

Ersetzt SIA 2044:2011

Bâtiments climatisés – Méthode de calcul standard pour la puissance requise et les besoins d'énergie

Edifici climatizzati – Procedura standard di calcolo del fabbisogno di potenza e di energia

Klimatisierte Gebäude – Standard-Berechnungsverfahren für den Leistungs- und Energiebedarf

2044

Referenznummer
SNR 592044:2019 de

Gültig ab: 2019-08-01

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 und Kommentare 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.

2019-08 1. Auflage

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
Vorwort	4
0 Geltungsbereich	5
0.1 Abgrenzung	5
0.2 Normative Verweisungen	5
1 Verständigung	8
1.1 Begriffe und Definitionen	8
1.2 Symbole, Begriffe und Einheiten	12
1.3 Indizes	13
2 Standard-Berechnungsverfahren	14
2.1 Allgemeines	14
2.2 Stündlicher Heizwärme-, Klimakälte- und Leistungsbedarf	15
2.3 Stündlicher Energiebedarf der Gebäudetechnik	22
2.4 Elektrizitätserzeugung mittels Photovoltaik	24
Anhang	
A (informativ) Publikationen	25
B (informativ) Verzeichnis der Begriffe ..	26

VORWORT

Das vorliegende Merkblatt ist eine Ergänzung zur Norm SIA 382/2 *Klimatisierte Gebäude – Leistungs- und Energiebedarf*. Es enthält den detaillierten Beschrieb des Standard-Berechnungsverfahrens zu dieser Norm, zum grössten Teil in Form von Bezügen zu Europäischen Normen. Es ist nur zusammen mit diesen Europäischen Normen anwendbar.

Die referenzierten Europäischen Normen sind zusammen mit diesem Merkblatt unentbehrlich für die Ersteller von Rechenprogrammen, welche dieses Standard-Rechenverfahren anwenden.

Die Anwendungsmöglichkeiten des Rechenverfahrens sowie die Anforderungen an die klimatisierten Gebäude und an alternative Berechnungsverfahren sind in den Normen SIA 180, SIA 380, SIA 382/1 und SIA 382/2 festgelegt.

Arbeitsgruppe SIA 2044

0 GELTUNGSBEREICH

0.1 Abgrenzung

- 0.1.1 Das vorliegende Merkblatt beschreibt – zusammen mit den in Ziffer 0.2.2 referenzierten Europäischen Normen – ein vereinfachtes dynamisches Berechnungsverfahren zur Berechnung des thermischen Leistungsbedarfs sowie des Heizwärme- und Klimakältebedarfs (Nutzenergie) sowie des gesamten gewichteten Endenergiebedarfs von Gebäuden. Das schliesst sämtliche Verwendungszwecke (Heizen, Kühlen, Be- und Entfeuchten, Warmwasserbereitung sowie elektrische Energie für Beleuchtung, Geräte und allgemeine Gebäudetechnik) ein.
- 0.1.2 Mit demselben Berechnungsverfahren können die Raumzustände (Raumlufthtemperatur, Raumtemperatur und Raumluftheuchte) berechnet werden.
- 0.1.3 Das Merkblatt beschränkt sich weitgehend auf die Bezüge zu Europäischen Normen und enthält nur Beschreibungen von Rechenverfahren, wo sie von diesen abweichen oder sie präzisieren.
- 0.1.4 Manche Randbedingungen für das Rechenverfahren sind vom jeweiligen Anwendungszweck des Verfahrens abhängig. Diese Abhängigkeiten sind in den Normen SIA 180, SIA 380, SIA 382/1 und SIA 382/2 definiert.

0.2 Normative Verweisungen

Im Text dieses Merkblattes 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.

0.2.1 Publikationen des SIA

Norm SIA 180	Wärmeschutz, Feuchteschutz und Raumklima in Gebäuden
Norm SIA 380	Grundlagen für energetische Berechnungen von Gebäuden
Norm SIA 382/1	Lüftungs- und Klimaanlage – Allgemeine Grundlagen und Anforderungen
Norm SIA 382/2	Lüftungs- und Klimaanlage – Leistungs- und Energiebedarf
Norm SIA 384/3	Heizungsanlagen in Gebäuden – Energiebedarf
Norm SIA 385/2	Anlagen für Trinkwarmwasser in Gebäuden – Warmwasserbedarf, Gesamtanforderungen und Auslegung
Norm SIA 387/4:2017	Elektrizität in Gebäuden – Beleuchtung: Berechnung und Anforderungen
Merkblatt SIA 2024:2015	Raumnutzungsdaten für die Energie- und Gebäudetechnik
Merkblatt SIA 2056	Elektrizität in Gebäuden – Energie- und Leistungsbedarf

0.2.2 Internationale Normen

SN EN ISO 11855-2:2015	Umweltgerechte Gebäudeplanung – Planung, Auslegung, Installation und Steuerung flächenintegrierter Strahlheizungs- und -kühlsysteme – Teil 2: Bestimmung der Auslegungs-Heiz- bzw. Kühlleistung
SN EN ISO 13786	Wärmetechnisches Verhalten von Bauteilen – Dynamisch-thermische Kenngrössen – Berechnungsverfahren
SN EN ISO 13789	Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden – Transmissions- und Lüftungswärmetransferkoeffizient – Berechnungsverfahren

SN EN 14500	Abschlüsse – Thermischer und visueller Komfort – Prüf- und Berechnungsverfahren
SN EN 15316-1:2017	Energetische Bewertung von Gebäuden – Verfahren zur Berechnung der Energieanforderungen und Nutzungsgrade der Anlagen – Teil 1: Allgemeines und Darstellung der Energieeffizienz, Module M3-1, M3-4, M3-9, M8-1, M8-4
SN EN 15316-2	Energetische Bewertung von Gebäuden – Verfahren zur Berechnung der Energieanforderungen und Nutzungsgrade der Anlagen – Teil 2: Wärmeübertragungssysteme (Raumheizung und -kühlung), Module M3-5, M4-5
SN EN 15316-3:2017	Energetische Bewertung von Gebäuden – Verfahren zur Berechnung der Energieanforderungen und Nutzungsgrade der Anlagen – Teil 3: Wärmeverteilungssysteme (Trinkwassererwärmung, Heizung und Kühlung), Module M3-6, M4-6, M8-6
SN EN 15316-4-1:2017	Energetische Bewertung von Gebäuden – Verfahren zur Berechnung der Energieanforderungen und Nutzungsgrade der Anlagen – Teil 4-1: Wärmeerzeugung für die Raumheizung und Trinkwassererwärmung, Verbrennungssysteme (Heizungskessel, Biomasse), Module M3-8-1, M8-8-1
SN EN 15316-4-3:2017	Energetische Bewertung von Gebäuden – Verfahren zur Berechnung der Energieanforderungen und Nutzungsgrade der Anlage – Teil 4-3: Wärmeerzeugungssysteme, thermische Solaranlagen und Photovoltaikanlagen, Module M3-8-3, M8-8-3, M11-8-3
SN EN 15316-4-4:2017	Energetische Bewertung von Gebäuden – Verfahren zur Berechnung der Energieanforderungen und Nutzungsgrade der Anlage – Teil 4-4: Wärmeerzeugungssysteme, gebäudeintegrierte KWK-Anlagen, Module M3-8-4, M8-8-4, M8-11-4
SN EN 15316-5:2017	Energetische Bewertung von Gebäuden – Verfahren zur Berechnung der Energieanforderungen und Nutzungsgrade der Anlagen – Teil 5: Raumheizung und Speichersysteme für erwärmtes Trinkwasser (keine Kühlung), Module M3-7, M8-7
SN EN 16798-5-1:2017	Energieeffizienz von Gebäuden – Module M5-6, M5-8, M6-5, M6-8, M7-5, M7-8 – Lüftung von Gebäuden – Berechnungsmethoden für den Energiebedarf von Lüftungs- und Klimaanlage – Teil 5-1: Verteilung und Erzeugung – Methode 1
SN EN 16798-7:2017	Energieeffizienz von Gebäuden – Teil 7: Lüftung von Gebäuden – Modul M5-5 – Berechnungsverfahren zur Bestimmung der Luftvolumenströme in Gebäuden einschliesslich Infiltration
SN EN 16798-9:2017	Energieeffizienz von Gebäuden – Teil 9: Lüftung von Gebäuden – Module M4-1, M4-4, M4-9 – Berechnungsverfahren für den Energiebedarf – Berechnungsverfahren für den Energiebedarf der Kühlsysteme – Allgemeines
SN EN 16798-13:2017	Energieeffizienz von Gebäuden – Teil 13: Modul M4-8 – Berechnung der Kühlsysteme – Erzeugung
SN EN 16798-15:2017	Energieeffizienz von Gebäuden – Teil 15: Modul M4-7 – Berechnungsmethoden für den Energiebedarf von Kälteanlagen – Speicherung
SN EN ISO 52016-1:2017	Energetische Bewertung von Gebäuden – Berechnung des Energiebedarfs für Heizung und Kühlung, Innentemperaturen sowie der Heiz- und Kühllast in einem Gebäude oder einer Gebäudezone – Teil 1: Berechnungsverfahren

SN EN ISO 52022-1	Energieeffizienz von Gebäuden – Wärmetechnische, solare und tageslichtbezogene Eigenschaften von Bauteilen und Bauelementen – Teil 1: Vereinfachtes Berechnungsverfahren zur Ermittlung der solaren und tageslichtbezogenen Eigenschaften von Sonnenschutz in Kombination mit Verglasungen – Teil 3: Detailliertes Berechnungsverfahren zur Ermittlung der solaren und lichttechnischen Eigenschaften von Sonnenschutz in Kombination mit Verglasungen
SN EN ISO 52022-3:2017	Energieeffizienz von Gebäuden – Wärmetechnische, solare und tageslichtbezogene Eigenschaften von Bauteilen und Bauelementen – Teil 3: Detailliertes Berechnungsverfahren zur Ermittlung der solaren und lichttechnischen Eigenschaften von Sonnenschutz in Kombination mit Verglasungen

1 VERSTÄNDIGUNG

1.1 Begriffe und Definitionen

Für die Anwendung des vorliegenden Merkblattes gelten die folgenden Begriffe und Definitionen. Diese Begriffe sind im Anhang B in alphabetischer Reihenfolge in drei Sprachen aufgelistet.

1.1.1 Raum und Bauteil

- | | | |
|---------|--|--|
| 1.1.1.1 | Raumnutzung | Kategorie gemäss SIA 2024:2015, Kapitel 1. |
| 1.1.1.2 | Nettogeschossfläche
A_{NGF}
m^2 | Teil der Geschossfläche zwischen den umschliessenden oder den innenliegenden Konstruktionsbauteilen. |
| 1.1.1.3 | Wärmedurchgangswiderstand
R
$(m^2 \cdot K)/W$ | Verhältnis der Temperaturdifferenz über ein Bauteil zum Wärmestrom, der im stationären Zustand durch das Bauteil fliesst. |
| 1.1.1.4 | Flächenbezogener Wärmetransferkoeffizient
h
$W/(m^2 \cdot K)$ | Wärmetransferkoeffizient zwischen zwei Knoten eines Bauteils. |
| 1.1.1.5 | Flächenbezogener Wärmeübergangskoeffizient
h
$W/(m^2 \cdot K)$ | Dichte des Wärmestroms, der im stationären Zustand durch eine Bauteiloberfläche fliesst, im Verhältnis zur Differenz der Bauteiloberflächentemperatur zur angrenzenden Luft- bzw. Strahlungstemperatur, bezogen auf die Bauteilfläche. |
| 1.1.1.6 | Flächenbezogene Wärmespeicherfähigkeit
κ
$Wh/(m^2 \cdot K)$ | Effektive Wärmespeicherfähigkeit eines Bauteils, bezogen auf die Bauteilfläche, berechnet nach SN EN ISO 13786. |
| 1.1.1.7 | Monolithisches Bauteil | Bauteil, das – mit Ausnahme von inneren und äusseren Putzschichten ohne Wärmedämmeigenschaften von je max. 1,5 cm Dicke – aus einem einzigen Material besteht. |
| 1.1.1.8 | TABS-Decken-/
-Bodenfläche
A_{TABS}
m^2 | Decken- oder Bodenfläche eines Raums, welche effektiv thermisch aktiviert wird. |
| 1.1.2 | Solare Wärmeeinträge | |
| 1.1.2.1 | Solare Wärmeeintragsleistung
Φ_s
W | Wärmeleistung, die einem Raum durch Sonneneinstrahlung durch transparente Bauteile zugeführt wird. |
| 1.1.2.2 | Globale Solarstrahlungsstärke
$I_{G,h}$
W/m^2 | Totale flächenbezogene solare Einstrahlungsleistung auf die horizontale Ebene; Mittelwert über den Betrachtungszeitraum. |

1.1.2.3	Diffuse Solarstrahlungsstärke I_D W/m ²	Diffuser (ungerichteter) Anteil der flächenbezogenen solaren Einstrahlungsleistung auf einer beliebig ausgerichteten Ebene; Mittelwert über den Betrachtungszeitraum.
1.1.2.4	Direkte Solarstrahlungsstärke I_B W/m ²	Direkter (gerichteter) Anteil der flächenbezogenen solaren Einstrahlungsleistung auf einer beliebig ausgerichteten Ebene; Mittelwert über den Betrachtungszeitraum.
1.1.2.5	Sonnenazimut α_{sol} °	Winkel zwischen dem auf die horizontale Ebene projizierten Sonnenstand und der Südrichtung, Dabei werden Abweichungen zur Südrichtung gegen Osten als negative Winkel und Abweichungen gegen Westen als positive Winkel definiert.
1.1.2.6	Sonnenhöhe δ_{sol} °	Vertikaler Winkel zwischen der Sonne und der horizontalen Ebene.
1.1.2.7	Orthogonale Sonnenhöhe $\delta_{sol,n}$ °	Auf eine zur Bauteilebene orthogonal stehende vertikale Ebene projizierte Sonnenhöhe.
1.1.2.8	Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung g_g	Quotient des durch die transparenten Bauteile durchgelassenen Wärmestroms (inkl. sekundärer Wärmeübertragung) zur einfallenden Gesamtstrahlung der Sonne. g_g ist abhängig vom Einfallswinkel. Die Herstellerangaben gelten für senkrechten Einfall.
1.1.2.9	Fensterfläche A_w m ²	Beim Massivbau das Fertiglichtmass der Wand- bzw. Dachöffnung gemäss SIA 380. Türen werden wie Fenster behandelt. Bei Vorhangfassaden ist anstelle der Fensterfläche die Glasfläche massgebend. Sämtliche opaken Bestandteile von Vorhangfassaden inklusive Rahmenkonstruktion werden als opake Bauteile behandelt.
1.1.2.10	Abminderungsfaktor für Fensterrahmen F_F	Verhältnis der Glasfläche zur Fensterfläche.
1.1.2.11	Verschattungsfaktoren $F_{shr}, F_{sh1}, F_{sh2}, F_{sh3}$	Verhältnis der auf eine Bauteiloberfläche einfallenden totalen Solarstrahlung unter Berücksichtigung feststehender Verschattungselemente zur totalen Solarstrahlung ohne Verschattung. Es wird unterschieden zwischen Horizontverschattung, Verschattung durch Nachbargebäude sowie Verschattung durch Überhang (z. B. Balkon) oder Seitenblenden.
1.1.2.12	Horizontwinkel α °	Winkel zwischen Fassadenmitte bei gebäudeweiser Betrachtung bzw. Fenstermitte bei raumweiser Betrachtung und dem mittleren Horizont.
1.1.2.13	Winkel des Überhangs β °	Winkel zwischen Fenstermitte und Überhang (z. B. Balkon). Er wird fensterweise bestimmt.

1.1.2.14	Winkel der Seitenblende γ °	Winkel zwischen Fenstermitte und Seitenblende. Der Rechenwert gilt für eine einseitige Blende. Bei nach Osten oder Westen orientierten Fenstern gilt er für auf der Südseite des Fensters liegende Seitenblenden; für auf der Nordseite liegende Seitenblenden gilt der Faktor 1,0. Für Südfenster mit beidseitigen Seitenblenden müssen die beiden Rechenwerte miteinander multipliziert werden.
1.1.2.15	Solarer Reflexionsgrad ρ_e	Verhältnis des von einer Oberfläche reflektierten Strahlungsflusses zum einfallenden Strahlungsfluss.
1.1.2.16	Solarer Transmissionsgrad τ_e	Verhältnis des von einer Oberfläche durchgelassenen Strahlungsflusses zum einfallenden Strahlungsfluss.
1.1.3	Interne Wärmeeinträge und Feuchtequellen	
1.1.3.1	Beleuchtung	Beleuchtung von Innen- und Aussenräumen (Raumbeleuchtung, Akzentbeleuchtung, Sicherheits- und Notbeleuchtung, Aussenbeleuchtung usw.).
1.1.3.2	Geräte	Geräte, welche der Nutzung der Räume dienen, in denen sie installiert sind, oder welche diesen Räumen zugeordnet werden können (ohne Beleuchtung, Lüftung, Klimatisierung).
1.1.3.3	Elektrische Leistung der Beleuchtung P_L W	Die über eine Stunde gemittelte effektive Leistung der Beleuchtung bei Volllast.
1.1.4	Lüftung im Raum	
1.1.4.1	Mechanische Lüftung	Luftaustausch, angetrieben von einem oder mehreren Ventilatoren.
1.1.4.2	Natürliche Lüftung	Luftaustausch, angetrieben von Wind- und thermischen Auftriebskräften (Lüftung durch Fenster und Lüftungsöffnungen, thermische Lüftung über vertikalen Schacht, sogenannte Schachtlüftung, und Infiltration bzw. Exfiltration).
1.1.4.3	Fensterlüftung	Luftaustausch durch das Öffnen von Fenstern oder Lüftungsflügeln. Bei der reinen Fensterlüftung erfolgt der Luftaustausch ausschliesslich über die Fenster. Bei der unterstützenden Fensterlüftung kann trotz mechanischer Lüftung bei Bedarf das Fenster geöffnet werden, z. B. um am Morgen bei Arbeitsbeginn oder nach intensiven Nutzungsphasen eine intensive Raumdurchspülung und evtl. Abkühlung zu erreichen.
1.1.4.4	Infiltration (Gebäudehülle)	Unbeabsichtigter und unkontrollierter Lufteintritt durch Undichtheiten der Gebäudehülle, verursacht durch Auftrieb, Wind oder Abluftüberschuss des mechanischen Systems.
1.1.4.5	Exfiltration (Gebäudehülle)	Unbeabsichtigter und unkontrollierter Luftaustritt durch Undichtheiten der Gebäudehülle, verursacht durch Auftrieb, Wind oder Zufluftüberschuss des mechanischen Systems.

