

Ersetzt Norm SIA 382/1, Ausgabe 2007

Installations de ventilation et de climatisation – Bases générales et performances requises

Lüftungs- und Klimaanlage – Allgemeine Grundlagen und Anforderungen

382/1

Referenznummer
SN 546382/1:2014 de

Gültig ab: 2014-07-01

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

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.

2014-06 1. Auflage

INHALTSVERZEICHNIS

| | Seite | | Seite |
|---|-------|---|-------|
| Vorwort | 4 | 5.5 Anlagen mit kleinem elektrischem Leistungsbedarf | 46 |
| 0 Geltungsbereich | 5 | 5.6 Kälteerzeugung | 46 |
| 0.1 Abgrenzung | 5 | 5.7 Luftförderung | 49 |
| 0.2 Normative Verweisungen | 5 | 5.8 Befeuchtung | 53 |
| 0.3 Gesetzliche Grundlagen | 7 | 5.9 Wärmedämmung der Anlage | 53 |
| 0.4 Allgemeine Bedingungen für Bauarbeiten | 7 | 5.10 Wärmerückgewinnung und Abwärmee-nutzung | 55 |
| 0.5 Hinweise zur Anwendung der Norm .. | 7 | 5.11 Luftdichtheit der Anlage | 56 |
| 1 Verständigung | 8 | 5.12 Anordnung von Aussenluftfassungen und Fortluftöffnungen | 57 |
| 1.1 Begriffe und Definitionen | 8 | 5.13 Filterung | 60 |
| 1.2 Symbole und Einheiten | 14 | 5.14 Messeinrichtungen und Hauptschalter | 61 |
| 1.3 Indizes | 15 | 6 Übergabe | 62 |
| 1.4 Abkürzungen | 16 | 6.1 Zweck der Übergabe | 62 |
| 1.5 Anlagentypen | 16 | 6.2 Technische Spezifikationen | 62 |
| 1.6 Luftarten | 18 | 7 Betrieb und Instandhaltung | 62 |
| 1.7 Klassierung der Luftarten | 20 | 7.1 Allgemeines | 62 |
| 1.8 Klassierung der spezifischen Ventilatorleistung | 23 | 7.2 Pflichtenheft für die Instandhaltung ... | 62 |
| 1.9 Klassierung der spezifischen Geräteleistung | 23 | 7.3 Energiebuchhaltung | 63 |
| 1.10 Klassierung der Druckbedingungen im Raum | 24 | 7.4 Betriebsoptimierung | 63 |
| 2 Anforderungen | 25 | 8 Rückbau und Entsorgung | 63 |
| 2.1 Bauliche Anforderungen | 25 | Anhang | |
| 2.2 Behaglichkeit | 25 | A (informativ) Raumbedarf von Komponenten und Systemen | 64 |
| 2.3 Energiebedarf | 29 | B (informativ) Technische Lebensdauer und Wartungsaufwand technischer Gebäudeinstallationen | 68 |
| 2.4 Betriebssicherheit, Brandschutz und Lebensdauer | 30 | C (normativ) Ergänzende Angaben zu den energetischen Anforderungen an die Kälteerzeugung | 70 |
| 2.5 Wartungsfreundlichkeit und Hygiene .. | 30 | D (normativ) Berechnung des jährlichen Elektrizitätsbedarfs Lüftung mit Volllaststunden | 72 |
| 2.6 Schutz der Umwelt | 30 | E (normativ) Randbedingungen für Simulationsrechnungen | 74 |
| 3 Auslegungskriterien | 31 | F (normativ) Technische Spezifikationen für die Übergabe von Lüftungs- und Klimaanlagen | 75 |
| 3.1 Allgemeines | 31 | G (informativ) Checklisten | 78 |
| 3.2 Aussenbedingungen | 31 | | |
| 3.3 Gebäudedaten | 32 | | |
| 3.4 Nutzungsdaten | 32 | | |
| 3.5 Behaglichkeit | 33 | | |
| 4 Systemwahl | 34 | | |
| 4.1 Vorgehen | 34 | | |
| 4.2 Lüftung | 34 | | |
| 4.3 Heizung | 36 | | |
| 4.4 Befeuchtung | 36 | | |
| 4.5 Kühlung | 38 | | |
| 4.6 Entfeuchtung | 40 | | |
| 5 Bemessung und technische Anforderungen | 41 | | |
| 5.1 Übersicht | 41 | | |
| 5.2 Fensterlüftung | 41 | | |
| 5.3 Luftvolumenströme | 41 | | |
| 5.4 Wärme- und Kühlleistungsbedarf | 45 | | |

VORWORT

Diese Norm richtet sich an die Planer von Lüftungs- und Klimaanlage, die Gesamtleiter, die Architekten, die Vertreter der Bauherrschaft und die Bewilligungsbehörden. Sie enthält die notwendigen Festlegungen, um mit Lüftungs- und Klimaanlage bei massvollem Energieverbrauch ganzjährig Raumkonditionen zu schaffen, welche behaglich sind und negative Auswirkungen auf Gesundheit und Bauwerk möglichst verhindern. Durch präzise Definitionen des Komfortzustandes auf der Basis der Ausgabe 2014 der Norm SIA 180, der Garantiewerte und der Abnahmebedingungen will diese Norm dazu beitragen, dass die Bedürfnisse der Nutzer klar erfasst und die relevanten Bedingungen quantitativ festgelegt und kontrolliert werden können.

Die Bestrebungen zur Reduktion des Energiebedarfs haben sich auch auf die Konstruktion, die Auslegung und den Betrieb von Lüftungs- und Klimaanlage stark ausgewirkt. Mit Massnahmen an der Anlage, wie Wärme- und Feuchterückgewinnung, variablem Volumenstrom, kleinen Druckverlusten, hohen Ventilatorwirkungsgraden, aber auch durch eine geeignete Anlagenregelung, zum Beispiel gleitende Raumlufttemperaturen und bedarfsgerechten Betrieb, kann der Energiebedarf stark reduziert werden. Dabei sollen in erster Linie immer die möglichen Massnahmen zur Vermeidung von unerwünschten externen und internen Wärmeeinträgen sowie von Schadstoffeinträgen ausgeschöpft werden. Unbedingt zu beachten sind die Anforderungen an die Hygiene in Lüftungs- und Klimaanlage.

Diese Norm nennt die allgemeinen Grundlagen für die Bemessung der Anlagen. Details dazu finden sich in der Norm SIA 382/2. Zu beachten ist, dass mit den neuen Klimadaten nach dem Merkblatt SIA 2028 leistungsfähigere Komponenten notwendig werden können.

Die Norm SIA 380/1 gibt Grenzwerte und Zielwerte zum Heizwärmebedarf, die Norm SIA 380/4 zum elektrischen Energiebedarf in verschiedenen Gebäudearten mit und ohne Lüftungs- und Klimaanlage. Die Berechnung des Leistungs- und Energiebedarfs von klimatisierten Gebäuden erfolgt nach der Norm SIA 382/2 mit den Klimadaten nach Merkblatt SIA 2028. Dabei können die Standard-Nutzungsbedingungen nach dem Merkblatt SIA 2024 verwendet werden.

Diese Norm beschreibt die grundsätzlichen Kriterien für die Wahl der Lüftungsstrategie (inkl. Fensterlüftung) und nennt die technischen Rahmenbedingungen zur Erreichung eines möglichst geringen Energieverbrauchs für die Luftaufbereitung und Luftförderung in Lüftungs- und Klimaanlage. Zusätzlich werden die Bedingungen festgelegt, unter welchen eine Kühlung, Be- oder Entfeuchtung der Raumluft zweckmässig ist.

Diese Norm übernimmt alle wesentlichen Elemente aus SN EN 13779 und setzt sie in Bezug zu den bestehenden Normen des SIA, zu den Grundlagen anderer Organisationen und Fachverbände in der Schweiz und zu weiteren Europäischen Normen und technischen Berichten.

Die Angaben in dieser Norm zum Elektrizitätsbedarf Lüftung ersetzen die Ziffern 3.4.2, 4.4.1.2 und 4.4.1.3 der Norm SIA 380/4:2006.

Die Ausgabe 2014 der Norm SIA 180 hat verschiedene Definitionen, Komfortgrundlagen und Anforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz von der Ausgabe 2007 der Norm SIA 382/1 übernommen und gilt als Basis für die Festlegungen zum Innenraumklima. Die Ausgabe 2014 der Norm SIA 382/1 wurde entsprechend gekürzt.

Die Auslegungskriterien werden neu für alle Anwendungen im Merkblatt SIA 2024 angegeben. Bis zur Publikation der neuen Ausgabe von SIA 2024 gilt für Räume mit Lüftungs- oder Klimaanlage der Anhang A in SIA 382/1:2007.

Kommission SIA 382

0 GELTUNGSBEREICH

0.1 Abgrenzung

- 0.1.1 Diese Norm gilt für alle Lüftungs- und Klimaanlage in Gebäuden.
- 0.1.2 Die Anforderungen dieser Norm gelten für neue Anlagen in Gebäuden mit Personenbelegung (Büro, Verwaltung, Versammlungsraum, Schule, Wohnraum usw.). Bei anderen Nutzungen und bei Umbauten von Anlagen oder Gebäuden ist die sinngemässe Einhaltung dieser Anforderungen im Rahmen des technisch Möglichen und wirtschaftlich Tragbaren anzustreben.
- 0.1.3 Bei Wohnbauten sind die ergänzenden Angaben im Merkblatt SIA 2023 zu beachten.
- 0.1.4 Für Spezialanlagen für Industrie, Verkehr, Zivilschutz oder für Spitäler, Gaststätten, Hallenbäder usw., für welche Normen und Richtlinien der Fachverbände oder Behörden existieren, gilt diese Norm nur soweit die betreffenden Normen und Richtlinien keine Bestimmungen enthalten.
- 0.1.5 Für Spezialanlagen, welche nicht durch andere Normen oder Richtlinien geregelt sind, wird die sinngemässe Anwendung der Norm SIA 382/1 empfohlen.
- 0.1.6 Nicht Gegenstand dieser Norm sind Detailanforderungen an Teilsysteme von Lüftungs- und Klimaanlage (Wahl des Gerätetyps, Luftführung im Raum usw.) sowie Komponenten (Luftaufbereitungszentralen, Regelung, Kälteanlagen, Kühltürme usw.).

0.2 Normative Verweisungen

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

0.2.1 Publikationen des SIA

| | |
|----------------------|--|
| Norm SIA 118 | Allgemeine Bedingungen für Bauarbeiten |
| Norm SIA 118/380 | Allgemeine Bedingungen für Gebäudetechnik |
| Norm SIA 180 | Wärmeschutz, Feuchteschutz und Raumklima in Gebäuden |
| Norm SIA 181 | Schallschutz im Hochbau |
| Norm SIA 261 | Einwirkungen auf Tragwerke |
| Norm SIA 380/1 | Thermische Energie im Hochbau (in Revision) |
| Norm SIA 380/4 | Elektrische Energie im Hochbau (in Revision) |
| Norm SIA 382/2 | Klimatisierte Gebäude – Leistungs- und Energiebedarf |
| Norm SIA 384/1:2009 | Heizungsanlagen in Gebäuden – Grundlagen und Anforderungen |
| Norm SIA 384.201 | Heizungsanlagen in Gebäuden – Verfahren zur Berechnung der Norm-Heizlast (SN EN 12831) |
| Norm SIA 400 | Planbearbeitung im Hochbau |
| Empfehlung SIA 410/1 | Kennzeichnung von Installationen in Plänen und Kennzeichnung von ausgeführten Installationen |
| Norm SIA 480 | Wirtschaftlichkeitsrechnung für Investitionen im Hochbau (in Revision) |
| Merkblatt SIA 2023 | Lüftung in Wohnbauten (in Revision) |
| Merkblatt SIA 2024 | Standard-Nutzungsbedingungen für die Energie- und Gebäudetechnik (in Revision) |
| Merkblatt SIA 2028 | Klimadaten für Bauphysik, Energie- und Gebäudetechnik |
| Merkblatt SIA 2032 | Graue Energie von Gebäuden |
| Merkblatt SIA 2044 | Klimatisierte Gebäude – Standard-Berechnungsverfahren für den Leistungs- und Energiebedarf |

0.2.2 **Internationale Normen**

| | |
|----------------------|--|
| SN EN 410 | Glas im Bauwesen – Bestimmung der lichttechnischen und strahlungsphysikalischen Kenngrössen von Verglasungen |
| SN EN 779 | Partikel-Luftfilter für die allgemeine Raumluftechnik – Bestimmung der Filterleistung |
| SN EN 1507 | Lüftung von Gebäuden – Rechteckige Luftleitungen aus Blech – Anforderungen an Festigkeit und Dichtheit |
| SN EN 1886 | Lüftung von Gebäuden – Zentrale raumluftechnische Geräte – Mechanische Eigenschaften und Messverfahren |
| SN EN 12097 | Lüftung von Gebäuden – Luftleitungen – Anforderungen an Luftleitungsbauteile zur Wartung von Luftleitungssystemen |
| SN EN 12237 | Lüftung von Gebäuden – Luftleitungen – Festigkeit und Dichtheit von Luftleitungen mit rundem Querschnitt aus Blech |
| SN EN 12599 | Lüftung von Gebäuden – Prüf- und Messverfahren für die Übergabe eingebauter raumluftechnischer Anlagen |
| SN EN 13141-7 | Lüftung von Gebäuden – Leistungsprüfungen von Bauteilen/Produkten für die Lüftung von Wohnungen – Teil 7: Leistungsprüfung von mechanischen Zuluft- und Ablufteinheiten (einschliesslich Wärmerückgewinnung) für mechanische Lüftungsanlagen in Wohneinheiten (Wohnung oder Einfamilienhaus) |
| SN EN 13142 | Lüftung von Gebäuden – Bauteile/Produkte für die Lüftung von Wohnungen – Geforderte und frei wählbare Leistungskenngrössen |
| SN EN 13180 | Lüftung von Gebäuden – Luftleitungen – Masse und mechanische Anforderungen für flexible Luftleitungen |
| SN EN 13182 | Lüftung von Gebäuden – Gerätetechnische Anforderungen für Messungen der Luftgeschwindigkeit in belüfteten Räumen |
| SN EN 13363-1 | Sonnenschutzeinrichtungen in Kombination mit Verglasungen – Berechnung der Solarstrahlung und des Lichttransmissionsgrades – Teil 1: Vereinfachtes Verfahren |
| SN EN 13403 | Lüftung von Gebäuden – Nichtmetallische Luftleitungen – Luftleitungen aus Dämmplatten |
| SN EN 13779 | Lüftung von Nichtwohngebäuden – Allgemeine Grundlagen und Anforderungen an Lüftungs- und Klimaanlage und Raumkühlssysteme |
| SN EN 14511-1 bis -4 | Luftkonditionierer, Flüssigkeitskühlsätze und Wärmepumpen mit elektrisch angetriebenen Verdichtern für die Raumbeheizung und -kühlung; Teil 1: Begriffe und Klassifizierung; Teil 2: Prüfbedingungen; Teil 3: Prüfverfahren; Teil 4: Betriebsanforderungen, Kennzeichnung und Anleitung |
| SN EN 15239 | Lüftung von Gebäuden – Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden – Leitlinien für die Inspektion von Lüftungsanlagen |
| SN EN 15240 | Lüftung von Gebäuden – Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden – Leitlinien für die Inspektion von Klimaanlage |
| SN EN 15727 | Lüftung von Gebäuden – Luftleitungen und Luftleitungsbauteile – Klassifizierung entsprechend der Luftdichtheit und Prüfung |
| EN 61672-1 | Elektroakustik – Schallpegelmesser – Teil 1: Anforderungen |

0.2.3 **Richtlinien des SWKI**

| | |
|---------------|---|
| SWKI 95-2 | Instandhaltung Lüftungstechnischer Anlagen |
| SWKI 98-1 | Messkonzept für Energie und Medien |
| SWKI 2003-3 | Rückkühlung |
| SWKI BA101-01 | Leistungen der Fachingenieure für Gebäudeautomation |
| SWKI VA102-01 | Raumluftechnische Anlagen in Gastwirtschaftsbetrieben |
| SWKI VA104-01 | Hygiene-Anforderungen an raumluftechnische Anlagen und Geräte (VDI 6022, Blatt 1) |

SWKI VA300-01 (2000-3) Wärmerückgewinnung in raumlufttechnischen Anlagen
VSWKI HE101-01 (2003-2) Instandhaltung heizungstechnischer Anlagen
VSWKI RE101-01 (2003-1) Instandhaltung kältetechnischer Anlagen

0.3 Gesetzliche Grundlagen

In dieser Norm wird auf die folgenden gesetzlichen Grundlagen und Verordnungen verwiesen:

PrSG Bundesgesetz über die Produktesicherheit, SR 930.11
USG Bundesgesetz über den Umweltschutz (Umweltschutzgesetz), SR 814.01
UVG Bundesgesetz über die Unfallversicherung, SR 832.20
LRV Luftreinhalte-Verordnung, SR 814.318.142.1
LSV Lärmschutz-Verordnung, SR 814.41
BAFU Mindesthöhe von Kaminen über Dach (Kamin-Empfehlungen), Vollzugshilfe, UV-1318-D
VKF Brandschutzvorschriften der Vereinigung Kantonaler Feuerversicherungen

0.4 Allgemeine Bedingungen für Bauarbeiten

Die Allgemeinen Bedingungen Bau (ABB) zur vorliegenden Norm sind in SIA 118/380 enthalten.

0.5 Hinweise zur Anwendung der Norm

- 0.5.1 Diese Norm richtet sich an die Planer von Lüftungs- und Klimaanlage, die Gesamtleiter, die Architekten, die Vertreter der Bauherrschaft und die Bewilligungsbehörden. Sie enthält auch Hinweise zur Fensterlüftung und zu reinen Zu- und Abluftanlagen.
- 0.5.2 Für Architektinnen und Architekten sind insbesondere folgende Teile dieser Norm von Bedeutung:
- Begriffe und Definitionen (1.1)
 - Bezeichnung der Anlagentypen und Farbcodes nach Tabelle 1 (1.5) und Tabelle 3 (1.6)
 - Konzepte für die abströmende bzw. nachströmende Luft (1.5.5 und 1.5.6)
 - Klassierung der Luftarten (1.6)
 - Bauliche Anforderungen (2.1)
 - Anforderungen an die akustische Behaglichkeit und den Schallschutz (2.2.8)
 - Reinigungsmöglichkeit (2.5.1)
 - Erforderliche Gebäudedaten (3.3)
 - Erforderliche Nutzungsdaten (3.4)
 - Festlegungen zur Behaglichkeit (3.5)
 - Möglichkeiten der Lüftung (4.2)
 - Übergabe (Kapitel 6)
 - Rückbau und Entsorgung (Kapitel 8)
 - Raumbedarf von Komponenten und Systemen (Anhang A)
 - Checkliste für die Planung des Gebäudes (Anhang G.1)
- 0.5.3 Für die Bauherrschaft sind insbesondere folgende Teile der Norm von Bedeutung:
- Verfügbarkeit der Anlage (2.4.1)
 - Erforderliche Gebäudedaten (3.3)
 - Erforderliche Nutzungsdaten (3.4)
 - Festlegungen zur Behaglichkeit (3.5)
 - Übergabe (Kapitel 6)
 - Betrieb und Instandhaltung (Kapitel 7)
 - Checkliste für die Betriebsphase (Anhang G.4)
- 0.5.4 Es wird empfohlen, die massgebenden Nutzungen des Gebäudes, die Anforderungen und insbesondere allfällige Abweichungen zu dieser Norm schriftlich festzuhalten (Nutzungsvereinbarung).
- 0.5.5 Diese Norm soll von allen Beteiligten möglichst frühzeitig angewendet werden. Empfehlenswert sind insbesondere auch frühzeitige Absprachen mit den zuständigen Behörden.

1 VERSTÄNDIGUNG

1.1 Begriffe und Definitionen

1.1.1 Gebäude und Raum

- 1.1.1.1 Nutzungszeit
Temps d'utilisation
 t_u
h
Zeitdauer, während welcher ein bestimmter Raum oder eine bestimmte Raumgruppe genutzt wird (Arbeitszeit, Öffnungszeit, Unterrichtszeit usw.). Zur Nutzungszeit zählt auch die Zeit, während welcher der Raum oder die Raumgruppe für die Reinigung belegt wird.
- 1.1.1.2 Nettogeschossfläche
Surface nette de plancher
 A_{NGF}
 m^2
Teil der Geschossfläche zwischen den umschliessenden oder innenliegenden Konstruktionsbauteilen.
- 1.1.1.3 Raumhöhe
Hauteur du local
 h_R
m
Höhe des Raumes von oberkant Fertigboden bis unterkant Fertigdecke.
- 1.1.1.4 Raumtiefe
Profondeur du local
 d_R
m
Innenmass eines Raumes senkrecht zur Fassade. Bei Eckräumen das kleinere der Innenmasse.
- 1.1.1.5 Raumvolumen
Volume intérieur
 V_R
 m^3
Volumen des Raumes mit Innenabmessungen bzw. beheiztes und/oder klimatisiertes Nettoluftvolumen innerhalb der Gebäudehülle.
- 1.1.1.6 Wärmespeicherfähigkeit
Capacité thermique
 C
kWh/K
Wärmemenge, die ein Bauteil (oder ein Raum) speichert und wieder abgibt, wenn es mit einer bestimmten Periodenlänge der Wärmeschwankungen um 1 K erwärmt bzw. abgekühlt wird.
Weitere Angaben finden sich in der Norm SIA 180.
- 1.1.1.7 Thermische Gebäudehülle
Enveloppe thermique du bâtiment
Die thermische Hülle setzt sich aus den Bauteilen zusammen, welche die beheizten und/oder gekühlten Räume allseitig und vollständig umschliessen.
Als beheizte bzw. gekühlte Räume gelten alle Räume, welche auf eine Solltemperatur beheizt oder gekühlt werden. Die thermische Hülle muss zugleich wärmegeklämmt und luftdicht sein. Wenn die Berechnung der Energiebilanz nur über einen Teil des Gebäudes erfolgt, wird dort, wo beheizte oder gekühlte Räume an beheizte oder gekühlte Räume ausserhalb des Bilanzperimeters anstossen, die Gebäudehülle durch den Bilanzperimeter bestimmt.
- 1.1.1.8 Gesamtenergiedurchlassgrad
Facteur de transmission totale d'énergie
 g
Verhältnis des durch die transparenten Bauteile durchgelassenen Wärmestroms (inkl. sekundäre Wärmeübertragung) zur einfallenden Gesamtstrahlung der Sonne.
Die Norm SN EN 410 legt eine Rechenmethode für den Gesamtenergiedurchlassgrad von Gläsern fest und SN EN 13363-1 für Fenster mit und ohne Sonnenschutz einrichtung.
 g ist abhängig vom Einfallswinkel. Die Herstellerangaben gelten für senkrechten Einfall. Der Gesamtenergiedurchlassgrad wird bei Fenstern mit und ohne Sonnenschutz angewendet.

| | | |
|----------|--|--|
| 1.1.1.9 | Infiltration (Gebäudehülle) <i>Infiltration (enveloppe du bâtiment)</i> | Unkontrollierter Lufteintritt durch Undichtheiten der Gebäudehülle, verursacht durch Auftrieb, Wind oder Abluftüberschuss des mechanischen Systems. |
| 1.1.1.10 | Exfiltration (Gebäudehülle) <i>Exfiltration (enveloppe du bâtiment)</i> | Unkontrollierter Luftaustritt durch Undichtheiten der Gebäudehülle, verursacht durch Auftrieb, Wind oder Zuluftüberschuss des mechanischen Systems. |
| | | |
| 1.1.2 | Klima | |
| 1.1.2.1 | Aussenlufttemperatur <i>Température de l'air extérieur</i> $\theta_{a,e}$ °C | Trockentemperatur der Aussenluft, gemessen ohne Strahlungseinfluss und ausserhalb von lokalen Temperatureinflüssen. |
| 1.1.2.2 | Solare (hemisphärische) Bestrahlungsstärke <i>Irradiance solaire (hémisphérique)</i> G_t W/m ² | Quotient aus dem solaren Strahlungsfluss, der aus einem Raumwinkel 2π sr auf eine gegebene Empfängerfläche auftrifft, und der Fläche dieser Ebene. |
| 1.1.2.3 | Design Reference Year (DRY) <i>Design Reference Year (DRY)</i> | Datensatz mit stündlichen Daten für ein typisches Jahr, ermittelt aus den Messdaten einer längeren Periode (min. 10 Jahre). Der Datensatz enthält typische Mittelwerte und Verteilungen, also auch typische Spitzensituationen. |
| | | |
| 1.1.3 | Behaglichkeit | |
| 1.1.3.1 | Luftgeschwindigkeit im Raum <i>Vitesse de l'air intérieur</i> v_a m/s | Mass der Luftbewegung in einer gegebenen Richtung, gemessen als Strecke je Zeiteinheit. Bei Komfortbetrachtungen gilt der Medianwert der Luftgeschwindigkeit $v_{50\%}$ für eine definierte Aufenthaltsposition. |
| 1.1.3.2 | Lufttemperatur <i>Température de l'air</i> θ_a °C | Temperatur der Luft am betrachteten Ort. |
| 1.1.3.3 | Mittlere Strahlungstemperatur eines Raumes <i>Température radiante moyenne d'un local</i> $\theta_{r,i}$ °C | Oberflächentemperatur eines geschlossenen isothermen Raumes, in welchem für eine definierte Aufenthaltsposition die thermische Strahlung gleich der von den verschiedenen raumumschliessenden Flächen empfangenen Strahlung ist. In erster Näherung ist sie gleich der flächengewichteten inneren Oberflächentemperatur der raumumschliessenden Flächen. |
| 1.1.3.4 | Empfundene Temperatur <i>Température opérative</i> 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. Sie ist gleich der theoretisch gleichmässigen Oberflächentemperatur eines abgeschlossenen Raumes, in dem ein Nutzer die gleiche Wärmemenge durch Strahlung und Konvektion wie im tatsächlichen ungleichmässigen Raum abgeben oder aufnehmen würde. Sie wird auch als operative Temperatur bezeichnet. In geschlossenen Räumen mit kleiner Luftgeschwindigkeit ($\leq 0,2$ m/s) wird die empfundene Temperatur dem arithmetischen Mittel zwischen der Lufttemperatur und der mittleren Strahlungstemperatur gleichgesetzt. |

| | | |
|---------|--|--|
| 1.1.3.5 | Raumlufttemperatur <i>Température de l'air intérieur</i> $\theta_{a,i}$ °C | Temperatur der Raumluft in der Raummitte, gemessen 1 m über Boden. |
| 1.1.3.6 | Raumtemperatur <i>Température intérieure</i> θ_i °C | Arithmetisches Mittel der Raumlufttemperatur und der mittleren Strahlungstemperatur des Raumes (zulässige Vereinfachung bei der Beurteilung der thermischen Behaglichkeit und bei der Berechnung von Wärmetransfers): $\theta_i = (\theta_{a,i} + \theta_{r,i})/2$ |
| 1.1.3.7 | Turbulenzgrad <i>Intensité de turbulence</i> Tu | Verhältnis der Standardabweichung der Raumluftgeschwindigkeit ($v_{84\%}$) zur mittleren Raumluftgeschwindigkeit ($v_{50\%}$) an der Messstelle. Eine laminare Strömung ist turbulenzfrei ($Tu \approx 0$), während eine stark turbulente Strömung einen Turbulenzgrad von 1 oder mehr aufweisen kann. |
| 1.1.3.8 | Zugluftrisiko <i>Risque de courant d'air</i> DR % | Vorausgesagter Prozentsatz von Menschen, die wegen Zugluft unzufrieden sind. Weitere Angaben finden sich in der Norm SIA 180. |
| 1.1.4 | Lüftung | |
| 1.1.4.1 | Natürliche Lüftung <i>Ventilation naturelle</i> | Luftaustausch, angetrieben von Wind- und/oder thermischen Kräften (Fensterlüftung, thermische Lüftung über einen Schacht sowie Infiltration und Exfiltration). |
| 1.1.4.2 | Fensterlüftung <i>Aération par les fenêtres</i> | Luftaustausch durch das manuelle oder automatische Öffnen von Fenstern. Bei der reinen Fensterlüftung erfolgt der Luftaustausch ausschliesslich über die Fenster. Die Fensterlüftung kann auch unterstützend zu einer mechanischen Anlage eingesetzt werden. |
| 1.1.4.3 | Stosslüftung <i>Aération sporadique</i> | Intensive Fensterlüftung, in der Regel von kurzer Dauer. |
| 1.1.4.4 | Mechanische Lüftung <i>Ventilation mécanique</i> | Luftaustausch, angetrieben von einem oder mehreren Ventilatoren. Die zur Anwendung kommenden Anlagentypen sind in 1.5 definiert. |
| 1.1.4.5 | Normallüftungsbetrieb <i>Régime normal de ventilation</i> | Betrieb einer Lüftungs- oder Klimaanlage gemäss Bemessung. Nicht dazu gehören der Intensivlüftungsbetrieb und der Grundlüftungsbetrieb. |
| 1.1.4.6 | Grundlüftungsbetrieb <i>Aération douce</i> | Reduzierter Lüftungsbetrieb bei Abwesenheit von Personen. |
| 1.1.4.7 | Intensivlüftungsbetrieb <i>Ventilation intensive</i> | Lüftungsbetrieb, welcher nur bei ausnahmsweise starker Belastung oder ausserhalb der eigentlichen Nutzungszeit (z.B. Nachtauskühlung) zur Anwendung kommt. |
| 1.1.4.8 | Luftvolumenstrom <i>Débit d'air</i> $q_{v,a}$ m^3/h | Volumen von Luft, das pro Zeiteinheit durch einen bestimmten Querschnitt strömt. |
| 1.1.4.9 | (Hygienisch notwendiger) Aussenluft-Volumenstrom pro Person <i>Débit hygiénique d'air neuf par personne</i> $q_{v,a,P}$ m^3/h | Aussenluft-Volumenstrom, der notwendig ist, um die von Personen erzeugten Emissionen (Wärme, Feuchte und Geruch) auf die zulässigen Werte zu reduzieren; pro anwesende Person. |

| | | |
|----------|--|--|
| 1.1.4.10 | Luftgeschwindigkeit in einer Anlage <i>Vitesse aéraulique</i> V_a m/s | Geschwindigkeit der Luft in einer Luftleitung oder einem Apparat. Die Luftgeschwindigkeit ist gleich dem Luftvolumenstrom geteilt durch die Nettofläche der Luftleitung bzw. des Apparats. |
| 1.1.4.11 | Druckverlust <i>Perte de charge</i> Δp Pa | Druckdifferenz infolge Reibung in einem geförderten Medienstrom. |
| 1.1.4.12 | Spezifische Ventilatorleistung <i>Puissance spécifique du ventilateur</i> P_{SFP} W pro m ³ /h, W pro m ³ /s, Wh/m ³ | Verhältnis von effektiver Aufnahmeleistung des Ventilatormotors zum gesamten geförderten Luftvolumenstrom. Dies entspricht der Energie für die Förderung von 1 m ³ Luft. Massgebend ist der Betriebszustand beim vereinbarten Auslegungs-Luftvolumenstrom (Normallüftungsbetrieb) mit sauberen Filtern und geschlossenen Bypassklappen. Kenngrösse zur kombinierten Beurteilung des Gesamtwirkungsgrades, der Druckverluste und der Einbau- und Betriebsbedingungen. |
| 1.1.4.13 | Spezifische elektrische Leistung Lüftung <i>Puissance spécifique de la ventilation</i> P_V W/m ² | Verhältnis des Leistungsbedarfs der Lüftung (Summe der Leistungsaufnahme von Zu- und Abluftanlage) zur damit versorgten Nettogeschossfläche. |
| 1.1.4.14 | Spezifischer Elektrizitätsbedarf Lüftung <i>Consommation spécifique d'électricité pour la ventilation</i> E_V kWh/m ² | Verhältnis des jährlichen Elektrizitätsbedarfs Lüftung (Summe von Zu- und Abluftanlage) zur damit versorgten Nettogeschossfläche. |
| 1.1.4.15 | Volllaststunden Lüftung <i>Heures de ventilation à pleine charge</i> t_V h | Energieäquivalente Volllaststunden der Lüftung. Die Multiplikation mit der elektrischen Leistung Lüftung ergibt den Elektrizitätsbedarf Lüftung. |
| 1.1.4.16 | Spezifische Geräteleistung <i>Puissance unitaire spécifique</i> P_{SPI} W pro m ³ /h, W pro m ³ /s, Wh/m ³ | Verhältnis der gesamten elektrischen Aufnahmeleistung eines Kompaktlüftungsgerätes (Ventilator und Regeleinrichtungen einschliesslich Steuerung und Wärmepumpe) zum mittleren Luftvolumenstrom von Zu- und Abluft; nicht erfasst werden das Enteisen sowie eine Vor- und Nachheizung. |
| 1.1.4.17 | Wirkungsgrad der Luftförderung <i>Rendement de la ventilation</i> η_V | Verhältnis der Luftförderleistung zur elektrischen Leistungsaufnahme des Ventilatormotors und der Regeleinrichtungen. |
| 1.1.4.18 | Infiltration (Anlage) <i>Infiltration (installation)</i> | Unkontrollierter Eintritt von Luft in die Anlage durch Undichtheiten im Leitungssystem oder im Luftbehandlungsgerät. |
| 1.1.4.19 | Exfiltration (Anlage) <i>Exfiltration (installation)</i> | Unkontrollierter Austritt von Luft aus der Anlage durch Undichtheiten im Leitungssystem oder im Luftbehandlungsgerät. |
| 1.1.4.20 | Erdreich-Wärmeübertrager <i>Puits canadien</i> | Einrichtung zur Erwärmung und/oder Kühlung der Aussenluft durch das Erdreich. |

