

Systèmes de chauffage dans les bâtiments – Puissance requise

Impianti di riscaldamento negli edifici – Fabbisogno di potenza

Heizungsanlagen in Gebäuden – Leistungsbedarf

384/2

Referenznummer
SN 546384/2:2020 de

Gültig ab: 2020-06-01

Herausgeber
Schweizerischer Ingenieur-
und Architektenverein
Postfach, CH-8027 Zürich

In der vorliegenden Publikation gelten die männlichen Funktions- und Personenbezeichnungen sinngemäss auch für weibliche Personen.

Allfällige Korrekturen zur vorliegenden Publikation sind zu finden unter www.sia.ch/korrigenda.

Der SIA haftet nicht für Schäden, die durch die Anwendung der vorliegenden Publikation entstehen können.

2020-06 1. Auflage

2024-03 2. Auflage, Nachdruck mit Korrekturen aus Korrigenda SIA 384/2-C1

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
Vorwort	4
0 Geltungsbereich	5
0.1 Abgrenzung	5
0.2 Allgemeine Bedingungen Bau	5
0.3 Normative Verweisungen	5
1 Verständigung	6
1.1 Begriffe und Definitionen	6
1.2 Symbole, Begriffe und Einheiten	8
1.3 Indizes	9
2 Norm-Heizlast eines Raums	10
2.1 Berechnung	10
2.2 Norm-Transmissionswärmeverluste ..	10
2.3 Norm-Lüftungswärmeverluste	13
2.4 Wärmeeinträge	14
2.5 Raumtemperaturen	14
2.6 Raumtemperaturen angrenzender Räume	15
3 Norm-Heizlast des Gebäudes	16
4 Norm-Aussentemperatur	17
5 Gebädeträgheit	18
5.1 Allgemeines	18
5.2 Vereinfachte Ermittlung der Temperaturkorrektur	18
5.3 Berechnung der Temperatur- korrektur	19
6 Einfluss des Wärmeabgabesystems bei grossen Raumhöhen	20
6.1 Allgemeines	20
6.2 Mittlere Temperatur der inneren Oberflächen	20
Anhang	
A (normativ) Raumtemperaturen angrenzender Räume	22
B (normativ) Äquivalenter Wärmedurch- gangskoeffizient von Bauteilen gegen das Erdreich	24
C (informativ) Publikationen	26
D (informativ) Verzeichnis der Begriffe ..	27

VORWORT

Im März 2003 erschien EN 12831, *Heizungsanlagen in Gebäuden – Verfahren zur Berechnung der Norm-Heizlast*. Zu dieser Norm wurde ein Nationaler Anhang verfasst, der am 1. März 2005 zusammen mit EN 12831 als SIA 384.201 (SN EN 12831:2003) Gültigkeit erlangte. Mit dem Abschluss der Überarbeitung der EPBD II-Normenreihe liegt seit Herbst 2017 eine überarbeitete Norm EN 12831-1, *Energetische Bewertung von Gebäuden – Verfahren zur Berechnung der Norm-Heizlast – Teil 1: Raumheizlast, Modul M3-3*, vor, die als SN EN 12831-1:2017 ins Schweizer Normenwerk übernommen wurde. Sie besteht aus EN 12831-1:2017, dem nationalen Vorwort und dem nationalen Anhang NA.

Die Kommission SIA 384 hat entschieden, das Berechnungsverfahren von EN 12831-1:2017 in einer neuen Norm SIA 384/2 zusammenzufassen. Die Berechnung der Transmissionswärmeverluste ist in dieser Zusammenfassung gleich wie in SN EN 12831-1:2017. Die Berechnung des Lüftungswärmeverlusts wurde stark vereinfacht. Für Gebäude mit hohen Räumen, einer hohen Luftwechselrate oder Toren, die über einen wesentlichen Zeitraum pro Tag geöffnet bleiben, kann SN EN 12831-1:2017 inklusive dem nationalen Anhang beigezogen werden. Der nationale Anhang beinhaltet alle Eingangsgrössen, die für das Standardverfahren und das vereinfachte Verfahren zur Berechnung der Norm-Heizlast nötig sind. Das vereinfachte Verfahren wird in der Schweiz nicht angewendet.

Wie schon die Norm SN EN 12831:2003 liefert auch die vorliegende Norm die Norm-Heizlast für die Auslegung der Wärmeabgabesysteme. Ebenfalls wird beschrieben, wie die Norm-Heizlast für das Gebäude berechnet wird.

Nachfolgend sind die wesentlichen Änderungen gegenüber SN EN 12831:2003 aufgeführt.

- Bei der Berechnung der Norm-Heizlast können neu, unter bestimmten Voraussetzungen, Wärmeeinträge berücksichtigt werden.
- Bei Raumhöhen gleich oder grösser 4 m wird bei jedem Bauteil die Raumtemperatur unterschiedlich korrigiert.
- Die Berücksichtigung des Einflusses von Grundwasser wurde aus SIA 380/1 übernommen.
- Für die Berechnung der Raumtemperatur von nicht aktiv beheizten Räumen wurde das Verfahren von SN EN 12831-1:2017 übernommen.
- Die Berechnung des äquivalenten Wärmedurchgangskoeffizienten für Berechnungen gegen Erdreich erfolgt nach dem vereinfachten Verfahren von SN EN 12831-1:2017.
- Für die Lüftungswärmeverluste wird nur noch der minimale Luftwechsel berücksichtigt. Für die Mindest-Luftwechselraten müssen je nach Gegebenheit unterschiedliche Werte verwendet werden.
- Die Berücksichtigung der Gebäudeträgheit wurde angepasst.
- Begriffe, Symbole und Indizes wurden mit SIA 380/1 abgeglichen.
- Transmissionswärmeverluste an Nachbarräume, welche nicht das ganze Jahr beheizt sind (Ferien-Reiheneinfamilienhäuser) und an einer anderen Wärmezentrale angeschlossen sind, werden nach 2.2.3 (unbeheizter Raum) gerechnet.

In Abweichung zu SN EN 12831-1:2017 wird auf einen Zuschlag für das Wiederaufheizen nach einem längeren Heizungsunterbruch verzichtet.

Da die Bezeichnungen, Symbole und Indizes mit SIA 380/1 abgeglichen wurden, weichen diese von SN EN 12831-1:2017 ab. Die Bedeutung bleibt aber die Gleiche. Die Abweichungen sind in 1.3 dokumentiert.

Kommission SIA 384

0 GELTUNGSBEREICH

0.1 Abgrenzung

0.1.1 Die vorliegende Norm legt Verfahren zur Berechnung der statischen Norm-Heizlast für Standardfälle unter Auslegebedingungen fest. Die Norm-Heizlast dient zur Auslegung der Wärmeabgabesysteme im Raum und ist eine der Grundlagen für die Dimensionierung des Wärmeerzeugungssystems.

Als Standardfälle gelten alle Gebäude, deren Räume allseitig durch Bauteile umschlossen sind und innerhalb der thermischen Gebäudehülle liegen. Beispiele für solche Gebäude sind: Wohngebäude, Büro- und Verwaltungsgebäude, Schulen, Bibliotheken, Krankenhäuser, Kurheime, Gebäude für Hotels und Gaststätten, Warenhäuser.

0.1.2 Die vorliegende Norm regelt im Weiteren

- den Umgang mit internen Wärmeeinträgen,
- den Einfluss des Wärmeabgabesystems bei grossen Raumhöhen.

0.1.3 Für klimatisierte Gebäude kann die Norm-Heizlast auch nach dem dynamischen Verfahren von SIA 382/2 berechnet werden. Dies muss aber mit der Bauherrschaft vor Planungsbeginn vereinbart werden.

0.1.4 Die Dimensionierung der Wärmeerzeugung wird in SIA 384/1 behandelt.

0.2 Allgemeine Bedingungen Bau

Die Allgemeinen Bedingungen Bau (ABB), welche die vorliegende Norm betreffen, sind in SIA 118/380 *Allgemeine Bedingungen für Gebäudetechnik* enthalten.

0.3 Normative Verweisungen

Im Text dieser Norm wird auf die nachfolgend aufgeführten Publikationen verwiesen, die im Sinne der Verweisungen ganz oder teilweise mitgelten. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe (bei SN EN einschliesslich aller Änderungen), bei datierten Verweisungen die entsprechende Ausgabe der betreffenden Publikation.

