

DIN SPEC 12831-1



ICS 91.140.10

Einsprüche bis 2019-01-21
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 12831 Beiblatt 1:2008-07,
DIN EN 12831 Beiblatt 1
Berichtigung 1:2010-11,
DIN EN 12831 Beiblatt 2:2012-05
und
DIN EN 12831 Beiblatt 3:2016-12

Verfahren zur Berechnung der Raumheizlast – Teil 1: Nationale Ergänzungen zur DIN EN 12831-1, mit CD-ROM

Method for calculation of the room heat load –
Part 1: National addition to DIN EN 12831-1, with CD-ROM

Méthode de calcul de la charge thermique du local –
Partie 1: Supplément national à DIN EN 12831-1, avec CD-ROM

Dieser Entwurf mit Erscheinungsdatum 2018-09-21 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Spezifikation von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an nhrs@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Heiz- und Raumluftechnik sowie deren Sicherheit (NHRs), 10772 Berlin, Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin.

Die Empfänger dieses Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Zur Erstellung einer DIN SPEC können verschiedene Verfahrensweisen herangezogen werden:
Das vorliegende Dokument wurde nach den Verfahrensregeln einer Vornorm erstellt.

Gesamtumfang 157 Seiten

DIN-Normenausschuss Heiz- und Raumluftechnik sowie deren Sicherheit (NHRs)

Inhalt

	Seite
Vorwort	5
Einleitung	6
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	9
3 Begriffe	9
4 Eingangsgrößen und Vorgaben für das ausführliche Verfahren (<i>Standardverfahren</i> , DIN EN 12831-1, Abschnitt 6)	11
4.1 Berücksichtigung von Wärmebrücken	11
4.2 Korrektur von Wärmedurchgangskoeffizienten zur Berücksichtigung von Bauteileigenschaften und meteorologischen Gegebenheiten	13
4.3 Wärmeverluste an das Erdreich	13
4.3.1 Allgemeines	13
4.3.2 Vereinfachte Bestimmung äquivalenter Wärmedurchgangskoeffizienten von Bauteilen gegen Erdreich	14
4.4 Wärmeverluste an unbeheizte Bereiche oder benachbarte Nutzungseinheiten	16
4.4.1 Allgemeines	16
4.4.2 Pauschale Temperaturanpassung bei Wärmeverlust durch unbeheizte Bereiche	17
4.4.3 Innentemperatur benachbarter Nutzungseinheiten	19
4.5 Einfluss des Wärmeübergabesystems in hohen Räumen	22
4.6 Eingangsgrößen zur Bestimmung der Zeitkonstante τ	23
4.6.1 Allgemeines	23
4.6.2 Spezifische Wärmespeicherkapazität c_{eff}	23
4.6.3 Transmissionswärmetransferkoeffizient $H_{T,12}$	25
4.6.4 Lüftungswärmetransferkoeffizient $H_{V,12}$	25
4.7 Anwendung des vereinfachten Lüftungs-Berechnungsmodells	26
4.8 Spezifische Eigenschaften von Luft	27
4.9 Volumenstromverhältnis zwischen Raum i und Zone z	27
4.10 Luftdichtheit	27
4.10.1 Standardwerte	27
4.10.2 Kleine Öffnungen	27
4.10.3 Hüllfläche	28
4.10.4 Unterschiedliche Luftdichtheitskennwerte für verschiedene Gebäudeabschnitte	29
4.11 Mindestluftwechsel	29
4.12 Volumenstromfaktor $f_{qV,z}$	29
4.13 Auslegungswerte von Außenluftdurchlässen (ALD)	30
4.14 Druckexponent von Leckagen	32
4.15 Anpassungsfaktor: Zonenorientierung	32
4.16 Anpassungsfaktor: Anzahl der Fassaden	32
4.17 Luftvolumenstrom durch große Öffnungen	32
4.17.1 Allgemeines	32
4.17.2 Schätzung des Außenluftvolumenstroms durch große Öffnungen	33
4.18 Überströmung aus Nachbarräumen	41
4.19 Unterteilung der Gesamtlüftungswärmeverluste nach DIN EN 12831-1:2017-09, Gleichung (15), Gleichung (16) und Gleichung (17)	41
4.20 Vorgehen Bei Luftverbund zwischen Nutzungseinheiten	43

4.21	Zusätzliche Aufheizleistung bei unterbrochen beheizten Räumen Φ_{hu}	43
4.21.1	Allgemeines	43
4.21.2	Schätzung der zusätzlichen Aufheizleistung eines Raumes bei unterbrochenem Heizbetrieb	44
4.22	Wärmegewinne Φ_{gain}	47
5	Eingangsgrößen und Vorgaben für die vereinfachten Verfahren (DIN EN 12831-1, Abschnitt 7 und Abschnitt 8)	47
5.1	Gebäude- und Bauteilmaße	47
5.1.1	Allgemeines	47
5.1.2	Verhältnis zwischen Außen- und Innenflächen $f_{int-ext}$ (Nr. 7 DIN EN 12831-1)	47
5.1.3	Bauteilflächen rechteckiger Bauteile	47
5.1.4	Bauteilflächenermittlung über die Raumfläche (Nr. 7 DIN EN 12831-1)	49
5.1.5	Vereinfachte Datenaufnahme der Bauteilflächen (DIN EN 12831-1:2017-09, Abschnitt 8)	50
5.1.6	Nettoluftvolumen (DIN EN 12831-1:2017, Abschnitt 8)	51
5.2	Mittlerer Wärmedurchgangskoeffizient (DIN EN 12831-1:2017, Abschnitt 8)	51
5.3	Wärmebrücken (DIN EN 12831-1:2017-09, Abschnitt 7 und Abschnitt 8)	52
5.4	Temperaturanpassungsfaktor f_x (DIN EN 12831-1:2017-09, Abschnitt 7 und Abschnitt 8)	52
5.5	Luftwechsel (DIN EN 12831-1:2017-09, Abschnitt 7 und Abschnitt 8)	52
6	Eingangsgrößen und Vorgaben für das Standardverfahren und die vereinfachten Verfahren	53
6.1	Gebäude- und Bauteilmaße	53
6.2	Genauigkeit von Eingabegrößen, Berechnung und Ergebnissen	53
6.3	Klimatische Daten	54
6.3.1	Temperaturen	54
6.3.2	Einfluss von Höhenunterschieden	55
6.3.3	Einfluss der Zeitkonstante des Gebäudes	56
6.4	Auslegungssinnentemperatur	56
6.5	Vereinfachte Ermittlung von U -Werten	59
6.5.1	Allgemeines	59
6.5.2	Beurteilung anhand des Baujahres	59
6.5.3	Verringerung des U -Wertes durch nachträglich aufgebrachte Wärmedämmung	60
6.5.4	Ermittlung auf Basis von Temperaturmessungen	60
6.5.5	Grafische Ermittlung auf Basis der zugrundeliegenden Berechnungsverfahren	61
6.6	Heizflächen in innenliegenden Räumen	65
7	Schätzung der Heizlast aus Wärmemengenmessungen oder Verbrauchsdaten (DIN EN 12831-1:2017-09, Abschnitt 8)	66
7.1	Allgemeines	66
7.2	Bestimmung des Wärmeverlustkoeffizienten aus Einzelwerten der Erzeugerleistung und der Außentemperatur	66
7.2.1	Überblick, Berechnungsablauf	66
7.2.2	Überschlag der Heizlast mit Wärmeverlustkoeffizient	67
7.2.3	Ermittlung des Wärmeverlustkoeffizienten aus Einzelwerten der Erzeugerleistung	67
7.3	Umrechnung der Jahresenergiemenge auf Basis von Vollbenutzungsstunden	68
7.3.1	Überblick, Ablauf	68
7.3.2	Überschlag der Heizlast nach Vollbenutzungsstunden	69
7.4	Umrechnung und Bereinigung von Messwerten (7.2, 7.3)	70
7.5	Schätzung des Energieaufwands für Trinkwassererwärmung (7.3)	71
Anhang A (informativ)	Formblätter	73
A.1	Formblätter zur Datenerfassung und Ergebnisdarstellung	73
A.1.1	Allgemeines	73
A.1.2	Tabellarische Erläuterungen zu den Berechnungs-/Ergebnisformblättern	75
A.1.3	Berechnungs-/Ergebnisformblätter	93

A.2	Nomogramme zur grafischen Ermittlung von <i>U</i> -Werten	103
A.2.1	Opake Bauteile.....	103
A.2.2	Fenster	106
Anhang B (informativ) Berechnungsbeispiele		109
B.1	Vorbemerkung zu den Beispielberechnungen	109
B.2	Gebäude.....	109
B.2.1	Allgemeines	109
B.2.2	Ansichten und Grundrisse des Gebäudes	110
B.2.3	Lüftung.....	113
B.2.4	Baulicher Wärmeschutz.....	113
B.3	Zusammenstellung der allgemein benötigten Daten	113
B.3.1	Allgemeines	113
B.3.2	Vereinbarungen (Formblatt V).....	113
B.3.3	Vorgabewerte Nutzungseinheiten (Formblatt N1, Bild A.4).....	117
B.3.4	Zonendaten (Formblatt Z1, Bild A.5).....	118
B.3.5	Berechnung der Raumheizlast (Formblatt R) – beispielhaft für Raum 3 (Wohnen)	120
B.4	Beispiele Heizlastberechnung	127
B.4.1	Allgemeines	127
B.4.2	Beispiel 1: keine Lüftungsanlage (nur Infiltration/Mindestluftwechsel)	128
B.4.3	Beispiel 2: Zu- und Abluft und Wärmerückgewinnung	142
Literaturhinweise.....		157

Vorwort

Eine DIN SPEC nach dem Vornorm-Verfahren ist das Ergebnis einer Normungsarbeit, das wegen bestimmter Vorbehalte zum Inhalt oder wegen des gegenüber einer Norm abweichenden Aufstellungsverfahrens von DIN noch nicht als Norm herausgegeben wird.

Dieses Dokument wurde im Arbeitsausschuss NA 041-05-01 AA „Auslegung und energetische Bewertung von Heizungsanlagen und wassergeführten Kühlanlagen sowie Warmwasseranlagen in Gebäuden (SpA CEN/TC 228, SpA ISO/TC 205)“ des DIN-Normenausschusses Heiz- und Raumlufttechnik sowie deren Sicherheit (NHRS) erarbeitet.

Es ersetzt

- DIN EN 12831 Beiblatt 1:2008-07, *Heizsysteme in Gebäuden — Verfahren zur Berechnung der Norm-Heizlast — Nationaler Anhang NA*
- DIN EN 12831 Beiblatt 2:2012-05, *Heizungsanlagen in Gebäuden — Verfahren zur Berechnung der Norm-Heizlast — Beiblatt 2: Vereinfachtes Verfahren zur Ermittlung der Gebäude-Heizlast und der Wärmeerzeugerleistung*
- DIN EN 12831 Beiblatt 3:2016-12, *Heizungsanlagen in Gebäuden — Verfahren zur Berechnung der Norm-Heizlast — Beiblatt 3: Vereinfachtes Verfahren zur Ermittlung der Raum-Heizlast*

sofern sie nicht bereits Bestandteil von DIN EN 12831-1:2017-09 sind.

Dieses Dokument wurde auf Basis der Neufassung zur DIN EN 12831-1:2017-09 erarbeitet.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 12831 Beiblatt 1:2008-07, DIN EN 12831 Beiblatt 2:2012-05 und DIN EN 12831 Beiblatt 3:2016-12 und DIN EN 12831-1 Beiblatt 1 Berichtigung 1:2010-11 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) die Inhalte der Beiblätter wurden in dieses Dokument überführt;
- b) die Heizlastberechnungen in dem Dokument wurden auf die Inhalte der DIN EN 12831-1:2017-09 angepasst;
- c) die für die Heizlastberechnung zu verwendenden Klimadaten wurden aktualisiert.

Einleitung

Als Heizlast eines Raumes wird die Wärmeleistung bezeichnet, die dem Raum zugeführt werden muss, damit im Inneren des Raums eine definierte Innentemperatur aufrechterhalten werden kann, während außen eine definierte Außentemperatur herrscht. Die Art und Weise, wie die erforderliche Wärmeleistung dem Raum zugeführt wird, ist innerhalb des übergeordneten Berechnungsverfahrens in EN 12831-1:2017 grundsätzlich offengehalten. In bestimmten Fällen kann die notwendige Wärmeleistung jedoch von der Art der Wärmeübergabe beeinflusst sein (Wärmeübergabe in hohen Räumen bzw. Hallen).

Für die Berechnung wird ein stationärer Zustand unterstellt — alle Berechnungsgrößen seien zeitlich konstant.

Die Heizlast ist u. a. die Ausgangsgröße für:

- die Auslegung von Wärmeübergabesystemen, wie Heizkörpern und Fußbodenheizungen, und Wärmeerzeugern;
- die Bestimmung von Verlustgrößen im Rahmen der Berechnung des Energiebedarfs.

Die Heizlast eines Raumes setzt sich aus der Transmissionsheizlast (Wärmestrom durch Wärmedurchgang über Umschließungsflächen) und der Lüftungsheizlast (Wärmestrom für die Aufheizung eindringender Außenluft) zusammen. Bei Ermittlung der Auslegungsheizlast kann zusätzlich ein Leistungszuschlag für rascheres Aufheizen nach Temperaturabsenkungen berücksichtigt werden.

1 Anwendungsbereich

Die grundsätzliche Berechnung der Heizlast eines Raumes, einer Nutzungs- bzw. Gebäudeeinheit/Nutzungseinheit (z. B. Wohnung) sowie eines Gebäudes ist in DIN EN 12831-1:2017-09 beschrieben. Das vorliegende Dokument stellt eine nationale Ergänzung zu dieser Norm dar und trifft Regelungen zur ihrer Anwendung — i. d. R. durch Definition von Eingangsgrößen bzw. Festlegung von Berechnungsparametern — in Übereinstimmung mit EN 12831-1:2017, Anhang A. Die hydraulische und regelungstechnische Auslegung anlagentechnischer Komponenten sind nicht Gegenstand der DIN EN 12831-1:2017-09 und des vorliegenden Dokuments.

Die Heizlastberechnung nach DIN EN 12831-1:2017-09, Abschnitt 6 (ausführliches Standardverfahren) stellt ein anerkanntes und hinreichend genaues Verfahren zur Bestimmung der Raum- und Gebäudeheizlast dar. Diese Berechnungen dienen als Grundlage der Auslegung von Heizungsanlagen. Dieses Verfahren kann immer angewendet werden, setzt aber eine detaillierte Kenntnis der geometrischen und wärmetechnischen Parameter voraus.

Bei anlagentechnischen Änderungen, der energetischen oder leistungsmäßigen Bewertung im Gebäudebestand oder stark vereinfachten Betrachtungen kann mit einer solch detaillierten Berechnung unverhältnismäßig hoher Aufwand einhergehen, insbesondere, wenn die notwendigen Eingangsgrößen nicht oder nicht in der notwendigen Qualität vorliegen. Je nach Situation und Datenlage, können andere Methoden zur Ermittlung der Raum- oder Gebäudeheizlast verwendet werden (siehe Tabelle 1). Entsprechende vereinfachte Verfahren werden in DIN EN 12831-1:2017-09, Abschnitt 7 (Raumheizlast) und Abschnitt 8 (Gebäudeheizlast) beschrieben. Sie beruhen auf Vereinfachungen des ausführlichen Verfahrens zur Berechnung der Heizlast (DIN EN 12831-1:2017-09, Abschnitt 6). Die vereinfachten Verfahren sollten nur dann angewendet werden, wenn die folgenden Umstände zutreffen:

- die Betrachtung beschränkt sich auf Bestandsgebäude bzw. Räume in Bestandsgebäuden;
- es liegen keine detaillierten Bauteildaten und Flächenangaben vor;
- es werden ausschließlich Räume in Wohngebäuden oder wohnähnlich genutzten Gebäuden betrachtet.

Die Ergebnisse der vereinfachten Berechnungen können beispielsweise als Grundlage für den Austausch von Wärmeerzeugern, den Austausch von Heizflächen oder einen hydraulischen Abgleich verwendet werden.

Das vorliegende Dokument regelt die Anwendung sowohl des ausführlichen Verfahrens nach DIN EN 12831-1:2017-09, Abschnitt 6 als auch der vereinfachten Verfahren nach DIN EN 12831-1:2017-09, Abschnitt 7 bzw. Abschnitt 8. Darüber hinaus wird in Abschnitt 7 dieses Dokumentes ein weiteres Verfahren zur überschlägigen Ermittlung der Gebäudeheizlast aus Wärmemengen- oder Verbrauchsmessungen beschrieben.

Tabelle 1 — Methoden der Heizlastberechnung nach Anwendungsfall

	1	2	3	4	5
	typische Anwendung	Verfahren, Definitionen, Standardwerte		Beschränkungen	Vereinfachungen
		DIN EN 12831-1	DIN SPEC 12831-1		
1	Anlagendimensionierung — im Neubau, und — bei umfangreichen Modernisierungen sowie allgemeine Betrachtungen zu Wärmeverlusten/Heizlast	Standardverfahren nach DIN EN 12831-1, Abschnitt 6 zur Berechnung der Heizlast von Räumen, Gebäudeeinheiten/Nutzungseinheiten und Gebäuden	Abschnitt 4 und Abschnitt 6	—	— ^b
2	Einzelmaßnahmen in einzelnen beheizten Räumen des Gebäudebestands, wie — Austausch des Wärmeabgabesystems (z. B. Heizkörper), — hydraulischer Ausgleich, — bei schlechter Datenbasis oder überschlägiger Betrachtung ^a	Vereinfachtes Verfahren nach DIN EN 12831-1:2017-09, Abschnitt 7 zur Berechnung der Heizlast eines beheizten Raums (Einzelräume)	Abschnitt 5 und Abschnitt 6	nur anwendbar für Wohngebäude oder Gebäude mit vergleichbarer Nutzung im Gebäudebestand und ohne maschinelle Lüftung	— Vereinfachte Ermittlung geometrischer Kenngrößen (u. a. pauschale Umrechnung zwischen Innen-/Außenmaßen) — Schätzung von <i>U</i> -Werten, u. a. grafische Ermittlung aus Nomogrammen, Tabellenwerte typischer Bauteile nach Baujahr
3	Maßnahmen an der Wärmeerzeugung im Bestand, z. B. Austausch des Wärmeerzeugers, bei schlechter Datenbasis oder überschlägiger Betrachtung ^a	Vereinfachtes Verfahren nach DIN EN 12831-1:2017-09, Abschnitt 8 zur Berechnung der Heizlast des Gebäudes (Hüllflächenverfahren)	Abschnitt 5 und Abschnitt 6	nur anwendbar für Wohngebäude oder Gebäude mit vergleichbarer Nutzung im Gebäudebestand	— vereinfachte Berechnung von Lüftungswärmeverlusten
4		—	Verbrauchsverfahren nach Abschnitt 7 zur Schätzung der Heizlast aus Wärmemengen oder Verbrauchsdaten	repräsentative Wärmemengen oder Verbrauchsdaten notwendig, z. B. laufende Wärmemengen- oder Verbrauchsmessungen oder Jahresbrennstoffmenge (aus Abrechnung o. ä.)	Schätzung der Heizlast auf Basis einer Energiebilanz — ohne Kenntnis wesentlicher Gebäudeparameter
^a Die vereinfachten Verfahren (DIN EN 12831-1, Abschnitt 7 und Abschnitt 8) sind nicht dafür geeignet, das Standardverfahren (DIN EN 12831-1, Abschnitt 6) in Fällen umfangreicher Maßnahmen an Wärmeerzeugung und -übergabe zu ersetzen. ^b Die Ansätze zur vereinfachten Ermittlung von <i>U</i> -Werten können ebenfalls im ausführlichen (Standard-)Verfahren angewendet werden.					