| | | |
|--------------------|---|---|
| 1.1.4.21 | Technische Lebensdauer <i>Durée de vie technique</i> t_{tl} a | Zu erwartende Periode zwischen der Inbetriebnahme eines Bau- oder Anlagenteils und dessen Ersatz auf Grund abnehmender Gebrauchstauglichkeit oder zunehmender Kosten für die Instandhaltung und den Ersatz einzelner Bestandteile. |
| | | |
| 1.1.5 Wärme | | |
| 1.1.5.1 | Thermische Leistung <i>Puissance thermique</i> Φ W | Pro Zeiteinheit abgegebene, aufgenommene bzw. transportierte Wärmemenge. |
| 1.1.5.2 | Wärmeeinträge <i>Apports de chaleur</i> Q_g kWh | Wärme, die im Raum oder innerhalb der thermischen Gebäudehülle während eines Berechnungsschritts durch interne oder solare Wärmeeinträge abgegeben wird. |
| 1.1.5.3 | Abwärmenutzung (AWN) <i>Utilisation de la chaleur perdue (UCP)</i> | Nutzung der Abwärme eines Systems für ein anderes System. |
| 1.1.5.4 | Wärmerückgewinnung (WRG) <i>Récupération de chaleur (RC)</i> | Wärmeübertragung von einem Wärmestrom auf einen anderen Wärmestrom im selben System (z.B. von der Abluft auf die Zuluft mittels Wärmeübertrager). Eine Umluftbeimischung gilt nicht als Wärmerückgewinnung. |
| 1.1.5.5 | Temperatur-Änderungsgrad <i>Indice de récupération de chaleur de la ventilation</i> $\eta_{rec,\theta}$ | Verhältnis der Differenz der Temperatur der Aussenluft nach und vor der WRG zur Differenz der Temperatur der Abluft vor der WRG und der Aussenluft vor der WRG. Wird auch als Rückwärmzahl bezeichnet. Weitere Angaben finden sich in SWKI VA300-01. |
| 1.1.5.6 | Temperaturverhältnis <i>Rapport de température</i> | Temperaturdifferenz in einem Wohnungslüftungsgerät zwischen einströmender und ausströmender Luft des einen Luftstroms geteilt durch die Differenz der Temperaturen zwischen der einströmenden Luft der beiden Luftströme. Die Messpunkte sind in SN EN 13141-7 definiert. |
| 1.1.5.7 | Elektro-Thermo-Verstärkungsfaktor (ETV) <i>Facteur d'amplification électrothermique (AET)</i> $f_{el,th}$ | Verhältnis zwischen der nutzbaren thermischen Leistung und der dazu erforderlichen zusätzlichen elektrischen Leistung. |
| 1.1.5.8 | Jahresnutzungsgrad <i>Fraction utile annuelle</i> η | Verhältnis des tatsächlich erreichten Werts zum maximal möglichen Wert der interessierenden Grösse. Der Jahresnutzungsgrad von Wärmerückgewinnungsanlagen ist in SWKI VA300-01 definiert. |
| | | |
| 1.1.6 Kälte | | |
| 1.1.6.1 | Freecooling <i>Refroidissement naturel</i> | Kühlung durch Nutzung einer natürlichen Wärmesenke (z.B. kühle Aussenluft) ohne Kältemaschine. |
| 1.1.6.2 | Kälteerzeugerleistung <i>Puissance du refroidisseur</i> $\Phi_{C,gen}$ W | Von einer Kältemaschine der Kälteanlage entzogene Wärme. |

| | | |
|--------------------------|--|--|
| 1.1.6.3 | Kaltwassertemperatur <i>Température de l'eau de refroidissement</i> $\theta_{w,re}$ °C | Wassertemperatur an der betrachteten Stelle im Kaltwasserkreislauf der Kälteanlage. Wird nur eine Temperatur genannt, handelt es sich um die Vorlauftemperatur (tiefe Temperatur, z.B. 14 °C); zwei Temperaturen bezeichnen die Ein- und Austrittstemperaturen des Kaltwassers (z.B. 14/17 °C) bezogen auf den Kühler in der Klimaanlage. |
| 1.1.6.4 | Rückkühlmediumtemperatur <i>Température de l'eau de post-refroidissement</i> $\theta_{w,C}$ °C | Temperatur des Rückkühlmediums im Rückkühlzwischenkreislauf. Bei der Angabe von zwei Temperaturen (z.B. 30/36 °C) handelt es sich um die Temperaturen am Eintritt des Verflüssigers (gleich Austritt Rückkühler) und am Austritt des Verflüssigers (gleich Eintritt-Rückkühler). |
| 1.1.6.5 | Leistungszahl einer Kältemaschine (EER) <i>Coefficient d'efficacité frigorifique (EER)</i> | Verhältnis der von einer Kältemaschine abgegebenen Kälteleistung (Kälteerzeugerleistung) zur aufgenommenen elektrischen Antriebsleistung (inkl. Leistungsbedarf für Steuerung und anteilige Leistungsaufnahme der Fördereinrichtungen (Pumpen und Ventilatoren) zur Überwindung der Druckverluste innerhalb der Kältemaschine). Ergänzende Definitionen finden sich in Anhang C. |
| 1.1.7 Feuchte | | |
| 1.1.7.1 | Massebezogene Luftfeuchte <i>Humidité spécifique de l'air</i> x g/kg | Verhältnis zwischen den Massenanteilen Wasserdampf und trockene Luft bei konstanter Temperatur. Wird auch als Mischungsverhältnis bezeichnet. |
| 1.1.7.2 | Feuchtequellen <i>Sources internes d'humidité</i> g_i g/(h·m ²) | Feuchte, welche durch die Raumnutzung (Personen und andere Feuchtequellen wie Pflanzen, Kochen, Duschen, Aquarien und Betriebseinrichtungen) pro Zeiteinheit abgegeben wird; bezogen auf die Nettogeschossfläche. |
| 1.1.7.3 | Befeuchterleistung <i>Puissance d'humidification</i> Q_{hu} kg/h | Vom Befeuchtungsgerät abgegebene Feuchtemenge. Entspricht dem Massenstrom der Pumpe am Befeuchtungsgerät. |
| 1.1.7.4 | Feuchteübertragung <i>Récupération d'humidité</i> | Übertragung von Feuchte aus der Abluft in die Zuluft mittels Feuchterückgewinnung, z.B. durch Rotor mit Sorption. |
| 1.1.7.5 | Feuchtegehalt-Änderungsgrad <i>Indice de récupération d'humidité de la ventilation</i> $\eta_{rec,x}$ | Verhältnis der Differenz des Feuchtegehalts der Aussenluft nach und vor der WRG zur Differenz des Feuchtegehalts der Abluft vor der WRG und der Aussenluft vor der WRG. Wird auch als Rückfeuchtezahl bezeichnet. Weitere Angaben finden sich in SWKI VA300-01. |
| 1.1.7.6 | Relative Luftfeuchte <i>Humidité relative de l'air</i> φ % | Verhältnis des effektiven Wasserdampfdrucks zum Sättigungsdampfdruck bei gleicher Temperatur. |
| 1.1.8 Schadstoffe | | |
| 1.1.8.1 | Schadstoffemissionsrate <i>Taux d'émission de polluants</i> G g/h, mg/h, cm ³ /h | Menge des pro Zeiteinheit in einem gegebenen Raum emittierten Schadstoffs. |

| | | |
|---------------------|--|---|
| 1.1.8.2 | Schadstoffkonzentration <i>Concentration de polluants</i> C_{RAL}, C_{ZUL} g/m ³ , mg/m ³ , ppm | Verhältnis der Schadstoffmenge zur gesamten Luftmenge. |
| | | |
| 1.1.9 Schall | | |
| 1.1.9.1 | Beurteilungspegel nach LSV <i>Niveau d'évaluation selon OPB</i> L_r dB(A) | Mass für die Beurteilung der Aussenlärmimmission nach Massgabe der Lärmschutz-Verordnung des Bundes (LSV). Die hier verwendete A-Bewertungskurve ist nach EN 61672-1 genormt. Sie berücksichtigt näherungsweise die unterschiedliche Empfindlichkeit des menschlichen Ohres für Töne verschiedener Frequenzen und Intensitäten. |
| 1.1.9.2 | Beurteilungspegel für Geräusche haustechnischer Anlagen <i>Niveau d'évaluation du bruit des installations du bâtiment</i> $L_{r,H}$ dB(A) | Mass zur Beurteilung der Geräusche haustechnischer Anlagen und fester Einrichtungen im Gebäude. Die Ermittlung erfolgt nach SIA 181, Anhang B. |
| 1.1.9.3 | Energieäquivalenter Dauerschallpegel <i>Niveau acoustique continu équivalent</i> L_{eq} dB(A) | Über die Beobachtungszeit konstanter Pegelwert, der die gleiche Energie zum Empfänger bringt wie ein in der gleichen Zeitspanne schwankender Schallpegel. |
| 1.1.9.4 | Einzelgeräusch <i>Bruit de courte durée</i> | Geräusch mit einer Dauer von maximal 3 Minuten und einer geringen Häufigkeit des Auftretens im Verlauf einer Tag- bzw. Nachtphase. |
| 1.1.9.5 | Dauergeräusch <i>Bruit continu</i> | Geräusch mit einer Dauer von mehr als 3 Minuten oder einer grossen Häufigkeit des Auftretens im Verlauf einer Tag- bzw. Nachtphase. |

1.2 Symbole und Einheiten

| Symbol | Begriff | Einheit |
|-------------|---|--|
| A | Fläche | m ² |
| A_{NGF} | Nettogeschossfläche | m ² |
| DR | Zugluftrisiko | –, % |
| E | Energieverbrauch (gemessen) / Energiebedarf (berechnet) | Wh |
| E_V | jährlicher spezifischer Elektrizitätsbedarf Lüftung | kWh/m ² |
| P | Leistung | W |
| P_{SFP} | spezifische Ventilatorleistung | W pro m ³ /s, W pro m ³ /h |
| P_{SPI} | spezifische Geräteleistung | W pro m ³ /s, W pro m ³ /h |
| P_V | spezifische elektrische Leistung Lüftung | W/m ² |
| Tu | Turbulenzgrad | –, % |
| | | |
| c | Konzentration | mg/m ³ , ppm |
| c_p | spezifische Wärmekapazität bei konstantem Druck | Ws/(kg·K) |
| $f_{el,th}$ | Elektro-Thermo-Verstärkungsfaktor | – |
| g | Gesamtenergiedurchlassgrad | –, % |
| p | Druck | Pa, hPa, mbar |
| $q_{v,a}$ | Volumenstrom | m ³ /s, l/s, m ³ /h |

| Symbol | Begriff | Einheit |
|------------------|-------------------------------------|-------------------|
| t | Zeit | s, h |
| t_v | Volllaststunden Lüftung | h |
| v | Luftgeschwindigkeit | m/s |
| x | absolute Luftfeuchte (massebezogen) | g/kg |
| Δp | Druckdifferenz | Pa |
| η (Eta) | Wirkungsgrad | –, % |
| η_v | Gesamtwirkungsgrad der Lüftung | –, % |
| θ (Theta) | Temperatur | °C |
| ρ (Rho) | Dichte | kg/m ³ |
| Φ (Phi) | Heiz- oder Kühllast | W |
| φ (Phi) | relative Luftfeuchte | % |

1.3 Indizes (Luftarten siehe Tabelle 3)

| Index | deutsch | englisch | französisch |
|-------|--------------------------------|------------------------------|-------------------------------------|
| FP | Ventilatorleistung | fan power | puissance du ventilateur |
| L | Beleuchtung | lighting | éclairage |
| NGF | Nettogeschossfläche | floor net area | surface nette de plancher |
| P | Person | person | personne |
| PL | Teillast | part load | charge partielle |
| R | Raum | room | local |
| SFP | spezifische Ventilatorleistung | specific fan power | puissance spécifique du ventilateur |
| SPI | spezifische Geräteleistung | specific power input | puissance unitaire d'entrée |
| V | Lüftung | ventilation | ventilation |
| a | Luft | air | air |
| b | Barometer | barometer | baromètre |
| cw | Kaltwasser | cooling-water | eau froide |
| e | aussen, extern | external | à l'extérieur |
| em | Emission, Ausstoss | emission | émission |
| f | Fensterrahmen | frame | cadre de fenêtre |
| g | Glas | glass | verre |
| i | innen, intern | internal | à l'intérieur |
| m | Masse | mass | masse |
| max | Maximum, maximal | maximum | maximum |
| min | Minimum, minimal | minimum | minimum |
| p | bei konstantem Druck | at constant pressure | à pression constante |
| r | Strahlung | radiant, radiation | rayonnement |
| s | Solar | solar | solaire |
| v | Dampf | vapor | vapeur |
| v | Volumen | volume | volume |
| w | Wasser | water | eau |
| w | Fenster | window | fenêtre |
| 50 | bei 50 Pa Druckdifferenz | at 50 Pa pressure difference | à pression différentielle de 50 Pa |
| 50% | 50%-Zeitwert | 50% time value | valeur de temps 50% |

1.4 **Abkürzungen** (Luftarten siehe Tabelle 3)

| | |
|-----------------|---|
| AWN | Abwärmenutzung |
| CO ₂ | Kohlendioxid |
| DRY | Design Reference Year (Klimadaten) |
| EER | Energy Efficiency Ratio |
| ESEER | European Seasonal Energy Efficiency Ratio |
| ETV | Elektro-Thermo-Verstärkungsfaktor |
| NO ₂ | Stickstoffdioxid |
| O ₃ | Ozon |
| PC | Druckbedingung im Raum (pressure condition) |
| PM10 | Schwebstaub (particulate matter), feindisperse Schwebestoffe mit einem aerodynamischen Durchmesser bis zu 10 µm |
| SFP | Spezifische Ventilatorleistung (specific fan power) |
| SPI | Spezifische Geräteleistung (specific power input) |
| WRG | Wärmerückgewinnung |

1.5 **Anlagentypen**

- 1.5.1 Der Anlagentyp von Lüftungs- und Klimaanlage wird wie folgt charakterisiert:
- Grundsätzlicher Anlagentyp nach 1.5.2
 - Nur-Luft- oder kombiniertes System nach 1.5.7
 - Kontrolle der Raumluftqualität nach 1.5.9
- 1.5.2 Die Bezeichnung des grundsätzlichen Anlagentyps ist in Tabelle 1 angegeben. Bei Lüftungs- und Klimaanlage ist sie abhängig von der Möglichkeit zur Kontrolle der Temperatur und des Feuchtegehalts der Raumluft.
- 1.5.3 Die in Tabelle 1 genannten Funktionen sind auch bei Umluftanlagen möglich. Zur Charakterisierung von Umluftanlagen sind deren Luftbehandlungsfunktionen anzugeben, z.B. Umluftanlage mit Filterung und Kühlen.
- 1.5.4 In Koordinationsplänen ist gemäss SIA 410/1 die Farbe blau auch zu verwenden zur allgemeinen Kennzeichnung von Installationen von Lüftungs- und Klimaanlage.
- 1.5.5 Zu einfachen Zuluftanlagen, Zuluftanlagen mit Lufterwärmung sowie Lüftungs- und Klimaanlage mit Zuluftüberschuss (Überdruck) gehört ein Konzept für die abströmende Luft mit dem entsprechenden Bezug zu kontrollierten Öffnungen und zur Luftdurchlässigkeit von Innenwänden, Türen und Gebäudehüllen.
- 1.5.6 Zu einfachen Abluftanlagen, Abluftanlagen mit Abwärmenutzung sowie Lüftungs- und Klimaanlage mit Abluftüberschuss (Unterdruck) gehört ein Konzept für die nachströmende Luft mit Berücksichtigung von kontrollierten Öffnungen und der Luftdurchlässigkeit von Innenwänden, Türen und Gebäudehüllen.
- 1.5.7 Bei Lüftungs- und Klimaanlage kann die Kontrolle der Funktionen gemäss Tabelle 1 durch die Lüftungs- und Klimaanlage allein (Nur-Luft-System) oder in Kombination mit anderen Systemen wie Kühldecken oder Heizkörpern (kombiniertes System) erfolgen.
- 1.5.8 Lüftungsanlagen mit Lufterwärmung und Lüftungsanlagen mit Lufterwärmung und -befeuchtung werden auch als Luftheizungen bezeichnet (mit und ohne Luftbefeuchtung), wenn sie als Nur-Luft-Systeme ausgeführt werden.
- 1.5.9 Bei der Kontrolle der Raumluftqualität durch die Steuerung und Regelung der Anlage werden die Möglichkeiten nach Tabelle 2 unterschieden.

Tabelle 1 Anlagentypen von Lüftungs- und Klimaanlage nach Funktionen

| Anlagentyp | | Zuluftförderung | Abluftförderung | WRG / AWN | Filterung der Zuluft | Heizen | Kühlen | Befeuchten | Entfeuchten | Farbcode der Zuluft |
|----------------|---|-----------------|-----------------|-----------|----------------------|--------|--------|------------|-------------|---------------------|
| | Einfache Zuluftanlage | x | - | - | x | - | - | - | - | grün |
| | Zuluftanlage mit Lufterwärmung | x | - | - | x | x | - | - | - | rot |
| | Einfache Abluftanlage | - | x | - | - | - | - | - | - | - |
| | Abluftanlage mit Abwärmenutzung | - | x | x | - | - | - | - | - | - |
| Lüftungsanlage | Einfache Lüftungsanlage | x | x | x | x | - | - | - | - | grün * |
| | Lüftungsanlage mit Lufterwärmung | x | x | x | x | x | - | - | - | rot |
| | Lüftungsanlage mit Lufterwärmung und -befeuchtung | x | x | x | x | x | - | x | - | blau |
| Klimaanlage | Einfache Klimaanlage | x | x | x | x | x | x | - | (x) | blau |
| | Klimaanlage mit Luftbefeuchtung | x | x | x | x | x | x | x | (x) | blau |
| | Klimaanlage mit Luftbefeuchtung und -entfeuchtung | x | x | x | x | x | x | x | x | violett |

* wenn mit der WRG die Zulufttemperatur auf über 17°C gehalten werden kann, kann der Farbcode rot verwendet werden

- nicht beeinflusst durch das System bzw. nicht möglich oder nicht vorhanden

x durch das System kontrolliert und Einhaltung entsprechender Garantiewerte im Raum

(x) durch das System beeinflusst, aber ohne Garantiewerte im Raum

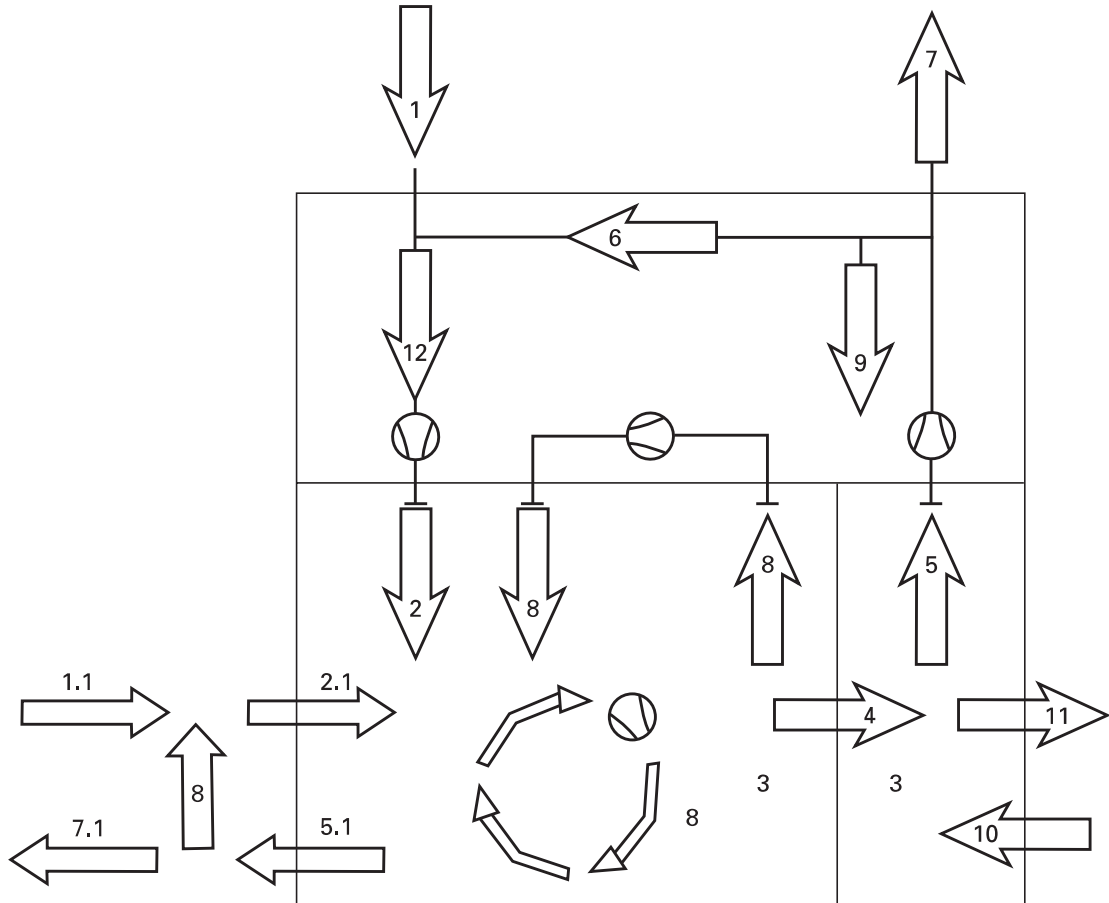
Tabelle 2 Arten der Steuerung und Regelung im Hinblick auf die Raumluftqualität (RAL-C)

| Art der Steuerung und Regelung | Beschreibung | Code |
|---|---|--------|
| Keine Steuerung oder Regelung | Die Anlage läuft konstant. | RAL-C1 |
| Manuelle Steuerung | Die Anlage wird manuell geschaltet (Handschalter EIN-AUS oder Stufenschalter). | RAL-C2 |
| Zeitabhängige Steuerung | Die Anlage wird nach einem vorgegebenen Zeitplan betrieben. | RAL-C3 |
| Bedarfsabhängige Steuerung (Personenbelegung ja/nein) | Die Anlage wird abhängig von der Anwesenheit von Personen im versorgten Bereich betrieben (Lichtschalter, Infrarotsensoren usw.). | RAL-C4 |
| Bedarfsabhängige Regelung (Anzahl der Personen) | Die Anlage wird abhängig von der Anzahl der im Raum anwesenden Personen betrieben. | RAL-C5 |
| Bedarfsabhängige Regelung (Gassensoren) | Die Anlage wird durch Sensoren geregelt, die die Raumluftparameter oder angepasste Kriterien messen (z.B. CO ₂ , Mischgas oder flüchtige organische Verbindungen VOC). Die angewendeten Parameter müssen an die Art der im Raum ausgeübten Tätigkeit angepasst sein. | RAL-C6 |

1.6 Luftarten

1.6.1 Die Luftarten in Gebäuden und in Lüftungs- und Klimaanlage sind in Tabelle 3 definiert und in Figur 1 dargestellt.

Figur 1 Illustration der Luftarten unter Verwendung der Nummern von Tabelle 3



1.6.2 Die Abgrenzung zwischen Aussenluft (1) oder Mischluft (12) zu Zuluft (2) erfolgt beim Zuluftventilator, die Abgrenzung zwischen Abluft und Fortluft beim Abluftventilator.

1.6.3 Die Abkürzungen und Farbcodes der Luftarten gemäss Tabelle 3 sind zu verwenden in Plänen und Schemazeichnungen.

1.6.4 Die Abkürzungen der Luftarten gemäss Tabelle 3 sind auch zu verwenden zur Markierung der Anlagenteile am Bau.

Tabelle 3 Definition der Luftarten

| Nummer (Figur 1) | Luftart | Abkürzung | Farbcode | Definition |
|------------------|---|-------------------|---------------------------------------|---|
| 1 | Aussenluft air neuf outdoor air | AUL ANF ODA | grün | Unbehandelte Luft, die von aussen in die Anlage oder in eine Öffnung einströmt |
| 2 | Zuluft air fourni supply air | ZUL FOU SUP | siehe Tabelle 1 | Luftstrom, der in den behandelten Raum eintritt oder Luft, die in die Anlage eintritt, nachdem sie behandelt wurde |
| 3 | Raumluft air intérieur indoor air | RAL INT IDA | grau | Luft im behandelten Raum oder Bereich |
| 4 | Überströmluft air transféré transferred air | ÜSL TRA TRA | grau | Raumluft, die vom behandelten Raum in einen anderen behandelten Raum strömt |
| 5 | Abluft air repris extract air | ABL REP ETA | gelb | Luftstrom, der den behandelten Raum verlässt |
| 6 | Umluft air recirculé recirculation air | UML REC RCA | orange | Abluft, die der Luftbehandlungsanlage wieder zugeführt wird und als Zuluft wieder verwertet wird |
| 7 | Fortluft air rejeté exhaust air | FOL RJT EHA | braun | Luftstrom, der ins Freie strömt |
| 8 | Sekundärluft air brassé secondary air | SEK BRA SEC | orange | Luftstrom, der einem Raum entnommen und nach Behandlung dem selben Raum wieder zugeführt wird |
| 9 | Leckluft fuites leakage | LEC FUI LEA | grau | Unbeabsichtigter Luftstrom durch undichte Stellen der Anlage. Überdruck im System verursacht ein Ausströmen von Luft aus dem System, Unterdruck ein Einströmen in das System. |
| 10 | Infiltration infiltration infiltration | INF INF INF | grün | Luft eintritt in das Gebäude über Undichtheiten in der Gebäudehülle |
| 11 | Exfiltration exfiltration exfiltration | EXF EXF EXF | grau | Luft austritt aus dem Gebäude über Undichtheiten in der Gebäudehülle |
| 12 | Mischluft air mélangé mixed air | MIL MEL MIA | Luftströme mit separaten Farben | Luft, die zwei oder mehr Luftströme enthält |
| 1.1 | Aussenluft Einzelraum | | Grün | Unbehandelte Luft, die von aussen in das Einzelraum-Luftbehandlungsgerät oder durch eine Öffnung in einen Einzelraum einströmt |
| 2.1 | Zuluft Einzelraum | | Blau | Luftstrom, der in den behandelten Raum eintritt |
| 5.1 | Abluft Einzelraum | | Gelb | Luftstrom, der den behandelten Raum verlässt und in ein Einzelraum-Luftbehandlungsgerät einströmt |
| 7.1 | Fortluft Einzelraum | | Braun | Luftstrom, der aus einem Einzelraum-Luftbehandlungsgerät ins Freie strömt |

1.7 Klassierung der Luftarten

1.7.1 Aussenluft (AUL)

1.7.1.1 Die Aussenluft wird nach Tabelle 4 klassiert.

Tabelle 4 Klassierung der Aussenluft (AUL)

| Kategorie | Beschreibung |
|-----------|--|
| AUL 1 | Saubere Luft, welche nur zeitweise staubbelastet ist (z.B. Pollen) |
| AUL 2 | Luft mit hohen Konzentrationen an Staub oder Feinstaub und/oder an gasförmigen Luftverunreinigungen |
| AUL 3 | Luft mit sehr hohen Konzentrationen an Staub oder Feinstaub und/oder an gasförmigen Luftverunreinigungen |

1.7.1.2 Für die Klassierung nach 1.7.1.1 ist der kritischste Stoff in der Aussenluft (exklusive Ozon O₃) massgebend. Die Aussenluft wird als sauber bezeichnet, wenn alle Immissionsgrenzwerte der LRV, mit Ausnahme desjenigen für Ozon O₃, eingehalten sind (AUL 1). Eine Konzentration wird als hoch bezeichnet, wenn sie den entsprechenden Immissionsgrenzwert der LRV um bis zu 50% überschreitet (AUL 2). Bei einer sehr hohen Konzentration beträgt die Überschreitung mehr als 50% (AUL 3).

1.7.1.3 In Gebieten mit Grenzwertüberschreitungen sind in der Schweiz vor allem die Konzentration an Stickstoffdioxid NO₂ und Schwebestaub PM₁₀ zu beachten. Auf der Basis des USG sind für diese Stoffe in der LRV die Grenzwerte gemäss Tabelle 5 festgelegt. Die Konzentrationen an Schwefeldioxid SO₂ und Kohlenmonoxid CO sind heute in der Regel nicht mehr kritisch. Die Konzentration an Ozon O₃ in der Aussenluft ist für die Bemessung von Lüftungs- und Klimaanlage nicht relevant, weil von O₃ gebildete Sekundärprodukte ausgefiltert werden und sich O₃ im Raum rasch abbaut.

Tabelle 5 Massgebende Immissionsgrenzwerte gemäss LRV

| Schadstoff | Immissionsgrenzwert | Statistische Definition |
|-------------------------------------|-----------------------|--|
| Stickstoffdioxid NO ₂ | 30 µg/m ³ | Jahresmittelwert (arithmetischer Mittelwert) |
| | 100 µg/m ³ | 95% der ½-h-Mittelwerte eines Jahres ≤ 100 µg/m ³ |
| | 80 µg/m ³ | 24-h-Mittelwert; darf höchstens einmal pro Jahr überschritten werden |
| Schwebestaub PM ₁₀ | 20 µg/m ³ | Jahresmittelwert (arithmetischer Mittelwert) |
| | 50 µg/m ³ | 24-h-Mittelwert; darf höchstens einmal pro Jahr überschritten werden |

1.7.1.4 Angaben über die Luftbelastung ergeben sich aus den Messungen des Nationalen Beobachtungsnetzes für Luftfremdstoffe (NABEL) sowie aus Messungen der kantonalen und kommunalen Umweltfachstellen. Typische Werte der Luftbelastung in der Schweiz sind in Tabelle 6 angegeben.

Tabelle 6 Typische Werte der Luftbelastung in der Schweiz 2009 (Quelle: NABEL 2010)

| Standorttyp | Messstation | NO ₂ µg/m ³ Jahresmittelwert | PM10 µg/m ³ Jahresmittelwert |
|--------------------------------|---------------------|--|---|
| Städtisch, verkehrsbelastet | Bern-Bollwerk | 47 | 28 |
| | Lausanne-César-Roux | 39 | 22 |
| Städtisch | Lugano-Universität | 32 | 22 |
| | Zürich-Kaserne | 33 | 20 |
| Vorstädtisch | Basel-Binningen | 23 | 18 |
| | Dübendorf-Empa | 28 | 19 |
| Ländlich, Autobahn | Härkingen-A1 | 41 | 21 |
| | Sion-Aéroport-A9 | 36 | 21 |
| Ländlich, unterhalb 1000 m | Magadino-Cadenazzo | 21 | 21 |
| | Payerne | 15 | 18 |
| | Tänikon | 15 | 17 |
| | Lägeren | 12 | – |
| Ländlich oberhalb 1000 m | Chaumont | 6 | 9 |
| | Rigi-Seebodenalp | 7 | 10 |
| | Davos-Seehornwald | 4 | – |
| Hochgebirge | Jungfrauoch | < 1 | 3 |
| Grenzwert LRV | | 30 | 20 |

In Stadtzentren, Agglomerationen und in der Nähe von stark befahrenen Autobahnen und Hauptstrassen sind heute die Immissionsgrenzwerte der Leitsubstanzen NO₂ und PM10 im Allgemeinen überschritten.

1.7.2 Zuluft (ZUL)

1.7.2.1 Die Zuluft wird nach Tabelle 7 klassiert.

Tabelle 7 Klassierung der Zuluft (ZUL)

| Kategorie | Beschreibung |
|-----------|--|
| ZUL 1 | Die Zuluft enthält mindestens 97% Aussenluft |
| ZUL 2 | Die Zuluft enthält Aussenluft und einen Umluftanteil von über 3% |

1.7.2.2 Die Umluftbeimischung kann absichtlich erfolgen oder unabsichtlich über Undichtheiten. Letztere sind insbesondere bei rotierenden Wärmeübertragern durch eine dichte Ausführung und durch die Wahl geeigneter Druckverhältnisse möglichst zu vermeiden.

1.7.3 Raumluf (RAL)

Die Luftqualität der Raumluf wird nach Tabelle 8 klassiert.

Tabelle 8 Klassierung der Raumluftqualität (RAL)

| Kateg. | Beschreibung | Beispiele |
|--------|--|---|
| RAL 1 | Raumluft mit hoher Luftqualität | |
| | Luft in Räumen mit besonderen Anforderungen an den Gehalt von Fremd- und Geruchsstoffen in der Raumluft | Labor- und Produktionsräume für empfindliche Arbeiten bzw. Güter |
| RAL 2 | Raumluft mit mittlerer Luftqualität | |
| | Luft in Räumen, die dem Aufenthalt von Personen dienen und bei denen erhöhte Ansprüche gestellt werden; CO ₂ -Pegel < 1000 ppm*, Lüftrate > 30 m ³ /h·Person | Räume mit speziellen Ansprüchen an Gerüche, insbesondere für neu eintretende Personen |
| RAL 3 | Raumluft mit mässiger Luftqualität | |
| | Luft in Räumen, die dem Aufenthalt von Personen dienen; CO ₂ -Pegel 1000 bis 1400 ppm*, Lüftrate 18 bis 30 m ³ /h·Person | Typische Wohn- und Büroräume |
| RAL 4 | Raumluft mit niedriger Luftqualität | |
| | Luft in Räumen, in denen sich nur selten oder keine Personen aufhalten, sowie Luft in Räumen, in denen geraucht wird | Lagerräume, Korridore; alle Räume, in denen geraucht wird |

* Die angegebenen CO₂-Pegel gelten für einen CO₂-Gehalt der Aussenluft von 400 ppm und eine CO₂-Emission pro Person von 18 l/h.

1.7.4 Abluft (ABL) und Fortluft (FOL)

1.7.4.1 Die Abluft wird nach Tabelle 9 klassiert. Stammt die Abluft von verschiedenen Quellen, bestimmt der Teilstrom jener Kategorie mit der höchsten Verunreinigung (höchste Nummer) die Kategorie des Gesamtstroms.