0.3.1 Publikationen des SIA

Norm SIA 180	Wärmeschutz, Feuchteschutz und Raumklima in Gebäuden
Norm SIA 380	Grundlagen für energetische Berechnungen von Gebäuden
Norm SIA 384/1	Heizungsanlagen in Gebäuden – Grundlagen und Anforderungen
Merkblatt SIA 2024	Raumnutzungsdaten für die Energie- und Gebäudetechnik
Merkblatt SIA 2028	Klimadaten für Bauphysik, Energie- und Gebäudetechnik

0.3.2 Europäische Normen

SN EN 12831-1	Energetische Bewertung von Gebäuden – Verfahren zur Berechnung der Norm-Heizlast – Teil 1: Raumheizlast, Modul M3-3
SN EN ISO 13370	Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden – Wärmeübertragung über das Erdreich – Berechnungsverfahren
SN EN ISO 13786	Wärmetechnisches Verhalten von Bauteilen – Dynamisch-thermische Kenngrössen – Berechnungsverfahren

1 VERSTÄNDIGUNG

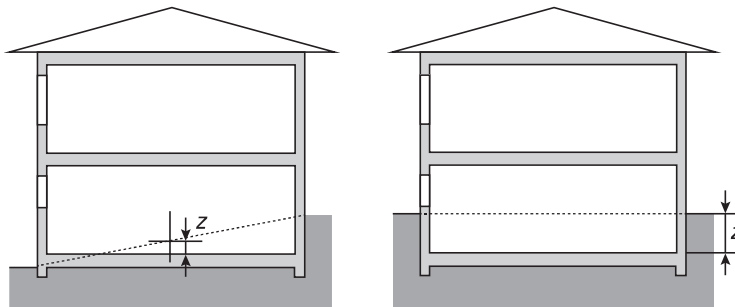
1.1 Begriffe und Definitionen

Für die Anwendung der vorliegenden Norm gelten die folgenden Begriffe und Definitionen. Diese Begriffe sind im Anhang D in alphabetischer Reihenfolge in drei Sprachen aufgelistet.

1.1.1 Gebäude und Raum

- | | | |
|---------|--|---|
| 1.1.1.1 | Bauteil | Innen- oder aussenliegende Komponente der Gebäudestruktur und/ oder der thermischen Gebäudehülle oder eines Teils davon mit identischen thermischen Bedingungen auf jeder Seite des Bauteils. |
| 1.1.1.2 | Bauteilfläche
$A \mid \text{m}^2$ | Die Bauteilflächen (Fenster, Türe, Wand, Boden und Dach) werden nach SIA 380 bestimmt. |
| 1.1.1.3 | Tiefe im Erdreich
$z \mid \text{m}$ | Differenz zwischen oberkant Erdreich und oberkant Bodenplatte. Bei geneigtem Gelände wird ein mittlerer Wert für z eingesetzt. |

Figur 1 Darstellung der Tiefe im Erdreich



- | | | |
|---------|----------------------------|--|
| 1.1.1.4 | Raumhöhe | Höhe des Raums von oberkant Fertigboden bis unterkant Fertigdecke. |
| 1.1.1.5 | Beheizter Raum | Raum innerhalb der thermischen Gebäudehülle, der durch eine gebäudetechnische Anlage auf einen vorgegebenen Sollwert der Raumtemperatur von 10 °C oder mehr beheizt wird. |
| 1.1.1.6 | Unbeheizter Raum | Raum ausserhalb der thermischen Gebäudehülle.

Als unbeheizte Räume gelten auch Räume innerhalb der thermischen Gebäudehülle in benachbarten Gebäudeeinheiten, deren Wärmeabgabesystem an einer anderen Wärmezentrale angeschlossen ist, und die nicht dauernd bewohnt sind. |
| 1.1.1.7 | Nicht aktiv beheizter Raum | Nicht beheizter Raum, der innerhalb der thermischen Gebäudehülle liegt. |
| 1.1.1.8 | Gebäudeeinheit | Bestimmter, üblicherweise durch eine Partei oder einen Benutzer als Einheit genutzter Teil eines Gebäudes (ein Raum oder mehr), z. B.
– ein Apartment,
– eine Wohnung,
– eine Büroeinheit,
wobei die Wärmezufuhr zu jeder Gebäudeeinheit individuell durch den Benutzer dieser Gebäudeeinheit geregelt werden kann (üblicherweise mithilfe von Regelvorrichtungen für die Raumtemperatur). |
| 1.1.1.9 | Thermische Gebäudehülle | Sie setzt sich aus den Bauteilen zusammen, welche die beheizten Räume allseitig und vollständig umschliessen. Details siehe SIA 380. |

1.1.2	Heizung	
1.1.2.1	Wärmeabgabesystem	Untereinander verbundene Bestandteile einer Anlage zur Abgabe oder Übergabe der Wärme an einen zu beheizenden Raum. Üblicherweise werden dafür Fussbodenheizungen oder Heizkörper eingesetzt.
1.1.3	Leistung	
1.1.3.1	Norm-Heizlast $\Phi_{HL} W$	Wärmestrom (Leistung), der erforderlich ist, um die festgelegte Norm-Raumtemperatur unter Norm-Aussenbedingungen zu erreichen. Die Norm-Heizlast deckt die Transmissions- und Lüftungswärmeverluste.
1.1.3.2	Norm-Wärmeverlust ΦW	Wärmeverlust (Leistung) des Gebäudes unter festgelegten Normbedingungen an die äussere Umgebung.
1.1.3.3	Norm-Transmissionswärmeverlust $\Phi_T W$	Wärmeverluste nach aussen sowie zwischen beheizten und weiteren beheizten oder unbeheizten Räumen in einem Gebäude aufgrund der Wärmeleitung durch die umschliessenden Flächen.
1.1.3.4	Norm-Lüftungswärmeverlust $\Phi_V W$	Wärmeverluste nach aussen durch Lüftung und Infiltration durch die Gebäudehülle und die durch Lüftung von einem beheizten in einen weiteren beheizten oder unbeheizten Raum übertragene Wärme.
1.1.3.5	Norm-Wärmetransferkoeffizient $H W/K$	Verhältnis des Wärmetransfers vom beheizten Raum nach aussen zur Temperaturdifferenz zwischen innen und aussen, unter festgelegten Normbedingungen. In der Berechnung wird zwischen Transmissions-Wärmetransferkoeffizient und Lüftungs-Wärmetransferkoeffizient unterschieden.
1.1.4	Lüftung	
1.1.4.1	Mechanische Lüftung	Luftaustausch, angetrieben von einem oder mehreren Ventilatoren.
1.1.4.2	Natürliche Lüftung	Luftaustausch, angetrieben von Wind- und/oder thermischen Auftriebskräften (Fensterlüftung, thermische Lüftung über einen Schacht sowie Infiltration und Exfiltration). Als natürlich belüftet gelten auch Gebäudeeinheiten mit kurzzeitig betriebenen Abluftanlagen in Küche, Bad, WC usw.
1.1.4.3	Abluftanlage	Mechanische Lüftung, die ausschliesslich Abluft fördert. Die Aussenluft strömt durch Nachströmöffnungen und Infiltration in die Räume.
1.1.4.4	Aussenbezug	Räume mit einem Aussenbezug verfügen über Fenster, Türen oder Nachströmöffnungen direkt ins Freie.
1.1.4.5	Mindest-Luftwechselrate $n_{min} h^{-1}$	Anzahl der Luftänderungen je Stunde, die sichergestellt werden muss, um ein angemessenes Niveau an Lufthygiene aufrecht zu halten (Reduktion von CO ₂ , Feuchtigkeit usw.).
1.1.4.6	Thermisch wirksamer Mindest-Luftvolumenstrom $q_{v,min} m^3/h$	Mindest-Luftvolumenstrom in einem Raum, berechnet aus der Mindest-Luftwechselrate und dem Raumvolumen.

1.1.5 Temperatur

1.1.5.1	Norm-Raumtemperatur θ_{int} °C	<p>Temperaturwert, der für die vorgesehene Verwendung eines beheizten Raums erforderlich ist und der für die Berechnung des Norm-Wärmeverlustes eingesetzt wird.</p> <p>Die Norm-Raumtemperatur ist eine operative Temperatur und daher neben anderen Parametern von der Raumlufttemperatur und der Strahlungstemperatur abhängig – sie wird in der Regel vereinfachend als arithmetisches Mittel zwischen der mittleren Raumlufttemperatur und der mittleren Oberflächentemperatur definiert.</p> <p>Für Garantiemessungen gelten die in SIA 180 beschriebenen Methoden.</p>
1.1.5.2	Mittlere Oberflächentemperatur $\theta_{s,int,k}$ °C	<p>Mittlere Temperatur der inneren Oberfläche eines Bauteils. Bei geringen Raumhöhen ($h < 4$ m) kann davon ausgegangen werden, dass die mittlere Oberflächentemperatur der Raumtemperatur entspricht; bei grösseren Raumhöhen wird die mittlere Oberflächentemperatur auf der Grundlage der Raumtemperatur speziell für die anzuwendende Wärmeabgabe berechnet.</p>
1.1.5.3	Norm-Aussentemperatur $\theta_{e,0}$ °C	<p>(Mindest-)Aussentemperatur, welche für die Berechnung der Norm-Wärmeverluste verwendet wird. Die Temperatur berücksichtigt die Gebäudeträgheit und die Korrektur für den Gebäudestandort.</p>