1.1.5 Temperaturen im Raum

- 1.1.5.1 Empfundene Temperatur
 θ_o
°C
Für die thermische Behaglichkeit des Menschen massgebende Temperatur unter Berücksichtigung der Lufttemperatur am betrachteten Ort im Raum und der Strahlungstemperatur der Umgebungsflächen.
Detaillierte Definition siehe SIA 180.
- 1.1.5.2 Raumtemperatur
 θ_i
°C
Temperatur der Innenumgebung. Näherungsweise ist sie gleich dem arithmetischen Mittel der Raumlufttemperatur und der mittleren Strahlungstemperatur des Raumes.
Detaillierte Definition siehe SIA 180.
- 1.1.5.3 Raumlufttemperatur
 $\theta_{a,i}$
°C
Temperatur der Raumluft, in der Raummitte 1 m über Boden gemessen.
- 1.1.5.4 Sollwert der Raum- oder Raumlufttemperatur im Heiz- bzw. Kühlfall
 $\theta_{a,i,set,Hr}$ $\theta_{a,i,set,C}$ $\theta_{i,set,Hr}$ $\theta_{i,set,C}$
°C
Sollwert, auf dem die Regelung des Gebäudetechniksystems die Raum- oder Raumlufttemperatur im Heizfall (Winter) halten soll.
Der Sollwert kann sich entweder auf die Raum- oder die Raumlufttemperatur beziehen.
- 1.1.5.5 Vorlauftemperatur des TABS (maximale bzw. minimale)
 $\theta_{TABS,su,max}$ $\theta_{TABS,su,min}$
°C
Maximale (Winter) bzw. minimale (Sommer) Vorlauftemperatur, mit der das thermoaktive Bauteilsystem (TABS) gespeist wird.
- ### 1.1.6 Systeme
- 1.1.6.1 Teilsystem
Gesamtheit der Anlagenteile, die für die Erfüllung eines Teilprozesses innerhalb der gebäudetechnischen Anlagen notwendig sind. Die Teilprozesse sind Erzeugung, Speicherung, Verteilung, Abgabe.
- 1.1.6.2 Erzeugung
Teilsystem zur Umwandlung der gelieferten Energieträger in die benötigte Energieform (Wärme und Kälte). Bei der Lüftung wird unter der Erzeugung das Lüftungsgerät mit der Summe der Luftbehandlungen verstanden.
- 1.1.6.3 Speicherung
Teilsystem zur Speicherung von Wärme.
- 1.1.6.4 Verteilung
Teilsystem zur Verteilung von Wärme und/oder Medien (Luft, Wasser usw.) im Gebäude.
- 1.1.6.5 Abgabe
Teilsystem zur raumseitigen Zu- und Abfuhr von Wärme und Luft.

1.2 Symbole, Begriffe und Einheiten

Für die praktische Anwendung sind die nach einem Strichpunkt genannten Einheiten ebenfalls üblich und zulässig.

Symbol	Begriff	Einheit
$A_{NGF} A_{TABS}$	Nettogeschossfläche, TABS-Decken-/Bodenfläche	m ²
A_w	Fensterfläche	m ²
$F_F F_{sh}$	Abminderungsfaktor für Fensterrahmen, Verschattungsfaktor	–
F_{sp}	Korrekturfaktor für Sonnenschutz	–
$I_G I_D I_B$	Solarstrahlungsleistung (global, diffus, direkt)	W/m ²
$P P_L$	Leistungsaufnahme eines Geräts oder einer Anlage (allgemein, Beleuchtung)	W
$R R_{C,eli} R_t$	Wärmedurchgangswiderstand (allgemein, Konstruktion des Elements <i>i</i> , TABS)	(m ² ·K)/W
U	Wärmedurchgangskoeffizient	W/(m ² ·K)
$f_{HC,cv}$	konvektiver Anteil des Abgabesystems	–
f_g	Glasanteil	–
$g g_g$	Gesamtenergiedurchlassgrad (allgemein, Verglasung)	–
$h h_{plj;eli}$	flächenbezogener Wärmetransferkoeffizient (allgemein, Schicht <i>j</i> des Elements <i>i</i>)	W/(m ² ·K)
Δ	Differenz	
Φ_{sol} (Phi)	Wärmeeintragsleistung solar	W
Φ_{HC}	thermischer Leistungsbedarf	W
$\alpha_{sol} \alpha$ (Alpha)	Sonnenazimut, Horizontwinkel	°
β (Beta)	Winkel des Überhangs, Anstellwinkel der Sonnenschutzlamellen	°
γ (Gamma)	Winkel der Seitenblende	°
$\delta_{sol} \delta_{sol,n}$ (Delta)	Sonnenhöhe, orthogonale Sonnenhöhe	°
θ_e (Theta)	Aussentemperatur	°C
$\theta_o \theta_i \theta_{a,i} \theta_{a,i,set}$	empfundene Temperatur, Raumtemperatur, Raumlufttemperatur, Sollwert der Raumlufttemperatur	°C
$\theta_{TABS,su}$	Vorlauftemperatur des TABS	°C
κ (Kappa) $\kappa_{plj;eli}$	flächenbezogene Wärmespeicherfähigkeit (allgemein, Schicht <i>j</i> des Elements <i>i</i>)	Wh/(m ² ·K)
$\kappa_e \kappa_i \kappa_m$	flächenbezogene Wärmespeicherfähigkeit (ausser, innen, Mitte des virtuell aufgeschnittenen Bauteils) nach SN EN ISO 13786	Wh/(m ² ·K)
$\rho \rho_G \rho_e$	Reflexionsgrad (allgemein, Albedo, solar)	–
$\tau \tau_e$	Transmissionsgrad (allgemein, solar)	–

1.3 Indizes

Index	deutsch	englisch	französisch	italienisch
<i>B</i>	direkt	beam	direct	diretto
<i>C</i>	Kühlung	cooling	refroidissement	raffreddamento
<i>D</i>	diffus	diffuse	diffuse	diffuso
<i>E</i>	Ost	east	est	est
<i>F</i>	Fensterrahmen	frame	cadre de fenêtre	telaio della finestra
<i>H</i>	Heizung	heating	chauffage	riscaldamento
<i>HC</i>	Heizung und Kühlung	heating and cooling	chauffage et refroidissement	riscaldamento e raffreddamento
<i>L</i>	Beleuchtung	lighting	éclairage	illuminazione
<i>N</i>	Nord	north	nord	nord
<i>NGF</i>	Nettogeschossfläche	net floor area	surface nette de plancher (SN)	superficie netta del piano
<i>S</i>	Süd	south	sud	sud
<i>TABS</i>	thermoaktives Bauteilsystem	embedded heating/cooling system	système de chauffage/refroidissement intégré dans l'élément de construction	elemento costruttivo termoattivo
<i>V</i>	Lüftung	ventilation	ventilation	ventilazione
<i>W</i>	West	west	ouest	ovest
<i>a</i>	Luft	air	air	aria
<i>act</i>	momentan	actual	actuel	attuale
<i>anis</i>	anisotrop	anisotrop	anisotrope	anisotropo
<i>cv</i>	konvektiv	convective	convectif	convettivo
<i>e</i>	aussen	external	extérieur	esterno
<i>e</i>	solar (Gesamtenergie, bei Verglasungseigenschaften)	solar (total energy, with glazing properties)	solaire (énergie totale, avec propriétés de vitrage)	solare (energia totale, con le proprietà del vetro)
<i>el</i>	Element	element	élément	elemento
<i>g</i>	Glas	glass	vitre	vetro
<i>i</i>	innen	internal	intérieur	interno
<i>m</i>	Mitte	center	centre	centro
<i>max</i>	Maximum, maximal	maximum	maximum, maximal	massimo, massimale
<i>min</i>	Minimum, minimal	minimum	minimum, minimal	minimo, minimale
<i>o</i>	empfunden	operative	opératif	percepito
<i>op</i>	opak	opaque	opaque	opaco
<i>pl</i>	Schicht	plane, layer	couche	strato
<i>r</i>	Strahlung	radiation	rayonnement	radiazione
<i>s</i>	Oberfläche	surface	surface	superficie
<i>set</i>	Sollwert	set point	valeur nominale	valore nominale
<i>sh</i>	Verschattung	shading	ombragement	ombreggiamento
<i>sol</i>	solar	solar	solaire	solare
<i>sp</i>	Sonnenschutz	solar protection	protection solaire	protezione solare
<i>su</i>	Zufuhr, Vorlauf	supply	alimentation, aller	alimentazione di mandata
<i>tot</i>	total	total	total	totale
<i>w</i>	Fenster	window	fenêtre	finestra
45	bei 45°	at 45°	à 45°	a 45°

2 STANDARD-BERECHNUNGSVERFAHREN

2.1 Allgemeines

2.1.1 Ziele der Berechnung

2.1.1.1 Die Ziele der Berechnung sind je nach Anwendungsfall

- die stündlichen Leistungswerte zur Ermittlung des Klimakälte- und Heizwärmeleistungsbedarfs gemäss SIA 382/2, zwecks Auslegung der Gebäudetechnikkomponenten;
- die stündlichen Werte der netto gelieferten Energie in Form der verwendeten Energieträger für alle Verwendungszwecke zur Ermittlung des Gesamtenergiebedarfs gemäss SIA 380;
- die stündlichen Werte der Raumluftzustände zwecks Ermittlung der thermischen Behaglichkeit sowie für Nachweise des sommerlichen Wärmeschutzes.

2.1.1.2 Die Angaben zur Darstellung und die Anforderungen bezüglich der Anwendungsfälle sind in den Normen SIA 180, SIA 380, SIA 382/1 und SIA 382/2 enthalten.

2.1.2 Klimadaten

2.1.2.1 Als Eingangsdaten für das Stundenverfahren werden die folgenden stündlichen Werte benötigt:

- Aussentemperatur θ_e (°C),
- relative Feuchte der Aussenluft φ_e (%),
- Mischungsverhältnis der Aussenluft x_e (g/kg),
- globale Einstrahlungsintensität $I_{G,h}$ (W/m²) auf die Horizontalfläche,
- direkte Solarstrahlung I_B (W/m²) normal zur Einstrahlungsrichtung,
- diffuse Strahlung $I_{D,i}$ (W/m²) auf der horizontalen und den vertikalen Flächen i (4 Haupthimmelsrichtungen),
- Sonnenhöhe δ_s (°),
- Sonnenazimut γ_s (°),
- Albedo ρ_G ,
- Windgeschwindigkeit, Mittelwert (m/s),
- Windgeschwindigkeit, Böenspitze (m/s).

2.1.2.2 Die Datengrundlage für die Werte gemäss 2.1.2.1 ist je nach Anwendungsfall in den Normen gemäss 2.1.1.2 festgelegt.

2.1.2.3 Die Berechnung der stündlichen solaren Einstrahlung auf beliebig ausgerichtete Flächen gemäss 2.1.2.4 bis 2.1.2.6 weicht von SN EN ISO 52010-1 [1] ab. Begründung und Erläuterungen dazu siehe [2].

2.1.2.4 Die direkte Einstrahlung auf eine beliebig ausgerichtete Fläche s berechnet sich wie folgt:

$$I_{B,s} = I_B \cdot [\sin(\delta_{sol}) \cdot \cos(\beta) + \cos(\delta_{sol}) \cdot \cos(\alpha_s - \alpha_{sol}) \cdot \sin(\beta)] \quad (1)$$

$I_{B,s}$ direkte Sonneneinstrahlungsintensität auf die beliebig ausgerichtete Fläche, in W/m²

I_B direkte Sonneneinstrahlungsintensität normal zur Einstrahlungsrichtung, in W/m²

δ_{sol} Sonnenhöhe, in °

β Neigung der beliebig ausgerichteten Fläche zur Horizontalebene, in °

α_s Ausrichtung (Azimut) der beliebig ausgerichteten Fläche (Süden = 0°, positiv nach Westen)

α_{sol} Sonnenazimut (Süden = 0°, positiv nach Westen)

2.1.2.5 Die diffuse Einstrahlung auf die beliebig ausgerichtete Fläche s berechnet sich wie folgt:

$$I_{D,s} = \frac{[I_{D,h} - \Delta I_{D,anis} \cdot \sin(\delta_{sol})] \cdot (180 - \beta)}{180} + \frac{\rho_G \cdot I_{G,h} \cdot \beta}{180} + \Delta I_{D,anis} [\sin(\delta_{sol}) \cos(\beta) + \cos(\delta_{sol}) \cos(\alpha_s - \alpha_{sol}) \sin(\beta)] \quad (2)$$

ρ_G Albedo (Reflexionsgrad der Erdoberfläche)

$I_{G,h}$ globale Einstrahlungsintensität auf die Horizontalfläche, in W/m^2

2.1.2.6 Die Anisotropie der Diffusstrahlung in Gleichung (2) wird nach Gleichung (3) aus den Strahlungswerten auf die vertikalen Flächen ermittelt.

$$\Delta I_{D,anis} = \begin{cases} \frac{I_{D,S} - I_{D,N}}{\cos(\alpha_{sol}) \cdot \cos(\delta_{sol})} & \text{wenn } -45^\circ < \alpha_{sol} < 45^\circ \\ \frac{I_{D,E} - I_{D,W}}{\cos(\alpha_{sol} + 90) \cdot \cos(\delta_{sol})} & \text{sonst} \end{cases} \quad (3)$$

$I_{D,S}$ Diffusstrahlungsintensität auf die Südfassade, in W/m^2

$I_{D,N}$ Diffusstrahlungsintensität auf die Nordfassade, in W/m^2

$I_{D,E}$ Diffusstrahlungsintensität auf die Ostfassade, in W/m^2

$I_{D,W}$ Diffusstrahlungsintensität auf die Westfassade, in W/m^2

2.2 Stündlicher Heizwärme-, Klimakälte- und Leistungsbedarf

2.2.1 Allgemeines

2.2.1.1 Die Berechnung erfolgt nach dem stündlichen Verfahren gemäss SN EN ISO 52016-1, mit Ausnahme der in 2.2.2 bis 2.2.10 beschriebenen Abweichungen und Ergänzungen.

2.2.1.2 Eingabedaten gemäss SN EN ISO 52016-1:2017, Tabellen 11 bis 20, mit Ausnahme der in 2.2.2 bis 2.2.10 beschriebenen Abweichungen und Ergänzungen. Defaultwerte sind im nationalen Anhang zu SN EN ISO 52016-1:2017 aufgeführt.

2.2.1.3 Die Raumhöhe wird von der Bodenoberkante bis zur Deckenunterkante gemessen. Bei vollständig geschlossenen abgehängten Decken bilden diese die Deckenunterkante.

2.2.1.4 Bei Räumen mit unterschiedlichen Raumhöhen ist die mittlere Höhe massgebend, wobei das Netto-Raumvolumen dem effektiven Wert entsprechen muss.

2.2.2 Konvektiver Wärmeübergangskoeffizient aussen

Die Berechnung bzw. Wahl des äusseren konvektiven Wärmeübergangskoeffizienten wird abhängig vom Anwendungsfall in SIA 180, SIA 382/1 und SIA 382/2 definiert.

2.2.3 Opake Bauteile

2.2.3.1 Die Ziffer 2.2.3 ersetzt das Rechenverfahren für die Bestimmung der konstruktionsabhängigen Eigenschaften der opaken Bauteile nach SN EN ISO 52016-1:2017, Ziffern 6.5.7.2 und 6.5.7.3.

2.2.3.2 Die Anzahl der Knoten ist 5.

2.2.3.3 Die Wärmespeicherfähigkeiten der Knoten sind

$$\kappa_{p1;eli} = \kappa_{p5;eli} = 0 \quad (4)$$

$$\kappa_{p2;eli} = \kappa_{e;eli} \quad (5)$$

$$\kappa_{p3;eli} = \kappa_{m;eli} \quad (6)$$

$$\kappa_{p4;eli} = \kappa_{i;eli} \quad (7)$$

$\kappa_{e;eli}$ Wärmespeicherfähigkeit für die Aussenseite des Bauteils i nach SN EN ISO 13786, ohne Wärmeübergangswiderstand, in $\text{Wh}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$; bei erdberührten Bauteilen ist eine Schicht Erdreich mit einer Dicke von 0,5 m einzurechnen

$\kappa_{i;eli}$ Wärmespeicherfähigkeit für die Innenseite des Bauteils i nach SN EN ISO 13786, ohne Wärmeübergangswiderstand, in $\text{Wh}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

$\kappa_{m;eli}$ äussere Wärmespeicherfähigkeit für die innere Hälfte des in der geometrischen Mitte virtuell aufgeschnittenen Bauteils i nach SN EN ISO 13786, ohne Wärmeübergangswiderstand, in $\text{Wh}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$; bei monolithischen Bauteilen ist das Maximum zwischen diesem Wert und der Differenz zwischen der statischen Wärmespeicherfähigkeit und den beiden äusseren Wärmespeicherfähigkeiten $\Sigma d \cdot \rho \cdot c - \kappa_{p2;eli} - \kappa_{p4;eli}$ zu verwenden.

2.2.3.4 Die Berechnung der spezifischen Wärmespeicherfähigkeiten der Bauteile erfolgt mit dem detaillierten Verfahren nach SN EN ISO 13786. Dabei ist ohne Wärmeübergangswiderstände zu rechnen. Bei teilweise abgehängten Decken sind die Vorgaben zur Berechnung der Wärmespeicherfähigkeit eines Raumes in SIA 180 massgebend.

2.2.3.5 Bei der Berechnung der Wärmespeicherfähigkeit werden die Innenabmessungen der Bauteile verwendet.

2.2.3.6 Die Wärmetransferkoeffizienten zwischen den Knoten sind

$$h_{p1;eli} = \frac{2 \cdot (\kappa_{p2;eli} + \kappa_{p3;eli})}{\kappa_{p3;eli} \cdot R_{C,eli}} \quad (8)$$

$$h_{p2;eli} = \frac{2 \cdot (\kappa_{p3;eli} + \kappa_{p4;eli})}{\kappa_{p4;eli} \cdot R_{C,eli}} \quad (9)$$

$$h_{p3;eli} = \frac{2 \cdot (\kappa_{p2;eli} + \kappa_{p3;eli})}{\kappa_{p2;eli} \cdot R_{C,eli}} \quad (10)$$

$$h_{p4;eli} = \frac{2 \cdot (\kappa_{p3;eli} + \kappa_{p4;eli})}{\kappa_{p3;eli} \cdot R_{C,eli}} \quad (11)$$

$R_{C,eli}$ thermischer Widerstand des Bauelements i nach SN EN ISO 13789, in $(\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}$; bei erdberührten Bauteilen ist eine Schicht Erdreich mit einer Dicke von 0,5 m einzurechnen

2.2.3.7 Bei der Berechnung der Wärmetransmission sind die Aussenabmessungen gemäss SIA 380 zu verwenden.

2.2.3.8 Bei Bauteilen gegen benachbarte Räume mit konstanter Temperatur ist der Temperatursollwert des Nachbarraums zu verwenden.

