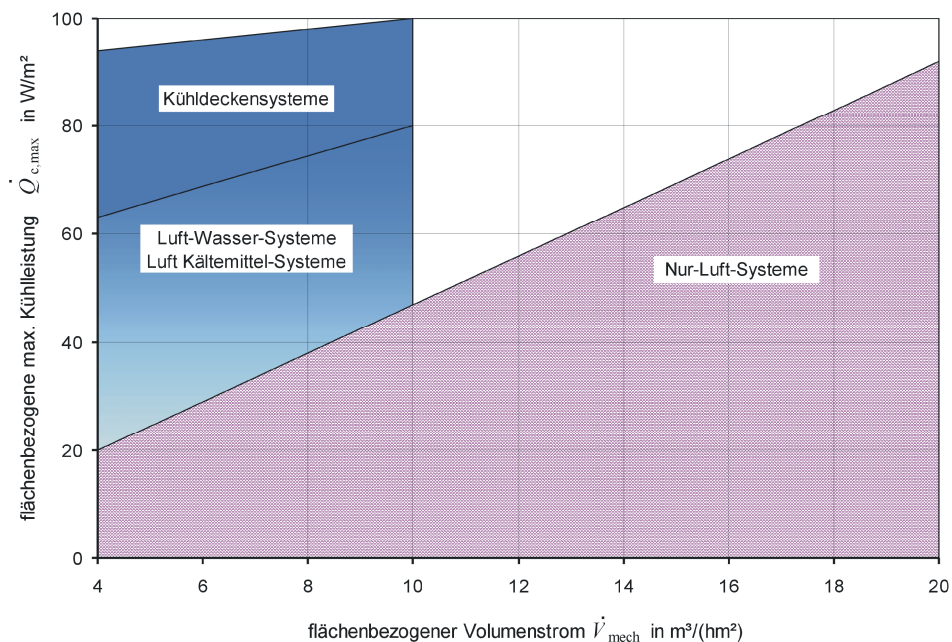


Bild E.1 — Zusammenhang zwischen maximaler Kühlleistung und zulässigem Volumenstrom, abhängig vom Klimasystem

Anhang F (normativ)

Berechnung des spezifischen Transmissionswärmetransferkoeffizienten

Der spezifische, auf die wärmeübertragende Umfassungsfläche bezogene Transmissionswärmetransferkoeffizient ist wie folgt zu ermitteln:

$$H_T' = \frac{H_{T,D} + \sum_j F_{x,j} \cdot H_{T,iu,j} + \sum_k F_{x,k} \cdot H_{T,s,k}}{A} \quad \text{in W/(m}^2 \cdot \text{K)} \quad (\text{F.1})$$

Dabei ist

H_T'	spezifischer, auf die wärmeübertragende Umfassungsfläche bezogener Transmissionswärmetransferkoeffizient in W/(m ² · K);
$H_{T,D}$	Transmissionswärmetransferkoeffizient zwischen der beheizten und/oder gekühlten Gebäudezone und außen in W/K;
$H_{T,iu,j}$	Transmissionswärmetransferkoeffizient zwischen beheizten und/oder gekühlten und unbeheizten Gebäudezonen j in W/K;
$H_{T,s,k}$	Wärmetransferkoeffizient der beheizten und/oder gekühlten Gebäudezone über Erdoberflächen k in W/K;
$F_{x,j,k}$	Temperatur-Korrekturfaktor, auch wenn die Temperatur in einer unbeheizten Zone mit dem detaillierten Verfahren ermittelt worden ist. Alternativ kann mit $F_x = (\theta_{i,soll} - \theta_{u,Januar}) / (\theta_{i,soll} + 1,3)$ ein fiktiver F_x -Wert berechnet werden; hierfür ist $\theta_{u,Januar}$ jedoch ohne die internen Einträge der Anlagentechnik zu ermitteln. Wird die angrenzende nicht temperierte Zone im U-Wert nach außen berücksichtigt oder der Wärmetransferkoeffizient über das Erdreich nach DIN EN ISO 13370 berechnet, so ist $F_x = 1$ zu setzen;
A	wärmeübertragende Umfassungsfläche in m ² ; Die wärmeübertragende Umfassungsfläche A eines Gebäudes in m ² ist nach DIN V 18599-1 zu ermitteln. Die zu berücksichtigenden Flächen sind die äußere Begrenzung mindestens aller beheizten und/oder gekühlten Zonen nach DIN V 18599-1.

Literaturhinweise

DIN 277-1, *Grundflächen und Rauminhalte von Bauwerken im Hochbau — Teil 1: Begriffe, Ermittlungsgrundlagen*

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

DIN 4108 Beiblatt 2, *Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden — Wärmebrücken — Planungs- und Ausführungsbeispiele*

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

DIN EN 674, *Glas im Bauwesen — Bestimmung des Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) — Verfahren mit dem Plattengerät*

DIN EN 675, *Glas im Bauwesen — Bestimmung des Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) — Wärmestrommesser-Verfahren*

DIN EN 12524, *Baustoffe und -produkte — Wärme- und feuchteschutztechnische Eigenschaften — Tabellierte Bemessungswerte*

DIN EN 13779, *Lüftung von Nichtwohngebäuden — Allgemeine Grundlagen und Anforderungen an Lüftungs- und Klimaanlage*

DIN EN 13829, *Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden — Bestimmung der Luftdurchlässigkeit von Gebäuden — Differenzdruckverfahren*

DIN EN ISO 10077-2, *Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen und Abschlüssen — Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten — Teil 2: Numerisches Verfahren für Rahmen*

DIN EN ISO 12567-1, *Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern und Türen — Bestimmung des Wärmedurchgangskoeffizienten mittels des Heizkastenverfahrens — Teil 1: Komplette Fenster und Türen*

DIN EN ISO 12567-2, *Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern und Türen — Bestimmung des Wärmedurchgangskoeffizienten mittels des Heizkastenverfahrens — Teil 2: Dachflächenfenster und andere auskragende Fenster*

DIN EN ISO 14683, *Wärmebrücken im Hochbau — Längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient — Vereinfachte Verfahren und Anhaltswerte*

- [1] *Räumlich und zeitlich eingeschränkte Beheizung*; Loga, Kahlert, Laidig, Lude; Institut Wohnen und Umwelt; Dezember 1999
- [2] VDI 2078, *Berechnung der Kühllast klimatisierter Räume (VDI-Kühllastregeln)*
- [3] *Bestimmung des solaren Energiegewinns durch Massivwände mit transparenter Wärmedämmung*, Richtlinie des Fachverbandes Transparente Wärmedämmung e. V., Gundelfingen i. Br. (2000)
- [4] Heusler, I.; Sinnesbichler, H.; Erhorn, H.; Nimtsch, A.: Erarbeitung einer vereinfachten Berechnungsmethode für Glas-Doppelfassaden für die Integration in DIN V 18599. Abschlußbericht zum BBR Forschungsvorhaben (AZ.: 10.08.18.7-06.34) im Rahmen der Forschungsinitiative „Zukunft Bau“, Holzkirchen, 2008