1.2 Symbole, Begriffe und Einheiten

Symbol	Begriff	Einheit
A	Fläche	m ²
B'	geometrischer Parameter der Bodenplatte	m
C	Wärmespeicherkapazität	Wh/K
G	Temperaturgradient über die Höhe	K/m
H	Wärmetransferkoeffizient	W/K
P_{FG}	exponierter Umfang der Bodenplatte	m
U	Wärmedurchgangskoeffizient, U -Wert	W/(m ² ·K)
V	Volumen	m ³
a, b, c, d	Berechnungsparameter	–
c_p	spezifische Wärmekapazität der Luft (bei konstantem Druck)	Wh/(kg·K)
f	Anpassung, Korrekturfaktor	–
h	Höhe	m
k	Berechnungsparameter (Faktor)	–
l	Länge (einer linearen Wärmebrücke)	m
n	Luftwechselrate	1/h, h ⁻¹
n_1, n_2, n_3	Berechnungsparameter (Exponent)	–
q_v	Luftvolumenstrom	m ³ /h
z	Anzahl der punktbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten	–
z	Tiefe der Bodenplatte unter dem Erdreichtniveau	m
Δ (Delta)	Delta, Differenz	–
θ (Theta)	Temperatur	°C
ρ (Rho)	Dichte (der Luft)	kg/m ³
τ (Tau)	Zeitkonstante des Gebäudes	h
Φ (Phi)	Heizleistung (Wärmeverlust, Heizlast)	W
χ (Chi)	punktbezogener Wärmedurchgangskoeffizient	W/K
ψ (Psi)	längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient	W/(m·K)

1.3 Indizes

Index	deutsch	englisch	französisch	italienisch	SN EN 12831-1 ¹
<i>F</i>	Boden	soil	sol	suolo	floor
<i>G</i>	Erdreich	ground	terrain	terreno	g
<i>GW</i>	Grundwasser	groundwater	eau souterraine	acqua sotterranea	–
<i>HL</i>	Heizlast	heat load	charge thermique	carico termico	–
<i>T</i>	(Wärme-) Transmission	transmission	transmission	trasmissione	–
<i>V</i>	Lüftung	ventilation	ventilation	ventilazione	–
<i>W</i>	Wand	wall	mur, paroi extérieure	parete	–
<i>a</i>	Luft	air	air	aria	air
<i>an</i>	jährlich	annual	annuel	annuale	–
<i>b</i>	Gebäude	building	bâtiment	edificio	build
<i>e</i>	aussen	external	à l'extérieur	esterno	–
<i>eff</i>	wirksam	effective	efficace	efficace	–
<i>eq</i>	Äquivalent	equivalent	équivalent	equivalente	equiv
<i>g</i>	Wärmeeintrag	heat gain	gain de chaleur	apporto termico	gain
<i>h</i>	Höhe	height	hauteur	altezza	–
<i>i, j</i>	Zählindizes	numbering indices	indices de numérotation	indici di numerazione	–
<i>ie</i>	nach aussen	to the external	vers l'extérieur	verso l'esterno	–
<i>iG</i>	ins Erdreich	to the ground	vers le terrain	nel terreno	ig
<i>in</i>	zu angrenzend beheizt	to adjacent heated	vers adjacent chauffé	verso adiacente riscaldato	ia
<i>int</i>	innen, intern	internal	intérieur	interno	–
<i>iu</i>	zu unbeheizt	to unheated	vers non chauffé	verso non riscaldato	iae
<i>max</i>	Maximum, maximal	maximum	maximum	massimo	–
<i>min</i>	Minimum, minimal	minimum	minimum	minimo	–
<i>oc</i>	belegt	occupied	occupé	occupato	occup
<i>s</i>	Oberfläche	surface	surface	superficie	surf
<i>u</i>	unbeheizt	unheated	non chauffé	non riscaldato	–
<i>0</i>	Basis, Bezug	reference	référence	riferimento	Ref

¹ abweichender Index in SN EN 12831-1

2 NORM-HEIZLAST EINES RAUMS

2.1 Berechnung

Die Norm-Heizlast eines beheizten Raums wird als Summe der Transmissions- und Lüftungswärmeverluste berechnet. Gegebenenfalls kann, nach Vereinbarung mit der Bauherrschaft, zusätzlich ein Wärmeeintrag Φ_g mitberücksichtigt werden.

$$\Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} - \Phi_{g,i} \quad (1)$$

$\Phi_{HL,i}$	Norm-Heizlast eines beheizten Raums, in W
$\Phi_{T,i}$	Norm-Transmissionswärmeverlust des beheizten Raums, in W
$\Phi_{V,i}$	Norm-Lüftungswärmeverlust des beheizten Raums, in W
$\Phi_{g,i}$	Wärmeeintrag, der unter Norm-Aussenbedingungen auftritt (siehe 2.4), in W

2.2 Norm-Transmissionswärmeverluste

2.2.1 Gesamter Norm-Transmissionswärmeverlust $\Phi_{T,i}$

Der Transmissionswärmeverlust wird im Allgemeinen auf der Grundlage von Transmissions-Wärmetransferkoeffizienten und der Temperaturdifferenzen, die die Wärmeverluste verursachen, berechnet. Diese Wärmetransferkoeffizienten sind temperaturangepasst und beziehen sich explizit auf die Differenz zwischen der Norm-Raumtemperatur und der Norm-Ausstemperatur, unabhängig von der tatsächlichen Temperaturdifferenz der einzelnen Bauteile.

Weist ein Bauteil eine Fussbodenheizung auf, kann der durch diese Fussbodenheizung verursachte zusätzliche Wärmeverlust an den angrenzenden Raum vernachlässigt werden. Bei der Auslegung der Fussbodenheizung muss der Wärmeverlust aber berücksichtigt werden.

Der gesamte Norm-Transmissionswärmeverlust eines beheizten Raums wird nach Gleichung 2 berechnet.

$$\Phi_{T,i} = (H_{T,ie} + H_{T,in} + H_{T,iu} + H_{T,iG}) \cdot (\theta_{int,i} - \theta_{e,0}) \quad (2)$$

$\Phi_{T,i}$	Norm-Transmissionswärmeverlust des beheizten Raums, in W
$H_{T,ie}$	Transmissions-Wärmetransferkoeffizient gegen aussen, in W/K
$H_{T,in}$	Transmissions-Wärmetransferkoeffizient gegen beheizt, in W/K
$H_{T,iu}$	Transmissions-Wärmetransferkoeffizient gegen unbeheizt, in W/K
$H_{T,iG}$	Transmissions-Wärmetransferkoeffizient ans Erdreich, in W/K
$\theta_{int,i}$	Norm-Raumtemperatur nach 2.5, in °C
$\theta_{e,0}$	Norm-Ausstemperatur nach Kapitel 4, in °C

2.2.2 Transmissions-Wärmetransferkoeffizient direkt nach aussen $H_{T,ie}$

Der Transmissions-Wärmetransferkoeffizient eines beheizten Raums nach aussen $H_{T,ie}$ wird nach Gleichung 3 berechnet.

$$H_{T,ie} = \sum_k (A_{ie,k} \cdot U_{ie,k} \cdot f_{ie,k}) + \sum_l (l_{ie,l} \cdot \psi_{ie,l} \cdot f_{ie,l}) + \sum_m (z_{ie,m} \cdot \chi_{ie,m} \cdot f_{ie,m}) \quad (3)$$

$H_{T,ie}$	Transmissions-Wärmetransferkoeffizient des beheizten Raums nach aussen, in W/K
$A_{ie,k}$	Bauteilfläche, in m ²
$U_{ie,k}$	Wärmedurchgangskoeffizient des Bauteils, in W/(m ² ·K)
$f_{ie,k}$, $f_{ie,l}$, $f_{ie,m}$	Temperaturanpassungsfaktor nach 2.2.6.1
$l_{ie,l}$	Länge der linearen Wärmebrücken, in m
$\psi_{ie,l}$	längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient, in W/(m·K)
$z_{ie,m}$	Anzahl punktbezogener Wärmedurchgangskoeffizienten
$\chi_{ie,m}$	punktbezogener Wärmedurchgangskoeffizient, in W/K

2.2.3 Transmissions-Wärmetransferkoeffizient an unbeheizte Räume $H_{T,iu}$

Der Transmissions-Wärmetransferkoeffizient $H_{T,iu}$ eines beheizten Raums an benachbarte unbeheizte Räume wird nach Gleichung 4 berechnet.

$$H_{T,iu} = \sum_k (A_{iu,k} \cdot U_{iu,k} \cdot f_{iu,k}) + \sum_l (l_{iu,l} \cdot \psi_{iu,l} \cdot f_{iu,l}) + \sum_m (z_{iu,m} \cdot \chi_{iu,m} \cdot f_{iu,m}) \quad (4)$$

$H_{T,iu}$	Transmissions-Wärmetransferkoeffizient an unbeheizte Räume, in W/K
$A_{iu,k}$	Bauteilfläche, in m ²
$U_{iu,k}$	Wärmedurchgangskoeffizient des Bauteils, in W/(m ² ·K)
$f_{iu,k}, f_{iu,l}, f_{iu,m}$	Temperaturanpassungsfaktor nach 2.2.6.1
$l_{iu,l}$	Länge der linearen Wärmebrücken, in m
$\psi_{iu,l}$	längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient, in W/(m·K)
$z_{iu,m}$	Anzahl punktbezogener Wärmedurchgangskoeffizienten
$\chi_{iu,m}$	punktbezogener Wärmedurchgangskoeffizient, in W/K

2.2.4 Transmissions-Wärmetransferkoeffizient an beheizte Räume $H_{T,in}$

Der Transmissions-Wärmetransferkoeffizient $H_{T,in}$ eines beheizten Raums an benachbarte beheizte Räume wird nach Gleichung 5 berechnet.

$$H_{T,in} = \sum_k (A_{in,k} \cdot U_{in,k} \cdot f_{in,k}) \quad (5)$$

$H_{T,in}$	Transmissions-Wärmetransferkoeffizient an beheizte Räume, in W/K
$A_{in,k}$	Bauteilfläche, in m ²
$U_{in,k}$	Wärmedurchgangskoeffizient des Bauteils, in W/(m ² ·K)
$f_{in,k}$	Temperaturanpassungsfaktor nach 2.2.6.1

2.2.5 Transmissions-Wärmetransferkoeffizient gegen das Erdreich $H_{T,iG}$

2.2.5.1 Für die Anwendung dieser Norm wird der Wärmeverlust ans Erdreich nach Gleichung 6 berechnet. Der äquivalente Wärmedurchgangskoeffizient U_{eq} kann nach SN EN ISO 13370 berechnet werden oder nach dem vereinfachten Berechnungsverfahren im Anhang B.