2.2.4 Transparente Bauteile

2.2.4.1 Die Berechnung der solaren Wärmeeinträge erfolgt nach dem in 2.2.4 beschriebenen Verfahren. Dieses ist eine Präzisierung der Methode für dynamische transparente Bauteile nach SN EN ISO 52016-1:2017, Anhang G. Es ist koordiniert mit der Berechnung der Tageslichtausbeute in SIA 387/4:2017, Ziffer 3.4. Die Berechnung erfolgt separat für jedes Fenster gemäss Gleichung (12), (13) oder (14).

2.2.4.2 Berechnung ohne Sonnenschutz:

$$\Phi_{sol} = \sum_i A_{w,i} \cdot F_{Fi} \cdot g_g \cdot 0,9 \cdot (I_{B,i} \cdot F_{sh,B,i} + I_{D,i} \cdot F_{sh,D,i}) \quad (12)$$

- $A_{w,i}$ Fläche des Bauteils i , in m^2
 F_{Fi} Reduktionsfaktor für den Rahmenanteil des Bauteils i
 g_g Gesamtenergiedurchlassfaktor der Verglasung des Bauteils i für senkrecht auftreffende Strahlung gemäss SN EN 410
 $I_{B,i}$ direkte Solarstrahlung auf das Bauteil i , in W/m^2
 $I_{D,i}$ diffuse Solarstrahlung auf das Bauteil i , in W/m^2
 $F_{sh,B,i}$ Verschattungsfaktor für direkte Strahlung für das Bauteil i , siehe 2.2.5.1
 $F_{sh,D,i}$ Verschattungsfaktor für diffuse Strahlung für das Bauteil i , siehe 2.2.5.1

2.2.4.3 Für die Fensterfläche A_w gilt das lichte Mass der Wand- bzw. Dachöffnungen. Detaillierte Angaben zur Abmessung der Fensterflächen finden sich in SIA 380. Türen werden wie Fenster behandelt. Bei Vorhangfassaden ist anstelle der Fensterfläche die Glasfläche A_g massgebend.

2.2.4.4 Abhängig von den Annahmen bezüglich der Betätigung des Sonnenschutzes muss die Berechnung unter Berücksichtigung des Sonnenschutzes erfolgen. Die Annahmen sind abhängig vom Anwendungszweck in SIA 180, SIA 382/1 und SIA 382/2 definiert.

2.2.4.5 Die Berechnung erfolgt für äusseren Sonnenschutz wie folgt:

$$\Phi_{sol} = \sum_i A_{w,i} \cdot F_{Fi} \cdot 0,9 \cdot \left\{ \begin{aligned} & \left[g_{g,i} + (1 - g_{g,i}) \cdot \frac{h_{e,i}}{h_1} - \frac{h_{e,i}}{h_2} \right] \cdot (I_{B,i} \cdot F_{sh,B,i} \cdot \tau_{e,sp,B,i} \cdot F_{\tau,sp,B,\beta,i} \cdot F_{\rho,sp,B,\delta,i} + I_{D,i} \cdot F_{sh,D,i} \cdot \tau_{e,sp,D,i} \cdot F_{\tau,sp,D,\beta,i}) \\ & + \frac{h_e}{h_2} \cdot [I_{B,i} \cdot F_{s,B,i} \cdot (1 - \rho_{e,sp,B,i} \cdot F_{\rho,sp,B,\beta,i} \cdot F_{\rho,sp,B,\delta,i}) + I_{D,i} \cdot F_{s,D,i} \cdot (1 - \rho_{e,sp,D,i} \cdot F_{\rho,sp,D,\beta,i})] \end{aligned} \right\} \quad (13)$$

und für inneren Sonnenschutz wie folgt:

$$\Phi_{sol} = \sum_i A_{w,i} \cdot F_{Fi} \cdot 0,9 \cdot g_{g,i} \cdot \left[\begin{aligned} & \left(1 - \frac{h_{i,j}}{h_3} \right) \cdot (I_{B,i} \cdot F_{sh,B,i} + I_{D,i} \cdot F_{sh,D,i}) \\ & + \left(\frac{h_{i,j}}{h_3} - g_{g,i} \right) \cdot (I_{B,i} \cdot F_{sh,B,i} \cdot \rho_{e,sp,B,i} \cdot F_{\rho,sp,B,\beta,i} \cdot F_{\rho,sp,B,\delta,i} + I_{D,i} \cdot F_{sh,D,i} \cdot \rho_{e,sp,D,i} \cdot F_{\rho,sp,D,\beta,i}) \\ & + \frac{h_{i,j}}{h_3} \cdot (I_{B,i} \cdot F_{sh,B,i} \cdot \tau_{e,sp,B,i} \cdot F_{\tau,sp,B,\beta,i} \cdot F_{\tau,sp,B,\delta,i} + I_{D,i} \cdot F_{sh,D,i} \cdot \tau_{e,sp,D,i} \cdot F_{\tau,sp,D,\beta,i}) \end{aligned} \right] \quad (14)$$

- h_1 Wärmetransferkoeffizient 1 gemäss SN EN ISO 52022-1: 5 $W/(m^2 \cdot K)$
 h_2 Wärmetransferkoeffizient 2 gemäss SN EN ISO 52022-1: 10 $W/(m^2 \cdot K)$
 $h_{e,i}$ äusserer Wärmetransferkoeffizient des Bauteils i gemäss SN EN ISO 52022-1:

$$h_e \left(\frac{1}{U_g} + \frac{1}{h_1} + \frac{1}{h_2} \right)^{-1} \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

- $U_{g,i}$ Wärmedurchgangskoeffizient der Verglasung, in $W/(m^2 \cdot K)$
 $\tau_{e,sp,B,i}$ solarer Transmissionsgrad des Sonnenschutzes für direkte Strahlung, siehe 2.2.6.3
 $F_{\tau,sp,B,\beta,i}$ Korrekturfaktor des solaren Transmissionsgrades für direkte Strahlung für den Lamellen-Anstellwinkel, siehe 2.2.6.4
 $F_{\tau,sp,B,\delta,i}$ Korrekturfaktor des solaren Transmissionsgrades für direkte Strahlung für die Sonnenhöhe, siehe 2.2.6.8
 $\tau_{e,sp,D,i}$ solarer Transmissionsgrad des Sonnenschutzes für diffuse Strahlung, siehe 2.2.6.3
 $F_{\tau,sp,D,\beta,i}$ Korrekturfaktor des solaren Transmissionsgrades für diffuse Strahlung für den Lamellen-Anstellwinkel, siehe 2.2.6.4
 $\rho_{e,sp,B,i}$ solarer Reflexionsgrad des Sonnenschutzes für direkte Strahlung, siehe 2.2.6.3
 $F_{\rho,sp,B,\beta,i}$ Korrekturfaktor des solaren Reflexionsgrades für direkte Strahlung für den Lamellen-Anstellwinkel, siehe 2.2.6.5

$F_{p,sp,B,\delta,i}$	Korrekturfaktor des solaren Reflexionsgrades für direkte Strahlung für die Sonnenhöhe, siehe 2.2.6.9
$\rho_{e,sp,D,i}$	solarer Reflexionsgrad des Sonnenschutzes für diffuse Strahlung, siehe 2.2.6.3
$F_{p,sp,D,\beta,i}$	Korrekturfaktor des solaren Reflexionsgrades für direkte Strahlung für den Lamellen-Anstellwinkel, siehe 2.2.6.5
h_3	Wärmetransferkoeffizient 3 gemäss SN EN ISO 52022-1: 30 W/(m ² ·K)
$h_{i,i}$	äusserer Wärmetransferkoeffizient des Bauteils i gemäss SN EN ISO 52022-1:

$$h_1 \left(\frac{1}{U_g} + \frac{1}{h_3} \right)^{-1} \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$$

2.2.5 Verschattungsfaktoren

2.2.5.1 Die Ziffer 2.2.5 ersetzt die Berechnung nach SN EN ISO 52016-1:2017, Anhang F. Die Verschattungsfaktoren für Direkt- und Diffusstrahlung berechnen sich aus den Faktoren für Horizont, Überhang und Seitenblende:

$$F_{sh,B} = F_{sh1} \cdot F_{sh2,B} \cdot F_{sh3,B,l} \cdot F_{sh3,B,r} \quad (15)$$

F_{sh1}	Verschattungsfaktor Horizont (Topographie und andere Gebäude)
$F_{sh2,B}$	Verschattungsfaktor Überhang für direkte Strahlung
$F_{sh3,B,l}$	Verschattungsfaktor Seitenblende links für direkte Strahlung
$F_{sh3,B,r}$	Verschattungsfaktor Seitenblende rechts für direkte Strahlung

$$F_{sh,D} = F_{sh2,D} \cdot F_{sh3,D,l} \cdot F_{sh3,D,r} \quad (16)$$

$F_{sh2,D}$	Verschattungsfaktor Überhang für diffuse Strahlung
$F_{sh3,D,l}$	Verschattungsfaktor Seitenblende links für diffuse Strahlung
$F_{sh3,D,r}$	Verschattungsfaktor Seitenblende rechts für diffuse Strahlung

2.2.5.2 Der Verschattungsfaktor Horizont F_{sh1} muss fensterweise bestimmt werden. Der Horizontwinkel wird als Mittelwert bezüglich der Fenstermitte bestimmt.¹ Für die Berechnung wird angenommen, dass der Horizontwinkel nur die direkte Solarstrahlung beeinflusst.

$$\text{Wenn } \delta_{sol} < \alpha, \text{ so gilt } F_{sh1} = 1 - \frac{I_{B,i}}{I_{B,i} + I_{D,i}} \quad (17)$$

$$\text{Andernfalls ist } F_{S1} = 1 \quad (18)$$

δ_{sol}	Sonnenhöhe, in °
α	mittlerer Horizontwinkel, in °

2.2.5.3 Die Verschattungsfaktoren Überhang müssen fensterweise bestimmt werden. Der Winkel β des Überhangs wird bezüglich der Fenstermitte bestimmt. Für die Berechnung wird angenommen, dass der Überhang die direkte und die diffuse Solarstrahlung beeinflusst.

Für Überhänge werden die Teil-Verschattungsfaktoren für die direkte Strahlung $F_{sh2,B}$ und die diffuse Strahlung $F_{sh2,D}$ berechnet:

$$F_{sh2,B} = \max \left[0 ; 1 - \frac{0,5 \cdot \tan \beta}{\tan(90 - \delta_{sol})} \right] \quad (19)$$

$$F_{sh2,D} = 1 - \frac{\beta}{90} \quad (20)$$

¹ Der Horizontwinkel kann durch Topographie, Gebäude oder Bäume gebildet werden.

2.2.5.4 Die Verschattungsfaktoren Seitenblende müssen fensterweise bestimmt werden. Der Winkel γ der Seitenblende wird bezüglich der Fenstermitte bestimmt. Für die Berechnung wird angenommen, dass die Seitenblende die direkte und die diffuse Solarstrahlung beeinflusst.

Für Seitenblenden werden die Teil-Verschattungsfaktoren für die direkte Strahlung $F_{sh3,B}$ und die diffuse Strahlung $F_{sh3,D}$ unter Berücksichtigung der Fassadenorientierung berechnet. Die Orientierung der vertikalen Fassade wird als Winkel α_w zur Südrichtung angegeben, wobei Westen $+90^\circ$ und Osten -90° entsprechen.

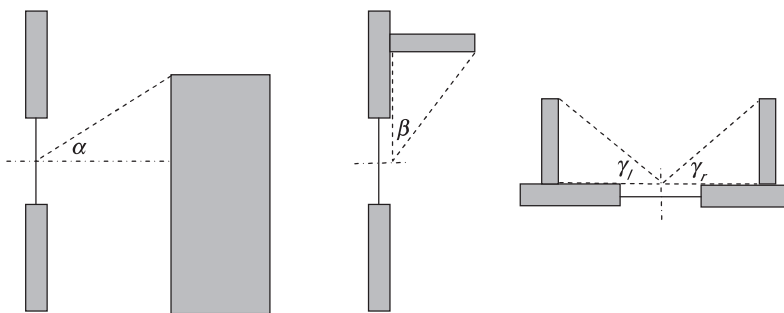
Zudem wird unterschieden, ob die Seitenblende links ($F_{S3,l}$) oder rechts ($F_{S3,r}$) des Fensters angeordnet ist. Dabei liegt rechts beim Blick von innen nach aussen auf der rechten Seite des Betrachters.

$$\text{Wenn } \alpha_{sol} < (\alpha_w - 90 + \gamma_l), \text{ so gilt } F_{sh3,B,l} = 0, \text{ andernfalls ist } F_{sh3,B,l} = 1 \quad (21)$$

$$\text{Wenn } \alpha_{sol} > (\alpha_w + 90 - \gamma_r), \text{ so gilt } F_{sh3,B,r} = 0, \text{ andernfalls ist } F_{sh3,B,r} = 1 \quad (22)$$

$$F_{sh3,D} = 1 - 0,5 \cdot \frac{\gamma_l}{90} \text{ und } F_{sh3,D,r} = 1 - 0,5 \cdot \frac{\gamma_r}{90} \quad (23)$$

Figur 1 Darstellung von Horizontwinkel α und Winkel des Überhangs β im Schnitt, sowie Winkel der Seitenblenden γ_l und γ_r im Grundriss



2.2.6 Sonnenschutz

2.2.6.1 Bei Stoffbehang sind $\tau_{e,sp,B}$ und $\tau_{e,sp,D}$ gleich $\tau_{e,sp}$

2.2.6.2 Bei Stoffbehang und Sonnenschutzsteuerung Typ X = 1 oder 2 gemäss Tabelle 9 von SIA 387/4:2017 sind $F_{\tau_{sp,B,\beta}}$, $F_{\tau_{sp,B,\delta}}$ und $F_{sp,D,\beta} = 1$. Bei Typ X = 3 kann ein Ausstellen des Sonnenschutzes berücksichtigt werden und die Verschattungsfaktoren sind gemäss SN EN 14500 zu bestimmen.

2.2.6.3 Bei Lamellenstoren sind $\tau_{e,sp,B} = \tau_{v,B,45}$, $\rho_{e,sp,B} = \rho_{e,B,45}$ sowie $\tau_{e,sp,D} = \tau_{e,D,45}$ und $\rho_{e,sp,D} = \rho_{e,D,45}$ einzusetzen.

$\tau_{e,B,45}$ Transmissionsgrad des Sonnenschutzes für direkte Solarstrahlung in Arbeitsstellung (45°) bei Sonnenhöhe 45° gemäss SN EN 14500

$\rho_{e,B,45}$ Reflexionsgrad des Sonnenschutzes für direkte Solarstrahlung in Arbeitsstellung (45°) bei Sonnenhöhe 45° gemäss SN EN 14500

$\tau_{e,D,45}$ Transmissionsgrad des Sonnenschutzes für diffuse Solarstrahlung in Arbeitsstellung (45°) bei Sonnenhöhe 45° gemäss SN EN 14500

$\rho_{e,D,45}$ Reflexionsgrad des Sonnenschutzes für diffuse Solarstrahlung in Arbeitsstellung (45°) bei Sonnenhöhe 45° gemäss SN EN 14500

Dazu sind Herstellerangaben zu verwenden. Falls keine näheren Angaben vorliegen, sind abhängig von der Art des Sonnenschutzes gemäss SIA 387/4:2017, Ziffer 3.3.2.9, die Werte von Tabelle 1 einzusetzen.

Tabelle 1 Werte für die Berechnung des solaren Transmissions- und Reflexionsgrades des Sonnenschutzes

Kategorie Sonnenschutz	Art des Sonnenschutzes	Umlenkensystem	Solarer Reflexionsgrad $\rho = \rho'$ des Lamellenmaterials ¹	Solarer Transmissionsgrad τ des Lamellenmaterials ¹
1	Lamellen	Lamellenwinkel konstant 0° im Umlenkbereich	0,7	0
	Stoffbehang	Sonnenschutz nicht aktiv im Umlenkbereich	0,5	0,25
2	Lamellen	–	0,7	0
3	Lamellen	–	0,5	0
	Stoffbehang		0,35	0,25
4	Lamellen	–	0,3	0
	Stoffbehang		0,25	0,10
5	Stoffbehang	–	0,2	0,05

¹ Symbole ohne Indizes wie in SN EN ISO 52022-3:2017, Anhang D, verwendet

2.2.6.4 Die Korrekturfaktoren des solaren Transmissionsgrades für den Lamellen-Anstellwinkel sind:

$$F_{\tau,sp,B,\beta} = 1 - \frac{\beta - 45^\circ}{45^\circ} \quad (24)$$

$$F_{\tau,sp,D,\beta} = -1,1 \cdot 10^{-6} \cdot \beta^3 - 5 \cdot 10^{-5} \cdot \beta^2 + 1,2 \quad (25)$$

2.2.6.5 Die Korrekturfaktoren des solaren Reflexionsgrades für den Lamellen-Anstellwinkel sind:

$$F_{\rho,sp,B,\beta} = 1 + 0,4 \cdot \frac{\beta - 45^\circ}{45^\circ} \quad (26)$$

$$F_{\rho,sp,D,\beta} = 1,1 \cdot 10^{-6} \cdot \beta^3 + 10^{-4} \cdot \beta^2 + 0,7 \quad (27)$$

2.2.6.6 Der Lamellen-Anstellwinkel in (24) bis (27) wird für die drei Funktionstypen der Sonnenschutzsteuerung gemäss SIA 387/4:2017, Tabelle 9, berechnet.

2.2.6.7 Die orthogonale Sonnenhöhe $\delta_{sol,n}$ ist

$$\delta_{sol,n} = \arctan\left(\frac{\tan\delta_{sol}}{\cos\alpha_{sol}}\right) \quad (28)$$

δ_{sol} Sonnenhöhe

α_{sol} relatives Sonnenazimut gegenüber der Flächennormale

2.2.6.8 Der Korrekturfaktor des solaren Transmissionsgrades für direkte Strahlung für die Sonnenhöhe beträgt

$$F_{\tau,sp,B,\delta} = 1 - \left\{ \left[0,1 + 0,05 \cdot \left(\frac{45^\circ - \beta}{45^\circ} \right)^2 \right] \cdot \frac{\delta_{sol,n} - 45^\circ}{20^\circ} \right\} \quad (29)$$

2.2.6.9 Der Korrekturfaktor des solaren Reflexionsgrades für direkte Strahlung für die Sonnenhöhe beträgt

$$F_{\rho,sp,B,\delta} = 1 + \left[\left(0,055 + 0,1 \cdot \frac{45^\circ - \beta}{45^\circ} \right)^2 \cdot \frac{\delta_{sol,n} - 45^\circ}{20^\circ} \right] \quad (30)$$

2.2.7 Interne Wärmeeinträge

2.2.7.1 Der interne Wärmeeintrag der Beleuchtung $\phi_{i,L}$ ist gleich der momentanen elektrischen Leistung $P_{L,act}$.

