

**DIN EN 13779****DIN**

ICS 91.140.30

Einsprüche bis 2005-08-31  
Vorgesehen als Ersatz für  
DIN EN 13779:2005-05**Entwurf**

**Lüftung von Nichtwohngebäuden –  
Allgemeine Grundlagen und Anforderungen an Lüftungs- und  
Klimaanlagen;  
Deutsche Fassung prEN 13779:2005**

Ventilation for non-residential buildings –  
Performance requirements for ventilation and room-conditioning systems;  
German version prEN 13779:2005

Ventilation dans les bâtiments non résidentiels –  
Spécifications des performances pour les systèmes de ventilation et de climatisation;  
Version allemande prEN 13779:2005

**Anwendungswarnvermerk**

Dieser Norm-Entwurf wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

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

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise als Datei per E-Mail an [nhrs@din.de](mailto:nhrs@din.de) in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter [www.din.de/stellungnahme](http://www.din.de/stellungnahme) abgerufen werden;
- oder in Papierform an den Normenausschuss Heiz- und Raumlufttechnik (NHRSt) im DIN, 10772 Berlin (Hausanschrift: Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin).

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

Gesamtumfang 76 Seiten

Normenausschuss Heiz- und Raumlufttechnik (NHRSt) im DIN  
Normenausschuss Akustik, Lärminderung und Schwingungstechnik (NALS) im DIN und VDI  
Normenausschuss Maschinenbau (NAM) im DIN

## **Nationales Vorwort**

Dieses Dokument (prEN 13779:2005) wurde im Technischen Komitee CEN/TC 156 „Lüftung von Gebäuden“ (Sekretariat: Vereinigtes Königreich) erarbeitet.

Zuständig für die Deutsche Fassung ist der Normenausschuss Heiz- und Raumluftechnik (NHRS) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V.

Die neuerliche Überarbeitung war notwendig, da die Norm in eine Reihe von Projekten aufgenommen wurde zur Ausfüllung der EPBD-Richtlinie 2002/91 EC. Dazu erhielt CEN ein Mandat 343 mit 31 geplanten Projekten (WI), davon betrifft die vorliegende Norm das Work Item 25 (WI 25).

### **Änderungen**

Gegenüber DIN EN 13779:2005-05 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Inhalt durch Übernahme von prEN 13779:2005 ersetzt.

**CEN/TC 156**

Datum: 2005-04

**prEN 13779:2005**

CEN/TC 156

Sekretariat: BSI

## **Lüftung von Nichtwohngebäuden — Allgemeine Grundlagen und Anforderungen an Lüftungs- und Klimaanlage**

*Ventilation dans les bâtiments non résidentiels — Spécifications des performance pour les systèmes de ventilation et de climatisation*

*Ventilation for non-residential buildings — Performance requirements for ventilation and room-conditioning systems*

ICS:

Deskriptoren

Dokument-Typ: Europäische Norm  
Dokument-Untertyp:  
Dokument-Stage: CEN-Umfrage  
Dokument-Sprache: D

