

Ersetzt die Empfehlungen SIA V 382/1 und SIA V 382/3, Ausgabe 1992

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

## Lüftungs- und Klimaanlage – Allgemeine Grundlagen und Anforderungen

382/1

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

---

2007-03 1. Auflage

# INHALTSVERZEICHNIS

	Seite		Seite
<b>Vorwort</b> .....	4	5.8 Befeuchtung .....	50
<b>0 Geltungsbereich</b> .....	5	5.9 Wärmedämmung der Anlage .....	51
0.1 Abgrenzung .....	5	5.10 Wärmerückgewinnung und Abwärmenutzung .....	51
0.2 Normative Verweisungen .....	5	5.11 Luftdichtheit der Anlage .....	52
0.3 Weitere Grundlagen .....	7	5.12 Anordnung von Aussenluft- fassungen und Fortluftöffnungen ....	54
0.4 Hinweise zur Anwendung der Norm ..	7	5.13 Filterung .....	56
<b>1 Verständigung</b> .....	8	5.14 Messeinrichtungen .....	58
1.1 Begriffe und Definitionen .....	8	<b>6 Technische Spezifikationen für die Durchführung der Abnahmeprüfung</b> ..	59
1.2 Symbole und Einheiten .....	12	6.1 Grundsätze .....	59
1.3 Indizes .....	13	6.2 Lieferumfangs- und Montage- kontrolle .....	59
1.4 Abkürzungen .....	13	6.3 Funktionskontrolle .....	59
1.5 Anlagentypen .....	14	6.4 Kontrollmessungen .....	60
1.6 Luftarten .....	15	6.5 Abnahmeunterlagen .....	61
1.7 Klassierung der Luftarten .....	17	<b>7 Betrieb und Unterhalt</b> .....	62
1.8 Klassierung der spezifischen Ventilatorleistung .....	20	7.1 Allgemeines .....	62
1.9 Klassierung der Druckbedingungen im Raum .....	20	7.2 Unterhaltungspflichtenheft .....	62
<b>2 Anforderungen</b> .....	22	7.3 Energiebuchhaltung .....	62
2.1 Bauliche Anforderungen .....	22	7.4 Betriebsoptimierung .....	62
2.2 Behaglichkeit .....	25	<b>8 Rückbau und Entsorgung</b> .....	63
2.3 Energiebedarf .....	31	<b>Anhang</b>	
2.4 Betriebssicherheit und Lebensdauer ..	32	<b>A (normativ) Auslegungskriterien</b> .....	64
2.5 Wartungsfreundlichkeit und Hygiene .	32	<b>B (informativ) Erweiterte Grundlagen zur Komfortbeurteilung</b> .....	66
2.6 Schutz der Umwelt .....	32	<b>C (informativ) Kennwerte von Verglasung, Fensterrahmen und Sonnenschutz</b> .....	69
<b>3 Auslegungskriterien</b> .....	33	<b>D (normativ) Thermisch-dynamisches Verhalten eines Raumes</b> .....	71
3.1 Allgemeines .....	33	<b>E (normativ) Berechnung der Wärme- speicherfähigkeit eines Raumes</b> .....	72
3.2 Aussenbedingungen .....	33	<b>F (informativ) Raumbedarf von Komponenten und Systemen</b> .....	76
3.3 Gebäudedaten .....	34	<b>G (informativ) Technische Lebensdauer und Wartungsaufwand technischer Gebäudeinstallationen</b> .....	80
3.4 Nutzungsdaten .....	34	<b>H (normativ) Ergänzende Angaben zu den energetischen Anforderungen an die Kälteerzeugung</b> .....	82
3.5 Behaglichkeit .....	35	<b>J (informativ) Checklisten</b> .....	84
<b>4 Systemwahl</b> .....	36		
4.1 Vorgehen .....	36		
4.2 Möglichkeiten und Grenzen der Fensterlüftung .....	36		
4.3 Befeuchtung .....	38		
4.4 Kühlung .....	39		
4.5 Entfeuchtung .....	41		
<b>5 Dimensionierung und technische Anforderungen</b> .....	42		
5.1 Übersicht .....	42		
5.2 Fensterlüftung .....	43		
5.3 Luftvolumenströme .....	43		
5.4 Wärme- und Kühlleistungsbedarf ....	46		
5.5 Anlagen mit kleinem elektrischem Leistungsbedarf .....	47		
5.6 Kälteerzeugung .....	47		
5.7 Luftförderung .....	48		

## VORWORT

Die vorliegende Norm SIA 382/1 ersetzt die Empfehlungen SIA V 382/1 *Technische Anforderungen an Lüftungstechnische Anlagen* und SIA V 382/3 *Bedarfsermittlung für Lüftungstechnische Anlagen* aus dem Jahr 1992. Die Empfehlung SIA V 382/2 *Kühlleistungsbedarf von Gebäuden*, Ausgabe 1992, bleibt vorläufig gültig.

Die vorliegende Norm 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, 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 und Auslegung von Lüftungs- und Klimaanlage stark ausgewirkt. Mit Massnahmen an der Anlage, wie Wärmerückgewinnung, variablem Volumenstrom, kleinen Druckverlusten, hohen Ventilatorwirkungsgraden, aber auch durch eine geeignete Anlagenregulierung, zum Beispiel gleitende Raumlufttemperaturen und bedarfsgerechten Betrieb, kann der Energiebedarf stark reduziert werden. Dabei sollen in erster Priorität immer die möglichen Massnahmen zur Vermeidung von unerwünschten externen und internen Wärmequellen sowie von Schadstoffemissionen ausgeschöpft werden. Unbedingt zu beachten sind die Anforderungen der Hygiene in Lüftungs- und Klimaanlage.

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 vorliegende Norm gibt die notwendigen Zusatzinformationen für Gebäude mit Lüftungs- und Klimaanlage.

Diese Norm beschreibt die grundsätzlichen Kriterien für die Wahl der Lüftungsstrategie 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, Vornormen und technischen Berichten.

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 Anlagen in von Personen belegten Gebäuden (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 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 (Luftaufbereitungs-zentralen, Regulierung, Kälteanlagen, Kühltürme usw.).

### 0.2 Normative Verweisungen

Der Text dieser Norm enthält normative Verweisungen auf die nachfolgenden Publikationen, die ganz oder in Teilen im Sinne des Verweises mitgelten.

#### 0.2.1 Publikationen des SIA

Norm SIA 118	Allgemeine Bedingungen für Bauarbeiten
SIA 118/380	Allgemeine Bedingungen für Gebäudetechnik
Norm SIA 180	Wärme- und Feuchteschutz im Hochbau
Norm SIA 181	Schallschutz im Hochbau
Norm SIA 261	Einwirkungen auf Tragwerke
Norm SIA 342	Sonnen- und Wetterschutzanlagen
Norm SIA 380/1	Thermische Energie im Hochbau
Norm SIA 380/4	Elektrische Energie im Hochbau
Empfehlung SIA V 382/2	Kühlleistungsbedarf von Gebäuden (in Revision)
Norm SIA 382/2	Thermischer Energie- und Leistungsbedarf von klimatisierten Gebäuden (in Vorbereitung)
Norm SIA 382/3	Systemwahl, Nutzungsgrad und Energiebedarf von Lüftungs- und Klimasystemen (in Vorbereitung)
Norm SIA 384.201	Heizungsanlagen in Gebäuden – Verfahren zur Berechnung der Norm-Heizlast (SN EN 12831)
Empfehlung SIA 410	Kennzeichnung von Installationen in Gebäuden – Sinnbilder für die Haustechnik
Empfehlung SIA 410/1	Kennzeichnung von Installationen in Plänen und Kennzeichnung von ausgeführten Installationen
Norm SIA 480	Wirtschaftlichkeitsrechnung für Investitionen im Hochbau
Merkblatt SIA 2023	Lüftung in Wohnbauten
Merkblatt SIA 2024	Standard-Nutzungsbedingungen für die Energie- und Gebäudetechnik
Merkblatt SIA 2025	Begriffe für Bauphysik, Energie- und Gebäudetechnik (in Vorbereitung)

**0.2.2 Internationale Normen**

SN EN 410	Glas im Bauwesen – Bestimmung der lichttechnischen und strahlungsphysikalischen Kenngrössen von Verglasungen
SN EN 673	Glas im Bauwesen – Bestimmung des Wärmedurchgangskoeffizienten ( <i>U</i> -Wert) – Berechnungsverfahren
SN EN 779	Partikel-Luftfilter für die allgemeine Raumlufttechnik – Anforderungen – Prüfung – Kennzeichnung
SN EN 1507	Lüftung von Gebäuden – Rechteckige Luftleitungen aus Blech – Anforderungen an Festigkeit und Dichtheit
CR 1752	Ventilation for buildings – Design criteria for the indoor environment
SN EN 1886	Lüftung von Gebäuden – Zentrale raumlufttechnische Geräte – Mechanische Eigenschaften und Messverfahren
SN EN ISO 7730	Ergonomie der thermischen Umgebung – Analytische Bestimmung und Interpretation der thermischen Behaglichkeit durch Berechnung des PMV- und des PPD-Indexes und Kriterien der lokalen thermischen Behaglichkeit (ISO 7730:2005)
SN ENV 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 raumlufttechnischer Anlagen
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 13363-2	Sonnenschutzeinrichtungen in Kombination mit Verglasungen – Berechnung der Solarstrahlung und des Lichttransmissionsgrades – Teil 2: Detailliertes Berechnungsverfahren
SN EN 13779	Lüftung von Nichtwohngebäuden – Allgemeine Grundlagen und Anforderungen an Lüftungs- und Klimaanlage
SN EN ISO 13791	Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden – Sommerliche Raumtemperaturen bei Gebäuden ohne Anlagentechnik – Allgemeine Kriterien und Validierungsverfahren
SN EN 13829	Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden – Bestimmung der Luftdurchlässigkeit von Gebäuden – Differenzdruckverfahren (ISO 9972:1996, modifiziert)

Ein Verzeichnis der gültigen europäischen Normen ist unter [www.sia.ch](http://www.sia.ch) zu finden.

**0.2.3 Publikationen des SWKI**

Richtlinie SWKI 95-2	Instandhaltung Lüftungstechnischer Anlagen
Richtlinie SWKI 96-2	Lüftungsanlagen in Gastwirtschaftsbetrieben
Richtlinie SWKI 98-1	Messkonzept für Energie und Medien
Richtlinie SWKI 2000-3	Wärmerückgewinnung in Lufttechnischen Anlagen
Richtlinie SWKI 2000-4	Gebäudeautomation
Richtlinie SWKI 2003-1	Instandhaltung Kältetechnischer Anlagen
Richtlinie SWKI 2003-2	Instandhaltung Heizungstechnischer Anlagen
Richtlinie SWKI 2003-3	Rückkühlung

### **0.3 Weitere Grundlagen**

- 0.3.1 Die massgebenden gesetzlichen Anforderungen sind immer einzuhalten, auch wenn sie im Einzelfall von Festlegungen in dieser Norm abweichen.
- 0.3.2 In dieser Norm wird auf die folgenden gesetzlichen Grundlagen und Verordnungen des Bundes verwiesen:
- USG Bundesgesetz über den Umweltschutz (Umweltschutzgesetz)
  - STEG Bundesgesetz über die Sicherheit von technischen Einrichtungen und Geräten
  - LRV Luftreinhalte-Verordnung
  - LSV Lärmschutz-Verordnung
- Empfehlungen des BAFU (BUWAL) über die Mindesthöhe von Kaminen über Dach

### **0.4 Hinweise zur Anwendung der Norm**

- 0.4.1 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.
- 0.4.2 Für Architektinnen und Architekten sind insbesondere die folgenden Teile dieser Norm von Bedeutung:
- Definitionen nach Ziffer 1.1
  - Bezeichnung der Anlagentypen und Farbcodes nach den Tabellen 3 (Ziffer 1.5.2) und 5 (Ziffer 1.6)
  - Konzepte für die abströmende bzw. nachströmende Luft nach Ziffern 1.5.4 und 1.5.5
  - Klassierung der Luftarten nach Ziffer 1.6
  - Bauliche Anforderungen nach Ziffer 2.1 (Luftdurchlässigkeit, Sonnenschutz, Wärmespeicherfähigkeit, Feuchteschutz)
  - Maximal zulässiger *U*-Wert der Verglasung nach Figur 8 (Ziffer 2.2.4.6)
  - Anforderungen an die akustische Situation nach Ziffer 2.2.8
  - Reinigungsmöglichkeit nach Ziffer 2.5.1
  - Erforderliche Gebäudedaten nach Ziffer 3.3
  - Erforderliche Nutzungsdaten nach Ziffer 3.4
  - Möglichkeiten und Grenzen der Fensterlüftung nach Ziffer 4.2
  - Abnahmeprüfung nach Kapitel 6
  - Rückbau und Entsorgung nach Kapitel 8
  - Raumbedarf von Komponenten und Systemen nach Anhang F
  - Checkliste für die Planung des Gebäudes nach Anhang J.1
- 0.4.3 Für die Bauherrschaft sind insbesondere die folgenden Teile der Norm von Bedeutung:
- Verfügbarkeit der Anlage nach Ziffer 2.4.1
  - Erforderliche Gebäudedaten nach Ziffer 3.3
  - Erforderliche Nutzungsdaten nach Ziffer 3.4
  - Abnahmeprüfung nach Kapitel 6
  - Betrieb und Unterhalt nach Kapitel 7
  - Checkliste für die Betriebsphase nach Anhang J.4
- 0.4.4 Es wird empfohlen, die massgebenden Nutzungen des Gebäudes, die Anforderungen und insbesondere allfällige Abweichungen zu dieser Norm schriftlich festzuhalten (Nutzungsvereinbarung).
- 0.4.5 Diese Norm soll von allen Beteiligten möglichst frühzeitig angewendet werden. Empfehlenswert sind insbesondere auch frühe Absprachen mit den zuständigen Behörden.

# 1 VERSTÄNDIGUNG

## 1.1 Begriffe und Definitionen

Abluftanlage <i>Installation d'air repris</i>	Siehe Ziffer 1.5.2
Abwärmenutzung (AWN) <i>Récupération de chaleur résiduelle</i>	Nutzung der Abwärme eines Systems für ein anderes System.
clo-Wert <i>valeur clo</i>	Mass für den Wärmedämmwert der Bekleidung eines Menschen (clothing).
COP	Leistungszahl (coefficient of performance), siehe Leistungszahl einer Kältemaschine.
Dichtheitsklasse (Anlage) <i>Classe d'étanchéité (installation)</i>	Klasse zur Definition und Prüfung der Luftdichtheit von Kanälen und Luftaufbereitungsgeräten auf der Grundlage von EN 1507 und EN 12237 (siehe Ziffer 5.11).
Druckbedingung (Raum) <i>Conditions de pression (locaux)</i>	Siehe Ziffer 1.9
Elektro-Thermo-Verstärkungsfaktor (ETV) <i>Facteur d'amplification électrothermique (AET)</i>	Verhältnis zwischen der nutzbaren thermischen Leistung und der dazu erforderlichen elektrischen Leistung.
Empfundene Temperatur (operative Temperatur) <i>Température ambiante (température opérative)</i> $\theta_o$	Für die thermische Behaglichkeit des Menschen massgebende Temperatur unter Berücksichtigung der lokalen Raumlufttemperatur und der Strahlungstemperatur der Umgebungsflächen. Bei den meisten Anwendungen im Geltungsbereich der vorliegenden Norm liegt die relative Luftfeuchte zwischen 30% und 70%, sind die Luftgeschwindigkeiten im Aufenthaltsbereich gering (< 0,2 m/s), und es bestehen nur kleine Unterschiede zwischen der Lufttemperatur und der mittleren Strahlungstemperatur im Raum (< 4°C). In diesen Fällen kann die empfundene Temperatur wie folgt berechnet werden: $\theta_o = \frac{\theta_a + \theta_r}{2} \quad (1)$ $\theta_o$ empfundene Temperatur am betrachteten Ort im Raum $\theta_a$ Lufttemperatur im Raum $\theta_r$ mittlere Strahlungstemperatur der Oberflächen bezogen auf den betrachteten Ort im Raum
Exfiltration (Gebäudehülle) <i>Exfiltration (enveloppe du bâtiment)</i>	Unkontrollierter Austritt von Luft aus dem Gebäude durch Undichtheiten der Gebäudehülle.
Exfiltration (Anlage) <i>Exfiltration (installation)</i>	Unkontrollierter Austritt von Luft aus der Anlage durch Undichtheiten im Kanalsystem oder im Luftbehandlungsgerät.
Fensterlüftung <i>Aération par les fenêtres</i>	Luftaustausch durch das Öffnen von Fenstern. Bei der reinen Fensterlüftung erfolgt der Luftaustausch ausschliesslich über die Fenster. Bei der unterstützenden Fensterlüftung kann trotz mechanischer Lüftung bei Bedarf das Fenster geöffnet werden, zum Beispiel um am Morgen bei Arbeitsbeginn oder nach intensiven Nutzungsphasen eine intensive Raumdurchspülung und evtl. -abkühlung zu erreichen.
Feuchteübertragung <i>Récupération d'humidité</i>	Übertragung von Feuchte aus der Abluft in die Zuluft mittels hygrokopischem Wärmetauscher (rotierender Wärmetauscher).

<p><b>Feuchtegehalt-Änderungsgrad (Rückfeuchtzahl)</b>  <i>Indice de récupération d'humidité de la ventilation</i>  <math>\eta_{rec,\varphi}</math></p>	<p>Bezeichnet die hygroskopische Qualität einer Wärmerückgewinnungsanlage, das heisst die Möglichkeit zur Feuchteübertragung von der Abluft in die Aussen- bzw. Zuluft. Sind beide Massenströme gleich gross, gilt für die Aussenluftseite:</p> $\eta_{rec,\varphi} = \frac{X_{22} - X_{21}}{X_{11} - X_{21}} \quad (2)$ <p><math>X_{11}</math> Feuchtegehalt der Abluft vor der WRG  <math>X_{21}</math> Feuchtegehalt der Aussenluft vor der WRG  <math>X_{22}</math> Feuchtegehalt der Aussenluft nach der WRG</p> <p>Weitere Angaben finden sich in der Richtlinie SWKI 2000-3.</p>
<p><b>Freecooling</b>  <i>Refroidissement naturel</i></p>	<p>Kühlung durch Verwendung von kühler Aussenluft ohne Kältemaschine.</p>
<p><b>g-Wert</b>  <i>Valeur g</i></p>	<p>Siehe Gesamtenergiedurchlassgrad</p>
<p><b>Gebäudehüllfläche</b>  <i>Surface de l'enveloppe du bâtiment</i>  <math>A_{inf}</math></p>	<p>Fläche der thermischen Gebäudehülle (Aussenabmessungen). Vergleiche Norm SIA 416/1</p>
<p><b>Gesamtenergiedurchlassgrad (g-Wert)</b>  <i>Taux de transmission d'énergie globale (valeur g)</i>  <math>g</math></p>	<p>Verhältnis der im Raum ankommenden zur aussen auftreffenden Strahlungsenergie. Der Gesamtenergiedurchlassgrad wird bei Fenstern mit und ohne Sonnenschutz angewendet.</p>
<p><b>Glasanteil</b>  <i>Taux de surface vitrée</i>  <math>f_g</math></p>	<p>Verhältnis der von innen sichtbaren Glasfläche zur totalen äusseren Ansichtsfläche des betrachteten Fassadenschnitts. Der Glasanteil der Dachfläche bezeichnet das Verhältnis der von innen sichtbaren Glasfläche zur Geschossfläche des betrachteten Raumes.</p>
<p><b>Infiltration (Gebäudehülle)</b>  <i>Infiltration (enveloppe du bâtiment)</i></p>	<p>Unkontrollierter Eintritt von Aussenluft in das Gebäude durch Undichtheiten der Gebäudehülle.</p>
<p><b>Infiltration (Anlage)</b>  <i>Infiltration (installation)</i></p>	<p>Unkontrollierter Eintritt von Luft in die Anlage durch Undichtheiten im Kanalsystem oder im Luftbehandlungsgerät.</p>
<p><b>Intensivbetrieb einer mechanischen Lüftung</b>  <i>Ventilation intensive</i></p>	<p>Lüftungsbetrieb, welcher nur bei aussergewöhnlich starker Belastung (z.B. maximale Absaugkapazität einer Küchenablufthaube) oder ausserhalb der eigentlichen Nutzungszeit (z.B. intensive Nachtlüftung im Sommer) zur Anwendung kommt.</p>
<p><b>Jahresnutzungsgrad Wärmerückgewinnung</b>  <i>Fraction utile annuelle de la récupération de chaleur</i></p>	<p>Anteil des jährlichen Energiebedarfs für die Erwärmung und allenfalls Befeuchtung der Aussenluft, welcher mit der Wärmerückgewinnung gedeckt werden kann. Weitere Angaben finden sich in der Richtlinie SWKI 2000-3.</p>
<p><b>Klimaanlage</b>  <i>Installation de climatisation, installation de conditionnement d'air</i></p>	<p>Siehe Ziffer 1.5.2</p>
<p><b>Kombiniertes System</b>  <i>Système combiné</i></p>	<p>Siehe Ziffer 1.5.7</p>
<p><b>Leistungszahl einer Kältemaschine</b>  <i>Coefficient de performance d'une machine frigorifique</i></p>	<p>Verhältnis der nutzbaren thermischen Leistung (Kälteleistung) zur elektrischen Leistungsaufnahme der Kälteanlage (COP). In dieser Norm gilt die Leistungszahl inkl. Leistungsbedarf für die Rückkühlung (Pumpen und Ventilatoren).</p>

<p>Luftdurchlässigkeit der Gebäudehülle <i>Perméabilité de l'enveloppe à l'air</i></p>	<p>Die Bestimmung der Luftdurchlässigkeit erfolgt mit dem Differenzdruckverfahren nach EN 13829. Bei der Messung wird der Luftvolumenstrom bei verschiedenen Differenzdrücken gemessen und daraus eine geeignete Kenngrösse ermittelt. Als Kenngrösse werden angewendet:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– <math>n_{L50}</math>-Wert, Luftleckagestrom bei Normalbedingungen bei einem Differenzdruck von 50 Pa, geteilt durch das Nettovolumen des Raumes bzw. der Raumgruppe,</li> <li>– <math>v_{a,4}</math>-Wert, Luftleckagestrom bei Normalbedingungen und 4 Pa Druckdifferenz (aus Messung nach dem Differenzdruckverfahren extrapoliert), bezogen auf die Gebäudehüllfläche.</li> </ul>
<p>Luftheizung <i>Chauffage à air chaud</i></p>	<p>Siehe Ziffer 1.5.8</p>
<p>Lüftungsanlage <i>Installation de ventilation</i></p>	<p>Siehe Ziffer 1.5.2</p>
<p>Mechanische Lüftung <i>Ventilation mécanique</i></p>	<p>Luftaustausch, angetrieben von einem oder mehreren Ventilatoren. Die zur Anwendung kommenden Anlagentypen sind in Ziffer 1.5 definiert.</p>
<p>met-Wert <i>Valeur met</i></p>	<p>Mass für die Aktivität und damit die Wärmeabgabe eines Menschen (metabolic rate).</p>
<p>Natürliche Lüftung <i>Ventilation naturelle</i></p>	<p>Luftaustausch, angetrieben von Wind- und thermischen Auftriebskräften (Fensterlüftung und Infiltration bzw. Exfiltration).</p>
<p>Normalbetrieb einer mechanischen Lüftung <i>Régime normal d'une ventilation mécanique</i></p>	<p>Lüftungsbetrieb gemäss Dimensionierung. Nicht dazu gehört der Intensivbetrieb einer mechanischen Lüftung.</p>
<p>Nur-Luft-System <i>Chauffage à air chaud</i></p>	<p>Siehe Ziffer 1.5.7</p>
<p>Operative Temperatur <i>Température opérative</i></p>	<p>Siehe Empfundene Temperatur</p>
<p>Raumtemperatur <i>Température ambiante</i></p>	<p>Empfundene Temperatur in Raummitte</p>
<p>Rückfeuchtzahl <i>Indice de retour d'humidité</i></p>	<p>Siehe Feuchtegehalt-Änderungsgrad</p>
<p>Rückwärmzahl <i>Indice de retour de chaleur</i></p>	<p>Siehe Temperatur-Änderungsgrad</p>
<p>Spezifische Ventilatorleistung <i>Puissance spécifique du ventilateur</i></p>	<p>Siehe Ziffer 1.8</p>
<p>Stosslüftung <i>Aération sporadique</i></p>	<p>Intensive Fensterlüftung, in der Regel von kurzer Dauer.</p>
<p>Temperatur-Änderungsgrad (Rückwärmzahl) <i>Indice de récupération de la chaleur de la ventilation (indice de retour de chaleur)</i> <math>\eta_{rec,\theta}</math></p>	<p>Bezeichnet die thermische Qualität einer Wärmerückgewinnungsanlage, das heisst die Möglichkeit zur Erwärmung der Aussenluft mit der Abluft. Sind beide Massenströme gleich gross, gilt für die Aussenluftseite:</p> $\eta_{rec,\theta} = \frac{\theta_{22} - \theta_{21}}{\theta_{11} - \theta_{21}} \quad (3)$ <p><math>\theta_{11}</math> Temperatur der Abluft vor der WRG  <math>\theta_{21}</math> Temperatur der Aussenluft vor der WRG  <math>\theta_{22}</math> Temperatur der Aussenluft nach der WRG</p> <p>Weitere Angaben finden sich in der Richtlinie SWKI 2000-3.</p>

Turbulenzgrad  
*Taux de turbulence*  
*TU*

$$TU = \frac{v_{84\%} - v_{50\%}}{v_{50\%}} \quad (4)$$

*TU* Turbulenzgrad  
*v<sub>84%</sub>* 84%-Wert der Raumluftgeschwindigkeit  
(wird während 84% der Zeit nicht überschritten)  
*v<sub>50%</sub>* 50%-Wert der Raumluftgeschwindigkeit  
(wird während 50% der Zeit nicht überschritten)

Wärmerückgewinnung  
*Récupération de chaleur*

Wärmeübertragung von der Abluft auf die Zuluft mittels Wärmetauscher. Eine Umluftbeimischung gilt nicht als Wärmerückgewinnung.

Wärmespeicherfähigkeit  
*Capacité thermique*  
*C<sub>R</sub>/A<sub>NGF</sub>*

Kenngrosse zur Charakterisierung der thermischen Trägheit eines Raumes oder einer Raumgruppe.

*C<sub>R</sub>* Wärmespeicherfähigkeit des Raumes in Wh/K  
*A<sub>NGF</sub>* Nettogeschossfläche des betrachteten Raumes in m<sup>2</sup>

Weitere Angaben finden sich im Anhang E.

Zugluftrisiko  
*Risque de courant d'air*  
*DR*

Beschreibt den zu erwartenden Anteil der unzufriedenen Personen für gegebene Werte der Raumluftgeschwindigkeit und des Turbulenzgrades. Der Zusammenhang ist in CR 1752 ausführlich beschrieben und lautet:

$$DR = (\theta_p - \theta_a) \cdot (v - 0,05)^{0,62} \cdot (0,37 \cdot v \cdot TU + 3,14) \quad (5)$$

*DR* Zugluftrisiko in %  
*θ<sub>p</sub>* Mittlere Körperoberflächentemperatur der Person in °C  
(30–34 °C, typischer Wert im Wohn- und Bürobereich 34 °C)  
*θ<sub>a</sub>* Lokale Raumlufttemperatur in °C (19–27 °C)  
*v* Lokale Raumluftgeschwindigkeit in m/s  
*TU* Lokaler Turbulenzgrad in %

Der Ausgangszustand für die Beurteilung ist eine optimale Bekleidung bei der jeweiligen Raumlufttemperatur, Aktivität und ruhender Luft. Als unzufrieden gelten jene Personen, welche die Situation auf einer siebenteiligen Skala nicht mit den mittleren drei Noten (leicht warm, neutral oder leicht kühl), sondern mit den Noten kühl, kalt, warm oder heiss bewerten. Diese Untersuchungen basieren auf der statistischen Auswertung von Laborversuchen mit einer grossen Zahl von Versuchspersonen.

Weitere Angaben finden sich im Anhang B.

Zuluftanlage  
*Installation d'air fourni*

Siehe Ziffer 1.5.2

## 1.2 Symbole und Einheiten

1.2.1 Basierend auf den Festlegungen im Merkblatt SIA 2025 werden in dieser Norm die Symbole und Einheiten in Tabelle 1 verwendet.

1.2.2 Für die praktische Anwendung sind die in Tabelle 1 an zweiter und dritter Stelle genannten Symbole und Einheiten ebenfalls üblich und zulässig.