2.2.7.2 Die Berechnung der momentanen elektrischen Leistung $P_{L,act}$ erfolgt gemäss SIA 387/4:2017, Ziffer 3.4. Die Eingabedaten, sofern sie nicht identisch sind mit denjenigen für die solaren Wärmeeinträge, sind ebenfalls dort zu finden.

2.2.7.3 Die nutzungsbedingten internen Wärme- und Feuchtequellen sind als stündliche Lastprofile zu definieren. Die Lastprofile müssen den typischen Tagesverlauf von Arbeits- und Ruhetagen sowie typische saisonale Schwankungen durch Ferienzeiten berücksichtigen.

2.2.7.4 Für die Wärme- und Feuchteabgabe durch Personen sind die Anzahl Personen bei Vollbelegung und deren nutzungsbedingter Aktivitätswert M massgebend. Die Wärme- und Feuchteabgabe bei Vollbelegung wird mit dem dimensionslosen Personenlastprofil multipliziert. Detaillierte Angaben zur Berechnung der Wärme- und Feuchteabgabe durch Personen in Abhängigkeit der Tätigkeit finden sich in SIA 180.

2.2.7.5 Bei Geräten ist die durchschnittliche Wärme- und Feuchteabgabe über eine Stunde bei Auslegungsbedingungen massgebend. Die Wärme- und Feuchteabgabe bei Auslegungsbedingungen wird mit dem dimensionslosen Lastprofil der Geräte multipliziert.

2.2.7.6 Neben der Feuchteabgabe durch Personen und Geräte sind weitere Feuchtequellen wie Zimmerpflanzen und Sanitäreinrichtungen zu berücksichtigen.

2.2.7.7 Sofern keine genaueren Planungswerte vorliegen, können für alle Wärme- und Feuchtequellen Standardwerte gemäss SIA 2024 verwendet werden.

2.2.8 Lüftungsverluste und -gewinne

2.2.8.1 Die Berechnung der Zu- und Abluftvolumenströme einer Zone durch mechanische Lüftung erfolgt nach SN EN 16798-7:2017, Ziffer 6.4. Eingabedaten gemäss Tabellen 5 bis 9; Defaultwerte sind im nationalen Anhang aufgeführt.

2.2.8.2 Bei Fensterlüftung wird gemäss dem angestrebten Lüftungszweck unterschieden zwischen hygienisch und thermisch bedingter Fensterlüftung.

Bei hygienisch bedingter Fensterlüftung wird die Berechnung nach dem vereinfachten Verfahren gemäss SN EN 16798-7:2017, Ziffer 6.4.3.5.3, durchgeführt. Eingabe gemäss nationalem Anhang zu SN EN 16798-7:2017, Ziffer NA.1.2.8.

Bei thermisch bedingter Fensterlüftung erfolgt die Berechnung gemäss SN EN 16798-7:2017, Ziffer 6.4.3.5.4.

2.2.8.3 Infiltration durch unkontrollierten Lufteintritt wird als konstanter spezifischer Volumenstrom pro Nettogeschossfläche definiert. Falls keine genaueren Angaben vorliegen, können Standardwerte gemäss SIA 2024 eingesetzt werden.

2.2.9 Sollwerte

2.2.9.1 Die Sollwerte für das Innenraumklima sind abhängig vom Anwendungsfall in SIA 180, SIA 382/1 und SIA 382/2 festgelegt.

2.2.10 Thermoaktive Bauteilsysteme (TABS)

2.2.10.1 Thermoaktive Bauteilsysteme (TABS) werden berücksichtigt, indem das betreffende Bauteil bei der wasserführenden Schicht in zwei Bauteile aufgeteilt wird. Als Randbedingung für die Anknüpfung an die beiden die wasserführende Schicht berührenden Bauteiloberflächen wird der Wärmetransferkoeffizient berechnet als

$$h_{TABS} = \frac{2}{R_t} \quad (31)$$

R_t Widerstand zwischen der Vorlauftemperatur und der mittleren Temperatur der wärmeleitenden Schicht gemäss SN EN ISO 11855-2:2015, Anhang B, in (m²·K)/W

2.3 Stündlicher Energiebedarf der Gebäudetechnik

2.3.1 Lüftungsanlage

Die Berechnung des Energiebedarfs für die Luftförderung sowie die Luftaufbereitung (Heizen, Kühlen, Be- und Entfeuchten) erfolgt gemäss SN EN 16798-5-1:2017. Eingabedaten gemäss Tabellen 5 bis 25; Defaultwerte sind im nationalen Anhang aufgeführt.

2.3.2 Kältesysteme

2.3.2.1 Betriebsbedingungen und Lastverteilung

Die Berechnung erfolgt gemäss SN EN 16798-9. Diese Norm referenziert und verknüpft die unter 2.3.1.1 sowie 2.3.2.2 bis 2.3.2.5 angegebenen Normen und führt deren Resultate zusammen.

Für die erforderlichen Eingabedaten siehe SN EN 16798-9:2017, Tabellen 9 bis 14; Defaultwerte sind im nationalen Anhang aufgeführt.

2.3.2.2 Kälteabgabe

Die Berechnung erfolgt gemäss SN EN 15316-2. Für die erforderlichen Eingabedaten siehe Tabellen 5 und 6; Defaultwerte sind im nationalen Anhang aufgeführt.

Solange die Art des Abgabesystems nicht festgelegt ist, wird mit rein konvektiven Systemen gerechnet ($f_{HC,cv} = 1$).

Bei TABS werden die folgenden Eingabedaten benötigt:

- mit TABS belegte Decken- oder Bodenfläche A_{TABS} , in m²,
- maximale Vorlauftemperatur des TABS im Winter $\theta_{TABS,su,max}$ in °C,
- minimale Vorlauftemperatur des TABS bei Auslegungsbedingung im Sommer $\theta_{TABS,su,min}$ in °C.

Hinweise zur Wahl der Werte gibt [3].

2.3.2.3 Kälteverteilung

Die Berechnung erfolgt gemäss SN EN 15316-3:2017. Für die erforderlichen Eingabedaten siehe Tabellen 5 bis 9; Defaultwerte sind im nationalen Anhang aufgeführt.

2.3.2.4 Kältespeicherung

Die Berechnung erfolgt gemäss SN EN 16798-15:2017. Für die erforderlichen Eingabedaten siehe Tabellen 4 bis 8; Defaultwerte sind im nationalen Anhang aufgeführt.

2.3.2.5 Kälteerzeugung

Die Berechnung erfolgt gemäss SN EN 16798-13:2017, Verfahren 1. Für die erforderlichen Eingabedaten siehe Tabellen 5 bis 10; Defaultwerte sind im nationalen Anhang aufgeführt.

Die Direktkühlung über Erdsonden wird nach SN EN 16798-13:2017, Verfahren 1, mit dem Erzeugertyp «OTHER» berechnet. Die Abschätzung der Senkentemperatur erfolgt dabei nach SIA 384/3.

2.3.3 **Heizsysteme**

2.3.3.1 Betriebsbedingungen und Lastverteilung

Die Berechnung erfolgt gemäss SN EN 15316-1. Diese Norm referenziert und verknüpft die unter 2.3.3.2 bis 2.3.3.5 angegebenen Normen und führt deren Resultate zusammen.

Für die erforderlichen Eingabedaten siehe SN EN 15316-1:2017, Tabellen 7 und 10.; Defaultwerte sind im nationalen Anhang aufgeführt.

2.3.3.2 Verluste und Hilfsenergiebedarf bei der Wärmeabgabe

Die Berechnung erfolgt gemäss SN EN 15316-2. Für die erforderlichen Eingabedaten siehe Tabellen 5 und 6; Defaultwerte sind im nationalen Anhang aufgeführt.

2.3.3.3 Wärmeverteilung

Die Berechnung erfolgt gemäss SN EN 15316-3:2017. Für die erforderlichen Eingabedaten siehe Tabellen 5 bis 9; Defaultwerte sind im nationalen Anhang aufgeführt.

2.3.3.4 Wärmespeicherung

Die Berechnung von Warmwasserspeichern erfolgt gemäss SIA 385/2 und ist ausserhalb dieses Merkblatts geregelt (siehe 2.4).

Die Berechnung von Heizungsspeichern erfolgt gemäss SN EN 15316-5:2017. Für die erforderlichen Eingabedaten siehe Tabellen 5 bis 7; Defaultwerte sind im nationalen Anhang aufgeführt.

2.3.3.5 Wärmeerzeugung

2.3.3.5.1 Heizkessel

Die Berechnung erfolgt gemäss SN EN 15316-4-1:2017. Für die erforderlichen Eingabedaten siehe Tabellen 5 und 6; Defaultwerte sind im nationalen Anhang aufgeführt.

2.3.3.5.2 Wärmepumpen

Die Berechnung erfolgt gemäss dem detaillierten Verfahren von SIA 384/3, angewendet auf eine stündliche Berechnung, d. h., die Berechnung erfolgt statt pro Bin pro Stunde.

2.3.3.5.3 Solarkollektoranlagen

Die Berechnung erfolgt gemäss SN EN 15316-4-3:2017, Ziffer 6.1.3. Für die erforderlichen Eingabedaten siehe Tabellen 7 und evtl. 10; Defaultwerte sind im nationalen Anhang aufgeführt.

2.3.3.5.4 WKK-Anlagen

Die Berechnung erfolgt gemäss SN EN 15316-4-4:2017. Für die erforderlichen Eingabedaten siehe Tabellen 7 bis 10; Defaultwerte sind im nationalen Anhang aufgeführt.

2.3.4 **Warmwasser**

2.3.4.1 Die Berechnung des Wärmebedarfs und der Hilfsenergie für die Aufbereitung des Warmwassers erfolgt gemäss SIA 385/2.

2.3.4.2 Der Wärmebedarf wird in Form von täglichen Ladezyklen als stündliche Wärmelast ans Heizverteilungssystem gemäss 2.3.3 übergeben.

2.3.5 **Allgemeine Gebäudetechnik**

2.3.5.1 Der Energiebedarf der allgemeinen Gebäudetechnikanlagen wird nach SIA 2056 berechnet.

2.3.5.2 Die zeitliche Verteilung des Bedarfs wird für die folgenden Komponenten der allgemeinen Gebäudetechnik wie folgt festgelegt:

- Beschattungsanlagen: Aufteilung auf die Betätigungsstunden;
- Schrankenanlagen, Dreh- und Karusselltüren, Schiebetüren: Betriebsleistung gemäss Personenanwesenheitsprofil, Bereitschaftsleistung in den übrigen Zeiten;
- Dachrinnenheizungen, Satellitenempfänger, Widerstandsheizungen im Freien: wenn $\theta_e < 3^\circ\text{C}$;
- Parabolantennen: wenn $\theta_e < 5^\circ\text{C}$;
- Aufzüge, Fahrtreppen und Fahrsteige: Betriebszeit.

2.3.5.3 In allen übrigen Fällen und wo nichts Anderes bekannt ist, werden die Werte gleichmässig auf alle Jahresstunden verteilt.

2.4 **Elektrizitätserzeugung mittels Photovoltaik**

Die Berechnung erfolgt gemäss SN EN 15316-4-3:2017, Ziffer 6.2.4. Für die erforderlichen Eingabedaten siehe Tabellen 26 bis 28; Defaultwerte sind im nationalen Anhang aufgeführt.

Anhang A (informativ)

Publikationen

Dieser Anhang verweist auf Publikationen zum Thema des vorliegenden Merkblatts. Sie haben ausschliesslich informativen Charakter.

- [1] SN EN ISO 52010-1:2017 Energieeffizienz von Gebäuden – Äussere Umweltbedingungen – Teil 1: Umrechnung von Wetterdaten als Eingangsgrössen für Energieberechnungen
- [2] Ménard M., Gadola R., Zweifel G., Müller V.: Swiss Energycodes – Projekt Gesamtenergieeffizienz – Teilprojekt: Gebäudeautomation in CH-Normen und TEC-Tool; www.energytools.ch, Downloads > Grundlagenberichte
- [3] Tödtli J., et al., TABS Control – Steuerung und Regelung von thermoaktiven Bauteilsystemen, Faktor Verlag, Zürich, 2009

Anhang B (informativ) Verzeichnis der Begriffe

Tabelle 2 Alphabetisches Verzeichnis der in Kapitel 1 definierten Begriffe

Deutsch	Französisch	Italienisch	Ziffer
Abgabe	Émission	Emissione	1.1.6.2
Abminderungsfaktor für Fensterrahmen	Facteur de réduction pour les châssis de fenêtres	Fattore di riduzione per telaio di finestra	1.1.2.10
Beleuchtung	Éclairage	Illuminazione	1.1.3.1
Diffuse Solarstrahlungsstärke	Rayonnement solaire diffus	Irraggiamento solare diffuso	1.1.2.3
Direkte Solarstrahlungsstärke	Rayonnement solaire direct	Irraggiamento solare diretto	1.1.2.4
Elektrische Leistung der Beleuchtung	Puissance électrique pour l'éclairage	Potenza elettrica dell'illuminazione	1.1.3.3
Empfundene Temperatur	Température opérative	Temperatura percepita	1.1.5.1
Erzeugung	Production	Produzione	1.1.6.5
Exfiltration (Gebäudehülle)	Exfiltration	Exfiltrazione	1.1.4.5
Fensterfläche	Surface des fenêtres	Superficie delle finestre	1.1.2.9
Fensterlüftung	Aération par les fenêtres	Ventilazione a finestra	1.1.4.3
Flächenbezogene Wärmespeicherfähigkeit	Capacité thermique d'un élément de construction	Capacità termica di riferimento superficiale	1.1.1.6
Flächenbezogener Wärmetransferkoeffizient	Coefficient de transfert thermique spécifique	Coefficiente di trasmissione termica di riferimento superficiale	1.1.1.4
Flächenbezogener Wärmeübergangskoeffizient	Coefficient d'échange thermique superficiel spécifique	Coefficiente di trasmissione termica superficiale specifica	1.1.1.5
Geräte	Appareils	Apparecchi	1.1.3.2
Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung	Facteur de transmission d'énergie globale du vitrage	Coefficiente di trasmissione energetica globale della vetratura	1.1.2.8
Globale Solarstrahlungsstärke	Rayonnement solaire	Irraggiamento solare globale	1.1.2.2
Horizontwinkel	Angle de l'horizon	Angolo dell'orizzonte	1.1.2.12
Infiltration (Gebäudehülle)	Infiltration (enveloppe du bâtiment)	Infiltrazione (involucro dell'edificio)	1.1.4.4
Mechanische Lüftung	Ventilation mécanique	Ventilazione meccanica	1.1.4.1
Monolithisches Bauteil	Élément de construction monolithique	Elemento costruttivo monolitico	1.1.1.7
Natürliche Lüftung	Aération naturelle	Ventilazione naturale	1.1.4.2
Nettogeschossfläche	Surface nette de plancher	Superficie di piano netta	1.1.1.2
Orthogonale Sonnenhöhe	Hauteur du soleil orthogonale	Altezza del sole ortogonale	1.1.2.7
Raumlufttemperatur	Température d'air intérieur	Temperatura dell'aria interna	1.1.5.3
Raumnutzung	Local type	Tipologia d'utilizzo del locale	1.1.1.1
Raumtemperatur	Température ambiante	Temperatura del locale	1.1.5.2
Solare Wärmeeintragsleistung	Puissance des apports thermiques solaires	Potenza termica solare	1.1.2.1
Solarer Reflexionsgrad	Taux de réflexion du vitrage	Coefficiente di riflessione solare	1.1.2.15
Solarer Transmissionsgrad	Taux de transmission du vitrage	Coefficiente di trasmissione solare	1.1.2.16

Tabelle 2 Alphabetisches Verzeichnis der in Kapitel 1 definierten Begriffe (Fortsetzung)

Deutsch	Französisch	Italienisch	Ziffer
Sollwert der Raum- oder Raumlufttemperatur im Heiz- bzw. Kühlfall	Consigne de température de l'air intérieur pour le chauffage ou le refroidissement	Valore nominale della temperatura del locale o dell'aria del locale in caso di riscaldamento o raffreddamento	1.1.5.4
Sonnenazimut	Azimut du soleil	Azimut solare	1.1.2.5
Sonnenhöhe	Hauteur du soleil	Altezza del sole	1.1.2.6
Speicherung	Stockage	Stoccaggio	1.1.6.4
TABS-Decken-/Bodenfläche	Surface des éléments de construction thermoactifs (plafonds ou sols)	Elemento costruttivo termoattivo (soffitto o pavimento)	1.1.1.8
Teilsystem	Sous-système	Sottosistema	1.1.6.1
Verschattungsfaktoren	Facteurs d'ombrage	Fattore d'ombreggiamento	1.1.2.11
Verteilung	Distribution	Distribuzione	1.1.6.3
Vorlauftemperatur des TABS	Température aller du système de chauffage/ refroidissement intégré dans l'élément de construction	Temperatura di mandata dell'elemento costruttivo termoattivo	1.1.5.5
Wärmedurchgangswiderstand	Résistance de transmission thermique	Resistenza di trasmissione termica	1.1.1.3
Winkel der Seitenblende	Angle de l'écran latéral	Angolo della sporgenza laterale	1.1.2.14
Winkel des Überhangs	Angle du surplomb	Angolo della sporgenza superiore	1.1.2.13

In der Arbeitsgruppe SIA 2044 vertretene Organisationen

FHNW Fachhochschule Nordwestschweiz
HSLU Hochschule Luzern – Technik & Architektur
SIA KGE SIA-Kommission für Gebäudetechnik- und Energienormen

Arbeitsgruppe SIA 2044

		Vertreter von
Präsident	Martin Ménard, dipl. Ing. ETH/SIA, Zürich	Projektierung, SIA KGE
Mitglieder	Reto Gadola, dipl. HLK Ing. FH/SIA, Horw Achim Geissler, Prof. Dr.-Ing., MuttENZ Roger Iten, techn. Kaufmann, eidg. FA, Horgen Marcel Kaufmann, dipl. Techniker HF, Luzern Sven Moosberger, Dipl. Phys. SIA, Zug Thomas Stadelmann, Zug	HSLU, Softwareanbieter FHNW Softwareanbieter Projektierung Softwareanbieter Gebäudeautomation
Sachbearbeitung	Flavio Foradini, phys. dipl. EPF/SIA, Lausanne Gerhard Zweifel, dipl. Masch.-Ing. ETH/SIA, Honau	
Verantwortlicher SIA Geschäftsstelle	Viktor Carp, MSc Energy Science & Technology ETH/SIA, Zürich	

Genehmigung und Gültigkeit

Die Zentralkommission für Normen des SIA hat das vorliegende Merkblatt SIA 2044 am 5. Juni 2019 genehmigt.

Es ist gültig ab 1. August 2019.

Es ersetzt das Merkblatt SIA 2044 *Klimatisierte Gebäude – Standard-Berechnungsverfahren für den Leistungs- und Energiebedarf*, Ausgabe 2011.