## Inhalt

	Seite
Vorwort.....	5
Einleitung.....	5
1 Anwendungsbereich.....	6
2 Normative Verweisungen.....	6
3 Begriffe.....	7
3.1 Allgemeines.....	7
3.2 Luftarten.....	7
3.3 Aufenthaltsbereich.....	7
3.4 Lüftungseffektivität.....	7
3.5 Spezifische Ventilatorleistung.....	8
3.6 Bedarfsgeregelte Lüftung.....	9
4 Symbole und Einheiten.....	9
5 Klassierung.....	10
5.1 Festlegung der Luftarten.....	10
5.2 Klassierung von Luft.....	12
5.2.1 Allgemeines.....	12
5.2.2 Abluft und Fortluft.....	12
5.2.3 Außenluft.....	13
5.2.4 Zuluft.....	15
5.2.5 Raumluft.....	15
5.3 Aufgaben der Lüftungs- und Klimaanlage und Anlagentypen.....	19
5.4 Druckbedingungen im Raum.....	21
5.5 Spezifische Ventilatorleistung.....	22
5.6 Wärmerückgewinnung.....	23
6 Raumklima.....	23
6.1 Allgemeines.....	23
6.2 Aufenthaltsbereich.....	24
6.3 Thermisches Raumklima.....	26
6.3.1 Allgemeines.....	26
6.3.2 Auslegungsbedingungen.....	26
6.3.3 Lufttemperatur und operative Temperatur.....	26
6.3.4 Luftgeschwindigkeiten und Zugluftrisiko.....	27
6.4 Raumlufqualität.....	28
6.4.1 Auslegungskriterien.....	28
6.4.2 Zuluftvolumenströme.....	29
6.4.3 Abluftvolumenströme.....	31
6.5 Raumlufffeuchte.....	32
6.6 Akustik im Raum.....	32
6.7 Innere Wärmelasten.....	34
6.7.1 Allgemeines.....	34
6.7.2 Personen.....	34
6.7.3 Beleuchtung.....	34
6.7.4 Ausstattung.....	35
7 Vereinbarungen über die Auslegungskriterien.....	36
7.1 Allgemeines.....	36
7.2 Grundsätze.....	36
7.3 Allgemeine Gebäudeeigenschaften.....	36
7.3.1 Lage, Außenbedingungen, Umgebung.....	36
7.3.2 Außenklimadaten.....	36
7.3.3 Informationen über den Betrieb des Gebäudes.....	37

	Seite
7.4	Konstruktionsdaten .....37
7.5	Geometrische Beschreibung .....37
7.6	Raumnutzung .....37
7.6.1	Allgemeines .....37
7.6.2	Personenbelegung .....37
7.6.3	Sonstige innere Wärmelasten .....37
7.6.4	Sonstige innere Verunreinigungs- und Feuchtigkeitsquellen .....37
7.6.5	Vorgegebener Abluftvolumenstrom .....38
7.7	Anforderungen in den Räumen .....38
7.7.1	Allgemeines .....38
7.7.2	Regelungsart .....38
7.7.3	Thermische Bedingungen und Feuchtebedingungen .....38
7.7.4	Luftqualität für Personen .....38
7.7.5	Luftgeschwindigkeiten .....38
7.7.6	Schalldruckpegel .....38
7.7.7	Beleuchtung .....38
7.8	Allgemeine Anforderungen an die Regelung und Überwachung .....39
7.9	Allgemeine Anforderungen an die Instandhaltung und Betriebssicherheit .....39
8	Verfahren von der Projektierung bis zum Betrieb .....39
<b>Anhang A</b> (informativ)	<b>Richtlinien für fachgerechte Verfahrensweisen .....41</b>
A.1	Anwendungsbereich .....41
A.2	Anforderungen an Außenluftfassungen und Fortluftöffnungen .....41
A.2.1	Allgemeines .....41
A.2.2	Lage der Außenluftfassungen .....41
A.2.3	Lage von Fortluftöffnungen .....42
A.2.4	Abstand zwischen Außenluftfassung und Fortluftöffnung .....42
A.3	Anwendung von Luftfiltern .....44
A.4	Wärmerückgewinnung .....45
A.5	Führung der Abluft .....46
A.6	Wiederverwendung der Abluft und Verwendung von Überströmluft .....47
A.7	Wärmedämmung der Anlage .....47
A.8	Luftdichtheit der Anlage .....48
A.8.1	Allgemeines .....48
A.8.2	Wahl der Dichtheitsklasse .....48
A.8.3	Dichtheitsprüfung .....49
A.9	Dichtheit des Gebäudes .....49
A.10	Druckbedingungen innerhalb der Anlage und des Gebäudes .....50
A.10.1	Allgemeines .....50
A.10.2	Gebäude .....50
A.10.3	Innenräume .....50
A.10.4	Zonierung der Anlagen .....50
A.10.5	Druckbedingungen in Komponenten und Anlagen .....51
A.10.6	Luftleitungssystem .....51
A.11	Nach Bedarf geregelte Lüftung .....52
A.12	Niedriger Leistungsverbrauch .....52
A.13	Räumliche Anforderungen an Bauteile und Anlagen .....53
A.13.1	Allgemeines .....53
A.13.2	Raumbedarf von Luftaufbereitungszentralen .....54
A.13.3	Raumbedarf von Kälte- und Wasserverteilzentralen .....55
A.13.4	Schachtquerschnitte .....56
A.13.5	Raumbedarf in Doppeldecken .....56
A.13.6	Fensterbrüstungen .....56
A.14	Hygienische und technische Gesichtspunkte bezüglich Installation und Instandhaltung .....57