Tabelle 9 Klassierung der Abluft (ABL)

| Kateg. | Beschreibung | Beispiele |
|--------|--|---|
| ABL 1 | Abluft mit geringer Verunreinigung | |
| | Luft aus Räumen, in denen die Verunreinigungen hauptsächlich vom menschlichen Stoffwechsel und/oder von Emissionen aus Baumaterialien und Inneneinrichtungen stammen; Räume, in denen geraucht werden darf, gehören nie in diese Kategorie | Büros inklusive dazugehörige kleine Lagerräume, öffentliche Räume, Schulräume, Treppenhäuser, Korridore, Sitzungsräume, gewerbliche Räume ohne zusätzliche Verunreinigungsquellen; Wohnungen, in denen nicht geraucht wird, ohne direkte Abluft von Kochstellen |
| ABL 2 | Abluft mit mässiger Verunreinigung | |
| | Luft aus Aufenthaltsräumen mit den gleichen Verunreinigungsquellen wie ABL 1, aber mit erhöhten Emissionen; alle Räume von ABL 1, wenn darin geraucht werden darf | Öffentliche Essräume, Teeküchen, gewisse Läden, Lager von Bürogebäuden, Hotelzimmer, Umkleieräume |
| ABL 3 | Abluft mit grosser Verunreinigung | |
| | Luft aus Räumen, in welchen die Luftqualität durch Feuchteemissionen, Prozesse, Chemikalien usw. massgeblich verschlechtert wird | Toiletten, Bad, Küchen, gewisse Labors, Kopieranstalten, spezielle Raucherräume |
| ABL 4 | Abluft mit sehr grosser Verunreinigung | |
| | Luft, welche belästigende Gerüche und gesundheitsschädigende Verunreinigungen enthält in Konzentrationen, welche höher sind, als diese in Aufenthaltsräumen von Personen zulässig sind | Ablufthauben von professionellen Küchen und Industrieprozessen, Garagen, Strassentunnel, Abfallsammelstellen, stark genutzte Raucherräume, gewisse Labors |

- 1.7.4.2 Für die Fortluft gilt die gleiche Klassierung wie für die Abluft (FOL 1 bis FOL 4). Mit einer Reinigung kann im Allgemeinen die Qualität der Fortluft nur um eine Stufe reduziert werden, wobei die Kategorie FOL 1 nicht durch eine Reinigung erreicht werden kann. Für eine effizientere Reinigung ist ein detaillierter Nachweis erforderlich.

1.8 Klassierung der spezifischen Ventilatorleistung

- 1.8.1 Die spezifische Ventilatorleistung ist nach Tabelle 10 klassiert. Die Klassierung gilt für jeden Ventilator separat. Basis ist die Definition nach SN EN 13779.

Tabelle 10 Klassierung der spezifischen Ventilatorleistung

| Kategorie | P_{SFP} W pro m ³ /s | P_{SFP} W pro m ³ /h |
|-----------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| SFP 1+ * | ≤ 300 | ≤ 0,083 |
| SFP 1 | > 300 bis 500 | > 0,083 bis 0,14 |
| SFP 2 | > 500 bis 750 | > 0,14 bis 0,21 |
| SFP 3 | > 750 bis 1250 | > 0,21 bis 0,35 |
| SFP 4 | > 1250 bis 2000 | > 0,35 bis 0,56 |
| SFP 5 ** | > 2000 bis 3000 | > 0,56 bis 0,83 |
| SFP 6 ** | > 3000 bis 4500 | > 0,83 bis 1,25 |
| SFP 7 ** | > 4500 | > 1,25 |

* Die Kategorie SFP 1+ ist eine Definition dieser Norm.

** Die Kategorien SFP 5, SFP 6 und SFP 7 nach SN EN 13779 werden in dieser Norm nicht verwendet.

- 1.8.2 Im Teillastbetrieb ist nicht nur der Volumenstrom und die Druckdifferenz kleiner, sondern auch der Wirkungsgrad. Mit der Annahme, dass der Wirkungsgrad mit der Wurzel des Luftvolumenstromverhältnisses abnimmt, gelten für eine Volumenstromänderung über die Ventilator Drehzahl (nicht aber wegen einer Drosselung) die folgenden Zusammenhänge:

$$\frac{P_{PL}}{P} = \left(\frac{q_{v,PL}}{q_v} \right)^{2,5} \quad (1)$$

$$\frac{P_{SFP,PL}}{P_{SFP}} = \left(\frac{q_{v,PL}}{q_v} \right)^{1,5} \quad (2)$$

1.9 Klassierung der spezifischen Geräteleistung

Die spezifische Geräteleistung ist nach Tabelle 11 klassiert.

Tabelle 11 Klassierung der spezifischen Geräteleistung nach SN EN 13142

| Kategorie | P_{SPI} W pro m ³ /s | P_{SPI} W pro m ³ /h |
|-----------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| SPI 1 | ≤ 900 | ≤ 0,25 |
| SPI 2 | > 900 bis 1260 | > 0,25 bis 0,35 |
| SPI 3 | > 1260 bis 1620 | > 0,35 bis 0,45 |
| SPI 4 | > 1620 bis 1980 | > 0,45 bis 0,55 |
| SPI 5 | > 1980 bis 2340 | > 0,55 bis 0,65 |
| SPI 6 | > 2340 bis 2700 | > 0,65 bis 0,75 |
| nicht klassiert | > 2700 | > 0,75 |

1.10 Klassierung der Druckbedingungen im Raum

- 1.10.1 Zur Kontrolle der Strömungsrichtung und der Ausbreitung von Emissionen zwischen verschiedenen Bereichen im Gebäude und/oder zwischen dem Gebäude und dem Freien werden die Zuluft- und Abluftvolumenströme so festgelegt, dass die gewünschten Druckbedingungen resultieren.
- 1.10.2 Die Druckbedingungen werden nach Tabelle 12 klassiert. Die Bezugsgrösse ist der ungestörte Aussendruck.
- 1.10.3 Die in Tabelle 12 angegebenen Verhältnisse von Abluft- zu Zuluftvolumenströmen sind Richtwerte nach SN EN 13779: 2007, Tabelle 8, welche im Einzelfall unter Berücksichtigung der vorhandenen Undichtheiten zu überprüfen sind.

Tabelle 12 Klassierung der Druckbedingungen im Raum

| Kategorie | Druckbedingungen (kein Wind und keine Kaminwirkung) | Typische Verhältnisse von Abluft- zu Zuluftvolumenströmen |
|-----------|--|--|
| PC 1 | Unterdruck (< -6 Pa) | $\geq 1,15$ |
| PC 2 | leichter Unterdruck (-6 bis -2 Pa) | 1,05 bis < 1,15 |
| PC 3 | ausgeglichen (-2 bis +2 Pa) | 0,95 bis < 1,05 |
| PC 4 | leichter Überdruck (+2 bis +6 Pa) | 0,85 bis < 0,95 |
| PC 5 | Überdruck (> +6 Pa) | < 0,85 |

- 1.10.4 Die Wahl der Druckbedingungen hängt von der Anwendung ab. In gewissen Fällen sind mehrere Druckniveaus erforderlich, um die Verhältnisse zwischen allen Bereichen im Gebäude zu regeln.

2 ANFORDERUNGEN

2.1 Bauliche Anforderungen

2.1.1 Allgemeines

- 2.1.1.1 Die Anforderungen an den Wärme- und Feuchteschutz nach SIA 180 sowie die Grenzwerte für die Anforderungen an die thermische Gebäudehülle nach SIA 380/1 müssen eingehalten werden.
- 2.1.1.2 Die vorliegende Norm definiert zusätzliche bauliche Anforderungen für Gebäude mit Lüftungs- und Klimaanlage. Diese sind auch einzuhalten, wenn nach den Kriterien dieser Norm eine Belüftung oder Klimatisierung zwar erwünscht oder notwendig ist, aber nicht ausgeführt wird.
- 2.1.1.3 Bei Umbauten an Gebäuden ist die Einhaltung der zusätzlichen baulichen Anforderungen anzustreben, soweit der damit verbundene Aufwand verhältnismässig ist.

2.1.2 Luftdichtheit der Gebäudehülle

- 2.1.2.1 Die Anforderungen an die Luftdichtheit der Gebäudehülle sind in SIA 180, Ziffer 3.6, festgelegt.
- 2.1.2.2 Wenn eine Lüftungs- oder Klimaanlage notwendig oder erwünscht ist, gilt der Grenzwert für mechanische Lüftung, auch wenn diese nicht ausgeführt wird.

2.1.3 Wärmeschutz im Sommer

- 2.1.3.1 Für den Wärmeschutz im Sommer gelten die Anforderungen in SIA 180, Kapitel 5.
- 2.1.3.2 Bei Räumen, für welche nach den Kriterien dieser Norm eine Kühlung notwendig oder erwünscht ist und bei allen Räumen, welche tatsächlich gekühlt werden, müssen die nachfolgenden zusätzlichen Anforderungen an die Steuerung des Sonnenschutzes eingehalten werden.
- 2.1.3.3 Der Sonnenschutz von Fassadenfenstern muss mindestens fassadenweise gesteuert werden. Wo innerhalb einer Fassadenfläche unterschiedliche Bestrahlungsverhältnisse bestehen, ist eine feinere Unterteilung nötig.
- 2.1.3.4 Die Steuerung des Sonnenschutzes muss anhand der gemessenen Bestrahlungsstärke oder eines gleichwertigen Kriteriums automatisch erfolgen. Während der Heizperiode kann eine ergänzende Berücksichtigung der Raumlufttemperatur zweckmässig sein.
- 2.1.3.5 Der Sonnenschutz von Oberlichtern muss separat gesteuert werden.

2.1.4 Feuchteschutz

- 2.1.4.1 Bei Räumen mit aktiver Befeuchtung und bei Räumen mit wesentlichen Feuchteinträgen muss der rechnerische Nachweis für die Oberflächenkondensatfreiheit und für die Schimmelpilzfreiheit nach SIA 180, Kapitel 6, erbracht werden.
- 2.1.4.2 Besondere Aufmerksamkeit bezüglich Feuchteschutz der Gebäudehülle erfordern Räume mit Überdruck (Zuluftüberschuss) bzw. mit reinen Zuluftanlagen.

2.2 Behaglichkeit

2.2.1 Allgemeines

- 2.2.1.1 Die Grundlagen der thermischen Behaglichkeit und der Raumluftqualität sind in SIA 180 festgehalten. Die akustischen Grundlagen finden sich in SIA 181.

2.2.1.2 Mit Lüftungs- und Klimaanlage können die folgenden Parameter im versorgten Raum beeinflusst werden:

- thermische Behaglichkeit (Raumlufttemperatur und Raumluftgeschwindigkeit),
- Raumluftqualität,
- Raumluftfeuchte,
- akustische Behaglichkeit.

2.2.1.3 Ohne besondere Abmachungen gelten in Räumen mit Lüftungs- und Klimaanlage die Festlegungen zur Behaglichkeit gemäss 2.2.2 bis 2.2.8. Es empfiehlt sich, die Anforderungen an die Behaglichkeit, insbesondere allfällige Abweichungen zu dieser Norm, schriftlich festzuhalten.

2.2.1.4 Die vereinbarten Anforderungen zur Erreichung der gewünschten Behaglichkeit müssen im Aufenthaltsbereich gemäss 2.2.2 eingehalten werden. Entsprechend sind auch alle Kontrollmessungen in diesem Bereich durchzuführen. Obwohl der gesamte Raum genutzt werden kann, ist die Einhaltung der Behaglichkeitsbedingungen ausserhalb des Aufenthaltsbereichs nicht garantiert.

2.2.1.5 Die vereinbarten Anforderungen zur Erreichung der gewünschten Behaglichkeit müssen bei den definierten Nutzungsbedingungen, bei einem Betrieb der Anlagen entsprechend der Auslegung und bei allen aussenklimatischen Bedingungen zwischen den Auslegungstemperaturen Winter (Tabelle 6 in SIA 2028) und Sommer (Tabellen 8a, 8b und 9 in SIA 2028) eingehalten werden.

2.2.2 Aufenthaltsbereich

2.2.2.1 Die Definition des Aufenthaltsbereichs richtet sich nach der Nutzung des Raumes und ist von Fall zu Fall festzulegen.

2.2.2.2 Ohne besondere Vereinbarung gelten die Definitionen in SIA 180, Ziffer 2.1.2.

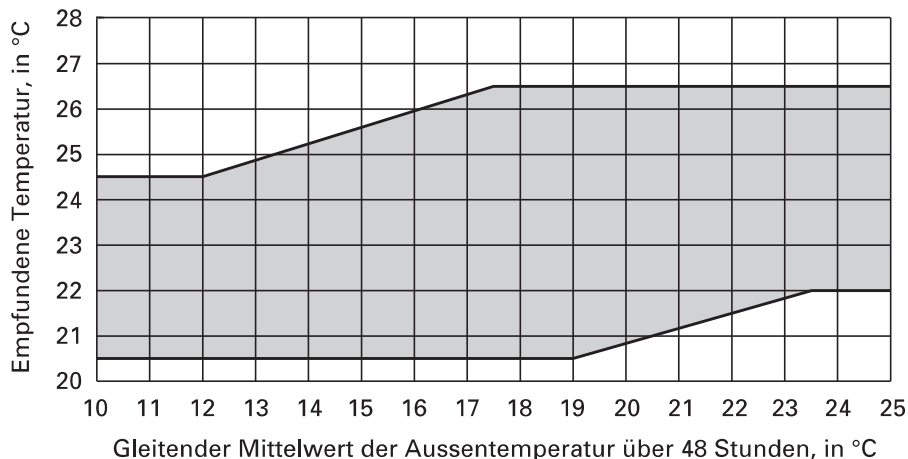
2.2.3 Raumlufttemperatur

2.2.3.1 Für die Bemessung der Anlage und die Garantiebedingungen gelten die vereinbarten Lufttemperaturen.

2.2.3.2 Die Angaben in dieser Norm zu den Lufttemperaturen im Raum gelten unter der Voraussetzung, dass der Unterschied zwischen der empfundenen Temperatur und der Lufttemperatur im Raum vernachlässigbar ist. Wo dies nicht der Fall ist, muss die Lufttemperatur so korrigiert werden, dass die Anforderungen an die thermische Behaglichkeit nach SIA 180 eingehalten werden.

2.2.3.3 Die Anforderungen an die empfundene Temperatur für Wohn- und Büroräume, während diese beheizt, gekühlt oder mechanisch belüftet sind, sind in SIA 180, Ziffer 2.3, festgelegt.

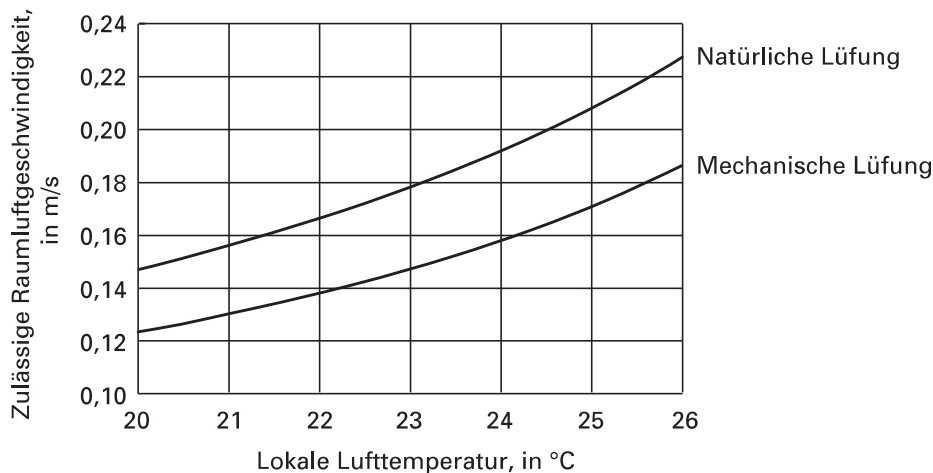
Figur 2 Zulässiger Bereich der empfundenen Temperatur in Wohn- und Büroräumen, während diese beheizt, gekühlt oder mechanisch belüftet sind, je nach gleitendem Mittelwert der Aussentemperatur (entspricht SIA 180, Figur 4)



2.2.4 Raumlufthgeschwindigkeit

- 2.2.4.1 Die zulässige Raumlufthgeschwindigkeit ist abhängig vom Zuglufthrisiko DR , dem Turbulenzgrad Tu und der Raumlufthtemperatur $\theta_{a,i}$.
- 2.2.4.2 Für einen guten Komfort ist gemäss SIA 180, Ziffer 2.3.1.1, in Wohn- und Büroräumen mit Lüftungs- oder Klimaanlage ohne besondere Vereinbarung von einem zulässigen Zuglufthrisiko $DR = 15\%$ auszugehen. Bei besonders empfindlichen Nutzungen sind tiefere, bei unkritischen Nutzungen höhere Werte anzuwenden.
- 2.2.4.3 Bei Lufteinführungen für Komfortanwendungen resultiert ein Turbulenzgrad um 40% bis 60%. Bei turbulenzarmer Verdrängungsströmung liegt er tiefer. Ohne besondere Vereinbarung ist gemäss SIA 180, Anhang B.3.1, in Räumen mit Lüftungs- oder Klimaanlage von einem Turbulenzgrad von 50% auszugehen.
- 2.2.4.4 Die Anforderungen an die Raumlufthgeschwindigkeit sind in SIA 180, Ziffer 2.3.3, festgelegt. Mit $Tu = 50\%$ (Ziffer 2.2.4.3) und $DR = 15\%$ (Ziffer 2.2.4.2) ergeben sich für die maximal zulässige Raumlufthgeschwindigkeit mit Lüftungs- und Klimaanlage die Anforderungen gemäss der unteren Grenzkurve von Figur 3. Weitere Angaben finden sich in SIA 180, Anhang B.3.1.

Figur 3 Maximal zulässige Raumlufthgeschwindigkeit (50%-Wert) bei natürlicher und mechanischer Lüftung (entspricht SIA 180, Figur 5)



2.2.5 Zugluft infolge Kaltluftabfall

Zur Vermeidung von Komfortproblemen durch Zugluft infolge natürlich induziertem Kaltluftabfall, insbesondere bei Fenstern, müssen die Anforderungen von SIA 180, Ziffer 4.1.3, erfüllt sein.

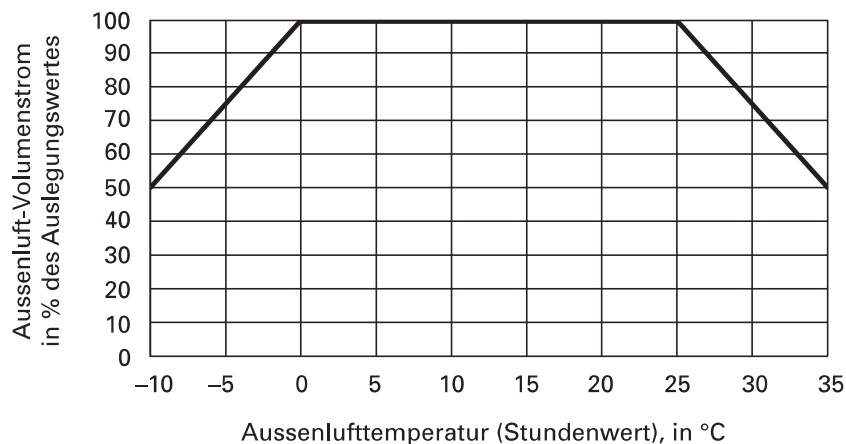
2.2.6 Raumlufthqualität

- 2.2.6.1 Die Anforderungen an die Raumlufthqualität und das Lüftungskonzept sind in SIA 180, Ziffern 3.1 und 3.2, festgelegt. Bei Lüftungs- und Klimaanlage muss gleichzeitig deren Energiebedarf angemessen bleiben.
- 2.2.6.2 Vermeidbare Emissionen sind durch Massnahmen an der Quelle so weit zu reduzieren, dass die ohnehin benötigten Aussenluft-Volumenströme der Lüftungs- und Klimaanlage zur Verdünnung genügen.
- 2.2.6.3 Bei markanten nutzungsbedingten Einzelquellen ist eine bauliche Unterteilung oder eine lokale Absaugung anzustreben, damit die Wirkung der Emissionen auf einen möglichst kleinen Raum beschränkt bleibt.

2.2.6.4 In Räumen, welche dem Aufenthalt von Personen dienen, ist im Allgemeinen der Aussenluft-Volumenstrom von Lüftungs- und Klimaanlage anhand der Aussenluft-Volumenströme pro Person zu bestimmen. Vorgaben für die je nach Nutzung anzuwendenden Bemessungswerte für den Aussenluft-Volumenstrom pro Person finden sich in SIA 2024. Bei Schlafräumen ist in der Regel von einer Belegung mit zwei Personen auszugehen.

2.2.6.5 Zur Vermeidung von zu tiefen Raumlufffeuchten im Winter (Aussenlufttemperatur unter 0°C) und unerwünschten Wärmeeinträgen ohne Kühlung im Sommer (Aussenlufttemperatur über 25°C) sowie zur Reduktion des maximalen Wärme- und Kühlleistungsbedarfs ist es zweckmässig, die Aussenluft-Volumenströme bei tiefen und bei hohen Aussenlufttemperaturen um bis zu 50% zu reduzieren. Der Minimalwert liegt bei 15 m³/h pro Person. Die Figur 4 zeigt eine mögliche Umsetzung dieser Empfehlung.

Figur 4 Beispiel für die Reduktion des Aussenluft-Volumenstroms



2.2.6.6 Während Zeiten mit schwacher oder ohne Personenbelegung empfiehlt sich aus hygienischen Gründen die Einhaltung eines Aussenluft-Volumenstroms von mindestens 0,5 m³/h pro m² Nettogeschossfläche oder eine ausreichende Vorspülung des Raumes vor der Belegung. Die Vorspülung ist ausreichend, wenn das gesamte Luftvolumen des Raumes unmittelbar vor der Benutzung mindestens einmal ausgetauscht ist. Dies kann auch mit Fensterlüftung erfolgen.

2.2.6.7 Ohne besondere Vereinbarung kann davon ausgegangen werden, dass in Räumen mit Personenbelegung nicht geraucht wird.

2.2.6.8 In Räumen, in denen geraucht wird, ist es nicht möglich, eine gute Raumluffqualität zu erreichen. Dies gilt auch, wenn in diesen Räumen der Aussenluft-Volumenstrom auf den üblichen Bemessungswert für Räume mit Rauchern von 72 m³/h pro Person erhöht wird (bezogen auf alle anwesenden Personen).

2.2.6.9 Raucherzonen sind möglichst klein zu halten und mit baulichen Massnahmen von den Nichtraucherzonen zu trennen. Raucherräume müssen gegenüber allen angrenzenden Räumen im Unterdruck gehalten werden (PC 1). Die Abluft von Raucherräumen darf nicht als Umluft für andere Räume verwendet werden und es ist sicherzustellen, dass auch über das Luftleitungssystem und die Wärmerückgewinnung keine Übertragung von Gasen und Partikeln erfolgen kann.

2.2.6.10 Bei Lüftungs- und Klimaanlage sind der Volumenstrom und die Qualität der Zuluft gemäss 1.7.2 beim Eintritt in den Raum zu gewährleisten.

2.2.7 Raumlufffeuchte

2.2.7.1 Nach SIA 180, Ziffern 3.5.1.3 und 3.5.1.4, muss die massebezogene Raumlufffeuchte in mechanisch belüfteten Räumen in der Regel höher als 4,9 g/kg und niedriger als 13,7 g/kg sein.

- 2.2.7.2 Vorgaben für die bei Lüftungs- und Klimaanlage je nach Nutzung anzuwendenden Bemessungswerte für die relative Raumluftfeuchte im Sommer (Maximalwerte) und Winter (Minimalwerte) finden sich in SIA 2024.
- 2.2.7.3 Die vereinbarten massebezogenen Raumluftfeuchten gelten bei den vereinbarten Nutzungsbedingungen.
- 2.2.7.4 Ohne aktive Befeuchtung darf der vereinbarte untere Grenzwert der absoluten Raumluftfeuchte in einem typischen Jahr während maximal 10% der jährlichen Nutzungszeit unterschritten werden. Ohne besondere Vereinbarung ist dabei im Winter von der Reduktion der Aussenluftfrate gemäss 2.2.6.5 auszugehen.
- 2.2.7.5 Ohne aktive Entfeuchtung darf der vereinbarte obere Grenzwert der absoluten Raumluftfeuchte in einem typischen Jahr während maximal 10% der jährlichen Nutzungszeit überschritten werden. Ohne besondere Vereinbarung ist dabei im Sommer von der Reduktion der Aussenluftfrate gemäss 2.2.6.5 auszugehen.
- 2.2.7.6 Zusätzlich einzuhalten sind die Anforderungen an den Feuchteschutz nach SIA 180, Kapitel 6.

2.2.8 **Akustische Behaglichkeit und Schallschutz**

- 2.2.8.1 Massgebende Kenngrösse zur Beurteilung des Einflusses von Lüftungs- und Klimaanlage auf die akustische Behaglichkeit in den versorgten Räumen ist der Beurteilungspegel für Geräusche haustechnischer Anlagen nach SIA 181. Die Anforderungen an Lüftungs- und Klimaanlage gelten beim Normallüftungsbetrieb der Anlagen mit üblicher Möblierung und Personenbelegung. Messungen haben gemäss den Vorgaben in SIA 181, Anhang B.3, zu erfolgen (bei den Messungen wird der Möblierungsgrad durch eine entsprechende Korrektur der Nachhallzeit berücksichtigt). Bei Kontrollmessungen darf kein Einfluss durch Lärm von aussen oder durch Nutzungen im betrachteten Raum selber oder in Nachbarräumen bestehen. Alle Lüftungs- und Klimaanlage des Gebäudes sind mit dem Luftvolumenstrom bei den Auslegungsbedingungen zu betreiben. Ausgenommen sind Betriebszustände, welche nur ohne Anwesenheit von Personen vorgesehen sind, nur in Ausnahmefällen vorkommen oder durch Vereinbarung ausgeschlossen sind.
- 2.2.8.2 Ohne besondere Vereinbarung gilt die empfohlene Auslegung für typische Fälle gemäss SIA 2024.
- 2.2.8.3 Zusätzlich zu beachten sind die Anforderungen an den Schutz gegen Lärm von aussen und innen und an die Raumakustik gemäss SIA 181 sowie an den Immissionsschutz der Umgebung gemäss LSV. Aus den Anforderungen an den Schallschutz zwischen unterschiedlichen Nutzungseinheiten gemäss SIA 181 können sich massgebliche Anforderungen an die Lüftungsinstallationen ergeben. Für den Schallschutz innerhalb der gleichen Nutzungseinheit sind Empfehlungen in Anhang G von SIA 181 zu finden.

2.3 **Energiebedarf**

- 2.3.1 Der Energiebedarf ist möglichst tief zu halten. Dazu ist eine Kombination von guten Baukonstruktionen (siehe 2.1) und optimiert gebauten und betriebenen Lüftungs- oder Klimaanlage erforderlich.
- 2.3.2 Bei der Systemwahl sind die Angaben in Kapitel 4, bei der Bemessung die Angaben in Kapitel 5 zu beachten.
- 2.3.3 Für eine vereinfachte Berechnung des Elektrizitätsbedarfs für die Luftförderung können die in Anhang D beschriebenen Methoden verwendet werden. Detaillierte Berechnungsmethoden für den Energiebedarf finden sich in SIA 382/2 und in SIA 2044.
- 2.3.4 Die Graue Energie der technischen Gebäudeanlagen trägt 20% bis 30% zur Grauen Energie für die Erstellung des ganzen Gebäudes und zu den entsprechenden Treibhausgasemissionen bei. Sie kann mit Hilfe des Merkblatts SIA 2032 abgeschätzt werden.

2.4 Betriebssicherheit, Brandschutz und Lebensdauer

- 2.4.1 Die notwendige Verfügbarkeit einer Anlage unter Berücksichtigung von Revisionsunterbrüchen, Ausfall einer Komponente usw. ist mit dem Bauherrn festzulegen. Insbesondere gilt es, die zulässige Dauer eines Betriebsunterbruchs und die Konsequenzen bezüglich des Raumzustandes festzulegen.
- 2.4.2 Das Brandschutzkonzept zum Personen- und Objektschutz ist mit der örtlichen Feuerpolizei abzusprechen. Die Brandschutzvorschriften der Vereinigung Kantonaler Feuerversicherungen sind einzuhalten.
- 2.4.3 Gemäss der VKF-Brandschutzrichtlinie 26-03d sind lufttechnische Anlagen so oft zu reinigen und instand zu halten, dass die Betriebsbereitschaft stets gewährleistet ist und keine Brandgefahr entsteht. Brandschutzklappen und Brandfallsteuerungen sind periodisch zu kontrollieren.
- 2.4.4 Der Anlageneigentümer oder -betreiber ist dafür verantwortlich, dass die lufttechnischen Anlagen bestimmungsgemäss instand gehalten und jederzeit betriebsbereit sind.
- 2.4.5 Die technische Lebensdauer der Anlage und ihrer Komponenten hat den branchenüblichen Werten zu entsprechen. Als grobe Richtwerte für die technische Lebensdauer der gebäudetechnischen Installationen und ihrer Komponenten können die Angaben in Anhang B verwendet werden (siehe auch 8.3).

2.5 Wartungsfreundlichkeit und Hygiene

- 2.5.1 Bei der Planung und Ausführung der Anlage ist darauf zu achten, dass die Lüftungszentrale und das Luftleitungssystem so zugänglich sind, dass eine einwandfreie Wartung und der Ersatz von Komponenten möglich sind. Besonderer Wert ist auf die Reinigungsmöglichkeit des ganzen Leitungssystems und aller Apparate sowie auf die Vermeidung feuchter Stellen im Leitungssystem zu legen.
- 2.5.2 Die Aussenluftfassungen und Fortluftöffnungen müssen die Anforderungen in Ziffer 5.12 erfüllen.
- 2.5.3 Zur Gewährleistung einer guten Zugänglichkeit der Luftleitungen für die Wartung sind die Anforderungen in SN EN 12097 einzuhalten.
- 2.5.4 Angaben zum Raumbedarf von Komponenten und Systemen finden sich in Anhang A.
- 2.5.5 Für die Instandhaltung gelten SWKI 95-2, VSWKI HE101-01 und VSWKI RE101-01.
- 2.5.6 Es gelten die für die Hygiene relevanten Anforderungen in SWKI VA104-01.
- 2.5.7 Der Anhang B enthält grobe Richtwerte für die Lebensdauer und den jährlichen Wartungsaufwand von technischen Gebäudeinstallationen.
- 2.5.8 Die konkreten Zuständigkeiten für die Wartung der Anlagen sind frühzeitig festzulegen und periodisch zu überprüfen.

2.6 Schutz der Umwelt

Es sind die Grundsätze zum Thema des ökologischen Bauens und zur Vermeidung von Schadstoffemissionen aus Baustoffen und Inneneinrichtungen zu beachten (siehe z.B. www.eco-bau.ch).

3 AUSLEGUNGSKRITERIEN

3.1 Allgemeines

- 3.1.1 Die Auslegungskriterien bilden die Grundlage für die Systemwahl und die Bemessung des Systems. Sie bestimmen auch den Umfang und die Beurteilung von Abnahmemessungen.
- 3.1.2 Die massgebenden Auslegungskriterien sind auf der Basis der nachfolgenden Angaben und von SIA 2024 schriftlich festzuhalten. Wenn bei speziellen Nutzungen oder Anforderungen abweichende oder zusätzliche Festlegungen erforderlich sind, sind diese ebenfalls schriftlich festzuhalten.
- 3.1.3 Die Anforderungen an die Raumlufttemperatur im Sommer und an die Raumluftfeuchte sind nur gültig, wenn eine entsprechende Luftbehandlung realisiert wird.
- 3.1.4 Bei den Raumlufttemperaturen ist der Hinweis in 2.2.3.2 betreffend Unterschied zwischen empfundener Temperatur und Lufttemperatur zu beachten.
- 3.1.5 Bei Sanierungen und Umbauten ist die Anwendung der hier genannten Auslegungskriterien anzustreben. Abweichungen sind schriftlich festzuhalten.

3.2 Aussenbedingungen

3.2.1 Aussenklima

- 3.2.1.1 Die Auslegung von Lüftungs- und Klimaanlage erfolgt mit den Aussenklimadaten gemäss SIA 2028 (siehe 2.2.1.5).
- 3.2.1.2 Liegen die Aussenbedingungen innerhalb des Auslegungsbereichs, müssen die Behaglichkeitsanforderungen und alle Funktionen der Anlage wie vereinbart eingehalten werden.
- 3.2.1.3 Liegen die Aussenbedingungen ausserhalb des Auslegungsbereichs, dürfen auch die Raumkonditionen ausserhalb der Auslegungswerte liegen. Der Luftaustausch über die Anlage muss aber weiterhin gewährleistet sein.

3.2.2 Lärmbelastung

- 3.2.2.1 Die Ermittlung und Beurteilung des Aussenlärms richtet sich nach der Lärmschutz-Verordnung LSV bzw. der Norm SIA 181.
- 3.2.2.2 Diverse Kantone und Gemeinden haben zusätzliche Vorschriften zur Begrenzung des Lärms von haustechnischen Anlagen erlassen, welche zu beachten sind.

3.2.3 Luftbelastung

- 3.2.3.1 Die Beurteilung der Qualität der Aussenluft richtet sich nach der Luftreinhalte-Verordnung LRV.
- 3.2.3.2 Leitsubstanzen zur lufthygienischen Beurteilung der Aussenluft sind das Stickstoffdioxid NO₂ und die Schwebestaubpartikel PM₁₀. Zusätzlich können auch lokale Geruchsbelastungen von Bedeutung sein. Massgebend sind die Immissionswerte bei der vorgesehenen Aussenluftfassung bzw. bei den Fenstern zum Öffnen.
- 3.2.3.3 Angaben über die Belastungen durch NO₂ und PM₁₀ ergeben sich durch lokale Messungen der Fachstellen, durch Erfahrungswerte von der Belastung her vergleichbarer Orte (NABEL-Messnetz), durch Immissionskataster oder durch eigene Messungen. Kritisch sind Standorte in Stadtzentren, Agglomerationen sowie an stark befahrenen Strassen (siehe 1.7.1.4).

- 3.2.3.4 Angaben über Geruchsbelastungen müssen in der Regel durch Befragungen vor Ort abgeklärt werden.
- 3.2.3.5 Mit Bezug auf die Beurteilung der Möglichkeit einer reinen Fensterlüftung gelten in den folgenden Situationen die Luftbelastungen als zu hoch:
 - Der Immissionsgrenzwert der LRV für den Jahresmittelwert von NO₂ oder PM10 ist um mehr als 50% überschritten (AUL 3 gemäss 1.7.1).
 - Störende Geruchsbelastungen, die durch eine Lüftungsanlage gemildert werden können.
- 3.2.3.6 Festlegung der Klasse der Aussenluft nach 1.7.1.