Copyright © 2019 by SIA Zurich

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

Ersetzt SIA 2044:2011

Bâtiments climatisés – Méthode de calcul standard pour la puissance requise et les besoins d'énergie

Edifici climatizzati – Procedura standard di calcolo del fabbisogno di potenza e di energia

Klimatisierte Gebäude – Standard-Berechnungsverfahren für den Leistungs- und Energiebedarf

2044

Referenznummer
SNR 592044:2019 de

Gültig ab: 2019-08-01

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 und Kommentare 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.

2019-08 1. Auflage

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
Vorwort	4
0 Geltungsbereich	5
0.1 Abgrenzung	5
0.2 Normative Verweisungen	5
1 Verständigung	8
1.1 Begriffe und Definitionen	8
1.2 Symbole, Begriffe und Einheiten	12
1.3 Indizes	13
2 Standard-Berechnungsverfahren	14
2.1 Allgemeines	14
2.2 Stündlicher Heizwärme-, Klimakälte- und Leistungsbedarf	15
2.3 Stündlicher Energiebedarf der Gebäudetechnik	22
2.4 Elektrizitätserzeugung mittels Photovoltaik	24
Anhang	
A (informativ) Publikationen	25
B (informativ) Verzeichnis der Begriffe ..	26

VORWORT

Das vorliegende Merkblatt ist eine Ergänzung zur Norm SIA 382/2 *Klimatisierte Gebäude – Leistungs- und Energiebedarf*. Es enthält den detaillierten Beschrieb des Standard-Berechnungsverfahrens zu dieser Norm, zum grössten Teil in Form von Bezügen zu Europäischen Normen. Es ist nur zusammen mit diesen Europäischen Normen anwendbar.

Die referenzierten Europäischen Normen sind zusammen mit diesem Merkblatt unentbehrlich für die Ersteller von Rechenprogrammen, welche dieses Standard-Rechenverfahren anwenden.

Die Anwendungsmöglichkeiten des Rechenverfahrens sowie die Anforderungen an die klimatisierten Gebäude und an alternative Berechnungsverfahren sind in den Normen SIA 180, SIA 380, SIA 382/1 und SIA 382/2 festgelegt.

Arbeitsgruppe SIA 2044

0 GELTUNGSBEREICH

0.1 Abgrenzung

- 0.1.1 Das vorliegende Merkblatt beschreibt – zusammen mit den in Ziffer 0.2.2 referenzierten Europäischen Normen – ein vereinfachtes dynamisches Berechnungsverfahren zur Berechnung des thermischen Leistungsbedarfs sowie des Heizwärme- und Klimakältebedarfs (Nutzenergie) sowie des gesamten gewichteten Endenergiebedarfs von Gebäuden. Das schliesst sämtliche Verwendungszwecke (Heizen, Kühlen, Be- und Entfeuchten, Warmwasserbereitung sowie elektrische Energie für Beleuchtung, Geräte und allgemeine Gebäudetechnik) ein.
- 0.1.2 Mit demselben Berechnungsverfahren können die Raumzustände (Raumlufthtemperatur, Raumtemperatur und Raumluftheuchte) berechnet werden.
- 0.1.3 Das Merkblatt beschränkt sich weitgehend auf die Bezüge zu Europäischen Normen und enthält nur Beschreibungen von Rechenverfahren, wo sie von diesen abweichen oder sie präzisieren.
- 0.1.4 Manche Randbedingungen für das Rechenverfahren sind vom jeweiligen Anwendungszweck des Verfahrens abhängig. Diese Abhängigkeiten sind in den Normen SIA 180, SIA 380, SIA 382/1 und SIA 382/2 definiert.

0.2 Normative Verweisungen

Im Text dieses Merkblattes 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.

0.2.1 Publikationen des SIA

Norm SIA 180	Wärmeschutz, Feuchteschutz und Raumklima in Gebäuden
Norm SIA 380	Grundlagen für energetische Berechnungen von Gebäuden
Norm SIA 382/1	Lüftungs- und Klimaanlage – Allgemeine Grundlagen und Anforderungen
Norm SIA 382/2	Lüftungs- und Klimaanlage – Leistungs- und Energiebedarf
Norm SIA 384/3	Heizungsanlagen in Gebäuden – Energiebedarf
Norm SIA 385/2	Anlagen für Trinkwarmwasser in Gebäuden – Warmwasserbedarf, Gesamtanforderungen und Auslegung
Norm SIA 387/4:2017	Elektrizität in Gebäuden – Beleuchtung: Berechnung und Anforderungen
Merkblatt SIA 2024:2015	Raumnutzungsdaten für die Energie- und Gebäudetechnik
Merkblatt SIA 2056	Elektrizität in Gebäuden – Energie- und Leistungsbedarf

0.2.2 Internationale Normen

SN EN ISO 11855-2:2015	Umweltgerechte Gebäudeplanung – Planung, Auslegung, Installation und Steuerung flächenintegrierter Strahlheizungs- und -kühlsysteme – Teil 2: Bestimmung der Auslegungs-Heiz- bzw. Kühlleistung
SN EN ISO 13786	Wärmetechnisches Verhalten von Bauteilen – Dynamisch-thermische Kenngrössen – Berechnungsverfahren
SN EN ISO 13789	Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden – Transmissions- und Lüftungswärmetransferkoeffizient – Berechnungsverfahren

SN EN 14500	Abschlüsse – Thermischer und visueller Komfort – Prüf- und Berechnungsverfahren
SN EN 15316-1:2017	Energetische Bewertung von Gebäuden – Verfahren zur Berechnung der Energieanforderungen und Nutzungsgrade der Anlagen – Teil 1: Allgemeines und Darstellung der Energieeffizienz, Module M3-1, M3-4, M3-9, M8-1, M8-4
SN EN 15316-2	Energetische Bewertung von Gebäuden – Verfahren zur Berechnung der Energieanforderungen und Nutzungsgrade der Anlagen – Teil 2: Wärmeübertragungssysteme (Raumheizung und -kühlung), Module M3-5, M4-5
SN EN 15316-3:2017	Energetische Bewertung von Gebäuden – Verfahren zur Berechnung der Energieanforderungen und Nutzungsgrade der Anlagen – Teil 3: Wärmeverteilungssysteme (Trinkwassererwärmung, Heizung und Kühlung), Module M3-6, M4-6, M8-6
SN EN 15316-4-1:2017	Energetische Bewertung von Gebäuden – Verfahren zur Berechnung der Energieanforderungen und Nutzungsgrade der Anlagen – Teil 4-1: Wärmeerzeugung für die Raumheizung und Trinkwassererwärmung, Verbrennungssysteme (Heizungskessel, Biomasse), Module M3-8-1, M8-8-1
SN EN 15316-4-3:2017	Energetische Bewertung von Gebäuden – Verfahren zur Berechnung der Energieanforderungen und Nutzungsgrade der Anlage – Teil 4-3: Wärmeerzeugungssysteme, thermische Solaranlagen und Photovoltaikanlagen, Module M3-8-3, M8-8-3, M11-8-3
SN EN 15316-4-4:2017	Energetische Bewertung von Gebäuden – Verfahren zur Berechnung der Energieanforderungen und Nutzungsgrade der Anlage – Teil 4-4: Wärmeerzeugungssysteme, gebäudeintegrierte KWK-Anlagen, Module M3-8-4, M8-8-4, M8-11-4
SN EN 15316-5:2017	Energetische Bewertung von Gebäuden – Verfahren zur Berechnung der Energieanforderungen und Nutzungsgrade der Anlagen – Teil 5: Raumheizung und Speichersysteme für erwärmtes Trinkwasser (keine Kühlung), Module M3-7, M8-7
SN EN 16798-5-1:2017	Energieeffizienz von Gebäuden – Module M5-6, M5-8, M6-5, M6-8, M7-5, M7-8 – Lüftung von Gebäuden – Berechnungsmethoden für den Energiebedarf von Lüftungs- und Klimaanlage – Teil 5-1: Verteilung und Erzeugung – Methode 1
SN EN 16798-7:2017	Energieeffizienz von Gebäuden – Teil 7: Lüftung von Gebäuden – Modul M5-5 – Berechnungsverfahren zur Bestimmung der Luftvolumenströme in Gebäuden einschliesslich Infiltration
SN EN 16798-9:2017	Energieeffizienz von Gebäuden – Teil 9: Lüftung von Gebäuden – Module M4-1, M4-4, M4-9 – Berechnungsverfahren für den Energiebedarf – Berechnungsverfahren für den Energiebedarf der Kühlsysteme – Allgemeines
SN EN 16798-13:2017	Energieeffizienz von Gebäuden – Teil 13: Modul M4-8 – Berechnung der Kühlsysteme – Erzeugung
SN EN 16798-15:2017	Energieeffizienz von Gebäuden – Teil 15: Modul M4-7 – Berechnungsmethoden für den Energiebedarf von Kälteanlagen – Speicherung
SN EN ISO 52016-1:2017	Energetische Bewertung von Gebäuden – Berechnung des Energiebedarfs für Heizung und Kühlung, Innentemperaturen sowie der Heiz- und Kühllast in einem Gebäude oder einer Gebäudezone – Teil 1: Berechnungsverfahren

SN EN ISO 52022-1	Energieeffizienz von Gebäuden – Wärmetechnische, solare und tageslichtbezogene Eigenschaften von Bauteilen und Bauelementen – Teil 1: Vereinfachtes Berechnungsverfahren zur Ermittlung der solaren und tageslichtbezogenen Eigenschaften von Sonnenschutz in Kombination mit Verglasungen – Teil 3: Detailliertes Berechnungsverfahren zur Ermittlung der solaren und lichttechnischen Eigenschaften von Sonnenschutz in Kombination mit Verglasungen
SN EN ISO 52022-3:2017	Energieeffizienz von Gebäuden – Wärmetechnische, solare und tageslichtbezogene Eigenschaften von Bauteilen und Bauelementen – Teil 3: Detailliertes Berechnungsverfahren zur Ermittlung der solaren und lichttechnischen Eigenschaften von Sonnenschutz in Kombination mit Verglasungen

1 VERSTÄNDIGUNG

1.1 Begriffe und Definitionen

Für die Anwendung des vorliegenden Merkblattes gelten die folgenden Begriffe und Definitionen. Diese Begriffe sind im Anhang B in alphabetischer Reihenfolge in drei Sprachen aufgelistet.

1.1.1 Raum und Bauteil

- | | | |
|---------|--|--|
| 1.1.1.1 | Raumnutzung | Kategorie gemäss SIA 2024:2015, Kapitel 1. |
| 1.1.1.2 | Nettogeschossfläche
A_{NGF}
m^2 | Teil der Geschossfläche zwischen den umschliessenden oder den innenliegenden Konstruktionsbauteilen. |
| 1.1.1.3 | Wärmedurchgangswiderstand
R
$(m^2 \cdot K)/W$ | Verhältnis der Temperaturdifferenz über ein Bauteil zum Wärmestrom, der im stationären Zustand durch das Bauteil fliesst. |
| 1.1.1.4 | Flächenbezogener Wärmetransferkoeffizient
h
$W/(m^2 \cdot K)$ | Wärmetransferkoeffizient zwischen zwei Knoten eines Bauteils. |
| 1.1.1.5 | Flächenbezogener Wärmeübergangskoeffizient
h
$W/(m^2 \cdot K)$ | Dichte des Wärmestroms, der im stationären Zustand durch eine Bauteiloberfläche fliesst, im Verhältnis zur Differenz der Bauteiloberflächentemperatur zur angrenzenden Luft- bzw. Strahlungstemperatur, bezogen auf die Bauteilfläche. |
| 1.1.1.6 | Flächenbezogene Wärmespeicherfähigkeit
κ
$Wh/(m^2 \cdot K)$ | Effektive Wärmespeicherfähigkeit eines Bauteils, bezogen auf die Bauteilfläche, berechnet nach SN EN ISO 13786. |
| 1.1.1.7 | Monolithisches Bauteil | Bauteil, das – mit Ausnahme von inneren und äusseren Putzschichten ohne Wärmedämmeigenschaften von je max. 1,5 cm Dicke – aus einem einzigen Material besteht. |
| 1.1.1.8 | TABS-Decken-/
-Bodenfläche
A_{TABS}
m^2 | Decken- oder Bodenfläche eines Raums, welche effektiv thermisch aktiviert wird. |
| 1.1.2 | Solare Wärmeeinträge | |
| 1.1.2.1 | Solare Wärmeeintragsleistung
Φ_s
W | Wärmeleistung, die einem Raum durch Sonneneinstrahlung durch transparente Bauteile zugeführt wird. |
| 1.1.2.2 | Globale Solarstrahlungsstärke
$I_{G,h}$
W/m^2 | Totale flächenbezogene solare Einstrahlungsleistung auf die horizontale Ebene; Mittelwert über den Betrachtungszeitraum. |

1.1.2.3	Diffuse Solarstrahlungsstärke I_D W/m ²	Diffuser (ungerichteter) Anteil der flächenbezogenen solaren Einstrahlungsleistung auf einer beliebig ausgerichteten Ebene; Mittelwert über den Betrachtungszeitraum.
1.1.2.4	Direkte Solarstrahlungsstärke I_B W/m ²	Direkter (gerichteter) Anteil der flächenbezogenen solaren Einstrahlungsleistung auf einer beliebig ausgerichteten Ebene; Mittelwert über den Betrachtungszeitraum.
1.1.2.5	Sonnenazimut α_{sol} °	Winkel zwischen dem auf die horizontale Ebene projizierten Sonnenstand und der Südrichtung. Dabei werden Abweichungen zur Südrichtung gegen Osten als negative Winkel und Abweichungen gegen Westen als positive Winkel definiert.
1.1.2.6	Sonnenhöhe δ_{sol} °	Vertikaler Winkel zwischen der Sonne und der horizontalen Ebene.
1.1.2.7	Orthogonale Sonnenhöhe $\delta_{sol,n}$ °	Auf eine zur Bauteilebene orthogonal stehende vertikale Ebene projizierte Sonnenhöhe.
1.1.2.8	Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung g_g	Quotient des durch die transparenten Bauteile durchgelassenen Wärmestroms (inkl. sekundärer Wärmeübertragung) zur einfallenden Gesamtstrahlung der Sonne. g_g ist abhängig vom Einfallswinkel. Die Herstellerangaben gelten für senkrechten Einfall.
1.1.2.9	Fensterfläche A_w m ²	Beim Massivbau das Fertiglichtmass der Wand- bzw. Dachöffnung gemäss SIA 380. Türen werden wie Fenster behandelt. Bei Vorhangfassaden ist anstelle der Fensterfläche die Glasfläche massgebend. Sämtliche opaken Bestandteile von Vorhangfassaden inklusive Rahmenkonstruktion werden als opake Bauteile behandelt.
1.1.2.10	Abminderungsfaktor für Fensterrahmen F_F	Verhältnis der Glasfläche zur Fensterfläche.
1.1.2.11	Verschattungsfaktoren $F_{shr}, F_{sh1}, F_{sh2}, F_{sh3}$	Verhältnis der auf eine Bauteiloberfläche einfallenden totalen Solarstrahlung unter Berücksichtigung feststehender Verschattungselemente zur totalen Solarstrahlung ohne Verschattung. Es wird unterschieden zwischen Horizontverschattung, Verschattung durch Nachbargebäude sowie Verschattung durch Überhang (z. B. Balkon) oder Seitenblenden.
1.1.2.12	Horizontwinkel α °	Winkel zwischen Fassadenmitte bei gebäudeweiser Betrachtung bzw. Fenstermitte bei raumweiser Betrachtung und dem mittleren Horizont.
1.1.2.13	Winkel des Überhangs β °	Winkel zwischen Fenstermitte und Überhang (z. B. Balkon). Er wird fensterweise bestimmt.

1.1.2.14	Winkel der Seitenblende γ °	Winkel zwischen Fenstermitte und Seitenblende. Der Rechenwert gilt für eine einseitige Blende. Bei nach Osten oder Westen orientierten Fenstern gilt er für auf der Südseite des Fensters liegende Seitenblenden; für auf der Nordseite liegende Seitenblenden gilt der Faktor 1,0. Für Südfenster mit beidseitigen Seitenblenden müssen die beiden Rechenwerte miteinander multipliziert werden.
1.1.2.15	Solarer Reflexionsgrad ρ_e	Verhältnis des von einer Oberfläche reflektierten Strahlungsflusses zum einfallenden Strahlungsfluss.
1.1.2.16	Solarer Transmissionsgrad τ_e	Verhältnis des von einer Oberfläche durchgelassenen Strahlungsflusses zum einfallenden Strahlungsfluss.
1.1.3	Interne Wärmeeinträge und Feuchtequellen	
1.1.3.1	Beleuchtung	Beleuchtung von Innen- und Aussenräumen (Raumbeleuchtung, Akzentbeleuchtung, Sicherheits- und Notbeleuchtung, Aussenbeleuchtung usw.).
1.1.3.2	Geräte	Geräte, welche der Nutzung der Räume dienen, in denen sie installiert sind, oder welche diesen Räumen zugeordnet werden können (ohne Beleuchtung, Lüftung, Klimatisierung).
1.1.3.3	Elektrische Leistung der Beleuchtung P_L W	Die über eine Stunde gemittelte effektive Leistung der Beleuchtung bei Volllast.
1.1.4	Lüftung im Raum	
1.1.4.1	Mechanische Lüftung	Luftaustausch, angetrieben von einem oder mehreren Ventilatoren.
1.1.4.2	Natürliche Lüftung	Luftaustausch, angetrieben von Wind- und thermischen Auftriebskräften (Lüftung durch Fenster und Lüftungsöffnungen, thermische Lüftung über vertikalen Schacht, sogenannte Schachtlüftung, und Infiltration bzw. Exfiltration).
1.1.4.3	Fensterlüftung	Luftaustausch durch das Öffnen von Fenstern oder Lüftungsflügeln. Bei der reinen Fensterlüftung erfolgt der Luftaustausch ausschliesslich über die Fenster. Bei der unterstützenden Fensterlüftung kann trotz mechanischer Lüftung bei Bedarf das Fenster geöffnet werden, z. B. um am Morgen bei Arbeitsbeginn oder nach intensiven Nutzungsphasen eine intensive Raumdurchspülung und evtl. Abkühlung zu erreichen.
1.1.4.4	Infiltration (Gebäudehülle)	Unbeabsichtigter und unkontrollierter Lufteintritt durch Undichtheiten der Gebäudehülle, verursacht durch Auftrieb, Wind oder Abluftüberschuss des mechanischen Systems.
1.1.4.5	Exfiltration (Gebäudehülle)	Unbeabsichtigter und unkontrollierter Luftaustritt durch Undichtheiten der Gebäudehülle, verursacht durch Auftrieb, Wind oder Zu- luftüberschuss des mechanischen Systems.

