

ICS 91.140.10; 91.140.30

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

Gesamtumfang 100 Seiten

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

Inhalt

	Seite
Vorwort	4
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe, Symbole und Einheiten	9
4 Verknüpfung der Teile der Vornormenreihe DIN V 18599	14
5 Monatsbilanzverfahren	17
6 Bestimmung der Einzelgrößen für das Monatsbilanzverfahren	31
Anhang A (normativ) Verschattungsfaktoren und bewegliche Sonnenschutzvorrichtungen	75
Anhang B (normativ) Maximale Heizleistung in der Gebäudezone	83
Anhang C (normativ) Maximale Kühlleistung in der Gebäudezone	86
Anhang D (normativ) Berechnung der monatlichen Heiz- und Kühlzeit	95
Anhang E (informativ) Standardwerte für Volumenströme raumluftechnischer Anlagen	98
Literaturhinweise	100

Bilder

Bild 1 — Übersicht über die Teile der DIN V 18599	5
Bild 2 — Inhalt und Umfang von DIN V 18599-2	7
Bild 3 — Prinzip der Ermittlung des Heizwärme- und Kühlbedarfs einer Gebäudezone	18
Bild 4 — Schematische Darstellung der für Glasvorbauten zu berücksichtigenden Größen	65
Bild 5 — Beispiel zu den zwei Typen von Abluftleuchten	69
Bild A.1 — Definition des Horizontwinkels	75
Bild A.2 — Definition Überhangwinkel	77
Bild A.3 — Definition Seitenwinkel	79
Bild E.1 — Zusammenhang zwischen maximaler Kühlleistung und zulässigem Volumenstrom, abhängig vom Klimasystem	99

Tabellen

Tabelle 1 — Symbole, Einheiten und Indizes	10
Tabelle 2 — Indizes	12
Tabelle 3 — Berechnungswerte der Temperatur-Korrekturfaktoren von Bauteilen	38
Tabelle 4 — n_{50} -Bemessungswerte (Standardwerte für ungeprüfte Gebäude)	46

Tabelle 5 — Standardwerte für die Kennwerte von Verglasungen und Sonnenschutzvorrichtungen ^a	61
Tabelle 6 — Standardwerte für den Strahlungsabsorptionsgrad verschiedener Oberflächen im energetisch wirksamen Spektrum des Sonnenlichts	63
Tabelle 7 — Standardwerte für Raumbelastungsgrade μ_L bei Abluftleuchten	70
Tabelle A.1 — Teilbestrahlungsfaktoren F_h für verschiedene Horizontwinkel und Flächenneigungen	76
Tabelle A.2 — Teilbestrahlungsfaktor F_0 für horizontale Überhänge bei verschiedenen Flächenneigungen ...	78
Tabelle A.3 — Teilbestrahlungsfaktor F_f für seitliche Abschattungsflächen	79
Tabelle A.4 — Parameter a zur Bewertung der Aktivierung von beweglichen manuell- oder zeitgesteuerten Sonnenschutzvorrichtungen für verschiedene Flächenneigungen	81
Tabelle A.5 — Parameter a zur Bewertung der Aktivierung von beweglichen, strahlungsabhängig geregelten Sonnenschutzvorrichtungen für verschiedene Flächenneigungen	82

Vorwort

Diese Vornorm wurde vom Gemeinschaftsausschuss 00.82.00 „Energetische Bewertung von Gebäuden“ (Federführung NABau) der Normenausschüsse „Bauwesen“ (NABau) und „Heiz- und Raumluftechnik“ (NHRS) im DIN und unter Mitwirkung des Normenausschusses „Lichttechnik“ (FNL) im DIN erarbeitet.

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 Wohnungslüftungsanlagen und Luftheizungsanlagen 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 Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen*
- *Teil 10: Nutzungsrandbedingungen, Klimadaten*

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.

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.