3.3 Gebäudedaten

- 3.3.1 Beschreibung des Objektes: Grösse, Lage, Nutzung, allfällige Erweiterungsabsichten usw.
- 3.3.2 Pläne: Grundrisspläne, Schnitte, Ansichten und Details gemäss den Anforderungen in SIA 400.
- 3.3.3 Beschreibung der Baukonstruktionen: Aufbau, Wärmedurchgangskoeffizienten, Wärmespeicherefähigkeit, Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasungen, Öffenbarkeit der Fenster.
- 3.3.4 Beschreibung des Sonnenschutzes: Konstruktionsart, Gesamtenergiedurchlassgrad der Gesamtkonstruktion (ggf. in mehreren Stellungen des Sonnenschutzes), Windfestigkeit.
- 3.3.5 Beschreibung der Umgebung: Beschattung und Reflexionen durch Nachbargebäude; Emissionen von Nachbargebäuden, Strassen oder Plätzen; besondere Immissionsschutzforderungen bei Nachbargebäuden.

3.4 Nutzungsdaten

- 3.4.1 Allgemeine Nutzungsbedingungen: Dauer der Nutzung (z.B. nur Montag bis Freitag, Betriebsferien), mögliche Umnutzungen.
- 3.4.2 Bekleidung und Aktivität der Personen.
- 3.4.3 Personenbelegung: typisch zu erwartende maximale Belegung (1-h-Mittel) und typischer Tagesgang.
- 3.4.4 Beleuchtung: Beleuchtungsstärke, Wärmeabgabe der Beleuchtung (vgl. SIA 380/4).
- 3.4.5 Interne Wärmeeinträge (zusätzlich zu Personen und Beleuchtung), installierte Leistung, massgebende maximale Wärmeleistung (1-h-Mittel unter Berücksichtigung der Gleichzeitigkeiten), typischer Tagesgang.
- 3.4.6 Interne Feuchteinträge.
- 3.4.7 Interne Schadstoffeinträge.
- 3.4.8 Interne Lärmquellen.
- 3.4.9 Solange keine objektspezifischen genaueren Angaben zu den Raumnutzungen vorliegen, können die Standardwerte in SIA 2024 für die Planung verwendet werden.

3.5 Behaglichkeit

- 3.5.1 Definition der Aufenthaltsbereiche (siehe 2.2.2).
- 3.5.2 Festlegung der Bemessungswerte für die Raumlufttemperaturen im Winter und im Sommer (siehe 2.2.3 und SIA 2024).
- 3.5.3 Festlegung des zulässigen Zugluftrisikos DR als Basis für die Bestimmung der zulässigen Raumluftgeschwindigkeit (siehe 2.2.4).
- 3.5.4 Festlegung der Grundlagen für die Bestimmung der Aussenluft-Volumenströme (siehe 2.2.6 und SIA 2024).
- 3.5.5 Festlegung der Bemessungswerte für die Raumluftfeuchten im Winter und im Sommer (siehe 2.2.7 und SIA 2024).
- 3.5.6 Festlegung der Druckverhältnisse in den Räumen und im ganzen Gebäude (siehe 4.2.3).
- 3.5.7 Festlegung der akustischen Anforderungen (siehe 2.2.8 und SIA 2024).

4 SYSTEMWAHL

4.1 Vorgehen

- 4.1.1 Die Kriterien nach Kapitel 3 bilden die Grundlage für die Systemwahl. Infolge der Zusammenhänge zwischen Systemwahl, Raumklima, Platzbedarf, Kosten und weiteren Aspekten muss die definitive Systemwahl häufig iterativ erfolgen.
- 4.1.2 Die Eignung des vorgesehenen Systems für die konkrete Situation ergibt sich aus den Angaben in den Ziffern 4.2 bis 4.6.
- 4.1.3 Die Bemessung des vorgesehenen Systems erfolgt nach den Grundsätzen in Kapitel 5.

4.2 Lüftung

4.2.1 Grundkonzept zur Aussenluftversorgung

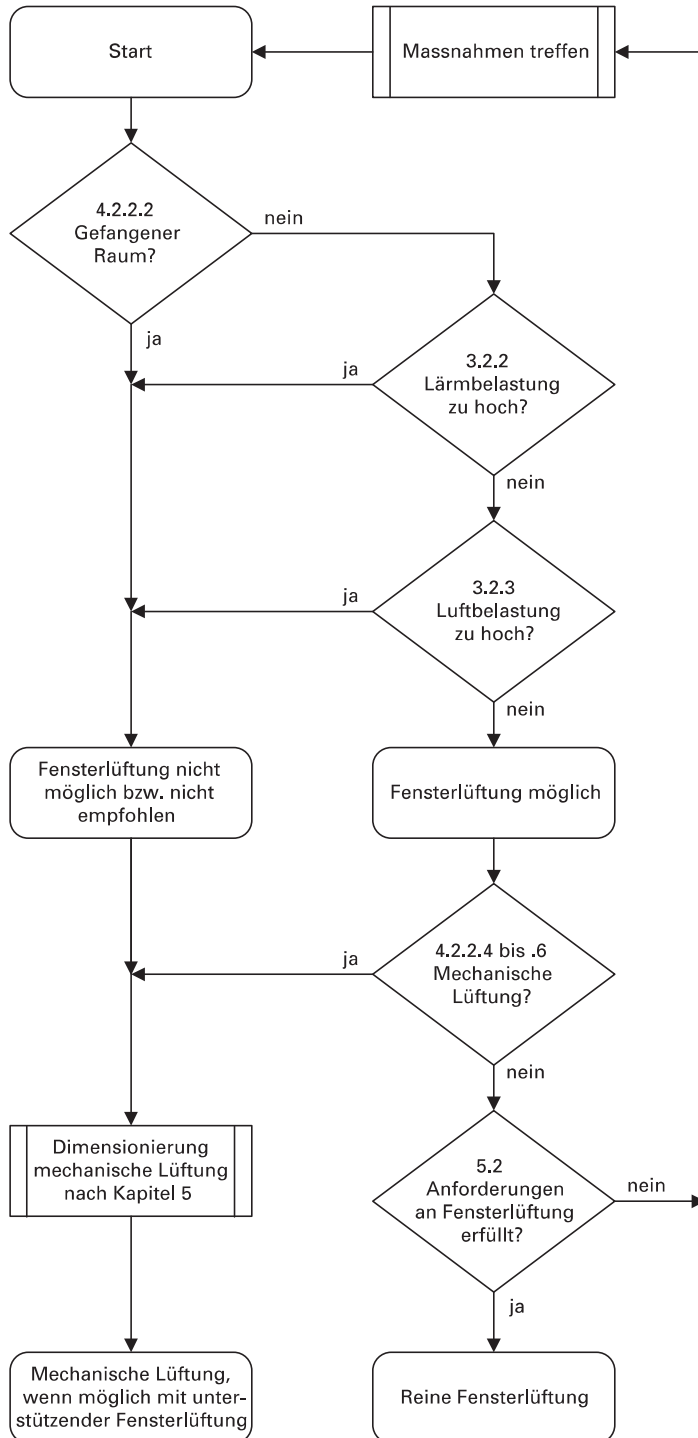
Das Vorgehen zur Bestimmung des Grundkonzepts zur Aussenluftversorgung ist in Figur 5 dargestellt.

4.2.2 Fensterlüftung

- 4.2.2.1 Für Räume ohne spezielle Nutzungen und ohne besondere Anforderungen an das Raumklima (z.B. Wohnräume und einfache Büroräume) ist heute die Fensterlüftung aus hygienischer Sicht eine zweckmässige und gut akzeptierte Lösung.
- 4.2.2.2 In gefangenen Räumen, das heisst in Räumen ohne Fenster, ist gemäss SIA 180, Ziffer 3.2.4, eine natürliche oder mechanische Lüftung unbedingt erforderlich. Dies gilt auch für Räume, in denen vorhandene Fenster, zum Beispiel aus Sicherheitsgründen, nicht geöffnet werden können.
- 4.2.2.3 Das Vorgehen nach Figur 5 zeigt, ob eine reine Fensterlüftung grundsätzlich möglich ist oder nicht. Zu beachten sind die Anforderungen an die Fensterlüftung in 5.2 (Grösse und Lage der Fenster).
- 4.2.2.4 Vorteile der Fensterlüftung:
- einfachste und bezüglich Investition kostengünstigste Lüfterneuerung,
 - kein Platzbedarf für Luftleitungen und Zentralen,
 - kein Energiebedarf für eine Luftförderung,
 - gute Akzeptanz,
 - im Sommer Nachtlüftung und intensive Lüftung am Morgen möglich.
- 4.2.2.5 Nachteile der Fensterlüftung:
- kein kontrollierter Luftaustausch; ausreichender Luftaustausch und Feuchteschutz evtl. nicht gewährleistet,
 - starke Abhängigkeit vom Benutzerverhalten,
 - Risiko der Dauerlüftung, vor allem bei Wohnnutzungen, was zu erhöhtem Luftaustausch und Energieverbrauch führt,
 - Zugerscheinungen und generell unbefriedigender Komfort in der Phase des Stosslüftens,
 - keine Wärmerückgewinnung,
 - keine Behandlung der Zuluft möglich (Kühlung, Be- und Entfeuchtung),
 - evtl. Belastung durch Lärm, Abgase und andere Luftfremdstoffe,¹
 - evtl. Belastung durch Wind und Regen,
 - evtl. Sicherheitsprobleme.
- 4.2.2.6 Auch wenn eine Fensterlüftung grundsätzlich möglich ist, kann eine mechanische Luftförderung zweckmässig oder notwendig sein.

¹ In Lüftungssystemen ist eine Filterung möglich und reaktive Gase wie Ozon O₃ werden rasch abgebaut; dies ist bei der Fensterlüftung nicht möglich bzw. deutlich weniger der Fall.

Figur 5 Bestimmung des Grundkonzepts zur Aussenluftversorgung



4.2.2.7 Bei energetischen Vergleichen von Fensterlüftung und mechanischer Lüftung ist die Energieeinsparung durch die Wärmerückgewinnung im Winter dem Energiebedarf für die Luftförderung gegenüberzustellen. Eine grosse Unsicherheit besteht dabei in der Prognose der Intensität und Wirkung der Fensterlüftung. In erster Näherung kann angenommen werden, dass der mittlere Luftaustausch über die Fensterlüftung inkl. Infiltration etwa dem gemäss 2.2.6 erforderlichen Luftaustausch entspricht. Allerdings ist dabei die Luftqualität infolge des zeitlichen Anstiegs der Schadstoffkonzentrationen während der Phase mit geschlossenen Fenstern ungünstiger als bei einer mechanischen Lüftung. Beim Vergleich des Energiebedarfs für die Luftförderung mit der Energieeinsparung durch die Wärmerückgewinnung sind die Energieträger mit Primärenergiefaktoren oder mit den nationalen Energiegewichtungsfaktoren zu gewichten.

- 4.2.2.8 Bei Systemen mit kleinen Druckverlusten und guten Wirkungsgraden der Wärmerückgewinnung und der Luftförderung ist in den meisten Fällen die mechanische Lüftung energetisch besser als die Fensterlüftung.
- 4.2.2.9 Bei unsachgemässer Fensterlüftung ist der Energieverbrauch stark erhöht (Dauerlüftung mit gekippten Fenstern) oder die Luftqualität ungenügend (kein ausreichender Luftaustausch mit geschlossenen Fenstern).
- 4.2.2.10 Wenn möglich sollten die Fenster trotz mechanischer Lüftung geöffnet werden können (unterstützende Fensterlüftung). Allerdings sollten diese nur für kurze ergänzende Stosslüftungsphasen genutzt werden und sonst geschlossen bleiben. Kippfenster sind nur vorzusehen, wenn eine Kühlanlage fehlt und die Kippfenster für die nächtliche Auskühlung im Sommer verwendet werden.

4.2.3 **Mechanische Lüftung und Druckverhältnisse**

- 4.2.3.1 Die Zuluft- und Abluftvolumenströme pro Raum und Zone sind so zu wählen, dass sich die gewünschten Druckverhältnisse einstellen. Zuluftüberschuss bewirkt Überdruck, Abluftüberschuss Unterdruck in der betrachteten Zone.
- 4.2.3.2 In Zonen mit störenden oder gefährlichen Emissionen ist ein Unterdruck vorzusehen. Ohne besondere Vereinbarung ist in diesen Fällen die Kategorie PC 1 gemäss 1.10 anzuwenden. In kritischen Fällen können Verschärfungen nötig sein.
- 4.2.3.3 Wenn in einer Zone eine raumluftabhängige Feuerstätte vorhanden ist, dürfen die Kategorien PC 1 und PC 2 nicht angewendet werden. Wenn eine raumluftunabhängige Feuerstätte vorhanden ist, darf die Kategorie PC 1 nicht angewendet werden (vgl. SIA 384/1:2009, Ziffer 4.6.3).
- 4.2.3.4 Für Räume ohne besondere Anforderungen und Risiken gilt die Kategorie PC 3 (ausgeglichene Druckbedingung).
- 4.2.3.5 Sind die Zuluft- und Abluftvolumenströme unterschiedlich gross, müssen die Luftwege der über- bzw. nachströmenden Luft bewusst geplant werden. Dabei sind neben den strömungstechnischen Aspekten auch die Belange der Hygiene und des Schallschutzes zu beachten.

4.3 **Heizung**

- 4.3.1 Ausser in Räumen mit sehr grossen Wärmeeinträgen ist zur Einhaltung der üblichen Komfortanforderungen eine Heizung erforderlich.
- 4.3.2 Die Aussenluft soll in erster Linie mit einer Wärmerückgewinnung erwärmt werden. Die Zusatzheizung kann mit der Lüftungsanlage und/oder mit einer statischen Heizung erfolgen.
- 4.3.3 Eine Heizung allein mit der Lüftungsanlage ist mit den hygienisch erforderlichen Luftraten nur bei sehr kleinem Wärmeleistungsbedarf möglich. Bei höherem Wärmeleistungsbedarf wären höhere Luftraten erforderlich. Aus energetischen Gründen ist dann eine statische Heizung einzusetzen.

4.4 **Befeuchtung**

4.4.1 **Allgemeines**

- 4.4.1.1 Es ist zwischen der natürlichen Befeuchtung durch Personen, Pflanzen usw., der passiven Befeuchtung durch Feuchterückgewinnung (z.B. Plattenwärmeübertrager mit Feuchteübertragung, Rotoren mit Sorption) und der aktiven Befeuchtung mittels Luftbefeuchtungsvorrichtungen (z.B. Verdampfer, Luftwäscher) zu unterscheiden. Bei der passiven Befeuchtung wird die latente Wärme der Abluft genutzt, es entsteht kein zusätzlicher Energiebedarf für die Befeuchtung.

- 4.4.1.2 In vielen Fällen kann dank der natürlichen und passiven Befeuchtung auf eine aktive Befeuchtung verzichtet werden. Da sich mit der passiven Befeuchtung durch Sorption meist auch eine Übertragung von Gerüchen und Mikroben ergibt, sollten Rotoren in Situationen mit störenden Geruchsemissionen nicht angewendet werden.
- 4.4.1.3 Eine aktive Befeuchtung darf nur realisiert werden, wenn die baulichen Anforderungen gemäss 2.1.4 erfüllt sind.
- 4.4.1.4 Auch wenn nach 4.4.2 eine Befeuchtung erforderlich ist, kann auf eine aktive Befeuchtung verzichtet werden (Einsparung von Investitions- und Betriebskosten). Auch in diesem Fall müssen die baulichen Anforderungen gemäss 2.1.4 eingehalten werden und es müssen Vorkehrungen für eine allfällige spätere Nachrüstung einer Befeuchtung getroffen werden.
- 4.4.1.5 Wenn nach 4.4.2 eine Befeuchtung nicht erforderlich ist und trotzdem eine aktive Befeuchtung vorgesehen wird, muss dieser Spezialfall begründet werden. Es ist dabei sicherzustellen, dass diese Befeuchtung entsprechend der Begründung bemessen und betrieben wird. Eventuell sind örtliche und zeitliche Beschränkungen einzuhalten.
- 4.4.1.6 Die Bereiche mit aktiver Befeuchtung sind durch bauliche und organisatorische Massnahmen möglichst klein zu halten.
- 4.4.1.7 Bei aktiver Befeuchtung ist sicherzustellen, dass im Luftleitungsnetz keine Kondensation stattfindet.

4.4.2 **Kriterien für eine Befeuchtung**

- 4.4.2.1 In Spezialfällen mit besonderen Anforderungen an die Raumluftfeuchte ist eine aktive Befeuchtung unumgänglich. Beispiele:
 - Räume mit empfindlichen Stoffen, z.B. Spezialarchive, Museen,
 - spezielle Labors,
 - Produktionsstätten, Verkaufsläden und Lagerhallen für Güter mit speziellen Feuchteanforderungen.

Zur Vermeidung von elektrostatischen Entladungen ist eine aktive Befeuchtung in der Regel keine zweckmässige Massnahme. Gemäss SIA 180, Ziffer 3.2.8, sind Baumaterialien so zu wählen, dass sie auch ohne Befeuchtung keinen Schaden nehmen.
- 4.4.2.2 In allen anderen Fällen ist eine aktive Befeuchtung nur erforderlich, wenn sonst die Raumluftfeuchte – bei Berücksichtigung der Feuchteinträge in den Raum und einer allfälligen Feuchterückgewinnung – die Anforderung gemäss 2.2.7.1 nicht einhalten würde. Dabei kann der Aussenluft-Volumenstrom bei tiefen Aussenlufttemperaturen nach 2.2.6.5 reduziert werden.
- 4.4.2.3 Bei Aktivitäten mit einer Wasserdampfabgabe bis etwa 65 g/h pro Person (Werte siehe SIA 180, Ziffer 3.5.3.3) ist eine aktive Befeuchtung erforderlich, wenn im Raum neben den Personen keine weiteren Feuchteinträge vorhanden sind.
- 4.4.2.4 Bei Aktivitäten mit einer Wasserdampfabgabe von über etwa 65 g/h pro Person und generell mit einer Feuchtezufuhr zusätzlich zur Feuchteproduktion der Personen (Pflanzen, Aktivitäten mit Wasser usw.) kann in der Regel auf eine aktive Befeuchtung verzichtet werden.
- 4.4.2.5 Ausser in den Spezialfällen nach 4.4.2.1 ist eine aktive Befeuchtung bei angemessenem Aussenluft-Volumenstrom pro Person (im Winter tiefere Aussenlufttraten gemäss 2.2.6.5), bedarfsgerechtem Betrieb und WRG mit Feuchteübertragung auch ohne zusätzliche Feuchteinträge in den Raum im Allgemeinen für das Wohlbefinden von Personen nicht erforderlich. Die Erfahrung zeigt, dass Klagen wegen zu trockener Luft in Räumen ohne Befeuchtung häufig auf zu hohe Raumlufttemperaturen, zu hohe Aussenlufttraten (insbesondere bei sehr tiefen Aussenlufttemperaturen), zu hohen Staubgehalt der Raumluft, zu hohe Konzentrationen an Luftfremdstoffen (z.B. Formaldehyd) oder falsche Benutzerinformationen zurückzuführen sind. Diese Ursachen sind durch Massnahmen bei der Regelung und bei den entsprechenden Quellen zu bekämpfen.

4.4.3 **Anforderungen an die Befeuchtung**

- 4.4.3.1 Wenn eine aktive Befeuchtung realisiert wird, muss sie die technischen Anforderungen gemäss 5.8 (Hygiene, WRG mit Feuchteübertragung) erfüllen.
- 4.4.3.2 Wenn eine aktive Befeuchtung installiert ist, darf die untere Grenze der absoluten Raumluftheuchte gemäss 2.2.7 während maximal 1% der Nutzungszeit eines mittleren Jahres unterschritten werden.
- 4.4.3.3 Wenn in speziellen Situationen bereits bei tiefen Aussenlufttemperaturen ein Freecooling mit erhöhten Luftmengen möglich ist, sind die Einsparungen an Kühlenergie und die Notwendigkeit einer aktiven Befeuchtung gegeneinander abzuwägen.

4.5 **Kühlung**

4.5.1 **Allgemeines**

- 4.5.1.1 Die Angaben in dieser Norm gelten für Räume mit Lüftungs- oder Klimaanlage. Für Räume mit natürlicher Lüftung und Räume, die weder beheizt noch gekühlt sind, gilt SIA 180.
- 4.5.1.2 Eine Kühlung darf nur realisiert werden, wenn die baulichen Anforderungen gemäss 2.1.1 bis 2.1.3 erfüllt sind.
- 4.5.1.3 Die Notwendigkeit einer Kühlung kann nach 4.5.2, 4.5.3 oder 4.5.4 bestimmt werden.
- 4.5.1.4 Auch wenn eine Kühlung notwendig oder erwünscht ist, kann auf eine Kühlung verzichtet werden (Einsparung von Investitions- und Betriebskosten). Auch in diesem Fall müssen die baulichen Anforderungen gemäss 2.1.1 bis 2.1.3 eingehalten werden, und es müssen Vorkehrungen getroffen werden für eine allfällige spätere Nachrüstung einer Kühlung. Dies gilt auch im Hinblick auf eine mögliche künftige Nutzungsänderung.
- 4.5.1.5 Die gekühlten Bereiche sind durch bauliche und organisatorische Massnahmen möglichst klein zu halten.

4.5.2 **Spezialfälle mit besonderen Anforderungen an die Raumlufthtemperatur**

- 4.5.2.1 In Spezialfällen mit besonderen Anforderungen an die Raumlufthtemperatur ist eine Kühlung unumgänglich. Beispiele:
 - Verkaufsflächen und Lagerhallen für temperaturempfindliche Güter,
 - Labors,
 - EDV-Räume (Auslegung auf $\theta_{a,i} = 26^{\circ}\text{C}$).
- 4.5.2.2 Als Spezialfälle gelten auch Situationen, bei denen gesetzliche Vorschriften eine Kühlung verlangen.

4.5.3 **Interne Wärmeeinträge und Fensterlüftung**

- 4.5.3.1 Eine erste Beurteilung der Notwendigkeit einer Kühlung kann anhand der internen Wärmeeinträge pro Nettogeschossfläche und den zusätzlich zur mechanischen Lüftung vorhandenen Möglichkeiten der Fensterlüftung mit Tabelle 13 erfolgen. Bei reiner Fensterlüftung können erfahrungsgemäss grössere Wärmeeinträge ohne Kühlung zugelassen werden (siehe SIA 180, Ziffer 2.2).

Tabelle 13 Beurteilung der Notwendigkeit einer Kühlung

| Interne Wärmeeinträge pro Tag, in Wh/m ² | | | Kühlung |
|---|------------------------------------|---------------------|-------------------------------|
| mit Fensterlüftung Tag und Nacht | mit Fensterlüftung bei Belegung | ohne Fensterlüftung | |
| > 200 | > 140 | > 120 | notwendig |
| 140–200 | 100–140 | 80–120 | erwünscht ¹⁾ |
| < 140 | < 100 | < 80 | nicht notwendig ¹⁾ |

¹⁾ Kühlung nur mit Anlagen mit kleinem Leistungsbedarf gemäss 5.5 zulässig (siehe 4.5.5.3).

4.5.3.2 Bei der Bestimmung der internen Wärmeeinträge sind die tatsächlichen Wärmeabgaben der Personen, Geräte und Beleuchtung zu verwenden. Die elektrischen Anschlussleistungen der Geräte (Typenschildangaben) sind für diese Beurteilung nicht relevant. Angaben für typische Werte verschiedener Nutzungen finden sich in SIA 380/4 und in SIA 2024. Höhere Werte sind für den Nachweis nach 4.5.3.1 nur zulässig, wenn deren Notwendigkeit nachgewiesen wird.

4.5.4 Hohe sommerliche Raumtemperatur

4.5.4.1 Eine vertiefte Beurteilung der Notwendigkeit einer Kühlung kann mittels einer fachgerechten dynamischen Simulation oder in bestehenden Bauten mit einer Messung der Raumtemperatur erfolgen. Das Beurteilungskriterium ist dann die Raumtemperatur im Vergleich zur oberen Grenzkurve nach 2.2.3, Figur 2.

4.5.4.2 Die Notwendigkeit einer Kühlung ist nach diesem vertieften Verfahren gegeben, wenn die berechneten Stundenwerte der Raumtemperatur während der Nutzungszeit die obere Grenzkurve nach Figur 2 während mehr als 100 h pro Jahr überschreiten. Bei einer Überschreitung bis zu 100 h pro Jahr ist eine Kühlung erwünscht, ohne Überschreitung ist eine Kühlung nicht notwendig. Ein Unterschreiten der unteren Grenzkurve ist während der Beobachtungsperiode nicht zulässig. Die Betrachtung gilt für die Nutzungszeit. Die Stundenwerte der Raumtemperaturen sind dem gleitenden Mittelwert der Aussentemperatur über 48 Stunden zuzuordnen.

4.5.4.3 Bei bestehenden Bauten und bei Wohnbauten mit mechanischer Lüftung kann von einer erhöhten Toleranz infolge Anpassung der Nutzer ausgegangen werden. In diesen Fällen liegt die Grenze bei 400 h statt bei 100 h pro Jahr.

4.5.4.4 Der Nachweis nach 4.5.4.1 muss mit einer fachgerechten dynamischen Simulation erfolgen. Die Randbedingungen der Berechnung sind in Anhang E festgelegt. Allfällige Abweichungen sind zu begründen.

4.5.5 Anforderungen an die Kühlung

4.5.5.1 Wenn eine Kühlung realisiert wird, sind die Grundsätze der Kälteerzeugung in 5.6 zu beachten.

4.5.5.2 Wenn eine Kühlung nach 4.5.2, 4.5.3 oder 4.5.4 notwendig ist, muss sie auf die tatsächlich erforderliche Kühlleistung gemäss SIA 382/2 ausgelegt und nach der momentan erforderlichen Kühlleistung geregelt werden.

4.5.5.3 Wenn eine Kühlung nach 4.5.3 oder 4.5.4 nur erwünscht oder nicht notwendig ist und trotzdem eine Kühlung vorgesehen wird, sind nur Anlagen mit kleinem Leistungsbedarf gemäss 5.5 zulässig.

4.5.6 Ausnahmen

Eine Kühlung ist auch als Spezialfall mit nachvollziehbarer Begründung zulässig. Es ist dabei sicherzustellen, dass diese Kühlung entsprechend der Begründung örtlich und zeitlich beschränkt bleibt und dass die baulichen Anforderungen gemäss 2.1.1 bis 2.1.3 eingehalten werden.

4.6 Entfeuchtung

- 4.6.1 Eine Entfeuchtung ist nur in speziellen Situationen erforderlich.
- 4.6.2 Eine Luftkühlung mit zu tiefen Kaltwassertemperaturen kann eine unkontrollierte Entfeuchtung zur Folge haben, was aus energetischen Gründen zu vermeiden ist.
- 4.6.3 Die maximale Raumlufffeuchte im Sommer richtet sich nach den Angaben in 2.2.7. Die maximale Raumlufffeuchte im Winter ist durch die Baukonstruktion begrenzt (SIA 180, Kapitel 6).

5 BEMESSUNG UND TECHNISCHE ANFORDERUNGEN

5.1 Übersicht

- 5.1.1 Die Bemessung basiert auf den Auslegungskriterien gemäss Kapitel 3 und der Systemwahl gemäss Kapitel 4.
- 5.1.2 Die Figur 6 gibt einen Überblick über das Vorgehen bei der Bemessung.
- 5.1.3 Für eine fachgerechte Bemessung müssen die technischen Anforderungen aller relevanten Ziffern von Kapitel 5 gleichzeitig eingehalten werden. Zur Berücksichtigung der verschiedenen gegenseitigen Abhängigkeiten ist es häufig erforderlich, die Themen iterativ zu behandeln.
- 5.1.4 Die Anforderungen an die Kälteerzeugung gelten auch im Falle eines Wassersystems kombiniert mit reiner Fensterlüftung.

5.2 Fensterlüftung

- 5.2.1 Die Möglichkeiten und Grenzen der Fensterlüftung sind in 4.2.2 beschrieben.
- 5.2.2 Es ist sicherzustellen, dass auch im Falle einer Fensterlüftung die in 2.2.6 genannten Anforderungen an die Raumluftqualität erfüllt werden können.
- 5.2.3 Für eine wirksame Fensterlüftung muss die freie Strömungsfläche der im betrachteten Raum zu öffnenden Fenster mindestens 3%, bei Räumen mit intensiverem Fensterlüftungsbedarf (z.B. Pausenlüftung in Schulzimmern) mindestens 5% der Nettogeschossfläche des Raumes betragen. Der höhere Wert ist auch die Voraussetzung für eine Nachtauskühlung durch natürliche Lüftung (SIA 180, Ziffer 5.2.3). Die Fensterflächen zum Öffnen sollten möglichst gleichmässig verteilt sein. Hohe Öffnungen sind wesentlich effizienter als breite.
- 5.2.4 Bei Räumen mit einer Raumtiefe bis zur 2,5-fachen Raumhöhe genügen Fenster auf einer Fassadenseite, bei Raumtiefen von 2,5- bis 5,0-facher Raumhöhe sollen Fenster auf zwei Fassadenseiten (gegenüberliegend oder über Eck) vorhanden sein. Wo dies nicht möglich ist und bei grösseren Raumtiefen ist der Einsatz einer mechanischen Lüftung notwendig.
- 5.2.5 Wenn eine Lüftung über mehrere Geschosse möglich ist, kann der Anwendungsbereich der Fensterlüftung unter Berücksichtigung der Auftriebseffekte möglicherweise erweitert werden.

5.3 Luftvolumenströme

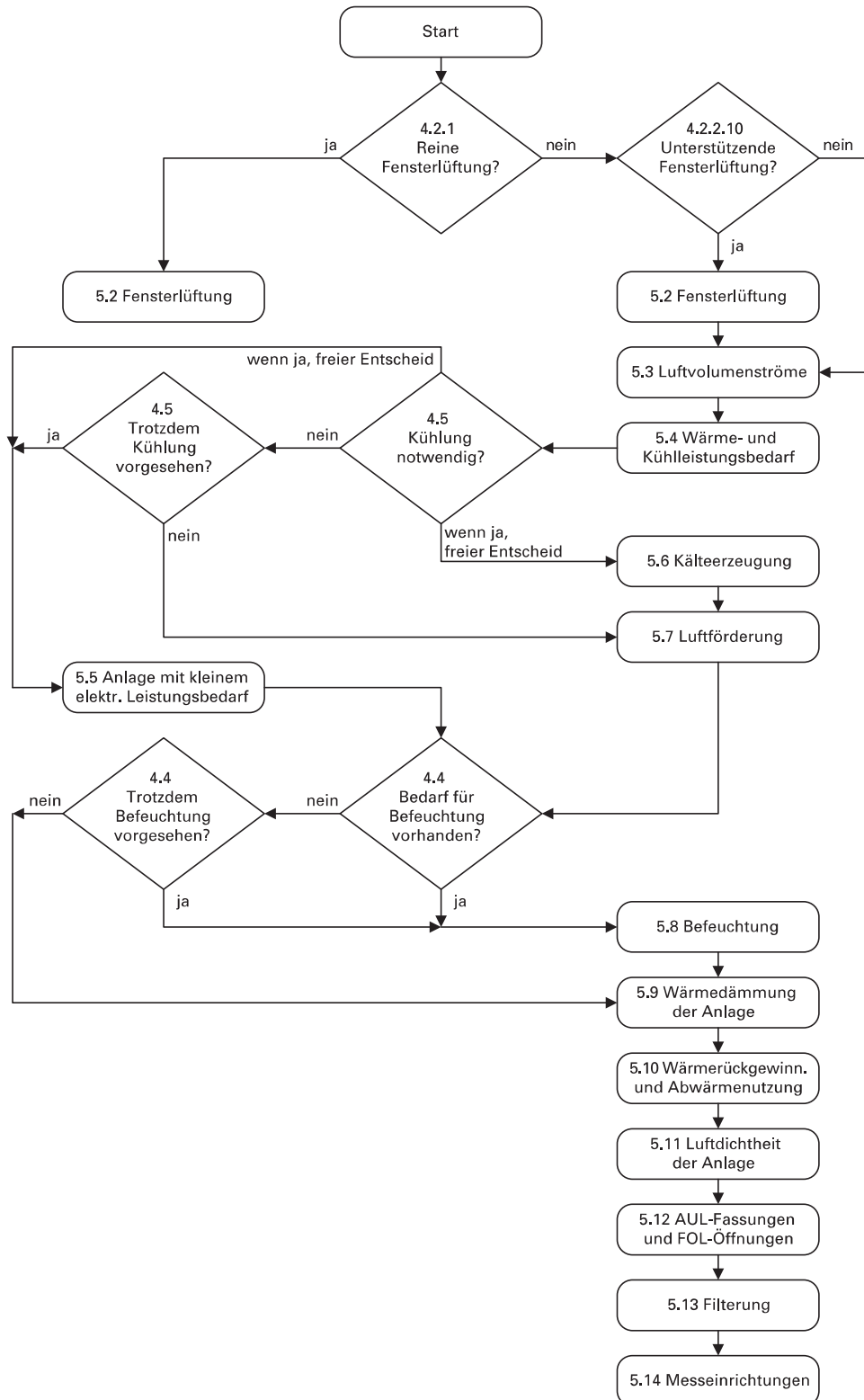
5.3.1 Allgemeines

- 5.3.1.1 Die Luftvolumenströme werden raumweise nach den folgenden Kriterien bestimmt:
- Aussenluft-Volumenstrom pro Person,
 - Zuluftvolumenstrom zur Wärmeabfuhr oder Wärmezufuhr,
 - Zuluftvolumenstrom zur Verdünnung von Luftverunreinigungen,
 - Abluftvolumenstrom zur Abführung von Wärmelasten oder Luftverunreinigungen,
 - Luftvolumenströme für untergeordnete Räume,
 - Druckverhältnisse (Differenz zwischen Zuluft- und Abluftvolumenstrom),
 - Raumdurchspülung,
 - Vorschriften (z.B. Suva, Behörden).
- 5.3.1.2 Sind mehrere Kriterien relevant, ist der grösste resultierende Luftvolumenstrom für die Auslegung massgebend.