1.1.5 Temperaturen im Raum

- 1.1.5.1 Empfundene Temperatur
 θ_o
°C
Für die thermische Behaglichkeit des Menschen massgebende Temperatur unter Berücksichtigung der Lufttemperatur am betrachteten Ort im Raum und der Strahlungstemperatur der Umgebungsflächen.
Detaillierte Definition siehe SIA 180.
- 1.1.5.2 Raumtemperatur
 θ_i
°C
Temperatur der Innenumgebung. Näherungsweise ist sie gleich dem arithmetischen Mittel der Raumlufttemperatur und der mittleren Strahlungstemperatur des Raumes.
Detaillierte Definition siehe SIA 180.
- 1.1.5.3 Raumlufttemperatur
 $\theta_{a,i}$
°C
Temperatur der Raumluft, in der Raummitte 1 m über Boden gemessen.
- 1.1.5.4 Sollwert der Raum- oder Raumlufttemperatur im Heiz- bzw. Kühlfall
 $\theta_{a,i,set,Hr}$ $\theta_{a,i,set,C}$ $\theta_{i,set,Hr}$ $\theta_{i,set,C}$
°C
Sollwert, auf dem die Regelung des Gebäudetechniksystems die Raum- oder Raumlufttemperatur im Heizfall (Winter) halten soll.
Der Sollwert kann sich entweder auf die Raum- oder die Raumlufttemperatur beziehen.
- 1.1.5.5 Vorlauftemperatur des TABS (maximale bzw. minimale)
 $\theta_{TABS,su,max}$ $\theta_{TABS,su,min}$
°C
Maximale (Winter) bzw. minimale (Sommer) Vorlauftemperatur, mit der das thermoaktive Bauteilsystem (TABS) gespeist wird.
- ### 1.1.6 Systeme
- 1.1.6.1 Teilsystem
Gesamtheit der Anlagenteile, die für die Erfüllung eines Teilprozesses innerhalb der gebäudetechnischen Anlagen notwendig sind. Die Teilprozesse sind Erzeugung, Speicherung, Verteilung, Abgabe.
- 1.1.6.2 Erzeugung
Teilsystem zur Umwandlung der gelieferten Energieträger in die benötigte Energieform (Wärme und Kälte). Bei der Lüftung wird unter der Erzeugung das Lüftungsgerät mit der Summe der Luftbehandlungen verstanden.
- 1.1.6.3 Speicherung
Teilsystem zur Speicherung von Wärme.
- 1.1.6.4 Verteilung
Teilsystem zur Verteilung von Wärme und/oder Medien (Luft, Wasser usw.) im Gebäude.
- 1.1.6.5 Abgabe
Teilsystem zur raumseitigen Zu- und Abfuhr von Wärme und Luft.

1.2 Symbole, Begriffe und Einheiten

Für die praktische Anwendung sind die nach einem Strichpunkt genannten Einheiten ebenfalls üblich und zulässig.

Symbol	Begriff	Einheit
$A_{NGF} A_{TABS}$	Nettogeschossfläche, TABS-Decken-/Bodenfläche	m ²
A_w	Fensterfläche	m ²
$F_F F_{sh}$	Abminderungsfaktor für Fensterrahmen, Verschattungsfaktor	–
F_{sp}	Korrekturfaktor für Sonnenschutz	–
$I_G I_D I_B$	Solarstrahlungsleistung (global, diffus, direkt)	W/m ²
$P P_L$	Leistungsaufnahme eines Geräts oder einer Anlage (allgemein, Beleuchtung)	W
$R R_{C,eli} R_t$	Wärmedurchgangswiderstand (allgemein, Konstruktion des Elements <i>i</i> , TABS)	(m ² ·K)/W
U	Wärmedurchgangskoeffizient	W/(m ² ·K)
$f_{HC,cv}$	konvektiver Anteil des Abgabesystems	–
f_g	Glasanteil	–
$g g_g$	Gesamtenergiedurchlassgrad (allgemein, Verglasung)	–
$h h_{plj;eli}$	flächenbezogener Wärmetransferkoeffizient (allgemein, Schicht <i>j</i> des Elements <i>i</i>)	W/(m ² ·K)
Δ	Differenz	
Φ_{sol} (Phi)	Wärmeeintragsleistung solar	W
Φ_{HC}	thermischer Leistungsbedarf	W
$\alpha_{sol} \alpha$ (Alpha)	Sonnenazimut, Horizontwinkel	°
β (Beta)	Winkel des Überhangs, Anstellwinkel der Sonnenschutzlamellen	°
γ (Gamma)	Winkel der Seitenblende	°
$\delta_{sol} \delta_{sol,n}$ (Delta)	Sonnenhöhe, orthogonale Sonnenhöhe	°
θ_e (Theta)	Aussentemperatur	°C
$\theta_o \theta_i \theta_{a,i} \theta_{a,i;set}$	empfundene Temperatur, Raumtemperatur, Raumlufttemperatur, Sollwert der Raumlufttemperatur	°C
$\theta_{TABS,su}$	Vorlauftemperatur des TABS	°C
κ (Kappa) $\kappa_{plj;eli}$	flächenbezogene Wärmespeicherfähigkeit (allgemein, Schicht <i>j</i> des Elements <i>i</i>)	Wh/(m ² ·K)
$\kappa_e \kappa_i \kappa_m$	flächenbezogene Wärmespeicherfähigkeit (ausser, innen, Mitte des virtuell aufgeschnittenen Bauteils) nach SN EN ISO 13786	Wh/(m ² ·K)
$\rho \rho_G \rho_e$	Reflexionsgrad (allgemein, Albedo, solar)	–
$\tau \tau_e$	Transmissionsgrad (allgemein, solar)	–

1.3 Indizes

Index	deutsch	englisch	französisch	italienisch
<i>B</i>	direkt	beam	direct	diretto
<i>C</i>	Kühlung	cooling	refroidissement	raffreddamento
<i>D</i>	diffus	diffuse	diffuse	diffuso
<i>E</i>	Ost	east	est	est
<i>F</i>	Fensterrahmen	frame	cadre de fenêtre	telaio della finestra
<i>H</i>	Heizung	heating	chauffage	riscaldamento
<i>HC</i>	Heizung und Kühlung	heating and cooling	chauffage et refroidissement	riscaldamento e raffreddamento
<i>L</i>	Beleuchtung	lighting	éclairage	illuminazione
<i>N</i>	Nord	north	nord	nord
<i>NGF</i>	Nettogeschossfläche	net floor area	surface nette de plancher (SN)	superficie netta del piano
<i>S</i>	Süd	south	sud	sud
<i>TABS</i>	thermoaktives Bauteilsystem	embedded heating/cooling system	système de chauffage/refroidissement intégré dans l'élément de construction	elemento costruttivo termoattivo
<i>V</i>	Lüftung	ventilation	ventilation	ventilazione
<i>W</i>	West	west	ouest	ovest
<i>a</i>	Luft	air	air	aria
<i>act</i>	momentan	actual	actuel	attuale
<i>anis</i>	anisotrop	anisotrop	anisotrope	anisotropo
<i>cv</i>	konvektiv	convective	convectif	convettivo
<i>e</i>	aussen	external	extérieur	esterno
<i>e</i>	solar (Gesamtenergie, bei Verglasungseigenschaften)	solar (total energy, with glazing properties)	solaire (énergie totale, avec propriétés de vitrage)	solare (energia totale, con le proprietà del vetro)
<i>el</i>	Element	element	élément	elemento
<i>g</i>	Glas	glass	vitre	vetro
<i>i</i>	innen	internal	intérieur	interno
<i>m</i>	Mitte	center	centre	centro
<i>max</i>	Maximum, maximal	maximum	maximum, maximal	massimo, massimale
<i>min</i>	Minimum, minimal	minimum	minimum, minimal	minimo, minimale
<i>o</i>	empfunden	operative	opératif	percepito
<i>op</i>	opak	opaque	opaque	opaco
<i>pl</i>	Schicht	plane, layer	couche	strato
<i>r</i>	Strahlung	radiation	rayonnement	radiazione
<i>s</i>	Oberfläche	surface	surface	superficie
<i>set</i>	Sollwert	set point	valeur nominale	valore nominale
<i>sh</i>	Verschattung	shading	ombragement	ombreggiamento
<i>sol</i>	solar	solar	solaire	solare
<i>sp</i>	Sonnenschutz	solar protection	protection solaire	protezione solare
<i>su</i>	Zufuhr, Vorlauf	supply	alimentation, aller	alimentazione di mandata
<i>tot</i>	total	total	total	totale
<i>w</i>	Fenster	window	fenêtre	finestra
45	bei 45°	at 45°	à 45°	a 45°

2 STANDARD-BERECHNUNGSVERFAHREN

2.1 Allgemeines

2.1.1 Ziele der Berechnung

2.1.1.1 Die Ziele der Berechnung sind je nach Anwendungsfall

- die stündlichen Leistungswerte zur Ermittlung des Klimakälte- und Heizwärmeleistungsbedarfs gemäss SIA 382/2, zwecks Auslegung der Gebäudetechnikkomponenten;
- die stündlichen Werte der netto gelieferten Energie in Form der verwendeten Energieträger für alle Verwendungszwecke zur Ermittlung des Gesamtenergiebedarfs gemäss SIA 380;
- die stündlichen Werte der Raumluftzustände zwecks Ermittlung der thermischen Behaglichkeit sowie für Nachweise des sommerlichen Wärmeschutzes.

2.1.1.2 Die Angaben zur Darstellung und die Anforderungen bezüglich der Anwendungsfälle sind in den Normen SIA 180, SIA 380, SIA 382/1 und SIA 382/2 enthalten.

2.1.2 Klimadaten

2.1.2.1 Als Eingangsdaten für das Stundenverfahren werden die folgenden stündlichen Werte benötigt:

- Aussentemperatur θ_e (°C),
- relative Feuchte der Aussenluft φ_e (%),
- Mischungsverhältnis der Aussenluft x_e (g/kg),
- globale Einstrahlungsintensität $I_{G,h}$ (W/m²) auf die Horizontalfläche,
- direkte Solarstrahlung I_B (W/m²) normal zur Einstrahlungsrichtung,
- diffuse Strahlung $I_{D,i}$ (W/m²) auf der horizontalen und den vertikalen Flächen i (4 Haupthimmelsrichtungen),
- Sonnenhöhe δ_s (°),
- Sonnenazimut γ_s (°),
- Albedo ρ_G ,
- Windgeschwindigkeit, Mittelwert (m/s),
- Windgeschwindigkeit, Böenspitze (m/s).

2.1.2.2 Die Datengrundlage für die Werte gemäss 2.1.2.1 ist je nach Anwendungsfall in den Normen gemäss 2.1.1.2 festgelegt.

2.1.2.3 Die Berechnung der stündlichen solaren Einstrahlung auf beliebig ausgerichtete Flächen gemäss 2.1.2.4 bis 2.1.2.6 weicht von SN EN ISO 52010-1 [1] ab. Begründung und Erläuterungen dazu siehe [2].

2.1.2.4 Die direkte Einstrahlung auf eine beliebig ausgerichtete Fläche s berechnet sich wie folgt:

$$I_{B,s} = I_B \cdot [\sin(\delta_{sol}) \cdot \cos(\beta) + \cos(\delta_{sol}) \cdot \cos(\alpha_s - \alpha_{sol}) \cdot \sin(\beta)] \quad (1)$$

$I_{B,s}$ direkte Sonneneinstrahlungsintensität auf die beliebig ausgerichtete Fläche, in W/m²

I_B direkte Sonneneinstrahlungsintensität normal zur Einstrahlungsrichtung, in W/m²

δ_{sol} Sonnenhöhe, in °

β Neigung der beliebig ausgerichteten Fläche zur Horizontalebene, in °

α_s Ausrichtung (Azimut) der beliebig ausgerichteten Fläche (Süden = 0°, positiv nach Westen)

α_{sol} Sonnenazimut (Süden = 0°, positiv nach Westen)

2.1.2.5 Die diffuse Einstrahlung auf die beliebig ausgerichtete Fläche s berechnet sich wie folgt:

$$I_{D,s} = \frac{[I_{D,h} - \Delta I_{D,anis} \cdot \sin(\delta_{sol})] \cdot (180 - \beta)}{180} + \frac{\rho_G \cdot I_{G,h} \cdot \beta}{180} + \Delta I_{D,anis} [\sin(\delta_{sol}) \cos(\beta) + \cos(\delta_{sol}) \cos(\alpha_s - \alpha_{sol}) \sin(\beta)] \quad (2)$$

ρ_G Albedo (Reflexionsgrad der Erdoberfläche)

$I_{G,h}$ globale Einstrahlungsintensität auf die Horizontalfläche, in W/m^2

2.1.2.6 Die Anisotropie der Diffusstrahlung in Gleichung (2) wird nach Gleichung (3) aus den Strahlungswerten auf die vertikalen Flächen ermittelt.

$$\Delta I_{D,anis} = \begin{cases} \frac{I_{D,S} - I_{D,N}}{\cos(\alpha_{sol}) \cdot \cos(\delta_{sol})} & \text{wenn } -45^\circ < \alpha_{sol} < 45^\circ \\ \frac{I_{D,E} - I_{D,W}}{\cos(\alpha_{sol} + 90) \cdot \cos(\delta_{sol})} & \text{sonst} \end{cases} \quad (3)$$

$I_{D,S}$ Diffusstrahlungsintensität auf die Südfassade, in W/m^2

$I_{D,N}$ Diffusstrahlungsintensität auf die Nordfassade, in W/m^2

$I_{D,E}$ Diffusstrahlungsintensität auf die Ostfassade, in W/m^2

$I_{D,W}$ Diffusstrahlungsintensität auf die Westfassade, in W/m^2

2.2 Stündlicher Heizwärme-, Klimakälte- und Leistungsbedarf

2.2.1 Allgemeines

2.2.1.1 Die Berechnung erfolgt nach dem stündlichen Verfahren gemäss SN EN ISO 52016-1, mit Ausnahme der in 2.2.2 bis 2.2.10 beschriebenen Abweichungen und Ergänzungen.

2.2.1.2 Eingabedaten gemäss SN EN ISO 52016-1:2017, Tabellen 11 bis 20, mit Ausnahme der in 2.2.2 bis 2.2.10 beschriebenen Abweichungen und Ergänzungen. Defaultwerte sind im nationalen Anhang zu SN EN ISO 52016-1:2017 aufgeführt.

2.2.1.3 Die Raumhöhe wird von der Bodenoberkante bis zur Deckenunterkante gemessen. Bei vollständig geschlossenen abgehängten Decken bilden diese die Deckenunterkante.

2.2.1.4 Bei Räumen mit unterschiedlichen Raumhöhen ist die mittlere Höhe massgebend, wobei das Netto-Raumvolumen dem effektiven Wert entsprechen muss.

2.2.2 Konvektiver Wärmeübergangskoeffizient aussen

Die Berechnung bzw. Wahl des äusseren konvektiven Wärmeübergangskoeffizienten wird abhängig vom Anwendungsfall in SIA 180, SIA 382/1 und SIA 382/2 definiert.

2.2.3 Opake Bauteile

2.2.3.1 Die Ziffer 2.2.3 ersetzt das Rechenverfahren für die Bestimmung der konstruktionsabhängigen Eigenschaften der opaken Bauteile nach SN EN ISO 52016-1:2017, Ziffern 6.5.7.2 und 6.5.7.3.

2.2.3.2 Die Anzahl der Knoten ist 5.

2.2.3.3 Die Wärmespeicherfähigkeiten der Knoten sind

$$\kappa_{p1;eli} = \kappa_{p5;eli} = 0 \quad (4)$$

$$\kappa_{p2;eli} = \kappa_{e;eli} \quad (5)$$

$$\kappa_{p3;eli} = \kappa_{m;eli} \quad (6)$$

$$\kappa_{p4;eli} = \kappa_{i;eli} \quad (7)$$

$\kappa_{e;eli}$ Wärmespeicherfähigkeit für die Aussenseite des Bauteils i nach SN EN ISO 13786, ohne Wärmeübergangswiderstand, in $\text{Wh}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$; bei erdberührten Bauteilen ist eine Schicht Erdreich mit einer Dicke von 0,5 m einzurechnen

$\kappa_{i;eli}$ Wärmespeicherfähigkeit für die Innenseite des Bauteils i nach SN EN ISO 13786, ohne Wärmeübergangswiderstand, in $\text{Wh}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

$\kappa_{m;eli}$ äussere Wärmespeicherfähigkeit für die innere Hälfte des in der geometrischen Mitte virtuell aufgeschnittenen Bauteils i nach SN EN ISO 13786, ohne Wärmeübergangswiderstand, in $\text{Wh}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$; bei monolithischen Bauteilen ist das Maximum zwischen diesem Wert und der Differenz zwischen der statischen Wärmespeicherfähigkeit und den beiden äusseren Wärmespeicherfähigkeiten $\Sigma d \cdot \rho \cdot c - \kappa_{p2;eli} - \kappa_{p4;eli}$ zu verwenden.

2.2.3.4 Die Berechnung der spezifischen Wärmespeicherfähigkeiten der Bauteile erfolgt mit dem detaillierten Verfahren nach SN EN ISO 13786. Dabei ist ohne Wärmeübergangswiderstände zu rechnen. Bei teilweise abgehängten Decken sind die Vorgaben zur Berechnung der Wärmespeicherfähigkeit eines Raumes in SIA 180 massgebend.

2.2.3.5 Bei der Berechnung der Wärmespeicherfähigkeit werden die Innenabmessungen der Bauteile verwendet.

2.2.3.6 Die Wärmetransferkoeffizienten zwischen den Knoten sind

$$h_{p1;eli} = \frac{2 \cdot (\kappa_{p2;eli} + \kappa_{p3;eli})}{\kappa_{p3;eli} \cdot R_{C,eli}} \quad (8)$$

$$h_{p2;eli} = \frac{2 \cdot (\kappa_{p3;eli} + \kappa_{p4;eli})}{\kappa_{p4;eli} \cdot R_{C,eli}} \quad (9)$$

$$h_{p3;eli} = \frac{2 \cdot (\kappa_{p2;eli} + \kappa_{p3;eli})}{\kappa_{p2;eli} \cdot R_{C,eli}} \quad (10)$$

$$h_{p4;eli} = \frac{2 \cdot (\kappa_{p3;eli} + \kappa_{p4;eli})}{\kappa_{p3;eli} \cdot R_{C,eli}} \quad (11)$$

$R_{C,eli}$ thermischer Widerstand des Bauelements i nach SN EN ISO 13789, in $(\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}$; bei erdberührten Bauteilen ist eine Schicht Erdreich mit einer Dicke von 0,5 m einzurechnen

2.2.3.7 Bei der Berechnung der Wärmetransmission sind die Aussenabmessungen gemäss SIA 380 zu verwenden.

2.2.3.8 Bei Bauteilen gegen benachbarte Räume mit konstanter Temperatur ist der Temperatursollwert des Nachbarraums zu verwenden.