Tabelle 1 Symbole und Einheiten

Symbol	Begriff	Einheit
$A$	Fläche	$m^2$
$C$	Kosten	CHF
$C_R$	Wärmespeicherfähigkeit eines Raumes	Wh/K
$C_{R/ANGF}$	Wärmespeicherfähigkeit eines Raumes bezogen auf die Nettogeschossfläche	Wh/( $m^2 \cdot K$ )
$DR$	Zugluftrisiko (draught risk)	–, %
$E$	Energieverbrauch (gemessen), Energiebedarf (berechnet)	J, Wh
$ETV$	Elektro-Thermo-Verstärkungsfaktor	–
$I_{cl}$	Wärmedämmwert der Bekleidung, clo-Wert	clo
$I_s$	Globalstrahlungsintensität	W/ $m^2$
$M$	Aktivitätswert, met-Wert	met
$P$	Leistung	W
$P_{SFP}$	Spezifische Ventilatorleistung	W/( $m^3/s$ )
$Q$	Wärmelast (aufsummiert über 24 Stunden)	Wh/ $m^2$
$TU$	Turbulenzgrad	–, %
$U$	Wärmedurchgangskoeffizient	W/( $m^2 \cdot K$ )
$V$	Volumen	$m^3$
$c$	Konzentration	mg/ $m^3$ , ppm
$c_p$	Spezifische Wärmekapazität bei konstantem Druck	J/(kg·K)
$d$	Durchmesser	m
$f$	Spezifische Leckage von Luftkanälen	l/(s· $m^2$ )
$f_g$	Glasanteil	–, %
$g$	Gesamtenergiedurchlassgrad	–, %
$h$	Höhe	M
$h$	Enthalpie	J/kg
$h$	Wärmeübergangskoeffizient	W/( $m^2 \cdot K$ )
$l$	Länge	M
$n$	Lebensdauer	Jahre
$n_{L50}$	Kennwert für die Luftdurchlässigkeit der Gebäudehülle	$h^{-1}$
$p$	Druck	Pa, hPa, mbar
$q$	Spezifische Leistung	W/ $m^2$
$q_m$	Massenstrom	kg/s
$q_v, V'$	Volumenstrom	$m^3/s$ , l/s, $m^3/h$
$t$	Zeit	s, h
$v$	Luftgeschwindigkeit	m/s
$v_{a,4}$	Spezifische Luftdurchlässigkeit der Gebäudehülle	$m^3/(h \cdot m^2)$
$x$	Absolute Feuchte von Luft	g/kg
$\alpha$ (Alpha)	Solarer Absorptionsgrad	–, %
$\Delta p$	Druckdifferenz	Pa
$\eta$ (Eta)	Wirkungsgrad	–, %
$\theta$ (Theta)	Temperatur	°C
$\rho$ (Rho)	Dichte	kg/ $m^3$
$\Phi$ (Phi)	Heiz- oder Kühllast	W
$\varphi$ (Phi)	Relative Feuchte von Luft	% r.F.
$\chi$ (Chi)	Absolute Feuchte von Luft	g/kg

### 1.3 Indizes

Tabelle 2 Indizes (Luftarten siehe Tabelle 5)

Index	Bedeutung	englisch	deutsch	französisch
<i>E</i>	emission		Emission	émission
<i>FP</i>	fan power		Ventilatorleistung	puissance du ventilateur
<i>IZ</i>	internal zone		Innenzone	zone intérieure
<i>KWP</i>			Kaltwasserpumpe	
<i>Li</i>	lighting		Beleuchtung	éclairage
<i>NGF</i>			Nettogeschossfläche	
<i>P</i>	person		Person	personne
<i>R</i>	room		Raum	pièce
<i>RKP</i>			Rückkühlpumpe	
<i>RKV</i>			Rückkühlventilator	
<i>SFP</i>	specific fan power		spezifische Ventilatorleistung	puissance spécifique du ventilateur
<i>a</i>	air		Luft	air
<i>b</i>	barometer		Barometer	baromètre
<i>cl</i>	clothing		Bekleidung	vêtement
<i>cw</i>	cold water		Kaltwasser	
<i>e</i>	external		aussen	à l'extérieur
<i>f</i>	frame		Fensterrahmen	cadre de fenêtre
<i>g</i>	glass		Glas	verre
<i>i</i>	internal		innen	à l'intérieur
<i>m</i>	mass flow rate		Massenstrom	débit massique
<i>max</i>	maximum		Maximum, maximal	maximum, maximal
<i>min</i>	minimum		Minimum, minimal	minimum, minimal
<i>o</i>	operative		empfunden	ressenti
<i>p</i>	at constant pressure		bei konstantem Druck	à la pression constante
<i>r</i>	radiant		Strahlung	radiation
<i>s</i>	solar		Globalstrahlung	radiation globale
<i>v</i>	volume flow rate		Volumenstrom	volume de courant
<i>w</i>	window		Fenster	fenêtre
<i>4</i>	at 4 Pa pressure difference		bei 4 Pa Druckdifferenz	à 4 Pa différence de pression
<i>50</i>	at 50 Pa pressure difference		bei 50 Pa Druckdifferenz	à 50 Pa différence de pression
<i>50%</i>	50% time value		50%-Zeitwert	valeur de temps 50%

### 1.4 Abkürzungen (Luftarten siehe Tabelle 5)

ARI	Air-Conditioning and Refrigeration Institute
AWN	Abwärmenutzung
PC	Druckbedingung im Raum (pressure condition)
PM10	Feinstaubpartikel (particulate matter) mit einer Korngrösse bis zu 10 µm
SFP	Spezifische Ventilatorleistung (specific fan power)
VOC	Flüchtige organische Verbindungen (volatile organic compounds)
WRG	Wärmerückgewinnung

## 1.5 Anlagentypen

1.5.1 Der Anlagentyp von Lüftungs- und Klimaanlage wird wie folgt charakterisiert:

- Grundsätzlicher Anlagentyp nach Ziffer 1.5.2
- Nur-Luft- oder kombiniertes System nach Ziffer 1.5.6
- Kontrolle der Raumluftqualität nach Ziffer 1.5.8

1.5.2 Die Bezeichnung des grundsätzlichen Anlagentyps ist in Tabelle 3 angegeben. Bei Lüftungs- und Klimaanlage ist sie abhängig von der Möglichkeit zur Kontrolle der Temperatur und des Feuchtegehaltes der Raumluft.

Tabelle 3 Anlagentypen von Lüftungs- und Klimaanlage nach Funktionen

Anlagentyp		Zuluftförderung	Abluftförderung	WRG/AVN	Filtern der Zuluft	Heizen	Kühlen	Befeuchten	Entfeuchten	Farbcode der Zuluft	Systemcode EN 13779
	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*	THM-C0
	Lüftungsanlage mit Lufterwärmung	x	x	x	x	x	–	–	–	rot	THM-C1
	Lüftungsanlage mit Lufterwärmung und -befeuchtung	x	x	x	x	x	–	x	–	blau	THM-C2
Klimaanlage	Einfache Klimaanlage	x	x	x	x	x	x	–	(x)	blau	THM-C3
	Klimaanlage mit Luftbefeuchtung	x	x	x	x	x	x	x	(x)	blau	THM-C4
	Klimaanlage mit Luftbefeuchtung und -entfeuchtung	x	x	x	x	x	x	x	x	violett	THM-C5

\* 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

1.5.3 In Koordinationsplänen ist gemäss Empfehlung SIA 410/1 die Farbe blau auch zu verwenden zur allgemeinen Kennzeichnung von Installationen von Lüftungs- und Klimaanlage.

1.5.4 Zu einfachen Zuluftanlagen, Zuluftanlagen mit Lufterwärmung und Lüftungs- und Klimaanlage mit Zuluftüberschuss gehört ein Konzept für die abströmende Luft mit dem entsprechenden Bezug zu kontrollierten Öffnungen und zur Luftdurchlässigkeit von Innenwänden, Türen und Gebäudehüllen.

1.5.5 Zu einfachen Abluftanlagen, Abluftanlagen mit Abwärmenutzung und Lüftungs- und Klimaanlage mit Abluftüberschuss gehört ein Konzept für die nachströmende Luft mit Berücksichtigung von kontrollierten Öffnungen und der Luftdurchlässigkeit von Innenwänden, Türen und Gebäudehüllen.

1.5.6 Bei Lüftungs- und Klimaanlage kann die Kontrolle der Funktionen gemäss Tabelle 4 durch die Lüftungs- und Klimaanlage alleine (Nur-Luft-System) oder in Kombination mit anderen Systemen wie Kühldecken oder Heizkörpern (kombiniertes System) erfolgen.

- 1.5.7 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.
- 1.5.8 Bei der Kontrolle der Raumluftqualität durch die Steuerung und Regelung der Anlage werden die Möglichkeiten nach Tabelle 4 unterschieden.

Tabelle 4 Arten der Steuerung und Regelung im Hinblick auf die Raumluftqualität (RAL-C)

Art der Steuerung und Regelung	Beschreibung	Code EN 13779
Keine Regelung	Die Anlage läuft konstant.	RAL-C1
Manuelle Steuerung	Die Anlage besitzt einen Handschalter EIN-AUS oder einen Stufenschalter.	RAL-C2
Zeitsteuerung	Die Anlage läuft nach einem vordefinierten Zeitplan.	RAL-C3
Anwesenheitskontrolle (Personenbelegung ja/nein)	Die Anlage läuft in Abhängigkeit von der Anwesenheit von Personen im versorgten Bereich (Lichtschalter, Infrarotsensor usw.).	RAL-C4
Präsenzkontrolle (Anzahl Personen)	Die Anlage läuft in Abhängigkeit von der Anzahl Personen, die sich im versorgten Bereich befinden.	RAL-C5
Luftqualitätsregelung	Die Anlage ist mit Sensoren ausgerüstet, welche die Raumluftqualität bzw. geeignete Indikationen messen (CO <sub>2</sub> -, Mischgas- oder VOC-Fühler); die Messgrößen müssen der Verwendung des Raumes angepasst sein.	RAL-C6

## 1.6 Luftarten

- 1.6.1 Die Luftarten in Gebäuden und in Lüftungs- und Klimaanlage sind definiert in Tabelle 5 und dargestellt in Figur 1.

Figur 1 Illustration der Luftarten unter Verwendung der Nummern von Tabelle 5 (schraffiert = versorgte Räume)

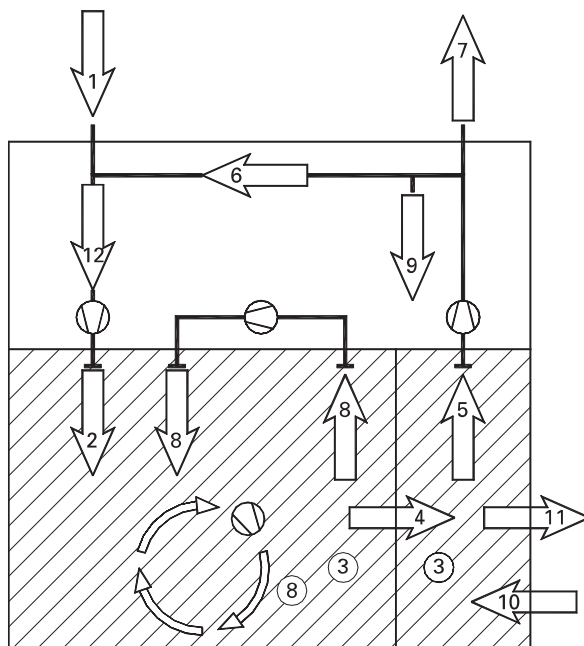


Tabelle 5 Definition der Luftarten

Nummer (Figur 1)	Luftart	Abkürzung	Farbcode	Definition
1	Aussenluft air neuf outdoor air	AUL ANF ODA	grün	Unbehandelte Luft, welche von aussen in das System oder in eine Öffnung eintritt
2	Zuluft air fourni supply air	ZUL FOU SUP	siehe Tabelle 3	Luft im System nach der Luftbehandlung bis zum Eintritt in den versorgten Raum
3	Raumluft air intérieur indoor air	RAL INT IDA	grau	Luft im versorgten Raum
4	Überströmluft air transféré transferred air	ÜSL TRA TRA	grau	Raumluft, welche von einem versorgten Raum in einen zweiten strömt
5	Abluft air repris extract air	ABL REP ETA	gelb	Luft, welche den versorgten Raum oder den Raum, in welchen die Luft übergeströmt ist, verlässt
6	Umluft air recyclé recirculation air	UML REC RCA	orange	Abluft, welche wieder der Luftbehandlung zugeführt wird
7	Fortluft air rejeté exhaust air	FOL RJT EHA	braun	Luft, welche in die Atmosphäre ausgestossen wird
8	Sekundärluft air brassé secondary air	SEK BRA SEC	orange	Abluft, welche nach einer beliebigen Luftbehandlung in den gleichen Raum zurückgegeben wird
9	Leckluft fuites leakage	LEC FUI LEA	grau	Unbeabsichtigter Luftstrom im System infolge von Undichtheiten. Überdruck im System verursacht ein Ausströmen von Luft aus dem System, Unterdruck ein Einströmen.
10	Infiltration infiltration infiltration	INF INF INF	grün	Luft eintritt über Undichtheiten in der Gebäudehülle
11	Exfiltration exfiltration exfiltration	EXF EXF EXF	grau	Luft austritt über Undichtheiten in der Gebäudehülle
12	Mischluft air mélangé mixed air	MIL MEL MIA	Luftströme mit separaten Farben	Luft, welche zwei oder mehr Luftarten enthält

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 Ziffer 1.6.1 sind zu verwenden in Plänen und Schemazeichnungen.

1.6.4 Die Abkürzungen der Luftarten gemäss Ziffer 1.6.1 sind auch zu verwenden zur Markierung der Anlagenteile am Bau.

## 1.7 Klassierung der Luftarten

### 1.7.1 Aussenluft (AUL)

1.7.1.1 Die Aussenluft wird nach Tabelle 6 klassiert.

Tabelle 6 Klassierung der Aussenluft (AUL)

Kategorie nach EN 13779	Beschreibung
AUL 1	Saubere Luft, welche nur zeitweise staubbelastet ist (z.B. Pollen)
AUL 2	Luft mit hohen Konzentrationen an Staub oder Feinstaub
AUL 3	Luft mit hohen Konzentrationen an gasförmigen Luftverunreinigungen
AUL 4	Luft mit hohen Konzentrationen an Staub oder Feinstaub und an gasförmigen Luftverunreinigungen
AUL 5	Luft mit sehr hohen Konzentrationen an Staub oder Feinstaub oder an gasförmigen Luftverunreinigungen

1.7.1.2 Für die Klassierung nach Ziffer 1.7.1.1 ist der kritischste Stoff in der Aussenluft (exklusive Ozon O<sub>3</sub>) massgebend. Die Aussenluft wird als sauber bezeichnet, wenn alle Immissionsgrenzwerte der LRV, mit Ausnahme desjenigen für Ozon O<sub>3</sub>, eingehalten sind (AUL 1). Eine Konzentration wird als hoch bezeichnet, wenn sie den entsprechenden Immissionsgrenzwert der LRV um bis zu 50% überschreitet (AUL 2 bis 4). Bei einer sehr hohen Konzentration beträgt die Überschreitung mehr als 50% (AUL 5).

1.7.1.3 In Gebieten mit Grenzwertüberschreitungen sind in der Schweiz vor allem die Konzentration an Ozon O<sub>3</sub>, Stickstoffdioxid NO<sub>2</sub> und Feinstaub PM<sub>10</sub> zu beachten. Auf der Basis des USG sind für diese Stoffe in der LRV die Grenzwerte gemäss Tabelle 7 festgelegt. Die Konzentrationen an Schwefeldioxid SO<sub>2</sub> und Kohlenmonoxid CO sind heute in der Regel nicht mehr kritisch. Die Konzentration an Ozon O<sub>3</sub> in der Aussenluft ist für die Dimensionierung von Lüftungs- und Klimaanlagen nicht relevant, weil vom O<sub>3</sub> gebildete Sekundärprodukte ausgefiltert werden und sich O<sub>3</sub> im Raum rasch abbaut.

Tabelle 7 Massgebende Immissionsgrenzwerte der LRV

Schadstoff	Immissionsgrenzwert	Statistische Definition
Stickstoffdioxid NO <sub>2</sub>	30 µg/m <sup>3</sup> 100 µg/m <sup>3</sup> 100 µg/m <sup>3</sup>	Jahresmittelwert (arithmetischer Mittelwert) 95%-Wert der ½-h-Mittelwerte eines Jahres 24-h-Mittelwert; darf höchstens einmal pro Jahr überschritten werden
Ozon O <sub>3</sub>	100 µg/m <sup>3</sup> 120 µg/m <sup>3</sup>	98%-Wert der ½-h-Mittelwerte eines Monats 1-h-Mittelwert; darf höchstens einmal pro Jahr überschritten werden
Schwebestaub PM <sub>10</sub>	20 µg/m <sup>3</sup> 50 µg/m <sup>3</sup>	Jahresmittelwert (arithmetischer Mittelwert) 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 der Tabelle 8 angegeben.

Tabelle 8 Typische Werte der Luftbelastung in der Schweiz 2004 (Quelle: NABEL 2005)

Region	NO <sub>2</sub> µg/m <sup>3</sup> Jahresmittelwert	O <sub>3</sub> µg/m <sup>3</sup> maximaler 98%-Wert*	PM10 µg/m <sup>3</sup> Jahresmittelwert
Alpine Gebiete	< 5	116–125	< 10
Ländliche Gebiete	6–42	130–201	10–24
Agglomerationen	13–40	115–203	18–31
Stadtzentren	21–58	109–227	18–47
Grenzwert LRV	30	100	20

\* 98%-Wert der ½-h-Werte des ozonreichsten Sommermonats

In Stadtzentren, Agglomerationen und in der Nähe von stark befahrenen Autobahnen und Hauptstrassen sind heute die Immissionsgrenzwerte der Leitsubstanzen NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> und PM10 im Allgemeinen überschritten.

## 1.7.2 Zuluft (ZUL)

1.7.2.1 Die Zuluft wird nach Tabelle 9 klassiert.

Tabelle 9 Klassierung der Zuluft (ZUL)

Kategorie nach EN 13779	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 Wärmetauschern durch eine dichte Ausführung und durch die Wahl geeigneter Druckverhältnisse möglichst zu vermeiden.

## 1.7.3 Raumluf (RAL)

1.7.3.1 Die Luftqualität der Raumluf wird nach Tabelle 10 klassiert.

Tabelle 10 Klassierung der Raumlufqualität (RAL)

Kategorie nach EN 13779	Beschreibung	Beispiele
RAL 1	Raumluf mit spezieller Luftqualität Luft in Räumen mit besonderen Anforderungen an den Gehalt von Fremd- und Geruchsstoffen in der Raumluf	Labor- und Produktionsräume für empfindliche Arbeiten bzw. Güter
RAL 2	Raumluf mit hoher Luftqualität Luft in Räumen, die dem Aufenthalt von Personen dienen und bei denen erhöhte Ansprüche gestellt werden; CO <sub>2</sub> -Pegel < 950 ppm, Luftrate > 36 m <sup>3</sup> /h·Person	Räume mit speziellen Ansprüchen an Gerüche, insbesondere für neu eintretende Personen

Kategorie nach EN 13779	Beschreibung	Beispiele
RAL 3	Raumluft mit mittlerer Luftqualität Luft in Räumen, die dem Aufenthalt von Personen dienen; CO <sub>2</sub> -Pegel 950 bis 1350 ppm, Lüftrate 22 bis 36 m <sup>3</sup> /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

#### 1.7.4 Abluft (ABL) und Fortluft (FOL)

1.7.4.1 Die Abluft wird nach Tabelle 11 klassiert. Stammt die Abluft von verschiedenen Quellen, bestimmt der Teilstrom mit der grössten Klasse die Klassierung des Gesamtstroms.

Tabelle 11 Klassierung der Abluft (ABL)

Kategorie nach EN 13779	Beschreibung	Beispiele
ABL 1	Abluft mit geringer Verunreinigung Luft von 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, Wohnungen ohne Abluft von Kochstellen
ABL 2	Abluft mit mässiger Verunreinigung Luft von Aufenthaltsräumen mit den gleichen Quellen wie ABL 1, aber mit erhöhten Emissionen; alle Räume von ABL 1, wenn darin geraucht werden darf	Essräume, Teeküchen, Läden, Lager in Bürogebäuden, Hotelzimmer
ABL 3	Abluft mit grosser Verunreinigung Luft von Räumen, in welchen die Luftqualität durch Feuchtemissionen, 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 deutlich 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 die Qualität der Fortluft um maximal eine Stufe reduziert werden, wobei die Kategorie FOL 1 nicht durch eine Reinigung erreicht werden kann.

## 1.8 Klassierung der spezifischen Ventilatorleistung

1.8.1 Die spezifische Ventilatorleistung (Verhältnis von effektiver Aufnahmeleistung zu Luftstrom) ist eine Kenngrösse zur kombinierten Beurteilung des Ventilatorwirkungsgrades, der Druckverluste und der Einbau- und Betriebsbedingungen. Massgebend ist der Betriebszustand beim vereinbarten maximalen Luftvolumenstrom mit sauberen Filtern und geschlossenen Bypassklappen.

$$P_{SFP} = \frac{P}{q_v} = \frac{\Delta p}{\eta} \quad (6)$$

$P_{SFP}$  Spezifische Ventilatorleistung in W/(m<sup>3</sup>/s)

$P$  Elektrische Leistungsaufnahme des Ventilatormotors und der Regeleinrichtungen in W

$q_v$  Luftvolumenstrom in m<sup>3</sup>/s

$\Delta p$  Differenz der Gesamtdrücke vor und nach dem Ventilator bei  $q_v$  in Pa

$\eta$  Gesamtwirkungsgrad von Ventilator, Motor und Antrieb inkl. Regeleinrichtung bei  $q_v$  und  $\Delta p$

1.8.2 Die spezifische Ventilatorleistung ist nach Tabelle 12 klassiert. Die Klassierung gilt für jeden Ventilator separat.

Tabelle 12 Klassierung der spezifischen Ventilatorleistung

Kategorie nach EN 13779	$P_{SFP}$ W/(m <sup>3</sup> /h)	$P_{SFP}$ W/(m <sup>3</sup> /h)
SFP 1+	< 300	< 0,083
SFP 1	300–500	0,083–0,14
SFP 2	500–750	0,14–0,20
SFP 3	750–1250	0,20–0,35
SFP 4	1250–2000	0,35–0,56
SFP 5	> 2000	> 0,56

1.8.3 Im Teillastbetrieb sind nicht nur der Volumenstrom und die Druckdifferenz kleiner, sondern auch der Wirkungsgrad. Mit der Annahme, dass der Wirkungsgrad mit der Wurzel des Luftstromverhältnisses abnimmt, gilt:

$$\frac{P_{Teillast}}{P} = \left( \frac{q_{v,Teillast}}{q_v} \right)^{2,5} \quad (7)$$

$$\frac{P_{SFP,Teillast}}{P_{SFP}} = \left( \frac{q_{v,Teillast}}{q_v} \right)^{2,5} \quad (8)$$

## 1.9 Klassierung der Druckbedingungen im Raum

1.9.1 Zur Kontrolle der Strömungsrichtung und der Ausbreitung von Emissionen zwischen verschiedenen Bereichen im Gebäude und/oder zwischen dem Gebäude und dem Freien werden die Strömungsrichtungen bzw. Zuluft- und Abluftvolumenströme so festgelegt, dass die gewünschten Druckbedingungen resultieren.

1.9.2 Die Druckbedingungen werden nach Tabelle 13 klassiert. Die Bezugsgrösse ist der ungestörte Ausserdruck.

Tabelle 13 Klassierung der Druckbedingungen im Raum

Kategorie nach EN 13779	Beschreibung (kein Wind und keine Kaminwirkung)
PC 1	Unterdruck ( $\leq -6$ Pa)
PC 2	leichter Unterdruck ( $-6$ bis $-2$ Pa)
PC 3	ausgeglichen ( $-2$ bis $+2$ Pa)
PC 4	leichter Überdruck ( $+2$ bis $+6$ Pa)
PC 5	Überdruck ( $> 6$ Pa)

- 1.9.3 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 Grenzwerte für die Luftdurchlässigkeit der Gebäudehülle und die Anforderungen an den Wärmeschutz im Winter und Sommer nach Norm SIA 180 sowie die Grenzwerte für die Anforderungen an das Gebäude nach Norm SIA 380/1 müssen in jedem Fall 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, die vor dem Gültigkeitsdatum dieser Norm erstellt wurden, ist die Einhaltung der zusätzlichen baulichen Anforderungen anzustreben, soweit der damit verbundene Aufwand verhältnismässig ist.

#### 2.1.2 Luftdurchlässigkeit der Gebäudehülle

2.1.2.1 Bei Gebäuden mit Lüftungs- oder Klimaanlage sind gemäss Norm SIA 180, Ziffer 3.1.4.6, die Zielwerte der Anforderungen an die Luftdurchlässigkeit der Gebäudehülle (bezogen auf die Hüllfläche) einzuhalten:

- Neubauten:  $v_{a,4,max} \leq 0,5 \text{ m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$
- Umbauten:  $v_{a,4,max} \leq 1,0 \text{ m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$

Im Sinne der vorliegenden Norm gelten diese Anforderungen bei allen Räumen mit Lüftungs- oder Klimaanlage mit einem Luftstrom bis  $3 \text{ m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$  als Mittelwert von Zuluft und Abluft.

2.1.2.2 Bei allen Räumen mit Lüftungs- oder Klimaanlage mit einem Luftstrom über  $3 \text{ m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$  als Mittelwert von Zuluft und Abluft gelten die folgenden verschärften Anforderungen:

- Neubauten:  $v_{a,4,max} \leq 0,3 \text{ m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$
- Umbauten:  $v_{a,4,max} \leq 0,6 \text{ m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$

#### 2.1.3 Sonnenschutz

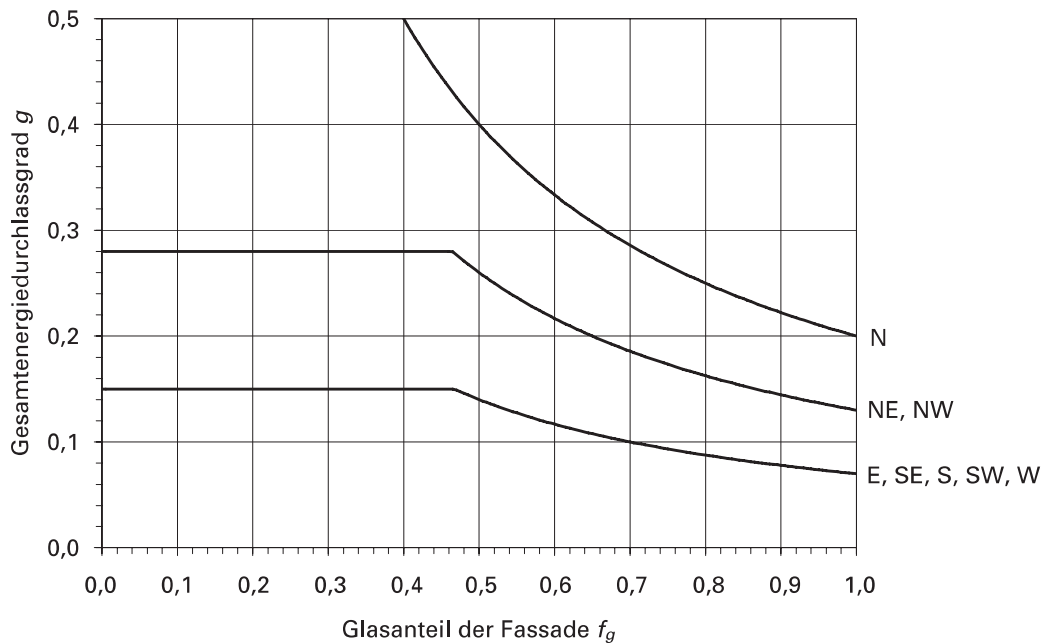
2.1.3.1 Bei Räumen, für welche nach den Kriterien dieser Norm eine Kühlung notwendig oder erwünscht ist, und bei allen Räumen, welche tatsächlich gekühlt werden, müssen die nachfolgenden Anforderungen an den Sonnenschutz eingehalten werden. Auch bei Räumen ohne Kühlbedarf ist deren Einhaltung anzustreben.

2.1.3.2 Fassadenfenster müssen je nach Orientierung und Glasanteil  $f_g$  des Raumes zusammen mit dem Sonnenschutz die folgenden Anforderungen an den Gesamtenergiedurchlassgrad  $g$  erfüllen (siehe Figur 2):

- N-Fassade  $g \leq \text{MIN}(0,20/f_g; 1,00)$
- NE- und NW-Fassade  $g \leq \text{MIN}(0,13/f_g; 0,28)$
- E-, SE-, S-, SW- und W-Fassade  $g \leq \text{MIN}(0,07/f_g; 0,15)$

Zwischenorientierungen können linear interpoliert werden. Wenn bei N-, NE- oder NW-Fassaden mit Reflexionen von Nachbarfassaden zu rechnen ist, sind die Anforderungen für E- bis W-Fassaden anzuwenden.

Figur 2 Anforderungen an den  $g$ -Wert von Fassadenfenstern (Verglasung und Sonnenschutz) je nach Glasanteil und Orientierung



2.1.3.3 Bei Eckräumen muss jede Fassade mindestens die Anforderung nach Ziffer 2.1.3.2 erfüllen. Zusätzlich erfolgt eine kombinierte Betrachtung, ausgehend von der Fassade mit der grössten Glasfläche (Hauptfassade). Zur Glasfläche dieser Fassade werden die übrigen Glasflächen der Fassadenfenster bis zu einer Fassadenlänge von 5 m unter Berücksichtigung der Gewichtungen in Tabelle 14 addiert, und damit wird der massgebende Glasanteil der Fassade gebildet. Der zu verwendende Glasanteil ist maximal 100%. Die resultierende Anforderung gilt für alle Fassadenfenster des betrachteten Raumes.