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. 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 18599-2:2016-10, *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*

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 4108-4:2017-03, *Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden — Teil 4: Wärme- und feuchte-schutztechnische Bemessungswerte*

E DIN 4108 Beiblatt 2:2017-11, *Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden — Wärmebrücken — Planungs- und Ausführungsbeispiele*

DIN EN 13829, *Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden — Bestimmung der Luftdurchlässigkeit von Gebäuden — Differenzdruckverfahren*

DIN EN 12831-1:2017-09, *Energetische Bewertung von Gebäuden — Verfahren zur Berechnung der Norm-Heizlast — Teil 1: Raumheizlast, Modul M3-3, Deutsche Fassung EN 12831-1:2017*

DIN EN ISO 6946:2008-04, *Bauteile — Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient — Berechnungsverfahren (ISO 6946:2007); Deutsche Fassung EN ISO 6946:2007*

DIN EN ISO 10077-1:2010-05, *Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen und Abschlüssen — Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten — Teil 1: Allgemeines (ISO 10077-1:2006 + Cor. 1:2009); Deutsche Fassung EN ISO 10077-1:2006 + AC:2009*

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 13790:2008-09, *Energieeffizienz von Gebäuden — Berechnung des Energiebedarfs für Heizung und Kühlung (ISO 13790:2008); Deutsche Fassung EN ISO 13790:2008*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1

Auslegungswerte

Größen, die tatsächlich zur Auslegung/Dimensionierung herangezogen werden

Anmerkung 1 zum Begriff: Sie können u. U. von Standardwerten der Norm abweichen — z. B.:

- Auslegungsinnentemperatur:
Wert der Innentemperatur, welcher für die Berechnung der Heizlast verwendet wird.
Hierbei kann es sich um einen Standardwert nach Tabelle 32 oder beispielsweise auch um einen individuell vereinbarten Wert handeln.¹⁾
- Auslegungsheizlast (Normheizlast):
Heizlast unter Auslegungsbedingungen, welche üblicherweise zur Anlagendimensionierung herangezogen wird.
Die Auslegungsheizlast eines einzelnen Raums kann auf Basis individuell vereinbarter Randbedingungen berechnet sein und einen Leistungszuschlag enthalten, beispielsweise für rascheres Aufheizen (4.21). Die Auslegungsheizlast eines Gebäudes bzw. einer Gebäudeeinheit aus mehreren Räumen ist hingegen immer unter Standardbedingungen und ohne Zuschläge zu berechnen, sofern keine diesbezüglich explizit abweichenden Vereinbarungen getroffen wurden. Im Rahmen des vorliegenden Dokumentes wird der Begriff *Normheizlast* in seiner Definition gemäß DIN EN 12831-1:2017-09 verwendet und synonym zu *Auslegungsheizlast* verstanden.

3.2

Fassade

alle Außenbauteile eines Gebäudes (i. d. R. Außenwände und Dächer) derselben Ausrichtung, welche den betrachteten Raum oder Bereich gegen Außenluft trennen

BEISPIEL Alle nördlichen Außenwände.

Anmerkung 1 zum Begriff: DIN EN 12831-1:2017-09 definiert Fassaden als vertikale Außenwände — im Rahmen der nationalen Anwendung des Verfahrens i. V. m. vorliegendem Dokument sind jedoch alle Außenbauteile gegen Außenluft einzubeziehen, sofern nicht innerhalb dieses Dokumentes kontextgebunden anders festgelegt.

Anmerkung 2 zum Begriff: Im Rahmen der Anwendung dieses Dokumentes zusammen mit der übergeordneten Norm sind Außenbauteile gegen Außenluft zu einer Fassade zusammenzufassen, solange sie in ihrer Orientierung um weniger als 45° voneinander abweichen. Dies gilt auch für Bauteile ohne unmittelbare Verbindung zueinander. Sollten Außenbauteile über größere Winkelbereiche ($\gg 90^\circ$) mit sehr kleinen Winkeln ($< 45^\circ$) untereinander angeordnet sein (Extremfall: Wände auf runder oder quasirunder Grundfläche), sind die Flächenbereiche zweckmäßig zu Fassaden zu gruppieren

3.3

Nutzungseinheit

Gebäudeeinheit

Gesamtheit aller Räume eines Gebäudes, deren Wärmezufuhr durch einen einzigen Nutzer gesteuert werden kann

BEISPIEL Wohnungen, Büro- oder Geschäftseinheiten.

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Begriffe *Nutzungseinheit* und *Gebäudeeinheit* werden im Rahmen der DIN EN 12831-1:2017-09 i. V. m. vorliegendem Dokument synonym verwendet. Mit Blick auf die Definition des Begriffs anhand des *Nutzers* wird in vorliegendem Dokument dem Begriff *Nutzungseinheit* der Vorzug gegeben.

1) Als Besonderheit ist hier zu berücksichtigen, dass bei gleichzeitiger Vereinbarung einer gegenüber den Standardwerten erhöhten Innentemperatur [z. B. nach 6.4 Fall b) oder nach Fall c)] und eines Aufheizzuschlags (4.21) nur derjenige der beiden Einflüsse berücksichtigt wird, der zu einem höheren Leistungszuschlag auf die Standardheizlast führt (siehe 4.21 und 6.4). In den meisten Fällen dürfte der Aufheizzuschlag höher ausfallen als der mögliche Leistungszuschlag durch Erhöhung der Innentemperatur gegenüber dem Standardwert.

3.4

Standardwerte

Werte von Eingangsgrößen bzw. Größen, die auf Basis dieser Standardwerte ermittelt wurden

BEISPIELE

— **Standardinnentemperatur:**

Standardwert der Auslegungsinnentemperatur nach Tabelle 32.

— **Standardheizlast:**

Summe aus Lüftungs- und Transmissionswärmeverlusten auf Basis von Standardwerten, ohne Leistungszuschläge.

3.5

Zone

Lüftungszone

planungsgemäß im Luftverbund stehende Räume eines Gebäudes

Anmerkung 1 zum Begriff: In Energiebedarfsberechnung nach DIN V 18599 ist der Begriff *Zone* anders belegt.

Anmerkung 2 zum Begriff: In der Regel ist davon auszugehen, dass Lüftungszonen sich innerhalb einer Nutzungseinheit befinden und eine Zone höchstens das Maß einer Nutzungseinheit annehmen kann, da zwischen unterschiedlichen Nutzungseinheiten üblicherweise kein planungsgemäßer Luftverbund besteht — in vielen Fällen entspricht eine Nutzungseinheit dann einer Zone. Es gibt hiervon abweichende Szenarien, in denen mehrerer Nutzungseinheiten im Luftverbund stehen und somit selbst Bestandteil einer Lüftungszone sind — beispielsweise Kaufhäuser mit nach innen offenen Ladengeschäften verschiedener Nutzer. Nach DIN EN 12831-1:2017-09 i. V. m. mit vorliegendem Dokument sind grundsätzlich beide Anordnungen rechnerisch abbildbar. Jedoch wird überwiegend vom Standardfall „Lüftungszone ≤ Nutzungseinheit“ ausgegangen - dieser findet sich auch in den Formblättern zur systematischen Erfassung und Darstellung von Eingangsgrößen und Berechnungsergebnissen (A.1) wieder.

4 Eingangsgrößen und Vorgaben für das ausführliche Verfahren (Standardverfahren, DIN EN 12831-1, Abschnitt 6)

4.1 Berücksichtigung von Wärmebrücken

Für Bauteile der thermischen Hülle (Außenwände, Dächer usw.) ist die Wirkung von Wärmebrücken durch einen Zuschlag auf den konstruktiven Wärmedurchgangskoeffizienten zu erfassen, sofern der konstruktive Wärmedurchgangskoeffizient nicht bereits sämtliche Wärmebrücken — innerhalb des Bauteils sowie durch Montage und Anschluss an andere Bauteile — berücksichtigt. Dieser Wärmebrückenzuschlag ist entweder als Pauschalwert nach Tabelle 2 (Zeile A bis Zeile D) festzulegen oder nach einem anerkannten Verfahren individuell zu ermitteln. Innerhalb einer Heizlastberechnung dürfen Wärmebrücken unterschiedlicher Bauteile auf unterschiedliche Art berücksichtigt werden.

Tabelle 2 — Wärmebrückenzuschläge

Kurzbezeichnung/ Fall	Auswahlkriterien		Wärmebrücken- zuschlag
			ΔU_{TB}
			[W/(m ² · K)]
A	Einhaltung der Planungsdetails nach E DIN 4108 Beiblatt 2:2017-11 oder gleichwertige Ausführung ^a	Kategorie A	0,05
B		Kategorie B	0,03
C	Gebäude mit vorwiegend innenliegender Wärme- dämmung, welche von Massivbauteilen (z. B. Stahl- betondecke) durchstoßen wird		0,15
D	Alle anderen Fälle		0,10
E	— Individuelle Ermittlung nach anerkannten Verfahren —		
^a Gleichwertigkeit ist nach E DIN 4108 Beiblatt 2:2017-11, 4.3 <i>Gleichwertigkeitsnachweis</i> nachzuweisen.			

Bei der individuellen Ermittlung von Wärmebrückenzuschlägen für ein Bauteil sind alle geometrischen, stofflichen/materialbedingten und konstruktiven Wärmebrücken dieses Bauteils zu berücksichtigen — sowohl innerhalb des Bauteils als auch durch Montage sowie Anschluss an andere Bauteile. Nicht signifikante Anschlussdetails dürfen in Übereinstimmung mit E DIN 4108 Beiblatt 2:2017-11, 4.2 vernachlässigt werden. Die Ermittlung des Wärmebrückenzuschlags ist nachvollziehbar zu dokumentieren.

Die in der Heizlastberechnung verwendeten Wärmebrückenzuschläge aller Bauteile bzw. Bauteil-Teilflächen k sind im Berechnungsformblatt R (Bauteilliste zur Berechnung der Transmissionswärmeverluste) als flächenspezifische Wärmedurchgangskoeffizienten $\Delta U_{TB,k}$ unter Bezug auf die Bauteilfläche A_k , für die sie gelten, anzugeben. Wärmedurchgangskoeffizienten linien- und/oder punktförmiger Wärmebrücken sind nach Gleichung (1)²⁾ in flächenbezogene Werte umzurechnen.

Umrechnung linien- und punktförmiger Wärmebrücken

$$\Delta U_{TB,k} = \frac{\sum_l \langle \psi_l \cdot l_l \rangle + \sum_m \langle \chi_m \rangle}{A_k} \quad (1)$$

Dabei ist

$\Delta U_{TB,k}$ der auf die Bauteilfläche A_k des Bauteils k bezogene Wärmedurchgangskoeffizient aller in k enthaltenen und durch den Anschluss von k an andere Bauteile verursachten Wärmebrücken (Wärmebrückenzuschlag), in W/m^2K ;

ψ_l der längenbezogene Wärmedurchgangskoeffizient der linienförmigen Wärmebrücke l , in W/mK ;

l_l die Länge der linienförmigen Wärmebrücke l , in m ;

χ_m der Wärmedurchgangskoeffizient der punktförmigen Wärmebrücke m , in W/K ;

A_k Fläche des Bauteils k , in m^2 .

Wärmebrückenzuschläge sind für folgende Bauteile zu berücksichtigen:

— **Bauteile gegen Außenluft nach 6.3.2.2 i. V. m. DIN EN 12831-1:2017-09, 6.3.2.5**

Der Wärmebrückenzuschlag wird in DIN EN 12831-1:2017-09, Gleichung (6) berücksichtigt.

— **erdreichberührende Bauteile nach 6.3.2.4 i. V. m. DIN EN 12831-1:2017-09, 6.3.2.5**

Der Wärmebrückenzuschlag wird in der Berechnung des äquivalenten Wärmedurchgangskoeffizienten nach 4.3 berücksichtigt.

2) Dieser Ansatz entspricht in seiner Wirkung weitgehend der in DIN EN 12831-1:2017-09, Anhang C vorgeschlagenen Vorgehensweise. Abweichend vom informativen Anhang C wird im vorliegenden Ansatz der Temperaturkorrekturfaktor $f_{i,\dots}$ nicht für jede einzelne Wärmebrücke bestimmt, sondern nur für das gesamte Bauteil k (siehe Berechnung des Transmissionswärmeverlustkoeffizienten $H_{T,\dots}$ nach DIN EN 12831-1:2017-09, 6.3.2.2 bis 6.3.2.4). In hohen Räumen (Hallen) ist der Temperaturanpassungsfaktor f höhenabhängig. Mit der hier gemachten Vereinfachung werden — bei der Betrachtung hoher Räume (Hallen) — eventuelle Unterschiede zwischen der mittleren Höhe eines Bauteils und den mittleren Höhen der Wärmebrücken dieses Bauteils vernachlässigt.

— **Bauteile gegen unbeheizte Räume nach Tabelle 5**

Für Bauteile gegen unbeheizte Räume, welche in Tabelle 5 aufgeführt werden, ist DIN EN 12831-1:2017-09, Gleichung (7) um den Wärmebrückenzuschlag ΔU_{TB} zu erweitern:

Wärmeübertragungskoeffizient an unbeheizten Raum

$$H_{T,iae} = \sum_k \langle A_k \cdot (U_k + \Delta U_{TB,k}) \cdot f_{ia,k} \rangle \quad (2)$$

Dabei ist

$H_{T,iae}$ der Wärmeübertragungskoeffizient des beheizten Raumes i nach außen (e) durch einen angrenzenden unbeheizten Raum nach Tabelle 5, in W/K;

A_k die Fläche des Bauteils k , in m^2 ;

U_k der Wärmedurchgangskoeffizient des Bauteils k , in $W/(m^2 K)$;

$\Delta U_{TB,k}$ der Wärmebrückenzuschlag, in $W/(m^2 K)$;

$f_{ia,k}$ der Temperaturanpassungsfaktor nach DIN EN 12831-1, 6.3.2.5.

Hierbei ist unerheblich, ob bei der rechnerischen Abbildung dieser Räume Werte des Temperaturanpassungsterms f_1 nach Tabelle 5 angewendet werden.

Für alle anderen Bauteile dürfen Wärmebrückenzuschläge vernachlässigt werden.

4.2 Korrektur von Wärmedurchgangskoeffizienten zur Berücksichtigung von Bauteileigenschaften und meteorologischen Gegebenheiten

Die Berechnung von Transmissionswärmeverlusten innerhalb DIN EN 12831-1 stützt sich auf konstruktive Wärmedurchgangskoeffizienten nach

— DIN EN ISO 6946:2008-04 für opake Wand-, Decken- und Dachaufbauten, sowie

— DIN EN ISO 10077-1:2010-05 und DIN 4108-4:2017-03 für Türen und Fenster.

Wärmedurchgangskoeffizienten für erdreichberührende Bauteile sind ebenfalls als konstruktive Bauteil- U -Werte nach DIN EN ISO 6946 ohne Berücksichtigung angrenzender Sand-/Kies-/Erdschichten zu ermitteln. Der Korrekturfaktor zur Berücksichtigung von Bauteileigenschaften und meteorologischen Gegebenheiten, welche nicht schon bei der Berechnung der jeweiligen Bauteil- U -Werte berücksichtigt sind, ist auf $f_{U,k} = 1$ zu setzen.

4.3 Wärmeverluste an das Erdreich

4.3.1 Allgemeines

Der Korrekturfaktor zur Berücksichtigung der jährlichen Schwankung der Außentemperatur beträgt $f_{\theta_{ann}} = 1,45$. Der Korrekturfaktor zur Berücksichtigung des Grundwassereinflusses beträgt $f_{GW} = 1,15$ sofern der Abstand zwischen Bodenplatte und Grundwasserspiegel ≤ 1 m ist; andernfalls ist $f_{GW} = 1,00$.

Die zur Berechnung von Wärmeverlusten an das Erdreich maßgeblichen äquivalenten U -Werte sind entweder

- detailliert nach DIN EN ISO 13370:2008-04, oder
- vereinfacht nach folgendem Verfahren (abgeleitet aus DIN EN ISO 13370)

zu ermitteln.

4.3.2 Vereinfachte Bestimmung äquivalenter Wärmedurchgangskoeffizienten von Bauteilen gegen Erdreich

Der äquivalente Wärmedurchgangskoeffizient von Bauteilen gegen Erdreich kann nach folgendem vereinfachten Ansatz ermittelt werden, welcher aus dem Verfahren nach DIN EN ISO 13370 durch Beschränkung von Berechnungsparametern abgeleitet wurde. Der vereinfachte Ansatz liefert verhältnismäßig genaue und tendenziell konservative Ergebnisse unter folgenden typischen Randbedingungen:

- konstruktiver Wärmedurchgangskoeffizient der Bodenplatte: $U_{\text{fl}} \leq 4 \text{ W/m}^2\text{K}$;
- konstruktiver Wärmedurchgangskoeffizient der erdreichberührenden Wände: $U_{\text{bw}} \leq 3 \text{ W/m}^2\text{K}$;
- Dicke der vertikalen Außenwände: $w \approx 0,4 \text{ m}$;
- Wärmeleitfähigkeit des Erdreichs: $\lambda \approx 2 \text{ W/mK}$;
- charakteristisches Bodenplattenmaß: $2 \text{ m} \leq B' \leq 50 \text{ m}$;
- Tiefe der Bodenplatte unter Erdreichoberkante: $0 \text{ m} \leq z \leq 5 \text{ m}$.