5.3.1.3 Wenn in Räumen, welche hauptsächlich dem Aufenthalt von Personen dienen, der erforderliche Zuluftvolumenstrom deutlich grösser ist als der Aussenluft-Volumenstrom zur Gewährleistung des Aussenluft-Volumenstroms pro Person, ist nach anderen technischen Lösungen zu suchen (z.B. direkte Abführung von Abwärme und Schadstoffen, Kühlung oder Heizung mit Wassersystem).

5.3.1.4 Für die Auslegung der Gesamtanlage können Gleichzeitigkeiten der Raumnutzungen berücksichtigt werden, wenn die Anlage entsprechend betrieben werden kann.

Figur 6 Vorgehen bei der Bemessung



5.3.2 Aussenluft-Volumenstrom pro Person

- 5.3.2.1 Der Aussenluft-Volumenstrom ergibt sich aus dem spezifischen Aussenluft-Volumenstrom pro Person gemäss 2.2.6 bzw. SIA 2024 und der Anzahl Personen im Raum.
- 5.3.2.2 Die Auslegung bezieht sich auf den maximalen typischen 1-h-Mittelwert der Personenbelegung (siehe SIA 2024).
- 5.3.2.3 Bei grossem Raumvolumen pro Person und bei zeitlich stark schwankender Belegung kann der instationäre Effekt nach 5.3.4.3 berücksichtigt werden.

5.3.3 Wärmezufuhr oder Wärmeabfuhr

- 5.3.3.1 Der Zuluftvolumenstrom zur Wärmezufuhr oder Wärmeabfuhr ergibt sich aus der Beziehung

$$q_{v,a,ZUL} = \frac{\Phi \cdot f_T}{\rho \cdot c_p \cdot |\theta_{RAL} - \theta_{ZUL}|} \quad (3)$$

| | |
|----------------|---|
| $q_{v,a,ZUL}$ | Zuluftvolumenstrom, in m ³ /h |
| Φ | thermische Leistung, in W (siehe 5.4) |
| f_T | Sekunden pro Stunde ($f_T = 3600$ s/h) |
| ρ | Luftdichte, in kg/m ³ |
| c_p | spezifische Wärmekapazität der Luft, in Ws/(kg·K) |
| θ_{RAL} | Raumlufttemperatur, in °C |
| θ_{ZUL} | Temperatur der Zuluft beim Luftdurchlass, in °C |

Für das Produkt aus Luftdichte und spezifischer Wärmekapazität der Luft gilt vereinfacht

$$\rho \cdot c_p = 1220 - 0,14 \cdot h \quad \text{in Ws/(m}^3 \cdot \text{K)} \quad (4)$$

h Höhenlage, in m ü. M.

- 5.3.3.2 Bei Handrechnungen können die folgenden Vereinfachungen verwendet werden:

Schweizerisches Mittelland: $q_{v,a,ZUL} = \frac{\Phi}{0,32 \cdot |\theta_{RAL} - \theta_{ZUL}|}$ (5)

in 1000 m ü.M.: $q_{v,a,ZUL} = \frac{\Phi}{0,30 \cdot |\theta_{RAL} - \theta_{ZUL}|}$ (6)

- 5.3.3.3 Die massgebende thermische Leistung Φ ergibt sich aus der Berechnung des Wärme- und Kühlleistungsbedarfs (siehe 5.4). Die Bestimmung des Zuluftvolumenstroms zur Wärmezufuhr oder Wärmeabfuhr erfolgt raumweise aufgrund der maximalen 1-h-Mittelwerte während der Auslegungsperioden.
- 5.3.3.4 Bei Anlagen in Räumen, die dem längeren Aufenthalt von Personen dienen, darf im Heizbetrieb die Temperatur der Zuluft beim Luftdurchlass maximal 40 °C (Grund: Komfort), im Lufterhitzer maximal 50 °C (Grund: Versengen von Staubpartikeln) betragen. Im Kühlbetrieb soll die Temperatur der Zuluft beim Luftdurchlass bei Mischlüftung nicht unter 16 °C, bei Quelllüftung nicht unter 18 °C liegen. Je nach Lufteinführung können sich engere Grenzen ergeben, um die Komfortanforderungen im Aufenthaltsbereich einzuhalten.
- 5.3.3.5 Wenn der Zuluftvolumenstrom zur Wärmezufuhr und -abfuhr (5.3.3.1) deutlich grösser ist als der Aussenluft-Volumenstrom aufgrund der Personenbelegung (5.3.2), wird ein ergänzendes Wassersystem empfohlen. Es ist auch eine Umluftbeimischung möglich, zu beachten sind jedoch die hygienischen und energetischen Aspekte (siehe auch 5.3.1.3).

5.3.4 Verdünnung von Luftverunreinigungen

5.3.4.1 Der Zuluftvolumenstrom zur Verdünnung von Luftverunreinigungen (Feuchte, Schadstoffe usw.) ergibt sich unter Vernachlässigung einer allfälligen Abbaurrate und bei vollständiger Durchmischung aus der Beziehung

$$q_{v,a,ZUL} = \frac{G}{C_{RAL} - C_{ZUL}} \quad (7)$$

| | |
|---------------|---|
| $q_{v,a,ZUL}$ | Zuluftvolumenstrom, in m ³ /h |
| G | Schadstoffemissionsrate im Raum, in mg/h oder cm ³ /h |
| C_{RAL} | erlaubte Schadstoffkonzentration im Raum, in mg/m ³ oder ppm |
| C_{ZUL} | Schadstoffkonzentration in der Zuluft, in mg/m ³ oder ppm |

5.3.4.2 Die Berechnung nach 5.3.4.1 muss raumweise für jeden Schadstoff separat durchgeführt werden. Massgebend ist derjenige Schadstoff, welcher zum grössten Zuluftvolumenstrom führt.

5.3.4.3 Die Berechnung nach 5.3.4.1 gilt für einen stationären Zustand mit konstanter Schadstoffemissionsrate. Wenn die Betrachtungsperiode in Stunden kürzer ist als $4 V_R/q_{v,a,ZUL}$, wird der stationäre Endzustand nicht erreicht, und der Zuluftvolumenstrom kann evtl. aufgrund des zeitlichen Verlaufes der Schadstoffkonzentration im Raum reduziert werden. Unter Vernachlässigung einer allfälligen Abbaurrate und bei vollständiger Durchmischung gilt für den Fall, dass der Zuluft- und der Abluftvolumenstrom konstant und gleich gross sind und dass die Schadstoffkonzentration der Aussenluft konstant ist, der folgende Zusammenhang:

$$C_{RAL}(t) = \left[C_{RAL}(0) - \frac{G}{q_{v,a,ZUL}} - C_{ZUL} \right] \cdot e^{-\frac{q_{v,a,ZUL}}{V_R \cdot f_T} t} + \frac{G}{q_{v,a,ZUL}} + C_{ZUL} \quad (8)$$

| | |
|---------------|--|
| $C_{RAL}(t)$ | Schadstoffkonzentration im Raum zur Zeit t , in mg/m ³ oder ppm |
| $C_{RAL}(0)$ | Schadstoffkonzentration im Raum zur Zeit $t = 0$, in mg/m ³ oder ppm |
| C_{ZUL} | Schadstoffkonzentration der Zuluft, in mg/m ³ oder ppm |
| G | Schadstoffemissionsrate im Raum, in mg/h oder cm ³ /h |
| $q_{v,a,ZUL}$ | Zuluftvolumenstrom, in m ³ /h |
| V_R | Raumvolumen, in m ³ |
| f_T | Sekunden pro Stunde ($f_T = 3600$ s/h) |
| t | Zeit, in s |

Ist zum Zeitpunkt $t = 0$ die Schadstoffkonzentration der Raumluft gleich wie jene der Zuluft, gilt:

$$C_{RAL}(t) = C_{RAL}(0) + \frac{G}{q_{v,a,ZUL}} \cdot \left[1 - e^{-\frac{q_{v,a,ZUL}}{V_R \cdot f_T} t} \right] \quad (9)$$

5.3.5 Abluftvolumenströme

5.3.5.1 Bei Räumen mit mechanischer Zu- und Abluft ist der Abluftvolumenstrom in der Regel durch den Zuluftvolumenstrom und die geforderten Druckverhältnisse bestimmt.

5.3.5.2 Für den Abluftvolumenstrom von Küchen und Nassräumen in Wohn- und Bürobauten gelten die Richtwerte in Tabelle 14. Für Wohnbauten finden sich zusätzliche Informationen in SIA 2023.

Tabelle 14 Richtwerte für die Bemessung der Abluftvolumenströme in Wohn- und Bürobauten

| Nutzung | Abluftvolumenstrom bei | | Bezugseinheit |
|--|--|--|---|
| | kontinuierlichem Betrieb | bedarfsgesteuertem Betrieb | |
| Küche Teeküche in Büros Küche in Wohnhäusern Professionelle Küche | 30 m ³ /h 40 m ³ /h ²⁾ | 100–300 m ³ /h 150–600 m ³ /h ¹⁾ ²⁾ | Raum Raum |
| Nassraum Dusche Klosettbecken Urinal Raum mit Dusche Raum ohne Dusche | 40 m ³ /h 10–20 m ³ /h ³⁾ – 4 m ³ /(h·m ²) immer ≥ 40 m ³ /h 3 m ³ /(h·m ²) immer ≥ 20 m ³ /h | 50 m ³ /h 30 m ³ /h 20 m ³ /h 8 m ³ /(h·m ²) immer ≥ 50 m ³ /h 6 m ³ /(h·m ²) immer ≥ 50 m ³ /h | Dusche Klosettbecken Urinal Nettogeschossfläche Raum Nettogeschossfläche Raum |

¹⁾ Umluft möglich

²⁾ Bemessung immer aufgrund der konkreten Situation (SWKI VA102-01)

³⁾ Direktabsaugung über das Klosettbecken empfohlen

5.3.5.3 Bei Nutzungen mit grossen Benutzungsfrequenzen sind grössere Abluftvolumenströme erforderlich.

5.3.6 Luftvolumenströme für untergeordnete Räume

5.3.6.1 Wenn die Kriterien nach 5.3.2 bis 5.3.5 nicht zutreffen (keine Personenbelegung, keine Wärmeabfuhr, keine Schadstoffabfuhr), kann der Richtwert nach 5.3.6.2 verwendet werden.

5.3.6.2 Für untergeordnete Räume ohne besondere Anforderungen an die Raumluftqualität (insbesondere ohne Personenbelegung) gilt ein allgemeiner Richtwert für den Aussenluft- oder Überströmluft-Volumenstrom von 0,5 m³/(h·m²). Dieser Wert gilt für einen Betrieb während mindestens 50% der Zeit. Bei kürzeren Betriebszeiten und sehr hohen Räumen ist eine Erhöhung des Luftvolumenstroms zu prüfen. Bezugsgrösse ist die Nettogeschossfläche des betrachteten Raumes.

5.3.7 Luftmengenbilanz und Druckverhältnisse

Mit einer Luftmengenbilanz über alle versorgten Bereiche ist sicherzustellen, dass die resultierenden Druckverhältnisse den Bedürfnissen nach 4.2.3 entsprechen. Dabei sind auch die Verhältnisse bei Teillast und andere Einflüsse auf die Luftvolumenströme, zum Beispiel Filterverschmutzung, zu berücksichtigen.

5.3.8 Raumdurchspülung

In speziellen Fällen (z.B. Laminarflow) kann die geforderte Raumdurchspülung für den Zuluftvolumenstrom und die Luftmengenbilanz bestimmend sein.

5.3.9 Behördliche Vorschriften

Vor allem bei sicherheitsrelevanten Anlagen und Nutzungen bestehen gesetzliche Vorgaben für die Lüftung, welche unbedingt einzuhalten sind. Grundlage bilden u.a. das Bundesgesetz über die Unfallversicherung (UVG) und das Bundesgesetz über die Produktesicherheit (PrSG).

5.4 Wärme- und Kühlleistungsbedarf

5.4.1 Die Berechnung des Wärme- und Kühlleistungsbedarfs richtet sich nach den Normen SIA 384.201 und SIA 382/2.

- 5.4.2 Bei Gebäuden mit mechanischer Zuluft und statischer Heizung muss vereinbart werden, welche Raumlufttemperatur die statische Heizung ohne Lüftungsbetrieb halten kann. Dabei kann es zweckmässig sein, als Anforderung an die statische Heizung eine tiefere Raumlufttemperatur zu vereinbaren, zum Beispiel generell 18°C. Bei der Auslegung der statischen Heizung ist SIA 384.201 massgebend.
- 5.4.3 Die Luftherhitzer sind so zu bemessen, dass die vereinbarten Raumlufttemperaturen zusammen mit einer allfälligen statischen Heizung eingehalten werden. Für die Auslegung der Lüftung ist die minimale Aussenlufttemperatur der Auslegungsperiode Winter gemäss SIA 2028 zu verwenden, der natürliche Luftaustausch mit 0,3 m³/(h·m²) anzunehmen und die Wirkung der Wärmerückgewinnung zu berücksichtigen. Wenn für die Auslegung der statischen Heizung eine tiefere Raumlufttemperatur vereinbart wurde, ist bei der Luftherhitzerbemessung zu berücksichtigen, dass sich die Wärmeabgabe der statischen Heizung bei der höheren Raumlufttemperatur im gemeinsamen Betrieb reduziert.

5.5 Anlagen mit kleinem elektrischem Leistungsbedarf

- 5.5.1 Im Klima des schweizerischen Mittellandes kann häufig mit kleinem Energieeinsatz zur Kühlung eine massgebliche Verbesserung der thermischen Behaglichkeit im Sommer erreicht werden. Wenn entsprechende Anlagen die Anforderungen von 5.5.2 bzw. 5.5.3 erfüllen, ist eine Kühlung zulässig, auch wenn sie nach 4.5 nur als erwünscht oder als nicht notwendig gilt.
- 5.5.2 Anlagen mit einem elektrischen Leistungsbedarf für die Medienförderung (Luft, Wasser und andere Flüssigkeiten) und die Medienaufbereitung inkl. Kühlung und allfälliger Befeuchtung und Wasseraufbereitung von total maximal 7 W/m² gelten als Anlagen mit kleinem Leistungsbedarf. Die Bezugsfläche ist die gekühlte Nettogeschossfläche.
- 5.5.3 Bestehende Anlagen und sanierte Anlagen gelten bis zu einem elektrischen Leistungsbedarf von total 12 W/m² statt 7 W/m² als Anlagen mit kleinem Leistungsbedarf.
- 5.5.4 Die Gleichzeitigkeit der Anlagenbenutzung muss über den ganzen Tag berücksichtigt werden. Wirkungsgrade, Leistungszahlen usw. sind bei den Auslegungsbedingungen einzusetzen. Eventuelle Verbesserungen in der Teillast werden nicht berücksichtigt. Sehr kleine Elektrizitätsverbraucher wie Klappenantriebe und Regelungen können in der Regel in der Betrachtung vernachlässigt werden.

5.6 Kälteerzeugung

5.6.1 Allgemeines

- 5.6.1.1 Kälteerzeugung (inklusive Rückkühlung) und Kälteverteilung sind als Gesamtsystem zu betrachten und bezüglich Energieeffizienz zu optimieren.
- 5.6.1.2 Die beste Nutzung der eingebrachten Elektroenergie wird erzielt, wenn die Anlage gleichzeitig als Kältemaschine und als Wärmepumpe genutzt wird. So wird sowohl die produzierte Kälte als auch die dabei anfallende Wärme verwendet. Die bei der Kälteerzeugung anfallende Wärme ist zu nutzen, soweit dies technisch und betrieblich möglich und wirtschaftlich tragbar ist. Dies gilt insbesondere für ganzjährig betriebene Kälteanlagen.
- 5.6.1.3 Bei mechanischer Kälteerzeugung ist die Kaltwassertemperatur möglichst hoch zu wählen. Für Klimaanwendungen gelten die folgenden Anforderungen an die Kaltwassertemperatur:
- Klimaanwendungen ohne Entfeuchtung $\theta_{cw} \geq 14^\circ\text{C}$
 - Klimaanwendungen mit Teilentfeuchtung (z.B. Klimaanlage mit Kühldecke) $\theta_{cw} \geq 10^\circ\text{C}$
 - Klimaanwendung mit kontrollierter Entfeuchtung (Prozessklima) $\theta_{cw} \geq 6^\circ\text{C}$
- Für Spezialfälle mit tieferen Kaltwassertemperaturen oder wenn nur ein kleiner Teil der Räume eine Teilentfeuchtung oder eine kontrollierte Entfeuchtung erfordert, ist eine separate Anlage mit eigenem Temperaturniveau zu prüfen.
- 5.6.1.4 Die Anlage ist bedarfsgerecht zu betreiben. Bei einer Abhängigkeit der Kältelast von der Aussenlufttemperatur muss der Sollwert der Kaltwassertemperatur in Abhängigkeit der Aussenlufttemperatur angepasst werden können.

- 5.6.1.5 Wenn die Aussenlufttemperatur 2 K bis 3 K unter der Kaltwassertemperatur liegt, ist Freecooling grundsätzlich möglich. Die Zweckmässigkeit von Freecooling ist unter Berücksichtigung der Leistungszahl der Kältemaschine zu prüfen. Vor allem bei tieferen Leistungszahlen der Kältemaschine ist die Zweckmässigkeit in der Regel gegeben.
- 5.6.1.6 Die maschinenbezogenen Anforderungen an wassergekühlte Kältemaschinen sind in 5.6.2, diejenigen an luftgekühlte Kältemaschinen in 5.6.3 festgelegt. Für die Beurteilung der Energieeffizienz der Hilfsaggregate (Rückkühlpumpen und Ventilatoren) wird der Elektro-Thermo-Verstärkungsfaktor verwendet (siehe auch Anhang C). Die Komponenten sollen so bemessen werden, dass die Rückkühl- bzw. Kälteenergie möglichst effizient gewonnen wird.

5.6.2 Wassergekühlte Kältemaschinen

- 5.6.2.1 Die Anforderungen in 5.6.2 gelten für wassergekühlte Kältemaschinen mit einem Zwischenkreislauf auf der Verdampfer- und der Verflüssigerseite.
- 5.6.2.2 Für die Kältemaschine allein gelten die Anforderungen gemäss Tabelle 15. Diese beruhen auf Herstellerangaben und sind mit Standardbedingungen ermittelt worden. Die Eurovent-Klassen und die dazu gehörenden Werte EER gelten für den Auslegungswert mit 100% Kälteerzeugerleistung. Die Werte ESEER beziehen sich auf das Teillastverhalten und sind gleichzeitig einzuhalten. Weitere Angaben zu den Kennwerten finden sich in Anhang C und unter www.eurovent-certification.com.

Tabelle 15 Energetische Anforderungen an wassergekühlte Kältemaschinen bei Standardbedingungen (siehe Anhang C) und 100% Last

| Kälteerzeugerleistung in kW bei 100% Last | ≤ 12 | 100 | 300 | 600 | ≥ 1000 |
|---|------|------|------|------|--------|
| Grenzwerte | | | | | |
| – Minimaler Wert EER | 3,85 | 4,25 | 4,65 | 5,05 | 5,50 |
| – Minimaler Wert ESEER | 4,30 | 4,80 | 5,50 | 6,10 | 6,70 |
| – Eurovent-Klasse bei den Stützwerten * | D | C | B | A | A+ |
| Zielwerte | | | | | |
| – Minimaler Wert EER | 4,25 | 4,65 | 5,05 | 5,50 | 6,00 |
| – Minimaler Wert ESEER | 5,70 | 6,10 | 6,90 | 7,40 | 8,00 |
| – Eurovent-Klasse bei den Stützwerten * | C | B | A | A+ | A++ |

* Bei einer Beurteilung anhand der Eurovent-Klasse ist bei Kälteerzeugerleistungen zwischen den Stützwerten die Anforderung erfüllt, wenn die Kältemaschine mindestens die nächstbessere Eurovent-Klasse aufweist. Die Klassen A bis D entsprechen der Klassierung nach Eurovent. Die Klassen A+ und A++ sind eine Erweiterung dieser Norm.

Für Zwischenwerte der Kälteerzeugerleistungen in Tabelle 15 sind die Werte EER und ESEER linear zu interpolieren. Die Vorgaben für die Standardbedingungen sind mit einem Verschmutzungswert gleich $0 \text{ m}^2\text{K/W}$, d.h. mit sauberen Apparaten, zu rechnen. In Tabelle 15 ist mit dem Medium Wasser zu rechnen.

- 5.6.2.3 Neben den Anforderungen gemäss 5.6.2.2 muss die minimale Energieeffizienz für die gesamte Anlage bei den effektiven Anlagebedingungen erfüllt werden. Dabei sind die folgenden Randbedingungen zu berücksichtigen:
- Die zulässigen Kaltwassertemperaturen gemäss 5.6.1.3 sind einzuhalten.
 - Als Grundlage für die Berechnung der Energieeffizienz sind die folgenden Aussenbedingungen zu berücksichtigen (welche in den meisten Fällen nicht den Auslegungsbedingungen entsprechen): Aussenlufttemperatur 32°C, relative Feuchte 40%.
 - Bei der Teillast von 50% der Kälteleistung der Kältemaschine wird mit abgesenkter Rückkühlmediumtemperatur am Eintritt des Verflüssigers von 22°C gerechnet (entsprechend ESEER-Vorgabe). Bei der Rückkühlung sind als Richtwerte die folgenden Aussenbedingungen zu berücksichtigen:
 - Verdunstungsrückkühler: 24°C / 50% r.F.
 - Trockenrückkühler: 18°C (gilt auch für Rückkühler mit adiabatischer Vorkühlung im Trockenbetrieb)

Die Kenngrösse EER+ muss bei Vollast- und bei Teillastbetrieb der Kälteanlage die Anforderungen gemäss Tabelle 16 erfüllen. Bei der Berechnung des Leistungsbedarfs sind zu berücksichtigen:

- Leistungsbedarf der Kältemaschine an den Klemmen (inkl. Steuerung, Regelung und Sicherheiten),
- Verschmutzungswert gleich 0 m²K/W,
- Rückkühlung inklusive Pumpen und Ventilatoren,
- anteilmässiger Leistungsbedarf der Verdampferpumpe für die Überwindung des Druckverlustes des Verdampfers.

Diese Überprüfung muss durch den Planer vorgenommen werden, da neben der Kältemaschine die Rückkühlung mitberücksichtigt werden muss.

Tabelle 16 Energetische Anforderungen an wassergekühlte Kälteanlagen inkl. Rückkühlung (Pumpen und Ventilatoren) bei Bedingungen gemäss 5.6.2.3 bei 100% und 50% Last

| Kälteerzeugerleistung in kW bei 100% Last | ≤ 12 | 100 | 300 | 600 | ≥ 1000 |
|---|------|------|------|------|--------|
| Grenzwerte | | | | | |
| – Minimaler Wert EER+ bei 100% Last | 3,10 | 3,20 | 3,30 | 3,50 | 3,70 |
| – Minimaler Wert EER+ bei 50% Last | 4,40 | 4,70 | 5,30 | 5,80 | 6,00 |
| Zielwerte | | | | | |
| – Minimaler Wert EER+ bei 100% Last | 3,90 | 4,00 | 4,10 | 4,30 | 4,50 |
| – Minimaler Wert EER+ bei 50% Last | 5,20 | 6,00 | 7,00 | 7,60 | 8,00 |

Für Zwischenwerte der Kälteerzeugerleistungen in Tabelle 16 sind die Werte EER+ linear zu interpolieren. Die Vorgaben für die Standardbedingungen sind mit einem Verschmutzungswert gleich 0 m²K/W, d.h. mit sauberen Apparaten, zu rechnen. In Tabelle 16 ist mit den effektiv eingesetzten Medien zu rechnen.

Für weitere Angaben siehe Anhang C.

- 5.6.2.4 Die meisten Kälteanlagen weisen einen variablen Leistungsbedarf auf. Die Anlagen sind so zu planen, dass die Leistungszahl in der Teillast, bei abgesenkten Rückkühlwasser- bzw. Verflüssigungstemperaturen, entsprechend der Teillastkurve über der Leistungszahl bei Vollast zu liegen kommt.

5.6.3 Luftgekühlte Kältemaschinen

- 5.6.3.1 Die Anforderungen in 5.6.3 gelten für einen kompakten Kaltwassersatz für die Aussenaufstellung, welcher für die Kühlung eines Kälteträgers verwendet wird. Dieser beinhaltet neben dem Kältekreis den Direktverflüssiger mit den Ventilatoren, die gesamte Steuerung, die Elektroinstallation, die Hydraulik mit Pumpe(n) und eventuell einen Speicher. Luftgekühlte Kältemaschinen haben auf der Verdampferseite einen Zwischenkreislauf, auf der Verflüssigerseite keinen.

- 5.6.3.2 Für luftgekühlte Kältemaschinen ab 12 kW Kälteerzeugerleistung gelten die Anforderungen gemäss Tabelle 17 (siehe auch Anhang C).

Tabelle 17 Energetische Anforderungen an luftgekühlte Kältemaschinen bei Standardbedingungen und 100% Last

| Kälteerzeugerleistung in kW bei 100% Last | 12 | 100 | 300 | 600 | ≥ 1000 |
|---|------|------|------|------|--------|
| Grenzwerte | | | | | |
| – Eurovent-Klasse mindestens * | B | A | A+ | A++ | A++ |
| – Minimaler Wert EER | 2,90 | 3,10 | 3,20 | 3,40 | 3,50 |
| – Minimaler Wert ESEER ** | 3,80 | 4,00 | 4,20 | 4,40 | 4,60 |
| Zielwerte | | | | | |
| – Eurovent-Klasse mindestens * | A | A+ | A++ | A++ | A++ |
| – Minimaler Wert EER | 3,10 | 3,20 | 3,40 | 3,60 | 3,70 |
| – Minimaler Wert ESEER ** | 4,20 | 4,50 | 4,80 | 5,00 | 5,20 |

* Die Klassen A und B entsprechen der Klassierung nach Eurovent. Die Klassen A+ und A++ sind eine Erweiterung dieser Norm

** Berechnung ESEER gemäss Eurovent RS6/C/003-2011

Für Zwischenwerte der Kälteerzeugerleistungen in Tabelle 17 sind die Werte EER und ESEER linear zu interpolieren. Die Vorgaben für die Standardbedingungen sind mit einem Verschmutzungswert gleich 0 m²K/W, d.h. mit sauberen Apparaten, zu rechnen. In Tabelle 17 ist mit dem Medium Wasser zu rechnen.

- 5.6.3.3 Für luftgekühlte Kältemaschinen gelten keine zusätzlichen Anforderungen betreffend EER. Im effektiven Betrieb wird die Kenngrösse EER mit Einhaltung der höheren Kaltwassertemperaturen gemäss 5.6.1.3 besser. Damit die EER-Werte auch bei Teillastbedingungen höher liegen, ist bei luftgekühlten Kältemaschinen ab 12 kW Kälteerzeugerleistung eine Schiebung des Sollwertes des Verflüssigungsdruckes in Abhängigkeit der Aussenlufttemperatur unerlässlich.
- 5.6.3.4 Für Maschinen mit VRF (Variable Refrigerant Flow) und für die Anlagen mit getrennt angeordneten Direktverflüssigern gelten immer die Zielwerte von Tabelle 17.
- 5.6.3.5 Für luftgekühlte Kältemaschinen unter 12 kW Kälteerzeugerleistung enthält diese Norm keine Anforderungen. Energetisch gute Produkte finden sich in topten.ch unter der Rubrik Haus > Klimageräte.

5.7 Luftförderung

5.7.1 Allgemeines

Zur Gewährleistung eines geringen Leistungs- und Energiebedarfs für die Luftförderung sind die Einzelanforderungen an die Druckverluste (5.7.2) und die Gesamtwirkungsgrade der Ventilatoren (5.7.3) oder die Systemanforderungen an die spezifische Ventilatorleistung (5.7.4) bzw. an die spezifische Geräteleistung (5.7.5) einzuhalten. Zusätzlich sind die Anforderungen an einen bedarfsgerechten Betrieb (5.7.6) einzuhalten.

5.7.2 Druckverluste

- 5.7.2.1 Mit einem geeigneten Schachtkonzept und direkter Leitungsführung sind die Transportwege für die Luft möglichst kurz zu halten.
- 5.7.2.2 Bei der Bemessung des Leitungsnetzes und der Auswahl der Apparate ist auf kleine Luftgeschwindigkeiten, strömungsgünstige Formgebung und damit geringe Druckverluste zu achten.
- 5.7.2.3 Zu einer fachgerechten Bemessung gehört eine Druckverlustberechnung für das gesamte Luftleitungsnetz.
- 5.7.2.4 Die gesamten Druckverluste der Anlage sollen bei maximalem Luftvolumenstrom, sauberen Filtern und ohne allfällige Bypassöffnungen die Werte nach Tabelle 18 nicht überschreiten. Die unteren Bereichswerte gelten für einfachere, die oberen für aufwendigere Anlagen. Die Druckverluste von Zu- und Abluftanlage können gegenseitig kompensiert werden.

Tabelle 18 Maximale Druckverluste der verschiedenen Anlagentypen
(Summe der externen und internen Druckverluste)

| Anlagentyp gemäss Ziffer 1.5 | Maximale Druckverluste in Pa | | |
|--|------------------------------|--------------|----------|
| | Zuluftanlage | Abluftanlage | Total |
| Einfache Zuluftanlage | 100–150 | – | 100–150 |
| Zuluftanlage mit Lufterwärmung, Umluftkühlgerät | 100–200 | – | 100–200 |
| Einfache Abluftanlage | – | 50–100 | 50–100 |
| Abluftanlage mit Abwärmenutzung | – | 150–300 | 150–300 |
| Einfache Lüftungsanlage | 250–400 | 150–300 | 400–700 |
| Lüftungsanlage mit Lufterwärmung | 400–600 | 300–550 | 700–1150 |
| Lüftungsanlage mit Lufterwärmung und -befeuchtung | 450–650 | 350–600 | 800–1250 |
| Einfache Klimaanlage | 500–700 | 300–550 | 800–1250 |
| Klimaanlage mit Luftbefeuchtung | 550–800 | 350–600 | 900–1400 |
| Klimaanlage mit Luftbe- und -entfeuchtung | 600–900 | 350–600 | 950–1500 |

5.7.2.5 Bei Einhaltung der Richtwerte für die maximalen Luftgeschwindigkeiten gemäss 5.7.2.6 und 5.7.2.7 erfüllen die resultierenden Druckdifferenzen im Allgemeinen die Anforderungen nach 5.7.2.4. Entsprechende Werte werden auch in Vorschriften von Kantonen gefordert und müssen ggf. eingehalten werden. Die Luftgeschwindigkeit ergibt sich aus dem Luftvolumenstrom geteilt durch die Nettofläche des Apparates bzw. der Luftleitung.

5.7.2.6 Richtwert für die effektive maximale Luftgeschwindigkeit in Apparaten: 2 m/s (bezogen auf die Nettofläche).

5.7.2.7 Richtwerte für die maximalen Luftgeschwindigkeiten in Luftleitungen je nach maximalem Luftvolumenstrom:

| | | |
|------|--------------------------|---------|
| bis | 40 m ³ /h | 2,5 m/s |
| bis | 1 000 m ³ /h | 3 m/s |
| bis | 2 000 m ³ /h | 4 m/s |
| bis | 4 000 m ³ /h | 5 m/s |
| bis | 10 000 m ³ /h | 6 m/s |
| über | 10 000 m ³ /h | 7 m/s |

Bei verzweigten Luftleitungssystemen sind diese Richtwerte im Strang mit dem grössten Druckverlust einzuhalten. In untergeordneten Strängen sind höhere Luftgeschwindigkeiten zulässig. Zu beachten sind jedoch die schalltechnischen Anforderungen.

5.7.2.8 Bei Luftvolumenströmen über 1000 m³/h und Betriebszeiten von mehr als 2000 h/a werden tiefere Werte empfohlen, welche im Einzelfall mit einer Optimierung zu ermitteln sind.

5.7.3 Gesamtwirkungsgrad der Ventilatoren

5.7.3.1 Die Beurteilung der Gesamtwirkungsgrade der Ventilatoren stützt sich auf die europäischen Vorschriften, welche von der EU auf der Basis der Richtlinie 2009/125/EC vom 21. Oktober 2009 für Ventilatoren mit einer elektrischen Aufnahmeleistung der Motoren von 125 W bis 500 kW erlassen worden sind.² Für Lüftungsanlagen mit einer Leistung von <125 W pro Ventilator (z.B. Wohnungslüftungsgeräte) werden die Anforderungen nach der genannten Richtlinie unter Lot 10 zugrunde gelegt.

² Europäische Kommission: Verordnung (EU) Nr. 327/2011 der Kommission vom 30. März 2011 zur Durchführung der Richtlinie 2009/125/EG des Europäischen Parlaments und des Rates im Hinblick auf die Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung von Ventilatoren, die durch Motoren mit einer elektrischen Eingangsleistung zwischen 125 W und 500 kW angetrieben werden.

- 5.7.3.2 Für Anlagen im Anwendungsbereich dieser Norm sind ausschliesslich Axial- oder Radialventilatoren einzusetzen, welche die ab 2015 geltenden Effizienzanforderungen der EU erfüllen (zweite Stufe). Eine Anwendung von Querstromgebläsen (crossflow fans) ist auch bei Einhaltung der genannten Anforderungen nur mit spezieller Begründung zulässig.
- 5.7.3.3 Den Einbaubedingungen und dem Teillastbetrieb der Ventilatoren ist besondere Aufmerksamkeit zu schenken. Die Auslegung soll so erfolgen, dass im ganzen Anwendungsbereich ein möglichst guter Wirkungsgrad erzielt wird.
- 5.7.3.4 Für energetische Betrachtungen ist der energiegewichtete mittlere Wirkungsgrad unter den tatsächlichen Betriebsbedingungen massgebend. Im Teillastbetrieb liegen die Wirkungsgrade deutlich tiefer.

5.7.4 Spezifische Ventilatorleistung

- 5.7.4.1 Die spezifische Ventilatorleistung von Zuluft- und Abluftventilatoren muss im Normalbetrieb die Anforderungen nach den Tabellen 19 und 20 erfüllen. Für allfällige separate Umluftventilatoren gelten SFP 1 bis SFP 2.