$H_{T,iG}$ aus einem beheizten Raum ins Erdreich im Beharrungszustand wird wie folgt berechnet.

$$H_{T,iG} = f_{\theta,an} \sum_k (A_k \cdot U_{eq,k} \cdot f_{iG,k} \cdot f_{GW,k}) \quad (6)$$

$H_{T,iG}$	Transmissions-Wärmetransferkoeffizient gegen das Erdreich, in W/K
$f_{\theta,an}$	Korrekturfaktor zur Berücksichtigung der jährlichen Schwankung der Aussentemperatur nach 2.2.5.2
A_k	Bauteilfläche in Kontakt mit dem Erdreich, in m ²
$U_{eq,k}$	äquivalenter Wärmedurchgangskoeffizient eines Bauteils in Kontakt mit dem Erdreich, in W/(m ² ·K)
$f_{iG,k}$	Temperaturanpassungsfaktor nach 2.2.6.1
$f_{GW,k}$	Korrekturfaktor zur Berücksichtigung des Einflusses von Grundwasser nach 2.2.5.3

Das beschriebene Verfahren gilt nur für Bauteile in Kontakt mit dem Erdreich. Transmissions-Wärmetransferkoeffizienten von aufgeständerten Bodenplatten nach aussen sind nach 2.2.2 und zu unbeheizten Räumen nach 2.2.3 zu berechnen.

2.2.5.2 Korrekturwerte aufgrund der Aussentemperaturschwankungen

Der Korrekturfaktor $f_{\theta,an}$ berücksichtigt die Schwankung der Erdreichtemperaturen, die aufgrund der Aussentemperaturschwankung auftritt. Der Korrekturfaktor ist abhängig von der Tiefe im Erdreich z.

Tabelle 1 Korrekturwerte aufgrund der Aussentemperaturschwankungen

	0 m ≤ z ≤ 2 m	2 m < z ≤ 5 m	z > 5 m
Korrekturfaktor $f_{\theta,an}$	1,5	1,3	1,2

2.2.5.3 Einfluss des Grundwassers

Bei gedämmten Bauteilen im Erdreich mit U -Werten $< 0,4 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ kann der Einfluss des Grundwassers in der Regel vernachlässigt werden. Bei Fliessgeschwindigkeiten von mehr als $1,0 \text{ m/d}$ in Kombination mit einem Abstand zum Grundwasser von weniger als $1,0 \text{ m}$ empfiehlt sich die exakte Berechnung nach SN EN ISO 13370.

Bei ungedämmten Bauteilen im Erdreich sollte der Einfluss des Grundwassers gemäss SN EN ISO 13370 berücksichtigt werden.

2.2.6 Temperaturanpassung

2.2.6.1 Temperaturanpassungsfaktor $f_{ix,k}$

Der Temperaturanpassungsfaktor $f_{ix,k}$ (f_{ie} , f_{iu} , f_{in} , f_{iG}) wird wie folgt berechnet:

$$f_{ix,k} = f_1 + f_2 \quad (7)$$

$$f_1 = \frac{\theta_{int,i} - \theta_x}{\theta_{int,i} - \theta_{e,S}} \quad (8)$$

$$f_2 = \frac{\theta_{s,int,k} - \theta_{int,i}}{\theta_{int,i} - \theta_{e,S}} \quad (9)$$

$f_{ix,k}$	Temperaturanpassungsfaktor für die Berechnung der temperaturangepassten Transferkoeffizienten
f_1	Anpassung für Abweichungen zwischen der Raumtemperatur und der Norm-Aussentemperatur.
f_2	Anpassung für Abweichungen zwischen der Norm-Raumtemperatur und der mittleren Oberflächentemperatur des Bauteils nach Gleichung 9 und Tabelle 3
$\theta_{int,i}$	Norm-Raumtemperatur des betrachteten beheizten Raums nach 2.5, in °C
θ_x	Temperatur des angrenzenden Raums nach Tabelle 2, in °C
$\theta_{e,S}$	Norm-Aussentemperatur nach Kapitel 4, in °C
$\theta_{s,int,k}$	mittlere Oberflächentemperatur des Bauteils nach Tabelle 3, in °C

Tabelle 2 Temperaturen der angrenzenden Räume θ_x

Wärmeverluste von innen (i)	Symbol	Bemerkungen
nach aussen (e)	$\theta_{e,S}$	$f_1 = 1$
nach beheizt (n)	$\theta_{int,n}$	Norm-Raumtemperatur des angrenzenden Raums nach 2.6. Bei einer Ferienwohnung muss die Norm-Raumtemperatur des angrenzenden Raums vereinbart werden. Wird die Raumtemperatur ausserhalb der Nutzungszeit gesenkt, muss diese verwendet werden.
ins Erdreich (G)	$\theta_{ae,m}$	Jahresmittel der Aussentemperatur nach SIA 2028.
nach unbeheiztem Raum (u)	$\theta_{int,u}$	Falls die Raumtemperatur bekannt ist, wird diese eingesetzt. Ist die Temperatur nicht bekannt, wird für f_1 ein Wert nach 2.2.6.2 eingesetzt.

Tabelle 3 Oberflächentemperaturen

Raumhöhe des betrachteten Raums	Symbol	Bemerkungen
$< 4 \text{ m}$	$\theta_{int,i}$	$f_2 = 0$
$\geq 4 \text{ m}$ («hohe Räume»)	$\theta_{s,int,k}$	Mittlere Oberflächentemperatur nach Kapitel 6

2.2.6.2 Temperaturanpassung für Wärmeverluste an unbeheizte Räume

Bei Wärmeverlusten durch einen unbeheizten Raum wird, sofern die Temperatur $\theta_{int,u}$ nicht bekannt ist, der Term f_1 nach Tabelle 4 bestimmt.

Tabelle 4 Temperaturanpassungsfaktor f_1 für Wärmeverluste durch angrenzende unbeheizte Räume

Situation und Anzahl ¹⁾ Flächen gegen unbeheizt (aus Sicht des unbeheizten Raums/Zone)	Luftwechselrate $n_{u,e}$ h ⁻¹	
	≤ 0,5	> 0,5 bis 5 ²⁾
Seitlich angrenzende Räume		
eine Fläche gegen beheizt	0,6	0,8
zwei Flächen gegen beheizt	0,5	0,7
mehr als zwei Flächen gegen beheizt	0,4	0,6
Kellerraum (im oder über dem Erdreich)		
eine Fläche gegen beheizt	0,5	0,7
zwei Flächen gegen beheizt	0,4	0,6
mehr als zwei Flächen gegen beheizt	0,3	0,5
Nicht gedämmter Dachraum	0,7 ³⁾	0,9

¹⁾ Ist eine Fläche mit einer Flächenheizung versehen, wird diese doppelt gezählt.

²⁾ Räume mit einem Luftwechsel $n_{u,e} > 5$ gelten als äussere Umgebung.

³⁾ Bei einem nicht gedämmten Dachraum sind spezielle Massnahmen notwendig, um diese Luftdichtheit zu erreichen.

2.3 Norm-Lüftungswärmeverlust

2.3.1 Allgemeines

Der vereinfachte Ansatz zur Berechnung der Lüftungswärmeverluste kann für alle beheizten Räume angewendet werden, insbesondere auch für Räume mit einer mechanischen Lüftung.

Bei Räumen mit Toren, die über einen wesentlichen Zeitraum pro Tag geöffnet bleiben, bei Raumhöhen über 4 m oder Räumen mit einer hohen Luftwechselrate muss geprüft werden, ob das detaillierte Berechnungsverfahren nach SN EN 12831-1 anzuwenden ist.

Für die Berechnung wird ein ideales Lüftungsverhalten vorausgesetzt.