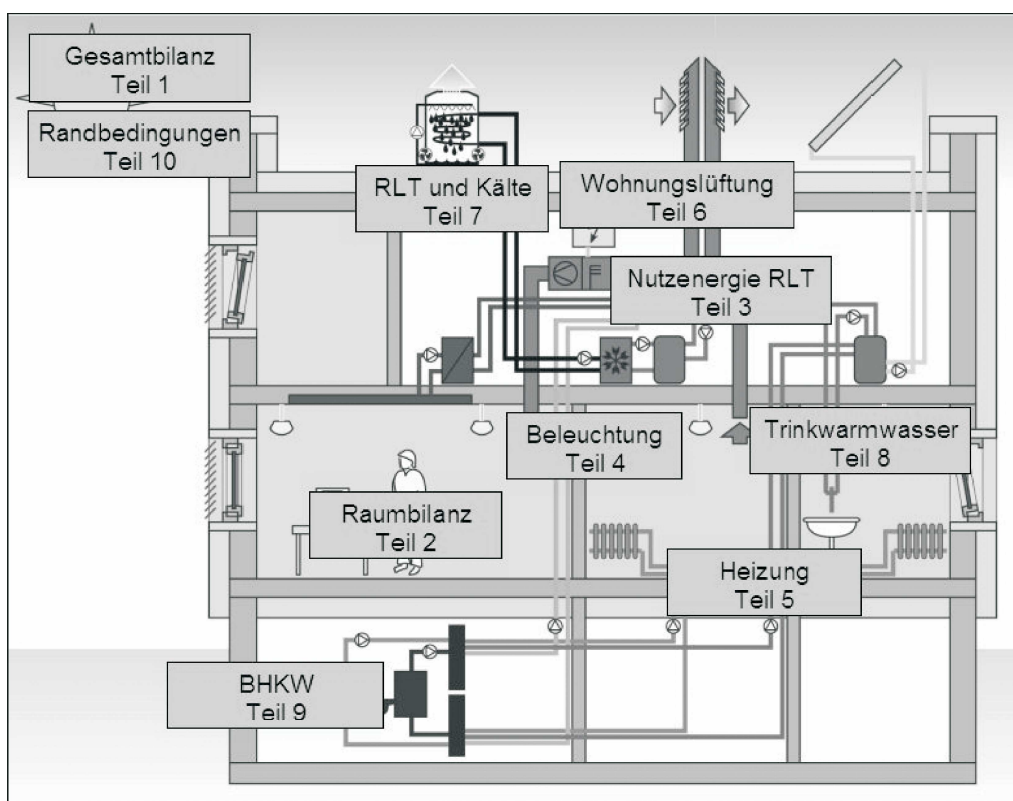


Bild 1 — Übersicht über die Teile der DIN V 18599

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.

In diesem Dokument werden Rechenverfahren festgelegt, 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, innerer 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, unregelte 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 gegebenenfalls der Kühlbedarf müssen in der Gebäudezone durch Heiz- und Kühlsysteme zur Verfügung gestellt 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.