Tabelle 19 SFP-Kategorie der Ventilatoren für normale Anlagen

| Anlagentyp gemäss Ziffer 1.5 | SFP-Kategorie gemäss Ziffer 1.8 | | | |
|---|---------------------------------|----------|------------------|----------|
| | Zuluftventilator | | Abluftventilator | |
| | Grenzwert | Zielwert | Grenzwert | Zielwert |
| Einfache Zuluftanlage | SFP 1 | SFP 1+ | – | – |
| Zuluftanlage mit Lufterwärmung, Umluftkühlgerät | SFP 1 | SFP 1+ | – | – |
| Einfache Abluftanlage | – | – | SFP 1 | SFP 1+ |
| Abluftanlage mit Abwärmenutzung | – | – | SFP 1 | SFP 1+ |
| Einfache Lüftungsanlage | SFP 1 | SFP 1+ | SFP 1 | SFP 1+ |
| Lüftungsanlage mit Lufterwärmung | SFP 2 | SFP 1 | SFP 1 | SFP 1+ |
| Lüftungsanlage mit Lufterwärmung und -befeuchtung | SFP 2 | SFP 1 | SFP 1 | SFP 1+ |
| Einfache Klimaanlage | SFP 3 | SFP 2 | SFP 2 | SFP 1 |
| Klimaanlage mit Luftbefeuchtung | SFP 3 | SFP 2 | SFP 2 | SFP 1 |
| Klimaanlage mit Luftbe- und -entfeuchtung | SFP 3 | SFP 2 | SFP 2 | SFP 1 |

Tabelle 20 Spezifische Leistung der Ventilatoren für normale Anlagen

| Anlagentyp gemäss Ziffer 1.5 | Spezifische Ventilatorleistung in W pro m ³ /h gemäss Ziffer 1.8 | | | |
|---|---|----------|------------------|----------|
| | Zuluftventilator | | Abluftventilator | |
| | Grenzwert | Zielwert | Grenzwert | Zielwert |
| Einfache Zuluftanlage | 0,14 | 0,083 | – | – |
| Zuluftanlage mit Lufterwärmung, Umluftkühlgerät | 0,14 | 0,083 | – | – |
| Einfache Abluftanlage | – | – | 0,14 | 0,083 |
| Abluftanlage mit Abwärmenutzung | – | – | 0,14 | 0,083 |
| Einfache Lüftungsanlage | 0,14 | 0,083 | 0,14 | 0,083 |
| Lüftungsanlage mit Lufterwärmung | 0,21 | 0,14 | 0,14 | 0,083 |
| Lüftungsanlage mit Lufterwärmung und -befeuchtung | 0,21 | 0,14 | 0,14 | 0,083 |
| Einfache Klimaanlage | 0,35 | 0,21 | 0,21 | 0,14 |
| Klimaanlage mit Luftbefeuchtung | 0,35 | 0,21 | 0,21 | 0,14 |
| Klimaanlage mit Luftbe- und -entfeuchtung | 0,35 | 0,21 | 0,21 | 0,14 |

5.7.4.2 Die Tabellen 19 und 20 gelten für normale Anlagen. Für Anlagen mit speziellen Anforderungen an die Luftbehandlung (z.B. HEPA-Filter) und/oder den Schallschutz kann die SFP-Kategorie von Tabelle 19 um eine Kategorie erhöht werden (ausser bei einfachen Zuluftanlagen),³ Es können damit die spezifischen Ventilatorleistungen nach Tabelle 21 akzeptiert werden.

Tabelle 21 Spezifische Leistung der Ventilatoren für Anlagen mit speziellen Anforderungen

| Anlagentyp gemäss Ziffer 1.5 | Spezifische Ventilatorleistung in W pro m ³ /h gemäss Ziffer 1.8 | | | |
|---|---|----------|------------------|----------|
| | Zuluftventilator | | Abluftventilator | |
| | Grenzwert | Zielwert | Grenzwert | Zielwert |
| Einfache Zuluftanlage | 0,14 | 0,083 | – | – |
| Zuluftanlage mit Lufterwärmung, Umluftkühlgerät | 0,21 | 0,14 | – | – |
| Einfache Abluftanlage | – | – | 0,14 | 0,083 |
| Abluftanlage mit Abwärmenutzung | – | – | 0,21 | 0,14 |
| Einfache Lüftungsanlage | 0,21 | 0,14 | 0,21 | 0,14 |
| Lüftungsanlage mit Lufterwärmung | 0,35 | 0,21 | 0,21 | 0,14 |
| Lüftungsanlage mit Lufterwärmung und -befeuchtung | 0,35 | 0,21 | 0,21 | 0,14 |
| Einfache Klimaanlage | 0,56 | 0,35 | 0,35 | 0,21 |
| Klimaanlage mit Luftbefeuchtung | 0,56 | 0,35 | 0,35 | 0,21 |
| Klimaanlage mit Luftbe- und -entfeuchtung | 0,56 | 0,35 | 0,35 | 0,21 |

5.7.4.3 Wenn die Anforderung an die spezifische Ventilatorleistung erfüllt ist, entfallen die Einzelanforderungen an die Druckverluste, die Luftgeschwindigkeit und den Gesamtwirkungsgrad der Ventilatoren.

5.7.5 Spezifische Geräteleistung

5.7.5.1 Kompaktgeräte können anhand der spezifischen Geräteleistung gemäss 1.9 beurteilt werden. Für Wohnungslüftungsgeräte gelten die folgenden Anforderungen:

Grenzwert: $SPI \leq 0,35$ W pro m³/h (SPI 2)

Zielwert: $SPI \leq 0,28$ W pro m³/h

5.7.5.2 Auch bei Kompaktgeräten ist sicherzustellen, dass die Druckverluste im vorgegebenen Bereich bleiben.

5.7.6 Bedarfsgerechter Betrieb

5.7.6.1 Bei variabler Nutzung sollen der Luftvolumenstrom und die Betriebszeit der Anlage mindestens entsprechend den Anforderungen in Tabelle 22 dem Bedarf angepasst werden.

Tabelle 22 Betriebsart der Lüftung in Abhängigkeit des spezifischen Aussenluft-Volumenstroms (bezogen auf die Nettogeschossfläche)

| $q_{v,a,AUL}/A_{NGF}$ | Grenzwert | Zielwert |
|--|------------------------|------------------------|
| < 5 m ³ /(h·m ²) | einstufig | zweistufig (67%, 100%) |
| 5 bis 10 m ³ /(h·m ²) | zweistufig (67%, 100%) | stufenlos (≥ 20%) |
| > 10 m ³ /(h·m ²) | stufenlos | stufenlos (≥ 20%) |

³ Ersetzt die in EN 13779, Ziffer 6.5.2, vorgesehene Erweiterung der spezifischen Ventilatorleistung für besondere Anwendungen.

5.7.6.2 Bei der einstufigen Betriebsart erfolgt die Ein/Aus-Schaltung mindestens über eine zeitabhängige Steuerung (vgl. 1.5.9 RAL-C3). Bei der zweistufigen und stufenlosen Betriebsart ist eine bedarfsabhängige Steuerung oder Regelung erforderlich (RAL-C4 bis RAL-C6).

5.7.6.3 Bei Nutzungen wie Wohnen, Bettzimmer oder Hotelzimmer mit unterschiedlichen Aussenluft-raten am Tag und während der Nacht sind immer mindestens zweistufige Anlagen mit zeitabhän-giger Steuerung (RAL-C3) vorzusehen.

5.7.7 **Elektrizitätsbedarf Lüftung**

Die Berechnung des jährlichen Elektrizitätsbedarfs für die Luftförderung ist in Anhang D beschrie-ben.

5.8 **Befeuchtung**

5.8.1 Wenn eine aktive Befeuchtung erforderlich ist, muss diese energieeffizient erfolgen und die Anlage ist bedarfsgerecht zu betreiben.

5.8.2 Wenn in einer Lüftungs- oder Klimaanlage eine Befeuchtung realisiert wird, ist eine Wärmerück-gewinnung mit einer Feuchteübertragung vorzusehen. Für eine wirksame Feuchteübertragung muss der Feuchtegehalts-Änderungsgrad im gesamten Anwendungsbereich, in dem eine Befeuch-tung erwünscht ist, mindestens 60% betragen. Ausnahmen sind Anwendungen mit besonderen Anforderungen an die Hygiene oder wenn eine energetisch gleichwertige Lösung realisiert wird (z.B. Befeuchtung mit Nutzung nicht anderweitig nutzbarer Abwärme).

5.8.3 Bei der Systemwahl und der Wartung erfordern die hygienischen Aspekte besondere Aufmerksam-keit. Schlecht gewartete Befeuchtungseinrichtungen können ernsthafte hygienische Probleme ver-ursachen.

5.8.4 Die Befeuchtung muss nach SIA 382/2 auf die tatsächlich erforderliche Befeuchterleistung ausge-legt werden, nach der momentan erforderlichen Befeuchterleistung geregelt werden und örtlich und zeitlich auf die Bereiche mit ausgewiesenem Bedarf beschränkt bleiben. Der begrenzte Einsatz örtlicher Befeuchtungseinrichtungen kann zweckmässiger sein als eine generelle Befeuchtung durch die Lüftungs- oder Klimaanlage.

5.8.5 Wenn nach den Abklärungen in 4.4 eine Befeuchtung erforderlich ist und trotzdem auf diese ver-zichtet wird, ist sicherzustellen, dass später eine aktive Befeuchtung nachgerüstet werden kann, welche die oben genannten Anforderungen erfüllt.

5.9 **Wärmedämmung der Anlage**

5.9.1 Sämtliche Luftleitungen, Rohre und Geräte, bei denen ohne Wärmedämmung im Auslegungsfall ein Wärmestrom zwischen Medium und Umgebung von mehr als 8 W/m^2 auftreten würde, müs-sen so wärmegeklämt sein, dass der Wärmestrom mit der Wärmedämmung maximal 5 W/m^2 be-trägt.

5.9.2 Bei Luftleitungen (Kanäle und Rohre) gilt die Anforderung von 5.9.1 als erfüllt, wenn die Dämm-dicke die Mindestanforderung nach Tabelle 23 erfüllt.

Tabelle 23 Minimale Dämmdicken von Luftleitungen je nach deren Art und Lage

| Art der Luftleitung | Dämmdicke je nach Lage der Luftleitung | | |
|---------------------|--|---|--|
| | Innerhalb der thermischen Gebäudehülle | In allseitig geschlossenem Raum ausserhalb der thermischen Gebäudehülle | In nicht allseitig geschlossenem Raum oder im Freien |
| AUL oder FOL | 100 mm (60 mm)* | 30 mm | 0 |
| ZUL oder ABL | Je nach Temperaturdifferenz zwischen Medium und Umgebung im Auslegungsfall: < 5 K 0 mm 5 bis < 10 K 30 mm 10 bis < 15 K 60 mm ≥ 15 K 100 mm | 60 mm | 100 mm |

* Der Wert von 60 mm gilt für Anlagen mit Erdreich-Wärmeübertrager oder anderer Lufterwärmung vor der WRG.

Die Dämmdicken in Tabelle 23 gelten für einen λ -Wert zwischen 0,03 und 0,05 W/(m·K). Bei λ -Werten unter 0,03 W/(m·K) kann, bei λ -Werten über 0,05 W/(m·K) muss die Dämmdicke so angepasst werden, dass der Wärmeverlust der Situation mit den Dämmdicken von Tabelle 23 mit $\lambda = 0,04$ W/(m·K) entspricht.

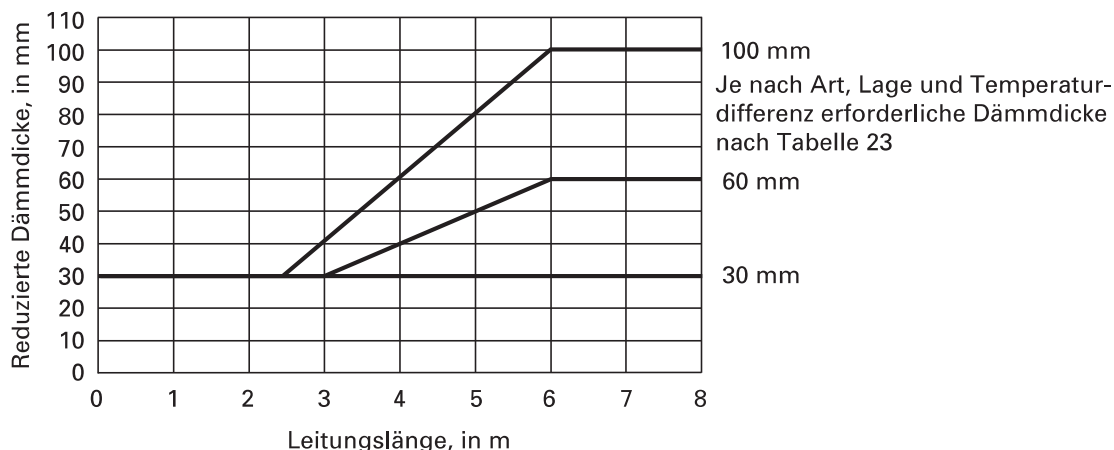
Wenig benutzte Luftleitungen (Betriebszeit < 500 h/a) müssen nicht wärmegeämmt werden, wenn sie ausserhalb der Nutzungszeit mit Klappen im Bereich der thermischen Gebäudehülle abgeschlossen werden (z.B. Luftleitungen für die Zuluft von Cheminées oder für die Entrauchung).

5.9.3

Bei kleinen Anlagen mit weniger als 6 m langen Leitungen mit massgebenden Wärmeverlusten können die Dämmdicken von Tabelle 23 entsprechend Figur 7 reduziert werden, wenn gleichzeitig die folgenden Punkte eingehalten sind:

- Luftvolumenstrom im Normallüftungsbetrieb maximal 220 m³/h. Bei der maximal zulässigen Luftgeschwindigkeit von 3 m/s entspricht dies einem Durchmesser von 160 mm.
- Zuluft- und Ablufttemperaturen zwischen 15°C und 30°C.
- Luftaufbereitungsgerät mit Wärmerückgewinnung (Platten- oder Rotationswärmeübertrager), aber keine Abluft-Wärmepumpe.

Figur 7 Reduzierte Dämmdicken bei kleinen Anlagen mit Leitungslängen von weniger als 6 m



- 5.9.4 Bei Luftaufbereitungsgeräten gelten die Anforderungen von 5.9.1 mit folgenden Dämmdicken als erfüllt:
- Innenaufstellung mindestens 50 mm
 - Aussenaufstellung mindestens 80 mm

Für kleine Luftaufbereitungsgeräte mit einer äusseren Oberfläche von weniger als 2 m² gilt folgende Anforderung für die minimale Dämmdicke:

- Innenaufstellung mindestens 30 mm
- Aussenaufstellung mindestens 80 mm

Die Anforderungen für Aussenaufstellung gelten für Luftaufbereitungsgeräte, welche im Freien oder in nicht allseitig geschlossenen Räumen (z.B. in Parkgaragen) aufgestellt werden. Bei Aufstellung in allseitig geschlossenen Räumen gilt unabhängig von Beheizung und Dämmpemeter die Anforderung für Innenaufstellung.

Die genannten Dämmdicken gelten für einen λ -Wert von 0,04 W/(m·K). Bei λ -Werten unter 0,04 W/(m·K) kann, bei λ -Werten über 0,04 W/(m·K) muss die Dämmdicke so angepasst werden, dass der Wärmeverlust der Situation mit den oben genannten Dämmdicken mit $\lambda = 0,04$ W/(m·K) entspricht.

- 5.9.5 Die Art und Konstruktion der Wärmedämmung muss folgende Anforderungen erfüllen:
- Keine Kondensation innerhalb der Konstruktion und auf der Oberfläche.
 - Schutz der Wärmedämmung vor mechanischen Beschädigungen.
 - Die Reinigung von Luftleitungen muss auch mit der Wärmedämmung gut möglich sein.
 - Möglichst geringe Umweltbelastung bei der Herstellung, Anwendung und Entsorgung.

- 5.9.6 Bei Luftleitungen für Aussenluft, Umluft und Zuluft dürfen aus hygienischen Gründen keine Innendämmungen verwendet werden.

5.10 Wärmerückgewinnung und Abwärmenutzung

- 5.10.1 Alle Lüftungsanlagen und alle Klimaanlage sind mit einer wirksamen Wärmerückgewinnung auszurüsten. Ausnahmen sind zu begründen.

- 5.10.2 Wärmerückgewinnungsanlagen sollen auf einen Jahresnutzungsgrad von mindestens 75% ausgelegt werden und müssen die Anforderungen gemäss SWKI VA300-01 (Wärmerückgewinnung) und SWKI 2003-3 (Rückkühlung) erfüllen. Diese Betrachtung gilt für das tatsächliche Verhalten der Wärmerückgewinnungsanlage inkl. Kondensation und Feuchteübertragung.

- 5.10.3 Der Temperatur-Änderungsgrad der Wärmerückgewinnung muss auch ohne Kondensation immer mindestens 70% erreichen. Die Messung soll im Normalfall bei den Auslegungsluftmengen und Aussenlufttemperaturen um 5°C erfolgen. Bei Messungen bei tieferen Aussenlufttemperaturen ist sicherzustellen, dass im Wärmerückgewinnungssystem keine Kondensation erfolgt.

Bei Wohnungslüftungsgeräten muss das Temperaturverhältnis bezogen auf die Zuluftseite mindestens 75% erreichen.

- 5.10.4 Bei allen Wärmerückgewinnungsanlagen ist auf eine gute Luftdichtheit zwischen der Zuluft- und der Abluftseite zu achten. Zudem sollen die Druckverhältnisse wenn immer möglich so gewählt werden, dass die Zuluftseite gegenüber der Abluftseite in Überdruck gehalten wird. In hygienisch kritischen Fällen und generell bei Abluft aus Räumen, in denen geraucht wird, sind bezüglich Luftdichtheit kritische Konstruktionen wie zum Beispiel rotierende Wärmeübertrager nach Möglichkeit zu vermeiden, oder es ist sicherzustellen, dass die Druckverhältnisse in allen Betriebszuständen keine Geruchsübertragung zulassen.

- 5.10.5 Einfache Abluftanlagen sind soweit als möglich und zweckmässig mit einer Abwärmenutzung auszurüsten. Bei Abluft aus warmen Räumen mit einem Luftvolumenstrom über 1000 m³/h und einer Betriebszeit von mehr als 500 h/a sind einfache Abluftanlagen immer mit einer Abwärmenutzung auszuführen, sofern ein geeigneter Abnehmer vorhanden ist. Mehrere getrennte einfache Abluftanlagen im gleichen Gebäude gelten als eine Anlage, das heisst, deren Abluftvolumenströme im Auslegungsfall sind zu addieren.

5.11 Luftdichtheit der Anlage

5.11.1 Allgemeines

5.11.1.1 Die Klassierung und die Prüfung der Luftdichtheit von rechteckigen und runden Luftleitungen sowie des Gesamtsystems richten sich nach SN EN 1507, SN EN 12237 und SN EN 15727. Für flexible Luftleitungen gilt SN EN 13180, für Luftleitungen in Dämmplatten SN EN 13403. Die Anforderungen an die Dichtheit von Luftbehandlungsgeräten, einschliesslich Bypass-Undichtheit von Filtern, sowie deren Prüfung sind in SN EN 1886 enthalten.

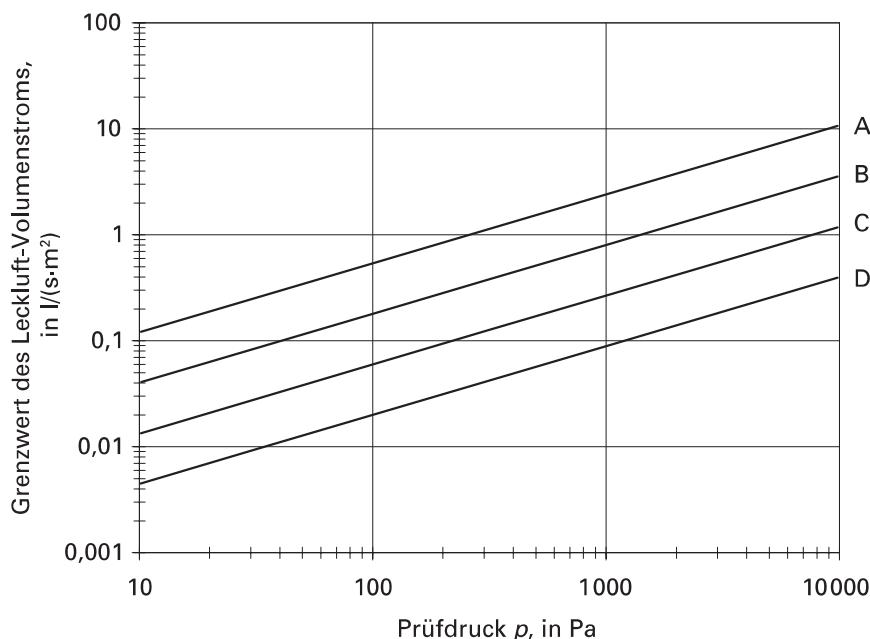
5.11.1.2 Es werden die Dichtheitsklassen A bis D gemäss Tabelle 24 und Figur 8 unterschieden.

Tabelle 24 Klassierung der Luftdichtheit nach SN EN 1507, SN EN 12237 und SN EN 15727

| Luftdichtheitsklasse | Grenzwert des spezifischen Leckluftvolumenstroms $l/(s \cdot m^2)$ |
|----------------------|--|
| A | $0,027 \cdot p^{0,65}$ |
| B | $0,009 \cdot p^{0,65}$ |
| C | $0,003 \cdot p^{0,65}$ |
| D | $0,001 \cdot p^{0,65}$ |

p = Prüfdruck in Pa

Figur 8 Dichtheitsklassen nach SN EN 1507, SN EN 12237 und SN EN 15727



5.11.1.3 Die vereinbarten Luftvolumenströme (z.B. der Aussenluft-Volumenstrom pro Person) müssen im Aufenthaltsbereich eingehalten werden. Bei Undichtheiten im Luftleitungssystem und bei der Luftaufbereitung ist der Leckluft-Volumenstrom durch Erhöhung der Ventilatorleistung zu kompensieren.

5.11.2 Wahl der Dichtheitsklasse

5.11.2.1 Die Dichtheitsklasse ist so zu wählen, dass weder die Infiltration bei Unterdruck noch die Exfiltration bei Überdruck einen festgelegten Anteil des vereinbarten Gesamtluft-Volumenstroms einer Anlage übersteigt. Um übermässige Energieverluste zu vermeiden und die vorgesehene Luftverteilung zu sichern, sollte dieser Anteil kleiner als 6% sein.

- 5.11.2.2 Allgemeine Grundsätze zur angemessenen Wahl der Dichtheitsklasse sind in 5.11.2.3 bis 5.11.2.7 enthalten. Eine höhere Klasse ist notwendig, wenn die gesamte Oberfläche des Luftleitungssystems bezogen auf den Gesamtvolumenstrom aussergewöhnlich gross ist, wenn die Druckdifferenz aussergewöhnlich gross ist oder wenn die Undichtheiten aussergewöhnliche Probleme (Luftqualität, Kondensation usw.) verursachen könnten.
- 5.11.2.3 Für Luftaufbereitungsgeräte gilt ohne besondere Festlegungen die Klasse A gemäss SN EN 1886 als Standard.
- 5.11.2.4 Sichtbare Luftleitungen in den direkt versorgten Bereichen und generell Luftleitungen mit einem Unter- oder Überdruck bis zu 150 Pa müssen die Anforderungen der Klasse A erfüllen.
- 5.11.2.5 Die Dichtheitsklasse B ist geeignet für Luftleitungen ausserhalb des versorgten Bereiches, Luftleitungen in Hohldecken und generell für Luftleitungen mit einem Unter- oder Überdruck von mehr als 150 Pa. Die Klasse B ist die Minimalanforderung für alle Abluft- und Fortluftleitungen mit Überdruck innerhalb des Gebäudes.
- 5.11.2.6 Die Dichtheitsklasse C wird von Fall zu Fall angewendet, wenn der Unter- oder Überdruck im Luftleitungssystem aussergewöhnlich hoch ist oder wenn Undichtheiten die Raumluftqualität, die Regelung der Druckverhältnisse oder die allgemeine Funktionsfähigkeit der Anlage beeinträchtigen könnten. Die Klasse C ist die Minimalanforderung für alle Zuluft-, Abluft- und Fortluftleitungen von Anlagen mit Luftbefeuchtung.
- 5.11.2.7 Die Dichtheitsklasse D wird nur in besonderen Fällen angewendet (z.B. Labor).
- 5.11.2.8 In der Betondecke eingelegte Luftleitungen müssen wasserdicht sein.

5.11.3 **Dichtheitsprüfung**

- 5.11.3.1 Dichtheitsprüfungen am Bau müssen bereits in der Planung vorgesehen werden.
- 5.11.3.2 Dichtheitsprüfungen sollen in jenem Stadium der Ausführung durchgeführt werden, in welchem die gesamte Dichtheit geprüft werden kann und allfällige erforderliche Reparaturen leicht vorgenommen werden können. Das zu prüfende Luftleitungssystem muss so vollständig wie möglich fertig ausgeführt sein, das heisst, es müssen sämtliche Bauteile des Leitungssystems eingebaut und die Luftaufbereitungsgeräte angeschlossen sein.
- 5.11.3.3 Vor jeder Messung soll eine visuelle Überprüfung vorgenommen werden, um sicherzustellen, dass die Anlage richtig installiert wurde und dass keine offensichtlichen Mängel oder Schäden vorliegen.
- 5.11.3.4 Teile der Anlage, die unterschiedlichen Dichtheitsanforderungen unterliegen, sollten getrennt geprüft werden. Wo dies nicht möglich ist, muss der Testdruck entsprechend dem Grenzwert der strengsten Klasse gewählt werden und das Resultat ist zu vergleichen mit der erlaubten Summe der Undichtheiten. Die Grenzwerte des statischen Druckes je nach Luftdichtheitsklasse sind in den in 5.11.1.1 genannten europäischen Normen definiert.

5.12 **Anordnung von Aussenluftfassungen und Fortluftöffnungen**

5.12.1 **Allgemeines**

- 5.12.1.1 Zur Minimierung der Druckverluste und des Leistungs- und Energiebedarfs für die Luftförderung sind kurze Luftleitungssysteme anzustreben. Gleichzeitig sind aber die nachfolgend genannten Anforderungen einzuhalten.
- 5.12.1.2 Aussenluftfassungen sind so anzuordnen, dass die eintretende Luft so sauber, im Winter so trocken und im Sommer so kühl wie möglich ist. In 5.12.2 und 5.12.4 sind dazu einige Grundsätze gegeben.
- 5.12.1.3 Die Fortluft ist so auszublasen, dass gesundheitliche oder andere Einwirkungen auf das Gebäude, dessen Bewohner und die Umgebung möglichst weitgehend vermieden werden. In 5.12.3 und 5.12.4 sind dazu einige Grundsätze gegeben.

5.12.1.4 Aussenluftfassungen und Fortluftöffnungen müssen so angeordnet werden, dass auch die Anforderungen an den Brandschutz und an den Schallschutz erfüllt sind. Zu berücksichtigen sind auch die Windeinwirkungen gemäss SIA 261 sowie die Einwirkungen durch meteorologische und gravitative Naturgefahren gemäss Wegleitung und Hagelregister der VKF. Aussenluftfassungen und Fortluftöffnungen dürfen keine Eintrittsstellen für Wasser sein.

5.12.2 **Anforderungen an Aussenluftfassungen**

5.12.2.1 Aussenluftfassungen in Fassaden an stark befahrenen Strassen sind zu vermeiden. Wo dies nicht möglich ist, sind die Aussenluftfassungen so hoch wie möglich anzuordnen.

5.12.2.2 Die horizontale Distanz zu Schadstoff- oder Geruchsquellen wie Abfallsammelstellen, häufig benutzten Parkplätzen für mehr als 3 Fahrzeuge, Be- und Entladestellen, Strassen, Kaminen usw. muss mindestens 8 m betragen.

5.12.2.3 Aussenluftfassungen sind so zu platzieren, dass die Gefahr einer Wiederansaugung von Fortluft sowie anderer belasteter oder störender Luft minimiert wird.

5.12.2.4 Aussenluftfassungen in der Nähe von unbeschatteten Plätzen, Dächern oder Wänden sind so anzuordnen oder zu schützen, dass keine übermässig erwärmte Luft angesaugt wird.

5.12.2.5 Aussenluftfassungen dürfen nicht direkt über Boden angeordnet werden. Bei Aussenluftfassungen auf öffentlich zugänglichem Grund oder gemeinschaftlich genutzten privaten Arealen (z.B. Spielplatz bei Wohnbauten) soll die minimale Höhe 3 m über Boden betragen. In den übrigen Fällen darf die minimale Höhe nicht unter 1,5 m liegen. Die Regeln der Baukunde bezüglich Gerüchen, Schadstoffen, Regen und Hagelansammlungen, Hochwasser, Schnee usw. sind zu beachten.

5.12.2.6 Aussenluftfassungen auf dem Dach sollen auf der windexponierten Seite angeordnet werden. Dies gilt auch für die Wahl der Fassade, in welcher eine Aussenluftfassung angeordnet wird.

5.12.2.7 Bei Aussenluftfassungen auf einem Dach muss deren Unterkante mindestens auf einer Höhe liegen, welche 1,5-mal die maximale Schneehöhe beträgt. Die maximale Schneehöhe kann aus den Schneelasten nach SIA 261 mit einer Schneedichte von 100 kg/m^3 berechnet werden. Ergänzende Hinweise zu lokalen Effekten können bei Einheimischen und der zuständigen Baubehörde erfragt werden. Mit Schutzmassnahmen sind Reduktionen zulässig.

5.12.2.8 Besondere Aufmerksamkeit erfordert die Anordnung von Aussenluftfassungen in der Nähe von Nasskühltürmen. Aus hygienischen Gründen ist eine Anordnung in der Hauptwindrichtung zu vermeiden. In jedem Fall ist auf eine gute Wartung von Kühltürmen zu achten. Weitere Angaben finden sich in SWKI VA104-01 und SWKI 2003-3.

5.12.2.9 Aussenluftfassungen sollen mit einem Maschendrahtgitter (Maschenweite $\leq 10 \text{ mm}$) geschützt werden und die effektive Luftgeschwindigkeit (bezogen auf die Nettofläche) soll maximal 2 m/s betragen, um das Eindringen von Vögeln und das Mitreissen von Feuchtigkeit (Schnee, Regen, Nebel) und Staub (inkl. Blätter) zu minimieren. In Gebieten mit starkem Nebel wird die Einhaltung eines Maximalwertes von 1,5 m/s empfohlen.

5.12.2.10 Aussenluftfassungen müssen gereinigt werden können.

5.12.3 **Anforderungen an Fortluftöffnungen**

5.12.3.1 Fortluft der Kategorie FOL 1 und FOL 2 gemäss 1.7.4.2 kann in den folgenden Fällen ohne besondere Nachweise an der Fassade ausgestossen werden:

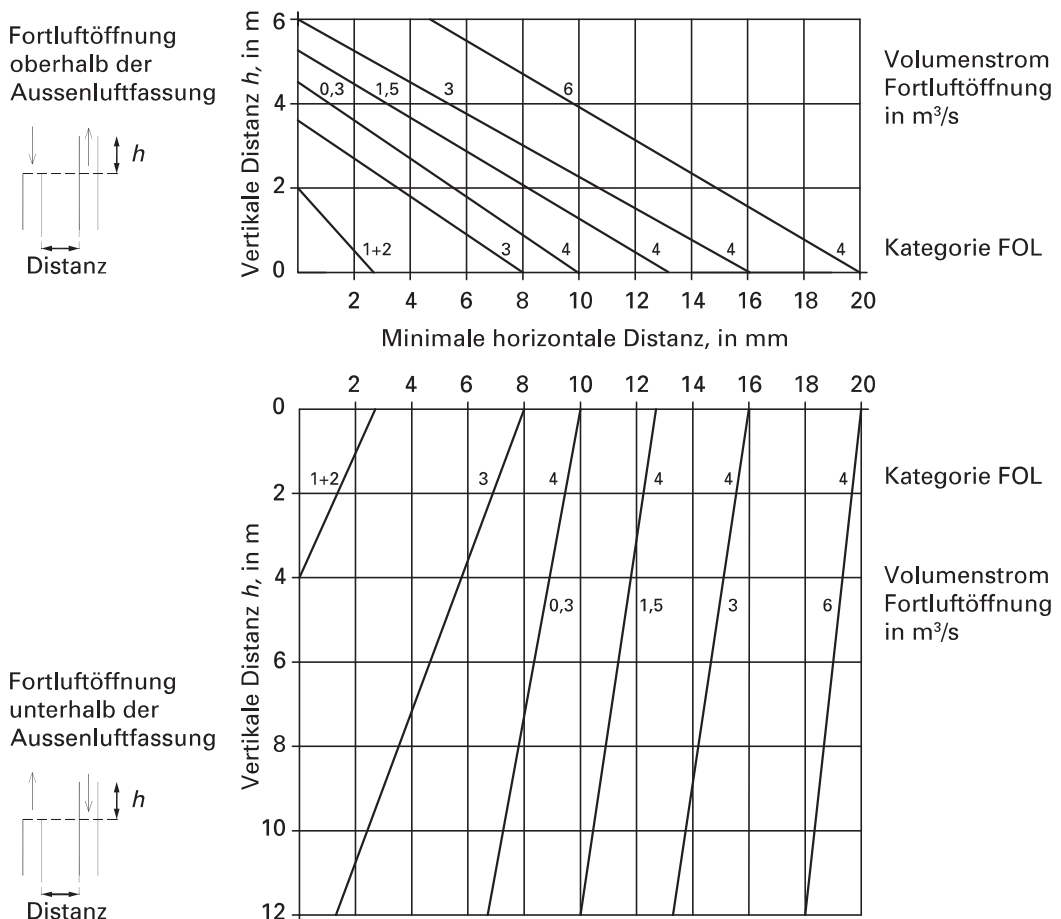
- Die Distanz der Fortluftöffnung zum Nachbargebäude beträgt mindestens 8 m.
- Die Distanz der Fortluftöffnung zu einer Aussenluftfassung oder einem zu öffnenden Fenster in der gleichen Fassade beträgt mindestens 2 m. Dabei sollte die Fortluftöffnung wenn möglich oberhalb der Aussenluftfassung bzw. des Fensters liegen. Zu beachten ist auch die lokale Ausblassituation (Strahlumlenkung).
- Der Fortluftvolumenstrom beträgt maximal $1800 \text{ m}^3/\text{h}$.
- Die Austrittsgeschwindigkeit beträgt im Normalbetrieb mindestens 5 m/s.