2.2.4 Transparente Bauteile

2.2.4.1 Die Berechnung der solaren Wärmeeinträge erfolgt nach dem in 2.2.4 beschriebenen Verfahren. Dieses ist eine Präzisierung der Methode für dynamische transparente Bauteile nach SN EN ISO 52016-1:2017, Anhang G. Es ist koordiniert mit der Berechnung der Tageslichtausbeute in SIA 387/4:2017, Ziffer 3.4. Die Berechnung erfolgt separat für jedes Fenster gemäss Gleichung (12), (13) oder (14).

2.2.4.2 Berechnung ohne Sonnenschutz:

$$\Phi_{sol} = \sum_i A_{w,i} \cdot F_{Fi} \cdot g_g \cdot 0,9 \cdot (I_{B,i} \cdot F_{sh,B,i} + I_{D,i} \cdot F_{sh,D,i}) \quad (12)$$

- $A_{w,i}$ Fläche des Bauteils i , in m^2
 F_{Fi} Reduktionsfaktor für den Rahmenanteil des Bauteils i
 g_g Gesamtenergiedurchlassfaktor der Verglasung des Bauteils i für senkrecht auftreffende Strahlung gemäss SN EN 410
 $I_{B,i}$ direkte Solarstrahlung auf das Bauteil i , in W/m^2
 $I_{D,i}$ diffuse Solarstrahlung auf das Bauteil i , in W/m^2
 $F_{sh,B,i}$ Verschattungsfaktor für direkte Strahlung für das Bauteil i , siehe 2.2.5.1
 $F_{sh,D,i}$ Verschattungsfaktor für diffuse Strahlung für das Bauteil i , siehe 2.2.5.1

2.2.4.3 Für die Fensterfläche A_w gilt das lichte Mass der Wand- bzw. Dachöffnungen. Detaillierte Angaben zur Abmessung der Fensterflächen finden sich in SIA 380. Türen werden wie Fenster behandelt. Bei Vorhangfassaden ist anstelle der Fensterfläche die Glasfläche A_g massgebend.

2.2.4.4 Abhängig von den Annahmen bezüglich der Betätigung des Sonnenschutzes muss die Berechnung unter Berücksichtigung des Sonnenschutzes erfolgen. Die Annahmen sind abhängig vom Anwendungszweck in SIA 180, SIA 382/1 und SIA 382/2 definiert.

2.2.4.5 Die Berechnung erfolgt für äusseren Sonnenschutz wie folgt:

$$\Phi_{sol} = \sum_i A_{w,i} \cdot F_{Fi} \cdot 0,9 \cdot \left\{ \begin{aligned} & \left[g_{g,i} + (1 - g_{g,i}) \cdot \frac{h_{e,i}}{h_1} - \frac{h_{e,i}}{h_2} \right] \cdot (I_{B,i} \cdot F_{sh,B,i} \cdot \tau_{e,sp,B,i} \cdot F_{\tau,sp,B,\beta,i} \cdot F_{\rho,sp,B,\delta,i} + I_{D,i} \cdot F_{sh,D,i} \cdot \tau_{e,sp,D,i} \cdot F_{\tau,sp,D,\beta,i}) \\ & + \frac{h_e}{h_2} \cdot [I_{B,i} \cdot F_{s,B,i} \cdot (1 - \rho_{e,sp,B,i} \cdot F_{\rho,sp,B,\beta,i} \cdot F_{\rho,sp,B,\delta,i}) + I_{D,i} \cdot F_{s,D,i} \cdot (1 - \rho_{e,sp,D,i} \cdot F_{\rho,sp,D,\beta,i})] \end{aligned} \right\} \quad (13)$$

und für inneren Sonnenschutz wie folgt:

$$\Phi_{sol} = \sum_i A_{w,i} \cdot F_{Fi} \cdot 0,9 \cdot g_{g,i} \cdot \left[\begin{aligned} & \left(1 - \frac{h_{i,j}}{h_3} \right) \cdot (I_{B,i} \cdot F_{sh,B,i} + I_{D,i} \cdot F_{sh,D,i}) \\ & + \left(\frac{h_{i,j}}{h_3} - g_{g,i} \right) \cdot (I_{B,i} \cdot F_{sh,B,i} \cdot \rho_{e,sp,B,i} \cdot F_{\rho,sp,B,\beta,i} \cdot F_{\rho,sp,B,\delta,i} + I_{D,i} \cdot F_{sh,D,i} \cdot \rho_{e,sp,D,i} \cdot F_{\rho,sp,D,\beta,i}) \\ & + \frac{h_{i,j}}{h_3} \cdot (I_{B,i} \cdot F_{sh,B,i} \cdot \tau_{e,sp,B,i} \cdot F_{\tau,sp,B,\beta,i} \cdot F_{\tau,sp,B,\delta,i} + I_{D,i} \cdot F_{sh,D,i} \cdot \tau_{e,sp,D,i} \cdot F_{\tau,sp,D,\beta,i}) \end{aligned} \right] \quad (14)$$

- h_1 Wärmetransferkoeffizient 1 gemäss SN EN ISO 52022-1: 5 $W/(m^2 \cdot K)$
 h_2 Wärmetransferkoeffizient 2 gemäss SN EN ISO 52022-1: 10 $W/(m^2 \cdot K)$
 $h_{e,i}$ äusserer Wärmetransferkoeffizient des Bauteils i gemäss SN EN ISO 52022-1:

$$h_e \left(\frac{1}{U_g} + \frac{1}{h_1} + \frac{1}{h_2} \right)^{-1} \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

- $U_{g,i}$ Wärmedurchgangskoeffizient der Verglasung, in $W/(m^2 \cdot K)$
 $\tau_{e,sp,B,i}$ solarer Transmissionsgrad des Sonnenschutzes für direkte Strahlung, siehe 2.2.6.3
 $F_{\tau,sp,B,\beta,i}$ Korrekturfaktor des solaren Transmissionsgrades für direkte Strahlung für den Lamellen-Anstellwinkel, siehe 2.2.6.4
 $F_{\tau,sp,B,\delta,i}$ Korrekturfaktor des solaren Transmissionsgrades für direkte Strahlung für die Sonnenhöhe, siehe 2.2.6.8
 $\tau_{e,sp,D,i}$ solarer Transmissionsgrad des Sonnenschutzes für diffuse Strahlung, siehe 2.2.6.3
 $F_{\tau,sp,D,\beta,i}$ Korrekturfaktor des solaren Transmissionsgrades für diffuse Strahlung für den Lamellen-Anstellwinkel, siehe 2.2.6.4
 $\rho_{e,sp,B,i}$ solarer Reflexionsgrad des Sonnenschutzes für direkte Strahlung, siehe 2.2.6.3
 $F_{\rho,sp,B,\beta,i}$ Korrekturfaktor des solaren Reflexionsgrades für direkte Strahlung für den Lamellen-Anstellwinkel, siehe 2.2.6.5

$F_{p,sp,B,\delta,i}$	Korrekturfaktor des solaren Reflexionsgrades für direkte Strahlung für die Sonnenhöhe, siehe 2.2.6.9
$\rho_{e,sp,D,i}$	solarer Reflexionsgrad des Sonnenschutzes für diffuse Strahlung, siehe 2.2.6.3
$F_{p,sp,D,\beta,i}$	Korrekturfaktor des solaren Reflexionsgrades für direkte Strahlung für den Lamellen-Anstellwinkel, siehe 2.2.6.5
h_3	Wärmetransferkoeffizient 3 gemäss SN EN ISO 52022-1: 30 W/(m ² ·K)
$h_{i,i}$	äusserer Wärmetransferkoeffizient des Bauteils i gemäss SN EN ISO 52022-1:

$$h_1 \left(\frac{1}{U_g} + \frac{1}{h_3} \right)^{-1} \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$$

2.2.5 Verschattungsfaktoren

2.2.5.1 Die Ziffer 2.2.5 ersetzt die Berechnung nach SN EN ISO 52016-1:2017, Anhang F. Die Verschattungsfaktoren für Direkt- und Diffusstrahlung berechnen sich aus den Faktoren für Horizont, Überhang und Seitenblende:

$$F_{sh,B} = F_{sh1} \cdot F_{sh2,B} \cdot F_{sh3,B,l} \cdot F_{sh3,B,r} \quad (15)$$

F_{sh1}	Verschattungsfaktor Horizont (Topographie und andere Gebäude)
$F_{sh2,B}$	Verschattungsfaktor Überhang für direkte Strahlung
$F_{sh3,B,l}$	Verschattungsfaktor Seitenblende links für direkte Strahlung
$F_{sh3,B,r}$	Verschattungsfaktor Seitenblende rechts für direkte Strahlung

$$F_{sh,D} = F_{sh2,D} \cdot F_{sh3,D,l} \cdot F_{sh3,D,r} \quad (16)$$

$F_{sh2,D}$	Verschattungsfaktor Überhang für diffuse Strahlung
$F_{sh3,D,l}$	Verschattungsfaktor Seitenblende links für diffuse Strahlung
$F_{sh3,D,r}$	Verschattungsfaktor Seitenblende rechts für diffuse Strahlung

2.2.5.2 Der Verschattungsfaktor Horizont F_{sh1} muss fensterweise bestimmt werden. Der Horizontwinkel wird als Mittelwert bezüglich der Fenstermitte bestimmt.¹ Für die Berechnung wird angenommen, dass der Horizontwinkel nur die direkte Solarstrahlung beeinflusst.

$$\text{Wenn } \delta_{sol} < \alpha, \text{ so gilt } F_{sh1} = 1 - \frac{I_{B,i}}{I_{B,i} + I_{D,i}} \quad (17)$$

$$\text{Andernfalls ist } F_{S1} = 1 \quad (18)$$

δ_{sol}	Sonnenhöhe, in °
α	mittlerer Horizontwinkel, in °

2.2.5.3 Die Verschattungsfaktoren Überhang müssen fensterweise bestimmt werden. Der Winkel β des Überhangs wird bezüglich der Fenstermitte bestimmt. Für die Berechnung wird angenommen, dass der Überhang die direkte und die diffuse Solarstrahlung beeinflusst.

Für Überhänge werden die Teil-Verschattungsfaktoren für die direkte Strahlung $F_{sh2,B}$ und die diffuse Strahlung $F_{sh2,D}$ berechnet:

$$F_{sh2,B} = \max \left[0 ; 1 - \frac{0,5 \cdot \tan \beta}{\tan(90 - \delta_{sol})} \right] \quad (19)$$

$$F_{sh2,D} = 1 - \frac{\beta}{90} \quad (20)$$

¹ Der Horizontwinkel kann durch Topographie, Gebäude oder Bäume gebildet werden.

2.2.5.4 Die Verschattungsfaktoren Seitenblende müssen fensterweise bestimmt werden. Der Winkel γ der Seitenblende wird bezüglich der Fenstermitte bestimmt. Für die Berechnung wird angenommen, dass die Seitenblende die direkte und die diffuse Solarstrahlung beeinflusst.

Für Seitenblenden werden die Teil-Verschattungsfaktoren für die direkte Strahlung $F_{sh3,B}$ und die diffuse Strahlung $F_{sh3,D}$ unter Berücksichtigung der Fassadenorientierung berechnet. Die Orientierung der vertikalen Fassade wird als Winkel α_w zur Südrichtung angegeben, wobei Westen $+90^\circ$ und Osten -90° entsprechen.

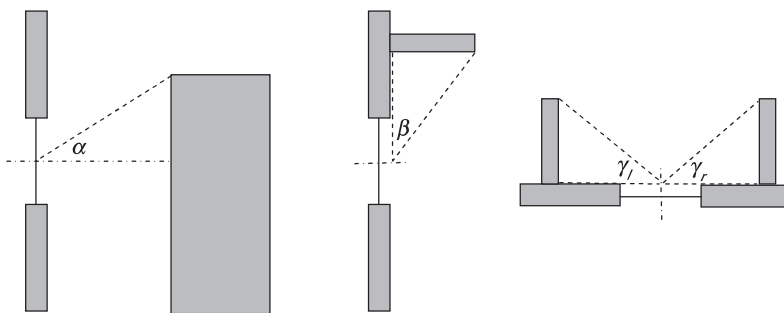
Zudem wird unterschieden, ob die Seitenblende links ($F_{S3,l}$) oder rechts ($F_{S3,r}$) des Fensters angeordnet ist. Dabei liegt rechts beim Blick von innen nach aussen auf der rechten Seite des Betrachters.

$$\text{Wenn } \alpha_{sol} < (\alpha_w - 90 + \gamma_l), \text{ so gilt } F_{sh3,B,l} = 0, \text{ andernfalls ist } F_{sh3,B,l} = 1 \quad (21)$$

$$\text{Wenn } \alpha_{sol} > (\alpha_w + 90 - \gamma_r), \text{ so gilt } F_{sh3,B,r} = 0, \text{ andernfalls ist } F_{sh3,B,r} = 1 \quad (22)$$

$$F_{sh3,D} = 1 - 0,5 \cdot \frac{\gamma_l}{90} \text{ und } F_{sh3,D,r} = 1 - 0,5 \cdot \frac{\gamma_r}{90} \quad (23)$$

Figur 1 Darstellung von Horizontwinkel α und Winkel des Überhangs β im Schnitt, sowie Winkel der Seitenblenden γ_l und γ_r im Grundriss



2.2.6 Sonnenschutz

2.2.6.1 Bei Stoffbehang sind $\tau_{e,sp,B}$ und $\tau_{e,sp,D}$ gleich $\tau_{e,sp}$

2.2.6.2 Bei Stoffbehang und Sonnenschutzsteuerung Typ X = 1 oder 2 gemäss Tabelle 9 von SIA 387/4:2017 sind $F_{\tau_{sp,B,\beta}}$, $F_{\tau_{sp,B,\delta}}$ und $F_{sp,D,\beta} = 1$. Bei Typ X = 3 kann ein Ausstellen des Sonnenschutzes berücksichtigt werden und die Verschattungsfaktoren sind gemäss SN EN 14500 zu bestimmen.

2.2.6.3 Bei Lamellenstoren sind $\tau_{e,sp,B} = \tau_{v,B,45}$, $\rho_{e,sp,B} = \rho_{e,B,45}$ sowie $\tau_{e,sp,D} = \tau_{e,D,45}$ und $\rho_{e,sp,D} = \rho_{e,D,45}$ einzusetzen.

$\tau_{e,B,45}$ Transmissionsgrad des Sonnenschutzes für direkte Solarstrahlung in Arbeitsstellung (45°) bei Sonnenhöhe 45° gemäss SN EN 14500

$\rho_{e,B,45}$ Reflexionsgrad des Sonnenschutzes für direkte Solarstrahlung in Arbeitsstellung (45°) bei Sonnenhöhe 45° gemäss SN EN 14500

$\tau_{e,D,45}$ Transmissionsgrad des Sonnenschutzes für diffuse Solarstrahlung in Arbeitsstellung (45°) bei Sonnenhöhe 45° gemäss SN EN 14500

$\rho_{e,D,45}$ Reflexionsgrad des Sonnenschutzes für diffuse Solarstrahlung in Arbeitsstellung (45°) bei Sonnenhöhe 45° gemäss SN EN 14500

Dazu sind Herstellerangaben zu verwenden. Falls keine näheren Angaben vorliegen, sind abhängig von der Art des Sonnenschutzes gemäss SIA 387/4:2017, Ziffer 3.3.2.9, die Werte von Tabelle 1 einzusetzen.

Tabelle 1 Werte für die Berechnung des solaren Transmissions- und Reflexionsgrades des Sonnenschutzes

Kategorie Sonnenschutz	Art des Sonnenschutzes	Umlenksystem	Solarer Reflexionsgrad $\rho = \rho'$ des Lamellenmaterials ¹	Solarer Transmissionsgrad τ des Lamellenmaterials ¹
1	Lamellen	Lamellenwinkel konstant 0° im Umlenkbereich	0,7	0
	Stoffbehang	Sonnenschutz nicht aktiv im Umlenkbereich	0,5	0,25
2	Lamellen	–	0,7	0
3	Lamellen	–	0,5	0
	Stoffbehang		0,35	0,25
4	Lamellen	–	0,3	0
	Stoffbehang		0,25	0,10
5	Stoffbehang	–	0,2	0,05

¹ Symbole ohne Indizes wie in SN EN ISO 52022-3:2017, Anhang D, verwendet

2.2.6.4 Die Korrekturfaktoren des solaren Transmissionsgrades für den Lamellen-Anstellwinkel sind:

$$F_{\tau,sp,B,\beta} = 1 - \frac{\beta - 45^\circ}{45^\circ} \quad (24)$$

$$F_{\tau,sp,D,\beta} = -1,1 \cdot 10^{-6} \cdot \beta^3 - 5 \cdot 10^{-5} \cdot \beta^2 + 1,2 \quad (25)$$

2.2.6.5 Die Korrekturfaktoren des solaren Reflexionsgrades für den Lamellen-Anstellwinkel sind:

$$F_{\rho,sp,B,\beta} = 1 + 0,4 \cdot \frac{\beta - 45^\circ}{45^\circ} \quad (26)$$

$$F_{\rho,sp,D,\beta} = 1,1 \cdot 10^{-6} \cdot \beta^3 + 10^{-4} \cdot \beta^2 + 0,7 \quad (27)$$

2.2.6.6 Der Lamellen-Anstellwinkel in (24) bis (27) wird für die drei Funktionstypen der Sonnenschutzsteuerung gemäss SIA 387/4:2017, Tabelle 9, berechnet.

2.2.6.7 Die orthogonale Sonnenhöhe $\delta_{sol,n}$ ist

$$\delta_{sol,n} = \arctan\left(\frac{\tan\delta_{sol}}{\cos\alpha_{sol}}\right) \quad (28)$$

δ_{sol} Sonnenhöhe

α_{sol} relatives Sonnenazimut gegenüber der Flächennormale

2.2.6.8 Der Korrekturfaktor des solaren Transmissionsgrades für direkte Strahlung für die Sonnenhöhe beträgt

$$F_{\tau,sp,B,\delta} = 1 - \left\{ \left[0,1 + 0,05 \cdot \left(\frac{45^\circ - \beta}{45^\circ} \right)^2 \right] \cdot \frac{\delta_{sol,n} - 45^\circ}{20^\circ} \right\} \quad (29)$$

2.2.6.9 Der Korrekturfaktor des solaren Reflexionsgrades für direkte Strahlung für die Sonnenhöhe beträgt

$$F_{\rho,sp,B,\delta} = 1 + \left[\left(0,055 + 0,1 \cdot \frac{45^\circ - \beta}{45^\circ} \right)^2 \cdot \frac{\delta_{sol,n} - 45^\circ}{20^\circ} \right] \quad (30)$$

2.2.7 Interne Wärmeeinträge

2.2.7.1 Der interne Wärmeeintrag der Beleuchtung $\phi_{i,L}$ ist gleich der momentanen elektrischen Leistung $P_{L,act}$.