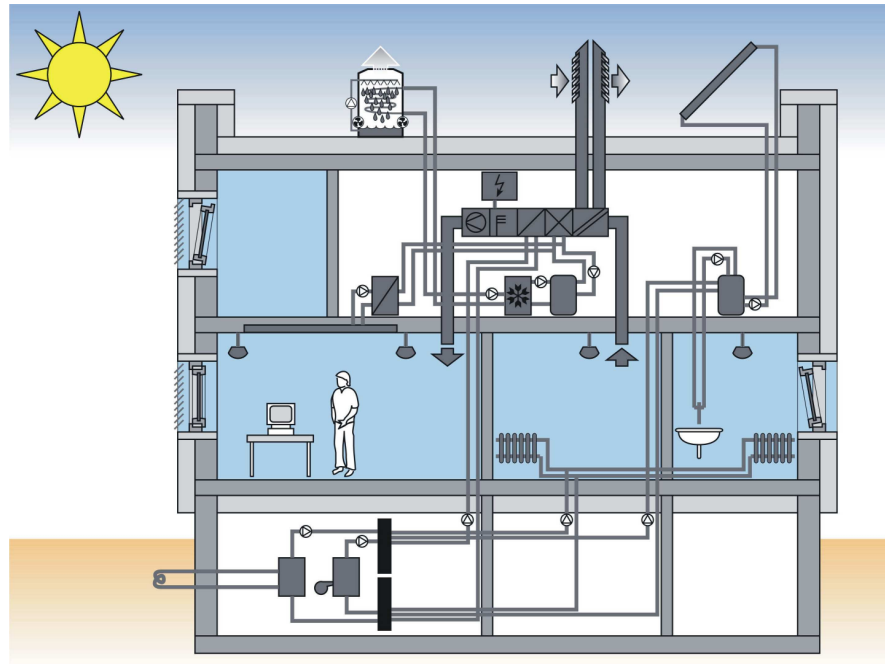


Bild 2 — Inhalt und Umfang von DIN V 18599-2

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 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: Berechnung des Nutzenergiebedarfs 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 Wohnungslüftungsanlagen und Luftheizungsanlagen 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 Raumluftheiz- 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 Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen*

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

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

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

DIN EN 832, *Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden — Berechnung des Heizenergiebedarfs — Wohngebäude*

E DIN EN ISO 6946, *Bauteile — Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient — Berechnungsverfahren (ISO/DIS 6946:2005)*

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

DIN EN ISO 9288, *Wärmeschutz — Wärmeübertragung durch Strahlung — Physikalische Größen und Definitionen (ISO 9288:1989)*

E DIN EN ISO 10077-1, *Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen und Abschlüssen — Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten — Teil 1: Allgemeines (ISO/DIS 10077:2004)*

DIN EN ISO 10211-1, *Wärmebrücken im Hochbau — Wärmeströme und Oberflächentemperaturen — Teil 1: Allgemeine Berechnungsverfahren (ISO 10211-1:1995)*

DIN EN ISO 10211-2, *Wärmebrücken im Hochbau — Berechnung der Wärmeströme und Oberflächentemperaturen — Teil 2: Linienförmige Wärmebrücken (ISO 10211-2:2001)*

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

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

DIN EN ISO 13370:1998-12, *Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden — Wärmeübertragung über das Erdreich — Berechnungsverfahren (ISO 13370:1998)*

E DIN EN ISO 13786 *Wärmetechnisches Verhalten von Bauteilen — Dynamisch-thermische Kenngrößen — Berechnungsverfahren (ISO/DIS 13786:2005)*

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

DIN EN ISO 13790, *Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden — Berechnung des Heizenergiebedarfs (ISO 13790:2004)*

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

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, Symbole, Einheiten und Indizes.

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 Spezifikationen 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 und Indizes

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_{wind}	Windschutzkoeffizient	—
f_{NA}	Korrekturfaktor für eingeschränkten Heizbetrieb während der Nacht	—
f_{tb}	Korrekturfaktor für räumlich eingeschränkten Heizbetrieb	—
$f_{\text{V,mech}}$	Faktor zur Bewertung der Infiltration bei mechanischer Lüftung	—
f_{wind}	Windschutzkoeffizient	—
f_{we}	Korrekturfaktor für eingeschränkten Heizbetrieb über mehrere Tage	—
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}	Temperaturkorrekturfaktor 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_{r}	Äußerer Abstrahlungskoeffizient	$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
H	Wärmetransferkoeffizient allgemein	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	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	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 Wärmeeinträge	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
$Q_{S,op}$	Wärmequelle/-senke durch Strahlung auf/von opake Flächen	Wh
R	Wärmedurchlasswiderstand, Wärmeübergangswiderstand	(m ² · K)/W
t	Zeitspanne	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
$\vartheta_{i,c,soll}$	Für den Kühlfall vorgegebene Raumsolltemperatur während der Nutzungszeit	°C