2.3.2 Lüftungswärmeverlust des Raums

2.3.2.1 Der Lüftungswärmeverlust des Raums wird wie folgt berechnet:

$$\Phi_{V,i} = \rho \cdot c_p \cdot q_{v,min,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_{e,0}) \quad (10)$$

$\Phi_{V,i}$	Lüftungswärmeverlust des Raums, in W
ρ	Dichte der Luft bei Norm-Raumtemperatur $\theta_{int,i}$ in kg/m ³
c_p	spezifische Wärmekapazität der Luft bei Norm-Raumtemperatur $\theta_{int,i}$ in Wh/(kg·K)
$q_{v,min,i}$	thermisch wirksamer Mindest-Luftvolumenstrom nach 2.3.2.2, in m ³ /h
$\theta_{int,i}$	Norm-Raumtemperatur des beheizten Raums nach 2.5, in °C
$\theta_{e,0}$	Norm-Aussentemperatur nach Kapitel 4, in °C

Die spezifische Wärmespeicherfähigkeit der Luft wird wie folgt berechnet:

$$\rho \cdot c_p = \frac{1220 \text{ Ws}/(\text{m}^3 \cdot \text{K}) - [0,14 \text{ Ws}/(\text{m}^3 \cdot \text{K} \cdot \text{m}) \cdot h]}{3600 \text{ s/h}} \quad (11)$$

$\rho \cdot c_p$	spezifische Wärmespeicherfähigkeit der Luft, in Wh/(m ³ ·K)
h	Höhe über Meer, in m

2.3.2.2 Thermisch wirksamer Mindest-Luftvolumenstrom

Der thermisch wirksame Mindest-Luftvolumenstrom des Raums $q_{v,min,i}$ wird aus der Mindest-Luftwechselrate $n_{min,i}$ berechnet.

$$q_{v,min,i} = n_{min,i} \cdot V_i \quad (12)$$

$q_{v,min,i}$ thermisch wirksamer Mindest-Luftvolumenstrom des Raums, in m³/h
 $n_{min,i}$ Mindest-Luftwechselrate des Raums nach Tabelle 5, in h⁻¹
 V_i Nettoraumvolumen, in m³

Tabelle 5 Mindest-Luftwechselrate

Lüftungskonzept der Gebäudeeinheit	Raumtyp	Neubau ¹⁾	Altbau
		n_{min} h ⁻¹	n_{min} h ⁻¹
Alle Lüftungskonzepte (natürlich oder mechanisch belüftet)	Räume ohne Aussenbezug und ohne Zuluft	0	0
Natürliche Lüftung, ohne oder mit kurzfristig betriebenen Abluftanlagen in Küche, Bad, Dusche und WC	Bad, Dusche mit Aussenbezug	0,50	0,70
	weitere Räume mit Aussenbezug	0,30	0,50
Einfache Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung (WRG) ²⁾	Räume mit Zuluft	0,20	0,40
	Räume mit Aussenbezug, aber ohne Zuluft, d. h. Räume im Durchströmbereich ³⁾ oder mit Verbundlüftung ⁴⁾	0,10	0,30
Lüftungsanlage mit Lufterwärmung oder andere Lüftungsanlagen mit einer Zulufttemperatur max. 3 K unter der Raumtemperatur (Auslegungsfall Lüftung)	alle Räume mit Aussenbezug	0,10	0,30
Abluftanlage im Dauerbetrieb	alle Räume mit Aussenbezug	0,50	0,70

- ¹⁾ Auch bestehende Gebäude, die die Grenzwerte der Luftdichtheit für Neubauten erfüllen.
- ²⁾ Wird auch für eine WRG angewendet, bei welcher zwecks Vereisungsschutz der Aussenluftvolumenstrom reduziert oder ausgeschaltet wird.
- ³⁾ Raum oder Raumgruppe, durch die Luft hindurchströmt (z. B. Wohnzimmer, das mit Luft aus Schlafzimmer versorgt wird, die anschliessend in Nassräume überströmt).
- ⁴⁾ Lüftung, bei der die gesamte Zuluftmenge an einer Stelle in die Wohneinheit eingebracht wird. Mit aktiven Überströmern wird die Überströmluft in die Räume geführt.

2.4 Wärmeeinträge

Sind im Raum permanent anfallende, interne Wärmeeinträge vorhanden, können diese für die Berechnung der Norm-Heizlast berücksichtigt werden. Wird ein Wärmeeintrag berücksichtigt, muss die Leistung eingesetzt werden, die sich bei Norm-Aussenbedingungen ergibt.

Das Berücksichtigen eines Wärmeeintrages muss mit der Bauherrschaft vereinbart werden.

Im Wohnbereich fallen in der Regel keine permanenten, internen Wärmeeinträge an und der Wärmeeintrag kann mit $\Phi_{g,i} = 0$ W berücksichtigt werden.

2.5 Raumtemperaturen

Sind mit der Bauherrschaft keine Raumtemperaturen vereinbart worden, können (mit Ausnahme von Bad, Dusche und WC) als Norm-Raumtemperatur $\theta_{int,i}$ die Auslegungswerte der Raumlufttemperaturen gemäss SIA 2024 eingesetzt werden.

Für Bad, Dusche und WC können die gleichen Norm-Raumtemperaturen $\theta_{int,i}$ eingesetzt werden wie für die Haupträume der zugehörigen Nutzungseinheit.

2.6 Raumtemperaturen angrenzender Räume

2.6.1 Allgemein

Liegen die angrenzenden Räume innerhalb der thermischen Gebäudehülle, so wird für den Transmissionswärmeverlust deren Raumtemperatur berücksichtigt. Dabei werden folgende Fälle unterschieden:

- beheizter Raum: im Raum wird mit einem Wärmeabgabesystem die Norm-Raumtemperatur gehalten,
- nicht aktiv beheizter Raum: im Raum ist kein Wärmeabgabesystem vorhanden.

Ist das Wärmeabgabesystem des angrenzenden Raums an einer anderen Wärmezentrale angeschlossen, muss der Transmissionswärmeverlust gegen unbeheizte Räume eingesetzt werden. Anstelle der Temperaturanpassung nach 2.2.6.2 wird mit der Raumtemperatur des Raums gerechnet.

2.6.2 Beheizte Räume

Die Raumtemperaturen $\theta_{int,n}$ der angrenzenden beheizten Räume sind mit der Bauherrschaft zu vereinbaren; dies gilt vor allem für Ferienwohnungen, die nicht das ganze Jahr belegt sind. Sind keine Raumtemperaturen vereinbart, so werden die Auslegungswerte der Raumlufttemperatur (mit Ausnahme von Bad, Dusche und WC) gemäss SIA 2024 bestimmt.

Für Bad, Dusche und WC können die gleichen Raumtemperaturen $\theta_{int,n}$ eingesetzt werden wie für die Haupträume der zugehörigen Gebäudeeinheit.

2.6.3 Nicht aktiv beheizte Räume

Ist der angrenzende Raum nicht aktiv beheizt – z. B. ein innerhalb der thermischen Hülle liegendes Treppenhaus –, so muss dessen Raumtemperatur $\theta_{int,n}$ nach Anhang A berechnet werden.

Diese Raumtemperatur ist abhängig von den Wärmeeinträgen aller benachbarten beheizten Räume und vom Wärmeverlust des nicht aktiv beheizten Raums an die äussere Umgebung bzw. an das Erdreich oder unbeheizte Räume. Die Raumtemperatur $\theta_{int,n}$ ist die Gleichgewichtstemperatur zwischen den Wärmeeinträgen und den Wärmeverlusten des nicht aktiv beheizten Raums.

3 NORM-HEIZLAST DES GEBÄUDES

Die Norm-Heizlast für ein ganzes Gebäude wird aus den Transmissionswärmeverlusten (nach aussen, gegen unbeheizt und gegen Erdreich), den Lüftungswärmeverlusten und den Wärmeeinträgen der dazugehörigen Räume berechnet. Mit dem Korrekturfaktor f_{i-z} wird, je nach Lüftungskonzept, eine Gleichzeitigkeit berücksichtigt.

$$\Phi_{HL,b} = \sum_i (\Phi_{T,ie} + \Phi_{T,iu} + \Phi_{T,iG} + f_{i-z} \cdot \Phi_{V,i} - \Phi_{g,i}) \quad (13)$$

- $\Phi_{HL,b}$ Norm-Heizlast Gebäude, in W
- $\Phi_{T,ie}$ Transmissionswärmeverluste nach aussen, in W
- $\Phi_{T,iu}$ Transmissionswärmeverluste gegen unbeheizt, in W
- $\Phi_{T,iG}$ Transmissionswärmeverluste gegen Erdreich, in W
- f_{i-z} Korrekturfaktor Gleichzeitigkeit
- $\Phi_{V,i}$ Lüftungswärmeverlust des Raums, in W
- $\Phi_{g,i}$ Wärmeeintrag (unter Norm-Aussenbedingungen), in W

Tabelle 6 Korrekturfaktor der Gleichzeitigkeit je nach Lüftungskonzept

Lüftungskonzept	Anzahl Räume	f_{i-z}
Natürlich belüftet	1	1,0
	≥ 2	max. 0,8 min. 0,5
Mechanisch belüftet	Alle	max. 1,0

4 NORM-AUSSENTEMPERATUR

Die Norm-Aussentemperatur $\theta_{e,0}$ wird aufgrund des Höhenunterschieds zwischen Klimastation und Gebäude und dem Einfluss der Zeitkonstanten berechnet und auf 1 K genau gerundet.

Als Referenzwert für die Norm-Aussentemperatur der massgebenden Klimastation $\theta_{e,clm}$ wird der Wert nach SIA 2028 verwendet.