Äquivalenter U -Wert:

$$U_{\text{equiv},k} = \frac{a}{b + (c_1 + B')^{n_1} + (c_2 + z)^{n_2} + (c_3 + U_k + \Delta U_{\text{TB}})^{n_3}} + d \quad (3)$$

Dabei ist

- $U_{\text{equiv},k}$ der äquivalente U -Wert des erdreichberührenden Bauteils k , in $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$;
- a, b, c, d, n die Parameter zur Berechnung des äquivalenten U -Werts $U_{\text{equiv},k}$ nach Tabelle 3;
- B' das charakteristische Bodenplattenmaß: nach Gleichung (4), in m;
- z der Abstand zwischen Oberseite Bodenplatte und Erdreichoberfläche gemäß Bild 1; es gilt $z \geq 0$ — auch bei Bodenplatten gegen Erdreich, deren Oberkante über Oberkante Erdreich liegt, ist mit $z = 0$ zu rechnen, in m.
- U_k der konstruktive Wärmedurchgangskoeffizient des erdreichberührenden Bauteils k , in $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
- ΔU_{TB} der pauschale Wärmebrückenzuschlag nach 4.1, in $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

Tabelle 3 — Parameter zur Berechnung von $U_{\text{equiv,k}}$

	a	b	c_1	c_2	c_3	n_1	n_2	n_3	d
Bodenplatte	0,967 1	-7,455	10,76	9,773	0,026 5	0,553 2	0,602 7	-0,929 6	-0,020 3
Erdreich-berührende Wände	0,933 28	-2,155 2	— ^a	1,466	0,100 6	0a	0,453 25	-1,006 8	-0,069 2
^a B' hat keinen Einfluss auf den Wärmeverlust durch erdreichberührende Wände. Für die Berechenbarkeit von Gleichung (3) muss $c_1 + B \neq 0$ gelten. Der Term $(c_1 + B)^{n_1}$ nimmt mit $n_1 = 0$ den Wert 1 an.									

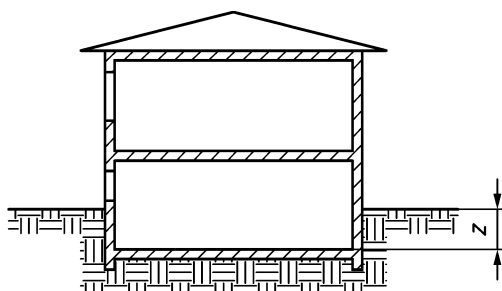


Bild 1 — Tiefe unter Erdreichoberkante

Geometrischer Parameter Bodenplatte

$$B' = \frac{A_G}{0,5 \cdot P} \quad (4)$$

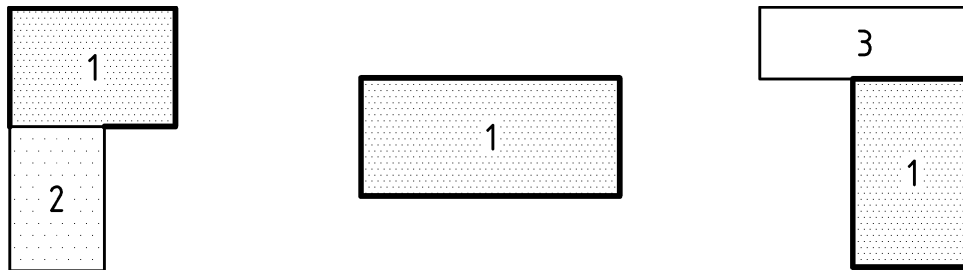
Dabei ist

B' das charakteristische Bodenplattenmaß; bei Betrachtung einzelner Räume i ist B' wie folgt zu ermitteln, in m:

- Der für das gesamte Gebäude berechnete B' -Wert darf angewendet werden für
 - Räume i ohne Außenwände ($P_i = 0$) sowie
 - Räume i mit guter Wärmeisolierung des Bodens ($U_{\text{floor}} \leq 0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$).
- In allen anderen Fällen ist B' individuell für den betrachteten Raum i zu berechnen. Die raumweise Berechnung von B' entspricht einer konservativen Schätzung.

A_G die Grundfläche der Bodenplatte, in m^2 ;

P der Perimeter, exponierter Bodenplattenumfang (siehe Bild 2), in m.



Legende

- | | | | |
|---|--|---|------------------------|
| 1 | betrachteter beheizter/-s Raum/Gebäude |  | exponierter Umfang P |
| 2 | angrenzender beheizter/-s Raum/Gebäude |  | Bodenplatte |
| 3 | angrenzender unbeheizter/-s Raum/Gebäude | | |

Bild 2 — Exponierter Umfang (Perimeter), Beispiele in der Draufsicht

4.4 Wärmeverluste an unbeheizte Bereiche oder benachbarte Nutzungseinheiten

4.4.1 Allgemeines

Die Berechnung der Wärmeströme zwischen beheizten Bereichen derselben Nutzungseinheit (z. B. benachbarte Räume innerhalb einer Wohnung) erfolgt gemäß DIN EN 12831-1:2017-09 6.3.2.3 (1) i. V. m. 6.3.2.5 auf Basis der Auslegungsinnentemperaturen beider Bereiche. Sind hingegen Wärmeverluste eines beheizten Raums i an

- einen angrenzenden unbeheizten Bereich,
- eine benachbarte Nutzungseinheit,
- ein benachbartes Gebäude, oder
- sonstige als unbeheizt angenommene Bereiche

nach DIN EN 12831-1:2017-09 6.3.2.3 Aufzählungszeichen (2) bis Aufzählungszeichen (4) i. V. m. 6.3.2.5 zu ermitteln, bestehen mehrere Möglichkeiten zur Festlegung der Temperaturdifferenz zwischen betrachtetem Raum i und angrenzendem Bereich. Im Rahmen der nationalen Anwendung der DIN EN 12831-1:2017-09 i. V. m. vorliegendem Dokument sind die folgenden Möglichkeiten zulässig:

a) Festlegung der Temperatur des angrenzenden Bereichs

Sofern die Mindesttemperatur des angrenzenden Bereichs unter Auslegungsbedingungen hinreichend sicher bekannt ist, darf sie zur Berechnung der Wärmeverluste an diesen Bereich herangezogen werden — hiervon kann besonders in folgenden Fällen ausgegangen werden:

- Die Mindesttemperatur wird durch regelungstechnische Maßnahmen sichergestellt. Sollte es sich hierbei um Maßnahmen zum Frostschutz handeln, ist von sehr geringen Mindesttemperaturen auszugehen — hiermit würde in vielen Fällen eine konservative Annahme getroffen.³⁾

3) Das Verfahren zur Schätzung der Temperatur θ_u durch eine stationäre Wärmebilanz nach Buchstabe e) bzw. 4.4.3 berücksichtigt ebenfalls die Möglichkeit einer zum Frostschutz regelungstechnisch sichergestellten Mindesttemperatur, liefert aber i. d. R. höhere Temperaturwerte für unbeheizte Bereiche.

- Die Mindesttemperatur des angrenzenden Bereichs im Auslegungsfall ist aus thermischen Simulationsrechnungen oder praktischen Untersuchungen (z. B. Messungen an weitgehend identischen Gebäuden oder Raumkonstellationen unter vergleichbaren Randbedingungen) bekannt oder es liegen anderweitig gesicherte Erfahrungswerte vor.

Tabelle 4 liefert Anhaltswerte für Temperaturen in angrenzenden Mehrfamilienhäusern, welche herangezogen werden dürfen, falls von einer überwiegenden Belegung des angrenzenden Gebäudes im Auslegungsfall ausgegangen werden kann.

Tabelle 4 — Anhaltswerte der Temperaturen angrenzender Mehrfamilienhäuser

baulicher Wärmeschutz des angrenzenden Bereichs	Innentemperatur des Bereichs
	°C
keine/geringe Dämmung, üblich bis 1979	12
mittlere Dämmung, üblich 1980–1995	14
Dämmung nach Wärmeschutzverordnung 1995 oder besser	16

b) Schätzung der Temperatur des angrenzenden Bereichs durch eine stationäre Wärmebilanz

Grundsätzlich ist eine Schätzung der Temperatur eines Bereichs unter der Annahme, dass dieser Bereich unbeheizt sei und sich seine Temperatur allein aus Transmissionswärmeströmen über die den Bereich begrenzenden Bauteile ergäbe, nach 4.4.3 möglich. Dieser Ansatz wird zur Ermittlung — nicht anderweitig bekannter — Innentemperaturen benachbarter Nutzungseinheiten innerhalb desselben Gebäudes empfohlen (z. B. jede Wohnung innerhalb desselben Mehrfamilienhauses).

c) Anwendung eines Pauschalwertes des Temperaturanpassungsterms f_1

In bestimmten Fällen ist eine vereinfachte Ermittlung der Wärmeverluste an unbeheizte Bereiche anhand pauschaler Temperaturanpassungsfaktoren nach 4.4.2 zweckmäßig, besonders bei

- Wärmeverlusten an kleine unbeheizte Bereiche unbekannter Temperatur (Dachböden, Abseiten usw.),
- Wärmeverlusten an Raumbereiche, welche keinem Nutzer zuzuordnen sind (z. B. Hausflure/Treppenhäuser außerhalb von Nutzungseinheiten),
- überschlägigen/vereinfachten Betrachtungen, und
- Fällen, in denen die Anwendung des Berechnungsansatzes nach 4.4.3 zu einem unterbestimmtem Berechnungsmodell führen würde.

4.4.2 Pauschale Temperaturanpassung bei Wärmeverlust durch unbeheizte Bereiche

Bei Berechnung des Transmissionswärmeverlusts an unbeheizte Bereiche anhand pauschaler Temperaturanpassungsterme f_1 sind Werte nach Tabelle 5 anzuwenden.

Tabelle 5 — Temperaturanpassungsterm f_1

	Unbeheizter angrenzender Bereich				f_1		
1	allgemeine Räume (außer nachfolgend aufgeführte), Vor-/Anbauten, Etagenflure	ohne Außenwand			0,10		
2		mit einer Außenwand	ohne Türen/Fenster nach außen		0,40		
3			mit Türen/Fenstern nach außen		0,50		
4		mit zwei Außenwänden	ohne Türen/Fenster nach außen		0,50		
5			mit Türen/Fenstern nach außen		0,60		
6		mit drei oder mehr Außenwänden			0,80		
7	Heizungsaufstellräume (Heizraum, Technik-/Hauswirtschaftsraum mit Wärmeerzeuger o. ä.)				0,20		
8	Treppenhäuser (über mehrere Geschosse verbunden)	überwiegend innenliegend	Gebäudehöhe ≤ 20 m	Keller, Erdgeschoss	0,45		
9				1. Obergeschoss	0,30		
10				≥ 2 . Obergeschoss	0,25		
11		im Verhältnis zu den Wärmeeinträgen über angrenzende Räume i sehr geringe Transmissionswärmeverluste nach außen, Annahme: $\frac{\sum H_{T,iu}}{\sum H_{T,ue}} \geq 3$	Gebäudehöhe > 20 m	Keller, Erdgeschoss	0,65		
12				1. Obergeschoss	0,45		
13				2. Obergeschoss	0,35		
14				3. bis 7. Obergeschoss	0,30		
15				≥ 8 . Obergeschoss	0,25		
16				außenliegend			0,80
17	Kellerräume ^a	ohne Türen/Fenster nach außen			0,4		
18		mit Türen/Fenstern nach außen			0,5		
19	Dachböden, Abseiten	offene bzw. stark belüftete Dächer, Kaltdächer			1,0		
		geschlossene Dächer	Wärmedurchgangskoeffizient der trennenden Bauteile U [W/m²K]				
			zwischen unbeheiztem Bereich und Außenluft (z. B. Dachhaut) U_{ue}	zwischen beheiztem Raum und unbeheiztem Bereich (z. B. oberste Geschossdecke) U_{iu}			
20		undicht ($n \approx 2,5 \text{ h}^{-1}$)	5	1,25	0,85		
21				0,60	0,90		
22			2,5	1,25	0,80		
23				0,60	0,90		
24		dicht ($n \approx 0,5 \text{ h}^{-1}$)	5	1,25	0,85		
25				0,60	0,90		
26			2,5	1,25	0,75		
27				0,60	0,85		
28			1,0	1,25	0,55		
29				0,60	0,70		
30			0,5	1,25	0,50		
31				0,60	0,65		
32			0,25	1,25	0,40		
33				0,60	0,60		
34			Aufgeständerter Boden über Kriechraum				0,8
^a Ein Raum kann als Kellerraum betrachtet werden, wenn die Außenwandfläche der ihn enthaltenden Etage zu mehr als 70 % an Erdreich grenzt							

^a Ein Raum kann als Kellerraum betrachtet werden, wenn die Außenwandfläche der ihn enthaltenden Etage zu mehr als 70 % an Erdreich grenzt

4.4.3 Innentemperatur benachbarter Nutzungseinheiten

4.4.3.1 Allgemeines

Der nachfolgend beschriebene Ansatz ist zur vereinfachten Ermittlung der Temperatur in jedem unbeheizten Bereich anwendbar.

Wenn die Innentemperatur einer benachbarten Nutzungseinheit innerhalb desselben Gebäudes (z. B. Nachbarwohnung) nicht bekannt ist bzw. die planungsgemäße Beheizung dieser Einheit nicht sichergestellt ist — dies ist bei Nutzungseinheiten verschiedener Nutzer (z. B. benachbarte Wohn- oder Büroeinheiten) i. d. R. der Fall —, so kann diese Innentemperatur gemäß nachfolgend beschriebener vereinfachter Wärmebilanz unter der Annahme berechnet werden, dass die betrachtete benachbarte Nutzungseinheit unbeheizt ist und ihre Innentemperatur allein durch die Wärmeströme über die Hülle dieser Nutzungseinheit bestimmt wird.

Das hier beschriebene Verfahren ermittelt der Innentemperatur einer als unbeheizt betrachteten Nutzungseinheit durch eine vereinfachte Wärmebilanz der Transmissionswärmeströme in die und aus dieser Nutzungseinheit. Die an die als unbeheizt betrachtete Nutzungseinheit angrenzenden Räume j anderer Nutzungseinheiten sind hierbei — je nach Nutzungsart — als beheizt oder unbeheizt anzunehmen. Somit berücksichtigt das Verfahren die Möglichkeit einer gewissen Teilbeheizung unter den als unbeheizt betrachteten benachbarten Nutzungseinheiten, damit Wärmeverluste durch diese nicht überschätzt werden.

Die Temperatur θ_u einer als unbeheizt betrachteten Nutzungseinheit ist im Rahmen des vorliegenden Berechnungsverfahrens vereinfachend als eine eindeutig bestimmbare Eigenschaft der gesamten Nutzungseinheit definiert — d. h. die mittlere Temperatur θ_u einer als unbeheizt betrachteten Nutzungseinheit

- gilt für jeden Raum dieser Nutzungseinheit, und
- hängt nicht davon ab, für welchen Raum i die Wärmeverluste an die als unbeheizt angenommene Nutzungseinheit berechnet werden sollen.

4.4.3.2 Schätzung der Innentemperatur θ_u von benachbarten Nutzungseinheiten oder benachbarten unbeheizten Bereichen innerhalb desselben Gebäudes

Zur Schätzung der sich bei Nichtnutzung/Nichtbeheizung einstellenden Innentemperatur θ_u einer benachbarten Nutzungseinheit u werden die folgenden Annahmen getroffen:

- da die betrachtete benachbarte Nutzungseinheit u als leerstehend und vom Nutzer unbeheizt betrachtet wird, ist die sich einstellende Innentemperatur θ_u allein Folge von Wärmeströmen von/zu angrenzenden Räumen/Außenluft oder wird durch das Heizsystem sichergestellt (z. B. Frostschutz);
- es treten keine signifikanten Temperaturdifferenzen innerhalb der betrachteten benachbarten Nutzungseinheit auf. Die Temperatur θ_u ist eine Eigenschaft der gesamten Nutzungseinheit;
- Temperaturen in Räumen, welche an die betrachtete Nutzungseinheit angrenzen, werden anhand ihres wahrscheinlichen Belegungszustands folgendermaßen geschätzt:
 - für Räume von regulär belegten Nutzungseinheiten (bei [Miet-]Wohnungen i. d. R. gegeben) wird eine Beheizung auf ihre jeweilige Auslegungsinnentemperatur unterstellt;
 - für Räume von nur sporadisch belegten Nutzungseinheiten (z. B. Ferienwohnungen) wird keine Beheizung unterstellt — hier ist die geringste zu erwartende Temperatur zu schätzen.
- es treten keine signifikanten Luftvolumenströme zwischen der betrachteten Einheit u und ihrer Umgebung auf. Wärmetransport/-verlust aufgrund von Luftvolumenströmen wird vernachlässigt.

Die Temperatur θ_u ist für jede Nutzungseinheit eines Gebäudes zu bestimmen, welche an eine andere Nutzungseinheit desselben Gebäudes angrenzt (benachbarte Wohnungen usw.).

Das Verfahren ist grundsätzlich gleichermaßen für benachbarte Nutzungseinheiten, welche planungsgemäß beheizt sind (und nur im Rahmen dieses Verfahrens als unbeheizt betrachtet werden), und planungsgemäß unbeheizte Räume/Bereiche anwendbar. Der Versuch, die sich einstellenden Temperaturen θ_u für Nutzungseinheiten und daran angrenzende unbeheizte Bereiche zu berechnen, kann jedoch zu mathematisch unbestimmten Berechnungsmodellen führen. Daher wird empfohlen, den hier beschriebenen Berechnungsansatz lediglich für Nutzungseinheiten (Wohnungen usw.) anzuwenden und unbeheizten Räumen/Bereichen (allgemein genutztes Treppenhaus, Dachböden/Abseiten usw.) vereinfachend feste Temperaturen bzw. pauschale Temperaturanpassungsterme f_1 zuzuweisen.

Temperatur Nutzungseinheit u

$$\theta_u = \max\left(\frac{\sum_j \langle H_{T,uj} \cdot \theta_j \rangle}{\sum_j \langle H_{T,uj} \rangle}; \theta_{u,min}\right) \quad (5)$$

Dabei ist

- θ_u die Innentemperatur des als unbeheizt angenommenen Bereichs u , in °C;
- $\theta_{u,min}$ die Mindesttemperatur des als unbeheizt angenommenen Bereichs u , welche ggf. durch die Temperaturregelung/Frostschutzvorrichtung sichergestellt wird, nach Tabelle 6, in °C;
- θ_j die Temperatur(en) aller Bereiche j (Räume, Außenluft), welche an den betrachteten Bereich u grenzen, nach Tabelle 7, in °C;
- $H_{T,uj}$ der/die Transmissionswärmetransferkoeffizient(en) zwischen dem betrachteten Bereich u und jedem angrenzenden Bereich j nach Tabelle 7, in W/K.