Tabelle 14 Gewichtungsfaktoren für Eckräume

Orientierung Hauptfassade	Orientierung zusätzliche Fassade		
	N	N, NE, NW	E, SE, S, SW, W
N	–	1,54	2,86
NE, NW	0,65	1,00	1,86
E, SE, S, SW, W	0,35	0,54	1,00

#### Beispiel

Eckraum mit Fenstern auf der Süd- und Ostfassade

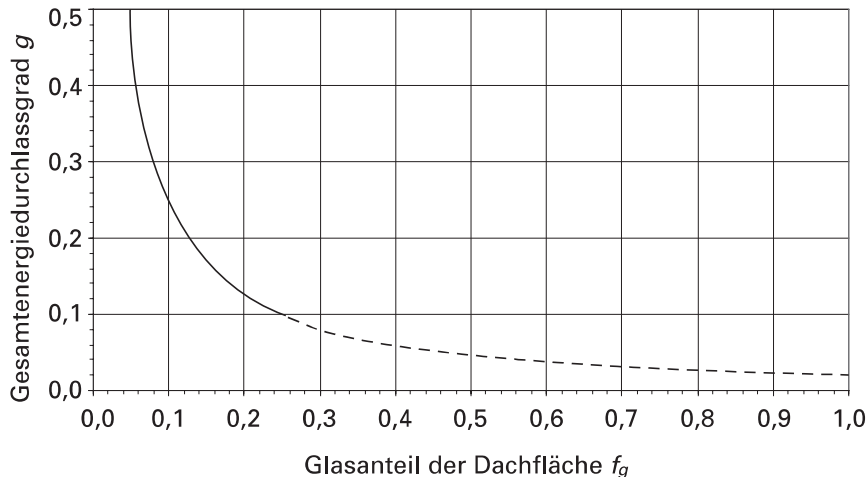
	Süd	Ost
Länge der Fassade	10 m	10 m
Glasfläche	20 m <sup>2</sup>	15 m <sup>2</sup>
Fassadenfläche	30 m <sup>2</sup>	30 m <sup>2</sup>
Glasanteil	67%	50%
$g$ -Wert	$\leq 0,105$	$\leq 0,140$

- Die Südfassade ist die Hauptfassade, da sie die grössere Glasfläche besitzt.
- Für die Ostfassade sind die Daten auf einer Fassadenlänge von 5 m (effektive Gesamtlänge 10 m) massgebend. Die massgebende zusätzliche Glasfläche beträgt 7,5 m<sup>2</sup>.
- Der Gewichtungsfaktor für die Fenster der Ostfassade ist 1,00 (Tabelle 14).
- Die massgebende totale Glasfläche beträgt 20 m<sup>2</sup> + 7,5 m<sup>2</sup> × 1,00 = 27,5 m<sup>2</sup>.
- Der massgebende Glasanteil der Hauptfassade beträgt 27,5 m<sup>2</sup> / 30 m<sup>2</sup> = 92%.
- Die Anforderung für den  $g$ -Wert ist  $g \leq 0,076$  (Figur 2). Da diese Anforderung für beide Fassaden strenger ist als die Anforderung aus der fassadenweisen Betrachtung, gilt die erhöhte Anforderung für alle Fenster des Eckraumes.

- 2.1.3.4 Oberlichter müssen zusammen mit dem Sonnenschutz die folgenden Anforderungen an den Gesamtenergiedurchlassgrad erfüllen (siehe auch Figur 3).
- Alle Oberlichter  $g \leq \text{MIN}(0,025/f_g; 1,00)$

Die Betrachtung erfolgt für die Summe aller Oberlichter des betrachteten Raumes. Bei grossem Glasanteil der Dachfläche ( $f_g > 0,25$ ) können eventuell die Anforderungen an den  $g$ -Wert mit einer konventionellen Beschattung nicht erfüllt werden. In diesen Fällen muss die Wärme über eine Entlüftung abgeführt werden.

Figur 3 Anforderungen an den  $g$ -Wert von Oberlichtern (Verglasung und Sonnenschutz) je nach Glasanteil



- 2.1.3.5 Bei Räumen mit gegenüberliegenden Fassaden in einem Abstand von weniger als 10 m, bei Räumen mit drei und mehr Fassaden sowie bei Räumen mit Fassadenfenstern und Oberlichtern sind spezielle Betrachtungen in Form von thermischen Energiebilanzen oder Simulationen erforderlich.
- 2.1.3.6 Die innere Oberflächentemperatur in der Mitte der Glasoberfläche des Fensters oder eines allfälligen innen liegenden Sonnenschutzes darf bei fachgerechter Bedienung des Sonnenschutzes nie mehr als 5 K über der Raumlufttemperatur liegen.
- 2.1.3.7 Der Sonnenschutz von Fassadenfenstern muss mindestens fassadenweise in Abhängigkeit von der gemessenen Globalstrahlung gesteuert werden. Wo innerhalb einer Fassadenfläche unterschiedliche Bestrahlungsverhältnisse bestehen, ist eine feinere Unterteilung nötig. Eckbüros ist bei der Planung der Steuerung des Sonnenschutzes besondere Aufmerksamkeit zu schenken.
- 2.1.3.8 Der Sonnenschutz von Oberlichtern muss immer separat gesteuert werden.
- 2.1.3.9 Der Sonnenschutz muss im schweizerischen Mittelland bis zu folgenden Windgeschwindigkeiten in abgesenkter Stellung verbleiben können (im Bereich der Anforderungsklasse 2 gemäss Norm SIA 342):
- Stundenwert 40 km/h (Mittelwert über 1 Stunde)
  - Minutenwert 60 km/h (Mittelwert über 1 Minute)
  - Sekundenwert 75 km/h (Böenspitze, üblicher Einstellwert Windwächter)

Die Geschwindigkeitsangaben beziehen sich auf einen ungestörten Messort 2 m über dem Hauptdach.

- 2.1.3.10 Die Anforderung in Ziffer 2.1.3.9 gilt allgemein bei Höhen bis 10 m über Grund für die Geländekategorien III (Ortschaften, freies Feld) und IV (grossflächige Stadtgebiete) gemäss Norm SIA 261. Wenn an exponierten Orten der 1-h-Mittelwert der Windgeschwindigkeit, welcher im langjährigen Mittel während 100 h/a überschritten wird, über 40 km/h liegt, ist dieser Stundenwert massgebend. Der Minutenwert ist dann mit dem Faktor 60/40, der Sekundenwert mit dem Faktor 75/40 aufzuwerten. Für die Bestimmung des 100-h-Wertes können lokale Messungen oder die Klimadatensätze DRY, für die Bestimmungen des Höhenprofils die Angaben in SIA 261 (Wurzel des Profilbeiwertes  $c_h$ ) verwendet werden.

2.1.3.11 Bei feststehenden Beschattungen kann die Anforderung an den beweglichen Sonnenschutz so weit reduziert werden, dass die Summe der externen Wärmelast an einem wolkenlosen Dimensionierungstag im Herbst (23. September, siehe SIA V 382/2) nicht grösser ist als ohne feststehende Beschattung und unter Einhaltung der oben stehenden Anforderungen. Diese Betrachtung muss raumweise erfolgen.

2.1.3.12 Die Anforderungen in den Ziffern 2.1.3.2 bis 2.1.3.11 gelten für durchschnittliche Speicherkapazitäten und Wärmeverlustfaktoren, wie sie mit der Einhaltung der Grenz- und Zielwerte nach Norm SIA 380/1 erreicht werden. Davon stark abweichende Bauweisen erfordern weitergehende Massnahmen aufgrund von Überlegungen, wie sie im Anhang D dargelegt sind.

## 2.1.4 **Wärmespeicherfähigkeit**

2.1.4.1 Bei Räumen, für welche nach den Kriterien dieser Norm eine Kühlung notwendig oder erwünscht ist, und bei allen Räumen, welche tatsächlich gekühlt werden, muss die wirksame, auf die Nettogeschossfläche bezogene Wärmespeicherfähigkeit  $C_R/A_{NGF}$  der Raumgruppe mindestens  $30 \text{ Wh/m}^2\cdot\text{K}$  betragen. Die Berechnung von  $C_R/A_{NGF}$  muss mit dem detaillierten Verfahren nach EN 13786:2005 mit Berücksichtigung der Übergangswiderstände erfolgen. Weitere Angaben finden sich im Anhang E.

2.1.4.2 Ist in einem Raum eine Betondecke mindestens zu 80% frei, gilt die Wärmespeicherfähigkeit ohne weitere Rechnungen als ausreichend. Zu beachten sind dabei die raumakustischen Anforderungen.

2.1.4.3 Abgehängte Decken sind für die Berechnung der wirksamen Wärmespeicherfähigkeit  $C_R$  als komplett geschlossen anzunehmen und als zusätzlicher thermischer Widerstand zu betrachten. Zur Berücksichtigung der Randeffekte und der Hinterlüftung von partiell abgehängten Decken kann mit dem im Anhang E beschriebenen Verfahren die thermisch als abgekoppelt zu betrachtende Fläche der Decke um eine entsprechende Randzone reduziert werden.

2.1.4.4 Die Anforderungen und Angaben in den Ziffern 2.1.4.1 bis 2.1.4.3 gelten für Wärmeverlustfaktoren, wie sie mit der Einhaltung der Grenz- und Zielwerte nach Norm SIA 380/1 erreicht werden. Davon stark abweichende Bauweisen erfordern weitergehende Massnahmen aufgrund von Überlegungen, wie sie im Anhang D dargelegt sind.

## 2.1.5 **Feuchteschutz**

2.1.5.1 Bei Räumen mit Befeuchtung und bei Räumen mit massgebenden Feuchtequellen muss der rechnerische Nachweis für die Oberflächenkondensatfreiheit und für die Schimmelpilzfreiheit nach Norm SIA 180, Kapitel 6, erbracht werden.

2.1.5.2 Bei Räumen mit Befeuchtung gelten die verschärften Anforderungen an die Luftdurchlässigkeit der Gebäudehülle gemäss Ziffer 2.1.2.2.

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

- thermische Behaglichkeit,
- Luftqualität,
- Luftfeuchte,
- akustische Situation.

- 2.2.1.2 Die genannten Grössen sind wesentliche Elemente für das Wohlbefinden, die Gesundheit und die Leistungsfähigkeit von Personen. Darüber hinaus sind aber für die Behaglichkeit noch weitere Faktoren von Bedeutung, welche mit Lüftungs- und Klimaanlage nicht beeinflusst werden können. Beispiele für zusätzliche Einflussgrössen sind:
- Art der Tätigkeit und Arbeitsplatzgestaltung,
  - Beleuchtung und Farben,
  - Raumgrösse und Möblierung,
  - Möglichkeit der manuellen Fensteröffnung,
  - Aussicht,
  - Arbeitsbedingungen und -klima,
  - persönliche Faktoren,
  - teilweise wenig erforschte Einflüsse wie elektromagnetische Felder, Erdstrahlen usw.
- 2.2.1.3 Ohne besondere Abmachungen gelten zur Behaglichkeit die nachfolgenden Festlegungen. In Absprache mit der Bauherrschaft sind Abweichungen möglich. 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 Ziffer 2.2.2 eingehalten werden. Entsprechend sind auch alle Kontrollmessungen in dieser Zone 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 Sommer und Winter gemäss SIA V 382/2, Tabelle 3.3, 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 unter Berücksichtigung der Vorgaben in EN 13779, Ziffer 6.2, festzulegen. Ohne besondere Vereinbarung gelten die Definitionen in Figur 4 und Tabelle 15.

Figur 4  
Beschreibung des Aufenthaltsbereichs (oben Schnitt, unten Grundriss)

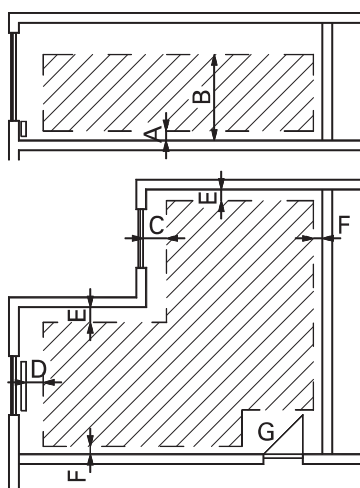


Tabelle 15  
Masse zur Definition des Aufenthaltsbereichs

	Distanz von der inneren Oberfläche von	Distanz
A	Böden (untere Begrenzung)	0,05 m
B	Böden (obere Begrenzung) vorwiegend sitzende Tätigkeit vorwiegend stehende Tätigkeit	1,30 m 1,80 m
C	Aussenfenstern und -türen	1,00 m
D	Heizkörpern oder Klimageräten	0,60 m
E	Aussenwänden	0,50 m
F	Innenwänden	0,50 m
G	Türen, Durchgangsbereichen usw.	Ziffer 2.2.2.4

- 2.2.2.2 Die untere Grenze von 0,05 m über Boden gilt für die Messung von Luftgeschwindigkeiten und Lufttemperaturen. Die Bodenoberflächentemperatur muss unabhängig davon die Anforderungen gemäss Norm SIA 180, Ziffer 2.1, erfüllen.
- 2.2.2.3 Bei Wänden mit Fenstern oder Heizkörpern ist jenes Bauelement bestimmend, welches den kleinsten Aufenthaltsbereich zur Folge hat.
- 2.2.2.4 In den nachfolgend aufgelisteten Zonen ist die Einhaltung der Komfortanforderungen, insbesondere bezüglich Luftzug und Temperatur, aufwendig bzw. nicht möglich (Bereich G in Figur 4 bzw. Tabelle 15).
- a) Durchgangszonen
  - b) Zonen in der Nähe häufig benutzter oder offen stehender Türen
  - c) Zonen im Nahbereich von Zuluftdurchlässen (z.B. bei Bodendurchlässen) oder Aussenluftdurchlässen (Nachströmöffnungen)
  - d) Zonen in der Nähe von Geräten mit grosser Wärmeabgabe oder Luftumwälzung (Drucker, Kopierer, PC, Aufzug usw.)
- 2.2.2.5 Ohne besondere Vereinbarung gelten die Zonen a bis d nicht als Teil des Aufenthaltsbereichs. Bei den Zonen c und d ist die massgebende Grenzdistanz festzulegen; ohne besondere Abmachungen gilt ein Wert von 0,5 m.
- 2.2.2.6 Vertiefte analytische Komfortstudien gelten meist für einzelne Punkte im Raum. In der Regel sind solche Betrachtungen für kritische Orte auf den vertikalen Grenzflächen des Aufenthaltsbereichs durchzuführen. Die Bezugshöhen sind üblicherweise 0,05 m (Untergrenze des Aufenthaltsbereichs), 1,1 m (Kopfhöhe sitzende Tätigkeit) und 1,7 m (Kopfhöhe stehende Tätigkeit).
- 2.2.2.7 Bei speziellen Nutzungen kann die Definition des Aufenthaltsbereichs von den oben stehenden Festlegungen abweichen (z.B. Definition von Aufenthaltsbereichen bezogen auf die Anordnung von Arbeitsplätzen und Ausrüstungseinrichtungen).

### 2.2.3 **Thermische Behaglichkeit**

- 2.2.3.1 Die thermische Behaglichkeit eines Menschen in einem Raum hängt ab von
- den Einflüssen des Raumes:
    - der mittleren Oberflächentemperatur (Strahlungstemperatur) der umgebenden Flächen,
    - den örtlichen Wärmestrahlungen von Geräten, Heiz- und Kühlflächen usw.;
  - den Einflüssen des Menschen:
    - seiner Tätigkeit, das heisst der Wärmeabgabe des Körpers (met-Wert),
    - seiner Bekleidung, das heisst deren Wärmedämmwert (clo-Wert);
  - den Einflüssen der Lüftungs- oder Klimaanlage:
    - der Raumlufttemperatur,
    - der Luftbewegung (Geschwindigkeit, Richtung, Turbulenz),
    - der relativen Raumluftfeuchtigkeit.
- 2.2.3.2 Die Grundsätze der thermischen Behaglichkeit sind in Norm SIA 180, Kapitel 2, und EN ISO 7730 festgelegt. Für Räume mit Lüftungs- oder Klimaanlage gelten bei typischen Nutzungen in Wohn- und Bürobauten die nachfolgenden zusätzlichen Festlegungen und Anforderungen. Bei anderen Nutzungen sind die massgebenden Festlegungen und Anforderungen sinngemäss zu bestimmen und schriftlich festzuhalten.
- 2.2.3.3 Für die Aktivität wird in Wohn- und Büroräumen im Allgemeinen mit einem met-Wert von 1,2 gerechnet. Weitere Angaben über den Zusammenhang zwischen Aktivität, met-Wert und Wärmeabgabe finden sich im Anhang B.

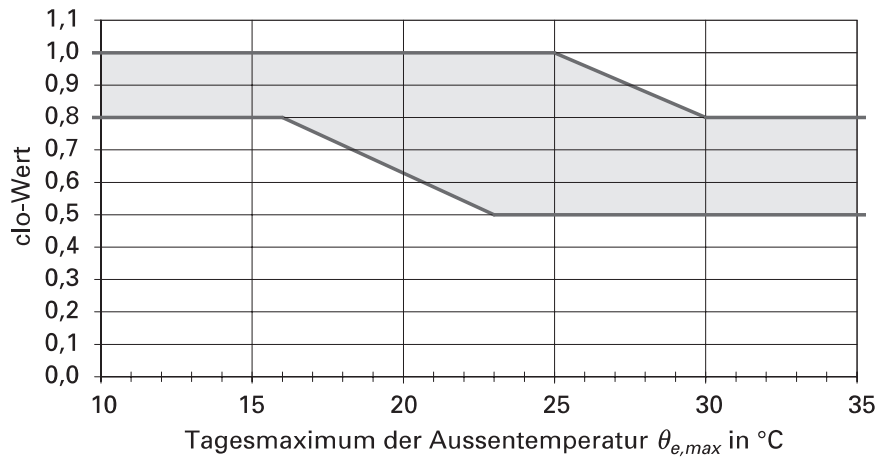
2.2.3.4 Die Bekleidung der Personen in Wohn- und Büroräumen ist abhängig von der Jahreszeit bzw. Aussentemperatur:

$\theta_{AUL,max} \leq 16^\circ\text{C}$ : clo = 0,8 bis 1,0

$\theta_{AUL,max} \geq 30^\circ\text{C}$ : clo = 0,5 bis 0,8

$\theta_{AUL,max}$  bezeichnet den maximalen Stundenwert der Aussentemperatur eines Tages. Zwischen den genannten Aussentemperaturen sind die clo-Werte entsprechend Figur 5 anzunehmen. Die Zuordnung erfolgt auf Tagesbasis, die Variation der clo-Werte ist im Tagesgang zur Erzielung eines bestmöglichen Komforts zu nutzen.

Figur 5 Bereich der clo-Werte je nach Tagesmaximum der Aussentemperatur

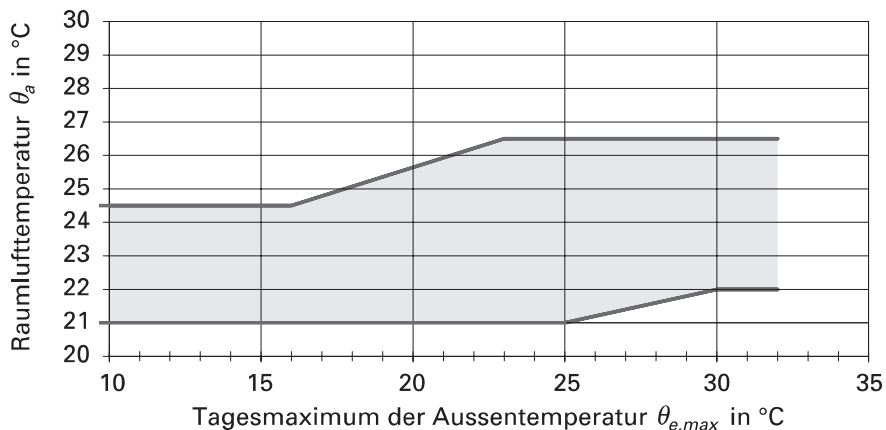


2.2.3.5 Für die thermische Behaglichkeit ist die empfundene Temperatur  $\theta_o$  massgebend.

2.2.3.6 Bei Einhaltung des in dieser Norm geforderten sommerlichen und winterlichen Wärmeschutzes ist der Unterschied zwischen der empfundenen Temperatur und der Lufttemperatur im Raum vernachlässigbar.

2.2.3.7 Mit der Variation der Bekleidung gemäss Figur 5 kann die Raumlufttemperatur im Bereich der Figur 6 liegen.

Figur 6 Bereich der Raumlufttemperatur je nach Tagesmaximum der Aussentemperatur



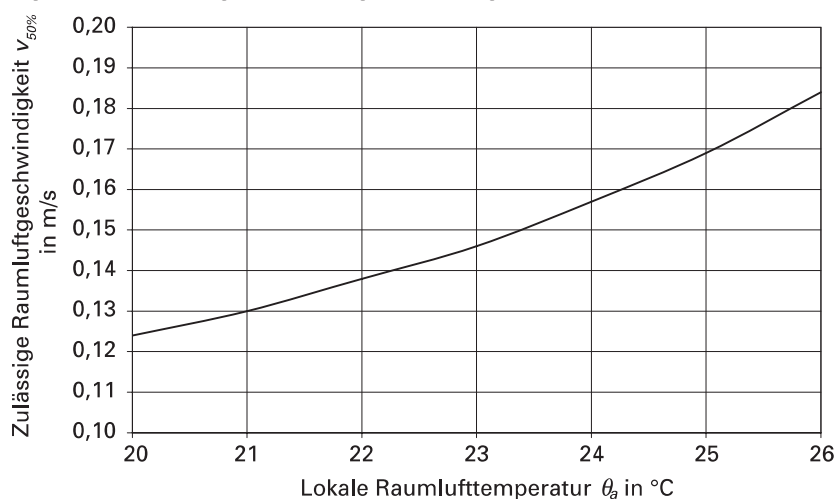
## 2.2.4 Raumluftgeschwindigkeit

2.2.4.1 Die einem Raum durch turbulente Strahlen zugeführte Zuluft induziert turbulente Luftbewegungen im Raum mit zeitlich variierender Geschwindigkeit. Die Turbulenz der Strömung wird durch den Turbulenzgrad  $TU$  charakterisiert.

2.2.4.2 Bei Luftführungen im Geltungsbereich dieser Norm resultiert ein Turbulenzgrad um 40% bis 60%. Bei turbulenzarmer Verdrängungsströmung liegt er tiefer. Ohne besondere Vereinbarung ist in Räumen mit Lüftungs- oder Klimaanlage von einem Turbulenzgrad von 50% auszugehen.

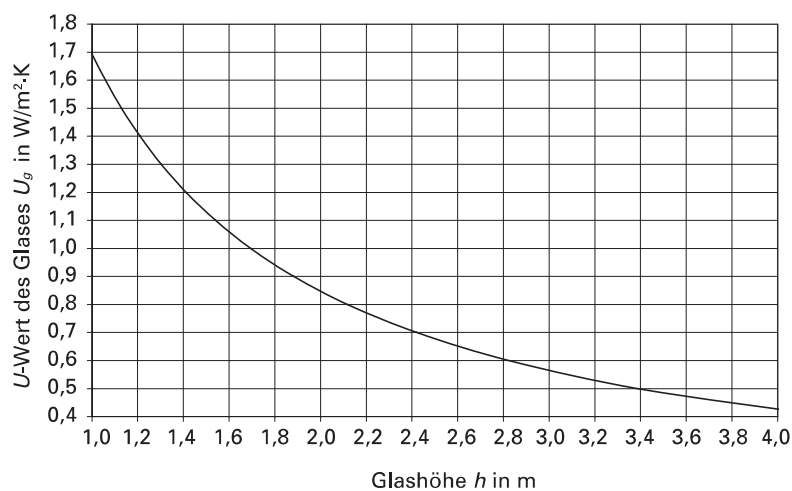
- 2.2.4.3 Die zulässige Raumluftgeschwindigkeit ist abhängig vom Zugluftrisiko  $DR$  (draught risk), der Raumlufttemperatur  $\theta_a$  und dem Turbulenzgrad  $TU$ .
- 2.2.4.4 Für einen guten Komfort ist in Wohn- und Büroräumen ohne besondere Vereinbarung von einem Zugluftrisiko  $DR = 15\%$  auszugehen. Bei besonders empfindlichen Nutzungen sind tiefere, bei unkritischer Nutzung höhere Werte anzuwenden.
- 2.2.4.5 Mit  $TU = 50\%$  (Ziffer 2.2.4.2) und  $DR = 15\%$  (Ziffer 2.2.4.4) ergeben sich für die Raumluftgeschwindigkeit die Auslegungsbedingungen gemäss Figur 7. Weitere Angaben finden sich im Anhang B.

Figur 7 Zulässige Raumluftgeschwindigkeit (50%-Wert) bei  $TU = 50\%$  für  $DR = 15\%$



- 2.2.4.6 Zur Vermeidung von Komfortproblemen bei Fenstern muss in Wohn- und Büroräumen des schweizerischen Mittellandes entweder der  $U$ -Wert der Verglasung (bestimmt nach EN 673) die Anforderung in Figur 8 erfüllen, oder es sind Massnahmen zu treffen zur Kompensation des Kaltluftabfalls und zur Gewährleistung des Strahlungskomforts (Heizkörper oder Lufteinführung vor dem Fenster, Anpassung der Möblierung bzw. des Aufenthaltsbereichs). Über Eck verglaste Räume sind zu vermeiden oder besonders gegen Kaltluftabfall zu schützen. Zu vermeiden sind auch grosse Rahmenflächen mit schlechtem  $U$ -Wert.

Figur 8 Maximal zulässiger  $U$ -Wert der Fensterverglasung  $U_g$  in Abhängigkeit der Glashöhe  $h$  zur Vermeidung von Komfortproblemen bei Kaltluftabfall. Gilt nicht für über Eck verglaste Räume.



- 2.2.4.7 Die Figur 8 gilt für übliche Anwendungen im Schweizer Mittelland. Für besondere Fälle und für höher gelegene Standorte sind vertiefte Abklärungen zum Beispiel mit numerischen Strömungsberechnungen (CFD) oder Laborversuchen erforderlich.
- 2.2.4.8 Bei der messtechnischen Bestimmung der Raumluftgeschwindigkeit und des Turbulenzgrades sind die Anforderungen in EN 13182 einzuhalten.
- 2.2.5 **Raumluftqualität**
- 2.2.5.1 Die Raumluft muss so beschaffen sein, dass
- keine gesundheitlichen Störungen,
  - keine Beeinträchtigung des Wohlbefindens,
  - keine Schäden im Raum und in den Baukonstruktionen
- entstehen. Gleichzeitig muss der Energiebedarf der Lüftungs- oder Klimaanlage angemessen bleiben.
- 2.2.5.2 Vermeidbare Emissionen sind durch Massnahmen an der Quelle so weit zu reduzieren, dass die ohnehin benötigten Aussenluftraten zur Verdünnung genügen (Quellenbekämpfung). Dies gilt insbesondere für Emissionen aus Inneneinrichtungen, Baumaterialien, Anstrichen und Reinigungsarbeiten sowie das Eindringen von Radon in bewohnte Räume.
- 2.2.5.3 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.
- 2.2.5.4 In Räumen, welche hauptsächlich dem Aufenthalt von Personen dienen, ist im Allgemeinen der Aussenluftstrom anhand der Aussenluftraten pro Person zu bestimmen. Für die üblicherweise geforderte Raumluftqualität RAL 3 ist eine Aussenluftrate von 22 bis 36 m<sup>3</sup>/h pro Person anzuwenden (Ziffer 1.7.3). In Schlafräumen, bei nur kurzzeitigem Aufenthalt und wenn der Dimensionierungszustand für die Personenbelegung nur selten eintritt, kann die Luftrate auf 15 m<sup>3</sup>/h pro Person reduziert werden. Bei Schlafräumen ist in der Regel von einer Belegung mit zwei Personen auszugehen.
- 2.2.5.5 Vorgaben für die je nach Nutzung anzuwendenden Dimensionierungswerte für die Aussenluftrate pro Person finden sich im Anhang A.
- 2.2.5.6 In Räumen, in denen geraucht wird, ist es nicht möglich, eine gute Raumluftqualität zu erreichen. Dies gilt auch, wenn die Aussenluftrate auf den üblichen Dimensionierungswert (bezogen auf alle anwesenden Personen) von 72 m<sup>3</sup>/h pro Person für Räume mit Rauchern erhöht wird.
- 2.2.5.7 Ohne Befeuchtung bzw. zur Vermeidung einer Befeuchtung kann es zur Vermeidung von zu tiefen Raumluftfeuchten in allen Räumen zweckmässig sein, die Luftraten bei tiefen Aussentemperaturen um bis zu 50% zu reduzieren. Der Minimalwert liegt bei 15 m<sup>3</sup>/h pro Person.
- 2.2.5.8 Ohne besondere Vereinbarung kann davon ausgegangen werden, dass in Wohn- und Büroräumen nicht geraucht wird.
- 2.2.5.9 Raucherzonen sind möglichst klein zu halten und wenn immer möglich mit baulichen Massnahmen von den Nichtraucherzonen zu trennen.
- 2.2.5.10 Während Zeiten mit schwacher oder ohne Personenbelegung empfiehlt sich aus hygienischen Gründen die Einhaltung eines Aussenluftstromes von mindestens 0,5 m<sup>3</sup>/h pro m<sup>2</sup> 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 eventuell auch mit Fensterlüftung erfolgen.