Liegt der Gebäudestandort höher als der Standort der massgebenden Klimastation, so wird die Referenz-Norm-Aussentemperatur $\theta_{e,clm}$ um den Temperaturgradienten $G_{\theta,0} = -0,005$ K pro Meter Höhendifferenz korrigiert. Liegt der Gebäudestandort tiefer als die massgebende Klimastation, erfolgt keine Korrektur.

$$\theta_{e,S} = \theta_{e,clm} + G_{\theta,0} \cdot (h_S - h_{clm}) \quad (14)$$

$$\theta_{e,0} = \theta_{e,S} + \Delta\theta_{e,\tau} \quad (14a)$$

$\theta_{e,0}$	Norm-Aussentemperatur, in °C
$\theta_{e,S}$	Norm-Aussentemperatur am Gebäudestandort, in °C
$\theta_{e,clm}$	Referenz-Norm-Aussentemperatur der massgebenden Klimastation nach SIA 2028, Ziffer 3.5, in °C
$G_{\theta,0}$	Temperaturgradient, $-0,005$ K/m
h_S	Gebäudestandort, als Basis wird die Nullkote verwendet, in m ü.M.
h_{clm}	Höhe der massgebenden Klimastation nach SIA 2028, in m ü.M.
$\Delta\theta_{e,\tau}$	Temperaturkorrektur zur Berücksichtigung der Gebäudeträgheit des betrachteten Raums nach Kapitel 5, in K

5 GEBÄUDETRÄGHEIT

5.1 Allgemeines

Für Gebäude mit einer einheitlichen Bauweise kann die Gebäudeträgheit für das gesamte Gebäude bestimmt und auf die einzelnen Räume angewendet werden. Liegen im Gebäude grosse Unterschiede vor (z. B. massives Kellergeschoss, Dachstock in Leichtbauweise, Glasbauten) wird das Gebäude entsprechend in Bereiche unterteilt. Die Bauweise muss dann für jeden Bereich bestimmt und angewendet werden.

5.2 Vereinfachte Ermittlung der Temperaturkorrektur

Näherungsweise kann der Einfluss der Gebäudeträgheit nach Tabelle 7 ermittelt werden.

Tabelle 7 Korrekturwert aufgrund der Gebäudeträgheit

Bauweise	Beispiele	$\Delta\theta_{e,\tau}$
schwer	Die Nutzungszone weist folgende thermisch aktive Elemente auf: Boden Plattenbelag oder Belag mit hoher Wärmeleitfähigkeit auf Zement- oder Anhydritestrich von mindestens 6 cm Dicke Aussenwände Massivbau (Stahlbeton, Mauerwerk) mit aussenliegender Wärmedämmung, Fensteranteil kleiner als 50 % Innenwände Massivbau, Stahlbeton und Mauerwerk, in der Regel verputzt Decke Stahlbeton, in der Regel verputzt, min. 80 % frei (keine Abdeckung mit Akustikelementen oder Ähnlichem)	0 K
mittel	Die thermisch aktiven Elemente weichen teilweise von der Bauweise «schwer» ab. Boden Bodenbeläge mit Wärmedurchlasswiderstand R von maximal $0,1 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$ auf Zement- oder Anhydritestrich von min. 6 cm Dicke Aussen- und Innenwände Bekleidung mit Gips(karton)- oder Gipsfaserplatten von min. 25 mm Dicke oder Bekleidung mit gleichwertiger Wärmespeicherfähigkeit, direkt an den Raum gekoppelt Decke Bekleidung mit Gips(karton)- oder Gipsfaserplatten von min. 25 mm Dicke oder Bekleidung mit gleichwertiger Wärmespeicherfähigkeit, min. 80 % frei (keine Abdeckung mit Akustikelementen oder Ähnlichem)	-1 K
leicht	Alle thermisch aktiven Elemente weichen von der Bauweise «schwer» ab. Boden Massivholz- und Teppichbeläge auf Trockenbodensystemen Aussenwände Bekleidung mit dünnen Holzwerkstoffplatten, Holztäfer-Akustikplatten und Ähnlichem Innenwände analog Aussenwände Decke analog Aussenwände	-2 K
sehr leicht	Industrie-Stahlbau	-3 K

5.3 Berechnung der Temperaturkorrektur

Die Temperaturkorrektur aufgrund der Gebäudeträgheit kann mit Gleichung 15 berechnet werden.

$$\Delta\theta_{e,\tau} = \max(\min(k_{\tau} \cdot \tau + \Delta\theta_{e,\tau,0}; \Delta\theta_{e,\tau,max}); \Delta\theta_{e,\tau,min}) \quad (15)$$

$\Delta\theta_{e,\tau}$	Temperaturkorrektur zur Berücksichtigung der Gebäudeträgheit der betrachteten Gebäudeeinheit, in K
k_{τ}	Anstieg nach Tabelle 8, in K/h
τ	Zeitkonstante, in h
$\Delta\theta_{e,\tau,0}$	Grundwert nach Tabelle 8, in K
$\Delta\theta_{e,\tau,max}$	Obergrenze nach Tabelle 8, in K
$\Delta\theta_{e,\tau,min}$	Untergrenze nach Tabelle 8, in K

Tabelle 8 Grundwerte für die Korrektur der Norm-Aussentemperatur

Grundwert	Anstieg	Untergrenze	Obergrenze
$\Delta\theta_{e,\tau,0}$	k_{τ}	$\Delta\theta_{e,\tau,min}$	$\Delta\theta_{e,\tau,max}$
-3,40 K	0,015 K/h	-3 K	0 K

Die Zeitkonstante wird wie folgt berechnet:

$$\tau = \frac{C_{eff}}{H} \quad (16)$$

τ	Zeitkonstante, in h
C_{eff}	wirksame Gesamt-Wärmespeicherkapazität, in Wh/K
H	Gesamt-Wärmetransferkoeffizient, in W/K

Die Berechnung der Wärmespeicherkapazität C_{eff} erfolgt nach SN EN ISO 13786.

Für die Berechnung des Gesamt-Wärmetransferkoeffizienten H dürfen nur Wärmeverluste berücksichtigt werden, die das Gebäude bzw. den Gebäudebereich als Ganzes betreffen:

- Transmissionswärmeverluste
 - nach aussen,
 - zu unbeheizten Räumen,
 - ins Erdreich;
- Lüftungswärmeverluste.

6 EINFLUSS DES WÄRMEABGABESYSTEMS BEI GROSSEN RAUMHÖHEN

6.1 Allgemeines

6.1.1 In Räumen mit geringer Raumhöhe ($h < 4$ m) haben die Wärmetransportmechanismen des Wärmeabgabesystems im Allgemeinen nur wenig Einfluss auf die erforderliche Heizlast. Der spezifische Charakter des Wärmeabgabesystems kann hier vernachlässigt werden. Bei hohen Räumen (im Rahmen dieser Norm: $h \geq 4$ m) kann die erforderliche Heizlast signifikant durch wärmeübergabespezifische Wirkungen, wie z. B. folgende beeinflusst werden:

- vertikaler Temperaturgradient,
- Unterschiede zwischen Luft- und Strahlungstemperatur,
- Wärmeverluste wegen beheizter Gebäude-Bauteile.

In der vorliegenden Norm werden diese Auswirkungen in Form der mittleren inneren Oberflächentemperatur $\theta_{s,int,k}$ berücksichtigt.

6.1.2 Bei unterschiedlichen Wärmeabgabesystemen im gleichen Raum sind die folgenden Ansätze akzeptabel:

- Wenn bekannt ist, dass eines der Wärmeabgabesysteme bei weitem die abgegebene Wärmemenge im betrachteten Raum beherrscht, dürfen andere Wärmeabgabesysteme in der Wärmelastberechnung vernachlässigt werden.
- Ein einzelner Raum darf in weitere Räume aufgeteilt werden. Da jeder dieser (Unter-)Räume als ein einzelner beheizter Raum betrachtet wird, dürfen andere Berechnungsparameter (z. B. thermisch wirksamer Mindest-Luftvolumenstrom) ebenso aufgeteilt werden.
- Statt einer Aufteilung eines einzelnen Raums in weitere Räume dürfen die im Raum verwendeten Eingabeparameter des Wärmeabgabesystems mit flächen- oder volumengewichteten Durchschnittswerten kombiniert werden.

6.2 Mittlere Temperatur der inneren Oberflächen

6.2.1 Die mittlere Temperatur der inneren Oberflächen, die bei der Berechnung der Temperaturanpassungsfaktoren für die Transmissions-Wärmetransferkoeffizienten verwendet werden, werden nach Gleichung 17 berechnet. Die Berechnung basiert auf den Parametern

- vertikaler Lufttemperaturgradient $G_{\theta,a}$ und
- pauschale Temperaturdifferenz zur Berücksichtigung der Differenz zwischen Luft- und Oberflächentemperatur $\Delta\theta_s$.

Diese Parameter sind von zahlreichen Aspekten abhängig. Hier werden sie aus Gründen der Vereinfachung als ausschliessliche Merkmale des Wärmeabgabesystems angesehen.

Der beschriebene Ansatz wird auch auf Wärmebrücken angewendet.