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Symbol	Bedeutung	Übliche Einheit
$\vartheta_{i,h,soll}$	Für den Heizfall vorgegebene Raumsolltemperatur während der Nutzungszeit	°C
$\vartheta_{V,mech}$	Lufttemperatur der Zuluft einer mechanischen Lüftungsanlage	°C
ϑ_u	Lufttemperatur in einer unbeheizten Zone	°C
ϑ_z	Bilanz-Innentemperatur einer angrenzenden beheizten oder gekühlten Zone	
$\Delta \vartheta_{er}$	Differenz der Außenlufttemperatur und der Himmelstemperatur	K
λ	Wärmeleitfähigkeit	W/(m · K)
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_e	Strahlungstransmissionsgrad	—
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)
ABL	Abluft einer mechanischen Lüftungsanlage
b	Nutzenergie
B	Sonnenschutzvorrichtung (en: blind)
c	Kühlung
e	Außen oder von bestimmter Schicht nach außen zur Umgebungsluft
eff	Effektiv
elektr	Elektrisch
f	Seitliche Abschattung bzw. Strahlungswirksamkeit zwischen Bauteil und Himmel
F	Rahmen
fac	Durch Maschinen bedingt (en: facilities)
g	Verglasung (en: glazing)
goods	Durch Waren, Güter verursacht

Tabelle 2 (fortgesetzt)

Index	Bedeutung
h	Heizung für Raumwärme
i	Innen (auch von einer Schicht nach innen zur Innenluft)
I	Intern, im Inneren
in	Eintretend
inf	Infiltration
iu	Von beheizter Gebäudezone in eine unbeheizte Gebäudezone
L	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)
nutz	Während der Nutzung; nutzungsbedingt
op	Opak
op	Betrieb (en: operating)
out	Austretend
p	Trennbauteil der Gebäudezone zum Wintergarten
p	Bei konstantem Druck (bei $c_{p,a}$)
P	Durch Personen verursacht
res	Resultierend
S	Solar, durch Sonneneinstrahlung
s	Erdreich (en: soil)
sink	Wärmesenke
source	Wärmequelle
T	Transmission
tb	Teilbeheizt
TI	Transparente Wärmedämmung
tot	Total, gesamt
tr	Transparent
u	Unbeheizter Raum bzw. Gebäudezone
ue	Von unbeheizter Gebäudezone zur Außenluft (siehe auch Index e)
V	Lüftung
V _{mech}	Mechanische Lüftung betreffend
WB	Wärmebrücke

Tabelle 2 (fortgesetzt)

Index	Bedeutung
win	Fenster
wirk	Wirksam
we	Wochenend- oder Ferienbetrieb
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

Die folgenden zwei untergeordneten Abschnitte:

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

In 4.3 wird kurz erläutert, wie für verschiedene Anlagensysteme die Ausgangsgrößen dieses Dokuments zu verwenden sind.

4.1 Eingangsgrößen aus anderen Teilen der Vornormenreihe DIN V 18599

Für die überschlägige Bilanzierung werden benötigt:

— Raumluft-Solltemperatur für den Heizbetrieb	$\vartheta_{i,h,soll}$	siehe DIN V 18599-10
— Raumluft-Solltemperatur für den Kühlbetrieb	$\vartheta_{i,c,soll}$	siehe DIN V 18599-10
— Monatsmittelwert Außentemperatur	ϑ_e	siehe DIN V 18599-10
— zulässige Absenkung Innentemperatur für den reduzierten Betrieb	$\Delta \vartheta_{i,NA}$	siehe DIN V 18599-10
— Anteil der mitbeheizten Fläche an der Gesamtfläche	a_{tb}	siehe DIN V 18599-10
— flächenbezogener Mindestaußenluftvolumenstrom	$\dot{V}_A$	siehe DIN V 18599-10
— tägliche Betriebsdauer Lüftungsanlage	$t_{V,mech}$	siehe DIN V 18599-10
— tägliche Dauer des Heizbetriebs	$t_{h,op,d}$	siehe DIN V 18599-10
— Anzahl der Betriebstage	d_{nutz}	siehe DIN V 18599-10
— Anzahl der Tage des Monats	d_{mth}	siehe DIN V 18599-10