- 5.12.3.2 In allen anderen Fällen ist die Unbedenklichkeit der vorgesehenen Lösung zum Beispiel mittels Ausbreitungsrechnung nachzuweisen, oder die Fortluft ist über Dach zu führen. Dabei sind die folgenden Anforderungen einzuhalten:
- Der Fortluftstrom muss vertikal nach oben gerichtet sein.
 - Die Austrittsgeschwindigkeit muss im Normalbetrieb mindestens 5 m/s betragen.
 - Die Unterkante der Fortluftöffnung muss auf einer Höhe sein, welche mindestens 1,5-mal die maximale Schneehöhe beträgt. Mit Schutzmassnahmen sind Reduktionen zulässig.
 - Bei Kaminen, welche der LRV unterliegen, sind die Mindesthöhen und Austrittsgeschwindigkeiten nach LRV, Anhang 6, einzuhalten.
 - Für Anlagen, welche nicht in den Geltungsbereich von LRV, Anhang 6, fallen oder deren Kaminhöhe nicht nach LRV, Anhang 6, berechnet werden kann, sind die Empfehlungen des BAFU über die Mindesthöhe von Kaminen über Dach einzuhalten.

5.12.4 **Distanz zwischen Aussenluftfassung und Fortluftöffnung**

- 5.12.4.1 Fortluftöffnungen und Aussenluftfassungen sind so anzuordnen, dass die Gefahr einer Rezirkulation von Fortluft möglichst klein ist. Dabei sind die lokalen Strömungsverhältnisse zu beachten.
- 5.12.4.2 Allgemeine Richtwerte für die minimalen Distanzen zwischen Aussenluftfassung und Fortluftöffnung sind aus Figur 9 ersichtlich. Diese sind von der Kategorie der Fortluft gemäss 1.7.4.2 abhängig. Für FOL 4 sind die Distanzen am grössten und zusätzlich vom Volumenstrom abhängig. Die Werte in Figur 9 gelten für Austrittsgeschwindigkeiten bis 6 m/s; mit grösseren Austrittsgeschwindigkeiten sind kleinere Distanzen möglich.
- 5.12.4.3 Bei hohen Gebäuden sind die Aussenluftfassungen und Fortluftöffnungen so anzuordnen, dass die Effekte von Wind und Auftrieb minimiert werden.

Figur 9 Minimale Distanz zwischen Aussenluftfassung und Fortluftöffnung
 Oben: Fortluftöffnung oberhalb der Aussenluftfassung
 Unten: Fortluftöffnung unterhalb der Aussenluftfassung



5.13 Filterung

5.13.1 Allgemeines

- 5.13.1.1 Die Art der Filterung muss der spezifischen Situation angepasst sein und die örtliche Belastung der Aussenluft mit Staub und anderen Luftverunreinigungen, die Betriebszeit der Anlage, die Anforderungen an die Raumluftqualität, die Emissionen im Raum und die Randbedingungen des Systems selber berücksichtigen.
- 5.13.1.2 Eine wirksame Filterung ist mit einem Druckverlust verbunden, welcher mit zunehmender Filterbelastung ansteigt. Bei der Auslegung der Anlage sind die dadurch resultierenden wechselnden Druckverhältnisse zu berücksichtigen. Die vereinbarten Luftvolumenströme und allenfalls die Druckverhältnisse dürfen sich durch diesen Effekt um maximal 10% verändern.
- 5.13.1.3 Die Energieeffizienzklasse der Luftfilter ist nach SN EN 779 nachzuweisen. Bei Neuanlagen sind die Luftfilter so auszulegen, dass sie die Energieeffizienzklasse A erreichen.
- 5.13.1.4 Durch Undichtheiten wird die Wirksamkeit der Filterung massgeblich reduziert. Es ist daher unbedingt darauf zu achten, dass die Anforderungen in SN EN 1886 betreffend Luftdichtheit und Bypass-Leckverlusten eingehalten werden.
- 5.13.1.5 Bezüglich Betrieb und Instandhaltung gelten die Anforderungen in Kapitel 7.

5.13.2 Filterung der Aussenluft bzw. Zuluft

- 5.13.2.1 Alle Zuluftanlagen, Lüftungsanlagen und Klimaanlage müssen mit einer Filterung der Aussenluft ausgerüstet werden. Mit der Filterung soll die Staub- und Schadstoffbelastung der Zuluft- und der Raumluft auf das gewünschte Mass reduziert werden. Gleichzeitig werden das Luftleitungsnetz und die Komponenten vor Verunreinigungen geschützt.
- 5.13.2.2 In SN EN 13779 werden Filterklassen und Filterstufen je nach Kategorie der Raumluft und der Kategorie der Aussenluft empfohlen. In der vorliegenden Norm gelten die Vereinfachungen und Ergänzungen von 5.13.2.3 bis 5.13.2.7.
- 5.13.2.3 Bei allen Lüftungs- und Klimaanlage muss die Zuluft mindestens mit einem Filter der Klasse F7 gereinigt werden. Bei Anlagen für spezielle Räume ist die Luftfilterung individuell festzulegen.
- 5.13.2.4 Bei Anlagen mit einer Filterstufe sind die Filter vor der WRG anzuordnen. Dabei ist ein Ventilatorantrieb ohne Abrieb einzusetzen (Direktantrieb oder Flachriemen) und es ist besonders darauf zu achten, dass die Filter trocken bleiben.
- 5.13.2.5 Bei Anlagen mit Keilriemenantrieb ist eine zweistufige Filterung erforderlich, wobei der zweite Filter nach dem Ventilator anzuordnen ist.
- 5.13.2.6 Ein Vorfilter wird, unabhängig von der Kategorie der Aussenluft nach Tabelle 4, empfohlen, wenn die Aussenluft übermässig mit Pollen, Blättern oder generell mit einem erhöhten Partikelgehalt belastet ist. Bei einem Hauptfilter der Klasse F7 wird ein Vorfilter der Klasse M5 empfohlen. Bei speziellen Anwendungen mit einem Hauptfilter der Klasse F9 oder höher sind in der Regel zusätzliche Filterstufen mit einem Abstand von 2 oder 3 Filterklassen angemessen.
- 5.13.2.7 Mit geeigneten Massnahmen wie Vorwärmer oder genügend Länge der Luftleitung vor dem Filter ist sicherzustellen, dass die relative Feuchte der Aussenluft vor der ersten Filterstufe in der Regel unter 80% bleibt.

5.13.3 **Filterung der Abluft bzw. Fortluft**

- 5.13.3.1 Mit einer Filterung der Abluft können das Luftleitungsnetz und die Komponenten in der Abluft vor Verunreinigungen geschützt werden. Ob dies erforderlich ist, muss objektbezogen beurteilt werden. Wenn eine Filterung der Abluft ausgeführt wird, soll diese mindestens mit einem Filter der Klasse M5 (bei einfacher Lüftungsanlage G4) erfolgen.
- 5.13.3.2 Bei einer Umluftbeimischung muss diese zum Schutz des Systems mindestens mit einem Filter der Klasse M5 versehen werden. Anzustreben ist, dass die Filter der Umluft die gleiche Qualität haben wie die Filter im entsprechenden Hauptstrom.
- 5.13.3.3 Bei störenden oder schädlichen Emissionen muss die Abluft bzw. Fortluft so weit gereinigt werden, dass ein Ausstoss in die Atmosphäre zulässig ist. Die Anforderungen sind in der LRV festgelegt.
- 5.13.3.4 Fetthaltige Abluft von Küchen muss mit gut zugänglichen und zu reinigenden Fettfiltern gereinigt werden.

5.14 **Messeinrichtungen und Hauptschalter**

- 5.14.1 Für das ganze Gebäude ist frühzeitig ein Konzept für die Gebäudeautomation und die erforderlichen Messungen zu erstellen.
- 5.14.2 In grösseren und komplexen Bauten sollte die strukturierte Erfassung aller Verbräuche an Wasser, Elektrizität, Gas, Öl usw. vorgesehen werden. Wenn ein Leitsystem vorhanden ist, sollten diese Messdaten aufgeschaltet werden. Weitere Angaben finden sich in SWKI 98-1 und SWKI BA101-01.
- 5.14.3 Die Anlagen sind mit den erforderlichen Messeinrichtungen und Kontrollinstrumenten auszurüsten. Zur Messung der Volumen- und Massenströme sind geeignete Messstrecken und Messstutzen vorzusehen.
- 5.14.4 Lüftungs- und Klimaanlage, deren installierte elektrische Leistung für die Medienförderung mehr als 1,0 kW pro Anlage beträgt (Summe von Zu- und Abluftanlage) sind mit einem Betriebsstundenzähler auszurüsten.

Bei Anlagen über 2,5 kW Anschlussleistung wird eine Messung der Betriebsstunden pro Drehzahlstufe oder bei Anlagen mit variablem Volumenstrom eine separate Messung des Elektrizitätsverbrauchs empfohlen.

Bei allen Lüftungs- und Klimaanlage, deren installierte elektrische Leistung für die Medienförderung sowie für die Kälte- und Wärmeerzeugung mehr als 5,0 kW pro Anlage beträgt (Summe von Zu- und Abluftanlage), wird empfohlen, den Elektrizitätsverbrauch separat zu messen.
- 5.14.5 Lüftungs- und Klimaanlage müssen über gut zugängliche Hauptschalter verfügen, über welche die Anlagen bei Bedarf einfach abgeschaltet werden können.

6 ÜBERGABE

6.1 Zweck der Übergabe

- 6.1.1 Mit der Übergabe ist der Nachweis zu erbringen, dass die einzelnen Komponenten und die Anlage als Ganzes die vereinbarten Anforderungen erfüllen.
- 6.1.2 Mit der erfolgreichen Übergabe geht die Anlage in den Besitz des Bestellers über und die Rüge- und Verjährungsfristen beginnen zu laufen.

6.2 Technische Spezifikationen

- 6.2.1 Die bei der Übergabe von Lüftungs- und Klimaanlage zur Anwendung kommenden Prüf- und Messverfahren sind in SN EN 12599 beschrieben.
- 6.2.2 Für die Anwendung in der Schweiz gelten die Angaben in SIA 118 und SIA 118/380 sowie die Abnahmeunterlagen der Fachverbände.
- 6.2.3 Bis zur Publikation einer revidierten SIA 118/380 gelten die Angaben im Anhang F dieser Norm.

7 BETRIEB UND INSTANDHALTUNG

7.1 Allgemeines

- 7.1.1 Lüftungs- und Klimaanlage erfordern eine fachlich kompetente Bedienung sowie periodische Wartungs-, Inspektions-, Instandsetzungs- und Verbesserungsarbeiten.
- 7.1.2 Mit den Arbeiten gemäss 7.1.1 ist sicherzustellen, dass die garantierten Raumluftzustände und die energetischen Wirkungsgrade über die Lebensdauer der Anlage erhalten bleiben. Gleichzeitig wird damit eine vorzeitige Alterung der Anlage vermieden.
- 7.1.3 Leitlinien für die Inspektion von Lüftungs- und Klimaanlage sind in SN EN 15239 und SN EN 15240 enthalten. Für die Schweiz sind die Anforderungen an die Instandhaltung in SWKI 95-2 (Lüftungstechnische Anlagen), VSWKI RE101-01 (Kältetechnische Anlagen) und VSWKI HE101-01 (Heizungstechnische Anlagen) festgelegt. Besondere Bedeutung hat die Sicherstellung eines guten hygienischen Standards (siehe SWKI VA104-01).

7.2 Pflichtenheft für die Instandhaltung

- 7.2.1 Für jede Anlage ist unter Beachtung der Anforderungen in 2.6 und 2.7 und der Unterlagen gemäss 6.2 ein Pflichtenheft für die Instandhaltung zu erstellen.
- 7.2.2 Für die Erstellung des Pflichtenheftes für die Instandhaltung und dessen periodische Anpassung aufgrund von Erfahrungen und neuen Randbedingungen ist der Anlagenbetreiber zuständig. Er kann vor allem die Erstellung des Pflichtenheftes für neue Anlagen dem Anlagenplaner oder dem Unternehmer übergeben.

- 7.2.3 Unter Berücksichtigung der Art der Anlage, der Anforderungen an die Betriebssicherheit sowie der fachlichen Kompetenz und verfügbaren Zeit des hauseigenen Personals muss das Pflichtenheft für die Instandhaltung folgende Angaben enthalten:
- Kontroll- und Wartungsgänge (Arbeiten und Intervalle),
 - Instandsetzungsarbeiten (Arbeiten und Intervalle),
 - Verantwortlichkeiten mit Zuordnung von internen und externen Tätigkeiten.

7.3 Energiebuchhaltung

- 7.3.1 Der Verbrauch an Wasser, Elektrizität, Gas, Öl usw. muss strukturiert erfasst werden (Energiebuchhaltung), damit eine Betriebsoptimierung möglich ist.
- 7.3.2 Die Messwerte sind periodisch mit den prognostizierten Verbrauchswerten und den Verbrauchswerten aus früheren Messperioden zu vergleichen.

7.4 Betriebsoptimierung

- 7.4.1 Es ist nicht zu vermeiden, dass die tatsächlichen Randbedingungen und Anforderungen für den Betrieb von Lüftungs- und Klimaanlage von den vereinbarten Auslegungsbedingungen abweichen und dass sich diese zudem im Laufe der Zeit verändern.
- 7.4.2 Mit der Betriebsoptimierung soll sichergestellt werden, dass die Anlagen optimal betrieben werden und dass der Betrieb der Anlagen periodisch den tatsächlichen Randbedingungen und Anforderungen angepasst wird. Die Betriebsoptimierung erstreckt sich in der Regel über 1 Jahr (alle 4 Jahreszeiten).
- 7.4.3 Alle Massnahmen im Rahmen der Betriebsoptimierung sind zu protokollieren.
- 7.4.4 Wenn nichts anderes vereinbart wurde, ist für die Betriebsoptimierung der Anlagenbetreiber zuständig. Er kann diese Aufgabe dem Anlagenplaner oder dem Unternehmer übertragen.
- 7.4.5 Die Betriebsoptimierung ist periodisch und nach bedeutenden Nutzungsänderungen oder Anpassungen zu wiederholen.

8 RÜCKBAU UND ENTSORGUNG

- 8.1 Bereits in der Planung ist sicherzustellen, dass der spätere Rückbau der Anlagen und deren Entsorgung ohne vermeidbare Umweltbelastungen möglich ist.
- 8.2 Bei der Wahl der Komponenten und Systeme sind die ökologischen Aspekte auch im Hinblick auf deren Rückbau und Entsorgung gebührend zu berücksichtigen. Als Minimalforderung gilt, dass mindestens eines der folgenden Kriterien erfüllt ist:
- Wiederverwertbarkeit,
 - Verbrennung möglich ohne Überschreitung der Emissionsgrenzwerte der LRV,
 - Ablagerung auf Inertstoffdeponie zulässig.
- 8.3 Da die Lebensdauer der technischen Komponenten kleiner ist als jene des Gebäudes, muss der Ersatz aller Komponenten und Anlagen ohne grössere bauliche Anpassungen möglich sein.

Anhang A (informativ)

Raumbedarf von Komponenten und Systemen

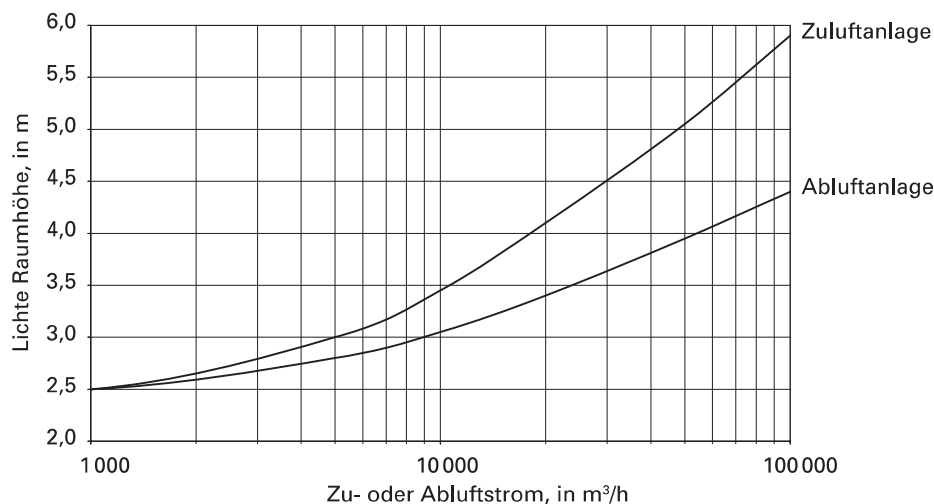
A.1 Allgemeines

- A.1.1 Lüftungs- und Klimaanlage sind so zu planen und auszuführen, dass die Instandhaltung (Wartung, Inspektion, Instandsetzung, Verbesserung) aller Komponenten und Anlagenteile gut möglich ist. Unter A.2 bis A.5 finden sich erste Hinweise zum dazu erforderlichen Raumbedarf.
- A.1.2 Wenn möglich sind Wände von Technikzentralen und Steigzonen (insbesondere von Steigzonen mit Luftleitungen) nicht als tragende Elemente in die Statik eines Gebäudes einzubeziehen.
- A.1.3 Für grössere Anlagenteile und Komponenten sind die Transportwege für die Erstinstallation sowie für spätere Instandhaltungsarbeiten und den Ersatz anzugeben.
- A.1.4 Der Zugang zu Zentralen von Lüftungs- und Klimaanlage sowie zu dezentralen Luftaufbereitungsgeräten soll ohne Störung der Nutzer möglich sein.

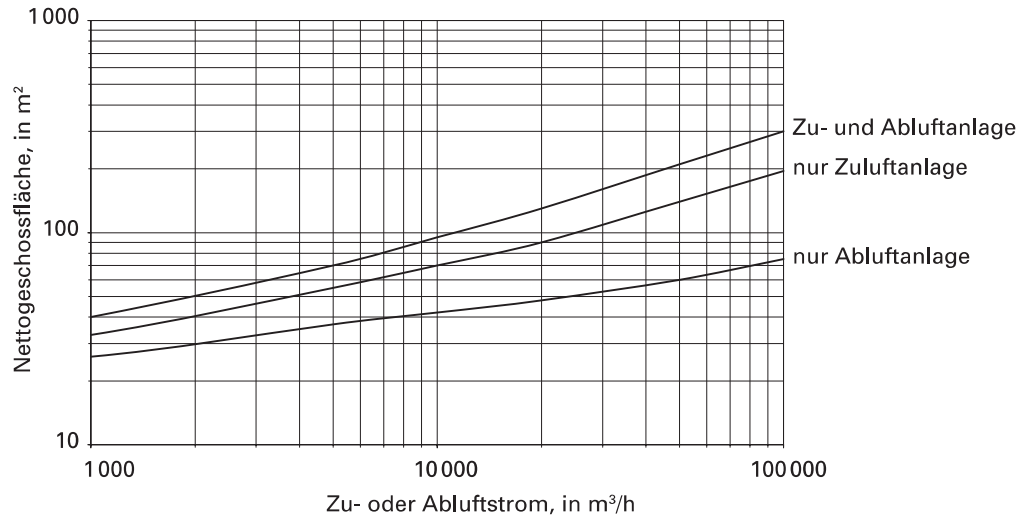
A.2 Raumbedarf von Luftaufbereitungszentralen

- A.2.1 Die Figuren 10 und 11 zeigen den Raumbedarf von Zu- und Abluftzentralen. Die Angaben sind gültig für Situationen mit je einem Zu- und Abluftgerät. Bei einer Aufteilung in mehrere Anlagen wird die erforderliche Raumhöhe reduziert, die erforderliche Nettogeschossfläche erhöht. Letzteres gilt auch bei rotierenden Wärmeübertragern und generell bei ungünstiger Raumgeometrie. Bei optimaler Anordnung können die Bodenflächen von Figur 11 um bis zu 30% reduziert werden.

Figur 10 Lichte Raumhöhe von Luftaufbereitungszentralen

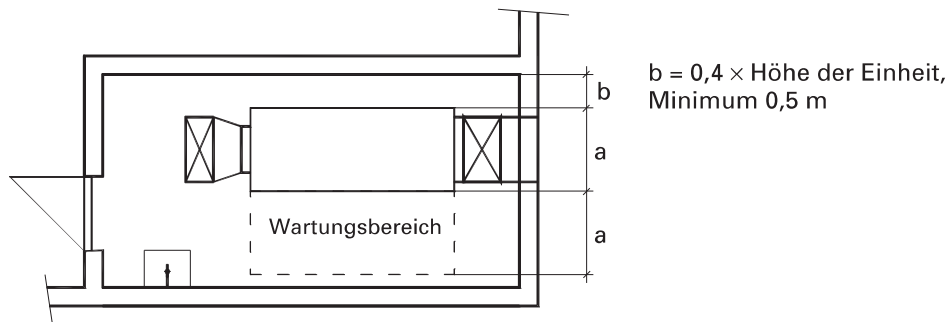


Figur 11 Nettogeschossfläche von Luftaufbereitungszentralen



A.2.2 Zur Gewährleistung einer ausreichenden Zugänglichkeit für Wartungsarbeiten sind Luftaufbereitungsgeräte entsprechend den Angaben in Figur 12 anzuordnen.

Figur 12 Anordnung von Luftaufbereitungsgeräten (Grundriss)

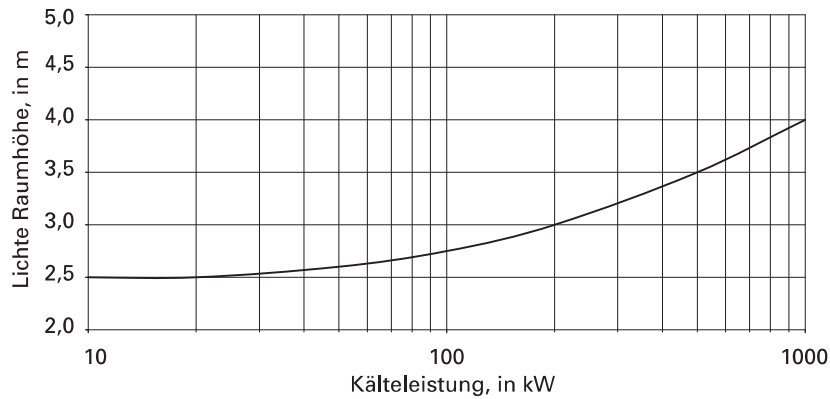


A.2.3 Wenn dadurch die Wartung nicht tangiert wird, kann der Wandabstand $b = 0$ betragen.

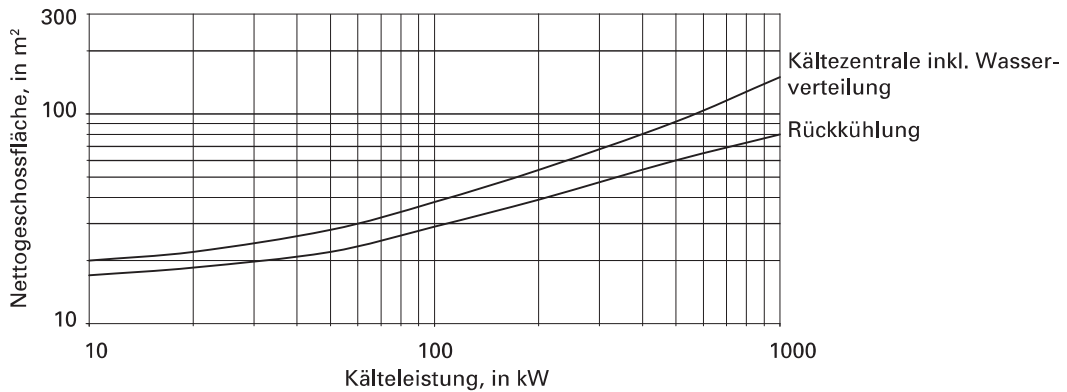
A.3 Raumbedarf von Kälte- und Wasserverteilmzentralen

A.3.1 Die Figuren 13 und 14 zeigen den Raumbedarf von Kälte- und Wasserverteilmzentralen. Die Angaben berücksichtigen den Raumbedarf von Kältemaschinen, Kaltwasserpumpen und Kaltwasserverteilern. Nicht inbegriffen ist der benötigte Platz für Pumpen und Verteiler der Heizung. Raumhöhen über 4 m sind in der Regel nur in speziell ausgeschiedenen Bereichen (z.B. für stehende Speicher) realisierbar.

Figur 13 Lichte Raumhöhe von Kälte- und Wasserverteilmzentralen



Figur 14 Nettogeschossfläche von Kälte- und Wasserverteilmzentralen

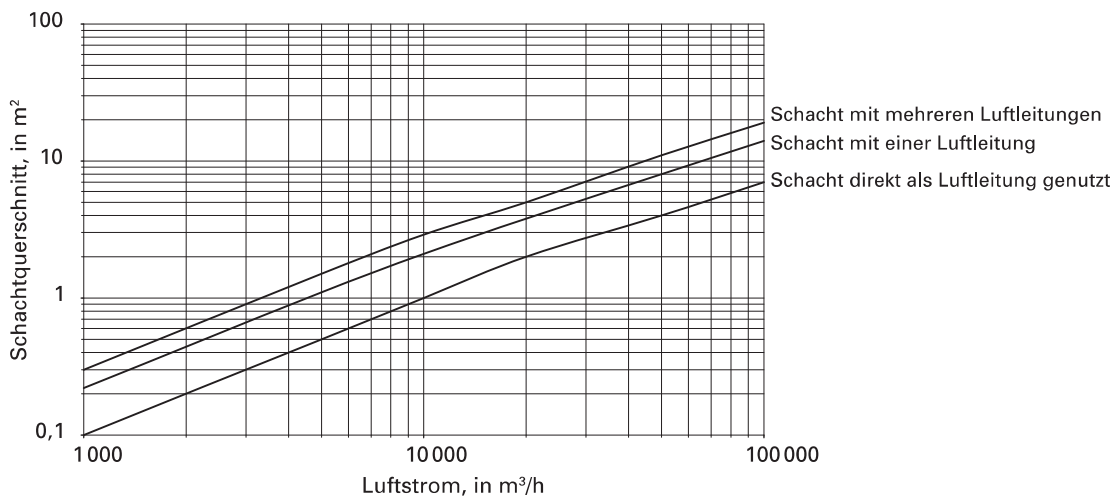


A.3.2 Der Raumbedarf für Rückkühlanlagen ist im Freien oder im Gebäudeinnern separat zur Verfügung zu stellen.

A.4 Schachtquerschnitte

- A.4.1 Die Figur 15 zeigt die erforderlichen Querschnitte von Schächten für Luftleitungen und von Schächten, welche direkt als Luftleitungen genutzt werden.
- A.4.2 Die Angaben in Figur 15 bezeichnen die erforderlichen Bruttoflächen pro Luftleitung.
- A.4.3 Wenn ein Schacht direkt als Luftleitung genutzt wird, genügt ein kleinerer Schachtquerschnitt als für einen Schacht mit Luftleitungen. Die für diesen Fall in Figur 15 angegebenen Schachtquerschnitte müssen vollständig für die Luftführung zur Verfügung stehen. Direkt genutzte Schächte müssen luftdicht sein und die hygienischen Anforderungen erfüllen. Dies ist in der Regel nur mit betonierten und gestrichenen Schächten möglich.

Figur 15 Schachtquerschnitte



- A.4.4 Zu- und Abluftleitungen können unter Beachtung der feuerpolizeilichen Vorschriften im gleichen Schacht geführt werden.
- A.4.5 Der Platzbedarf für zusätzliche Installationen wie zum Beispiel Wasser- und Kälteleitungen ist stark vom gewählten Klimasystem und von der Disposition abhängig. Er beträgt ca. 25% bis 60% der Gesamtfläche eines Schachtes.
- A.4.6 Für alle Schächte ist eine gute Zugänglichkeit auf jedem Stockwerk notwendig. Dabei ist insbesondere auch der Platzbedarf für die Abzweiger pro Stockwerk zu beachten. Besondere Aufmerksamkeit erfordern Lüftungsschächte zwischen Aufzügen.

A.5 Raumbedarf in Doppeldecken

- A.5.1 Für eine Zu- und Abluftführung in einer Doppeldecke sollte der freie Raum über der Deckenkonstruktion mindestens 40 cm betragen. Unter den Unterzügen ist eine freie Höhe von mindestens 25 cm notwendig.
- A.5.2 Bei einer sehr dichten Belegung des Deckenhohlraumes mit Installationen (z.B. in Korridoren) kann eine lichte Höhe von mehr als 50 cm notwendig sein.

Anhang B (informativ)

Technische Lebensdauer und Wartungsaufwand technischer Gebäudeinstallationen

- B.1 Die Lebensdauer und der Wartungsaufwand von technischen Gebäudeinstallationen und ihren Komponenten sind von den folgenden Einflussgrössen abhängig:
- Qualität der Anlage und ihrer Komponenten,
 - Art und Bemessung der Anlage,
 - Beanspruchung der Anlage,
 - Qualität und Methode der Instandhaltung,
 - Verfügbarkeit von Ersatzteilen.
- B.2 Als grobe Richtwerte für die technische Lebensdauer und den Wartungsaufwand dienen die Angaben in Tabelle 25. Es ist zu beachten, dass die Werte im Einzelfall unter Berücksichtigung der in B.1 genannten Einflussgrössen und weiterer spezifischer Einflüsse stark variieren können. Sie sind daher nur geeignet für eine erste Beurteilung und sollen nicht verwendet werden für Anwendungen wie z.B. Wartungsverträge.
- B.3 Für die Beurteilung der Wirtschaftlichkeit von Anlagen gilt SIA 480, Anhang B.

Tabelle 25 Richtwerte für die technische Lebensdauer und für den jährlichen Wartungsaufwand von Komponenten

| Komponenten | Technische Lebensdauer in Jahren | | Wartungsaufwand in % der Investitionskosten | |
|-----------------------|-------------------------------------|-------|--|-------|
| | Beanspruchung mittel | gross | Beanspruchung mittel | gross |
| Abluftgitter | 20 | 20 | 8 | 12 |
| Absperrventil | automatisch | 15 | 4 | 6 |
| | manuell | 30 | 2 | 3 |
| Brandschutzklappe | leicht zugänglich | 15 | 6 | 6 |
| | schwer zugänglich | 15 | 8 | 8 |
| Brenner, Öl und Gas | 10 | 10 | 4 | 4 |
| Diffusor | 20 | 20 | 4 | 4 |
| Elektrische Leitungen | 30 | 30 | 1 | 1 |
| Expansionsgefäss | Kupfer | 30 | 1 | 1 |
| | nicht rostender Stahl | 30 | 1 | 1 |
| | Stahl | 15 | 2 | 2 |
| Fan Coil | 15 | 10 | 4 | 6 |
| Filtermaterial | 1 | 0,5 | 0 | 0 |
| Filterrahmen | 15 | 10 | 2 | 4 |
| Flachriemen | 5 | 5 | 6 | 8 |
| Heizkörper | elektrisch | 20 | 2 | 2 |
| | Warmwasser | 30 | 2 | 2 |
| Keilriemen | 2 | 2 | 6 | 8 |
| Klappe | allgemein | 20 | 1 | 1 |
| | motorisch | 15 | 4 | 6 |
| Klimagerät | 15 | 10 | 4 | 6 |
| Kompressor | 15 | 10 | 4 | 4 |
| Kondensator | 20 | 15 | 2 | 3 |

Tabelle 25 Fortsetzung

| Komponenten | Technische Lebensdauer in Jahren | | Wartungsaufwand in % der Investitionskosten | |
|---------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|--|---------|
| | Beanspruchung mittel | gross | Beanspruchung mittel | gross |
| Kühlfläche, -decke | 30 | 30 | 2 | 2 |
| Luftbefeuchter | Wasser 4 | Dampf 4 | 6 4 | 10 6 |
| Luftdurchlass allgemein | 30 | 30 | 4 | 6 |
| Lufterhitzer | elektrisch 20 | Dampf 15 | 2 2 | 3 3 |
| | Warmwasser 20 | 15 | 2 | 3 |
| Luftleitung | mit Filterung 30 | ohne Filterung 25 | 2 6 | 3 8 |
| Luftkühler | 20 | 15 | 2 | 4 |
| Motor | Diesel 10 | elektrisch 20 | 4 1 | 6 1 |
| Pumpe | in geschlossenem System 20 | in offenem System 15 | 2 2 | 3 3 |
| Regelung allgemein | 15 | 15 | 4 | 6 |
| Regelventil | automatisch 15 | manuell 30 | 6 4 | 6 4 |
| Rohrsystem | Kupfer 30 | Kunststoff 30 | 1 1 | 1 1 |
| | nicht rostender Stahl 30 | 30 | 1 | 1 |
| Schalldämpfer | 30 | 30 | 1 | 1 |
| Strahlrohr | in geschlossenem System 30 | in offenem System 15 | 1 1 | 1 1 |
| Thermostatventil für Heizkörper | 15 | 15 | 4 | 4 |
| Ventilator | allgemein 20 | variabler Volumenstrom 15 | 4 6 | 5 8 |
| | 15 | 10 | | |
| Verdampfer | 20 | 15 | 2 | 3 |
| Volumenstromregler mechanisch | 15 | 15 | 6 | 8 |
| Volumenstromregler elektrisch | | | | |
| | mechanische Komponenten 15 | regeltechnische Komponenten 15 | 4 | 6 |
| | 10 | 10 | 6 | 8 |
| Wärmepumpe | 15 | 10 | 4 | 4 |
| WRG | rotierend 15 | statisch 15 | 4 4 | 6 6 |
| | 20 | | | |
| Zweikanalbox | 15 | 15 | 4 | 4 |

Anhang C (normativ)

Ergänzende Angaben zu den energetischen Anforderungen an die Kälteerzeugung

C.1 In dieser Norm wird der Wert EER nach SN EN 14511 und der erweiterte Wert EER+ verwendet.