6.2.2 Die nach dem folgenden Ansatz bestimmten Werte der mittleren Oberflächentemperatur sind nur für die Betrachtung von Transmissionswärmeverlusten nach dieser Norm geeignet. Sie stellen keine realen Oberflächentemperaturen von Gebäude-Bauteilen dar und dürfen nicht für Betrachtungen im Zusammenhang mit dem Taupunkt und Ähnlichem genutzt werden.

$$\theta_{s,int,k} = \theta_{int,i} + G_{\theta,a,i} \cdot (h_k - h_{oc,i}) + \Delta\theta_{s,k} \quad (17)$$

- $\theta_{s,int,k}$ mittlere Oberflächentemperatur des Bauteils, in °C
- $\theta_{int,i}$ Norm-Raumtemperatur, in °C
- $G_{\theta,a,i}$ Lufttemperaturgradient des im Raum genutzten Wärmeabgabesystems nach Tabelle 9, in K/m
- h_k mittlere Höhe des betrachteten Bauteils bzw. der betrachteten Wärmebrücke über dem Fussboden, in m
Sofern im selben Raum signifikant unterschiedliche Bodenhöhen vorliegen, dürfen die flächengewichtete mittlere Bodenhöhe als Fussbodenniveau angesetzt und die weiteren für diesen Raum relevanten Höhenwerte entsprechend angepasst werden.
- $h_{oc,i}$ Höhe des Aufenthaltsbereichs für einen Raum, in m
- $\Delta\theta_{s,k}$ Korrekturterm zur Berücksichtigung der Differenz zwischen Luft- und Oberflächentemperatur (z. B. erhöhte Fussboden- oder Wandtemperaturen aufgrund von Bestrahlung durch Heizstrahler) nach Tabelle 9, in K

Die Höhe des Aufenthaltsbereichs ist für vorwiegend sitzende Tätigkeit $h_{oc} = 1,3$ m und für vorwiegend stehende Tätigkeit $h_{oc} = 1,8$ m.

Tabelle 9 Merkmale der Wärmeabgabe

Wärmeabgabesystem	Lufttemperaturgradient $G_{\theta,a}$ K/m	Korrekturterm für den Einfluss des Wärmeabgabesystems auf die Oberflächentemperaturen $\Delta\theta_s$ K
Warmluftheizung ohne zusätzliche Entschichtung	1,00	0,00
Warmluftheizung mit zusätzlicher Entschichtung	0,35	0,00
Deckenstrahlplatten	0,35	0,00
Dunkelstrahler, Hellstrahler	0,20	0,00
Oberflächenintegrierte Wärmeübergabe	0,20	1,50 ¹⁾
Heizkörper	1,00	0,00

¹⁾ Der gegebene Wert für $\Delta\theta_s$ darf nur auf beheizte Oberflächen angewendet werden (z. B. Fussboden in einem Raum mit Fussbodenheizung). Für unbeheizte Oberflächen gilt $\Delta\theta_s = 0$ K.

Anhang A (normativ)

Raumtemperaturen angrenzender Räume

- A.1 Das folgende Verfahren kann zur Abschätzung der Raumtemperatur $\theta_{int,n}$ in einem nicht aktiv beheizten Raum oder $\theta_{int,u}$ in einem unbeheizten Raum angewendet werden. Das Verfahren kann für eine stationäre Wärmebilanz eingesetzt werden, sofern die folgenden Eigenschaften für den betrachteten Raum bekannt sind oder abgeschätzt werden können:
- Oberflächen und wärmeschutztechnische Qualität der Hüllfläche,
 - Raumtemperatur der angrenzenden Räume.
- A.2 Für die Abschätzung der Raumtemperatur wurde folgendes angenommen:
- Der betrachtete Raum ist nicht beheizt. Folglich ergibt sich die Temperatur des Raums aus der Wärmeübertragung zwischen diesem Raum und den angrenzenden Räumen bzw. dem Aussenbereich.
 - Angrenzende nicht beheizte Räume werden zu einem Raum zusammengefasst.
 - Eine vorhandene Frostschutz-Sicherung kann berücksichtigt werden (z. B. bei Ferienwohnungen).
 - Es liegt kein wesentlicher Luftvolumenstrom zwischen dem betrachteten Raum und seiner Umgebung vor. Eine Wärmeübertragung infolge von jeglicher Art von Lüftung wird vernachlässigt.

$$\theta_{int,x} = \max\left(\frac{\sum_j (H_{T,u,j} \cdot \theta_j)}{\sum_j (H_{T,u,j})}; \theta_{int,x,min}\right) \quad (18)$$

$\theta_{int,x}$	Raumtemperatur, in °C
$H_{T,u,j}$	Transmissions-Wärmetransferkoeffizient zwischen angrenzenden Räumen und dem betrachteten Raum nach Tabelle 11, in W/K
θ_j	Temperatur der angrenzenden Räume nach Tabelle 11, in °C
$\theta_{int,x,min}$	Mindesttemperatur, die ggf. durch Raumtemperaturregelung bzw. Frostschutz eingehalten wird, nach Tabelle 10, in °C

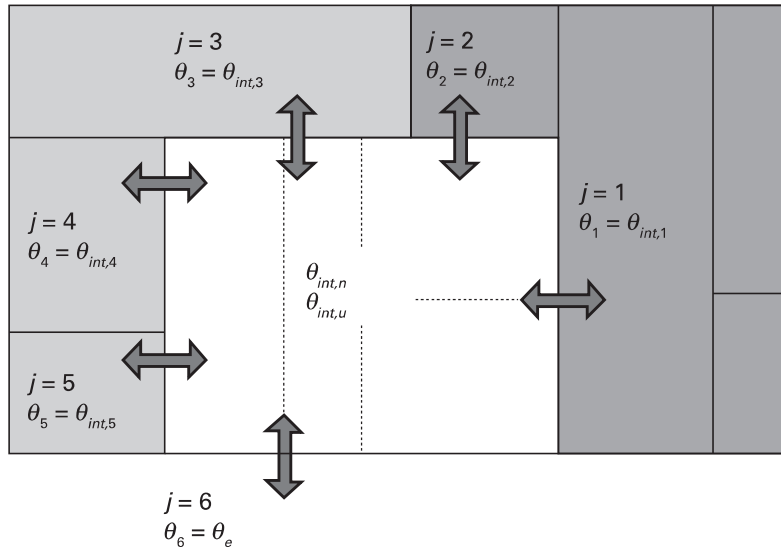
Tabelle 10 Mindesttemperaturen eines Raums

	$\theta_{x,min}$
Heizungsanlage mit Frostschutz (üblich bei Zentralheizungen)	5 °C
Kein Frostschutz	$\theta_{e,S}$

Tabelle 11 Parameter von angrenzenden Räumen (j)

Raum (j)	$H_{T,u,j}$	θ_j
Aussen	$H_{T,ie}$ nach 2.2.2 ($f_1 = 1$)	$\theta_{e,S}$ nach Kapitel 3
Unbeheizt	$H_{T,iu}$ nach 2.2.3, jedoch mit $f_1 = 1$	$\theta_{int,u}$ nach Tabelle 2
Beheizt	$H_{T,in}$ nach 2.2.4, jedoch mit $f_1 = 1$	$\theta_{int,j}$ nach 2.5 (siehe $\theta_{int,i}$)
Erdreich	$H_{T,iG}$ nach 2.2.5, jedoch mit $f_1 = 1$	$\theta_{ae,m}$ nach Tabelle 2

Figur 2 Vereinfachend werden die nicht aktiv beheizten Räume als ein Raum angesehen



Anhang B (normativ)

Äquivalenter Wärmedurchgangskoeffizient von Bauteilen gegen das Erdreich

Der äquivalente Wärmedurchgangskoeffizient von Bauteilen gegen das Erdreich darf nach dem folgenden vereinfachten Ansatz bestimmt werden, der von SN EN ISO 13370 durch die Beschränkung der Randbedingungen abgeleitet wurde. Er ermöglicht eine relativ genaue, leicht konservative Einschätzung innerhalb der typischen Randbedingungen:

- Wärmedurchgangskoeffizient der Bodenplatte: $U_F \leq 4,0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$,
- Wärmedurchgangskoeffizient der Wände: $U_W \leq 3,0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$,
- Dicke der vertikalen Wände: $w = 0,4 \text{ m}$,
- Wärmeleitfähigkeit des Erdreichs: $\lambda = 2 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$,
- geometrische Parameter der Bodenplatte: $2 \text{ m} \leq B' \leq 50 \text{ m}$.