Tabelle 6 — Mindesttemperatur einer Nutzungseinheit u in Abhängigkeit von Temperaturregelung/Frostschutz

	$\theta_{u,min}$ [°C]
Temperaturregelung/Frostschutzvorrichtung mit bekannter Mindesttemperatur	Temperaturwert gemäß Vorgabe/Einstellung
Standardwert bei Temperaturregelung/Frostschutzvorrichtung mit unbekannter Mindesttemperatur	5
Keine Begrenzung vorhanden	θ_e

Tabelle 7 — Berechnungsrandbedingungen zur Ermittlung der Temperatur θ_u

	an <i>u</i> angrenzender Bereich <i>j</i>				$H_{T,u,j}$	θ_j
1	Teil des- selben Gebäudes	planungsgemäß beheizt	Raum einer ande- ren Nutzungs- einheit	regulär genutzt (z. B. Räume in Mietwohnungen)	$H_{T,ia}$ nach DIN EN 12831-1, 6.3.2.3, jedoch mit $f_1 = 1$ (6.3.2.5)	$\theta_{int,j}$ nach Tabelle 32
2				sporadisch genutzt (z. B. Räume in Ferienwohnungen)		$\max\langle 15\text{ °Ca}; \theta_{e,m} \rangle$
3			keiner Nutzungseinheit zugehörig (z. B. beheizte Hausflure)			
4		planungsgemäß unbeheizt (z. B. unbeheizte Treppenhäuser)		$\max\langle 5\text{ °C}; \theta_{e,m} \rangle$		
5	Teil eines anderen Gebäudes					
6	Außenluft				$H_{T,ie}$ nach DIN EN 12831-1, 6.3.2.2 ($f_1 = 1$)	θ_e nach DIN EN 12831-1, 6.3.7
7	Erdreich ^a				$H_{T,ig}$ nach DIN EN 12831-1, 6.3.2.4 jedoch mit $f_1 = 1$ (6.3.2.5)	$\theta_{e,m}$

^a Ist für den angrenzenden Bereich *j* von schlechter Wärmedämmung auszugehen oder besteht in den beheizten Räumen des betrachteten Gebäudes ein erhöhter Komfortanspruch, darf die Minimaltemperatur von *j* auf 10 °C verringert werden.

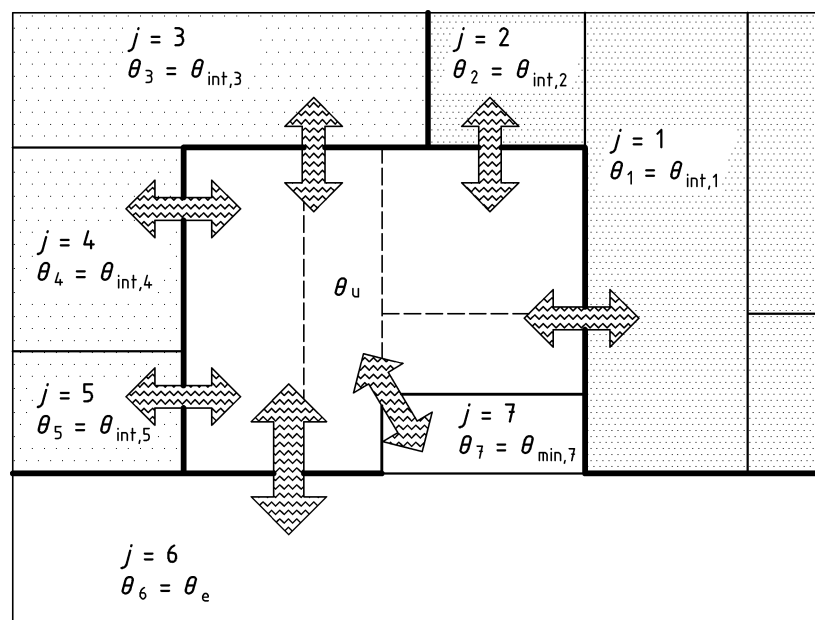


Bild 3 — Wärmetransport zwischen einer Nutzungseinheit u und angrenzenden Räumen j , schematisch

4.5 Einfluss des Wärmeübergabesystems in hohen Räumen

Bei großer Raumhöhe kann der Wärmeverlust bzw. die Heizlast eines Raums signifikant durch die zur Beheizung genutzten Wärmetransportmechanismen beeinflusst werden, unter anderem

- durch die Aufteilung zwischen strahlungsgebunden und konvektiv übertragener Wärme, sowie
- das Maß der ggf. erzwungenen Konvektion/Luftbewegung.

Bei der Berechnung der mittleren Oberflächentemperaturen $\theta_{\text{int},k}^*$ von Bauteilen sowie der mittleren Lufttemperatur $\theta_{\text{int},i}^*$ in hohen Räumen nach DIN EN 12831-1:2017-09, 6.3.8 sind die folgenden Randbedingungen anzuwenden.

Die Höhe der Aufenthaltszone kann vereinfachend mit $h_{\text{occup}} = 1 \text{ m}$ angenommen werden.⁴⁾

Tabelle 8 — Parameter der Wärmeübergabe in hohen Räumen

	1	2	3	4
	Wärmeübergabesystem	Lufttemperaturgradient	Unterschied zwischen Lufttemperatur und operativer Temperatur	Korrekturterm für den Einfluss des Wärmeübergabesystems auf Oberflächentemperaturen
		$G_{\theta_{\text{air},i}}$ [K/m]	$\Delta\theta_{\text{rad}}$ [K]	$\Delta\theta_{\text{surf}}^a$ [K]
1	Luftheizung ohne zusätzliche Warmluftrückführung (z. B. Deckenventilatoren)	1,00	0,00	0,00
2	Luftheizung mit zusätzlicher Warmluftrückführung (z. B. Deckenventilatoren)	0,35	0,00	0,00
3	Deckenstrahlplatten	0,35	1,50	0,00
4	Dunkelstrahler	0,20	1,50	0,00
5	Hellstrahler	0,20	1,50	0,00
6	bauteilintegrierte Flächenheizung	0,20	1,50	1,50
7	Heizkörper/Radiatoren	1,00	0,00	0,00

^a Der angegebene Wert $\Delta\theta_{\text{surf}}$ ist nur auf beheizte bzw. durch die Beheizung deutlich erwärmte Flächen anzuwenden — bei einer Fußbodenheizung ist dies die beheizte Bodenfläche. Für sonstige Flächen gilt weiterhin $\Delta\theta_{\text{surf}} = 0 \text{ K}$.

4) Als Wert der Nackenhöhe des sitzenden und der Schwerpunkthöhe des stehenden Menschen werden für Betrachtungen der thermischen Behaglichkeit oft Werte bei ~1,10 m herangezogen. Der angegeben Standardwert wurde vereinfachend auf ganze Meter (ab)gerundet.

4.6 Eingangsgroößen zur Bestimmung der Zeitkonstante τ

4.6.1 Allgemeines

Die Zeitkonstante τ kann im Rahmen des Berechnungsverfahrens nach DIN EN 12831-1:2017-09 herangezogen werden um das thermisch trägere/flinkere Verhalten eines Gebäudes ersatzweise durch Anpassung der Auslegungsaußentemperatur abzubilden. Die Berücksichtigung der Zeitkonstante erfolgt optional. Im Rahmen der Betrachtung nach DIN EN 12831-1:2017-09 i. V. m. vorliegendem Dokument führt sie zu einer tendenziell geringeren Auslegungsleistung⁵⁾.

Die Zeitkonstante wird üblicherweise als Gebäudeeigenschaft festgelegt — in bestimmten Fällen kann jedoch eine feinere Unterteilung sinnvoll sein (z. B. unterschiedliche Bauweisen in Keller-/Erd- und Obergeschoss). Im Rahmen der nationalen Anwendung der Norm i. V. m. mit vorliegendem Dokument kann die Zeitkonstante für beliebige Gebäudeabschnitte (mindestens 1 Raum) bestimmt werden. Es wird jedoch davon ausgegangen, dass i. d. R. keine feinere Aufteilung als bis auf Nutzungseinheiten notwendig ist (z. B. für jede Wohnung oder Gruppen von Wohnungen). Die Formblätter in Abschnitt A.1 erfassen die Zeitkonstante und mit ihr verknüpfte Größen optional entweder als Eigenschaften des Gebäudes oder der Nutzungseinheit.

Zur Berechnung der Zeitkonstante muss der Wärmetransfer- bzw. -verlustkoeffizient H des betrachteten Gebäudeabschnitts bekannt sein. In einer Heizlastberechnung nach DIN EN 12831-1:2017-09, Abschnitt 6 (Standardverfahren) hängt dieser i. d. R. selbst vom konkreten Wert der Auslegungsaußentemperatur — und somit von der Zeitkonstante — ab. Für die Berechnung der Zeitkonstante ist daher ein überschlägiger Wärmetransferkoeffizient nach Nummer 4.6.3 und 4.6.4 einzusetzen. Die vereinfachten Verfahren nach DIN EN 12831-1:2017-09, Abschnitt 7 und Abschnitt 8 sind hiervon nicht betroffen — hier kann die Zeitkonstante mit den H -Werten der eigentlichen Heizlastberechnung ermittelt werden.

Alternativ dürfen die Zeitkonstante bzw. ihre Eingangsgroößen nach anerkannten Verfahren extern berechnet und unmittelbar eingegeben werden, sofern sie unter Randbedingungen ermittelt wurden, welche den Auslegungsfall der Heizlastberechnung hinreichend genau widerspiegeln.

4.6.2 Spezifische Wärmespeicherkapazität c_{eff}

Die spezifische Wärmespeicherkapazität des Gebäudes oder ggf. einzelner Gebäudebereiche (z. B. bei abweichenden Bauweisen) ist, sofern unbekannt, gemäß Tabelle 9 festzulegen. Sollte, im Fall von Wohngebäuden, das Bruttovolumen des Gebäudes oder des betrachteten Gebäudebereichs nicht bekannt sein, darf es für die Anwendung in DIN EN 12831-1:2017-09, 4.3.5, Gleichung (4) nach Gleichung (6) aus dem Innen- bzw. Luftvolumen geschätzt werden.

5) Es wird unterstellt, dass ein Gebäude mit einer hohen thermischen Zeitkonstante unter Auslegungsbedingungen nicht so schnell/stark auskühlt wie ein hinsichtlich Geometrie und Wärmeschutz ähnliches Gebäude mit geringerer Zeitkonstante.

Tabelle 9 — volumenspezifische Wärmespeicherkapazität

Kategorie	Beschreibung/Indizien	c_{eff} [Wh/(m ³ · K)]
gering	Hohes Verhältnis von Innen- zu Außenvolumen, hohe Räume, dünne Wandaufbauten; z. B. : — industrielle Hallen; — Lagerhallen; — Sporthallen; — Märkte. Vorwiegend Leichtbauweise, wie: — Leichtbaudächer; — Leichtbauwände (Holzständerbauweise, Sandwich-Isolierpaneele auf Stahlskelett usw.); — abgehängte Decken und/oder aufgeständerte Böden.	15
mittel/hoch	Kleines Verhältnis von Innen- zu Außenvolumen, geringe Raumhöhen, dicke Wände/hoher Wandanteil an Bruttogrundfläche; vorwiegend Geschossbauweise Vorwiegend Massivbauweise, wie: — Betondecken/-dächer; — Beton-/Sandstein-/Ziegelwände.	50

Schätzung Brutto- aus Nettovolumen

$$V_e = f_{\text{Vint-e}} \times V_{\text{int}} \quad (6)$$

Dabei ist

V_e das Außen- bzw. Bruttovolumen des Gebäudes oder des betrachteten Gebäudebereichs, in m³;

V_{int} das Innen-, Netto- bzw. Luftvolumen des Gebäudes oder des betrachteten Gebäudebereichs, in m³;

Bei Betrachtung eines gesamten Gebäudes gilt: $V_{\text{int}} = V_{\text{build}}$.

Bei der Betrachtung einer Nutzungseinheit oder sonstigen Raumgruppe innerhalb eines Gebäudes ergibt sich das Innenvolumen der Einheit als Summe der Innenvolumina der enthaltenen Räume: $V_{\text{int}} = \sum_i \langle V_i \rangle$.

$f_{\text{Vint-e}}$ das Verhältnis zwischen Außen- und Innenvolumen

Das Verhältnis zwischen Außen- und Innenvolumen ist in Übereinstimmung mit DIN V 18599-1 auf $\frac{1}{0,76}$ bei Wohngebäuden mit ≤ 3 Vollgeschossen festgelegt und auf $\frac{1}{0,80}$ für alle anderen Wohngebäude.

4.6.3 Transmissionswärmetransferkoeffizient $H_{T,12}$

Der überschlägige Transmissionswärmetransferkoeffizient $H_{T,12}$ zur Ermittlung der Zeitkonstante τ ist mit dem nachfolgend beschriebenen Ansatz in Anlehnung an DIN EN 12831-1:2017-09, 6.3.6 zu berechnen — abweichend davon sind Differenzen zwischen der angrenzenden Temperatur und Außentemperatur in vereinfachter Form zu berücksichtigen. Der hier ermittelte Transmissionswärmetransferkoeffizient kann vom Transmissionswärmeverlustkoeffizienten zur Berechnung der Transmissionswärmeverluste abweichen.

Überschlag Transmissionswärmetransferkoeffizient

$$H_{T,12} = \sum_k \langle A_k * U_{\text{eff},k} \times f_x \rangle \quad (7)$$

Dabei ist

$H_{T,12}$ der überschlägige Transmissionswärmetransferkoeffizient des betrachteten Gebäudebereichs (Raum, Nutzungseinheit oder gesamtes Gebäude) an

- Außenluft,
- Erdreich, und
- durch unbeheizte Räume nach außen

zur Berechnung der Zeitkonstante, in W/K;

A_K die Bauteilfläche des Bauteils K , in m^2 ;

$U_{\text{eff},k}$ der wirksame Wärmedurchgangskoeffizient des Bauteils k , in $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$

- Bei Bauteilen gegen Außenluft und unbeheizte Räume ist $U_{\text{eff},k} = U_k + \Delta U_{\text{TB}}$.
- Bei Bauteilen gegen Erdreich gilt $U_{\text{eff},k} = U_{\text{eq},k}$ (4.3).

Wärmebrücken sind in Übereinstimmung mit 4.1 zu berücksichtigen.

f_x Temperaturanpassungsfaktor

Für Bauteile, denen ein Pauschalwert des Temperaturanpassungsterms f_1 nach Tabelle 5 zugewiesen werden kann, ist dieser anzuwenden; für Bauteile gegen Außenluft und Erdreich beträgt $f_x = 1$, in allen anderen Fällen 0,5. Alternativ darf f_x ausführlich nach DIN EN 12831-1:2017-09, 6.3.2.5 ($f_{ix,k}$) berechnet werden — hierbei ist statt der Auslegungsaußentemperatur θ_e jedoch die Außentemperatur am Gebäudestandort $\theta_{e,0}$ (Außenlufttemperatur) ohne Berücksichtigung der Zeitkonstante einzusetzen.

4.6.4 Lüftungswärmetransferkoeffizient $H_{V,12}$

Der Lüftungswärmetransferkoeffizient $H_{V,12}$ ist nach DIN EN 12831-1:2017-09, Gleichung (44) zu berechnen. Der heranzuziehende Volumenstrom ist in Anlehnung an DIN EN 12831-1:2017-09, 6.3.3.3.1 nach folgendem Ansatz zu bestimmen.

Der Berechnungsansatz für eine Zone kann hierbei auf jede Anzahl (> 1) von Räumen angewendet werden, solange diese Bestandteil derselben Zone sind.

Überschlag Gesamtaußenluftvolumenstrom

$$\begin{aligned}\text{Gebäude: } q_{v,12} &= \sum_z \langle q_{v,12,z} \rangle \\ \text{Zone: } q_{v,12,z} &= \sum_i \langle \max \langle q_{v,\text{leak}+\text{ATD},i}; f_{i-z} \times q_{v,\text{min},i} - q_{v,\text{techn},i} \rangle + q_{v,\text{sup},i} \rangle \\ \text{Raum: } q_{v,12,i} &= \max \langle q_{v,\text{env},i}; q_{v,\text{min},i} - q_{v,\text{techn},i} \rangle + q_{v,\text{sup},i}\end{aligned}\tag{8}$$

Dabei ist

- $q_{v,12}$ der überschlägige Außenluftvolumenstrom zur Berechnung der Zeitkonstante, in m³/h;
- $q_{v,12,z}$ der überschlägige Außenluftvolumenstrom einer Zone oder einer beliebigen Anzahl (> 1) von Räumen innerhalb einer Zone, in m³/h;
- $q_{v,12,i}$ der überschlägige Außenluftvolumenstrom eines Raumes, in m³/h.

Sonstige Größensymbole nach DIN EN 12831-1:2017-09, Gleichung (16) und Gleichung (17):

- $q_{v,\text{leak}+\text{ATD},i}$ Außenluftvolumenstrom in den Raum i durch Undichtheiten und Außenwandluftdurchlässe, in m³/h;
- f_{i-z} Verhältnis zwischen der Summe der Volumenströme aller Räume i einer Zone z und dem resultierenden Volumenstrom der Zone z ;
- $q_{v,\text{min},i}$ Mindestaußenluftvolumenstrom des Raums i , in m³/h;
- $q_{v,\text{techn},i}$ technischer Volumenstrom des Raums i , in m³/h;
- $q_{v,\text{env},i}$ Außenluftvolumenstrom in den Raum i durch die Gebäudehülle, in m³/h;
- $q_{v,\text{sup},i}$ Zuluftvolumenstrom des Raums i , in m³/h.

4.7 Anwendung des vereinfachten Lüftungs-Berechnungsmodells

Lüftungswärmeverluste werden im Rahmen des Standardverfahrens nach DIN EN 12831-1:2017-09, 6.3.3 berechnet. Hierbei besteht die Auswahl zwischen einem vereinfachten Berechnungsmodell nach DIN EN 12831-1:2017-09, 6.3.3.2 und einem allgemeinen Berechnungsmodell nach DIN EN 12831-1:2017-09, 6.3.3.3.

Das allgemeine Berechnungsmodell DIN EN 12831-1:2017-09, 6.3.3.3 darf immer angewendet werden. Das vereinfachte Berechnungsmodell DIN EN 12831-1:2017-09, 6.3.3.2 darf nur angewendet werden, wenn folgende Bedingungen gleichzeitig erfüllt sind:

- luftdichte Bauweise mit $n_{50} \leq 3 \text{ h}^{-1}$;
- keine Außenluftdurchlässe;
- keine ventilatorgestützte/maschinelle Lüftung.