2.2.7.2 Die Berechnung der momentanen elektrischen Leistung $P_{L,act}$ erfolgt gemäss SIA 387/4:2017, Ziffer 3.4. Die Eingabedaten, sofern sie nicht identisch sind mit denjenigen für die solaren Wärmeeinträge, sind ebenfalls dort zu finden.

2.2.7.3 Die nutzungsbedingten internen Wärme- und Feuchtequellen sind als stündliche Lastprofile zu definieren. Die Lastprofile müssen den typischen Tagesverlauf von Arbeits- und Ruhetagen sowie typische saisonale Schwankungen durch Ferienzeiten berücksichtigen.

2.2.7.4 Für die Wärme- und Feuchteabgabe durch Personen sind die Anzahl Personen bei Vollbelegung und deren nutzungsbedingter Aktivitätswert M massgebend. Die Wärme- und Feuchteabgabe bei Vollbelegung wird mit dem dimensionslosen Personenlastprofil multipliziert. Detaillierte Angaben zur Berechnung der Wärme- und Feuchteabgabe durch Personen in Abhängigkeit der Tätigkeit finden sich in SIA 180.

2.2.7.5 Bei Geräten ist die durchschnittliche Wärme- und Feuchteabgabe über eine Stunde bei Auslegungsbedingungen massgebend. Die Wärme- und Feuchteabgabe bei Auslegungsbedingungen wird mit dem dimensionslosen Lastprofil der Geräte multipliziert.

2.2.7.6 Neben der Feuchteabgabe durch Personen und Geräte sind weitere Feuchtequellen wie Zimmerpflanzen und Sanitäreinrichtungen zu berücksichtigen.

2.2.7.7 Sofern keine genaueren Planungswerte vorliegen, können für alle Wärme- und Feuchtequellen Standardwerte gemäss SIA 2024 verwendet werden.

2.2.8 Lüftungsverluste und -gewinne

2.2.8.1 Die Berechnung der Zu- und Abluftvolumenströme einer Zone durch mechanische Lüftung erfolgt nach SN EN 16798-7:2017, Ziffer 6.4. Eingabedaten gemäss Tabellen 5 bis 9; Defaultwerte sind im nationalen Anhang aufgeführt.

2.2.8.2 Bei Fensterlüftung wird gemäss dem angestrebten Lüftungszweck unterschieden zwischen hygienisch und thermisch bedingter Fensterlüftung.

Bei hygienisch bedingter Fensterlüftung wird die Berechnung nach dem vereinfachten Verfahren gemäss SN EN 16798-7:2017, Ziffer 6.4.3.5.3, durchgeführt. Eingabe gemäss nationalem Anhang zu SN EN 16798-7:2017, Ziffer NA.1.2.8.

Bei thermisch bedingter Fensterlüftung erfolgt die Berechnung gemäss SN EN 16798-7:2017, Ziffer 6.4.3.5.4.

2.2.8.3 Infiltration durch unkontrollierten Lufteintritt wird als konstanter spezifischer Volumenstrom pro Nettogeschossfläche definiert. Falls keine genaueren Angaben vorliegen, können Standardwerte gemäss SIA 2024 eingesetzt werden.

2.2.9 Sollwerte

2.2.9.1 Die Sollwerte für das Innenraumklima sind abhängig vom Anwendungsfall in SIA 180, SIA 382/1 und SIA 382/2 festgelegt.

2.2.10 Thermoaktive Bauteilsysteme (TABS)

2.2.10.1 Thermoaktive Bauteilsysteme (TABS) werden berücksichtigt, indem das betreffende Bauteil bei der wasserführenden Schicht in zwei Bauteile aufgeteilt wird. Als Randbedingung für die Anknüpfung an die beiden die wasserführende Schicht berührenden Bauteiloberflächen wird der Wärmetransferkoeffizient berechnet als

$$h_{TABS} = \frac{2}{R_t} \quad (31)$$

R_t Widerstand zwischen der Vorlauftemperatur und der mittleren Temperatur der wärmeleitenden Schicht gemäss SN EN ISO 11855-2:2015, Anhang B, in (m²·K)/W

2.3 Stündlicher Energiebedarf der Gebäudetechnik

2.3.1 Lüftungsanlage

Die Berechnung des Energiebedarfs für die Luftförderung sowie die Luftaufbereitung (Heizen, Kühlen, Be- und Entfeuchten) erfolgt gemäss SN EN 16798-5-1:2017. Eingabedaten gemäss Tabellen 5 bis 25; Defaultwerte sind im nationalen Anhang aufgeführt.

2.3.2 Kältesysteme

2.3.2.1 Betriebsbedingungen und Lastverteilung

Die Berechnung erfolgt gemäss SN EN 16798-9. Diese Norm referenziert und verknüpft die unter 2.3.1.1 sowie 2.3.2.2 bis 2.3.2.5 angegebenen Normen und führt deren Resultate zusammen.

Für die erforderlichen Eingabedaten siehe SN EN 16798-9:2017, Tabellen 9 bis 14; Defaultwerte sind im nationalen Anhang aufgeführt.

2.3.2.2 Kälteabgabe

Die Berechnung erfolgt gemäss SN EN 15316-2. Für die erforderlichen Eingabedaten siehe Tabellen 5 und 6; Defaultwerte sind im nationalen Anhang aufgeführt.

Solange die Art des Abgabesystems nicht festgelegt ist, wird mit rein konvektiven Systemen gerechnet ($f_{HC,cv} = 1$).

Bei TABS werden die folgenden Eingabedaten benötigt:

- mit TABS belegte Decken- oder Bodenfläche A_{TABS} , in m²,
- maximale Vorlauftemperatur des TABS im Winter $\theta_{TABS,su,max}$ in °C,
- minimale Vorlauftemperatur des TABS bei Auslegungsbedingung im Sommer $\theta_{TABS,su,min}$ in °C.

Hinweise zur Wahl der Werte gibt [3].

2.3.2.3 Kälteverteilung

Die Berechnung erfolgt gemäss SN EN 15316-3:2017. Für die erforderlichen Eingabedaten siehe Tabellen 5 bis 9; Defaultwerte sind im nationalen Anhang aufgeführt.

2.3.2.4 Kältespeicherung

Die Berechnung erfolgt gemäss SN EN 16798-15:2017. Für die erforderlichen Eingabedaten siehe Tabellen 4 bis 8; Defaultwerte sind im nationalen Anhang aufgeführt.

2.3.2.5 Kälteerzeugung

Die Berechnung erfolgt gemäss SN EN 16798-13:2017, Verfahren 1. Für die erforderlichen Eingabedaten siehe Tabellen 5 bis 10; Defaultwerte sind im nationalen Anhang aufgeführt.

Die Direktkühlung über Erdsonden wird nach SN EN 16798-13:2017, Verfahren 1, mit dem Erzeugertyp «OTHER» berechnet. Die Abschätzung der Senkentemperatur erfolgt dabei nach SIA 384/3.

2.3.3 **Heizsysteme**

2.3.3.1 Betriebsbedingungen und Lastverteilung

Die Berechnung erfolgt gemäss SN EN 15316-1. Diese Norm referenziert und verknüpft die unter 2.3.3.2 bis 2.3.3.5 angegebenen Normen und führt deren Resultate zusammen.

Für die erforderlichen Eingabedaten siehe SN EN 15316-1:2017, Tabellen 7 und 10.; Defaultwerte sind im nationalen Anhang aufgeführt.

2.3.3.2 Verluste und Hilfsenergiebedarf bei der Wärmeabgabe

Die Berechnung erfolgt gemäss SN EN 15316-2. Für die erforderlichen Eingabedaten siehe Tabellen 5 und 6; Defaultwerte sind im nationalen Anhang aufgeführt.

2.3.3.3 Wärmeverteilung

Die Berechnung erfolgt gemäss SN EN 15316-3:2017. Für die erforderlichen Eingabedaten siehe Tabellen 5 bis 9; Defaultwerte sind im nationalen Anhang aufgeführt.

2.3.3.4 Wärmespeicherung

Die Berechnung von Warmwasserspeichern erfolgt gemäss SIA 385/2 und ist ausserhalb dieses Merkblatts geregelt (siehe 2.4).

Die Berechnung von Heizungsspeichern erfolgt gemäss SN EN 15316-5:2017. Für die erforderlichen Eingabedaten siehe Tabellen 5 bis 7; Defaultwerte sind im nationalen Anhang aufgeführt.

2.3.3.5 Wärmeerzeugung

2.3.3.5.1 Heizkessel

Die Berechnung erfolgt gemäss SN EN 15316-4-1:2017. Für die erforderlichen Eingabedaten siehe Tabellen 5 und 6; Defaultwerte sind im nationalen Anhang aufgeführt.

2.3.3.5.2 Wärmepumpen

Die Berechnung erfolgt gemäss dem detaillierten Verfahren von SIA 384/3, angewendet auf eine stündliche Berechnung, d. h., die Berechnung erfolgt statt pro Bin pro Stunde.

2.3.3.5.3 Solarkollektoranlagen

Die Berechnung erfolgt gemäss SN EN 15316-4-3:2017, Ziffer 6.1.3. Für die erforderlichen Eingabedaten siehe Tabellen 7 und evtl. 10; Defaultwerte sind im nationalen Anhang aufgeführt.

2.3.3.5.4 WKK-Anlagen

Die Berechnung erfolgt gemäss SN EN 15316-4-4:2017. Für die erforderlichen Eingabedaten siehe Tabellen 7 bis 10; Defaultwerte sind im nationalen Anhang aufgeführt.

2.3.4 **Warmwasser**

2.3.4.1 Die Berechnung des Wärmebedarfs und der Hilfsenergie für die Aufbereitung des Warmwassers erfolgt gemäss SIA 385/2.

2.3.4.2 Der Wärmebedarf wird in Form von täglichen Ladezyklen als stündliche Wärmelast ans Heizverteilungssystem gemäss 2.3.3 übergeben.

2.3.5 **Allgemeine Gebäudetechnik**

2.3.5.1 Der Energiebedarf der allgemeinen Gebäudetechnikanlagen wird nach SIA 2056 berechnet.

2.3.5.2 Die zeitliche Verteilung des Bedarfs wird für die folgenden Komponenten der allgemeinen Gebäudetechnik wie folgt festgelegt:

- Beschattungsanlagen: Aufteilung auf die Betätigungsstunden;
- Schrankenanlagen, Dreh- und Karusselltüren, Schiebetüren: Betriebsleistung gemäss Personenanwesenheitsprofil, Bereitschaftsleistung in den übrigen Zeiten;
- Dachrinnenheizungen, Satellitenempfänger, Widerstandsheizungen im Freien: wenn $\theta_e < 3^\circ\text{C}$;
- Parabolantennen: wenn $\theta_e < 5^\circ\text{C}$;
- Aufzüge, Fahrtreppen und Fahrsteige: Betriebszeit.

2.3.5.3 In allen übrigen Fällen und wo nichts Anderes bekannt ist, werden die Werte gleichmässig auf alle Jahresstunden verteilt.

2.4 **Elektrizitätserzeugung mittels Photovoltaik**

Die Berechnung erfolgt gemäss SN EN 15316-4-3:2017, Ziffer 6.2.4. Für die erforderlichen Eingabedaten siehe Tabellen 26 bis 28; Defaultwerte sind im nationalen Anhang aufgeführt.

Anhang A (informativ)

Publikationen

Dieser Anhang verweist auf Publikationen zum Thema des vorliegenden Merkblatts. Sie haben ausschliesslich informativen Charakter.

- [1] SN EN ISO 52010-1:2017 Energieeffizienz von Gebäuden – Äussere Umweltbedingungen – Teil 1: Umrechnung von Wetterdaten als Eingangsgrössen für Energieberechnungen
- [2] Ménard M., Gadola R., Zweifel G., Müller V.: Swiss Energycodes – Projekt Gesamtenergieeffizienz – Teilprojekt: Gebäudeautomation in CH-Normen und TEC-Tool; www.energytools.ch, Downloads > Grundlagenberichte
- [3] Tödtli J., et al., TABS Control – Steuerung und Regelung von thermoaktiven Bauteilsystemen, Faktor Verlag, Zürich, 2009

Anhang B (informativ) Verzeichnis der Begriffe

Tabelle 2 Alphabetisches Verzeichnis der in Kapitel 1 definierten Begriffe

Deutsch	Französisch	Italienisch	Ziffer
Abgabe	Émission	Emissione	1.1.6.2
Abminderungsfaktor für Fensterrahmen	Facteur de réduction pour les châssis de fenêtres	Fattore di riduzione per telaio di finestra	1.1.2.10
Beleuchtung	Éclairage	Illuminazione	1.1.3.1
Diffuse Solarstrahlungsstärke	Rayonnement solaire diffus	Irraggiamento solare diffuso	1.1.2.3
Direkte Solarstrahlungsstärke	Rayonnement solaire direct	Irraggiamento solare diretto	1.1.2.4
Elektrische Leistung der Beleuchtung	Puissance électrique pour l'éclairage	Potenza elettrica dell'illuminazione	1.1.3.3
Empfundene Temperatur	Température opérative	Temperatura percepita	1.1.5.1
Erzeugung	Production	Produzione	1.1.6.5
Exfiltration (Gebäudehülle)	Exfiltration	Exfiltrazione	1.1.4.5
Fensterfläche	Surface des fenêtres	Superficie delle finestre	1.1.2.9
Fensterlüftung	Aération par les fenêtres	Ventilazione a finestra	1.1.4.3
Flächenbezogene Wärmespeicherfähigkeit	Capacité thermique d'un élément de construction	Capacità termica di riferimento superficiale	1.1.1.6
Flächenbezogener Wärmetransferkoeffizient	Coefficient de transfert thermique spécifique	Coefficiente di trasmissione termica di riferimento superficiale	1.1.1.4
Flächenbezogener Wärmeübergangskoeffizient	Coefficient d'échange thermique superficiel spécifique	Coefficiente di trasmissione termica superficiale specifica	1.1.1.5
Geräte	Appareils	Apparecchi	1.1.3.2
Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung	Facteur de transmission d'énergie globale du vitrage	Coefficiente di trasmissione energetica globale della vetratura	1.1.2.8
Globale Solarstrahlungsstärke	Rayonnement solaire	Irraggiamento solare globale	1.1.2.2
Horizontwinkel	Angle de l'horizon	Angolo dell'orizzonte	1.1.2.12
Infiltration (Gebäudehülle)	Infiltration (enveloppe du bâtiment)	Infiltrazione (involucro dell'edificio)	1.1.4.4
Mechanische Lüftung	Ventilation mécanique	Ventilazione meccanica	1.1.4.1
Monolithisches Bauteil	Élément de construction monolithique	Elemento costruttivo monolitico	1.1.1.7
Natürliche Lüftung	Aération naturelle	Ventilazione naturale	1.1.4.2
Nettogeschossfläche	Surface nette de plancher	Superficie di piano netta	1.1.1.2
Orthogonale Sonnenhöhe	Hauteur du soleil orthogonale	Altezza del sole ortogonale	1.1.2.7
Raumlufttemperatur	Température d'air intérieur	Temperatura dell'aria interna	1.1.5.3
Raumnutzung	Local type	Tipologia d'utilizzo del locale	1.1.1.1
Raumtemperatur	Température ambiante	Temperatura del locale	1.1.5.2
Solare Wärmeeintragsleistung	Puissance des apports thermiques solaires	Potenza termica solare	1.1.2.1
Solarer Reflexionsgrad	Taux de réflexion du vitrage	Coefficiente di riflessione solare	1.1.2.15
Solarer Transmissionsgrad	Taux de transmission du vitrage	Coefficiente di trasmissione solare	1.1.2.16

Tabelle 2 Alphabetisches Verzeichnis der in Kapitel 1 definierten Begriffe (Fortsetzung)

Deutsch	Französisch	Italienisch	Ziffer
Sollwert der Raum- oder Raumlufttemperatur im Heiz- bzw. Kühlfall	Consigne de température de l'air intérieur pour le chauffage ou le refroidissement	Valore nominale della temperatura del locale o dell'aria del locale in caso di riscaldamento o raffreddamento	1.1.5.4
Sonnenazimut	Azimut du soleil	Azimut solare	1.1.2.5
Sonnenhöhe	Hauteur du soleil	Altezza del sole	1.1.2.6
Speicherung	Stockage	Stoccaggio	1.1.6.4
TABS-Decken-/Bodenfläche	Surface des éléments de construction thermoactifs (plafonds ou sols)	Elemento costruttivo termoattivo (soffitto o pavimento)	1.1.1.8
Teilsystem	Sous-système	Sottosistema	1.1.6.1
Verschattungsfaktoren	Facteurs d'ombrage	Fattore d'ombreggiamento	1.1.2.11
Verteilung	Distribution	Distribuzione	1.1.6.3
Vorlauftemperatur des TABS	Température aller du système de chauffage/ refroidissement intégré dans l'élément de construction	Temperatura di mandata dell'elemento costruttivo termoattivo	1.1.5.5
Wärmedurchgangswiderstand	Résistance de transmission thermique	Resistenza di trasmissione termica	1.1.1.3
Winkel der Seitenblende	Angle de l'écran latéral	Angolo della sporgenza laterale	1.1.2.14
Winkel des Überhangs	Angle du surplomb	Angolo della sporgenza superiore	1.1.2.13

In der Arbeitsgruppe SIA 2044 vertretene Organisationen

FHNW Fachhochschule Nordwestschweiz
HSLU Hochschule Luzern – Technik & Architektur
SIA KGE SIA-Kommission für Gebäudetechnik- und Energienormen

Arbeitsgruppe SIA 2044

		Vertreter von
Präsident	Martin Ménard, dipl. Ing. ETH/SIA, Zürich	Projektierung, SIA KGE
Mitglieder	Reto Gadola, dipl. HLK Ing. FH/SIA, Horw Achim Geissler, Prof. Dr.-Ing., MuttENZ Roger Iten, techn. Kaufmann, eidg. FA, Horgen Marcel Kaufmann, dipl. Techniker HF, Luzern Sven Moosberger, Dipl. Phys. SIA, Zug Thomas Stadelmann, Zug	HSLU, Softwareanbieter FHNW Softwareanbieter Projektierung Softwareanbieter Gebäudeautomation
Sachbearbeitung	Flavio Foradini, phys. dipl. EPF/SIA, Lausanne Gerhard Zweifel, dipl. Masch.-Ing. ETH/SIA, Honau	
Verantwortlicher SIA Geschäftsstelle	Viktor Carp, MSc Energy Science & Technology ETH/SIA, Zürich	

Genehmigung und Gültigkeit

Die Zentralkommission für Normen des SIA hat das vorliegende Merkblatt SIA 2044 am 5. Juni 2019 genehmigt.

Es ist gültig ab 1. August 2019.

Es ersetzt das Merkblatt SIA 2044 *Klimatisierte Gebäude – Standard-Berechnungsverfahren für den Leistungs- und Energiebedarf*, Ausgabe 2011.

Copyright © 2019 by SIA Zurich

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