Tiefe der Bodenplatte unter dem Erdreichtniveau: $0 \text{ m} \leq z \leq 5 \text{ m}$. Ein z -Wert von 0 m bedeutet, dass es keine Wände gibt; bei Wänden muss z grösser als 0 m sein.

$$U_{eq,k} = \frac{a}{b + (c_1 + B')^{n_1} + (c_2 + z)^{n_2} + (c_3 + U_k)^{n_3}} + d \quad (19)$$

- $U_{eq,k}$ äquivalenter U -Wert des Gebäudeteils in Kontakt mit dem Erdreich, in $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
 a, b, c, d, n fallspezifische Parameter von $U_{eq,k}$ nach Tabelle 12
 B' geometrischer Parameter der Bodenplatte nach Gleichung 20, in m
 z Tiefe der Oberkante der Bodenplatte unter dem Erdreichtniveau; $0 \text{ m} \leq z \leq 5 \text{ m}$, in m
 U_k Wärmedurchgangskoeffizient des Bauteils in Kontakt mit dem Erdreich, in $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

Tabelle 12 Parameter für die Berechnung von $U_{eq,k}$

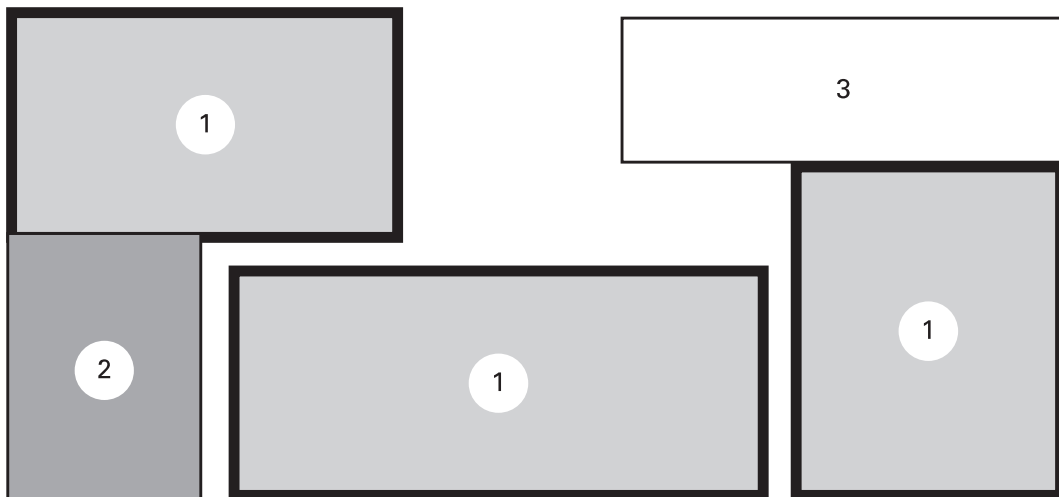
	a	b	c_1	c_2	c_3	n_1	n_2	n_3	d
Boden	0,9671	-7,455	10,76	9,773	0,0265	0,5532	0,6027	-0,9296	-0,0203
Wand	0,93328	-2,1552	0 ¹⁾	1,466	0,1006	0 ¹⁾	0,45325	-1,0068	-0,0692

¹⁾ Bei den Wärmeverlusten durch Wände hat B' keinen Einfluss; aus Gründen der mathematischen Richtigkeit muss dennoch $B' \neq 0$ gelten.

$$B' = \frac{A_G}{0,5 \cdot P_{FG}} \quad (20)$$

- B' geometrischer Parameter der Bodenplatte, in m
 Bei der Betrachtung von Einzelräumen ist B' wie folgt zu bestimmen:
- Der für das gesamte Gebäude berechnete B' Wert ist anzuwenden auf
 - jeden Raum ohne Aussenwände,
 - jeden Raum mit gut gedämmten Böden, d. h. $U_F \leq 0,5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.
 - In jedem anderen Fall ist B' individuell für den betrachteten Raum zu berechnen (konservative Schätzung).
- A_G Fläche der Bodenplatte, in m^2
 P_{FG} exponierter Umfang der Bodenplatte (siehe Figur 3), in m

Figur 3 Exponierter Umfang, Beispiele (Aufsicht)



- 1 betrachtetes beheiztes Gebäude oder Raum
 - 2 angrenzendes beheiztes Gebäude oder Raum
 - 3 angrenzendes unbeheiztes Gebäude oder Raum
- exponierter Umfang P_{FG}
- Bodenplatte

Anhang C (informativ) **Publikationen**

Dieser Anhang verweist auf Publikationen zum Thema der vorliegenden Norm.

Wärmebrückenkataloge, Bundesamt für Energie BFE, können unter <https://pubdb.bfe.admin.ch> heruntergeladen werden

Anhang D (informativ) Verzeichnis der Begriffe

Tabelle 13 Alphabetisches Verzeichnis der in Kapitel 1 definierten Begriffe

Deutsch	Französisch	Italienisch	Ziffer
Abluftanlage	Installation d'air repris	Impianto di aspirazione di aria	1.1.4.3
Aussenbezug	Rapport vers l'extérieur	Riferimento verso l'esterno	1.1.4.4
Bauteil	Élément de construction	Elemento costruttivo	1.1.1.1
Bauteilfläche	Surface de l'élément de construction	Superficie degli elementi costruttivi	1.1.1.2
Beheizter Raum	Local chauffé	Locale riscaldato	1.1.1.5
Gebäudeeinheit	Unité de bâtiment	Unità dell'edificio	1.1.1.8
Mechanische Lüftung	Ventilation mécanique	Ventilazione meccanica	1.1.4.1
Mindest-Luftwechselrate	Taux minimal de renouvellement de l'air	Tasso minimo di ricambio d'aria	1.1.4.5
Mittlere Oberflächen-temperatur	Température moyenne de la surface	Temperatura superficiale media	1.1.5.2
Natürliche Lüftung	Ventilation naturelle	Ventilazione naturale	1.1.4.2
Nicht aktiv beheizter Raum	Local non activement chauffé	Locale non riscaldato attivamente	1.1.1.7
Norm-Aussentemperatur	Température extérieure de base	Temperatura esterna di dimensionamento	1.1.5.3
Norm-Heizlast	Charge thermique nominale	Carico termico di dimensionamento	1.1.3.1
Norm-Lüftungswärmeverlust	Pertes thermiques nominales par ventilation	Perdite termiche per ventilazione di dimensionamento	1.1.3.4
Norm-Raumtemperatur	Température intérieure de base	Temperatura interna di dimensionamento	1.1.5.1
Norm-Transmissionswärmeverlust	Pertes thermiques nominales par transmission	Perdite termiche per trasmissione di dimensionamento	1.1.3.3
Norm-Wärmetransferkoeffizient	Coefficient de transfert thermique nominal	Coefficiente di scambio termico di dimensionamento	1.1.3.5
Norm-Wärmeverlust	Dépense de base	Perdite termiche di dimensionamento	1.1.3.2
Raumhöhe	Hauteur des locaux	Altezza del locale	1.1.1.4
Thermisch wirksamer Mindest-Luftvolumenstrom	Débit volumique minimal d'air thermiquement actif	Portata volumica minima di aria termicamente utile	1.1.4.6
Thermische Gebäudehülle	Enveloppe thermique du bâtiment	Involucro termico dell'edificio	1.1.1.9
Tiefe im Erdreich	Profondeur dans le terrain	Profondità nel terreno	1.1.1.3
Unbeheizter Raum	Local non chauffé	Locale non riscaldato	1.1.1.6
Wärmeabgabesystem	Système d'émission de chaleur	Sistema di emissione del calore	1.1.2.1

In der Kommission SIA 384 und in der Arbeitsgruppe SIA 384/2 vertretene Organisationen

EnFK	Konferenz Kantonaler Energiefachstellen
FHNW	Fachhochschule Nordwestschweiz
GKS	GebäudeKlima Schweiz
suissetec	Schweizerisch-Liechtensteinischer Gebäudetechnikverband

Kommission SIA 384, Heizungsanlagen

		Vertreter von
Präsident	Roman Hermann, dipl. HLK-Ing. HTL/REG A/SIA, Münchenstein	Planer
Mitglieder	Simon Ackermann, dipl. HLK-Ing. FH, Egnach Thomas Afjei, Prof. Dr. sc. techn. ETH, dipl. Masch.-Ing, Muttenz Stefan Gabathuler, Techniker TS Heizung/Lüftung, Basel Christoph Gmür, dipl. Masch.-Ing. ETH/SIA, Zürich Stefan Lutz, dipl. Heizungsplaner, Zürich Steffen Porsche, dipl. Ing. Heizungstechnik, Gränichen Christoph H. Schmid, dipl. Masch.-Ing. ETH/SIA, Winterthur Stefan Zahm, dipl. Verkaufsleiter, Zürich	suissetec FHNW Berufsschule EnFK Öffentl. Bauherren Unternehmen Planer GKS

Arbeitsgruppe SIA 384/2

		Vertreter von
Mitglieder	Christoph H. Schmid, dipl. Masch.-Ing. ETH/SIA, Winterthur Walter Schüpbach, dipl. Heizungstechniker TS, Rottenschwil	Planer Planer

Sachbearbeitung Reto Gadola, dipl. HLK-Ing. FH/SIA, Horw

Verantwortlicher Luca Pirovino, dipl. Kultur-Ing. ETH/SIA, Zürich
SIA Geschäftsstelle

Genehmigung und Gültigkeit

Die Zentralkommission für Normen des SIA hat die vorliegende Norm SIA 384/2 am 3. März 2020 genehmigt.
Sie ist gültig ab 1. Juni 2020.

Copyright © 2020 by SIA Zurich

Alle Rechte, auch die des auszugsweisen Nachdrucks, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe und Speicherung sowie das der Übersetzung, sind vorbehalten.