4.8 Spezifische Eigenschaften von Luft

Im Rahmen dieser Norm, können die Dichte und massebezogene Wärmekapazität von Luft als Konstanten mit dem Produkt (volumenbezogene Wärmekapazität) $\rho \cdot c_p = 0,34 \text{ Wh/m}^3\text{K}$ angenommen werden.

4.9 Volumenstromverhältnis zwischen Raum *i* und Zone *z*

Das Verhältnis zwischen der Summe der Volumenströme aller Räume *i* einer Zone *z* und dem resultierenden Volumenstrom der Zone *z* ist wie folgt festzulegen.

Tabelle 10 — Volumenstromverhältnis zwischen Raum *i* und Zone *z*

Anzahl der Räume <i>i</i> in der Zone <i>z</i>	f_{i-z}
1	1
≥ 2	0,5

4.10 Luftdichtheit

4.10.1 Standardwerte

Sofern nicht aus einer Messung bekannt, ist die hüllflächenbezogene Luftdurchlässigkeit nach Tabelle 11 (Zeile A bis Zeile D) festzulegen.

Tabelle 11 — Hüllflächenbezogene Luftdurchlässigkeit

Kategorie ^a	Kriterien zur Kategorisierung der Luftdichtheit		$q_{\text{env},50}$ [m ³ /(m ² · h)]
	Luftdichtheitsprüfung/-messung	gebäudespezifische Anforderungen an die Luftdichtheit	
A	wird nach Fertigstellung durchgeführt	hoch	2
B		mittel	3
C	wurde und wird nicht durchgeführt		6
D		gering ^b	12
E	— Wert aus Messung —		
^a Die aufgeführten Kennwerte der Luftdurchlässigkeit entsprechen in Kategorisierung und Wert nicht den Kategorien zur pauschalen Einschätzung der Luftdurchlässigkeit nach DIN V 18599-2:2016-10.			
^b Im Gebäudebestand kann, sofern keine Daten zur Luftdichtheit vorliegen, für folgende Fälle von geringen Anforderungen an die Dichtheit ausgegangen werden:			
— keine/geringe Anforderungen bezüglich der Innentemperatur/niedrig beheizte Gebäude,			
— Lagerung temperatur- und feuchteunempfindlicher Güter,			
— praktisch keine Personenbelegung und keine sonstigen hygienischen/technologischen Anforderungen an das Raumklima oder hoher Grad an offensichtlichen Undichtigkeiten.			

4.10.2 Kleine Öffnungen

Bei Anwendung von Luftdichtheitskennwerten aus Messungen, sind ebenfalls Volumenströme durch diejenigen kleinen Öffnungen einzubeziehen, welche nicht als Außenluftdurchlässe gemäß 4.13 erfasst wurden (z. B. Entrauchungsöffnungen von Fahrstuhlchächten). Stammen die Luftdichtheitsmesswerte aus einem Verfahren ohne Berücksichtigung solcher kleinen Öffnungen (z. B. *Methode B* nach DIN EN 13829), können sie in Übereinstimmung mit DIN EN 12831-1:2017-09 Gleichung (32) nach folgendem Ansatz erhöht werden. Die Norm rechnet mit dem Kennwert $q_{\text{env},50}$ — informativ wird auch der Ansatz für den Kennwert n_{50} dargestellt.

Pauschale Erhöhung des Luftdichtheitskennwerts zur Berücksichtigung kleiner Öffnungen

$$q_{\text{env},50} = q_{\text{env},50,\text{measure}} + \Delta q_{\text{env},50,\text{small_open}} \quad (9)$$

$$n_{50} = n_{50,\text{measure}} + \Delta n_{50,\text{small_open}}$$

Überschlag des zusätzlicher Volumenstroms/Luftwechsels durch kleine Öffnungen

$$\Delta q_{\text{env},50,\text{small_open}} = 2 \left[\frac{\text{m}^3}{\text{h} \cdot \text{cm}^2} \right] \times \frac{A_{\text{small_open}}}{A_{\text{env}}} \quad (10)$$
$$\Delta n_{50,\text{small_open}} = 2 \left[\frac{\text{m}^3}{\text{h} \cdot \text{cm}^2} \right] \times \frac{A_{\text{small_open}}}{V}$$

Dabei ist

$q_{\text{env},50}$	die hüllflächenbezogene Luftdurchlässigkeit bzw. Außenluftwechsel bei 50 Pa Druckdifferenz	$\text{m}^3/\text{m}^2\text{h}$
n_{50}		h^{-1}
$q_{\text{env},50,\text{measure}}$	die hüllflächenbezogene Luftdurchlässigkeit bzw. Außenluftwechsel bei 50 Pa Druckdifferenz und ohne Berücksichtigung des Lufttransports durch kleine Öffnungen (z. B. Messung nach <i>Methode B</i> DIN EN 13829)	$\text{m}^3/\text{m}^2\text{h}$
$n_{50,\text{measure}}$		h^{-1}
$\Delta q_{\text{env},50,\text{small_open}}$	der zusätzliche spezifische Volumenstrom bzw. Luftwechsel durch kleine Öffnungen	$\text{m}^3/\text{m}^2\text{h}$
$\Delta n_{50,\text{small_open}}$		h^{-1}
$A_{\text{small_open}}$	die durchströmte Querschnittsfläche der kleinen Öffnungen des betrachteten Bereichs (Zone oder Gebäude)	cm^2
A_{env}	die Hüllfläche des betrachteten Bereichs (Zone oder Gebäude)	m^2
V	das Luftvolumen des betrachteten Bereichs (Zone oder Gebäude)	m^3

Die Kennwerte nach Tabelle 11 (Zeile A bis Zeile D) wurden unter Berücksichtigung kleiner Öffnungen in üblichem Umfang festgelegt — auf sie ist die pauschale Erhöhung nach DIN EN 12831-1:2017-09, Gleichung (32) nicht anzuwenden.

4.10.3 Hüllfläche

Bei Anwendung von Luftdichtheitskennwerten aus Messungen sind in der Bestimmung der Hüllfläche A_{env} nach DIN EN 12831-1:2017-09, 6.3.3.6 dieselben Flächen heranzuziehen wie in der Messung. Werden pauschale Luftdurchlässigkeitswerte nach Tabelle 11 (Zeile A bis Zeile D) angewendet, können weitestgehend luftdichte Bauteile gegen Erdreich bei der Berechnung der Hüllfläche A_{env} nach DIN EN 12831-1:2017-09, 6.3.3.6 vernachlässigt werden.

Die Hüllfläche $A_{\text{env},i}$ eines Raums i ist nach DIN EN 12831-1:2017-09, 6.3.3.6 zu ermitteln. Die Unterteilung der Außenflächen nach Außenwänden⁶⁾, Dächern und Bodenflächen gemäß DIN EN 12831-1:2017-09, Gleichung (34) ist beispielhaft zu verstehen. Die Hüllfläche $A_{\text{env},i}$ ist die Summe **aller** Umfassungsflächen des Raums gegen Außenluft, gegen unbeheizte Räume und — sofern einbezogen — gegen Erdreich, unabhängig von Bauteilart (Fenster, Wand, Decke usw.) und Orientierung.

Die Hüllfläche von Zonen und des gesamten Gebäudes ergibt sich als Summe der Hüllflächen der jeweils enthaltenen Räume nach DIN EN 12831-1:2017-09, Gleichung (35).

6) DIN EN 12831-1:2017-09 spricht an dieser Stelle von „Fassaden“ —, meint hiermit jedoch nur vertikale Außenwände.

4.10.4 Unterschiedliche Luftdichtheitskennwerte für verschiedene Gebäudeabschnitte

Nach DIN EN 12831-1:2017-09 wird die Luftdichtheit als Eigenschaften des Gebäudes verstanden. Im Rahmen der nationalen Anwendung zusammen mit vorliegendem Dokument darf die sie jedoch auch auf Ebene von Lüftungszonen festgelegt werden.⁷⁾ In diesem Fall sollte das Größensymbol zur Kenntlichmachung des Zonenbezugs um den Zählindex z erweitert werden.

4.11 Mindestluftwechsel

Sofern aus Nutzungs-/Planungsvorgaben keine anderen Werte vorliegen, können die folgenden Mindestluftwechsel herangezogen werden. Es wird empfohlen, diese Standardwerte nur bis zu mittleren Raumhöhen ≤ 3 m zu verwenden und andernfalls projektspezifische Werte zu ermitteln.

Tabelle 12 — Mindestluftwechsel

Raumtyp	$n_{\min}$ [h ⁻¹]
Räume für andauernden Personenaufenthalt	0,5
Küchen- und Sanitärräume mit Fenstern in Wohngebäuden	0,5
Nebenträume ohne andauernden Personenaufenthalt	0,0

4.12 Volumenstromfaktor $f_{qv,z}$

Der Volumenstromfaktor⁸⁾ $f_{qv,z}$ ist nach Tabelle 13 zu bestimmen.

Tabelle 13 — Volumenstromkoeffizient

	1	2	3	4	5	6	7
	Anzahl der Fassaden ^a	Mittlerer vertikaler Abstand der Zone z zu Erdoberkante ^b	Abschirmung ^c	Volumenstromfaktor			
				Zonenhöhe ^d Δh_z			
				$\Delta h_z \leq 5 \text{ m}$	$5 \text{ m} < \Delta h_z \leq 10 \text{ m}$	$10 \text{ m} < \Delta h_z \leq 20 \text{ m}$	$\Delta h_z > 20 \text{ m}$
1	1	–	–	0,03	0,05	0,08	0,11
2	> 1	$h_{g,z} \leq 50 \text{ m}$	stark				
3			normal	0,05			
4			keine	0,07			
5		$h_{g,z} > 50 \text{ m}$	–	0,09			

7) Dieses Vorgehen kann sich beispielsweise anbieten, wenn Luftdichtheitsmessungen nicht für ein Gebäude als Ganzes, sondern nur für die enthaltenen Nutzungseinheiten (z. B. Wohnungen) einzeln durchgeführt wurden oder wenn sich aus unterschiedlichen Nutzungen einzelner Gebäudebereiche unterschiedliche Anforderungen hinsichtlich der Dichtheit ergeben (z. B. niedrig beheizte Lagerhalle mit räumlich abgetrenntem Büro-/Sanitär-/Aufenthaltsbereich).

8) Auch *Volumenstromkoeffizient* oder *Volumenstromverhältnis*, jedoch nicht gleichbedeutend mit dem Volumenstromverhältnis zwischen Raum und Zone nach 4.9.

	1	2	3	4	5	6	7
	Anzahl der Fassaden ^a	Mittlerer vertikaler Abstand der Zone z zu Erdreich-oberkante ^b	Ab-schirmung ^c	Volumenstromfaktor			
				Zonenhöhe ^d Δh_z			
				$\Delta h_z \leq 5 \text{ m}$	$5 \text{ m} < \Delta h_z \leq 10 \text{ m}$	$10 \text{ m} < \Delta h_z \leq 20 \text{ m}$	$\Delta h_z > 20 \text{ m}$
^a Siehe Abschnitt 3 Begriffe.							
^b Es ist der mittlere vertikale Abstand zwischen Zone und Erdreichoberkante einzusetzen. Er kann in aller Regel als Summe des Abstands zwischen Erdreich und Zonenunterseite und halber Zonenhöhe berechnet werden: $h_{g,z} = h_z + \Delta h_z/2$.							
^c							
— starke Abschirmung: dichte Bebauung mit mindestens ähnlich hohen Bauwerken, dichter Baumbewuchs							
— normale Abschirmung: lockere/offene Bebauung							
— keine Abschirmung: nahezu keine umliegende Bebauung, offene Lage							
^d Die Zonenhöhe ist die vertikale Ausdehnung der Zone von ihrem tiefsten bis zu ihrem höchsten Punkt.							

4.13 Auslegungswerte von Außenluftdurchlässen (ALD)

Sofern Außenluftdurchlässe eingesetzt werden, sind sie mit ihren Auslegungs-Kenngrößen

- Auslegungsdruckdifferenz $\Delta p_{\text{ATD,design,z}}$ (Zone), und
- Auslegungsvolumenstrom $q_{\text{v,ATD,design,z}}$ (Zone) und $q_{\text{v,ATD,design,i}}$ (Räume)

in der Heizlastberechnung nach DIN EN 12831-1:2017-09 zu berücksichtigen.

Die Vorgehensweise zur Festlegung der in der Heizlastberechnung verwendeten ALD-Auslegungsdaten ist stichpunktartig in Tabelle 14 beschrieben. Sofern die Kennwerte nicht bekannt sind, können sie gemäß Tabelle 14 und Gleichung (11) bis Gleichung (13) überschlagen werden.

Tabelle 14 — Festlegung der ALD-Auslegungswerte

	1	2	3	4
	ALD-Auslegung liegt vor?	Volumenströme bekannt?		Festlegung der Eingangsgrößen
		Zone <i>z</i> $q_{v,ATD,design,z}$	Räume <i>i</i> $q_{v,ATD,design,i}$	
1	ja (Auslegungsdruck- differenz $\Delta p_{ATD,design,z}$ muss bekannt sein)	ja	ja	Alle Kennwerte gemäß Auslegung
2		ja	nein	— Auslegungsdruckdifferenz $\Delta p_{ATD,design,z}$ gemäß Auslegung — Auslegungsvolumenstrom $q_{v,ATD,design,z}$ der gesamten Zone <i>z</i> gemäß Auslegung — überschlägige Aufteilung des Auslegungsvolumenstroms der Zone auf alle enthaltenen Räume mit ALD nach Gleichung (12)
3		nein	ja	— Auslegungsdruckdifferenz $\Delta p_{ATD,design,z}$ gemäß Auslegung — Auslegungsvolumenströme $q_{v,ATD,design,i}$ aller Räume <i>i</i> mit ALD gemäß Auslegung — Berechnung des Auslegungsvolumenstroms $q_{v,ATD,design,z}$ der gesamten Zone <i>z</i> nach Gleichung (11)
4	– nein –			Auslegungsdruckdifferenz wird zu $\Delta p_{ATD,design,z} = 4 \text{ Pa}$ festgelegt Überschlag des ALD-Volumenstroms $q_{v,ATD,design,z}$ der gesamten Zone <i>z</i> nach Gleichung (13) überschlägige Aufteilung des Auslegungsvolumenstroms der Zone auf alle enthaltenen Räume mit ALD nach Gleichung (12)

Zonen-ALD-Volumenstrom aus raumweisen ALD-Volumenströmen

$$q_{v,ATD,design,z} = \sum_i \langle q_{v,ATD,design,i} \rangle \quad (11)$$

Überschlägige Aufteilung des Zonen-ALD-Volumenstroms anhand Raumvolumina

$$q_{v,ATD,design,i} = \frac{V_i}{\sum_i \langle V_i \rangle_{ATD}} \times q_{v,ATD,design,z} \quad (12)$$

ALD-Volumenstrom Zone

$$q_{v,ATD,design,z} = 0,3[h^{-1}] \times V_z = 0,3[h^{-1}] \times \sum_i \langle V_i \rangle \quad (13)$$

Dabei ist

$q_{v,ATD,design,z}$	der Gesamtauslegungsvolumenstrom aller in Zone z enthaltenen ALD, in m^3/h ;
$q_{v,ATD,design,i}$	der Auslegungsvolumenstrom aller ALD des Raums i (welcher zu Zone z gehört) , in m^3/h ;
V_i	das Luftvolumen (Netto-/Innenvolumen) des Raums i , in m^3 ;
$\Sigma_i \langle V_i \rangle_{ATD}$	das Gesamtluftvolumen aller in Zone z enthaltenen Räume i mit ALD, in m^3 ;
$V_z, \Sigma_i \langle V_i \rangle$	das Gesamtluftvolumen der Zone $z \triangleq$ Summe der Luftvolumina aller in z enthaltenen Räume i , in m^3 .

4.14 Druckexponent von Leckagen

Sofern nicht aus einer Luftdichtheitsmessung bekannt, ist für den Leckagen-Druckexponenten $v_{leak,z} = 0,67$ als Standardwert einzusetzen.

4.15 Anpassungsfaktor: Zonenorientierung

Der Faktor zur Anpassung an die Orientierung der Zone ist pauschal auf $f_{dir,z} = 2$ zu setzen.

4.16 Anpassungsfaktor: Anzahl der Fassaden

Der Anpassungsfaktor zur Berücksichtigung der Anzahl der Fassaden $f_{fac,z}$ ist — in Anlehnung an DIN EN ISO 13790:2008-09 — wie folgt festzulegen.

Tabelle 15 — Anpassungsfaktor Fassadenanzahl

Anzahl der Fassaden ^a	$f_{fac,z}$
1	12
> 1	8

^a Siehe Abschnitt 3 Begriffe.

4.17 Luftvolumenstrom durch große Öffnungen

4.17.1 Allgemeines

Das Offenhalten großer Öffnungen — z. B. Tore in Hallengebäuden — in der Heizzeit kann sowohl die energetischen als auch die leistungsmäßigen Lüftungswärmeverluste drastisch erhöhen und sollte daher so weit wie möglich vermieden werden. Können anhaltende Öffnungsvorgänge in der Heizzeit nutzungsbedingt nicht vermieden werden, sollte der Kaltlufteinfluss so weit wie möglich durch konstruktive Lösungen minimiert werden, z. B. durch Einsatz von automatischen Türen, Verladeschleusen oder Schnelllauftoren.

Die Berücksichtigung von Luftvolumenströmen durch das Offenhalten großer Öffnungen unter Auslegungsbedingungen im Rahmen einer Heizlastberechnung stellt sowohl bei Wohngebäuden und wohnähnlicher Nutzung sowie Gebäuden gewerblicher und industrieller Nutzung einen Sonderfall dar. Lüftungswärmeverluste durch das Offenhalten großer Öffnungen sind im Rahmen der nationalen Anwendung von DIN EN 12831-1:2017-09 i. V. m. vorliegendem Dokument nur nach expliziter Vereinbarung mit dem/der AuftraggeberIn zu berücksichtigen.