## 2.2.6 **Raumluftfeuchte**

- 2.2.6.1 Innerhalb des typischen Bereiches der Raumlufttemperatur von 21 bis 26,5°C spielt die Verdunstung bei der Temperaturkontrolle des menschlichen Körpers eine untergeordnete Rolle. Entsprechend erstreckt sich der Behaglichkeitsbereich für die absolute Luftfeuchtigkeit bei Wohn- und Büronutzung auf Werte zwischen 5 g/kg (untere Grenze im Winterbetrieb; bei einer Raumlufttemperatur von 21°C entspricht dies einer relativen Luftfeuchtigkeit von 30%) und 13,5 g/kg (obere Grenze im Sommerbetrieb; bei einer Raumlufttemperatur von 26,5°C entspricht dies einer relativen Luftfeuchtigkeit von 60%).
- 2.2.6.2 Vorgaben für die je nach Nutzung anzuwendenden Dimensionierungswerte für die relative Raumluftfeuchte im Sommer (Maximalwerte) und Winter (Minimalwerte) finden sich im Anhang A.
- 2.2.6.3 Die vereinbarten absoluten Raumluftfeuchten gelten bei den vereinbarten Nutzungsbedingungen.
- 2.2.6.4 Ohne Befeuchtung darf die vereinbarte absolute Raumluftfeuchte in einem typischen Jahr während 15% der Nutzungszeit unterschritten werden. Ohne besondere Vereinbarung ist dabei im Winter von der Reduktion der Aussenluftrate gemäss Ziffer 2.2.5.7 auszugehen.
- 2.2.6.5 Ohne Entfeuchtung darf die vereinbarte absolute Raumluftfeuchte in einem typischen Jahr während 5% der Nutzungszeit überschritten werden.

## 2.2.7 **Druckverhältnisse**

- 2.2.7.1 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.
- 2.2.7.2 In Zonen mit störenden oder gefährlichen Emissionen ist ein Unterdruck vorzusehen. Ohne besondere Vereinbarung ist in diesen Fällen die Kategorie PC 1 gemäss Ziffer 1.9.2 anzuwenden. In kritischen Fällen können Verschärfungen nötig sein.
- 2.2.7.3 Für Räume ohne besondere Anforderungen und Risiken gilt die Kategorie PC 3.

## 2.2.8 **Akustische Situation**

- 2.2.8.1 Massgebende Kenngrösse zur Beurteilung des Einflusses von Lüftungs- und Klimaanlage auf die akustische Situation in den versorgten Räumen ist der Beurteilungspegel für haustechnische Anlagen nach Norm SIA 181, welcher bei Betrieb der Anlage(n) ohne Möblierung und ohne Personen im Raum berechnet bzw. gemessen wird. Bei diesen Messungen 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 Anhang A.
- 2.2.8.3 Zusätzlich zu beachten sind die Anforderungen an den Schutz gegen Lärm von aussen und innen gemäss Norm SIA 181, an die Raumakustik und an den Immissionsschutz der Umgebung gemäss der LSV. Aus den Anforderungen an den Schallschutz zwischen benachbarten Räumen gemäss Norm SIA 181 können sich massgebliche Anforderungen an die Lüftungsinstallationen ergeben.

## 2.3 **Energiebedarf**

- 2.3.1 Der Energiebedarf ist möglichst tief zu halten. Dazu ist eine Kombination von guten Baukonstruktionen (siehe Ziffer 2.1) und entsprechend optimiert gebauten und betriebenen Lüftungs- oder Klimaanlage erforderlich.

- 2.3.2 Bei der Systemwahl sind die Angaben in Kapitel 4, bei der Dimensionierung die Angaben in Kapitel 5 zu beachten.
- 2.3.3 Für eine vereinfachte Berechnung des Energiebedarfs für die Luftförderung und Kühlung und dessen Beurteilung können die in Norm SIA 380/4 beschriebenen Methoden verwendet werden. Detaillierte Berechnungsmethoden finden sich in Norm SIA 382/3 (in Vorbereitung).

## **2.4 Betriebssicherheit 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. Richtlinien dazu gibt die Vereinigung Kantonaler Feuerversicherungen (VKF).
- 2.4.3 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 im Anhang G verwendet werden (siehe auch Ziffer 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 Kanalnetz so zugänglich sind, dass eine einwandfreie Wartung und der Ersatz von Komponenten möglich sind. Besonderer Wert ist auf die vollständige Reinigungsmöglichkeit des Kanalsystems und der Apparate sowie auf die Vermeidung feuchter Stellen im Kanalsystem zu legen.
- 2.5.2 Die Aussenluftfassungen und Fortluftöffnungen müssen die Anforderungen in Ziffer 5.12 erfüllen.
- 2.5.3 Die Anforderungen in ENV 12097 sind einzuhalten.
- 2.5.4 Angaben zum Raumbedarf von Komponenten und Systemen finden sich im Anhang F.
- 2.5.5 Für die Instandhaltung gelten die SWKI-Richtlinien 95-2, 2003-1 und 2003-2.
- 2.5.6 Es gelten die für die Hygiene relevanten Anforderungen in der SWKI-Richtlinie VA 104-01.
- 2.5.7 Der Anhang G 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**

- 2.6.1 Die Lärmemissionen der Anlage müssen die Anforderungen der LSV erfüllen.
- 2.6.2 Die Schadstoffemissionen der Anlage müssen die Anforderungen der LRV und der Eidgenössischen Störfallverordnung erfüllen.
- 2.6.3 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](http://www.eco-bau.ch)).

## **3 AUSLEGUNGSKRITERIEN**

### **3.1 Allgemeines**

- 3.1.1 Die Auslegungskriterien bilden die Grundlage für die Systemwahl und die Dimensionierung 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 schriftlich festzuhalten. Wenn bei speziellen Anwendungen oder Anforderungen zusätzliche Festlegungen erforderlich sind, sind diese ebenfalls schriftlich festzuhalten.
- 3.1.3 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 im Merkblatt SIA 2028 (in Vorbereitung). Bis zu dessen Publikation sind die Angaben in SIA V 382/2 zu verwenden.

#### **3.2.2 Lärmbelastung**

- 3.2.2.1 Die Beurteilung des Aussenlärms richtet sich nach der Eidgenössischen Lärmschutz-Verordnung LSV.
- 3.2.2.2 Für die meisten Planungsregionen stehen Lärmkataster und Lärmbelastungskataster zur Verfügung, aus denen die Empfindlichkeitsstufen und die bestehenden Lärmimmissionen hervorgehen.
- 3.2.2.3 Mit Bezug auf die Beurteilung der Möglichkeit einer reinen Fensterlüftung gilt die Lärmbelastung als zu hoch, wenn der Aussenlärm den Beurteilungspegel nach Ziffer 3.2.2.4 überschreitet. Dabei sind alle Lärmquellen gemäss LSV zu betrachten. Massgebend sind die Immissionswerte bei den für die Lüftung erforderlichen Fenstern zum Öffnen unter Berücksichtigung der örtlichen baulichen Situation.
- 3.2.2.4 Erfolgt bei empfindlichen Nutzungen die Nutzung hauptsächlich tags (z.B. Bürobauten), ist der Beurteilungspegel Tag mit 55 dB(A) das massgebende Kriterium. Bei einer durchgehenden Nutzung (z.B. Wohnbauten) ist auch der Beurteilungspegel Nacht mit 45 dB(A) massgebend. Bei weniger empfindlichen Nutzungen wie Gewerbe- und Industriebauten sind in der Regel höhere Beurteilungspegel zulässig.

#### **3.2.3 Luftbelastung**

- 3.2.3.1 Die Beurteilung der Qualität der Aussenluft richtet sich nach der Eidgenössischen Luftreinhalte-Verordnung LRV.
- 3.2.3.2 Leitsubstanzen zur lufthygienischen Beurteilung der Aussenluft sind das Stickstoffdioxid NO<sub>2</sub> und die Feinstaubpartikel PM<sub>10</sub>. 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 NO<sub>2</sub> und PM<sub>10</sub> 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 Ziffer 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:
  - Einer der Immissionsgrenzwerte der LRV für NO<sub>2</sub> oder PM<sub>10</sub> ist um mehr als 50% überschritten (AUL 5 gemäss Ziffer 1.7.1).
  - Störende Geruchsbelastungen, die durch eine Lüftungsanlage gemildert werden können.
- 3.2.3.6 Festlegung der Klasse der Aussenluft nach Ziffer 1.7.1.

### **3.3 Gebäudedaten**

- 3.3.1 Beschreibung des Objektes: Grösse, Lage, Nutzung, allfällige Erweiterungsabsichten usw.
- 3.3.2 Pläne: Grundrisspläne, Schnitte und Ansichten 1:100 oder 1:200.
- 3.3.3 Beschreibung der Baukonstruktionen: Aufbau, Wärmedurchgangskoeffizienten, Wärmespeicherfähigkeit, Luftdurchlässigkeit, *g*-Werte der Fenster, Öffenbarkeit der Fenster.
- 3.3.4 Beschreibung des Sonnenschutzes: Konstruktionsart, *g*-Wert der Gesamtkonstruktion (ggf. in mehreren Stellungen des Sonnenschutzes), Windfestigkeit.
- 3.3.5 Beschreibung der Umgebung: Beschattung und Reflexionen durch Nachbargebäude, Emissionen bei Nachbargebäuden, Strassen oder Plätzen, besondere Immissionsschutzforderungen bei Nachbargebäuden.
- 3.3.6 Besonderheiten.

### **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 Kategorie der Raumluft nach Ziffer 1.7.3 für die Festlegung der Filterung (Ziffer 5.13.2).
- 3.4.5 Beleuchtung: Beleuchtungsstärke, Wärmeabgabe der Beleuchtung (vgl. Norm SIA 380/4).
- 3.4.6 Interne Wärmequellen (zusätzlich zu Personen und Beleuchtung), installierte Leistung, massgebende maximale Wärmeleistung (1-h-Mittel unter Berücksichtigung der Gleichzeitigkeiten), typischer Tagesgang.
- 3.4.7 Interne Feuchtequellen.
- 3.4.8 Interne Schadstoffquellen.
- 3.4.9 Interne Lärmquellen.
- 3.4.10 Besonderheiten.
- 3.4.11 Solange keine objektspezifischen genaueren Angaben zu den Raumnutzungen vorliegen, können die Standardwerte im Merkblatt SIA 2024 für die Planung verwendet werden.

### **3.5 Behaglichkeit**

- 3.5.1 Definition der Aufenthaltsbereiche (siehe Ziffer 2.2.2).
- 3.5.2 Festlegung der Dimensionierungswerte für die Raumlufttemperaturen im Winter und im Sommer (siehe Ziffer 2.2.3 und Anhang A).
- 3.5.3 Festlegung des Zugluftrisikos *DR* als Basis für die Bestimmung der zulässigen Raumluftgeschwindigkeit (siehe Ziffer 2.2.4).
- 3.5.4 Festlegung der Grundlagen für die Bestimmung der Aussenluftvolumenströme (siehe Ziffer 2.2.5 und Anhang A).
- 3.5.5 Festlegung der Dimensionierungswerte für die Raumluftfeuchten im Winter und im Sommer (siehe Ziffer 2.2.6 und Anhang A).
- 3.5.6 Festlegung der Druckverhältnisse in den Räumen und im ganzen Gebäude (siehe Ziffer 2.2.7).
- 3.5.7 Festlegung der akustischen Anforderungen (siehe Ziffer 2.2.8 und Anhang A).

## 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 in mehreren Schritten erfolgen.
- 4.1.2 Die Eignung des vorgesehenen Systems für die konkrete Situation ergibt sich aus den Angaben in den Ziffern 4.2 bis 4.5.
- 4.1.3 Die Dimensionierung des vorgesehenen Systems erfolgt nach den Grundsätzen in Kapitel 5.

### 4.2 Möglichkeiten und Grenzen der Fensterlüftung

- 4.2.1 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 In gefangenen Räumen, das heisst in Räumen ohne Fenster, ist eine mechanische Lüftung unbedingt erforderlich. Dies gilt auch für Räume, in denen vorhandene Fenster, zum Beispiel aus Sicherheitsgründen, nicht geöffnet werden können.
- 4.2.3 Das Vorgehen nach Figur 9 zeigt, ob eine reine Fensterlüftung grundsätzlich möglich ist oder nicht. Zu beachten sind die Anforderungen an die Fensterlüftung in Ziffer 5.2 (Grösse und Lage der Fenster).
- 4.2.4 Vorteile der Fensterlüftung:
- einfachste und bezüglich Investition kostengünstigste Lüfterneuerung,
  - kein Platzbedarf für Kanäle und Zentralen,
  - kein Energiebedarf für eine Luftförderung,
  - gute Akzeptanz,
  - im Sommer Nachtlüftung und intensive Lüftung am Morgen möglich.
- 4.2.5 Nachteile der Fensterlüftung:
- kein kontrollierter Luftaustausch; ausreichender Luftaustausch evtl. nicht gewährleistet,
  - starke Abhängigkeit vom Benutzerverhalten,
  - 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 <sup>1)</sup>,
  - evtl. Belastung durch Wind und Regen,
  - evtl. Sicherheitsprobleme.
- 4.2.6 Auch wenn nach Ziffer 4.2.3 eine Fensterlüftung grundsätzlich möglich ist, kann eine mechanische Luftförderung zweckmässig oder notwendig sein (siehe auch Norm SIA 180, Ziffern 3.3.1.2 bis 3.3.1.5).
- 4.2.7 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 hygienisch erforderlichen Luftaustausch gemäss Ziffer 2.2.5 entspricht. Allerdings ist dabei die Luftqualität infolge des zeitlichen Verhaltens

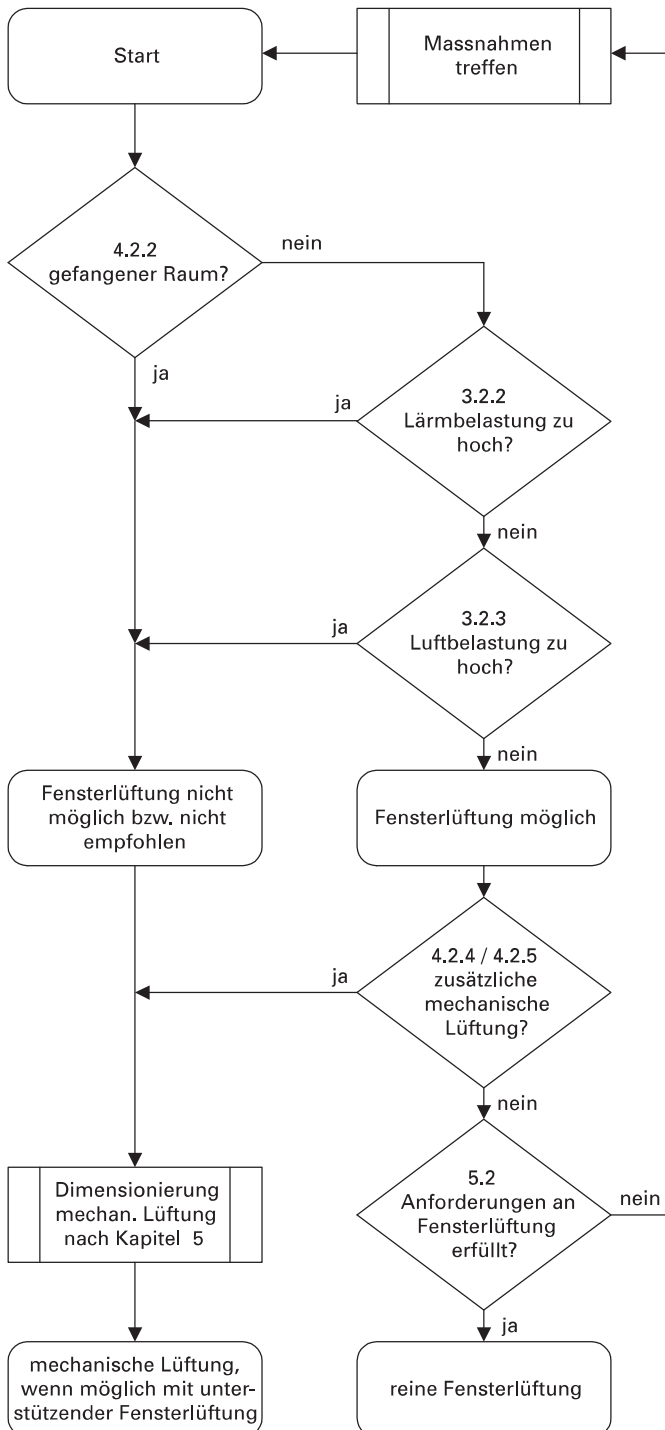
<sup>1)</sup> In Lüftungssystemen ist eine Filterung möglich, und reaktive Gase wie Ozon O<sub>3</sub> werden rasch abgebaut; dies ist bei der Fensterlüftung nicht möglich bzw. deutlich weniger der Fall.

ungünstiger als bei einer mechanischen Lüftung. Bei solchen Vergleichen ist die höhere Wertigkeit der elektrischen Energie bzw. deren höherer Primärenergiebedarf zu berücksichtigen.

4.2.8 Bei Systemen mit kleinen Druckverlusten und guten Wirkungsgraden der Wärmerückgewinnung und der Luftförderung ist in den allermeisten Fällen die mechanische Lüftung energetisch besser als die Fensterlüftung.

4.2.9 Wenn möglich sollten die Fenster trotz mechanischer Lüftung geöffnet werden können. Allerdings sollten diese nur für kurze ergänzende Stosslüftungsphasen genutzt werden und sonst geschlossen bleiben. Auf die Verwendung von Kippfenstern ist zu verzichten, da diese ein falsches Benutzerverhalten begünstigen.

Figur 9 Bestimmung des Grundkonzeptes zur Aussenluftversorgung



## **4.3 Befeuchtung**

### **4.3.1 Allgemeines**

- 4.3.1.1 Eine Befeuchtung darf nur realisiert werden, wenn die baulichen Anforderungen gemäss Ziffer 2.1.5 erfüllt sind.
- 4.3.1.2 Auch wenn nach Ziffer 4.3.2 eine Befeuchtung erforderlich ist, kann auf eine Befeuchtung verzichtet werden (Einsparung von Investitions- und Betriebskosten, Hygiene). Auch in diesem Fall müssen die baulichen Anforderungen gemäss Ziffer 2.1.5 eingehalten werden, und es müssen Vorkehrungen getroffen werden für eine allfällige spätere Nachrüstung einer Befeuchtung.
- 4.3.1.3 Wenn nach Ziffer 4.3.2 eine Befeuchtung nicht erforderlich ist und trotzdem eine Befeuchtung vorgesehen wird, muss dieser Spezialfall nachvollziehbar begründet werden. Es ist dabei sicherzustellen, dass diese Befeuchtung entsprechend der Begründung örtlich und zeitlich beschränkt bleibt.
- 4.3.1.4 Die befeuchteten Bereiche sind durch bauliche und organisatorische Massnahmen möglichst klein zu halten.

### **4.3.2 Kriterien für eine Befeuchtung**

- 4.3.2.1 In Spezialfällen mit besonderen Anforderungen an die Raumlufffeuchte ist eine Befeuchtung unumgänglich. Beispiele:
- Räume mit empfindlichen Stoffen, zum Beispiel Spezialarchive, Museen,
  - spezielle Labors,
  - Verkaufsläden und Lagerhallen für feuchteempfindliche Güter,
  - Räume mit auf elektrostatische Entladungen empfindlichen elektronischen Geräten, sofern die Entladungen nicht durch andere Massnahmen genügend reduziert werden können.
- 4.3.2.2 In allen anderen Fällen ist eine Befeuchtung nur erforderlich, wenn sonst die Raumlufffeuchte – bei Berücksichtigung der Feuchtequellen im Raum und einer allfälligen Feuchterückgewinnung – die Anforderung gemäss Ziffer 2.2.6.2 nicht einhalten würde. Dabei kann der Aussenluftstrom bei tiefen Aussentemperaturen nach Ziffer 2.2.5.7 reduziert werden.
- 4.3.2.3 Bei Aktivitäten mit einer latenten Wärmeabgabe bis etwa 50 W pro Person (siehe Anhang B.1) ist eine Befeuchtung eventuell erforderlich, wenn im Raum neben den Personen keine weiteren Feuchtequellen vorhanden sind.
- 4.3.2.4 Bei Aktivitäten mit einer latenten Wärmeproduktion von über etwa 50 W pro Person und generell mit einer Feuchtezufuhr zusätzlich zur Feuchteproduktion der Personen (Pflanzen, Aktivitäten mit Wasser usw.) kann in der Regel auf eine Befeuchtung verzichtet werden.
- 4.3.2.5 Ausser in den Spezialfällen nach Ziffer 4.3.2.1 ist eine Befeuchtung bei angemessenen Aussenluftstraten pro Person (im Winter tiefere Aussenluftstraten gemäss Ziffer 2.2.5.7), bedarfsgerechtem Betrieb und WRG mit Feuchteübertragung auch ohne zusätzliche Feuchtequellen im 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 Raumlufftemperaturen, zu hohe Aussenluftstraten (insbesondere bei sehr tiefen Aussentemperaturen), zu hohen Staubgehalt der Raumluff, 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.

### **4.3.3 Anforderungen an die Befeuchtung**

- 4.3.3.1 Wenn eine Befeuchtung realisiert wird, muss sie die technischen Anforderungen gemäss Ziffer 5.8 (Hygiene, WRG mit Feuchteübertragung) erfüllen.
- 4.3.3.2 Wenn eine Befeuchtung installiert ist, darf die untere Grenze der absoluten Raumlufffeuchte gemäss Ziffer 2.2.6 während maximal 1% der Nutzungszeit eines mittleren Jahres unterschritten werden.

- 4.3.3.3 Wenn in speziellen Situationen bereits bei tiefen Aussentemperaturen ein Freecooling mit erhöhten Luftmengen möglich ist, sind die Einsparungen an Kühlenergie und die Notwendigkeit einer Befeuchtung sorgfältig gegeneinander abzuwägen.

## 4.4 Kühlung

### 4.4.1 Allgemeines

- 4.4.1.1 Eine Kühlung darf nur realisiert werden, wenn die baulichen Anforderungen gemäss den Ziffern 2.1.1 bis 2.1.4 erfüllt sind.

- 4.4.1.2 Die Notwendigkeit einer Kühlung kann nach den Ziffern 4.4.2, 4.4.3 oder 4.4.4 bestimmt werden.

- 4.4.1.3 Auch wenn eine Kühlung nach den Kriterien dieser Norm notwendig oder erwünscht ist, kann auf eine Kühlung verzichtet werden (Einsparung von Investitions- und Betriebskosten). Auch in diesem Fall müssen die baulichen Anforderungen gemäss den Ziffern 2.1.1 bis 2.1.4 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.

- 4.4.1.4 Die gekühlten Bereiche sind durch bauliche und organisatorische Massnahmen möglichst klein zu halten.

### 4.4.2 Spezialfälle mit besonderen Anforderungen an die Raumtemperatur

- 4.4.2.1 In Spezialfällen mit besonderen Anforderungen an die Raumtemperatur ist eine Kühlung unumgänglich. Beispiele:

- Verkaufsflächen und Lagerhallen für temperaturempfindliche Güter,
- Labors,
- EDV-Räume (Auslegung auf  $\theta_i = 26^\circ\text{C}$ ).

- 4.4.2.2 Als Spezialfälle gelten auch Situationen, bei denen gesetzliche Vorschriften eine Kühlung verlangen.

### 4.4.3 Interne Wärmequellen und Fensterlüftung

- 4.4.3.1 Im Allgemeinen kann die Notwendigkeit einer Kühlung anhand der internen Wärmequellen und der zusätzlich zur mechanischen Lüftung vorhandenen Möglichkeiten der Fensterlüftung mit Tabelle 16 beurteilt werden. Bei reiner Fensterlüftung können erfahrungsgemäss grössere Wärmequellen ohne Kühlung zugelassen werden.

Tabelle 16 Beurteilung der Notwendigkeit einer Kühlung (Voraussetzung: Einhaltung der baulichen Anforderungen gemäss den Ziffern 2.1.1 bis 2.1.4)

Interne Wärmequellen pro Tag in Wh/m <sup>2</sup> d			Kühlung
mit Fensterlüftung Tag und Nacht	mit Fensterlüftung nur am Tag	ohne Fensterlüftung	
> 240	> 200	> 160	notwendig erwünscht* nicht notwendig*
160–240	120–200	80–160	
< 160	< 120	< 80	

\* Kühlung nur bei Anlagen mit kleinem Leistungsbedarf gemäss Ziffer 5.5 zulässig (Ziffer 4.4.6.1).

- 4.4.3.2 Bei der Bestimmung der internen Wärmequellen 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 der Norm SIA 380/4 und im Merkblatt SIA 2024. Höhere Werte sind für den Nachweis nach Ziffer 4.4.3.1 nur zulässig, wenn deren Notwendigkeit nachgewiesen wird. Als Bezugsfläche dient die Nettogeschossfläche der betrachteten Nutzung.

#### 4.4.4 Hohe sommerliche Raumlufthtemperatur

4.4.4.1 Eine vertiefte Beurteilung der Notwendigkeit einer Kühlung kann mittels einer fachgerechten dynamischen Simulation erfolgen. Das Beurteilungskriterium ist dann die Raumlufthtemperatur im Vergleich zur oberen Grenzkurve nach Figur 6.

4.4.4.2 Die Notwendigkeit einer Kühlung ist nach diesem vertieften Verfahren gegeben, wenn die berechneten Stundenwerte der Raumlufthtemperatur während der Nutzungszeit die obere Grenzkurve nach Figur 6 während mehr als 100 h/a überschreiten. Bei einer Überschreitung während bis zu 100 h/a 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 inkl. Hitzetage (Tagesmaximum der Aussentemperatur über 30 °C). Die Stundenwerte der Raumlufthtemperaturen sind den Tagesmaxima der Aussentemperatur des entsprechenden Tages zuzuordnen.

4.4.4.3 Der Nachweis nach Ziffer 4.4.4.1 muss mit einer fachgerechten dynamischen Simulation erfolgen. Das Berechnungsverfahren muss die Anforderungen von EN ISO 13791, Kapitel 7, erfüllen.

4.4.4.4 Bei der Simulation sind die folgenden Berechnungsvoraussetzungen einzuhalten, und es ist nachzuweisen, dass die Berechnungsannahmen umgesetzt werden können. Allfällige Abweichungen sind zu begründen.

Zeitschritt	1 Stunde oder kleiner
Klimadaten	Design Reference Year (DRY); Station, die den Gebäudestandort am besten repräsentiert
Beobachtungsperiode	15. April bis 15. Oktober 1987 (Jahr dient zur Festlegung der Wochen- und Feiertage)
Sonnenschutz	Effektive $g$ -Werte unter Beachtung der Anforderungen in Ziffer 2.1.3. Sonnenschutz fassadenweise geschlossen, wenn Produkt aus Globalstrahlung und $g$ -Wert ohne Sonnenschutz über 90 W/m <sup>2</sup> auf die entsprechende Fassade.
Interne Wärmequellen	Es sind die internen Wärmequellen nach dem Merkblatt SIA 2024 zu verwenden. Höhere Werte sind nur in begründeten Ausnahmefällen zulässig und deren Notwendigkeit ist nachzuweisen. <ul style="list-style-type: none"><li>• Personen: Anteil Konvektion = 50%, Anteil Strahlung = 50%, nur sensibler Teil der Wärmeabgabe der Personen massgebend, Wärmeabgabe je nach Tätigkeit gemäss SIA V 382/2.</li><li>• Beleuchtung: Beleuchtungsstärke nach Merkblatt SIA 2024. Tageslichtabhängig gesteuert, separat für 5 m tiefe Aussenzone und Restfläche. Mögliche Vereinfachung: in 5 m tiefer Aussenzone keine Beleuchtung zu Zeiten mit Tageslicht. Anteil Konvektion = 30%, Anteil Strahlung = 70%.</li><li>• Bürogeräte: Anteil Konvektion = 80%, Anteil Strahlung = 20%.</li></ul>
Berechnungsmodell Fensterlüftung	Falls das verwendete Berechnungsverfahren ein Modell zur Berechnung der Aussenluftstraten mit Fensterlüftung enthält, ist dieses unter Berücksichtigung der effektiven Fensteröffnungsmöglichkeiten zu verwenden. Falls kein Modell vorhanden ist, kann das in EN ISO 13791, Anhang J, beschriebene Berechnungsverfahren verwendet werden. Mögliche Vereinfachung: Verwendung der Luftwechselzahlen nach EN ISO 13792, Anhang B.
Aussenluftstraten mit Fensterlüftung <ul style="list-style-type: none"><li>• Während Nutzungszeit:</li></ul>	Fensterlüftung mit einem Aussenluftstrom gemäss Berechnungsmodell, falls $\theta_{AUL} < \theta_{RAL}$ und $\theta_{RAL} > 22\text{ °C}$ , sonst hygienisch erforderliche Aussenluftstraten gemäss Ziffer 2.2.5.

• Ausserhalb Nutzungszeit:	Fensterlüftung (falls möglich) mit Aussenluftstrom gemäss Berechnungsmodell, falls $\theta_{AUL} < \theta_{RAL}$ und $\theta_{RAL} > 22\text{ °C}$ , sonst Aussenluftstrom von $0,3\text{ m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^2$ .
Aussenlufraten mit mechanischer Lüftung	
• Während Betriebszeit: (Normalbetrieb)	Hygienisch erforderliche Aussenlufraten gemäss Ziffer 2.2.5.
• Ausserhalb Betriebszeit:	Aussenlufraten wie während Betriebszeit bzw. erhöht (soweit möglich, maximal um einen Faktor 2), falls $(\theta_{RAL} - \theta_{AUL}) > 4\text{ K}$ und $\theta_{RAL} > 24\text{ °C}$ , sonst Anlage AUS und Aussenluftstrom 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 dem Merkblatt SIA 2024 zu entnehmen.
Betriebszeit der Anlage	Die Anlage wird am Morgen 1 Stunde vor dem Nutzungsbeginn in Betrieb genommen und läuft am Abend 1 Stunde nach. In der Mittagspause läuft die Anlage durch.

#### 4.4.5 **Anforderungen an die Kühlung**

4.4.5.1 Wenn eine Kühlung realisiert wird, sind die Grundsätze in Ziffer 5.6 zu beachten.

4.4.5.2 Jede Kühlung muss auf die tatsächlich erforderliche Kühlleistung gemäss Norm SIA 382/2 ausgelegt und nach der momentan erforderlichen Kühlleistung geregelt werden.