EER Verhältnis der Netto-Kälteerzeugerleistung zur effektiven elektrischen Leistungsaufnahme der Kältemaschine. Die elektrische Leistungsaufnahme umfasst:

- die Leistungsaufnahme des Verdichters,
- die Leistungsaufnahme aller Steuer-, Regel- und Sicherheitseinrichtungen der Kältemaschine,
- die anteilige Leistungsaufnahme der Fördereinrichtungen (Ventilatoren, Pumpen) zur Sicherstellung des Transports der Wärmeträger innerhalb der Kältemaschine.

Die Berechnung des Pumpenwirkungsgrades hat nach SN EN 14511-3, Anhang H, zu erfolgen; bei den Ventilatoren sind die effektiven Werte einzusetzen.

EER+ Verhältnis der Netto-Kälteerzeugerleistung zur Leistungsaufnahme der Kälteanlage inkl. Leistungsbedarf der Pumpen und Ventilatoren für die Rückkühlung sowie den anteilmässigen Leistungsbedarf der Verdampferpumpe für die Sicherstellung des Transports des Wärmeträgers innerhalb des Geräts.

Tabelle 26 In den verschiedenen EER-Werten berücksichtigte Verbraucher

| Verbraucher | EER bzw. ESEER | EER+ bzw. ESEER+ |
|---|----------------|------------------|
| Kältemaschine (Kälteprozess) | | |
| – Antrieb (Verdichter) | X | X |
| – Hilfsaggregate (z.B. Ölpumpen) | X | X |
| – Steuerung | X | X |
| Kaltwasserkreis (Verdampferseite) | | |
| – Pumpen Verdampferseite (anteilmässig) | X | X |
| Zwischenkreislauf Verflüssigerseite | | |
| – Pumpen Verflüssigerseite (anteilmässig) | X | X |
| Rückkühlung | | |
| – Pumpen im Rückkühlkreis (Verflüssigerseite) | – | X |
| – Internpumpen (z.B. Besprühung) | – | X |
| – Ventilatoren | (X) * | X |

* Nur bei luftgekühlten Kältemaschinen

C.2 Auf der Basis der Werte EER für 100 %, 75 %, 50 % und 25 % Last wird der Wert ESEER (European Seasonal Energy Efficiency Ratio) wie folgt berechnet:

$$ESEER = 0,03 \cdot EER_{100\%} + 0,33 \cdot EER_{75\%} + 0,41 \cdot EER_{50\%} + 0,23 \cdot EER_{25\%} \quad (10)$$

C.3 Die Anforderungen in 5.6.2.2 und 5.6.3.2 basieren auf standardisierten Herstellerangaben nach SN EN 14511.

Für die wassergekühlten Kältemaschinen gelten im Betriebspunkt mit 100 % Last die folgenden Temperaturen:

- Kaltwassertemperatur 12/7 °C
- Rückkühlmediumtemperatur 30/35 °C

Für die luftgekühlten Kältemaschinen gelten im Betriebspunkt mit 100 % Last die folgenden Temperaturen:

- Kaltwassertemperatur 12/7 °C
- Aussenlufttemperatur (trocken) 35 °C

Die Kaltwassertemperatur am Austritt des Verdampfers von 7 °C darf gemäss 5.6.1.3 nur in Ausnahmefällen angewendet werden. Die standardisierten Werte EER und ESEER dienen dem relativen Vergleich von Kältemaschinen.

- C.4 In der Teillast ist die Verflüssigungstemperatur mit geeigneten Massnahmen zu senken (betrifft Regelstrategie). Wenn möglich ist die Leistungsregelung mit Änderung der Verdichterdrehzahl zu realisieren.
- C.5 Bei rechnerischen Nachweisen ist bei allen Maschinen von einem Verschmutzungswert gleich $0 \text{ m}^2\text{K/W}$ auszugehen. Für die Auslegung der Anlage ist mit dem realen Verschmutzungswert zu rechnen. Für die Festlegung der zulässigen Toleranzen ist die Regelung nach Eurovent massgebend, siehe «Rating Standard for Liquid Chilling Packages» (Dokument RS 6/C/003-2011). In den Toleranzen sind die Bau- und Messtoleranzen enthalten.
- C.6 Die Effizienz des gesamten Rückkühlsystems, welches die Hilfsaggregate wie Rückkühlpumpen und Ventilatoren beinhaltet, wird mit Hilfe des leistungsbezogenen Elektro-Thermo-Verstärkungsfaktors $f_{el,th}$ bewertet (siehe auch SWKI 2003-3).

$$\text{ETV für die Rückkühlventilatoren: } f_{el,th} = \frac{\text{Rückkühlleistung}}{\text{el. Leistungsbedarf der Rückkühlventilatoren}} \quad (11)$$

$$\text{ETV für die Rückkühlpumpen: } f_{el,th} = \frac{\text{Rückkühlleistung}}{\text{el. Leistungsbedarf der Rückkühlpumpen}} \quad (12)$$

Der Elektro-Thermo-Verstärkungsfaktor für Kaltwasserpumpen wird analog jenem für Rückkühlpumpen gerechnet, jedoch bezogen auf die Kälteerzeugerleistung. Der Leistungsbedarf der Kaltwasserpumpen wird bei der Vorgabe an die Leistungszahl der Kältemaschine nicht mitberücksichtigt.

Bei den Rückkühlventilatoren und Rückkühlpumpen sind die folgenden Werte anzustreben (Werte bei Vollast):

- ETV für Rückkühlventilatoren
 $f_{el,th} \geq 28$ (Anteil des elektr. Leistungsbedarfs an der Rückkühlleistung $\leq 3,6\%$)
- ETV für Rückkühlpumpe
 $f_{el,th} \geq 85$ (Anteil an der Rückkühlleistung $\leq 1,2\%$)

Bei den Kaltwasserpumpen (bei den Hilfsaggregaten der Kältemaschinen nicht berücksichtigt) ist folgender Wert anzustreben (Wert bei Vollast):

- ETV für Kaltwasserpumpe
 $f_{el,th} \geq 65$ (Anteil an der Kälteerzeugerleistung $\leq 1,5\%$)

Beispiel (Vollast):

Rückkühlleistung 1000 kW

$f_{el,th}$ der Rückkühlventilatoren = 28 (entspricht 3,6% der Rückkühlleistung)

Max. zulässige Klemmenleistung der Rückkühlventilatoren = $1000/28 = 35,7 \text{ kW}$

C.7 Ergänzung zur Umrechnung von Leistungszahlen

Grundsätzlich sollen die Angaben im Betriebspunkt vom Lieferanten verlangt werden. Für den Fall, dass keine Daten verfügbar sind, ist eine auf einem Worst-Case-Szenario aufbauende Umrechnung vorzunehmen. Diese Rechnung ist allerdings ungenau.

$$\theta_0 = \theta_{VD,Aus} \text{ (Katalog)} - 5 \text{ K} \quad (\text{z.B. } 7^\circ\text{C} - 5 \text{ K} = 2^\circ\text{C})$$

$$\theta_C = \theta_{Verfl,Aus} \text{ (Katalog)} + 5 \text{ K} \quad (\text{z.B. } 36^\circ\text{C} + 5 \text{ K} = 41^\circ\text{C})$$

$$\varepsilon_{Carnot} = \frac{\theta_0 + 273 \text{ K}}{\theta_C - \theta_0} \quad \varepsilon_{eff} = \text{Katalogwert} \quad \text{Gütegrad } \eta = \frac{\varepsilon_{eff}}{\varepsilon_{Carnot}}$$

Bei der Umrechnung auf neue Temperaturen wird davon ausgegangen, dass der aus den Katalogwerten ermittelte Gütegrad unverändert bleibt. Ausgehend vom Wert ε_{Carnot} für die neuen Temperaturen ergibt sich der korrigierte Wert $\varepsilon = \varepsilon_{Carnot} \cdot \eta$.

θ_0 Verdampfungstemperatur, in $^\circ\text{C}$

θ_C Verflüssigungstemperatur, in $^\circ\text{C}$

$\theta_{VD,Aus}$ Verdampfer-Austrittstemperatur, in $^\circ\text{C}$

$\theta_{Verfl,Aus}$ Verflüssiger-Austrittstemperatur, in $^\circ\text{C}$

Anhang D (normativ)

Berechnung des jährlichen Elektrizitätsbedarfs Lüftung mit Volllaststunden

D.1 Allgemeines

Der jährliche spezifische Elektrizitätsbedarf Lüftung E_V ergibt sich aus der Multiplikation der spezifischen elektrischen Leistung Lüftung P_V mit den jährlichen Volllaststunden t_V der gesamten Lüftungsanlage.

$$E_V = \frac{P_V \cdot t_V}{f_P} \quad (13)$$

E_V jährlicher spezifischer Elektrizitätsbedarf Lüftung, in kWh pro m² Nettogeschossfläche

P_V spezifische elektrische Leistung Lüftung, in W pro m² Nettogeschossfläche

t_V jährliche Volllaststunden Lüftung, in h

f_P 1000 W/kW

D.2 Spezifische elektrische Leistung Lüftung

D.2.1 Die spezifische elektrische Leistung Lüftung P_V ergibt sich aus dem Druckverlust der Lüftungsanlage Δp , dem geförderten Luftvolumenstrom pro Nettogeschossfläche $q_{v,a}$ und dem Gesamtwirkungsgrad der Lüftung η_V .

$$P_V = \frac{\Delta p \cdot q_{v,a}}{\eta_V \cdot f_T} \quad (14)$$

P_V spezifische elektrische Leistung Lüftung (Summe von Zu- und Abluftanlage), in W/m²

Δp Druckdifferenz der gesamten Anlage (Summe von Zu- und Abluftanlage), in Pa

$q_{v,a}$ geförderter Luftvolumenstrom pro m² Nettogeschossfläche (Mittel von Zuluft- und Abluft), in m³/(m²h)

η_V Gesamtwirkungsgrad der Lüftung (Mittelwert der Zu- und Abluftanlage)

f_T 3600 s/h

Diese Werte beziehen sich auf den Betrieb bei Nennleistung. Ein allfälliger Teillastbetrieb wird bei den Volllaststunden berücksichtigt.

D.2.2 Der geförderte Luftvolumenstrom $q_{v,a}$ ist gleich dem effektiv geförderten Aussenluft-Volumenstrom V_e zuzüglich einem allfälligen Umluft-Volumenstrom.

In Räumen, welche hauptsächlich dem Aufenthalt von Personen dienen, ist im Allgemeinen der Aussenluft-Volumenstrom anhand der Aussenluftraten pro Person zu bestimmen (siehe 5.3.2).

Wenn keine genaueren Angaben über die Personenbelegung vorhanden sind, können die Standardnutzungswerte gemäss SIA 2024 verwendet werden.

D.2.3 Für die Druckdifferenzen sind die Werte bei mittlerer Betriebsweise zwischen Filterwechseln einzusetzen. Wenn keine genaueren Angaben über die Druckdifferenzen und die Wirkungsgrade vorliegen, können bei typischen Anlagen die Grenzwerte, bei energetisch guten Anlagen die Zielwerte für die spezifische Ventilatorleistung gemäss 5.7.4 verwendet werden. Die spezifische elektrische Leistung ergibt sich dann aus dem Produkt der spezifischen Ventilatorleistung bzw. der spezifischen Geräteleistung mit der geförderten Luftmenge.

$$P_V = P_{SFP} \cdot q_{v,a}$$

$$P_V = P_{SPI} \cdot q_{v,a}$$

D.3 Volllaststunden Lüftung

D.3.1 Die Volllaststunden t_V berechnen sich nach der effektiv geplanten Betriebsweise der Lüftungsanlage unter Berücksichtigung der geplanten Nutzung und Regelung.

Die Volllaststunden werden als energieäquivalenter Wert berechnet, indem die Betriebsstunden in Teillast mit dem Verhältnis der spezifischen elektrischen Leistung in Teillast zur spezifischen elektrischen Leistung in Volllast multipliziert werden.

D.3.2 Wenn keine genaueren Angaben über den Wirkungsgrad der Lüftung η_V bei Teillast vorliegen, kann angenommen werden, dass die elektrische Leistung der Lüftung P_V mit der 2,5-fachen Potenz des Luftvolumenstroms $q_{v,a}$ zunimmt. Das bedeutet, dass der Wirkungsgrad η_V proportional zur Wurzel aus der Luftförderleistung P_V ist. Bei Anlagen mit konstanten Druckverlustanteilen (z.B. Volumenstromreglern) muss ohne genauere Angaben mit der 1,5-fachen Potenz gerechnet werden. Weitere Angaben finden sich in SIA 2044.

D.3.3 Wenn keine genaueren Angaben über die geplante Betriebsart vorhanden sind, können für typische Anlagen die Grenzwerte und für energetisch gute Anlagen die Zielwerte gemäss Tabelle 20 verwendet werden.

Bei Wohnungslüftungen wird manchmal eine zusätzliche höhere Stufe vorgesehen für Zeiten mit hoher Belastung (Rauchen, Essen). Da dieser Intensivlüftungsbetrieb zeitlich begrenzt ist und von Hand eingeschaltet werden muss, ist der zusätzliche Elektrizitätsbedarf im Allgemeinen vernachlässigbar.

D.3.4 Wenn keine genaueren Angaben über die Nutzungsdaten vorhanden sind, können die Raumnutzungsbedingungen gemäss SIA 2024 verwendet werden.

Anhang E (normativ) Randbedingungen für Simulationsrechnungen

E.1 Bei einer Simulation der sommerlichen Raumlufttemperaturen zur vertieften Beurteilung der Notwendigkeit einer mechanischen Kühlung sind die folgenden Berechnungsvoraussetzungen einzuhalten.

| | |
|---|--|
| Kriterium, Messgrösse | Empfundene Temperatur in Raummitte 1 m über Boden. Bestehen infolge der Strahlungssituation speziell kritische Orte innerhalb des Aufenthaltsbereiches, sind diese gesondert zu untersuchen. |
| Beurteilung | Nach Ziffer 4.5.4. Die untere Grenzkurve von Figur 2 darf dabei in den Zeiten mit Personenbelegung nicht unterschritten werden. |
| Berechnungsmodell, Zeitschritt | Berechnungsverfahren, welches die Anforderungen gemäss SIA 180, Ziffer 5.2.6.1, erfüllt, Zeitschritt 1 Stunde oder kleiner. |
| Klimadaten | Normales Design Reference Year (DRY) nach SIA 2028; Station, die das Klima am Gebäudestandort am besten repräsentiert. |
| Beobachtungsperiode | 16. April – 15. Oktober 2011. Das Jahr dient zur Festlegung der Wochen- und Feiertage, der 1. Januar ist ein Samstag. |
| Sonnenschutz | Kennwerte und Steuerungsstrategie des geplanten bzw. bestehenden Sonnenschutzes. Berücksichtigung der Windfestigkeit unter der Annahme, dass die Windgeschwindigkeit am Sonnenschutz der Windgeschwindigkeit im freien Windprofil 1 m über Dach entspricht. Voraussetzung ist, dass der sommerliche Wärmeschutz die Anforderungen nach Ziffer 2.1.3 erfüllt. |
| Externe Wärmeeinträge | 10% der externen Wärmeeinträge (Solarstrahlung) fallen als konvektive Wärme an (falls diese Annahme im verwendeten Berechnungsmodell erforderlich ist). |
| Interne Wärmeeinträge | Gemäss vereinbarten Nutzungsbedingungen. Wenn keine Werte vereinbart wurden, sind die Standard-Nutzungsbedingungen gemäss SIA 2024 zu verwenden. |
| – Personen | Gemäss vereinbarten Nutzungsbedingungen oder SIA 2024, Standardwerte. Anteil Konvektion = 50%, Anteil Strahlung = 50%, massgebend ist nur der sensible Teil der Wärmeeinträge der Personen. Wärmeabgabe je nach Tätigkeit gemäss SIA 180, Ziffer 3.5.3.3. |
| – Beleuchtung | Gemäss vereinbarten Nutzungsbedingungen oder SIA 2024, Standardwerte. Tageslichtabhängige Steuerung mit Berücksichtigung der konkreten Situation inkl. Kennwerten des Sonnenschutzes. Mögliche Vereinfachung: In 5 m tiefen fensternahen Zonen keine Beleuchtung zu Zeiten mit Tageslicht. Anteil Konvektion = 30%, Anteil Strahlung = 70%. |
| – Geräte | Gemäss vereinbarten Nutzungsbedingungen oder SIA 2024, Standardwerte. Anteil Konvektion = 80%, Anteil Strahlung = 20%. |
| Aussenluft-Volumenstrom während der Betriebszeit | Aussenluft-Volumenstrom der Anlage im Normalbetrieb unter Berücksichtigung der hygienisch erforderlichen Aussenluftstraten gemäss 2.2.6 und der Bemessung der Anlage. |
| Aussenluft-Volumenstrom ausserhalb der Betriebszeit | Aussenluft-Volumenstrom wie während der Betriebszeit bzw. erhöht (soweit möglich, maximal um einen Faktor 2), falls $(\theta_{RAL} - \theta_{AUL}) > 4 \text{ K}$ und $\theta_{RAL} > 24^\circ\text{C}$. Sonst Anlage AUS und Aussenluft-Volumenstrom von $0,3 \text{ m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$. |
| Nutzungszeit | Die Nutzungszeit ist entsprechend der jeweiligen Nutzung anzunehmen. Für Standardnutzungen ist sie SIA 2024 zu entnehmen. |
| Betriebszeit der Anlage | Die Anlage wird am Morgen 1 Stunde vor Nutzungsbeginn in Betrieb genommen und läuft am Abend 1 Stunde nach. In der Mittagspause läuft die Anlage durch. |

E.2 Es ist nachzuweisen, dass die Berechnungsannahmen umgesetzt werden können. Allfällige Abweichungen sind zu begründen.

Anhang F (normativ)

Technische Spezifikationen für die Übergabe von Lüftungs- und Klimaanlage

F.1 Grundsätze

- F.1.1 Die Abnahme erfolgt nach SIA 118 (Artikel 157 bis 164) und SIA 118/380. Sie soll mit wirtschaftlich vertretbaren Mitteln durchgeführt werden.
- F.1.2 Die Abnahme besteht aus den folgenden vier Teilen:
- Vollständigkeitsprüfung nach F.2
 - Funktionsprüfungen nach F.3
 - Funktionsmessungen nach F.4
 - Hygieneerstinspektion nach F.5
- F.1.3 Teilnehmer bei der Abnahme sind der Besteller, der Anlagenplaner, der Unternehmer oder deren Vertreter. Allenfalls ist auch die Teilnahme eines Behördenvertreters erforderlich.
- F.1.4 Die korrekte Abnahme umfasst das vollständige Ausfüllen der Abnahmeprotokolle der Fachverbände mit allen dazu notwendigen Messungen und Feststellungen bei den einzelnen Lüftungs- und Klimaanlage.
- F.1.5 Für alle wichtigen Komponenten (Ventilatoren, Motoren, Pumpen, Wärmeübertrager, Wärmerückgewinnung, Kältemaschinen inkl. Rückkühlung, Wärmepumpen usw.) sind die energetischen Kennwerte schriftlich festzuhalten und auf ihre Übereinstimmung mit den Anforderungen zu überprüfen.
- F.1.6 Weitergehende Funktionsmessungen sind vor allem bei komplexen Anlagen sehr empfehlenswert, müssen aber vom Besteller mit dem Anlagenplaner und dem Unternehmer separat vereinbart werden.

F.2 Vollständigkeitsprüfung

Nachzuweisen ist, dass

- die Lieferung im vertraglich vorgesehenen Umfang vollständig erbracht ist,
- die Komponenten unter Beachtung der technischen und behördlichen Vorschriften (insbesondere Sicherheitsvorschriften) sowie der Regeln der Technik ordnungsgemäss eingebaut sind,
- die Zugänglichkeit für das Betreiben besteht,
- kein Verstoß gegen die Regeln der Technik vorliegt,
- die Qualität der Ausführung dem Vertragsinhalt entspricht,
- die Anlage gereinigt ist,
- alle für das Betreiben der Anlage notwendigen Unterlagen vorhanden und übergeben worden sind (Betriebsanleitungen, Wartungsanleitungen, revidierte Ausführungsunterlagen).

Wenn die Anlage bereits während der Bauphase in Betrieb genommen wurde, ist als Voraussetzung für die Übergabe eine Gesamtreinigung der Luftleitungen und Komponenten sowie ein Wechsel der Filter erforderlich.

F.3 Funktionsprüfungen

- F.3.1 Vor der Abnahme findet die Inbetriebsetzung der Anlage statt. Die Funktionsprüfungen stellen eine Kontrolle dieser Arbeiten dar. Dabei sind insbesondere die Sicherheitsaspekte zu beachten.
- F.3.2 Die Funktionsprüfungen der Bauelemente zeigen, ob die einzelnen Bauelemente der Anlage (Filter, Ventilator, Luftherhitzer, Kühler, Befeuchter, Brandschutzklappen usw.) funktionsgerecht eingebaut und wirksam sind.
- F.3.3 Die Funktionsprüfungen der Steuerung und Regelung zeigen, ob die Steuer- und Regelfunktionen in allen wichtigen Betriebszuständen richtig ablaufen.

Bei den Funktionsprüfungen von Steuerungen werden die Funktionen der Schalterstellungen, Schaltuhren, Fernbedienungen und Zeitrelais überprüft und es erfolgt eine Kontrolle aller Sicherheitsschaltungen (Revisionsschalter, Notschaltungen, Grenzwertschaltungen, Frostschutz, Überstromauslösungen der Motoren, Brandschutzklappen usw.).

Die Funktionsprüfungen von Regelungen umfassen die Kontrolle der Soll- und Grenzwerteinstellungen, der Grundstellungen der Stellorgane bei ausgeschalteter Anlage und der richtigen Funktion der Stellorgane und deren Sequenzen.

F.3.4 Kontrollen des regeltechnischen Verlaufs sowie das Registrieren des Anlageverhaltens sind vom Besteller mit dem Anlagenplaner oder dem Unternehmer separat zu vereinbaren.

F.4 Funktionsmessungen

F.4.1 Mit den Funktionsmessungen soll nachgewiesen werden, dass die einzelnen Komponenten und die Anlage als Ganzes die vereinbarten Sollwerte erreichen.

F.4.2 Die Funktionsmessungen können in den meisten Fällen nicht bei den Auslegungsbedingungen durchgeführt werden. Es sind daher immer auch die während der Kontrollmessungen herrschenden Aussenbedingungen zu registrieren. Bei der Messung lastabhängiger Grössen ist ein möglichst stationärer Betrieb anzustreben. Alle Türen und Fenster sind während der Funktionsmessungen geschlossen zu halten.

F.4.3 Die Abnahmebedingungen sind erfüllt, wenn die Messwerte im vereinbarten Toleranzbereich des Sollwertes liegen. Wenn nichts anderes vereinbart wurde, gelten die Anforderungen in SN EN 12599 mit den Toleranzen der Messgrössen gemäss Tabelle 27. Es müssen alle vereinbarten Anforderungen gleichzeitig erfüllt sein.

Tabelle 27 Toleranzen der Messgrössen

| Messgrösse | Toleranz vom Sollwert | Art der Abweichung | |
|---|--------------------------|--------------------|---------|
| | | relativ | absolut |
| Luftvolumenstrom – beim versorgten Raum – bei jeder Anlage und jedem Hauptversorgungsstrang | $\pm 15\%$ $\pm 10\%$ | x x | |
| Zulufttemperatur | $\pm 1,0\text{ K}$ | | x |
| Raumlufttemperatur | $\pm 1,0\text{ K}$ | | x |
| Raumluftgeschwindigkeit ($v_{50\%}$) | $\pm 15\%$ | x | |
| Relative Raumluftfeuchte | $\pm 15\%$ | x | |
| Druckdifferenz | $\pm 10\%$ | x | |
| Elektrische Stromaufnahme | $\pm 5\%$ | x | |
| Elektrische Leistungsaufnahme | $\pm 10\%$ | x | |
| Elektrische Spannung | $\pm 5\%$ | x | |
| Wassertemperatur | $\pm 1,0\text{ K}$ | | x |
| Massenstrom von Flüssigkeiten | $\pm 10\%$ | x | |
| Wärme- und Kälteleistung | $\pm 15\%$ | x | |
| Energieäquivalenter Dauerschallpegel und Beurteilungspegel | 1) | | x |

1) Es gelten die Bestimmungen von SIA 181 (ganzzahlige Angabe, keine Toleranz, Wiederholung der Messungen bis zum Erreichen gesicherter Werte)

Beispiel: Sollwert für die Raumluftfeuchte = 40% r.F.

Relative Toleranz vom Sollwert $\pm 15\%$

Toleranzbereich 34% bis 46% r.F.

Bei einem Messwert zwischen 34% und 46% r.F. sind die Abnahmebedingungen erfüllt.

- F.4.4 Die Toleranzen in Tabelle 27 schliessen die zulässige Abweichung vom Sollwert und alle Messfehler inkl. Wandlung und Anzeige ein. Das heisst, dass alle Resultate der Messungen innerhalb der genannten Toleranz liegen müssen.
- F.4.5 Die Sollwerte im Raum sind in der ganzen Aufenthaltszone nach 2.2.2 einzuhalten. Massgebend sind die 5-Minuten-Mittelwerte bei stationärem Betriebszustand. Weitere Details finden sich in SN EN 12599 und SN EN 13182.
- F.4.6 Ohne besondere Vereinbarung erfolgen die Funktionsmessungen in nicht belegten Räumen, aber mit den vereinbarten thermischen Lasten.
- F.4.7 Die Anforderungen an die Luftvolumenströme und Druckdifferenzen sind bei sauberen Filtern einzuhalten. Bei verschmutzten Filtern sind zusätzliche Abweichungen von maximal 10% zulässig.

F.5 Hygieneerstinspektion

- F.5.1 Die Hygieneerstinspektion muss innerhalb von 3 Monaten nach der Bau-Endreinigung durchgeführt werden.
- F.5.2 Die Durchführung der Hygieneerstinspektion muss nach SWKI VA104-01 erfolgen und beinhaltet folgende Überprüfungen:
- Planung,
 - Installation,
 - Zugänglichkeit für die Wartung,
 - Schnittstellen zu den Versorgungssystemen.

F.6 Abnahmeunterlagen

Die Abnahmeunterlagen bestehen aus drei Teilen:

- Übergabedokumente: Protokoll mit Abnahmedatum und bei der Abnahme anwesenden Personen. Angaben zu den vorhandenen Betriebs- und Instandhaltungsinstruktionen, Vorbehalten, Garantiefrieten, finanziellen Regelungen.
- Mängelliste: Liste der noch zu behehenden Mängel unter Angabe der verantwortlichen Stellen, der Termine und der Kontrollstelle.
- Checkliste mit Bestätigung, dass folgende Protokolle erstellt und kontrolliert worden sind: Vollständigkeitsprüfung, Funktionsprüfungen, Funktionsmessungen, Hygieneerstinspektion.

Anhang G (informativ)

Checklisten

G.1 Checkliste für die Planung des Gebäudes

- G.1.1 Möglichst frühzeitiger Beizug eines Gebäudetechnikplaners
- G.1.2 Möglichst frühzeitiger Kontakt mit den zuständigen Behörden
- G.1.3 Form und Orientierung des Gebäudes sowie Fenstergrössen optimieren
- G.1.4 Guter Wärmeschutz und gute Dichtheit der Gebäudehülle
- G.1.5 Geeignete Anordnung von Aussenluftfassung und Fortluftöffnung
- G.1.6 Hohe Wärmespeicherfähigkeit der Baukonstruktion
- G.1.7 Wahl emissionsarmer Baustoffe und Inneneinrichtungen
- G.1.8 Wirksamer Sonnenschutz
- G.1.9 Minimierung der internen Schadstoff-, Feuchte- und Wärmeeinträge
- G.1.10 Trennung von Bereichen unterschiedlicher Nutzung und damit unterschiedlicher Anforderungen
- G.1.11 Klares Brandschutzkonzept
- G.1.12 Klares Konzept bezüglich akustische Behaglichkeit und Schallschutz
- G.1.13 Anordnung und Raumbedarf der gebäudetechnischen Installationen festlegen
- G.1.14 Beleuchtungskonzept festlegen
- G.1.15 Tageslichtnutzung planen

G.2 Checkliste für die Planung der Lüftungs- oder Klimaanlage

- G.2.1 Klare und schriftliche Festlegung der Grundlagen und Garantiebedingungen
- G.2.2 Bedarfsabhängige Aussenluftzufuhr in Fällen von wechselnder Nutzung vorsehen
- G.2.3 Wärme- und Kühlleistungsbedarf berechnen
- G.2.4 Interne Wärmeeinträge erfassen und kritisch bewerten
- G.2.5 Wärme-, Schadstoff- und Feuchtequellen minimieren und wo möglich direkt abführen
- G.2.6 Luftführung im Raum planen
- G.2.7 Freie Kühlung nutzen
- G.2.8 Wärmerückgewinnung und Abwärmenutzung vorsehen
- G.2.9 Unterschiedliche Nutzungen bei Planung und Betrieb beachten
- G.2.10 Einsatz von Luft-Erd-Registern untersuchen
- G.2.11 Einsatz von Erdsonden untersuchen
- G.2.12 Bei grösseren abzuführenden Wärmeeinträgen: Verwendung von Anlagen mit Wasser als Wärmeträgermedium vorsehen
- G.2.13 Anforderungen betreffend akustische Behaglichkeit und Schallschutz berücksichtigen
- G.2.14 Messkonzept zur Überwachung der Funktion und des Energieverbrauchs der Anlage erstellen
- G.2.15 Konzept zur Kontrolle und Reinigung der Anlage erstellen

G.3 Checkliste für die Planung einzelner Komponenten

- G.3.1 Niedrigen Leistungsbedarf für die Luftförderung anstreben
- G.3.2 Ventilatoren mit gutem Wirkungsgrad wählen
- G.3.3 Wärmerückgewinnung untersuchen
- G.3.4 Abklären, ob eine Befeuchtung notwendig ist
- G.3.5 Abklären, ob eine Kühlung notwendig ist
- G.3.6 Kaltwassertemperatur so hoch wie möglich wählen
- G.3.7 Kältemittel- und Kaltwasserleitungen gegen Kondensation und Energieverluste dämmen

- G.3.8 Möglichkeiten der Kontrolle und Reinigung des Luftleitungssystems und der Bauteile beachten
- G.3.9 Luftdichte Luftleitungssysteme und Luftbehandlungsgeräte vorsehen
- G.3.10 Lärmimmissionen begrenzen

G.4 Checkliste für die Betriebsphase

- G.4.1 Zweckentsprechende Raumlufttemperatur einhalten
- G.4.2 Zweckentsprechende Raumluftfeuchte einhalten
- G.4.3 Bedarfsgerechte Betriebsart und Betriebszeit der Lüftungs- und Klimaanlage wählen
- G.4.4 Zweckmässige Bedienung bzw. Steuerung des Sonnenschutzes im Winter und im Sommer
- G.4.5 Unnötige Wärmeeinträge im Sommer vermeiden
- G.4.6 Regelmässige Kontrolle und Wartung von Anlagenteilen (Filter, Antriebe, Sensoren, Sauberkeit)
- G.4.7 Energiebuchhaltung führen
- G.4.8 Regelmässige Kontrolle des hygienischen Zustands der Anlage
- G.4.9 Optimierung der Anlagen nach den tatsächlichen Bedingungen und Anforderungen

In der Kommission SIA 382 vertretene Organisationen

| | |
|-----------|--|
| Empa | Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt |
| EnFK | Konferenz der kantonalen Energiefachstellen |
| FHNW | Fachhochschule Nordwestschweiz |
| HES-SO | Haute École Spécialisée de Suisse Occidentale |
| HEV | Hauseigentümerverband Schweiz |
| HSLU | Hochschule Luzern – Technik & Architektur |
| KBOB | Koordinationskonferenz der Bau- und Liegenschaftsorgane der öffentlichen Bauherren |
| seco | Staatssekretariat für Wirtschaft |
| SIA KGE | SIA-Kommission für Gebäudetechnik- und Energienormen |
| suissetec | Schweizerisch-Liechtensteinischer Gebäudetechnikverband |
| SWKI | Schweizerischer Verein von Gebäudetechnik-Ingenieuren |
| ZHAW | Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften |

Kommission SIA 382, Lüftungs- und Klimaanlage

| | | Vertreter von |
|------------|---|---|
| Präsident | Kurt Hildebrand, Islisberg | SIA KGE, HSLU (SIA-Mitglied) |
| Mitglieder | Thomas Ammann, Zürich Roman Arpagaus, Bern Michel Bonvin, Sion Viktor Dorer, Dübendorf Thomas Frank, Uster Christoph Gmür, Zürich Peter Hartmann, Effretikon Heinrich Huber, Muttenz Beat Kegel, Zürich Martin Lenzlinger, Zürich Andreas Matthaer, Erlenbach (bis 1/2011) Martin Ménard, Zürich Christian Monn, Zürich Martin Neuenschwander, Liestal Stephan Schläppi, Wetzikon (ab 2/2011) Urs Steinemann, Wollerau Frank Tillenkamp, Winterthur Michael Wagner, Luzern Gerhard Zweifel, Honau | HEV KBOB HES-SO Empa SIA 180 (SIA-Mitglied) EnFK (SIA-Mitglied) SIA 384 (SIA-Mitglied) Minergie, FHNW (SIA-Mitglied) Projektierung SIA KGE (SIA-Mitglied) Projektierung, suissetec (SIA-Mitglied) SIA KGE, Projektierung seco EnFK Projektierung, suissetec Projektierung (SIA-Mitglied) ZHAW Projektierung, SWKI (SIA-Mitglied) SIA KGE, HSLU (SIA-Mitglied) |

Sachbearbeitung Urs Steinemann, Wollerau

Genehmigung und Gültigkeit

Die Zentralkommission für Normen des SIA hat die vorliegende Norm SIA 382/1 am 19. November 2013 genehmigt.

Sie ist gültig ab 1. Juli 2014

Sie ersetzt die Ausgabe 2007.

Copyright © 2014 by SIA Zurich

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe (Fotokopie, Mikrokopie, CD-ROM usw.), der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und das der Übersetzung, sind vorbehalten.