— Wärmeabgabe von Personen, Maschinen und Beleuchtung in Wohngebäuden	q_I	siehe DIN V 18599-10
— Wärmeabgabe von Personen	$q_{I,p}$	siehe DIN V 18599-10
— Wärmeabgabe von Geräten oder Maschinen	$q_{I,fac}$	siehe DIN V 18599-10
— mittlere solare Einstrahlung während des Monats	I_S	siehe DIN V 18599-10
— Abminderungsfaktor infolge von Verschmutzung	F_V	siehe DIN V 18599-10
— anlagenspezifische minimale Zulufttemperatur	$\vartheta_{V,mech,RLT}$	siehe DIN V 18599-3
— Mindestvolumenstrom der mechanischen Lüftungsanlage	$\dot{V}_{mech,b}$	siehe DIN V 18599-3
— Zulufttemperatur Wohnungs Lüftungsanlage	ϑ_{WLA}	siehe DIN V 18599-6
— elektrische Energiebedarf für künstliche Beleuchtung	$Q_{i,L,elektr}$	siehe DIN V 18599-4

Für die endgültige Bilanzierung werden zusätzlich benötigt:

— unregelmäßige Wärmeeinträge durch das Heizungssystem	$Q_{I,h}$	siehe DIN V 18599-5
— unregelmäßige Wärmeeinträge durch mechanische Lüftung	$Q_{I,rv}$	siehe DIN V 18599-6
— unregelmäßige Kälteeinträge durch mechanische Lüftung	$Q_{I,rv,c}$	siehe DIN V 18599-6
— unregelmäßige Wärmeeinträge durch mechanische Lüftung	$Q_{I,vh}$	siehe DIN V 18599-7
— unregelmäßige Wärmeeinträge durch das Kühlsystem/ Kälteerzeugung	$Q_{I,ch}$	siehe DIN V 18599-7
— unregelmäßige Kälteeinträge durch das Kühlsystem/Kälteerzeugung	$Q_{I,c}$	siehe DIN V 18599-7
— unregelmäßige Kälteeinträge durch mechanische Lüftung	$Q_{I,v,c}$	siehe DIN V 18599-7
— unregelmäßige Wärmeeinträge durch das Trinkwarmwassersystem	$Q_{I,w}$	siehe DIN V 18599-8

Für die Auslegungs-Bilanzierung werden zusätzlich benötigt:

— minimale Innentemperatur für die Auslegung im Heizfall	$\vartheta_{i,h,min}$	siehe DIN V 18599-10
— maximal zugelassene Innentemperatur am Auslegungstag	$\vartheta_{i,c,max}$	siehe DIN V 18599-10
— Tagesmittel Außentemperatur am Auslegungstag für den Heizfall	$\vartheta_{e,min}$	siehe DIN V 18599-10
— Tagesmittel Außentemperatur am Auslegungstag für den Kühlfall	$\vartheta_{e,max}$	siehe DIN V 18599-10
— maximale stündliche solare Einstrahlung am Auslegungstag	$I_{S,max}$	siehe DIN V 18599-10

4.2 Ausgangsgrößen für andere Teile der Vornormenreihe DIN V 18599

— Nutzwärmebedarf in der Gebäudezone (Heizwärmebedarf) sowie überschlägiger Nutzwärmebedarf	$Q_{h,b,mth}$	DIN V 18599-3 DIN V 18599-5
--	---------------	--------------------------------

— Nutzkältebedarf in der Gebäudezone (Kühlbedarf) sowie überschlägiger Nutzkältebedarf	$Q_{c,b,mth}$	DIN V 18599-6
		DIN V 18599-3
		DIN V 18599-5
		DIN V 18599-6
— maximale Heizleistung	$Q_{h,max}, Q_{h,max,res}$	DIN V 18599-3
		DIN V 18599-5
		DIN V 18599-6
		DIN V 18599-7
— maximale Kühlleistung	$Q_{h,max}, Q_{c,max,res}$	DIN V 18599-3
		DIN V 18599-7
— monatliche Heizzeit	t_h	DIN V 18599-5
		DIN V 18599-6
		DIN V 18599-7
— monatliche Kühlzeit	t_c	DIN V 18599-7

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

Innere Lasten durch das Heiz- und Kühlsystem sind in Abhängigkeit der Auslastung zu bestimmen. Hierzu sind der Heizwärme- und Kühlbedarf in einer ersten überschlägigen Bilanzierung der Wärmequellen und -senken ohne diese inneren Lasten 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 DIN V 18599-2 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 nacherwärmen 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 einer haustechnischen Anlage 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 ist 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 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 (zugrundegelegt sind 2 K).