#### 4.4.6 **Ausnahmen**

4.4.6.1 Wenn eine Kühlung nach den Kriterien dieser Norm nicht notwendig ist und trotzdem eine Kühlung vorgesehen wird, muss es sich um eine Anlage mit kleinem Leistungsbedarf gemäss Ziffer 5.5 oder um einen Spezialfall mit nachvollziehbarer Begründung handeln. Es ist dabei sicherzustellen, dass diese Kühlung entsprechend der Begründung örtlich und zeitlich beschränkt bleibt und dass die baulichen Anforderungen gemäss den Ziffern 2.1.1 bis 2.1.4 eingehalten werden.

4.4.6.2 Wenn eine Kühlung nach den Kriterien dieser Norm erwünscht oder notwendig ist und trotzdem nicht realisiert wird, muss die Machbarkeit einer späteren Nachrüstung nachgewiesen werden. Die baulichen Anforderungen sind trotzdem zu erfüllen. Siehe Ziffer 4.4.1.3.

### 4.5 **Entfeuchtung**

4.5.1 Eine Luftkühlung kann eine unkontrollierte Entfeuchtung zur Folge haben.

4.5.2 Eine weitergehende Entfeuchtung ist gerechtfertigt in Räumen oder Systemen (z.B. Kühldecken) mit besonderen Anforderungen an die maximale Raumluftfeuchte.

4.5.3 Die maximale Raumluftfeuchte im Sommer richtet sich nach den Angaben in Ziffer 2.2.6. Die maximale Raumluftfeuchte im Winter ist durch die Baukonstruktion begrenzt (Norm SIA 180, Ziffer 6).

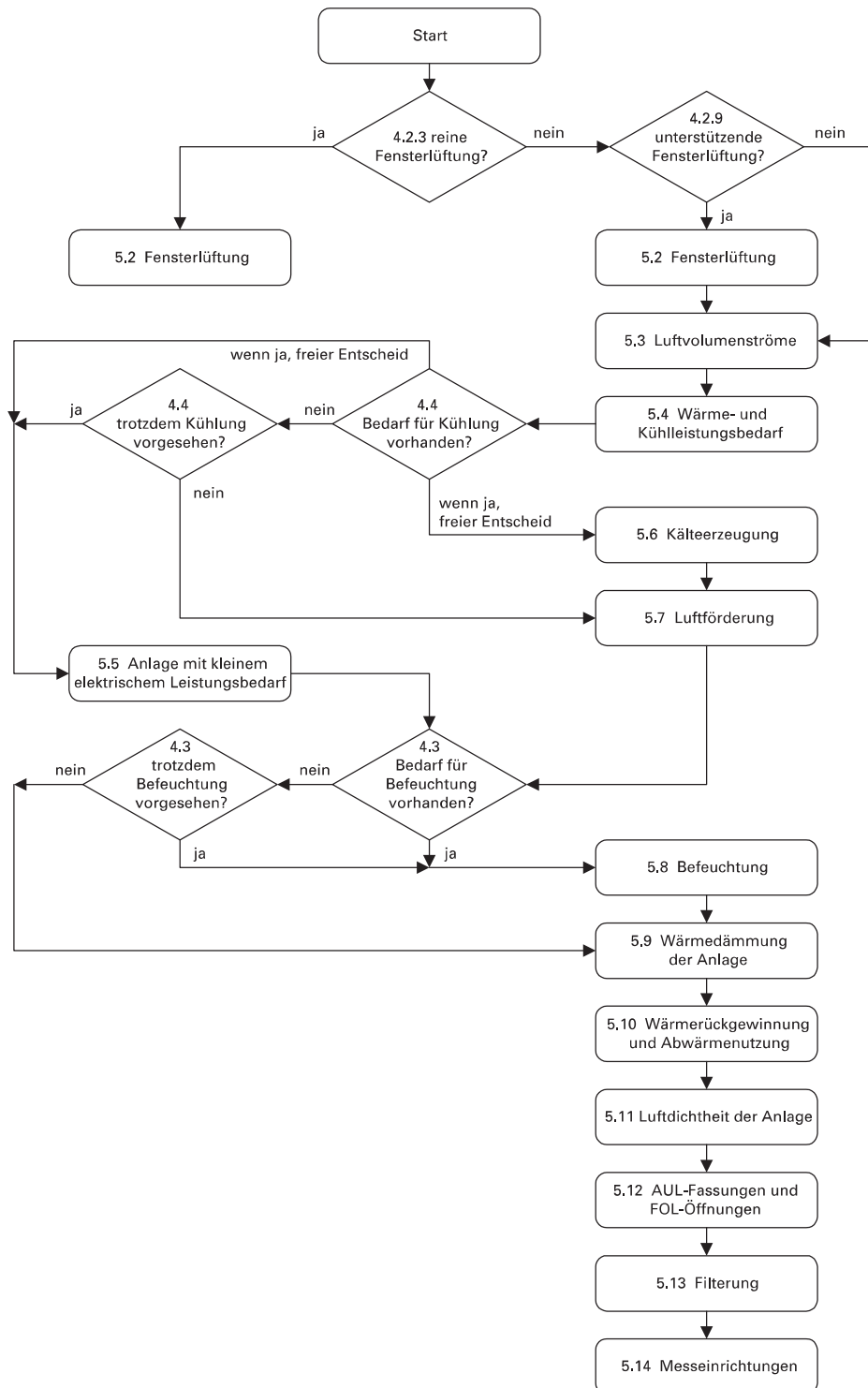
## 5 DIMENSIONIERUNG UND TECHNISCHE ANFORDERUNGEN

### 5.1 Übersicht

5.1.1 Die Dimensionierung basiert auf den Auslegungskriterien gemäss Kapitel 3 und der Systemwahl gemäss Kapitel 4.

5.1.2 Die Figur 10 gibt einen Überblick über das Vorgehen bei der Dimensionierung.

Figur 10 Vorgehen bei der Dimensionierung



- 5.1.3 Für eine fachgerechte Dimensionierung 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 Für eine wirksame Fensterlüftung muss die freie Strömungsfläche der im betrachteten Raum zu öffnenden Fenster mindestens 3% der Nettogeschossfläche des Raumes betragen, und die Fensterflächen zum Öffnen sollten möglichst gleichmässig verteilt sein. Hohe Öffnungen sind wesentlich effizienter als breite.
- 5.2.2 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 vorhanden sein. Wo dies nicht möglich ist und bei grösseren Raumtiefen ist der Einsatz einer mechanischen Lüftung empfohlen.
- 5.2.3 Wenn eine Lüftung über mehrere Geschosse möglich ist, kann der Anwendungsbereich der Fensterlüftung möglicherweise erweitert werden.
- 5.2.4 Die Möglichkeiten und Grenzen der Fensterlüftung sind in Ziffer 4.2 beschrieben.

## 5.3 Luftvolumenströme

### 5.3.1 Allgemeines

- 5.3.1.1 Die Luftvolumenströme werden raumweise nach den folgenden Kriterien bestimmt:
- Aussenluft rate 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 Zu- und Abluftvolumenstrom),
  - Raumdurchspülung,
  - Vorschriften (z.B. SUVA, Gebäudeversicherung, 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 Aussenluftvolumenstrom zur Gewährleistung der Aussenluft rate pro Person, ist nach anderen technischen Lösungen zu suchen (z.B. direkte Abführung von Abwärmen 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.

### 5.3.2 Aussenluft rate pro Person

- 5.3.2.1 Der Aussenluftvolumenstrom ergibt sich aus der spezifischen Aussenluft rate pro Person gemäss Ziffer 2.2.5 bzw. Anhang A und der Anzahl Personen im Raum.
- 5.3.2.2 Die Auslegung bezieht sich auf den maximalen typischen 1-h-Mittelwert der Personenbelegung (siehe Merkblatt SIA 2024).

5.3.2.3 Bei grossem Raumvolumen pro Person und bei zeitlich stark schwankender Belegung kann der instationäre Effekt nach Ziffer 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:

$$q_{v,ZUL} = \frac{\Phi \cdot f_T}{\rho \cdot c_p |\theta_{RAL} - \theta_{ZUL}|} \quad (9)$$

$q_{v,ZUL}$  Zuluftvolumenstrom in m<sup>3</sup>/h  
 $\Phi$  thermische Leistung in W (siehe Ziffer 5.4)  
 $f_T$  Sekunden pro Stunde ( $f_T = 3600$  s/h)  
 $\rho$  Luftdichte in kg/m<sup>3</sup>  
 $c_p$  spezifische Wärmekapazität der Luft in J/kg·K  
 $\theta_{RAL}$  Raumlufttemperatur in °C  
 $\theta_{ZUL}$  Temperatur der Zuluft beim Luftdurchlass in °C

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

$$\rho \cdot c_p = 1220 - 0,14 \cdot h \text{ in J/m}^3 \cdot \text{h} \quad (10)$$

$h$  Höhenlage in m über Meer

5.3.3.2 Bei Handrechnungen können die folgenden Vereinfachungen verwendet werden:

Schweizerisches Mittelland:

$$q_{v,ZUL} = \frac{\Phi}{0,32 |\theta_{RAL} - \theta_{ZUL}|} \quad (11)$$

in 1000 m ü.M.:

$$q_{v,ZUL} = \frac{\Phi}{0,30 |\theta_{RAL} - \theta_{ZUL}|} \quad (12)$$

5.3.3.3 Die massgebende thermische Leistung ergibt sich aus der Berechnung des Wärme- und Kühlleistungsbedarfs (siehe Ziffer 5.4). Die Bestimmung des Zuluftvolumenstroms zur Wärmezufuhr oder Wärmeabfuhr erfolgt raumweise aufgrund der maximalen 1-h-Mittelwerte am Dimensionierungstag.

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 (Komfort), im Luftherhitzer maximal 50 °C (Versengen von Staubpartikeln) erreichen. Im Kühlbetrieb soll die Temperatur der Zuluft beim Luftdurchlass bei Mischlüftung nicht unter 16 °C, bei Quelllüftung nicht unter 18 °C liegen. Je nach Luft-einführung können sich engere Grenzen ergeben, um die Komfortanforderungen im Aufenthaltsbereich einhalten zu können.

5.3.3.5 Wenn der Zuluftvolumenstrom zur Wärmezufuhr und -abfuhr (Ziffer 5.3.3.1) grösser ist als der Aussenluftvolumenstrom aufgrund der Personenbelegung (Ziffer 5.3.2), ist eine Umluftbeimischung möglich. Zu beachten sind jedoch die hygienischen und energetischen Aspekte (siehe auch Ziffer 5.3.1.3).

### 5.3.4 **Verdünnung von Luftverunreinigungen**

5.3.4.1 Der Zuluftvolumenstrom zur Verdünnung von Luftverunreinigungen ergibt sich aus der Beziehung:

$$q_{v,ZUL} = \frac{q_{m,E} \cdot f_T}{c_{RAL} - c_{ZUL}} \quad (13)$$

$q_{v,ZUL}$  Zuluftvolumenstrom in m<sup>3</sup>/h  
 $q_{m,E}$  Schadstoffemission im Raum in mg/s oder cm<sup>3</sup>/s  
 $f_T$  Sekunden pro Stunde ( $f_T = 3600$  s/h)  
 $c_{RAL}$  erlaubte Schadstoffkonzentration im Raum in mg/m<sup>3</sup> oder ppm  
 $c_{ZUL}$  Schadstoffkonzentration in der Zuluft in mg/m<sup>3</sup> oder ppm

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

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

$$c_{RAL}(t) = \left[ c_{RAL}(0) - \frac{q_{m,E} \cdot f_T}{q_{v,ZUL}} - c_{ZUL} \right] \cdot e^{-\frac{q_{v,ZUL}}{V_R \cdot f_T} \cdot t} + \frac{q_{m,E} \cdot f_T}{q_{v,ZUL}} + c_{ZUL} \quad (14)$$

- $c_{RAL}(t)$  Konzentration im Raum zur Zeit  $t$  in  $\text{mg}/\text{m}^3$
- $c_{RAL}(0)$  Konzentration im Raum zur Zeit  $t = 0$  in  $\text{mg}/\text{m}^3$
- $c_{ZUL}$  Konzentration der Zuluft in  $\text{mg}/\text{m}^3$
- $q_{m,E}$  Schadstoffemission im Raum in  $\text{mg}/\text{s}$
- $q_{v,ZUL}$  Zuluftvolumenstrom in  $\text{m}^3/\text{h}$
- $V_R$  Raumvolumen in  $\text{m}^3$
- $t$  Zeit in s
- $f_T$  Sekunden pro Stunde ( $f_T = 3600 \text{ s}/\text{h}$ )

Ist zum Zeitpunkt  $t = 0$  der Schadstoffgehalt der Raumluft gleich dem in der Zuluft, gilt:

$$c_{RAL}(t) = c_{RAL}(0) + \frac{q_{m,E} \cdot f_T}{q_{v,ZUL}} \cdot \left[ 1 - e^{-\frac{q_{v,ZUL}}{V_R \cdot f_T} \cdot t} \right] \quad (15)$$

### 5.3.5 Abluftvolumenströme

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

5.3.5.2 Für Küchen und Nassräume in Wohn- und Bürobauten gelten die Richtwerte in Tabelle 17.

Tabelle 17 Richtwerte für die Dimensionierung der Abluftvolumenströme in Wohn- und Bürobauten

Nutzung	Abluftvolumenstrom bei		Bezugseinheit
	kontinuierlichem Betrieb	bedarfsgesteuertem Betrieb	
Küche			
Teeküche in Büros	30 $\text{m}^3/\text{h}$	100–300 $\text{m}^3/\text{h}$	Raum
Küche in Wohnhäusern	40 $\text{m}^3/\text{h}$	150–600 $\text{m}^3/\text{h}$ <sup>1)</sup>	Raum
Professionelle Anwendung	2)	2)	
Nassraum			
Dusche	40 $\text{m}^3/\text{h}$	50 $\text{m}^3/\text{h}$	Dusche
WC-Schüssel	10–20 $\text{m}^3/\text{h}$ <sup>3)</sup>	30 $\text{m}^3/\text{h}$	WC-Schüssel
Urinal	–	20 $\text{m}^3/\text{h}$	Urinal
Raum mit Dusche	4 $\text{m}^3/\text{h} \cdot \text{m}^2$	8 $\text{m}^3/\text{h} \cdot \text{m}^2$	Nettogeschossfläche
Raum ohne Dusche	immer $\geq 40 \text{ m}^3/\text{h}$	immer $\geq 50 \text{ m}^3/\text{h}$	Raum
	3 $\text{m}^3/\text{h} \cdot \text{m}^2$	6 $\text{m}^3/\text{h} \cdot \text{m}^2$	Nettogeschossfläche
	immer $\geq 20 \text{ m}^3/\text{h}$	immer $\geq 50 \text{ m}^3/\text{h}$	Raum

1) Umluft möglich

2) Dimensionierung immer aufgrund der konkreten Situation (SWKI 96-2)

3) Direktabsaugung über die WC-Schüssel empfohlen

5.3.5.3 Bei Nutzungen mit grossen Benutzungsfrequenzen sind grössere Abluftvolumenströme erforderlich.

### 5.3.6 **Luftströme für untergeordnete Räume**

5.3.6.1 Wenn die Kriterien nach den Ziffern 5.3.2 bis 5.3.5 nicht zutreffen, kann der Richtwert nach Ziffer 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 Überströmluftstrom von  $1,0 \text{ m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^2$ . Dieser Wert gilt für einen Betrieb während mindestens 50% der Zeit. Bei kürzeren Betriebszeiten und sehr hohen Räumen ist eventuell der Luftstrom zu erhöhen. Bezugsgrösse ist die Nettogeschossfläche des betrachteten Raumes.

### 5.3.7 **Luftmengenbilanz und Druckverhältnisse**

5.3.7.1 Ein Zuluftüberschuss verursacht einen Überdruck, ein Abluftüberschuss einen Unterdruck im versorgten Bereich.

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

### 5.3.8 **Raumdurchspülung**

5.3.8.1 In speziellen Fällen kann die geforderte Raumdurchspülung für den Zuluftvolumenstrom und die Luftmengenbilanz bestimmend sein.

### 5.3.9 **Behördliche Vorschriften**

5.3.9.1 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 Sicherheit von technischen Einrichtungen und Geräten (STEG).

## 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 einbringung 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  $18^\circ\text{C}$ . Bei der Auslegung der statischen Heizung ist Norm SIA 384.201 massgebend.

5.4.3 Die Lufterhitzer sind so zu dimensionieren, dass die vereinbarten Raumlufttemperaturen zusammen mit einer allfälligen statischen Heizung eingehalten werden. Für die Auslegung der Lüftung ist die Aussentemperatur nach dem Merkblatt SIA 2028 zu verwenden, der natürliche Luftaustausch mit  $0,3 \text{ m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^2$  anzunehmen und die Wirkung der Wärmerückgewinnung zu berücksichtigen. Wenn für die Auslegung der statischen Heizung eine tiefere Raumlufttemperatur vereinbart wurde, ist bei der Lufterhitzerdimensionierung 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 gemäss Ziffer 5.5.2 bzw. 5.5.3 erfüllen, ist eine Kühlung gerechtfertigt, auch wenn sie nach Ziffer 4.4 nicht notwendig ist.
- 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 bis zu 7 W/m<sup>2</sup> 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/m<sup>2</sup> 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 Regulierungen können in der Regel in der Betrachtung vernachlässigt werden.

## 5.6 Kälteerzeugung

- 5.6.1 Kälteerzeugung inklusive Rückkühlung und Kälteverteilung sind als Gesamtsystem zu betrachten und bezüglich Energieeffizienz zu optimieren.
- 5.6.2 Zulässige Kaltwassertemperaturen
- Klimaanwendungen ohne Entfeuchtung  $\theta_{cw} \geq 14^\circ\text{C}$
  - Klimaanwendungen mit Teilentfeuchtung  $\theta_{cw} \geq 10^\circ\text{C}$
  - Klimaanwendung mit kontrollierter Entfeuchtung  $\theta_{cw} \geq 6^\circ\text{C}$
- Für Spezialfälle ist eine separate Anlage mit eigenem Temperaturniveau zu prüfen.
- 5.6.3 Die Anlage ist bedarfsgerecht zu betreiben. Der Sollwert der Kaltwassertemperatur soll bedarfsabhängig variiert werden.
- 5.6.4 Bei konventioneller Kälteerzeugung muss die Volllast- und die Teillast-Leistungszahl (COP) der Kälteanlage inklusive Rückkühlung (Pumpen und Ventilatoren) die Anforderungen gemäss Tabelle 18 erfüllen.

Tabelle 18 Leistungszahlen von Kälteanlagen inkl. Rückkühlung (Pumpen und Ventilatoren)

Gesamtkälteleistung der Anlage in kW bei 100%		1	10	20	50	100	200	500	1000
Minimale Leistungszahl bei Teillast 50% (inkl. Rückkühlung)	Grenzwert	3,2	4,4	4,8	5,5	6,0	6,2	6,2	6,2
	Zielwert	4,0	5,2	5,8	6,6	7,3	8,0	8,2	8,2
Minimale Leistungszahl bei Volllast 100% (inkl. Rückkühlung)	Grenzwert	3,2	3,3	3,5	3,8	4,1	4,2	4,2	4,2
	Zielwert	4,0	4,1	4,3	4,6	4,9	5,0	5,0	5,0

- 5.6.5 Die meisten Kälteanlagen weisen einen variablen Leistungsbedarf auf. Die Anlagen sind so zu planen, dass die Leistungszahl in Teillast, bei abgesenkten Kühlwassertemperaturen, entsprechend der Teillastkurve über der Leistungszahl bei Volllast zu liegen kommt (siehe Tabelle 18).
- 5.6.6 Für die Beurteilung der Energieeffizienz der Hilfsaggregate (Rückkühlpumpen und Ventilatoren) wird der Elektro-Thermo-Verstärkungsfaktor verwendet (siehe auch Anhang H). Die Komponenten sollen so dimensioniert werden, dass die Rückkühl- bzw. Kälteenergie möglichst effizient gewonnen wird.

- 5.6.7 Für luftgekühlte Kältemaschinen gelten die folgenden Ausnahmen:  
 Bei kompakten luftgekühlten Splitgeräten bis 12 kW Kälteleistung darf die Leistungszahl inklusive Ventilatorenergie (Verdampfer- und Verflüssigerseite) in der Voll- und Teillast den Wert 3 nicht unterschreiten.  
 Für luftgekühlte Kältemaschinen mit mehr als 12 kW Kälteleistung (inkl. Ventilatorenergie auf Seite Verflüssiger) muss die Leistungszahl inkl. Ventilatorenergie folgende Anforderungen erfüllen:  
 Vollast 100%: Leistungszahl  $\geq 3,5$   
 Teillast 50%: Leistungszahl  $\geq 4,5$  (mit abgesenkter Lufttemperatur nach ARI)
- 5.6.8 Abwärmenutzung: Die beste Nutzung der eingebrachten Elektroenergie kann erzielt werden, wenn die Anlage gleichzeitig als Kältemaschine und als Wärmepumpe betrieben wird, da dann sowohl die kalte wie auch die warme Seite der Anlage genutzt werden.
- 5.6.9 Wenn die Aussenlufttemperatur 2 bis 3 K unter der Kaltwassertemperatur liegt, ist Freecooling grundsätzlich möglich. Die Zweckmässigkeit von Freecooling ist unter der Berücksichtigung der Leistungszahl der Kältemaschine zu prüfen. Vor allem bei tieferen Leistungszahlen der Kältemaschine ist die Zweckmässigkeit in der Regel gegeben.

## 5.7 Luftförderung

### 5.7.1 Druckverluste

- 5.7.1.1 Mit einem geeigneten Schachtkonzept und direkter Kanalführung sind die Transportwege für die Luft möglichst kurz zu halten.
- 5.7.1.2 Bei der Dimensionierung des Luftkanalnetzes und der Auswahl der Apparate ist auf kleine Strömungsgeschwindigkeiten, strömungsgünstige Formgebung und damit geringe Druckverluste zu achten.
- 5.7.1.3 Zu einer fachgerechten Dimensionierung gehört eine Druckverlustberechnung für das gesamte Luftkanalnetz.
- 5.7.1.4 Die totalen Druckverluste der Anlagen sollen bei maximalem Luftvolumenstrom, sauberen Filtern und ohne allfällige Bypassöffnungen die Werte nach Tabelle 19 nicht überschreiten. Die unteren Bereichswerte gelten für einfachere, die oberen für aufwendigere Anlagen. Die Druckverluste von Zu- und Abluftanlage können gegenseitig kompensiert werden.

Tabelle 19 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	300–500	700–1100
Lüftungsanlage mit Lufterwärmung und -befeuchtung	420–650	330–550	750–1200
Einfache Klimaanlage	460–700	340–600	800–1300
Klimaanlage mit Luftbefeuchtung	500–750	400–650	900–1400
Klimaanlage mit Luftbe- und -entfeuchtung	600–900	500–800	1100–1700

## 5.7.2 Strömungsgeschwindigkeiten

5.7.2.1 Bei Einhaltung der Richtwerte für die maximalen Strömungsgeschwindigkeiten gemäss den Ziffern 5.7.2.2 und 5.7.2.3 erfüllen die resultierenden Druckdifferenzen im Allgemeinen die Anforderungen nach Ziffer 5.7.1. Entsprechende Werte werden auch in Vorschriften von Kantonen gefordert und müssen ggf. eingehalten werden.

5.7.2.2 Richtwert für die effektive maximale Strömungsgeschwindigkeit in Apparaten (bezogen auf die Nettoflächen): 2 m/s.

5.7.2.3 Richtwerte für die maximalen Strömungsgeschwindigkeiten in Kanälen je nach maximalem Luftvolumenstrom:

bis	1 000 m <sup>3</sup> /h	3 m/s
bis	2 000 m <sup>3</sup> /h	4 m/s
bis	4 000 m <sup>3</sup> /h	5 m/s
bis	10 000 m <sup>3</sup> /h	6 m/s
über	10 000 m <sup>3</sup> /h	7 m/s

Bei verzweigten Kanalsystemen sind diese Richtwerte im Strang mit dem grössten Druckverlust einzuhalten. In untergeordneten Strängen sind höhere Strömungsgeschwindigkeiten zulässig. Zu beachten sind jedoch die schalltechnischen Konsequenzen.

## 5.7.3 Gesamtwirkungsgrad der Ventilatoren

5.7.3.1 Der Gesamtwirkungsgrad der Ventilatoren inkl. Motor und Antrieb soll im Optimalpunkt gemäss Prüfstandsmessungen die Werte gemäss Tabelle 20 erfüllen. Zwischenwerte für den Nennluftstrom können linear interpoliert werden.

Tabelle 20 Gesamtwirkungsgrad der Ventilatoren

Nennluftstrom m <sup>3</sup> /h	Gesamtwirkungsgrad	
	Grenzwert	Zielwert
≤ 100	0,04	0,25
250	0,20	0,40
500	0,30	0,48
1 000	0,40	0,55
2 500	0,50	0,64
5 000	0,56	0,70
10 000	0,63	0,77
15 000	0,67	0,82
≥ 20 000	0,70	0,85

5.7.3.2 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.

5.7.3.3 Für energetische Betrachtungen ist der energiegewichtete mittlere Wirkungsgrad unter den tatsächlichen Betriebsbedingungen massgebend. Zu beachten ist, dass im Teillastbetrieb die Wirkungsgrade deutlich tiefer liegen.

## 5.7.4 Spezifische Ventilatorleistung

5.7.4.1 Die spezifische Ventilatorleistung von Zu- und Abluftventilatoren muss die Anforderungen nach den Tabellen 21 und 22 erfüllen. Für allfällige separate Umluftventilatoren gelten SFP 1 und SFP 2.

Tabelle 21 SFP-Kategorie der Ventilatoren

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 Lufterwärmer	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 22 Spezifische Leistung der Ventilatoren

Anlagentyp gemäss Ziffer 1.5	Spezifische Ventilatorleistung in W/(m <sup>3</sup> /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 Lufterwärmer	0,20	0,14	0,14	0,083
Lüftungsanlage mit Lufterwärmung und -befeuchtung	0,20	0,14	0,14	0,083
Einfache Klimaanlage	0,35	0,20	0,20	0,14
Klimaanlage mit Luftbefeuchtung	0,35	0,20	0,20	0,14
Klimaanlage mit Luftbe- und -entfeuchtung	0,35	0,20	0,20	0,14

5.7.4.2 Die Tabellen 21 und 22 gelten für normale Anlagen. Für komplexere Anlagen kann die nächsthöhere SFP-Kategorie akzeptiert werden.

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

## 5.8 Befeuchtung

5.8.1 Wenn eine 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 Wärmerückgewinnung mit einer Feuchteübertragung zu prüfen. Für eine wirksame Feuchteübertragung muss der Feuchtegehalts-Änderungsgrad im gesamten Anwendungsbereich, in dem eine Befeuchtung erwünscht ist, mindestens 70% betragen. Ausnahmen sind Anwendungen mit besonderen Anforderungen an die Hygiene.
- 5.8.3 Bei der Systemwahl und der Wartung erfordern die hygienischen Aspekte besondere Aufmerksamkeit. Schlecht gewartete Befeuchtungseinrichtungen können ernsthafte hygienische Probleme verursachen.
- 5.8.4 Die Befeuchtung muss auf die tatsächlich erforderliche Befeuchterleistung ausgelegt 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 Ziffer 4.3 eine Befeuchtung erforderlich ist und trotzdem auf diese verzichtet wird, ist sicherzustellen, dass später eine Befeuchtung nachgerüstet werden kann, welche die oben genannten Anforderungen erfüllt.

## 5.9 Wärmedämmung der Anlage

- 5.9.1 Sämtliche Luftkanäle, Rohre und Geräte, bei denen ohne Wärmedämmung im Auslegungsfall ein Wärmestrom zwischen Medium und Umgebung von mehr als 8 W/m<sup>2</sup> auftreten würde, müssen so gegen Wärmeübertragung gedämmt sein, dass der Wärmestrom mit der Wärmedämmung maximal 5 W/m<sup>2</sup> beträgt.
- 5.9.2 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 Luftkanälen muss auch mit der Wärmedämmung gut möglich sein.
  - Möglichst geringe Umweltbelastung bei der Herstellung, Anwendung und Entsorgung.
- 5.9.3 Bei Kanälen 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 Einfache Abluftanlagen sind soweit als möglich und zweckmässig mit einer Abwärmenutzung auszurüsten. Bei Abluft aus warmen Räumen mit einem Luftvolumenstrom über 1000 m<sup>3</sup>/h und einer Betriebszeit von mehr als 500 h/a sind einfache Abluftanlagen immer mit einer Abwärmenutzung auszuführen, sofern ein geeigneter Abnehmer vorhanden ist. Dabei gelten mehrere getrennte einfache Abluftanlagen im gleichen Gebäude als eine Anlage, das heisst, deren Abluftvolumenströme im Auslegungsfall sind zu addieren.
- 5.10.3 Wärmerückgewinnungsanlagen sollen auf einen Jahresnutzungsgrad von mindestens 75% ausgelegt werden und müssen die Anforderungen gemäss den Richtlinien SWKI 2000-3 (Wärmerückgewinnung) und SWKI 2003-3 (Rückkühlung) erfüllen (Systemanforderung).
- 5.10.4 Der Temperatur-Änderungsgrad der Wärmerückgewinnung muss auch ohne Kondensation immer mindestens 70% erreichen (Einzelanforderung).
- Die Messung soll im Normalfall bei den Auslegungsluftmengen und Aussentemperaturen um 5°C erfolgen. Bei Messungen bei tieferen Aussentemperaturen ist sicherzustellen, dass im Wärmerückgewinnungssystem keine Kondensation erfolgt.