Sofern das längerfristige Offenhalten großer Öffnungen unter Auslegungsbedingungen in Absprache mit dem/der AuftraggeberIn — berücksichtigt werden soll, sind die entstehenden Außenluftvolumenströme projektspezifisch zu ermitteln. Liegen hierfür keine anderen Ansätze bzw. keine konkreteren Informationen vor, kann das nachfolgend beschriebene Verfahren genutzt werden, um Volumenströme durch langfristig offen gehaltene Öffnungen in weitestgehend vertikalen Außenwänden ($\pm 30^\circ$) überschlägig zu ermitteln. Hierbei ist in der Regel davon auszugehen, dass nicht alle vorhandenen großen Öffnungen unter Auslegungsbedingungen gleichzeitig offenstehen — dies sollte fallspezifisch berücksichtigt werden, beispielsweise durch

- Minderung des über alle großen Öffnungen berechneten Volumenstroms mit einem Gleichzeitigkeitsfaktor, welcher auf Basis des zu erwartenden Nutzerverhaltens zu schätzen ist, oder
- Berechnung des Volumenstroms für ein repräsentatives Szenario, welches nur ausgewählte große Öffnungen berücksichtigt.

Für solche Bauteile (z. B. Tore), welche im Rahmen der Heizlastberechnung als offen gehalten betrachtet werden, ergeben sich keine Transmissionswärmeverluste.

4.17.2 Schätzung des Außenluftvolumenstroms durch große Öffnungen

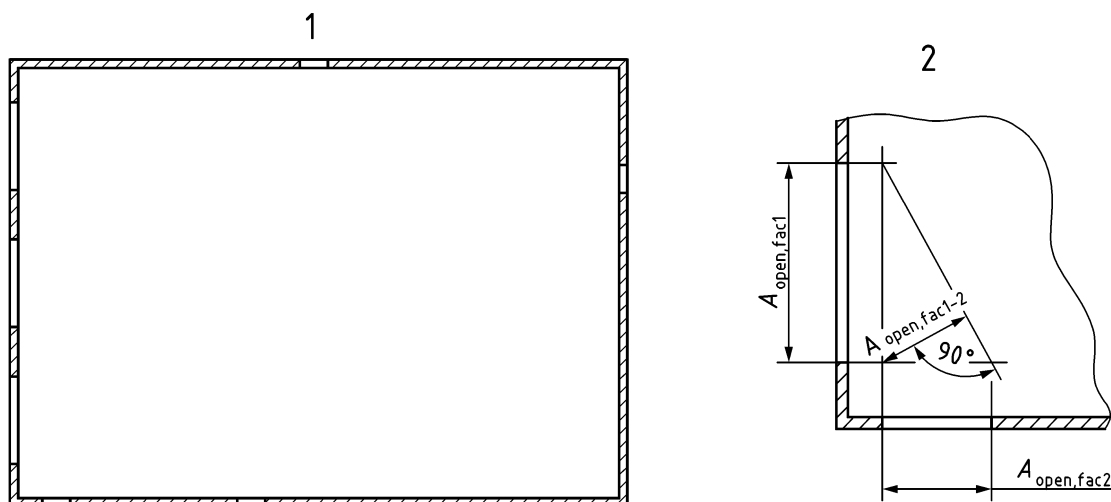
4.17.2.1 Allgemeines und Bilanz der effektiven Volumenströme

Der Außenluftvolumenstrom durch große (Wand-)Öffnungen

- in eine Zone $q_{v,open,z'}$ und
- in einen (beheizten) Raum $q_{v,open,i}$

kann mit dem hier beschriebenen Verfahren geschätzt werden. Der Berechnungsansatz ist nur zur näherungsweisen Ermittlung von Strömungsvorgängen durch große Öffnungen in weitestgehend vertikalen Wänden (Neigung $\leq 30^\circ$) geeignet — der Begriff *Fassade* bezieht sich nachfolgend allein auf solche Außenbauteile bzw. Gruppen solcher Außenbauteile.

Das dem Verfahren zugrundeliegende Modell fasst die realen großen Öffnungen aller Fassaden eines Raums nach festgelegten Regeln (4.17.2.4 Ermittlung der wirksamen Öffnungsflächen) zu den effektiven Öffnungsflächen $A_{open,fac1}$, $A_{open,fac2}$ und $A_{open,fac1-2}$ zusammen.



Legende

- | | | | |
|---|---------------------------------------|---|--|
| 1 | Grundriss Raum, reale öffnungsflächen | 2 | Berechnungsmodell, effektive Öffnungsflächen |
|---|---------------------------------------|---|--|

Bild 4 — Berechnungsmodell für große Öffnungen: wirksamen Öffnungsflächen, Draufsicht

Anhand dieser effektiven Öffnungsflächen werden unterschiedliche Strömungsszenarien betrachtet, in welchen sich thermisch induzierte und windinduzierte Strömungsvorgänge überlagern. Nachfolgend wird mit Bezug auf eine der beiden rechtwinklig angeordneten Öffnungsflächen des Berechnungsmodells z. T. von Flächen der Gruppe 1 bzw. Gruppe 2 gesprochen.

Volumenstrom durch große Öffnungen, Zone *z*

$$q_{v,open,z} = \sum_i \langle q_{v,open,i} \rangle \quad (14)$$

Volumenstrom durch große Öffnungen, Raum *i*

$$q_{v,open,i} = \max \langle q_{v,open,fac1,i} + q_{v,open,fac2,i}; q_{v,open,fac1-2,i} \rangle \quad (15)$$

Volumenstrom durch Öffnungen Gruppe 1 bzw. Gruppe 2

$$q_{v,open,fac1,i} = \sqrt{q_{v,open,fac1,th,i}^2 + q_{v,open,fac1,w,i}^2}$$
$$q_{v,open,fac2,i} = \sqrt{q_{v,open,fac2,th,i}^2 + q_{v,open,fac2,w,i}^2} \quad (16)$$

Volumenstrom bei gemeinsamer Durchströmung (1-2)

$$q_{v,open,fac1-2,i} = \sqrt{q_{v,open,fac1-2,th,i}^2 + q_{v,open,fac1-2,w,i}^2} \quad (17)$$

Dabei ist

$q_{v,open,z}$	der Außenluftvolumenstrom der Zone <i>z</i> durch große Öffnungen in der Gebäudehülle, in m ³ /h;
$q_{v,open,i}$	der Außenluftvolumenstrom des Raums <i>i</i> durch große Öffnungen in der Gebäudehülle, in m ³ /h;
$q_{v,open,fac1,i}$ $q_{v,open,fac2,i}$	der Außenluftvolumenstrom des Raums <i>i</i> durch die effektive Öffnungsfläche $A_{open,fac1}$ bzw. $A_{open,fac2}$, in m ³ /h;
$q_{v,open,fac1,th,i}$ $q_{v,open,fac2,th,i}$	der thermisch induzierte Luftvolumenstrom des Raums <i>i</i> durch die effektive Öffnungsfläche $A_{open,fac1}$ bzw. $A_{open,fac2}$ nach Gleichung (18), in m ³ /h;
$q_{v,open,fac1,w,i}$ $q_{v,open,fac2,w,i}$	der windinduzierte Luftvolumenstrom des Raums <i>i</i> durch die effektive Öffnungsfläche $A_{open,fac1}$ bzw. $A_{open,fac2}$ nach Gleichung (22), in m ³ /h;
$q_{v,open,fac1-2,i}$	der Luftvolumenstrom des Raums <i>i</i> durch die effektive Öffnungsfläche $A_{open,fac1-2}$ (gemeinsame Durchströmung), in m ³ /h;
$q_{v,open,fac1-2,th,i}$	der thermisch induzierte Luftvolumenstrom des Raums <i>i</i> durch die effektive Öffnungsfläche $A_{open,fac1-2}$ (gemeinsame Durchströmung) nach Gleichung (19), in m ³ /h;
$q_{v,open,fac1-2,w,i}$	der windinduzierte Luftvolumenstrom des Raums <i>i</i> durch die effektive Öffnungsfläche $A_{open,fac1-2}$ (gemeinsame Durchströmung) nach Gleichung (23), in m ³ /h.

4.17.2.2 Thermisch induzierte Volumenströme

Thermisch induzierter Volumenstrom durch Öffnungen Gruppe 1 bzw. Gruppe 2

$$q_{v,open,fac1,th,i} = \frac{1}{3} \cdot C_D \cdot A_{open,fac1,i} \cdot \sqrt{\frac{g \cdot h_{1,i} \cdot \Delta\theta_{i-e,fac1}}{T_e}} \cdot 3600 \left[\frac{S}{h} \right]$$
$$q_{v,open,fac2,th,i} = \frac{1}{3} \cdot C_D \cdot A_{open,fac2,i} \cdot \sqrt{\frac{g \cdot h_{2,i} \cdot \Delta\theta_{i-e,fac2}}{T_e}} \cdot 3600 \left[\frac{S}{h} \right]$$
(18)

Thermisch induzierter Volumenstrom bei gemeinsamer Durchströmung (1-2)

$$q_{v,open,fac1-2,th,i} = C_D \cdot A_{open,fac1-2,i} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot g \cdot \Delta h_{1-2,i} \cdot \Delta\theta_{i-efac1-2}}{T_e}} \cdot 3600 \left[\frac{S}{h} \right]$$
(19)

Dabei ist

$q_{v,open,fac1,th,i}$	der thermisch induzierte Luftvolumenstrom des Raums i durch die effektive
$q_{v,open,fac2,th,i}$	Öffnungsfläche $A_{open,fac1}$ bzw. $A_{open,fac2}$, in m^3/h ;
$q_{v,open,fac1-2,th,i}$	der thermisch induzierte Luftvolumenstrom des Raums i durch alle effektiven
	Öffnungsflächen (gemeinsame Durchströmung), in m^3/h ;
C_D	der Strömungswiderstandskoeffizient $C_D = 0,61$;
$A_{open,fac1,i}$	die wirksame Fläche der großen Öffnungen der Gruppe 1 bzw. Gruppe 2 nach
$A_{open,fac2,i}$	Gleichung (27) bzw. Gleichung (26), in m^2 ;
$A_{open,fac1-2,i}$	die wirksame Fläche der aller großen Öffnungen bei gemeinsamer Durchströmung
	nach Gleichung (25), in m^2 ;
g	die Fallbeschleunigung $g = 9,81$; in m/s^2 ;
$h_{1,i}/h_{2,i}$	die Höhe der der effektiven Öffnungsfläche $A_{open,fac1}$ bzw. $A_{open,fac2}$, in m ;
	Die Höhe der effektiven Öffnungsfläche ist vom untersten zum höchsten Punkt aller
	realen Öffnungen zu messen, welche der jeweiligen Gruppe angehören (siehe Bild 6).
$\Delta h_{1-2,i}$	die Höhendifferenz zwischen den Flächenschwerpunkten der Öffnungen in
	Außenwänden der Gruppe 1 und Öffnungen in Außenwänden der Gruppe 2 nach
	Gleichung (20) (siehe auch Bild 6), in m ;

- $\Delta\theta_{i-e,fac1}$ die Differenz zwischen der Innenlufttemperatur des Raums i an der jeweiligen Öffnung und der Außenlufttemperatur, in K:
- $\Delta\theta_{i-e,fac2}$ — Bei geringen Raumhöhen kann davon ausgegangen werden, dass die Innenlufttemperatur $\theta_{int,i}^*$ des Raums i seiner Auslegungsinnentemperatur $\theta_{int,i}$ entspricht. Bei großen Raumhöhen ($h \geq 4$ m), ist stattdessen die mittlere Lufttemperatur nach DIN EN 12831-1:2017-09 Gleichung (49) zu verwenden, wobei der Term $h_i/2$ durch den Mittelwert der Schwerpunkthöhen $y_{S,fac}$ aller Öffnungen der jeweiligen Gruppe (1, 2 oder 1-2) nach Gleichung (21) ersetzt werden muss. Für den Betrachtungsfall „fac1-2“ ist $y_{S,fac}$ über die Öffnungen beider Gruppen zu berechnen.
- $\Delta\theta_{i-e,fac1-2}$ — Die Außenlufttemperatur entspricht der Auslegungsaußentemperatur am Gebäudestandort ohne Anpassung zur Berücksichtigung der Zeitkonstante $\theta_{e,0}$.

T_e die mittlere Absoluttemperatur der Außenluft $T_e = \theta_{e,0} + 273$, in K.

Höhendifferenz Flächenschwerpunkte fac1/2

$$\Delta h_{1-2,i} = |y_{S,fac1,i} - y_{S,fac2,i}| \quad (20)$$

Mittlere Schwerpunkthöhe

$$y_{S,fac1/2,i} = \frac{\sum_k \langle y_{S,k} \times A_k \rangle}{\sum_k \langle A_k \rangle} \quad (21)$$

Dabei ist

$\Delta h_{1-2,i}$ die Höhendifferenz zwischen den Flächenschwerpunkten der Öffnungen in Außenwänden der Gruppe 1 und Öffnungen in Außenwänden der Gruppe 2 (siehe Bild 6), in m;

$y_{S,fac1/2,i}$ die mittlere Schwerpunkthöhe aller großen Öffnungen der Gruppe fac1 bzw. fac2 (siehe Bild 6), in m;

$y_{S,k}$ die Schwerpunkthöhe der großen Öffnung k , in m;

Innerhalb eines Raums müssen sich alle Schwerpunkthöhen auf dasselbe Höhenniveau beziehen (z. B. Oberkante Fertigfußboden).

Für geradzahlig drehsymmetrische Öffnungen (z. B. Rechtecke) gilt $y_{S,k} = h_k/2 + y_k$ nach Bild 5.

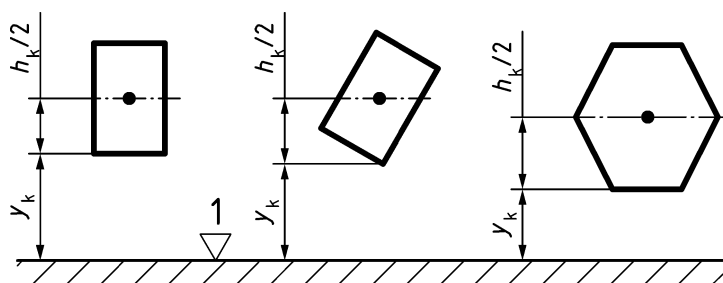


Bild 5 — Schwerpunkthöhe, beispielhaft

A_k die lichte Öffnungsfläche der großen Öffnung k , in m².

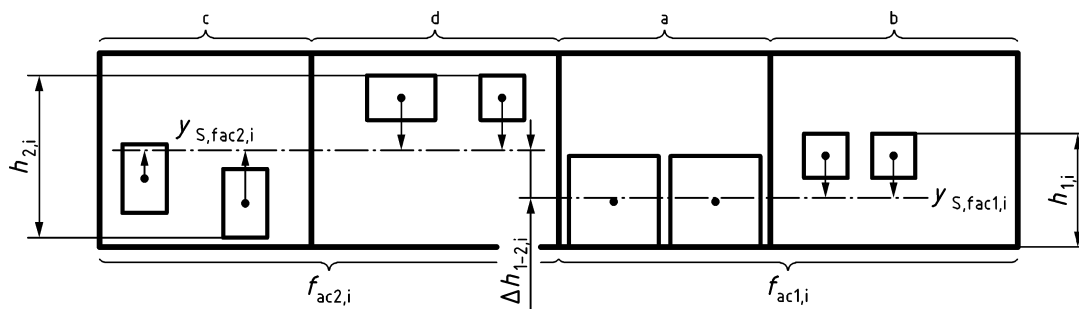


Bild 6 — Höhen h_1 , h_2 und Δh_{1-2} schematisch, abgewinkelte Wandflächen eines Raums i

4.17.2.3 Windinduzierte Volumenströme

Windinduzierter Volumenstrom durch Öffnungen Gruppe 1 bzw. Gruppe 2

$$q_{v,open,fac1,w,i} = 0,05 \cdot A_{open,fac1,i} \times v_{fac} \times 3\,600 \left[\frac{S}{h} \right] \quad (22)$$

$$q_{v,open,fac2,w,i} = 0,05 \times A_{open,fac2,i} \times v_{fac} \times 3\,600 \left[\frac{S}{h} \right]$$

Windinduzierter Volumenstrom bei gemeinsamer Durchströmung

$$q_{v,open,fac1-2,w,i} = C_D \times A_{open,fac1-2,i} \times \sqrt{\Delta C_p} \times v_{fac} \times 3\,600 \left[\frac{S}{h} \right] \quad (23)$$

Dabei ist

$q_{v,open,fac1,w,i}$ der windinduzierte Luftvolumenstrom des Raums i durch die effektive Öffnungsfläche $A_{open,fac1}$ bzw. $A_{open,fac2}$, in m^3/h ;
 $q_{v,open,fac2,w,i}$

$q_{v,open,fac1-2,w,i}$ der windinduzierte Luftvolumenstrom des Raums i durch alle effektiven Öffnungsflächen (gemeinsame Durchströmung), in m^3/h ;

C_D der Strömungswiderstandskoeffizient, $C_D = 0,61$;

$A_{open,fac1,i}$ die wirksame Fläche der großen Öffnungen der Gruppe 1 bzw. Gruppe 2 nach Gleichung (27) bzw. Gleichung (26), in m^2 ;
 $A_{open,fac2,i}$

$A_{open,fac1-2,i}$ die wirksame Fläche der aller großen Öffnungen bei gemeinsamer Durchströmung nach Gleichung (25), in m^2 ;

v_{fac} die mittlere lokale Windgeschwindigkeit an der Gebäudefassade v_{fac} kann nach Gleichung (24) geschätzt werden, in m/s ;

ΔC_p die Differenz der Druckkoeffizienten Luv Lee
 ΔC_p kann überschlägig als $f_{shield} \cdot f_{height}$ mit Tabelle 16 und Tabelle 17 bestimmt werden. Für Fassadenbereiche oberhalb 50 m ist keine Abschirmung zu unterstellen ($f_{shield} = 1,5$).

Tabelle 16 — Abschirmungsfaktor

Abschirmung ^a	f_{shield}
stark	0,5
normal	1,0
keine	1,5
^a Siehe Tabelle 13.	

Tabelle 17 — Höhenfaktor

Mittlerer vertikaler Abstand der Zone z zu Erdoberkante ^a	f_{height}
$0 \text{ m} \leq h_{g,z} < 15 \text{ m}$	0,75
$15 \text{ m} < h_{g,z} \leq 50 \text{ m}$	0,90
$50 \text{ m} < h_{g,z}$	1,00
^a Siehe Tabelle 13.	

Windgeschwindigkeit

$$v_{\text{fac}} = 1,36 \times v_{\text{meteo}} \times \frac{\ln \left(\frac{h_{g,z}}{z_{0,\text{site}}} \right)}{\ln \left(\frac{80 [\text{m}]}{z_{0,\text{site}}} \right)} \quad (24)$$

Dabei ist

- v_{fac} die mittlere lokale Windgeschwindigkeit an der Gebäudefassade, in m/s;
- v_{meteo} die meteorologische Windgeschwindigkeit, gemessen 10 m über dem Boden im offenen Lager, in m/s;
Ist kein lokaler Wert bekannt, ist von $v_{\text{meteo}} = 3 \text{ m/s}$ auszugehen.
- $h_{g,z}$ der mittlere vertikale Abstand der Lüftungszone z zur Erdoberkante, in m;
- $z_{0,\text{site}}$ die Rauigkeitslänge für Windgeschwindigkeit an der Fassade, in m.