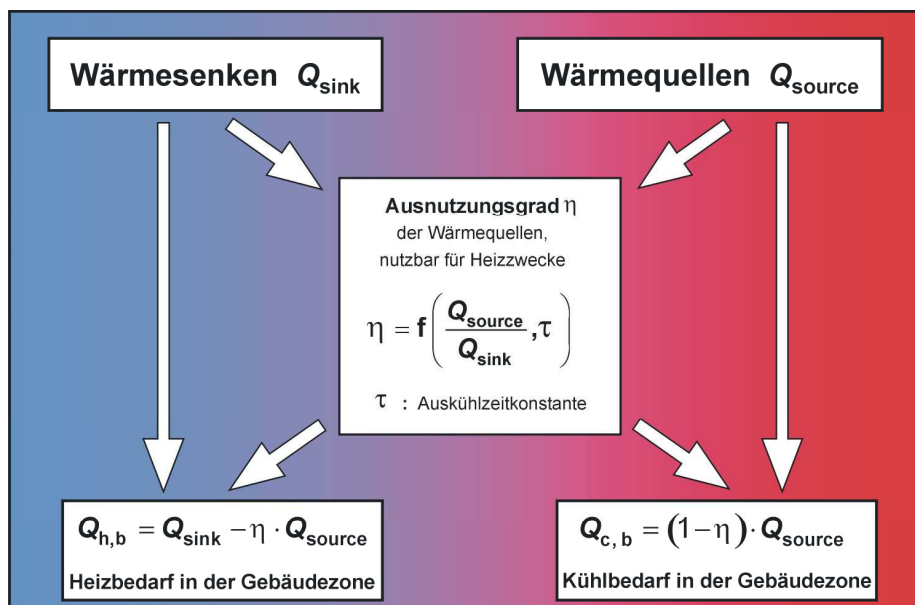


Bild 3 — Prinzip der Ermittlung des Heizwärme- und Kühlbedarfs einer Gebäudezone

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 zugrundegelegten 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. Betriebstage und Ferientage sind anschließend aufzusummieren.

Der Heizwärme- und der Kühlbedarf sind zunächst überschlägig zu ermitteln, wobei ungeregelte Wärme- und Kälteeinträge aus Heiz- und Kühlanlagen unberücksichtigt bleiben. Aus dem überschlägigen Heizwärme- und Kühlbedarf sind die inneren Wärme- und Kältebelastungen der Heiz- und Kühlsysteme zu bestimmen. Unter Einbezug dieser Wärme- und Kälteeinträge muss dann eine zweite und endgültige Bilanzierung erfolgen. Die folgenden Gleichungen gelten für beide 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. Der monatliche Heizwärmebedarf ergibt sich durch Multiplikation mit der Anzahl der Tage des Monats nach Gleichung (4), gegebenenfalls unter Berücksichtigung von Betriebstagen und Tagen mit reduziertem Betrieb.

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

Dabei ist

- | | |
|---------------------|---|
| $Q_{h,b}$ | der Heizwärmebedarf in der Gebäudezone für Betriebstage $Q_{h,b,op}$, für Nicht-Betriebstage $Q_{h,b,we}$; |
| 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; |
| 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 hinaus gehen (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 Betriebstagen 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 Betriebstage $Q_{c,b,op}$, für Nicht-Betriebstage $Q_{c,b,we}$;
- 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

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. Werk-tage und Wochenende) getrennt durchzuführen. Wärmequellen, Wärmesenken und der Ausnutzungsgrad sind damit unter Umständen für vier verschiedene Randbedingungen zu bestimmen (Heizfall/Kühlfall, Werk-tag/Wochenende). Die Bedarfswerte sind ihrem Zeitanteil entsprechend auf einen Monat hochzurechnen (siehe Gleichungen (6) und (7)).