5.10.5 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 Wärmetauscher nach Möglichkeit zu vermeiden, oder es ist sicherzustellen, dass die Druckverhältnisse in allen Betriebszuständen keine Geruchsübertragung zulassen.

## 5.11 Luftdichtheit der Anlage

### 5.11.1 Allgemeines

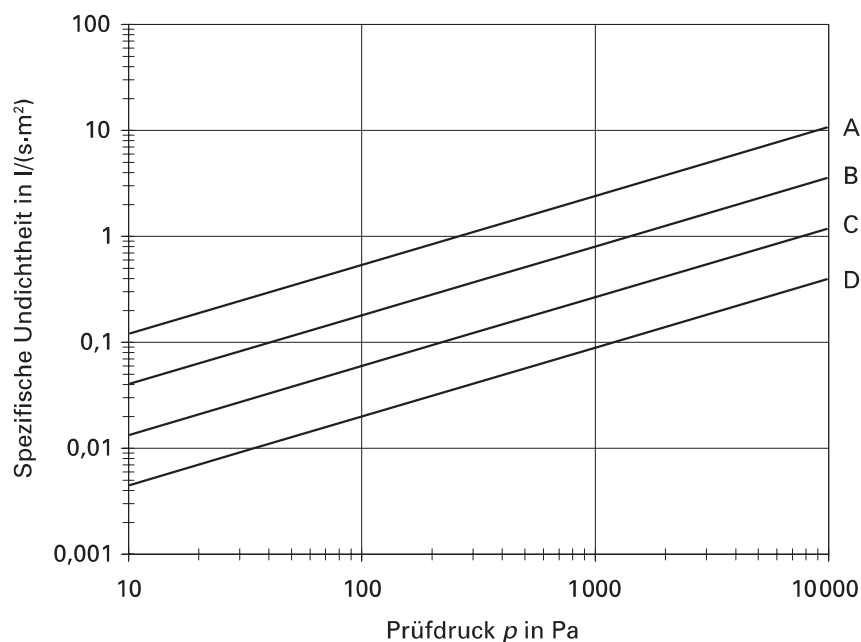
5.11.1.1 Die Klassierung und die Prüfung der Luftdichtheit von rechteckigen und runden Kanälen richten sich nach EN 1507 bzw. EN 12237. Diese Grundklassierung gilt auch für andere Bauteile sowie für die gesamte Anlage. Die Anforderungen an die Dichtheit von Luftbehandlungsgeräten, einschliesslich Bypass-Undichtheit von Filtern, sowie deren Prüfung sind in EN 1886 enthalten.

5.11.1.2 Es werden die Dichtheitsklassen A bis D gemäss Tabelle 23 unterschieden.

Tabelle 23 Klassierung der Luftdichtheit von Kanälen nach EN 1507 bzw. EN 12237

Dichtheitsklasse	Grenzwert des statischen Druckes $p$ in Pa		Grenzwert der spezifischen Undichtheit $l/(s \cdot m^2)$
	positiv	negativ	
A	500	500	$0,027 \cdot p^{0,65}$
B	1000	750	$0,009 \cdot p^{0,65}$
C	2000	750	$0,003 \cdot p^{0,65}$
D	2000	750	$0,001 \cdot p^{0,65}$

Figur 11 Dichtheitsklassen nach EN 1507 bzw. EN 12237



5.11.1.3 Die vereinbarten Luftvolumenströme (z.B. der Aussenluftstrom pro Person) müssen im Aufenthaltsbereich eingehalten werden. Bei Undichtheiten im Luftkanalsystem und bei der Luftaufbereitung ist der Leckluftvolumenstrom 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 Gesamtluftvolumenstroms 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 Die Ziffern 5.11.2.3 bis 5.11.2.7 enthalten allgemeine Grundsätze zur angemessenen Wahl der Dichtheitsklasse. Eine höhere Klasse ist notwendig, wenn die gesamte Oberfläche des Kanalsystems bezogen auf den Gesamtvolumenstrom aussergewöhnlich gross ist, das Druckniveau 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 EN 1886 als Standard.
- 5.11.2.4 Sichtbare Luftkanäle in den direkt versorgten Bereichen und generell Luftkanäle mit einem Unter- oder Überdruck bis zu 150 Pa müssen die Anforderungen der Klasse A gemäss EN 1507 bzw. EN 12237 erfüllen.
- 5.11.2.5 Die Dichtheitsklasse B ist geeignet für Luftkanäle ausserhalb des versorgten Bereiches, Kanäle in Hohldecken und generell für Luftkanäle mit einem Unter- oder Überdruck von mehr als 150 Pa. Die Klasse B ist die Minimalanforderung für alle Abluft- und Fortluftkanäle mit Überdruck innerhalb des Gebäudes.
- 5.11.2.6 Die Dichtheitsklasse C wird von Fall zu Fall angewendet, wenn der Unter- oder Überdruck im Kanalsystem 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 Fortluftkanäle von Anlagen mit Luftbefeuchtung.
- 5.11.2.7 Die Dichtheitsklasse D wird in besonderen Fällen angewendet.
- 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 Kanalsystem sollte so vollständig wie möglich sein, das heisst, es sollten sämtliche Bauteile des Kanalsystems 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 (Tabelle 24), und das Resultat ist zu vergleichen mit der erlaubten Summe der Undichtheiten.

## **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 Kanalsysteme 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 den Ziffern 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 den Ziffern 5.12.3 und 5.12.4 sind dazu einige Grundsätze gegeben.
- 5.12.1.4 Die Anordnung von Aussenluftfassungen und Fortluftöffnungen muss auch die Brandschutzanforderungen sowie die Anforderungen des Schallschutzes erfüllen.

### **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. sollte 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, 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. 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.
- 5.12.2.9 Aussenluftfassungen sollen mit einem Maschendrahtgitter (Maschenweite  $\leq 10$  mm) geschützt werden, und die effektive Strömungsgeschwindigkeit 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 starken Nebelgebieten wird die Einhaltung eines Maximalwertes von 1,5 m/s empfohlen.
- 5.12.2.10 Aussenluftfassungen müssen gereinigt werden können.

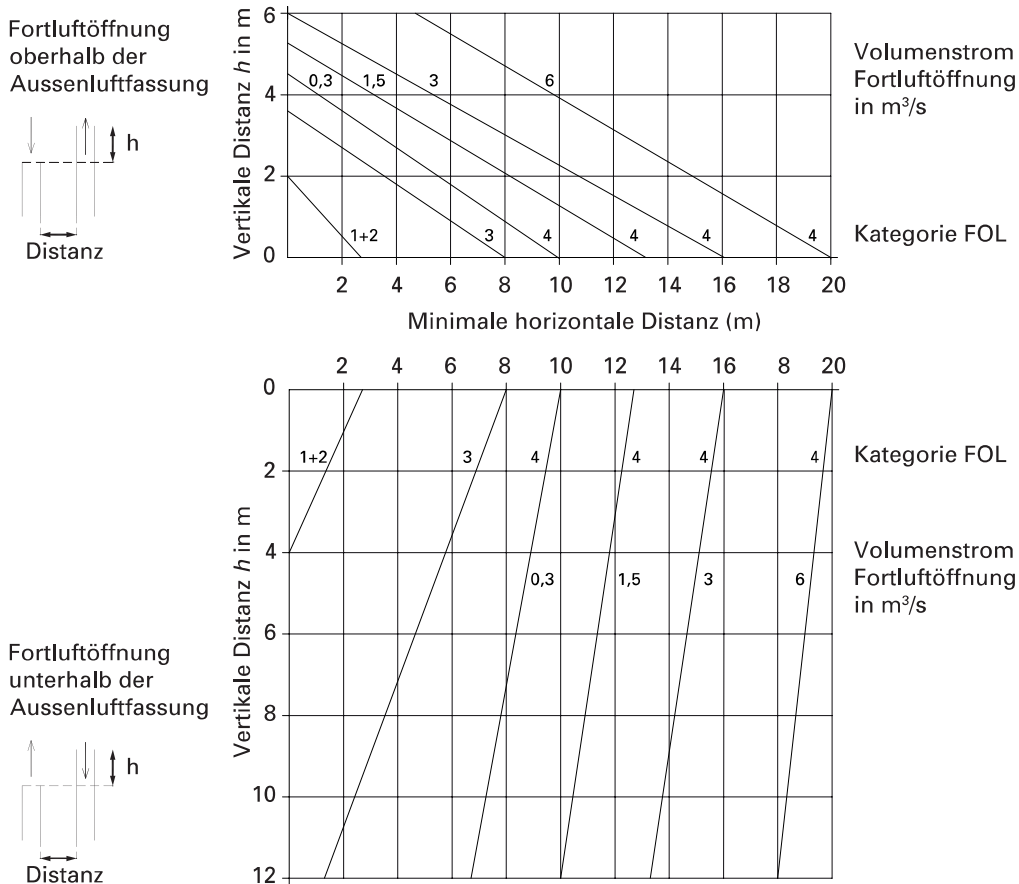
### 5.12.3 **Anforderungen an Fortluftöffnungen**

- 5.12.3.1 Fortluft der Kategorie FOL 1 gemäss Ziffer 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. dem Fenster liegen. Zu beachten ist auch die lokale Ausblassituation (Strahlumlenkung).
  - Der Fortluftstrom beträgt maximal 1800 m<sup>3</sup>/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 und darf keine störenden Emissionen verursachen.
  - 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 (BUWAL) 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 12 ersichtlich. Diese sind von der Kategorie der Fortluft gemäss Ziffer 1.7.4.2 abhängig. Für FOL 4 sind die Distanzen am grössten und zusätzlich vom Volumenstrom abhängig. Die Werte in Figur 12 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 12 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 Druckverhältnisse dürfen sich durch diesen Effekt um maximal 10% verändern.
- 5.13.1.3 Durch Undichtheiten wird die Wirksamkeit der Filterung massgeblich reduziert. Es ist darum unbedingt darauf zu achten, dass die Anforderungen in EN 1886 betreffend Luftdichtheit und Bypass-Leckverluste eingehalten werden.
- 5.13.1.4 Bezüglich Wartung und Hygiene gelten die Anforderungen in Ziffer 7.1.

### 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 Zu- und Raumluft auf das gewünschte Mass reduziert werden. Gleichzeitig werden das Luftkanalnetz und die Komponenten vor Verunreinigungen geschützt.

- 5.13.2.2 Bei Lüftungs- und Klimaanlage werden je nach Kategorie der Aussenluft und angestrebter Raumluftqualität die folgenden Filterklassen pro Filterstufe empfohlen.

Tabelle 24 Empfohlene Filterklassen pro Filterstufe (Definition der Filterklassen nach EN 779)

Kategorie der Aussenluft (Tabelle 6)	Filterklassen pro Filterstufe je nach Kategorie der Raumluft (Tabelle 10)			
	RAL 1	RAL 2	RAL 3	RAL 4
AUL 1 (sauber)	F9	F8	F7	F6
AUL 2 (Staub)	F7 + F9	F6 + F8	F6 + F7	G4 + F6
AUL 3 (Gase)	F7 + F9	F8	F7	F6
AUL 4 (Staub + Gase)	F7 + F9	F6 + F8	F6 + F7	G4 + F6
AUL 5 (sehr hohe Konzentration)	F6 + GF* + F9	F6 + GF* + F9	F6 + F7	G4 + F6

\* Gasfilter (Aktivkohle) und/oder chemischer Filter

- 5.13.2.3 Ohne besondere Vereinbarung gelten bei allen Lüftungs- und Klimaanlage die Anforderungen für RAL 1.
- 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. Bei Anlagen mit zwei oder mehr Filterstufen ist die erste Filterstufe vor, die weiteren Filterstufen nach der Luftaufbereitung anzuordnen.
- 5.13.2.5 Mit geeigneten Massnahmen wie Vorwärmer, genügend Kanallänge, Luft-Erd-Register usw. 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 Luftkanalnetz 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 F5 erfolgen.
- 5.13.3.2 Bei einer Umluftbeimischung muss diese zum Schutz des Systems mindestens mit einem Filter der Klasse F5 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.
- 5.13.3.5 Wärmerückgewinnungssysteme müssen nach Tabelle 25 geschützt werden.

Tabelle 25 Mindestanforderungen an die Filterklassen zum Schutz von Wärmerückgewinnungssystemen

Art der Wärmerückgewinnung	Abluftseitig	Zuluftseitig
Rotierende Wärmetauscher	F6	F6
Andere Systeme	G3	F6

## **5.14 Messeinrichtungen**

- 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 2000-4.
- 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 sind generell 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 kW pro Anlage beträgt (Summe von Zu- und Abluftanlagen), wird empfohlen, den Elektrizitätsverbrauch separat zu messen.

## **6 TECHNISCHE SPEZIFIKATIONEN FÜR DIE DURCHFÜHRUNG DER ABNAHMEPRÜFUNG**

### **6.1 Grundsätze**

- 6.1.1 Die Abnahmeprüfung erfolgt nach Norm SIA 118 (Artikel 157 bis 164) und Norm SIA 118/380. Sie soll mit wirtschaftlich vertretbaren Mitteln durchgeführt werden.
- 6.1.2 Die Abnahmeprüfung besteht aus den folgenden drei Teilen:
- Lieferumfangs- und Montagekontrolle nach Ziffer 6.2,
  - Funktionskontrolle nach Ziffer 6.3,
  - Kontrollmessungen nach Ziffer 6.4.
- 6.1.3 Teilnehmer bei der Abnahmeprüfung sind der Besteller, der Anlagenplaner, der Unternehmer oder deren Vertreter. Allenfalls ist auch die Teilnahme eines Behördenvertreters erforderlich.
- 6.1.4 Die korrekte Abnahmeprüfung umfasst das vollständige Ausfüllen der Abnahmeprotokolle der Fachverbände mit allen dazu notwendigen Messungen und Feststellungen bei den einzelnen Lüftungs- und Klimaanlageanlagen.
- 6.1.5 Weitergehende Kontrollmessungen sind vom Besteller mit dem Anlagenplaner und dem Unternehmer separat zu vereinbaren.

### **6.2 Lieferumfangs- und Montagekontrolle**

- 6.2.1 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 (Betriebsanweisungen, Wartungsanleitungen, revidierte Ausführungsunterlagen).

### **6.3 Funktionskontrolle**

- 6.3.1 Vor der Abnahmeprüfung findet die Inbetriebsetzung der Anlage statt. Die Funktionskontrolle stellt eine Kontrolle dieser Arbeiten dar. Dabei sind insbesondere die Sicherheitsaspekte zu beachten.
- 6.3.2 Die Funktionskontrolle der Bauelemente zeigt, ob die einzelnen Bauelemente der Anlage wie Filter, Ventilator, Lufterhitzer, Kühler, Befeuchter, Brandschutzklappen usw. funktionsgerecht eingebaut und wirksam sind.
- 6.3.3 Die Funktionskontrolle der Steuerung und Regelung zeigt, ob die Steuer- und Regelfunktionen in allen wichtigen Betriebszuständen richtig ablaufen.

Bei der Funktionskontrolle 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 Funktionskontrolle von Regelungen umfasst die Kontrolle der Soll- und Grenzwerteinstellungen, der Grundstellungen der Stellorgane bei ausgeschalteter Anlage und der richtigen Funktion der Stellorgane und deren Sequenzen.

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

## 6.4 Kontrollmessungen

6.4.1 Mit den Kontrollmessungen soll nachgewiesen werden, dass die einzelnen Komponenten und die Anlage als Ganzes die vereinbarten Sollwerte erreichen.

6.4.2 Die Kontrollmessungen können in den meisten Fällen nicht bei den Auslegungsbedingungen durchgeführt werden. Es sind darum 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 Kontrollmessungen geschlossen zu halten.

6.4.3 Die Abnahmebedingungen sind erfüllt, wenn die Messwerte im vereinbarten Toleranzbereich des Sollwertes liegen. Wenn nichts anderes vereinbart wurde, gelten die Anforderungen in EN 12599 mit den Toleranzen der Messgrössen gemäss Tabelle 26. Es müssen alle vereinbarten Anforderungen gleichzeitig erfüllt sein.

Tabelle 26 Toleranzen der Messgrössen

Messgrösse	Toleranzen vom Sollwert	Art der Abweichung	
		relativ	absolut
Luftvolumenstrom – beim versorgten Raum – bei jeder Anlage und jedem Hauptversorgungsstrang	± 15% ± 10%	x x	
Zulufttemperatur	± 1,0 K		x
Raumlufttemperatur	± 1,0 K		x
Raumluftgeschwindigkeit ( $v_{50\%}$ )	± 15%	x	
Relative Raumluftfeuchte	± 15%	x	
Druckdifferenz	± 10%	x	
Elektrische Stromaufnahme	± 5%	x	
Elektrische Leistungsaufnahme	± 10%	x	
Elektrische Spannung	± 5%	x	
Wassertemperatur	± 1,0 K		x
Massenstrom von Flüssigkeiten	± 10%	x	
Wärme- und Kälteleistung	± 15%	x	
A-gewichtete Schalldruckpegel	± 2 dB(A)		x

Beispiel: Sollwert für die Raumluftfeuchte 40% r.F.  
 Relative Toleranz vom Sollwert ± 15%  
 Toleranzbereich 34% bis 46% r.F.  
 Bei einem Messwert zwischen 34% und 46% r.F. sind die Abnahmebedingungen erfüllt.

6.4.4 Die Toleranzen in Tabelle 26 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.

6.4.5 Die Sollwerte im Raum sind im ganzen Aufenthaltsbereich nach Ziffer 2.2.2 einzuhalten. Massgebend sind die 5-Minuten-Mittelwerte bei stationärem Betriebszustand. Weitere Details finden sich in EN 12599.

6.4.6 Ohne besondere Vereinbarung erfolgen die Kontrollmessungen in nicht belegten Räumen, aber mit den vereinbarten thermischen Lasten.

6.4.7 Die Anforderungen an die Luftvolumenströme und Druckdifferenzen sind bei sauberen Filtern einzuhalten. Bei verschmutzten Filtern sind zusätzliche Abweichungen von maximal 10% zulässig.

## **6.5 Abnahmeunterlagen**

6.5.1 Die Abnahmeunterlagen bestehen aus drei Teilen:

- Vereinbarungen: Abnahmedatum, bei der Abnahme anwesende Personen, Betriebs- und Wartungsinstruktionen, Vorbehalte, Garantiefrist, finanzielle Regelungen.
- Mängelliste: Liste der noch zu behebenden Mängel unter Angabe der verantwortlichen Stellen, der Termine und der Kontrollstelle.
- Checkliste: Lieferumfangs-, Montage-, Funktionskontrolle, Kontrollmessungen.

## **7 BETRIEB UND UNTERHALT**

### **7.1 Allgemeines**

- 7.1.1 Lüftungs- und Klimaanlage erfordern eine fachlich kompetente Bedienung sowie periodische Wartungs-, Unterhalts- und Kontrollarbeiten.
- 7.1.2 Mit den Arbeiten gemäss Ziffer 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 Besondere Bedeutung hat die Sicherstellung eines guten hygienischen Standards (siehe SWKI VA 104-01).

### **7.2 Unterhaltungspflichtenheft**

- 7.2.1 Für jede Anlage ist unter Beachtung der Anforderungen in Ziffer 2.5 und der Unterlagen gemäss Ziffer 6.2.1 ein Unterhaltungspflichtenheft zu erstellen.
- 7.2.2 Für die Erstellung des Unterhaltungspflichtenheftes 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 Unterhaltungspflichtenheft folgende Angaben enthalten:
- Kontroll- und Wartungsgänge (Arbeiten und Intervalle),
  - Servicearbeiten (Arbeiten und Intervalle),
  - Verantwortlichkeiten.

### **7.3 Energiebuchhaltung**

- 7.3.1 Der Verbrauch an Wasser, Elektrizität, Gas, Öl usw. soll strukturiert erfasst werden (Energiebuchhaltung).
- 7.3.2 Die Messwerte sind mit den prognostizierten Verbrauchswerten und den Verbrauchswerten aus früheren Messperioden periodisch 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.

## **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 (normativ)

### Auslegungskriterien

- A.1 Ohne besondere Vereinbarungen gelten für Räume mit Lüftungs- oder Klimaanlage die Auslegungskriterien gemäss Tabelle 27. Die Anforderungen an die Raumlufttemperaturen im Sommer und an die Raumluftfeuchte sind nur gültig, wenn eine entsprechende Luftbehandlung realisiert wird.
- A.2 Bei speziellen Nutzungen oder Ansprüchen sind Abweichungen zu Ziffer A.1 zulässig. Diese sind schriftlich festzuhalten.

Tabelle 27 Auslegungskriterien für Lüftungs- und Klimaanlage

Nr. (Merkblatt SIA 2024)	Nutzung  Raumnutzung	Raumlufttemperatur		Rel. Raumluftfeuchte		Akustik		Lüftung	
		Raumlufttemperatur Sommer in °C	Raumlufttemperatur Winter in °C	Relative Raumluftfeuchte Sommer in %	Relative Raumluftfeuchte Winter in %	Schalldruckpegel Tag in dB(A) <sup>1)</sup>	Schalldruckpegel Nacht in dB(A) <sup>1)</sup>	Aussenluftvolumenstrom Tag in m <sup>3</sup> /h pro Person	Aussenluftvolumenstrom Nacht in m <sup>3</sup> /h pro Person
1.1	Wohnraum, Schlafzimmer	28.0	21.0	60	30	25-30/25	22-25/25	30	15
	Reine Wohnräume	28.0	21.0	60	30	25-30/30	-	30	-
1.2	Küche zu 1.1 (Ablufthaube mittl. Betrieb)	28.0	20.0			45-55/50	-	-	-
2.1	Hotelzimmer	26.0	21.0	60	30	30-35/30	22-25/25	36	18
2.2	Empfang, Lobby	26.0	21.0	60	30	35-40/35	-	36	-
3.1	Einzel-, Gruppenbüro	26.0	21.0	60	30	30-35/30	-	36	-
3.2	Grossraumbüro	26.0	21.0	60	30	35-40/35	-	36	-
3.3	Sitzungszimmer	26.0	21.0	60	30	30-35/30	-	36	-
3.4	Schalterhalle, Empfang	26.0	20.0	60	30	35-40/35	-	30	-
4.1	Schulzimmer ohne unterstützende Fensterlüftung	26.0	21.0	60	30	30-35/30	-	30	-
	Schulzimmer mit unterstützender Fensterlüftung	26.0	21.0	60	30	30-35/30	-	25	-
4.2	Lehrerzimmer	26.0	21.0	60	30	30-35/30	-	36	-
4.3	Bibliothek	26.0	21.0	SA	SA	28-33/30	-	36	-
4.4	Hörsaal	26.0	21.0	60	30	30-35/30	-	30	-
4.5	Spezialräume	26.0	21.0	60	30	SA	SA	SA	SA
5.1	Verkauf: Möbel	26.0	20.0	60	30	35-45/35	-	30	-
5.2	Lebensmittelverkauf	26.0	20.0	60	30	35-45/40	-	30	-
5.3	Bau+Garten	26.0	20.0	60	30	35-45/35	-	30	-
5.4	Supermarkt (Food/Nonfood)	26.0	20.0	60	30	35-45/40	-	30	-
5.5	Fachmärkte, Warenhäuser	26.0	20.0	60	30	35-45/40	-	30	-

Nr. (Merkblatt SIA 2024)	Nutzung  Raumnutzung	Raumlufttemperatur		Rel. Raumluftfeuchte		Akustik		Lüftung	
		Raumlufttemperatur Sommer in °C	Raumlufttemperatur Winter in °C	Relative Raumluftfeuchte Sommer in %	Relative Raumluftfeuchte Winter in %	Schalldruckpegel Tag in dB(A) <sup>1)</sup>	Schalldruckpegel Nacht in dB(A) <sup>1)</sup>	Aussenluftvolumenstrom Tag in m <sup>3</sup> /h pro Person	Aussenluftvolumenstrom Nacht in m <sup>3</sup> /h pro Person
5.6	Bijouterie	26.0	20.0	60	30	35-45/35	-	30	-
6.1	Restaurant	26.0	21.0	70	30	35-45/35	-	36	-
6.2	Selbstbedienungsrestaurant	26.0	21.0	70	30	35-45/40	-	36	-
6.3	Küche zu 6.1 (Ablufthaube mittl. Betrieb)	30.0	20.0	-	-	50-60/50	-	-	-
6.4	Küche zu 6.2 (Ablufthaube mittl. Betrieb)	30.0	20.0	-	-	50-60/50	-	-	-
7.1	Vorstellungsraum	26.0	21.0	60	30	30-40/30	-	36	-
7.2	Mehrzweckhalle	26.0	21.0	60	30	30-40/30	-	36	-
7.3	Ausstellungshalle	26.0	21.0	60	30	30-40/30	-	36	-
8.1	Bettzimmer	26.0	22.0	60	30	25-30/25	22-25/25	36	24
8.2	Stationszimmer	26.0	21.0	60	30	25-30/25	22-25/25	36	36
8.3	Behandlungsräume	26.0	22.0	60	30	SA	SA	SA	SA
9.1	Produktion (grobe Arbeit)	30.0	18.0	70	30	<sup>3)</sup>	-	<sup>2)</sup>	-
9.2	Produktion (feine Arbeit)	26.0	20.0	70	30	<sup>3)</sup>	-	<sup>2)</sup>	-
10.1	Lagerhalle mit Arbeitsplätzen	26.0	18.0	70	30	35-45/40	-	36	-
	Lagerhalle ohne Arbeitsplätze	SA	SA	SA	SA	40-50/45	-	<sup>2)</sup>	-
11.1	Turnhalle	28.0	18.0	70	30	35-50/45	-	<sup>2)</sup>	-
11.2	Fitnessraum	28.0	18.0	70	30	35-50/45	-	<sup>2)</sup>	-
11.3	Schwimmhalle	30.0	24.0 <sup>4)</sup>	65	55	40-45/45	-	SA	-
12.1	Verkehrsfläche	-	18.0	-	-	40-50/40	-	<sup>2)</sup>	-
12.2	Nebenräume	-	18.0	-	-	35-45/40	-	<sup>2)</sup>	-
12.3	WC, Bad, Dusche	-	24.0	-	-	40-50/45	-	<sup>2)</sup>	-
12.4	WC	-	20.0	-	-	40-50/45	-	<sup>2)</sup>	-
12.5	Garderoben, Duschen	-	24.0	-	-	40-50/45	-	<sup>2)</sup>	-
12.6	Parkhaus	-	> 0	-	-	40-50/45	-	SA	-
12.7	Wasch- und Trockenraum	-	16.0	-	-	40-50/45	-	<sup>2)</sup>	-
12.8	Kühlraum	SA	SA	-	-	40-50/45	-	<sup>2)</sup>	-

- nicht relevant oder unabhängig von Jahres- bzw. Tageszeit

SA spezielle Anforderung

<sup>1)</sup> üblicher Bereich; empfohlene Auslegung für die Dauergerausche von haustechnischen Anlagen  
Einzelgeräusche dürfen um maximal 5 dB(A) höher sein. Messung bzw. Rechnung ohne Möblierung, ohne Anwesenheit von Personen

Bezugsort = Raummitte auf 1 m über Boden

<sup>2)</sup> individuelle Festlegung

<sup>3)</sup> individuelle Festlegung, z.B. 5 bis 10 dB(A) unter dem mittleren Betriebsschalldruckpegel (mindestens 30 dB(A), maximal 85 dB(A))

<sup>4)</sup> mindestens Wassertemperatur, maximal 32 °C

## Anhang B (informativ)

### Erweiterte Grundlagen zur Komfortbeurteilung

#### B.1 Wärmeabgabe und Hauttemperatur des menschlichen Körpers

B.1.1 Die Wärmeabgabe von Personen besteht aus einem sensiblen Teil (Strahlung und Konvektion) und einem latenten Teil (Feuchteabgabe). Als interne Wärmequelle und für den Temperaturanstieg im Raum ist nur der sensible Teil relevant.

B.1.2 Die Tabelle 28 gibt die Wärmeabgabe des menschlichen Körpers bei verschiedenen Tätigkeiten an. Die angegebenen Werte gelten für eine Raumlufttemperatur von 24°C. Bei höheren Temperaturen bleibt die gesamte Wärmeabgabe unverändert, der Anteil der fühlbaren Wärme nimmt jedoch ab (bei  $\theta_a = 26^\circ\text{C}$  um ca. 20%).

B.1.3 Bei gegebener Wärmeproduktion stellt sich thermische Behaglichkeit nur bei einer bestimmten Hauttemperatur  $\theta_p$  ein. Es gilt:

$$\theta_p = 35,7 - 1,595 \cdot \text{met} \quad (16)$$

Die Werte für  $\theta_p$  je nach Aktivitätsgrad sind in Tabelle 28 angegeben. Für normale Tätigkeiten im Wohn- und Bürobereich gilt  $\theta_p = 34^\circ\text{C}$ .

Tabelle 28 Wärmeabgabe des Körpers

Tätigkeit	Wärmeabgabe			Hauttemperatur $\theta_p$ °C
	total met <sup>1)</sup>	sensibel W/Person <sup>2)</sup>	latent W/Person <sup>2)</sup>	
Ruhig liegend, schlafend	0,8	80	55	34,4
Ruhig sitzend	1,0	100	70	34,1
Sitzende Tätigkeit (Büro, Schule, Labor)	1,2	125	75	33,8
Leichte Tätigkeit, stehend (Laden, Werkbankarbeit, Labor)	1,6	170	85	33,1
Mittelschwere Tätigkeit, stehend (Haushalt, Werkstatt)	2,0	210	105	32,5
Gehen in der Ebene: 2 km/h	1,9	200	100	32,7
3 km/h	2,4	250	105	31,9
4 km/h	2,8	300	110	31,2
5 km/h	3,4	360	120	30,3

<sup>1)</sup> 1 met = 58 W pro m<sup>2</sup> Körperoberfläche

<sup>2)</sup> gerundete Werte für eine Person von 1,8 m<sup>2</sup> Körperoberfläche (z.B. Grösse 1,70 m, Gewicht 69 kg)

#### B.2 Bekleidung von Personen

B.2.1 Der Wärmedämmwert der Bekleidung für verschiedene typische Situationen ist aus Tabelle 29 ersichtlich (entspricht der Tabelle 2 in Norm SIA 180).