Tabelle 18 — Rauigkeitslänge

Mittlerer vertikaler Abstand der Zone z zu Erdoberkante ^a	Abschirmung	$z_0 [\text{m}]$
$h_{g,z} \leq 80 \text{ m}$	stark	0,50
	normal	0,25
	keine	0,03
$h_{g,z} > 80 \text{ m}$	–	0,03
^a Siehe Abschnitt 5.		

4.17.2.4 Ermittlung der wirksamen Öffnungsflächen

Die wirksamen Flächen großer Öffnungen sind wie folgt zu ermitteln (siehe auch Bild 4):

Öffnungsfläche bei gemeinsamer Durchströmung

$$A_{\text{open,fac1-2,i}} = (A_{\text{open,fac1,i}}^{-2} + A_{\text{open,fac2,i}}^{-2})^{-0,5} \quad (25)$$

Öffnungsfläche Gruppe 1

$$A_{\text{open,fac1,i}} = \begin{cases} A_{a,i} + \min\langle A_{b,i}; A_{n,i} \rangle & \text{wenn } A_{a,i} < (A_{b,i} + A_{c,i} + \dots + A_{n,i}) \\ A_{a,i} & \text{wenn } A_{a,i} \geq (A_{b,i} + A_{c,i} + \dots + A_{n,i}) \end{cases} \quad (26)$$

Öffnungsfläche Gruppe 2

$$A_{\text{open,fac2,i}} = A_{a,i} + A_{b,i} + \dots + A_{n,i} - A_{\text{open,fac1,i}} \quad (27)$$

Dabei ist

$A_{\text{open,fac1,i}}$ die wirksame Fläche der großen Öffnungen in Außenwänden der Gruppe 1 bzw. 2, in m²;
Sofern $A_{\text{open,fac1}}$ nach dem oberen Fall von Gleichung (26) zu berechnen ist,

$A_{\text{open,fac2,i}}$

- gilt der Term $\min\langle A_{b,i}; A_{n,i} \rangle$ nur, wenn die Richtungen b und n an a grenzen — d. h. um jeweils höchstens 90° von der Richtung a abweichen. Grenzt eine der beiden Richtungen nicht an a , ist sie nicht in den Term einzubeziehen. Wiche beispielsweise die Richtung n um mehr als 90° von a ab, würde $A_{\text{open,fac1}} = A_{a,i} + \min\langle A_{b,i}; A_{n,i} \rangle$ zu $A_{\text{open,fac1}} = A_{a,i} + A_{b,i}$ umgeschrieben.
- sind bei $A_b = A_n$ (sofern b und n an a grenzen) zwei Lösungen möglich, welche die Aufteilung der realen Flächen und ihrer Höhen (siehe Bild 6) auf die beiden gedachten Fassaden fac1 und fac2 des Berechnungsmodells beeinflussen und damit zu unterschiedlichen Ergebnissen der zu berechnenden Volumenströme führen können. Im Sinne einer möglichst eindeutigen Berechnung wird das in 4.17.2.5 *Indizierung der realen Öffnungsflächen* beschriebenen Vorgehen empfohlen.

Sofern nur eine Richtung an a grenzt, gilt $b = n$. Die Öffnungsfläche dieser Richtung ist nicht doppelt einzubeziehen.

$A_{\text{open,fac1-2,i}}$ die wirksame Fläche aller großen Öffnungen bei gemeinsamer Durchströmung, in m²;
In diesem Betrachtungsfall — Durchströmung des Gebäudes (Index fac1-2) — wird modellhaft unterstellt, dass die wirksamen Öffnungsflächen $A_{\text{open,fac1}}$ und $A_{\text{open,fac2}}$ rechtwinklig zueinander stehen und sich die wirksame Öffnungsfläche der gleichzeitigen Durchströmung als deckungsgleiche Projektion beider Öffnungen entlang der Strömungsachse ergibt (Bild 4). Es gilt daher: $A_{\text{open,fac1-2}} < \min\langle A_{\text{open,fac1}}; A_{\text{open,fac2}} \rangle$.

$A_{a,i} \dots A_{n,i}$ die Summe der realen Öffnungsflächen (Tore o. ä.) aller Außenwände in der jeweiligen Richtung a bis n .

Die Richtungsindizes a bis n sind umlaufend — entweder im oder gegen den Uhrzeigersinn — zuzuordnen. Hierbei erhält die Außenwandseite bzw. Richtung mit der in Summe größten Öffnungsfläche den Index a . Außenwandseiten ohne große Öffnungen sind ebenfalls einzubeziehen — für diese beträgt die jeweilige Summe der Öffnungsflächen $A = 0$. Somit grenzen die Richtungen b und n i. d. R. unmittelbar an a .

In bestimmten Fällen sind mehrere unterschiedliche Indizierungen der realen Öffnungsflächen gleichberechtigt möglich, welche ebenfalls zu unterschiedlichen Ergebnissen für die wirksamen Öffnungsflächen $A_{\text{open,fac},...}$ und für die sich ergebenden Volumenströme führen können. Im Sinne einer möglichst eindeutigen Berechnung wird das in 4.17.2.5 *Indizierung der realen Öffnungsflächen* beschriebene Vorgehen empfohlen.

4.17.2.5 Indizierung der realen Öffnungsflächen

Die Indizierung der realen Öffnungsflächen ist Grundlage der Berechnung der wirksamen Öffnungsflächen $A_{\text{open,fac},...}$ und beeinflusst damit sowohl diese als auch die sich ergebenden Volumenströme $q_{v,\text{open},...}$. In bestimmten Fällen sind mehrere unterschiedliche Indizierungen der realen Öffnungsflächen gleichberechtigt möglich. Im Sinne einer möglichst eindeutigen Berechnung wird das nachfolgend beschriebene Vorgehen empfohlen:

- 1) Jede Fassadenseite wird einer der insgesamt 8 Haupt- und Nebenhimmelsrichtungen zugeordnet (N, NO, O, SO usw.).
- 2) Die Flächen aller großen Öffnungen, welche in die Betrachtung einbezogen werden, sind richtungsweise zu summieren.
- 3) Die Richtung mit der in Summe größten Öffnungsfläche erhält den Index a. Sollten hierfür mehrere Richtungen infrage kommen, ist a derjenigen zuzuordnen, welcher der lokalen Hauptwindrichtung am nächsten liegt — d. h. deren Winkel zu ihr am kleinsten ist. Sofern die lokale Hauptwindrichtung nicht bekannt ist, kann sich an Tabelle 19⁹⁾ orientiert werden.
- 4) Ausgehend von Richtung a werden alle weiteren Richtungen umlaufend mit b, c, d, ... n indiziert. Es kann im oder gegen den Uhrzeigersinn gezählt werden. Für beispielsweise 4 Fassadenrichtungen ergäbe sich die Indizierung a-b-c-d. Bei 8 Fassadenrichtungen ergäbe sich die Indizierung a-b-c-d-e-f-g-h.
- 5) Sofern nach Indizierung aller Fassadenrichtungen sich zwei Richtungen b und n ergeben, welche an a angrenzen, und diese beiden Richtungen b und n gleichgroße Öffnungsflächen aufweisen, werden gemäß Gleichung (26) (oberer Fall) zwei unterschiedliche Zuordnungen der realen Fassadenrichtungen zu den gedachten Fassadenrichtungen fac1/fac2 des Berechnungsmodells möglich. In diesem Fall ist analog zu Punkt 3 zu verfahren und der Fassadenrichtung fac1 diejenige der beiden Richtungen b und n zuzuordnen, welche der lokalen Hauptwindrichtung am nächsten liegt.

Tabelle 19 — Hauptsächliche Windrichtung bei Außentemperaturen ≤ -5 °C nach Klimagebiet unter Bezug auf die ehemaligen Testreferenzjahr-Regionen (2010)

TRY01	TRY02	TRY03	TRY04	TRY05	TRY06	TRY07	TRY08	TRY09	TRY10	TRY11	TRY12	TRY13	TRY14	TRY15
OSO	SSW	SSO	OSO	SSW	OSO	SSO	ONO	SSW	NNO	WNW	NNO	OSO	OSO	WSW

9) Das Windaufkommen gemäß Daten der Testreferenzjahre 2010 wurde für diese Betrachtung nach den 8 Zwischenhimmelsrichtungen (NNO, ONO, OSO, SSO usw.), welche zwischen den Haupt- und Nebenrichtungen liegen, zusammengefasst, um in Punkt 3 und Punkt 5 eine eindeutige Zuordnung zu erlauben.

4.18 Überströmung aus Nachbarräumen

Sofern Überströmung aus mindestens einem angrenzenden Raum in den betrachteten Raum i planungsgemäß vorkommt, sind die Kenngrößen zur Beschreibung dieser Überströmung – Überströmvolumenstrom $q_{v,transfer,ij}$ und -temperatur $\theta_{transfer,ij}$ – anhand der vorliegenden Gebäudedaten (z. B. Lüftungskonzept oder Lüftungsplanung) festzulegen.

Der Überströmvolumenstrom $q_{v,transfer,ij}$ in einen betrachteten Raum i ergibt sich grundsätzlich aus der Bilanz aller zu- und abgehenden Volumenströme dieses Raums.

Die Temperatur des Überströmvolumenstroms $\theta_{transfer,ij}$ ist die mittlere Lufttemperatur $\theta_{int,i}^*$ des Raums, aus welchem die Luft in den betrachteten Raum i strömt. Bei Überströmung aus mehreren an i angrenzenden Räumen kann vereinfachend die Lufttemperatur des Raums herangezogen werden, aus welchem die Überströmung überwiegend erfolgt (Volumenstromanteil > 50 %) – andernfalls ist die Überströmtemperatur als volumenstromgewichteter Mittelwert zu berechnen.

Sofern Überströmung in einen betrachteten Raum i vorliegt und der **Überströmvolumenstrom** $q_{v,transfer,ij}$ nicht bekannt ist, darf er nach Gleichung (28) geschätzt werden. Für Räume i , welche darüber hinaus Abströmung in mindestens einen weiteren Raum aufweisen, führt Gleichung (28) zu einer Unterschätzung des Überströmvolumenstroms – in solchen Fällen wird eine detaillierte Volumenstrombilanz empfohlen (i. d. R. Bestandteil der Volumenstromermittlung eines Lüftungskonzepts).

$$q_{v,transfer,ij} = \max(q_{v,exh,i} + q_{v,comb,i} - q_{v,sup,i}; 0) \quad (28)$$

Dabei ist

$q_{v,transfer,ij}$	Überströmvolumenstrom, in m^3/h ;
$q_{v,exh,i}$	Abluftvolumenstrom, in m^3/h ;
$q_{v,comb,i}$	technisch bedingter Volumenstrom für Exfiltration aus dem betrachteten Raum (z. B. durch raumluftabhängige Verbrennungsstätten oder Absaugung von Dämpfen/Rauch usw.), welche nicht durch Anpassung von Zu-/Abluftvolumenstrom kompensiert ist und somit zu Dysbalance führt, in m^3/h ;
$q_{v,sup,i}$	Zuluftvolumenstrom, in m^3/h .

4.19 Unterteilung der Gesamtlüftungswärmeverluste nach DIN EN 12831-1:2017-09, Gleichung (15), Gleichung (16) und Gleichung (17)

In DIN EN 12831-1:2017-09 werden die Lüftungswärmeverluste eines Raums, einer Zone und des Gebäudes jeweils als Gesamtwert nach Gleichung (17), Gleichung (16) bzw. Gleichung (15) der Norm berechnet. Für eine anschaulichere Berechnung und übersichtlichere Darstellung wird eine Unterteilung in die Anteile für

- Leckagen, Außenluftdurchlässe und Sicherstellung des Mindestluftwechsels,
- Zuluft, und
- Überströmung

empfohlen.

Die Berechnung der Anteile für Räume und Zonen ist in Gleichung (29) bis Gleichung (32) dargestellt. Die Berechnungen für das Gebäude erfolgen analog den zonenweisen Berechnungen, wobei die Summen über alle Räume des Gebäudes heranzuziehen sind. Die Berechnungen nach Gleichung (29) bis Gleichung (32) führen nicht zu anderen Lüftungswärmeverlusten als die Berechnungen nach DIN EN 12831-1:2017-09, Gleichung (17), Gleichung (16) bzw. Gleichung (15) — sie dienen lediglich der Ermittlung sinnvoller Teilergebnisse, welche in DIN EN 12831-1:2017-09 nicht separat ausgewiesen werden.

Lüftungswärmeverluste Zone

$$\Phi_{V,z} = \sum_i \langle \Phi_{V,\text{leak}/\text{min},i} \rangle + \sum_i \langle \Phi_{V,\text{sup},i} \rangle + \sum_i \langle \Phi_{V,\text{transfer},ij} \rangle \quad (29)$$

Lüftungswärmeverluste Raum

$$\Phi_{V,i} = \Phi_{V,\text{env}/\text{min},i} + \Phi_{V,\text{sup},i} + \Phi_{V,\text{transfer},ij} \quad (30)$$

Zonenbezogener Lüftungswärmeverlust und Volumenstrom des Raums durch Leckagen, Außenluftdurchlässe und Nutzung

$$\Phi_{V,\text{leak}/\text{min},i} = \rho \times c_p \times q_{v,\text{leak}/\text{min},i} \times (\theta_{\text{int},i}^* - \theta_{e,0}) \quad (31)$$

$$q_{v,\text{leak}/\text{min},i} = \max \langle q_{v,\text{leak}+\text{ATD},i} + q_{v,\text{open},i}; f_{iz} * q_{v,\text{min},i} - q_{v,\text{techn},i} \rangle$$

Raumbezogener Lüftungswärmeverlust und Volumenstrom des Raums durch Leckagen, Außenluftdurchlässe und Nutzung

$$\Phi_{V,\text{env}/\text{min},i} = \rho \times c_p \times q_{v,\text{env}/\text{min},i} \times (\theta_{\text{int},i}^* - \theta_{e,0}) \quad (32)$$

$$q_{v,\text{env}/\text{min},i} = \max \langle q_{v,\text{env},i} + q_{v,\text{open},i}; q_{v,\text{min},i} - q_{v,\text{techn},i} \rangle$$

Lüftungswärmeverlust des Raums durch Zuluft

$$\Phi_{V,\text{sup},i} = \rho \times c_p \times q_{v,\text{sup},i} \times (\theta_{\text{int},i}^* - \theta_{\text{rec},z}) \quad (33)$$

Lüftungswärmeverlust des Raums durch Überströmung

$$\Phi_{V,\text{transfer},ij} = \rho \times c_p \times q_{v,\text{transfer},ij} \times (\theta_{\text{int},i}^* - \theta_{\text{transfer},ij}) \quad (34)$$

Dabei ist

$\Phi_{V,\text{leak}/\text{min},i}$	Lüftungswärmeverlust und Volumenstrom des Raums durch Leckagen, Außenluftdurchlässe und Sicherstellung des Mindestluftwechsels bezogen auf die Zone, in m ³ /h;
$q_{v,\text{leak}/\text{min},i}$	
$\Phi_{V,\text{env}/\text{min},i}$	Lüftungswärmeverlust und Volumenstrom des Raums durch Leckagen, Außenluftdurchlässe und Sicherstellung des Mindestluftwechsels bezogen auf den Raum,
$q_{v,\text{leak}/\text{min},i}$	in m ³ /h;
$\Phi_{V,\text{sup},i}$	Lüftungswärmeverlust und Volumenstrom des Raums durch Zuluft, in m ³ /h;
$q_{v,\text{sup},i}$	
$\Phi_{V,\text{transfer},ij}$	Lüftungswärmeverlust und Volumenstrom des Raums durch Überströmung, in m ³ /h;
$q_{v,\text{transfer},ij}$	

$\rho \times c_p$	Dichte und massebezogene Wärmespeicherkapazität von Luft, in Wh/m ³ K;
$\theta_{\text{int},i}^*$	mittlere Lufttemperatur des Raums, in °C;
$\theta_{e,0}$	Auslegungsaußentemperatur am Gebäudestandort ohne Anpassung zur Berücksichtigung der Zeitkonstante (Lufttemperatur), in °C;
$q_{v,\text{leak}+\text{ATD},i}$	Außenluftvolumenstrom in den Raum <i>i</i> durch Undichtheiten und Außenwandluftdurchlässe, in m ³ /h;
$q_{v,\text{open},i}$	Außenluftvolumenstrom in den Raum <i>i</i> durch große Öffnungen in der Gebäudehülle, in m ³ /h;
f_{i-z}	Verhältnis zwischen der Summe der Volumenströme aller Räume <i>i</i> einer Zone <i>z</i> und dem resultierenden Volumenstrom der Zone <i>z</i>
$q_{v,\text{min},i}$	Mindestaußenluftvolumenstrom des Raums <i>i</i> , in m ³ /h;
$q_{v,\text{techn},i}$	technischer Volumenstrom des Raums <i>i</i> , in m ³ /h;
$\theta_{\text{rec},z}$	Zulufttemperatur nach Wärmerückgewinnung und/oder sonstiger passiver Vorwärmung (z. B. Erdkanal) unter Auslegungsbedingungen, in °C;
$\theta_{\text{transfer},ij}$	Temperatur des Überströmvolumenstroms (4.18), in °C;
$q_{v,\text{env},i}$	Außenluftvolumenstrom in den Raum <i>i</i> durch die Gebäudehülle, in m ³ /h.

4.20 Vorgehen Bei Luftverbund zwischen Nutzungseinheiten

DIN EN 12831-1:2017-09 und die Ausführungen des vorliegenden Dokumentes gehen von dem Regelfall aus, dass Lüftungszonen innerhalb von Nutzungseinheiten liegen und eine Lüftungszone höchstens das Maß einer Nutzungseinheit annehmen kann. Sollte jedoch ein Luftverbund mehrerer Nutzungseinheiten — z. B. nach innen offene Ladengeschäfte eines Kaufhauses — vorliegen, können die Lüftungswärmeverluste der einzelnen Nutzungseinheit nicht in Anlehnung an DIN EN 12831-1:2017-09, Gleichung (15) als Summe von Zonenwerten berechnet werden. Sie sind stattdessen in Anlehnung an DIN EN 12831-1:2017-09, Gleichung (16) als Summe aller Raumwerte der Nutzungseinheit zu berechnen.