Bei reduziertem Heizbetrieb ist die mittlere Innentemperatur nach 6.1.1, Gleichung (30) zu bestimmen.

Bei abgeschalteter Lüftungs- und/oder Kühlanlage bei Wochenend- oder Ferienbetrieb kann

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

gesetzt werden.

5.2.5 Monatswerte und Jahreswerte

Der monatliche Heizwärmebedarf und der Kühlbedarf ergeben sich durch die Hochrechnung der Tages-summen 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 (Betriebstage, z. B. bei regelmäßiger Zwei-Tage-Abschaltung am Wochenende $5/7 d_{mth}$ oder die „Anzahl der Betriebstage pro Jahr“/365 d_{mth});

$Q_{h,b,nutz}$ 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);

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

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

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

Dabei ist

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

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

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

$Q_{c,b,mth}$ 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.

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

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;

$Q_{I,\text{sink}}$ 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).

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:

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

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

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

— Transmission zu angrenzenden unbeheizten Gebäudezonen oder Vorbauten

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

— Transmission zu angrenzenden beheizten oder gekühlten Gebäudezonen

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

— Transmission zum Erdreich

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

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):

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

Dabei ist

$H_{V,k}$ der Lüftungswärmetransferkoeffizient für Lüftung von außen, von einer anderen Gebäudezone oder durch eine Lüftungsanlage (siehe 6.3);

ϑ_i 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 ($t = 24 \text{ h}$).

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 mittleren 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.

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

— 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.

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

— Kälteeinträge durch mechanische Lüftungsanlagen

Kälteeinträge durch eine raumlufttechnische 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 temperaturgeregelte Anlagen und für Anlagen zur Wohnungslüftung in der Regel vorgegeben.

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

Für Gebäudezonen ohne maschinelle Lüftung gilt

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

— Lüftungswärmesenken durch Luftaustausch von/zu anderen Zonen

Bei hohem Luftwechsel zwischen verschiedenen Räumen oder Raumgruppen des Gebäudes sind diese grundsätzlich in einer Gebäudezone zusammenzufassen. 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.

$$Q_{V,z} = H_{V,z} (\vartheta_i - \vartheta_z) t \quad (\text{siehe Gleichung (97)})$$

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:

$$\dot{Q}_{I,sink} = \dot{Q}_{I,sink,c} + \dot{Q}_{I,sink,fac} + \dot{Q}_{I,sink,goods} \quad (15)$$

Dabei ist

$\dot{Q}_{I,sink,c}$	der Kälteeintrag durch Kühlsysteme nach 6.5.6 (durch Verteilungen und Luftkanäle mit Temperaturen unter der Innentemperatur);
$\dot{Q}_{I,sink,fac}$	der Kälteeintrag durch Geräte oder Maschinen nach 6.5.3;
$\dot{Q}_{I,sink,goods}$	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 $\dot{Q}_{I,sink,c}$ 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 $\dot{Q}_{S,op}$ erfolgt nach 6.4.2.

5.4 Wärmequellen

5.4.1 Allgemeines

Der Gesamtbetrag der Wärmequellen $\dot{Q}_{source}$ setzt sich aus Wärmeeinträgen durch solare Einstrahlung, aus Transmissionswärmeeinträgen, aus Lüftungswärmeeinträgen durch freie und durch maschinelle Lüftung und aus internen Wärmequellen in der Gebäudezone zusammen.

$$\dot{Q}_{source} = \dot{Q}_S + \dot{Q}_T + \dot{Q}_V + \dot{Q}_{I,source} \quad (16)$$

Dabei ist

$\dot{Q}_{source}$	die Summe der Wärmequellen in der Gebäudezone;
$\dot{Q}_S$	die Wärmequellen aufgrund solarer Einstrahlung nach 5.4.2;
$\dot{Q}_T$	die Transmissionswärmequellen nach 5.4.3;
$\dot{Q}_V$	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:

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

Dabei ist

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

$Q_{S,op}$ 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 der Verglasung;
- Sonnenschutzvorrichtungen;
- die Steuerung des Sonnenschutzes;
- die Verschattung durch andere Gebäude oder Gebäudeteile; sowie der Horizontüberhöhung.