Tabelle 29 Wärmedämmwert der Bekleidung

Art der Bekleidung	clo-wert
Nackt, stehend	0,0
Shorts, Badeanzug	0,1
Typische Tropenbekleidung: Slip, kurzärmeliges Hemd/Bluse mit offenem Kragen, Shorts, leichte Socken und Sandalen	0,3
Leichte Sommerbekleidung: Slip, kurzärmeliges Hemd/Bluse mit offenem Kragen, leichte lange Hose oder Jupe, leichte Socken und Schuhe	0,5
Leichte Arbeitsbekleidung: leichte Unterwäsche, kurzärmeliges Hemd/Bluse mit offenem Kragen, Arbeitshose, Socken und Schuhe	0,7
Hausbekleidung im Winter: Unterwäsche, langärmeliges Hemd/Bluse, Pullover mit langen Ärmeln, Hose oder Jupe, dicke Socken und Schuhe	1,0
Traditionelle Winterbekleidung: Unterwäsche mit langen Ärmeln und Beinen, langärmeliges Hemd, Anzug mit Hose, Gilet und Weste oder Kleid, dicke Socken und Schuhe	1,5
Warme Winterbekleidung	3,0

B.2.2 Der Wärmedämmwert einer individuellen Bekleidungssituation kann aus der Summe der Wärmedämmwerte der einzelnen Kleidungsstücke gemäss Tabelle 30 ermittelt werden. Bei längerer sitzender Tätigkeit kann der Stuhl einen zusätzlichen Beitrag von 0 bis 0,4 clo bewirken (Quelle: CR 1752, Anhang D).

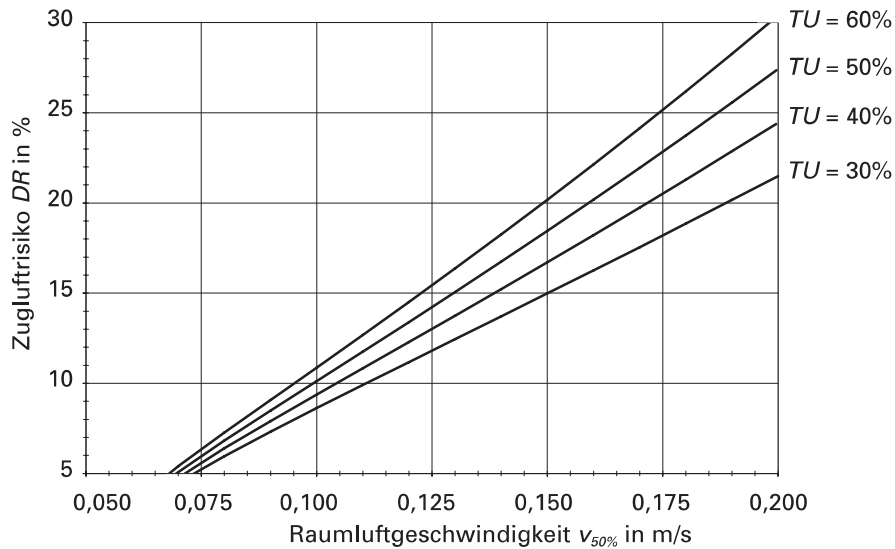
Tabelle 30 Wärmedämmwert einzelner Bekleidungsstücke

Bekleidungsstück	clo-Wert	Bekleidungsstück	clo-Wert
Unterwäsche		Jacke	
Leichte Unterwäsche	0,03	Leichte Sommerjacke	0,25
Lange Unterhose	0,10	Jacke	0,35
Unterhemd	0,04	Arbeitskittel	0,30
T-Shirt	0,09	Sehr warme Materialien, Kunstpelz	
Langarm-Shirt	0,12	Sehr warmer Anzug	0,90
Hemd und Bluse		Warme Hose	0,35
Kurzarm	0,15	Warme Jacke	0,40
Leicht, Langarm	0,20	Warme Weste	0,20
Normal, Langarm	0,25	Aussenbekleidung	
Flanellhemd, Langarm	0,30	Mantel	0,60
Leichte Bluse, Langarm	0,15	Lange Jacke	0,55
Hose		Parka	0,70
Short	0,06	Kunstpelz-Overall	0,55
Leichte Hose	0,20	Verschiedenes	
Normale Hose	0,25	Socken	0,02
Flanellhose	0,28	Dicke Socken	0,05
Anzug und Rock		Dicke Kniesocken	0,10
Leichter Rock (Sommer)	0,15	Nylonstrümpfe	0,03
Schwerer Rock (Winter)	0,25	Halbschuhe mit dünner Sohle	0,02
Leichter Anzug, Kurzarm	0,20	Halbschuhe mit dicker Sohle	0,04
Winteranzug, Langarm	0,40	Hohe Schuhe	0,10
Warmer Anzug	0,55	Handschuhe	0,05
Sweater		Einfacher Stuhl	0,10
Ärmellose Weste	0,12	Gepolsterter Bürostuhl	0,20
Dünnere Sweater	0,20	Gepolsterter Stuhl mit Rücken- und Seitenführung	0,30
Sweater	0,28		
Dicker Sweater	0,35		

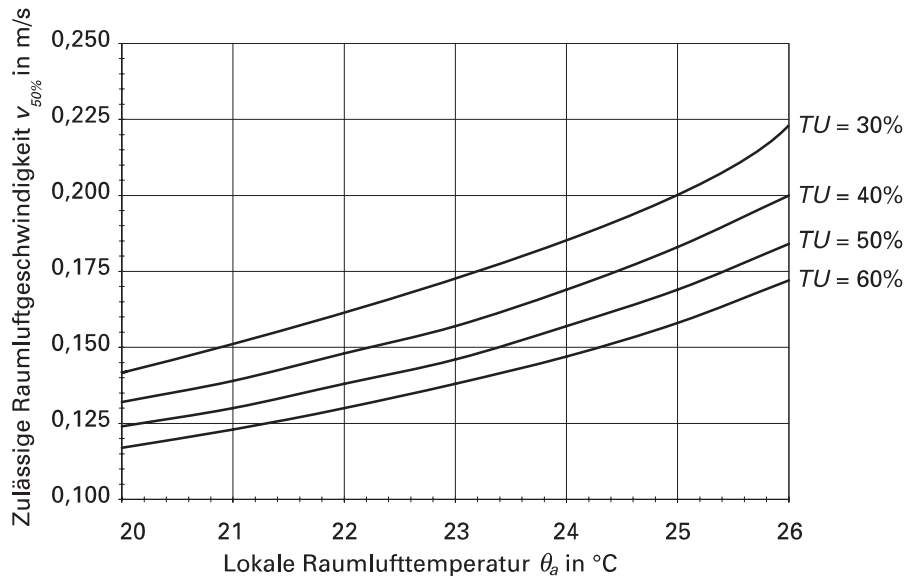
### B.3 Zulässige Raumluftgeschwindigkeit

- B.3.1 Ohne besondere Vereinbarung gelten für Räume mit Lüftungs- oder Klimaanlage die Anforderungen gemäss Figur 7, welche auf einem Turbulenzgrad  $TU = 50\%$  und einem Zugluftrisiko von  $DR = 15\%$  beruhen.
- B.3.2 Für andere Randbedingungen ergeben sich die Anforderungen aus Formel 5 in Ziffer 1.1. Für eine Raumlufttemperatur von  $21^\circ\text{C}$  sind die Zusammenhänge in Figur 13 dargestellt.

Figur 13 Zusammenhang zwischen Turbulenzgrad  $TU$ , Zugluftrisiko  $DR$  und zulässiger Raumluftgeschwindigkeit  $v_{50\%}$  bei einer Raumlufttemperatur von  $21^\circ\text{C}$



Figur 14 Zusammenhang zwischen Turbulenzgrad  $TU$ , zulässiger Raumluftgeschwindigkeit  $v_{50\%}$  und Raumlufttemperatur bei einem Zugluftrisiko von  $15\%$



## Anhang C (informativ)

### Kennwerte von Verglasung, Fensterrahmen und Sonnenschutz

#### C.1 Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung

In dieser Norm erfolgt die Beurteilung im Allgemeinen mit dem  $g$ -Wert der Verglasung alleine, das heisst, der Effekt des Fensterrahmens auf den Gesamtenergiedurchlass wird vernachlässigt.

#### C.2 Gesamtenergiedurchlassgrad des Fensters

Bei grossen Rahmenanteilen kann es zweckmässig sein, den Effekt des Rahmens auf den Gesamtenergiedurchlassgrad des Fensters zu berücksichtigen. Es gilt:

$$g_w = \frac{\sum g_g \cdot A_G + \sum g_t \cdot A_f}{A_w} \quad (17)$$

$g_w$  Gesamtenergiedurchlassgrad des Fensters

$g_g$  Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung inkl. Sonnenschutz gemäss EN 410 bzw. EN 13363-1 und EN 13363-2; bei nach innen belüfteten Schichten muss beim sekundären Wärmegewinn ein zusätzlicher konvektiver Anteil berücksichtigt werden:

$$g_g = \tau_e + q_i \quad (18)$$

$$\text{ohne belüftete Schicht: } q_i = q_c + q_r \quad (19)$$

$$\text{mit belüfteter Schicht: } q_i = q_c + q_r + q_v \quad (20)$$

$\tau_e$  solarer Transmissionsgrad der Verglasung

$q_i$  sekundärer Wärmeabgabegrad der Verglasung (total)

$q_c$  sekundärer Wärmeabgabegrad durch Konvektion

$q_r$  sekundärer Wärmeabgabegrad durch Strahlung

$q_v$  sekundärer Wärmeabgabegrad durch Ventilation

$A_g$  Fläche der Verglasung in  $m^2$

$g_f$  Gesamtenergiedurchlassgrad des Fensterrahmens gemäss Formel 21

$$g_f = \alpha_f \cdot \frac{U_f \cdot A_f}{A_{se} \cdot h_e} \quad (21)$$

$\alpha_f$  solarer Absorptionsgrad des Fensterrahmens

$U_f$  Wärmedurchgangskoeffizient des Fensterrahmens in  $W/m^2 \cdot K$

$A_f$  Projektionsfläche des Fensterrahmens in  $m^2$

$A_{se}$  äussere Abwicklungsfläche des Fensterrahmens in  $m^2$

$h_e$  äusserer Wärmeübergangskoeffizient in  $W/m^2 \cdot K$

$A_w$  Fläche des Fensters in  $m^2$ :  $A_w = A_g + A_f$

#### C.3 Typische Kennwerte

Tabelle 31 Solare Transmissions- und Reflexionsgrade typischer Sonnenschutzmaterialien (Lamellen, Markisen)

Charakterisierung der Transparenz	Solarer Transmissionsgrad $\tau_{e,B}$ des Sonnenschutzes	Solarer Reflexionsgrad $\rho_{e,B}$ des Sonnenschutzes		
		hell	pastell	dunkel
Gering	0,1	0,63	0,45	0,27
Mittel	0,2	0,56	0,40	0,24
Hoch	0,4	0,42	0,30	0,18

Tabelle 32 Solare und thermische Kennwerte typischer Verglasungen

Verglasung	$U_g$ in $W/m^2 \cdot K$	$\tau_v$	$\rho_v$	$\tau_e$	$q_i$	$g$
Einfachglas normal	> 5	0,89	0,08	0,83	0,02	0,85
Einfach-Wärmeschutzglas (hartbeschichtet)	3,7	0,82	0,11	0,68	0,06	0,74
Zweifachglas normal	2,9	0,82	0,15	0,73	0,04	0,77
Zweifach-Wärmeschutzglas	1,3	0,76	0,12	0,53	0,11	0,64
Zweifach-Wärmeschutzglas	1,0	0,75	0,13	0,45	0,12	0,57
Zweifach-Kombiglas 73/41	1,2	0,73	0,12	0,41	0,03	0,44
Zweifach-Kombiglas 50/24	1,1	0,50	0,12	0,24	0,03	0,27
Dreifachglas normal	2,0	0,75	0,20	0,63	0,06	0,69
Dreifach-Wärmeschutzglas	0,7	0,71	0,14	0,42	0,09	0,51
Dreifach-Wärmeschutzglas	0,5	0,66	0,14	0,36	0,11	0,47

$U_g$  Wärmedurchgangskoeffizient der Verglasung  
 $\tau_v$  Lichttransmissionsgrad  
 $\rho_v$  Lichtreflexionsgrad  
 $\tau_e$  direkter solarer Transmissionsgrad  
 $q_i$  sekundärer Wärmeabgabegrad der Verglasung  
 $g$  Gesamtenergiedurchlassgrad

Tabelle 33 Solare Kennwerte typischer Verglasungen mit Sonnenschutz

Verglasung	Sonnenschutz	Farbe	$\tau_{e,B}$	$\tau_v$	$g$
Zweifachglas normal	aussen	pastell	0,1	0,09	0,13
Zweifachglas normal	innen	hell	0,1	0,09	0,37
Zweifach-Wärmeschutzglas	aussen	pastell	0,1	0,08	0,09
Zweifach-Wärmeschutzglas	innen	hell	0,2	0,16	0,40
Zweifach-Kombiglas 73/41	innen	hell	0,2	0,15	0,32
Zweifach-Kombiglas 50/24	innen	hell	0,2	0,11	0,23
Dreifachglas normal	aussen	pastell	0,1	0,08	0,11
Dreifachglas normal	innen	hell	0,1	0,09	0,37
Dreifach-Wärmeschutzglas	aussen	pastell	0,1	0,07	0,07
Dreifach-Wärmeschutzglas	innen	pastell	0,2	0,15	0,40
Dreifach-Wärmeschutzglas	innen	hell	0,2	0,15	0,36

$\tau_{e,B}$  solarer Transmissionsgrad des Sonnenschutzes

Tabelle 34 Typische Gesamtenergiedurchlassgrade von Fensterrahmen

Farbe	$\alpha_f$	$U_f$ in $W/m^2 \cdot K$							
		1,2	1,6	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	5,0
Hell	0,3	0,03	0,04	0,05	0,06	0,08	0,09	0,10	0,13
Pastell	0,5	0,05	0,07	0,08	0,10	0,13	0,15	0,17	0,21
Dunkel	0,7	0,07	0,09	0,12	0,15	0,18	0,20	0,23	0,29
Schwarz	0,9	0,09	0,12	0,15	0,19	0,23	0,26	0,30	0,38

Randbedingungen:  $A_s/A_f = 1$ ;  $h_e = 12 W/m^2 \cdot K$   
 $U_f$  Wärmedurchgangskoeffizient des Fensterrahmens  
 $\alpha_f$  solarer Absorptionsgrad des Fensterrahmens

## Anhang D (normativ)

### Thermisch-dynamisches Verhalten eines Raumes

- D.1 Das thermische Verhalten eines Raumes, das heisst der Verlauf der Raumtemperatur unter dem Einfluss des Klimas (Aussentemperatur und Sonneneinstrahlung) und der internen Wärmegewinne, wird gemäss der vereinfachten Energiebilanz durch drei Grössen bestimmt:

$H$  Verlustfaktor (SIA 180)

$$\gamma = \frac{g \cdot A_G}{H} \quad \text{Gewinn-zu-Verlust-Verhältnis} \quad (22)$$

$$\tau = \frac{C}{H} \quad \text{Zeitkonstante} \quad (23)$$

$\gamma$  sagt aus, wie stark sich die Sonneneinstrahlung auf die Raumtemperatur auswirkt, und  $\tau$  gibt als Zeitkonstante an, wie rasch der Raum auf Änderungen reagiert.

- D.2 Die Aussagen in den Ziffern 2.1.3.2 und 2.1.4.1 gelten für durchschnittliche Speicherkapazitäten und Wärmeverlustfaktoren etwa entsprechend den Einzelbauteil-Grenzwerten nach Norm SIA 380/1. Räume mit wesentlich kleineren Verlustfaktoren  $H$  verlangen deshalb kleinere Durchlässigkeiten für die Sonneneinstrahlung  $g \cdot A_G$ . Gleichzeitig weisen sie aber bei gleicher Speicherkapazität  $C$  eine grössere Trägheit (Zeitkonstante  $\tau$ ) auf.

- D.3 Im schweizerischen Klima ist es immer von Vorteil, den Verlustfaktor  $H$  so klein wie möglich zu halten. Eine klimabezogene Optimierung für einen minimalen Heiz- und Kühlbedarf muss darüber hinaus orts- und orientierungsbezogen eine optimale Kombination der beiden Parameter  $\gamma$  und  $\tau$  anstreben. Dazu wird auf entsprechende Hilfsmittel wie Klimadiagramme und Simulationsprogramme verwiesen.

## Anhang E (normativ)

### Berechnung der Wärmespeicherfähigkeit eines Raumes

#### E.1 Berechnung

E.1.1 Für die Berechnung der Wärmespeicherfähigkeit  $C_R$  eines Raumes werden neben den Innenflächen  $A_i$  aller Bauteile auch deren flächenbezogene Wärmespeicherfähigkeit  $\chi_i$  benötigt.

E.1.2  $C_R$  wird nach Formel 24 berechnet und für den Vergleich mit dem Grenzwert durch die Nettogeschossfläche  $A_{NGF}$  dividiert.

$$C_R = \sum A_i \cdot \chi_i \quad (24)$$

$C_R$  Wärmespeicherfähigkeit des Raumes in Wh/K

$A_i$  Nettofläche des Bauteils  $i$  in  $m^2$

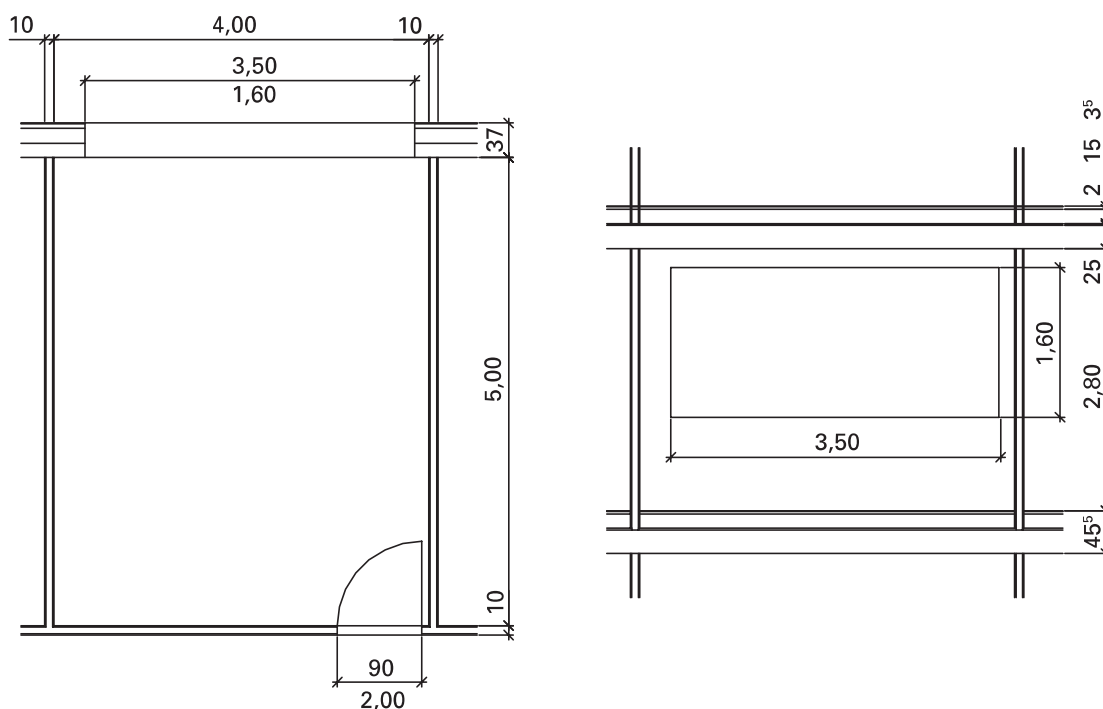
$\chi_i$  flächenbezogene Wärmespeicherfähigkeit des Bauteils  $i$  in  $Wh/m^2 \cdot K$

$C_R/A_{NGF}$  Für die Beurteilung massgebende Wärmespeicherfähigkeit des Raumes bezogen auf die Nettogeschossfläche in  $Wh/m^2 \cdot K$

$A_{NGF}$  Nettogeschossfläche des Raumes in  $m^2$

E.1.3 Anhand eines einfachen Raumes wird die Berechnung der Wärmespeicherfähigkeit beschrieben. Für die Aussenwand wurde die Konstruktion AW 2, für die Innenwand IW 3 und für die Zwischendecken die Konstruktion ZD 3 gemäss Ziffer E.2 gewählt.

Figur 15 Grundriss (links) und Schnitt (rechts) des Beispielraumes



Anhand der Wärmespeicherfähigkeiten  $\chi_i$  und der Innenflächen  $A_i$  der Bauteile wird nach Formel 24 die Wärmespeicherfähigkeit  $C_R$  des Raumes berechnet.

Tabelle 35 Kennwerte zur Wärmespeicherfähigkeit des Beispielraumes

Bezeichnung	$\chi_i$	$A_i$	$C_i$
	Wh/m <sup>2</sup> K	m <sup>2</sup>	Wh/K
AW 2 <sup>1)</sup>	15	5,6	84,0
IW 3 <sup>1)</sup>	4	37,4	149,6
ZD 3 (als Boden)	7	20,0	140,0
ZD 3 (als Decke)	24	20,0	480,0
$C_R$			853,6

<sup>1)</sup> Abzüglich Fenster- und Türflächen

Der Grenzwert bezieht sich auf die Nettogeschossfläche des Raumes;  $C_R$  muss daher noch umgerechnet werden.

$$\frac{C_R}{A_{NGF}} = \frac{853,6 \text{ Wh/K}}{20 \text{ m}^2} = 42,7 \text{ Wh/m}^2\cdot\text{K}$$

Gemäss Ziffer 2.1.4.1 liegt der Grenzwert bei 30 Wh/m<sup>2</sup>·K; der vorliegende Raum erfüllt das Speicherkriterium.

## E.2 Kennwerte üblicher Konstruktionen

Tabelle 36 Kennwerte von Aussenwandkonstruktionen

	Schichten von aussen nach innen $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$ bzw. $0,13$ bei AW 2 $R_{si} = 0,13 \text{ m}^2\text{K/W}$	$d$	$\lambda$	$\rho$	$c$	$U$	$\chi_i$	$\chi_e$
		cm	W/mK	kg/m <sup>3</sup>	kJ/kgK	W/m <sup>2</sup> K	Wh/m <sup>2</sup> K	Wh/m <sup>2</sup> K
AW 1	Sichtbackstein	12	0,52	1400	0,94	0,20	24	25
	Luftspalt	2	$d/\lambda = 0,18$					
	Dämmung	16	0,036	90	0,83			
	Stahlbeton	20	2,5	2400	1,0			
AW 2	Schalung	1				0,20	15	2
	Hinterlüftung	5						
	Dämmung	16	0,036	90	0,83			
	Isolierbackstein-Mauerwerk	15	0,47	1200	0,94			

Tabelle 37 Kennwerte von Flachdachkonstruktionen

	Schichten von aussen nach innen $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$ / $R_{si} = 0,13 \text{ m}^2\text{K/W}$	$d$	$\lambda$	$\rho$	$c$	$U$	$\chi_i$	$\chi_e$
		cm	W/mK	kg/m <sup>3</sup>	kJ/kgK	W/m <sup>2</sup> K	Wh/m <sup>2</sup> K	Wh/m <sup>2</sup> K
DA 1	Kiesschicht	6	1	2000	1,05	0,19	24	31
	Wärmedämmung	16	0,032	32	1,4			
	Stahlbeton	25	2,5	2400	1,1			
DA 2	Kiesschicht	6	1	2000	1,05	0,19	7	31
	Wärmedämmung	16	0,032	32	1,4			
	Hartfaserplatte auf Profilblech	2	0,17	700	1,6			
DA 3	Kiesschicht	6	0,1	2000	1,05	0,16	4	30
	Wärmedämmung	16	0,032	32	1,4			
	Stahlbeton	25	2,5	2400	1,0			
	Luft	25	$d/\lambda = 0,2$					
	abgehängte Stahlblechkassetten-Akustikdecke	2 0,1	0,032 50	80 7800	1,2 0,45			

Tabelle 38 Kennwerte von Bodenkonstruktionen gegen Erdreich

Schichten von innen nach aussen $R_{si} = 0,13 \text{ m}^2\text{K/W} / R_{se} = 0 \text{ m}^2\text{K/W}$		$d$ cm	$\lambda$ W/mK	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>	$c$ kJ/kgK	$U$ W/m <sup>2</sup> K	$\chi_i$ Wh/m <sup>2</sup> K	$\chi_e$ Wh/m <sup>2</sup> K
BO 1	Teppich	0,5	0,06	200	1,3	0,32	15	89
	Zementunterlagsboden	8	1,5	2200	1,0			
	Wärmedämmung	6	0,028	30	1,4			
	Trittschalldämmung	2	0,032	80	1,19			
	Stahlbeton	24	2,5	2400	1,0			
BO 2	Teppich	0,5	0,06	200	1,3	0,32	15	89
	Anhydrit-Fliessestrich	6	1,2	2100	1,0			
	Wärmedämmung	6	0,028	30	1,4			
	Trittschalldämmung	2	0,032	80	1,19			
	Stahlbeton	24	2,5	2400	1,0			
BO 3	Teppich	0,5	0,06	200	1,3	0,29	3	89
	Holzplatten	3	0,14	450	0,5			
	Luft (Hohlraumboden)	15	$d/\lambda = 0,16$					
	Wärmedämmung	6	0,028	30	1,4			
	Trittschalldämmung	2	0,032	80	1,19			
	Stahlbeton	24	2,5	2400	1,0			

Tabelle 39 Kennwerte von Zwischengeschosskonstruktionen

Schichten von oben nach unten $R_{si} = 0,13 \text{ m}^2\text{K/W}$		$d$ cm	$\lambda$ W/mK	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>	$c$ kJ/kgK	$U$ W/m <sup>2</sup> K	$\chi_{i,oben}$ Wh/m <sup>2</sup> K	$\chi_{i,unten}$ Wh/m <sup>2</sup> K
ZD 1	Teppich	0,5	0,06	200	1,3	0,66	15	24
	Zementunterlagsboden	8	1,5	2200	1,0			
	Trittschalldämmung	4	0,039	15	1,4			
	Stahlbeton	25	2,5	2400	1,0			
ZD 2	Teppich	0,5	0,06	200	1,3	0,46	15	4
	Zementunterlagsboden	8	1,5	2200	1,0			
	Trittschalldämmung	4	0,039	15	1,0			
	Stahlbeton	25	2,5	2400	1,4			
	Luft	25	$d/\lambda = 0,2$					
	abgehängte Stahlblechkassetten-Akustikdecke	2 0,1	0,032 50	80 7800	1,2 0,45			
ZD 3	Teppich	0,5	0,06	200	1,3	1,22	7	24
	Holzplatten	3	0,14	450	0,5			
	Luft (Hohlraumboden)	15	$d/\lambda = 0,16$					
	Zementüberzug	2	1,5	2200	1,0			
	Stahlbeton	25	2,5	2400	1,0			

Tabelle 40 Kennwerte von Innenwandkonstruktionen

Schichten $R_{si} = 0,13 \text{ m}^2\text{K/W}$		$d$ cm	$\lambda$ W/mK	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>	$c$ kJ/kgK	$U$ W/m <sup>2</sup> K	$\chi_{i1}$ Wh/m <sup>2</sup> K	$\chi_{i2}$ Wh/m <sup>2</sup> K
IW 1	Verputz	1,5	0,7	1400	0,9	2,28	20	20
	Kalksandstein	15	1,1	2000	0,9			
	Verputz	1,5	0,7	1400	0,9			
IW 2	Verputz	1,5	0,7	1400	0,9	1,79	16	16
	Backstein	12	0,47	1200	0,94			
	Verputz	1,5	0,7	1400	0,9			
IW 3	Gipskarton	1,5	0,25	900	0,8	0,43	4	4
	Mineralwolle	7	0,036	90	0,83			
	Gipskarton	1,5	0,25	900	0,8			

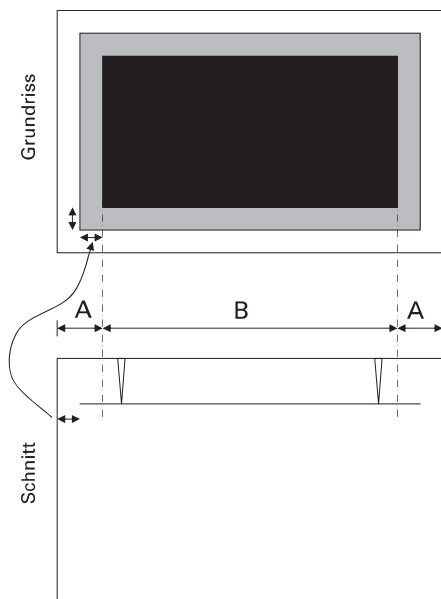
### E.3 Berücksichtigung von abgehängten Decken, Reduktion der abgekoppelten Fläche

E.3.1 Die thermisch abgekoppelte Fläche kann gegenüber der Fläche der abgehängten Decke für die Berechnung um eine Randzone reduziert werden, deren Breite dem kleinsten der drei folgenden Werte entspricht:

- Abstand zwischen den Deckenelementen und der Raumwand (Figur 16),
- Abstand der abgehängten Decke zur massiven Decke (Figur 17),
- Abstand zwischen den einzelnen abgehängten Deckenelementen (Figur 18).