4.21 Zusätzliche Aufheizleistung bei unterbrochen beheizten Räumen Φ_{hu}

4.21.1 Allgemeines

Sofern notwendig, können Zuschläge auf die Raum-Heizleistung zur beschleunigten Aufheizung bei unterbrochenem Heizbetrieb berücksichtigt werden. Liegen hierfür keine Planungsvorgaben oder Kennwerte nach anderen geeigneten Verfahren vor, kann unter gewissen Beschränkungen der nachfolgend beschriebene vereinfachte Ansatz angewendet werden.

Wird ein Aufheizzuschlag auf die Heizlast eines Raums erwogen, sind hierbei eventuelle Leistungsreserven bzw. -zuschläge aus anderen Anforderungen zu berücksichtigen — z. B. durch gegenüber den Standardwerten erhöhte Auslegungsinnentemperaturen [6.4, Fall b) oder c)]. Kommen für einen Raum mehrere Zuschläge auf die Heizlast in Betracht, so ist nur der höchste auszuwählen — es erfolgt keine Addition mehrerer Leistungszuschläge. Aufheizzuschläge sind immer auf Basis von Standardwerten der Auslegungsinnentemperatur nach 6.4 Fall a) zu berechnen.

Raum-Aufheizzuschläge nach vorliegender nationaler Ergänzung sind — wo notwendig — allein bei der Dimensionierung von

- Wärmeübergabekomponenten (Heizkörper, Konvektoren, Fußbodenheizung usw.),
- Wärmeverteilkomponenten (Rohleitungen und Armaturen), und
- regelungstechnischen Komponenten (z. B. Thermostatventile i. V. m. Vorlauftemperaturregelung)

zu berücksichtigen. Die hydraulische und regelungstechnische Auslegung sind nicht Bestandteil der DIN EN 12831-1:2017-09 und des vorliegenden Dokumentes. Sofern Raum-Aufheizzuschläge bei der Dimensionierung von Wärmeübergabe-, -verteil- und Regelungskomponenten berücksichtigt werden, ist hieraus keine Notwendigkeit abzuleiten, diese auch bei der Dimensionierung der Wärmeerzeugung einzubeziehen. Ob und inwiefern Aufheizzuschläge bei der Dimensionierung von Wärmeerzeugern berücksichtigt werden, ist im Einzelfall abzuwägen.

Um Wärmeerzeuger nicht überzudimensionieren, sowohl aus ökonomischen als auch aus Gründen der Energieeffizienz, sollten bei ihrer Dimensionierung und ggf. der Berücksichtigung von Aufheizvorgängen folgende Aspekte berücksichtigt werden:

- es sind lediglich Raum-Aufheizzuschläge zu berücksichtigen, welche gleichzeitig unter Auslegungsaußenbedingungen auftreten können;
- bei angepasster zentraler sowie raumweiser Temperaturregelung, angepasstem Nutzerverhalten und/oder ggf. speziellen Regelalgorithmen für besonders kalte Tage können Aufheizzuschläge entfallen oder verringert werden;
- ein möglicherweise notwendiger Aufheizzuschlag ist um ohnehin vorgehaltene Leistungsreserven (z. B. für Trinkwassererwärmung) zu vermindern;
- bei Einsatz sehr trägheitsarmer Heizsysteme — z. B. dezentrale Hallenheizsysteme wie Warmluft-erzeuger und Hell-/Dunkelstrahler in industriell/gewerblich genutzten Hallengebäuden — sind i. d. R. keine Aufheizzuschläge notwendig.

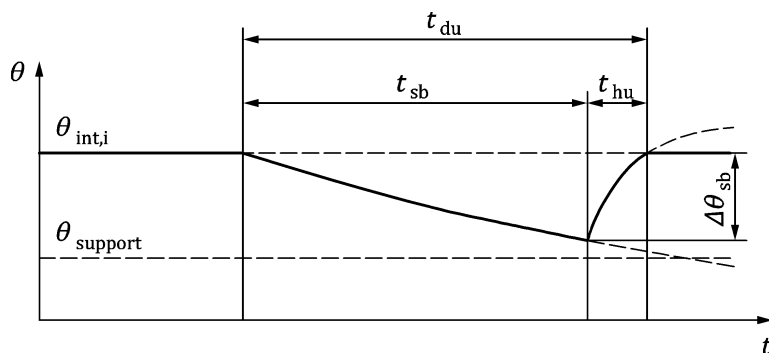
4.21.2 Schätzung der zusätzlichen Aufheizleistung eines Raumes bei unterbrochenem Heizbetrieb

Die Höhe des Aufheizzuschlags hängt stark von mehreren Einflussgrößen ab, u. a. Wärmedämmung und thermisches Speichervermögen des Gebäudes, Lüftungsverhalten während der Temperaturabsenkung und der Aufheizphase, zulässige Aufheizzeit usw. Der nachfolgend beschriebene vereinfachte Ansatz kann die möglichen Einflussgrößen aus Gründen der praktischen Anwendbarkeit und des i. d. R. begrenzten Informationsumfangs zum Gebäude nur bis zu einem gewissen Grad berücksichtigen — er stellt eine grobe Schätzung dar.

Das beschriebene Verfahren unterliegt den folgenden Bedingungen:

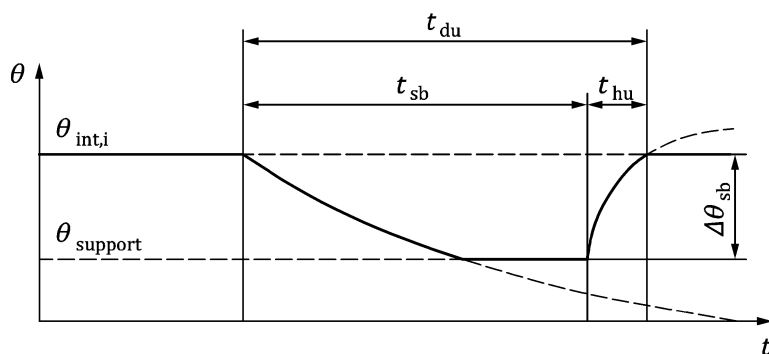
- Raumnutzung gemäß Tabelle 32 bzw. eine Raumtemperatur, welche nicht wesentlich von den Standardwerten nach Tabelle 32 abweicht (≤ 3 K);
- zeitgemäßer Wärmedämmstandard;
- geringe Raumhöhen (im Mittel $\leq 3,5$ m);
- Temperaturabfall ≤ 5 K, sichergestellt durch Raumtemperaturregelung.

Temperaturabfall bis zum Beginn der Aufheizphase



Innentemperatur bleibt oberhalb des Stützwertes

Temperaturabfall bis zum Erreichen der Stütztemperatur



Innentemperatur sinkt auf Wert der eingestellten Stütztemperatur und wird bis zum Beginn der Aufheizphase durch Raumtemperaturregelung auf diesem Niveau gehalten

θ Temperaturachse

$\theta_{int,i}$ Solltemperatur des Raums i in der Nutzungszeit

$\theta_{support}$ Stütztemperatur, welche ggf. durch die Raumtemperaturregelung sichergestellt wird (z. B. Nachttemperatur, Frostschutzschaltung o. ä.)

$\Delta\theta_{sb}$ Temperaturabfall

t Zeitachse

t_{du} Dauer der Nichtnutzungsphase

t_{sb} Dauer der Abkühlphase

t_{hu} Dauer der Aufheizphase

Bild 7 — Temperaturprofile bei unterbrochenem Heizbetrieb, schematisch

Der auf die beheizte Grundfläche bezogene Aufheizzuschlag ist nach Tabelle 20 in Abhängigkeit von der Höhe des Temperaturabfalls festzulegen. Sollte die Höhe des Temperaturabfalls nicht bekannt sein, kann sie nach Gleichung (35) bestimmt werden; die berechnete Temperaturdifferenz ist zur Anwendung mit Tabelle 20 ganzzahlig zu runden — die lineare Interpolation von Zwischenwerte innerhalb Tabelle 20 ist ebenfalls zulässig, erscheint angesichts des relativ groben Näherungsverfahrens jedoch unverhältnismäßig.

Tabelle 20 — spezifischer Aufheizzuschlag in Abhängigkeit vom Temperaturabfall

	1				2				3				4				5				6			
	Temperaturabfall $\Delta\theta_{sb,i}$ [K]				1				2				3				4				5			
	Luftwechsel während der Temperaturabsenkung ^a $n_{sb,i}$ [h]				0,1		0,5		0,1		0,5		0,1		0,5		0,1		0,5		0,1		0,5	
	Wärmespeicherkapazität ^b Aufheizzeit				g	m	g	m	g	m	g	m	g	m	g	m	g	m	g	m	g	m	g	m
	$t_{hu,i}$ [h]				spezifischer Aufheizzuschlag $\varphi_{hu,i}$ [W/m ²]																			
1	0,5				12	12	14	18	27	28	29	35	39	44	44	53	50	60	58	69	-	-	-	-

	1	2				3				4				5				6			
	Temperaturabfall $\Delta\theta_{sb,i}$ [K]	1				2				3				4				5			
	Luftwechsel während der Temperaturabsenkung ^a $n_{sb,i}$ [h]	0,1		0,5		0,1		0,5		0,1		0,5		0,1		0,5		0,1		0,5	
	Wärmespeicherkapazität ^b Aufheizzeit	g	m	g	m	g	m	g	m	g	m	g	m	g	m	g	m	g	m	g	m
	$t_{hu,i}$ [h]	spezifischer Aufheizzuschlag $\varphi_{hu,i}$ [W/m ²]																			
2	1	8	8	10	14	18	21	21	28	26	34	32	43	33	48	41	56	-	-	-	-
3	2	5	5	7	11	10	15	13	22	15	25	21	33	20	35	28	43	43	85	47	94
4	3	3	3	5	10	7	12	10	19	9	20	15	27	14	29	21	37	33	75	37	84
5	4	2	2	4	9	5	10	8	17	7	18	13	25	10	26	17	34	28	72	31	76

^a Bei geschlossenen Fenstern und Türen kann im Rahmen dieses Näherungsverfahrens von einem Luftwechsel von $n = 0,1 \text{ h}^{-1}$ ausgegangen werden.

^b Für das vorliegende Näherungsverfahren sind Kategorien gemäß Tabelle 9 anzuwenden ($g \triangleq$ gering; $m \triangleq$ mittel/hoch) — liegt die Wärmespeicherkapazität als Zahlenwert vor, ist ihr eine der Kategorien nach Tabelle 9 zuzuordnen.

Temperaturabfall

$$\Delta\theta_{sb,i} = \min \left((\theta_{int,i} - \theta_{e,sb}) \times \left(1 - e^{-\left(\frac{t_{sb,i}}{\tau}\right)} \right); \theta_{int,i} - \theta_{support} \right) \quad (35)$$

Dabei ist

- $\Delta\theta_{sb,i}$ die Temperaturabfall zum Ende der Abkühlphase, in K;
Für die Anwendung mit Tabelle 20 darf $\Delta\theta_{sb,i}$ höchstens 5 K betragen.
- $\theta_{int,i}$ die Auslegungsinntemperatur, in °C;
Es ist der Standardwert der Auslegungsinntemperatur nach 6.4, Fall a) einzusetzen.
- $\theta_{e,sb}$ die Außentemperatur während der Abkühlphase, in °C;
Bei unbekanntem Wert darf die Auslegungsaußentemperatur eingesetzt werden.
- $t_{sb,i}$ die Dauer der Abkühlphase, in h;
- τ die Zeitkonstante des Gebäudes bzw. des betrachteten Gebäudebereichs, in h;
- $\theta_{support}$ die Stütztemperatur, welche regelungstechnisch sichergestellt wird, in °C;
Für die Anwendung mit Tabelle 20 darf die Differenz zwischen dem hier herangezogenen Standardwert der Auslegungsinntemperatur $\theta_{int,i}$ und der Stütztemperatur $\theta_{support}$ höchstens 5 K betragen.
- Soll der Temperaturabfall $\theta_{sb,i}$ für die Anwendung in einem anderen Verfahren zur Ermittlung der Aufheizleistung ohne Berücksichtigung einer Stütztemperatur berechnet werden, kann Gleichung (35) folgendermaßen modifiziert werden:

$$\Delta\theta_{sb,i} = (\theta_{int,i} - \theta_{e,sb}) \times \left(1 - e^{-\left(\frac{t_{sb,i}}{\tau}\right)} \right)$$

4.22 Wärmegewinne ϕ_{gain}

Wärmegewinne — etwa durch Maschinen, Personenaufenthalt und solare Einstrahlung — werden nicht berücksichtigt ($\phi_{\text{gain}} = 0$).

5 Eingangsgrößen und Vorgaben für die vereinfachten Verfahren (DIN EN 12831-1, Abschnitt 7 und Abschnitt 8)

5.1 Gebäude- und Bauteilmaße

5.1.1 Allgemeines

Es sind nur diejenigen Bauteilflächen zu berücksichtigen, welche im Auslegungsfall eine Temperaturdifferenz von mehr als 4 K zwischen dem betrachteten Raum/Bereich/Gebäude und der benachbarten Umgebung aufweisen.

Für die Berechnung der Heizlast nach den vereinfachten Verfahren gemäß der DIN EN 12831-1:2017-09, Abschnitt 7 und Abschnitt 8 ist die Kenntnis der Himmelsrichtungen von Außenwandflächen nicht notwendig — gleichartige Bauteilflächen unterschiedlicher Himmelsrichtungen dürfen rechnerisch zusammengefasst und als ein Bauteil betrachtet werden.

5.1.2 Verhältnis zwischen Außen- und Innenflächen $f_{\text{int-ext}}$ (Nr. 7 DIN EN 12831-1)

Bauteilflächen sind gemäß 6.1 auf Grundlage von Außenabmessungen zu ermitteln. Sofern für opake Bauteile nur Innenflächen ermittelt werden können, sind Außenflächen nach DIN EN 12831-1:2017-09, 7.3.2, Gleichung (52) näherungsweise über Pauschalwerte des Verhältnisses zwischen Außen- und Innenflächen nach Tabelle 21 zu bestimmen.

Tabelle 21 — Verhältnis zwischen Außen- und Innenflächen

	Bauteil	$f_{\text{int-ext}}$
1	Vertikale Außenwände	1,25
2	Dächer	1
3	oberste Geschossdecken	1
4	Böden/Decken gegen unbeheizte Bereiche (z. B. Kellerdecke)	1
5	Boden gegen Erdreich	1

Türen und Fenster in Innenwänden dürfen übermessen werden, sofern sie nur einen geringen Flächenanteil an der jeweiligen Innenwand ausmachen.

5.1.3 Bauteilflächen rechteckiger Bauteile

Die Fläche eines rechteckigen Bauteils — z. B. Außenwand — kann über ihre Kantenlängen nach Gleichung (36) berechnet werden. Sofern für opake Bauteilflächen hierbei Innenabmessungen zugrunde gelegt werden, müssen die so berechneten Innenflächen nach DIN EN 12831-1:2017-09, 7.3.2, Gleichung (52) zusammen mit 7.1.2 des vorliegende Dokumentes in Außenflächen umgerechnet werden.

Rechteckige Bauteilfläche

$$A_k = l_k \times b_k \quad (36)$$

Dabei ist

A_k die Bauteilfläche des rechteckigen Bauteils, in m^2 ;

l_k die Länge des rechteckigen Bauteils, in m^2 ;

b_k die Breite des rechteckigen Bauteils, in m^2 .

Für einen Raum mit einheitlicher Raum- und ggf. Fensterhöhe kann die Ermittlung der Fläche gleichartiger Bauteile zusammengefasst werden, indem die Längenmaße dieser Bauteile addiert und anschließend mit der zugehörigen Höhe multipliziert werden. Sofern hierbei Innenabmessungen zugrunde gelegt, muss eine Umrechnung in Außenflächen erfolgen. Das Vorgehen ist für eine durch Innenabmessungen bemaßte Außenwand beispielhaft in Bild 8 zusammen mit Gleichung (38) und Gleichung (37) dargestellt.

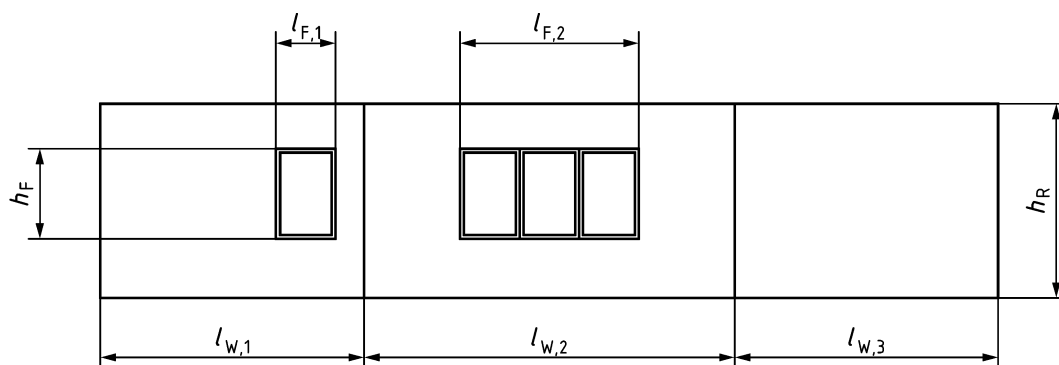


Bild 8 — Abgewinkelte Außenwandfläche eines Raums (Innenmaße), beispielhaft

Zusammengefasste Außenwandfläche, beispielhaft

$$A_{AW} = \left(f_{\text{int-ext}} \times \left((l_{W,1} + l_{W,2} + \dots) \times h_R \right) \right) - A_F \quad (37)$$

Zusammengefasste Fensterfläche, beispielhaft

$$A_F = (l_{F,1} + l_{F,2} + \dots) \times h_F \quad (38)$$

Dabei ist

A_{AW} die Außenwandfläche, Außenabmessungen, in m^2 ;

A_F die Fensterfläche $\triangleq$ lichte Gesamtfläche der Rohbauöffnungen aller Fenster, in m^2 ;

$f_{\text{int-ext}}$ das Verhältnis zwischen Innen- und Außenflächen nach 5.1.2, in m^2 ;

l_W die Innenlänge des jeweiligen Außenwandabschnitts, in m^2 ;

h_R die lichte Raumhöhe, in m;

l_F die Länge (Breite) des jeweiligen Fensters $\triangleq$ Breite der jeweiligen Rohbauöffnung, in m;

h_F die Fensterhöhe $\triangleq$ Höhe der jeweiligen Rohbauöffnung, in m.