Automatisch oder per 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 sind:

- $Q_{S,op}$ auf opake Bauteile ohne transparente Wärmedämmung sind nach Gleichung (110) zu berechnen;

- $Q_{S,op,TI}$ 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 die äußere Verglasung 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:

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

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 ($t = 24$ 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 der betrachteten Gebäudezone liegt:

- Transmission durch Außenbauteile

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

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

- Transmission von angrenzenden unbeheizten Gebäudezonen oder Vorbauten

$$Q_{T,u} = H_{T,u} (\vartheta_u - \vartheta_i) t \quad (\text{siehe Gleichung (47)})$$

— Transmission von angrenzenden beheizten oder gekühlten Gebäudezonen

$$Q_{T,z} = H_{T,z} (\vartheta_z - \vartheta_i) t \quad (\text{siehe Gleichung (51)})$$

— Transmission über das Erdreich

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

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 A). Grenzt die Gebäudezone an verschiedene Bereiche mit unterschiedlichen Temperaturniveaus, können insgesamt gleichzeitig Lüftungswärmesenken und Lüftungswärmequellen vorliegen.

Lüftungswärmequellen sind allgemein nach Gleichung (19) zu ermitteln.

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

Dabei ist

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

ϑ_i 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 $H_{V,k}$ 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).

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.

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

— Lüftungswärmequellen durch Fensterlüftung

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

$$Q_{V,\text{win}} = H_{V,\text{win}} (\vartheta_e - \vartheta_i) t \quad (\text{siehe Gleichung (65)})$$

— Wärmeeinträge durch mechanische Lüftungsanlagen

Wärmeeinträge durch eine raumluftechnische 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.

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

Für Räume ohne maschinelle Lüftung gilt Gleichung (14):

$$Q_{V,\text{mech}} = 0$$

— Lüftungswärmequellen durch Luftaustausch von/zu anderen Zonen

Bei hohem Luftwechsel zwischen verschiedenen Räumen oder Raumgruppen des Gebäudes sind diese grundsätzlich in einer Gebäudezone zusammenzufassen. 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.

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

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:

$$Q_{I,\text{source}} = Q_{I,\text{source,p}} + Q_{I,\text{source,L}} + Q_{I,\text{source,fac}} + Q_{I,\text{source,goods}} + Q_{I,\text{source,h}} \quad (20)$$

Dabei ist

$Q_{I,\text{source,p}}$	der Wärmeeintrag durch Personen nach 6.5.2;
$Q_{I,\text{source,L}}$	der Wärmeeintrag durch künstliche Beleuchtung nach 6.5.5;
$Q_{I,\text{source,fac}}$	der Wärmeeintrag durch Geräte und Maschinen nach 6.5.3;
$Q_{I,\text{source,goods}}$	der Wärmeeintrag durch in die Gebäudezone eingebrachte Güter mit Temperaturen über der Bilanz-Innentemperatur nach 6.5.4;

$Q_{I,source,h}$ 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 $Q_{I,source,h}$ zu null zu setzen.

Für Wohngebäude kann ein Gesamtwert für die internen Wärmequellen $Q_{I,source,p}$, $Q_{I,source,L}$, $Q_{I,source,fac}$ und $Q_{I,source,goods}$ veranschlagt werden (siehe DIN V 18599-10). Die Wärmeeinträge durch Verteilungen und Luftkanäle $Q_{I,source,h}$ 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 erneut und endgültig 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 Betriebstage und Nichtbetriebstage üblicherweise unterschiedliche Randbedingungen gelten, muss der Ausnutzungsgrad für jeden Fall entsprechend dem jeweiligen Wärmequellen-Wärmesenkenverhältnis getrennt bestimmt werden.

$$\gamma = \frac{Q_{source}}{Q_{sink}} \quad (21)$$

Als weiterer Parameter geht die Zeitkonstante τ der Gebäudezone (siehe 6.6.1) 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.

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

Dabei ist

C_{wirk} die wirksame Wärmespeicherfähigkeit nach 6.6.1;

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