E.3.2 Die Figuren 16 bis 18 dienen der Illustration der Berechnung der Reduktionsfläche.

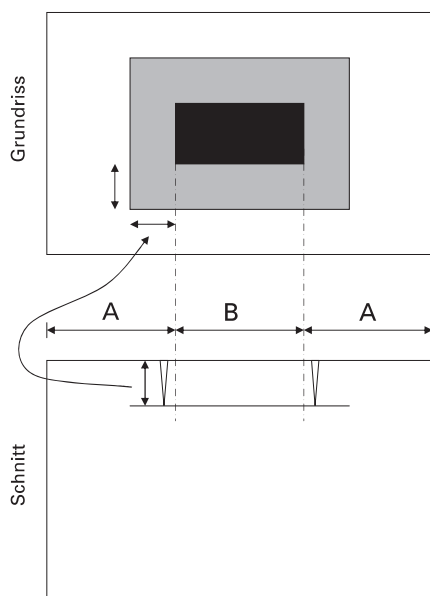
Figur 16 Abstand zwischen den Deckenelementen und der Raumwand als massgebende Grösse



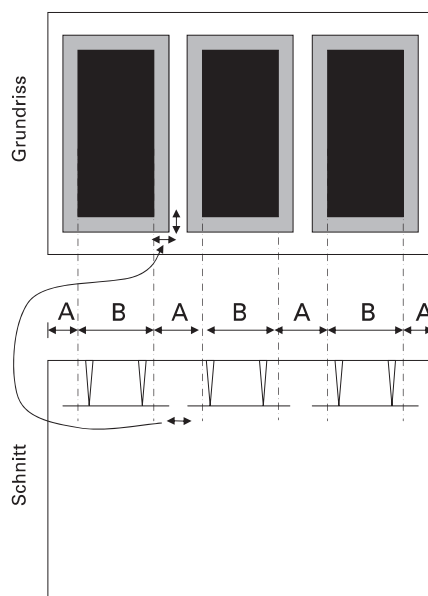
- effektiv abgehängte Decke
- für Berechnung zu berücksichtigende Fläche der abgehängten Decke
- für Flächenreduktion massgebende Distanz

Für die Berechnung ist  
 A als vollständig offen,  
 B als vollständig geschlossen zu betrachten.

Figur 17 Abstand der abgehängten Decke zur massiven Decke als massgebende Grösse



Figur 18 Abstand zwischen den einzelnen abgehängten Deckenelementen als massgebende Grösse



## Anhang F (informativ)

### Raumbedarf von Komponenten und Systemen

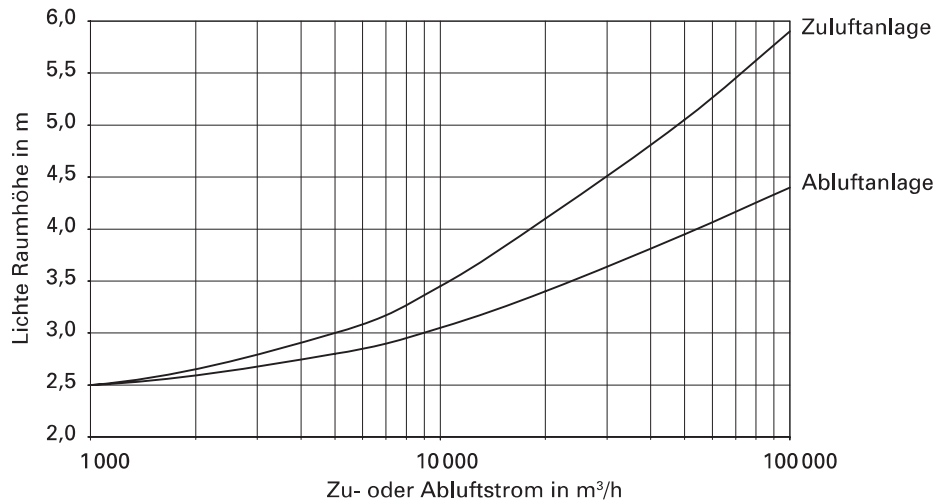
#### F.1 Allgemeines

- F.1.1 Lüftungs- und Klimaanlage sind so zu planen und auszuführen, dass die Reinigung, der Unterhalt und die Reparatur aller Komponenten und Anlageteile gut möglich sind. In den Ziffern F.2 bis F.5 finden sich erste Hinweise zum dazu erforderlichen Raumbedarf.
- F.1.2 Wenn möglich sind Wände von Technikzentralen und Steigzonen (insbesondere von Steigzonen mit Lüftungskanälen) nicht als tragende Elemente in die Statik eines Gebäudes einzubeziehen.
- F.1.3 Für grössere Anlageteile und Komponenten sind die Transportwege für die Erstinstallation sowie für spätere Unterhaltsarbeiten und den Ersatz anzugeben.
- F.1.4 Der Zugang zu Zentralen von Lüftungs- und Klimaanlage sowie zu dezentralen Luftaufbereitungsgeräten soll ohne Störung der Nutzer möglich sein.

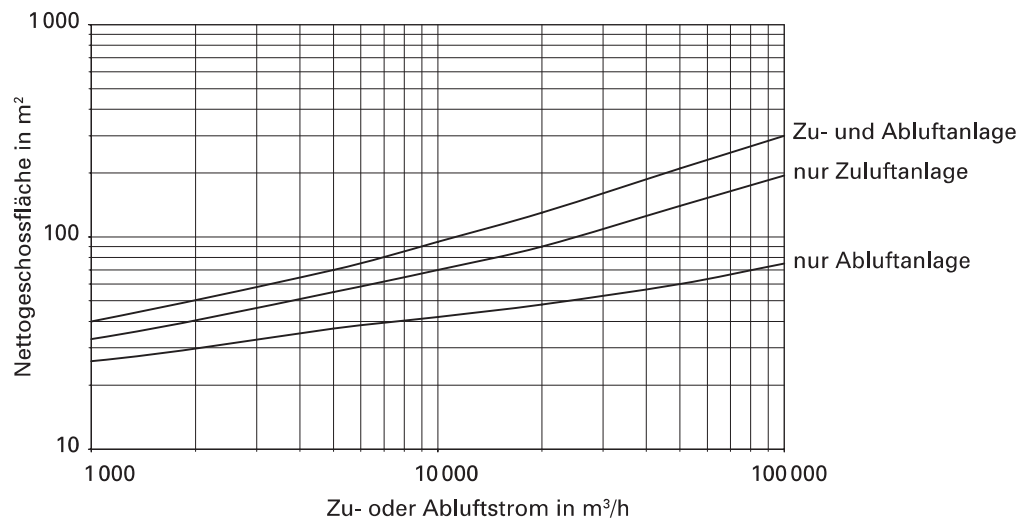
#### F.2 Raumbedarf von Luftaufbereitungszentralen

- F.2.1 Die Figuren 19 und 20 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 Wärmetauschern und generell bei ungünstiger Raumgeometrie. Bei optimaler Anordnung können die Bodenflächen von Figur 20 um bis zu 30% reduziert werden.

Figur 19 Lichte Raumhöhe von Luftaufbereitungszentralen

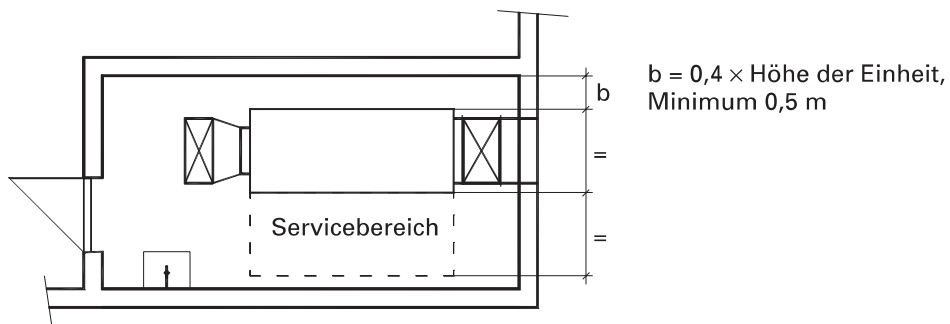


Figur 20 Nettogeschossfläche von Luftaufbereitungszentralen



F.2.2 Zur Gewährleistung einer ausreichenden Zugänglichkeit für Wartungsarbeiten sind Luftaufbereitungsgeräte entsprechend den Angaben in Figur 21 anzuordnen.

Figur 21 Anordnung von Luftaufbereitungsgeräten (Grundriss)

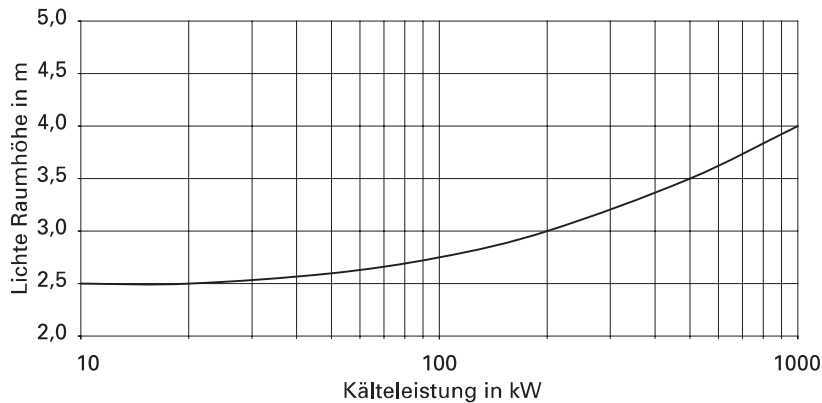


F.2.3 Wenn dadurch die Wartung nicht tangiert wird, kann der Wandabstand  $b = 0$  betragen.

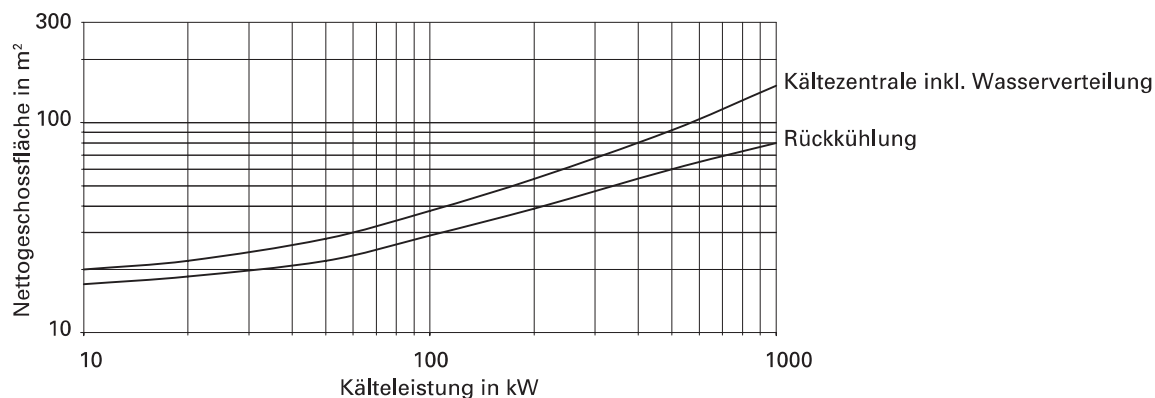
### F.3 Raumbedarf von Kälte- und Wasserverteilzentralen

F.3.1 Die Figuren 22 und 23 zeigen den Raumbedarf von Kälte- und Wasserverteilzentralen. Die Angaben berücksichtigen den Raumbedarf von Kältemaschinen, Kaltwasserpumpen und Kaltwasserverteiler. 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 22 Lichte Raumhöhe von Kälte- und Wasserverteilzentralen



Figur 23 Nettogeschossfläche von Kälte- und Wasserverteilzentralen

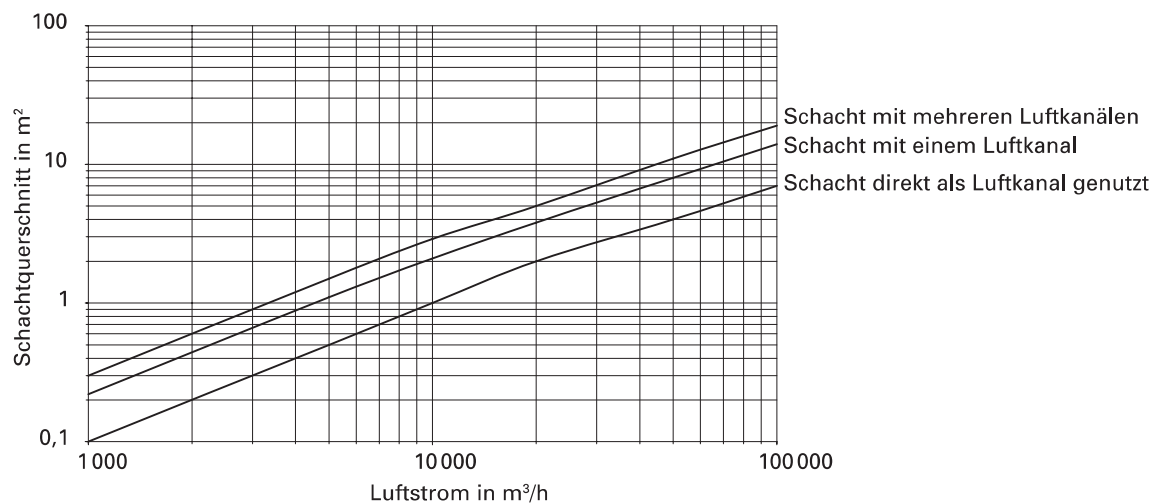


F.3.2 Der Raumbedarf für Rückkühlanlagen ist im Freien oder im Gebäudeinnern separat zur Verfügung zu stellen.

#### F.4 Schachtquerschnitte

- F.4.1 Die Figur 24 zeigt die erforderlichen Querschnitte von Schächten für Luftkanäle und von Schächten, welche direkt als Luftkanäle genutzt werden.
- F.4.2 Die Angaben in Figur 24 bezeichnen die erforderlichen Bruttoflächen pro Kanal.
- F.4.3 Wenn ein Schacht direkt als Luftkanal genutzt wird, genügt ein kleinerer Schachtquerschnitt als für einen Schacht mit Kanälen. Die für diesen Fall in Figur 24 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 24 Schachtquerschnitte



- F.4.4 Zu- und Abluftkanäle können unter Beachtung der feuerpolizeilichen Vorschriften im gleichen Schacht geführt werden.
- F.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.
- F.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.

#### F.5 Raumbedarf in Doppeldecken

- F.5.1 Für eine Zu- und Abluftführung in einer Doppeldecke sollte der freie Raum über der Deckenkonstruktion mindestens 40 bis 50 cm betragen. Unter den Unterzügen ist eine freie Höhe von mindestens 25 bis 30 cm notwendig.
- F.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 G (informativ)**

### **Technische Lebensdauer und Wartungsaufwand technischer Gebäudeinstallationen**

- G.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 Dimensionierung der Anlage,
  - Beanspruchung der Anlage,
  - Qualität und Methode von Unterhalt und Wartung,
  - Verfügbarkeit von Ersatzteilen.
- G.2 Als grobe Richtwerte für die technische Lebensdauer und den Wartungsaufwand dienen die Angaben in Tabelle 41. Es ist zu beachten, dass die Werte im Einzelfall unter Berücksichtigung der in Ziffer G.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 Wartungsverträge usw.
- G.3 Für die Beurteilung der Wirtschaftlichkeit von Anlagen gilt Norm SIA 480.

Tabelle 41 Richtwerte für die technische Lebensdauer und für den jährlichen Wartungsaufwand von Komponenten

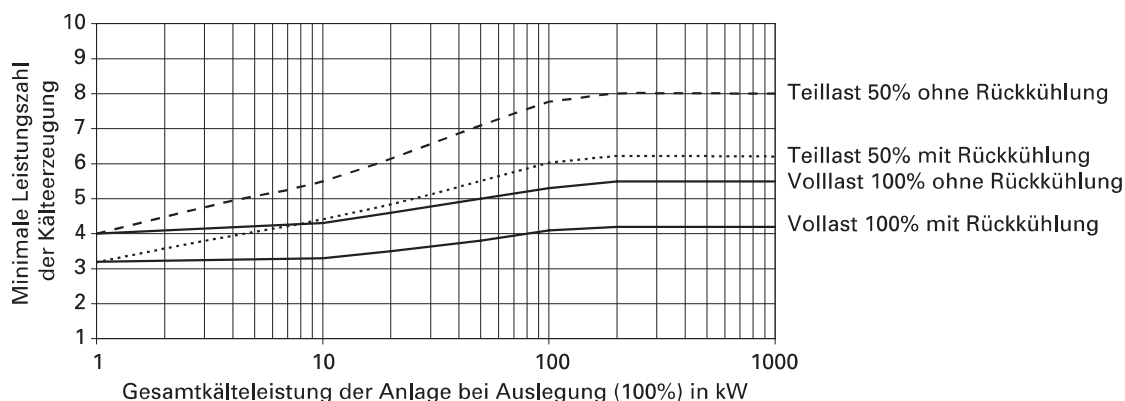
Komponenten	Technische Lebensdauer in Jahren		Wartungsaufwand in % der Investitionskosten	
	Beanspruchung mittel	gross	Beanspruchung mittel	gross
Abluftgitter	20	20	8	12
Absperrventil	automatisch	15	4	6
	manuell	30	2	3
Brandschutzklappe	leicht zugänglich	15	6	6
	schwer zugänglich	15	8	8
Brenner, Öl und 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
Kühlfläche, -decke	30	30	2	2
Luftbefeuchter	Wasser	10	6	10
	Dampf	4	4	6
Luftdurchlass allgemein	30	30	4	6
Lufterhitzer	elektrisch	15	2	3
	Dampf	20	2	3
	Warmwasser	20	2	3
Luftkanal	mit Filterung	30	2	3
	ohne Filterung	30	6	8
Luftkühler	20	15	2	4
Motor	Diesel	10	4	6
	elektrisch	20	1	1
Pumpe	in geschlossenem System	20	2	3
	in offenem System	15	2	3
Regelung allgemein	15	15	4	6
Regelventil	automatisch	15	6	6
	manuell	30	4	4
Rohrsystem	Kupfer	30	1	1
	Kunststoff	30	1	1
	nicht rostender Stahl	30	1	1
Schalldämpfer	30	30	1	1
Strahlrohr	in geschlossenem System	30	1	1
	in offenem System	15	1	1
Thermostatventil für Heizkörper	15	15	4	4
Ventilator	allgemein	20	4	5
	variabler Volumenstrom	15	6	8
Verdampfer	20	15	2	3
Volumenstromregler	15	15	6	8
Wärmepumpe	15	10	4	4
WRG	rotierend	15	4	6
	statisch	20	4	6
Zweikanalbox	15	15	4	4

## Anhang H (normativ)

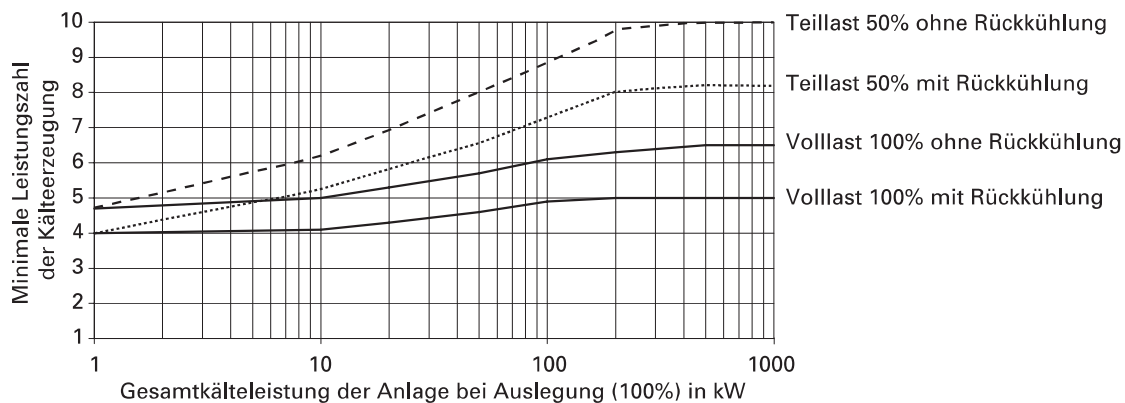
### Ergänzende Angaben zu den energetischen Anforderungen an die Kälteerzeugung

- H.1 In der Teillast ist die Verflüssigungstemperatur mit geeigneten Massnahmen zu senken (betrifft Regelstrategie). Wenn möglich, ist die Leistungsregelung mit Änderung der Verdichterdrehzahl zu realisieren.
- H.2 Der Verlauf der Leistungszahl der Kältemaschine mit und ohne Berücksichtigung des Energieverbrauchs der Rückkühlung (Pumpen und Ventilatoren) ist aus den Figuren 25 und 26 ersichtlich. Diese Darstellungen dienen als Zusatzinformation und zeigen, auf welcher Basis die Tabelle 18 in Ziffer 5.6 gerechnet wurde. Für die Erfüllung der Anforderung massgebend ist die Leistungszahl inkl. Rückkühlung.

Figur 25 Weitere Informationen zu den Grenzwerten der Kälteerzeugung



Figur 26 Weitere Informationen zu den Zielwerten der Kälteerzeugung



Erläuterung der Grafiken: Die Leistungszahl bei Teillast 50% berücksichtigt eine abgesenkte Kühlwasser-Eintrittstemperatur von 18,3°C (ARI-Bedingungen).

Um die Energieeffizienz der gesamten Anlage beurteilen zu können, ist der Energieverbrauch der Rückkühlung einzubeziehen.

H.3 Die Effizienz des gesamten Rückkühlsystems, welches die Hilfsaggregate wie Rückkühlpumpen und Ventilatoren beinhaltet, wird mit Hilfe des leistungsbezogenen Elektro-Thermo-Verstärkungsfaktors *ETV* bewertet (siehe auch Richtlinie SWKI 2003-3).

$$ETV \text{ für die Rückkühlventilatoren: } ETV_{RKV} = \frac{\text{Rückkühlleistung}}{\text{el. Leistungsbedarf}}$$

$$ETV \text{ für die Rückkühlpumpen: } ETV_{RKP} = \frac{\text{Rückkühlleistung}}{\text{el. Leistungsbedarf}}$$

*ETV* für Kaltwasserpumpen wird analog *ETV* für Rückkühlpumpen gerechnet, jedoch bezogen auf die Kälteleistung. *ETV<sub>KWP</sub>* wird bei der Vorgabe an die Leistungszahl der Kältemaschine nicht mitberücksichtigt.

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

- Rückkühlventilatoren  $ETV_{RKV} \geq 28$   
(Anteil an der Rückkühlleistung  $\leq 3,6\%$ )
- Rückkühlpumpe  $ETV_{RKP} \geq 85$   
(Anteil an der Rückkühlleistung  $\leq 1,2\%$ )

Bei den Kaltwasserpumpen (bei den Hilfsaggregaten nicht berücksichtigt) ist folgender Wert anzustreben (Wert bei Volllast):

- Kaltwasserpumpe  $ETV_{RKP} \geq 65$   
(Anteil an der Kälteleistung  $\leq 1,5\%$ )

Beispiel (Volllast)

Rückkühlleistung 1000 kW

$ETV_{RKV} = 28$  (entspricht 3,6% der  $Q_{RK}$ )

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

H.4 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 Worstcase-Szenario aufbauende Umrechnung zu definieren. Diese Rechnung ist allerdings ungenau.

$$\theta_0 = \theta_{VD\ Aus} \text{ (Katalog)} - 5 \text{ (z.B. } 7 - 5 = 2 \text{ °C)}$$

$$\theta_C = \theta_{Verfl\ Aus} \text{ (Katalog)} + 5 \text{ (z.B. } 36 + 5 = 41 \text{ °C)}$$

$$\epsilon_{Carnot} = \frac{\theta_0 + 273}{(\theta_C - \theta_0)} \quad \epsilon_{eff} = \text{Katalogwert} \quad \text{Gütegrad } \eta = \frac{\epsilon_{eff}}{\epsilon_{Carnot}}$$

Umrechnung auf neue Temperaturen:

Berechnung  $\epsilon_{Carnot}$  für neue Temperaturen ergibt korrigiertes  $\epsilon = \epsilon_{Carnot} \cdot \eta$

- $\theta_0$             Verdampfungstemperatur
- $\theta_C$             Verflüssigungstemperatur
- $\theta_{VD\ Aus}$     Verdampfer-Austrittstemperatur
- $\theta_{Verfl\ Aus}$     Verflüssiger-Austrittstemperatur

## **Anhang J (informativ)**

### **Checklisten**

#### **J.1 Checkliste für die Planung des Gebäudes**

- J.1.1 Möglichst früher Beizug eines Haustechnikplaners
- J.1.2 Möglichst früher Kontakt mit den zuständigen Behörden
- J.1.3 Form und Orientierung des Gebäudes sowie Fenstergrössen optimieren
- J.1.4 Guter Wärmeschutz und gute Dichtheit der Gebäudehülle
- J.1.5 Hohe Wärmespeicherfähigkeit der Baukonstruktion
- J.1.6 Wahl emissionsarmer Baustoffe und Inneneinrichtungen
- J.1.7 Wirksamer Sonnenschutz
- J.1.8 Minimierung der internen Schadstoff-, Feuchte- und Wärmelasten
- J.1.9 Trennung unterschiedlicher Nutzungen
- J.1.10 Klares Brandschutzkonzept
- J.1.11 Anordnung und Raumbedarf der haustechnischen Installationen
- J.1.12 Beleuchtungskonzept
- J.1.13 Tageslichtnutzung

#### **J.2 Checkliste für die Planung der Lüftungs- oder Klimaanlage**

- J.2.1 Klare Festlegung der Grundlagen und Garantiebedingungen
- J.2.2 Bedarfsabhängige Aussenluftzufuhr
- J.2.3 Wärme- und Kühlleistungsbedarf
- J.2.4 Interne Wärmequellen
- J.2.5 Wärme-, Schadstoff- und Feuchtequellen minimieren und wo möglich direkt abführen
- J.2.6 Luftführung im Raum
- J.2.7 Freie Kühlung
- J.2.8 Abwärmenutzung
- J.2.9 Unterschiedliche Nutzung
- J.2.10 Einsatz von Luft-Erd-Registern
- J.2.11 Einsatz von Erdsonden
- J.2.12 Messkonzept

#### **J.3 Checkliste für die Planung einzelner Komponenten**

- J.3.1 Niedriger Leistungsbedarf für die Luftförderung
- J.3.2 Guter Wirkungsgrad der Ventilatoren
- J.3.3 Wärmerückgewinnung
- J.3.4 Befeuchtung
- J.3.5 Kältemaschinen
- J.3.6 Kältemittel- und Kaltwasserleitungen

#### **J.4 Checkliste für die Betriebsphase**

- J.4.1 Zweckentsprechende Raumlufttemperatur einhalten
- J.4.2 Zweckentsprechende Raumluftfeuchte einhalten
- J.4.3 Bedarfsgerechte Betriebsart und Betriebszeit der Lüftungs- und Klimaanlage wählen
- J.4.4 Zweckmässige Bedienung des Sonnenschutzes im Winter
- J.4.5 Vermeidung unnötiger Wärmelasten im Sommer
- J.4.6 Regelmässige Kontrolle und Wartung
- J.4.7 Energiebuchhaltung
- J.4.8 Optimierung der Anlagen

---

Abkürzungen der in der Kommission SIA 382 vertretenen Organisationen

EMPA	Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt
EnFK	Konferenz der kantonalen Energiefachstellen
seco	Staatssekretariat für Wirtschaft
SIA KHE	SIA-Kommission für Haustechnik- und Energienormen
suissetec	Schweizerisch-Liechtensteinischer Gebäudetechnikverband
SWKI	Schweizerischer Verein von Wärme- und Klimaingenieuren

---

---

## Kommission SIA 382

Präsident	Urs Steinemann, Wollerau	Vertreter von SIA KHE
Mitglieder	Dario Aiulfi, Lausanne André Blattner, Liestal Viktor Dorer, Dübendorf Thomas Frank, Dübendorf Christoph Gmür, Zürich Peter Hartmann, Effretikon Kurt Hildebrand, Illnau Michael Hofmann, Zürich Rudolf Jegge, Basel Beat Kegel, Zürich Martin Lenzlinger, Zürich Andreas Matthaer, Erlenbach René Reiser, Zürich Winfried Seidinger, Zürich Karl Viridén, Zürich Michael Wagner, Luzern Gerhard Zweifel, Horw	Projektierung Behörden EMPA EMPA (SIA-Mitglied) EnFK (SIA-Mitglied) SIA KHE SIA KHE, Fachhochschule Industrie Behörden (SIA-Mitglied) Projektierung SIA KHE suissetec (SIA-Mitglied) seco Projektierung Architekten SWKI SIA KHE, Fachhochschule

---

## Genehmigung und Gültigkeit

Die Zentralkommission für Normen und Ordnungen des SIA hat die vorliegende Norm SIA 382/1 am 7. Juni 2006 genehmigt.

Sie ist gültig ab 1. Juli 2007.

Sie ersetzt die Empfehlungen SIA V 382/1 *Technische Anforderungen an Lüftungstechnische Anlagen* und SIA V 382/3 *Bedarfsermittlung für Lüftungstechnische Anlagen*, Ausgabe 1992.

---

Copyright © 2006 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.