<b>Anhang B (informativ) Wirtschaftliche Gesichtspunkte .....</b>	<b>58</b>
<b>B.1 Allgemeines .....</b>	<b>58</b>
<b>B.2 Voraussetzungen .....</b>	<b>58</b>
<b>B.3 Berechnungsverfahren .....</b>	<b>58</b>
<b>B.3.1 Allgemeines .....</b>	<b>58</b>
<b>B.3.2 Definitionen .....</b>	<b>58</b>
<b>B.3.3 Berechnung der gegenwärtigen Nettokosten .....</b>	<b>60</b>
<b>B.4 Lebensdauer und Instandhaltungskosten für Anlagen und Ausrüstung .....</b>	<b>63</b>
<b>Anhang C (informativ) Checkliste für die Auslegung und Nutzung von Anlagen mit niedrigem Energieverbrauch .....</b>	<b>66</b>
<b>C.1 Checkliste für die Auslegung des Gebäudes .....</b>	<b>66</b>
<b>C.2 Checkliste für die Auslegung der Lüftungs- oder Klimaanlage .....</b>	<b>66</b>
<b>C.3 Checkliste für die Auslegung einzelner Komponenten .....</b>	<b>67</b>
<b>C.4 Checkliste für die Nutzung der Anlage .....</b>	<b>67</b>
<b>Anhang D (informativ) Bewertung des Leistungsgrades von Ventilatoren und Luftbehandlungseinheiten — Berechnung und Überprüfung der <math>SFP_V</math> .....</b>	<b>68</b>
<b>Literaturhinweise .....</b>	<b>74</b>

## Vorwort

Dieses Dokument (prEN 13779:2005) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 156 „Lüftung von Gebäuden“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom BSI gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument ersetzt EN 13779:2004.

## Einleitung

Diese Norm enthält Leitlinien für Lüftungs- und Klimaanlage, um bei akzeptablen Installations- und Betriebskosten ein zu allen Jahreszeiten behagliches und gesundheitlich unbedenkliches Innenraumklima zu schaffen. Die Norm konzentriert sich auf die anlagenbezogenen Aspekte typischer Anwendungen und behandelt Folgendes:

- Aspekte zum Erreichen und Aufrechterhalten einer guten Energieleistung der Anlagen ohne negative Auswirkungen auf die Qualität des Innenraumklimas;
- relevante Parameter des Innenraumklimas;
- Definition von Auslegungskriterien und Anlagenleistungen;
- Kommunikation zwischen den an der Fertigstellung der Anlage Beteiligten.

## 1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument gilt für die Planung von Lüftungs- und Klimaanlage in Nichtwohngebäuden, die für den Aufenthalt von Menschen bestimmt sind; Anwendungen der Industrie- und Prozesstechnik sind dabei ausgeschlossen. Das Dokument konzentriert sich auf die Definition der verschiedenen Parameter, die für derartige Anlagen relevant sind.

**ANMERKUNG** Die in dieser Norm und den zugehörigen Anhängen angegebenen Leitlinien für die Planung gelten hauptsächlich für Anlagen mit maschineller Be- und Entlüftung. Bei der Planung von Anlagen mit freier Lüftung oder Hybridlüftung muss die Gültigkeit der verschiedenen Parameter jeweils einzeln überprüft werden. Detaillierte Empfehlungen zu Anlagen mit freier Lüftung oder Hybridlüftung werden in einem separaten Dokument zusammengestellt.

Anwendungen für Wohngebäude sind nicht Gegenstand dieser Norm. Die Leistung von Lüftungsanlagen in Wohngebäuden ist in prEN 14788 behandelt.

Bei der Klassierung wird eine Einteilung in unterschiedliche Kategorien vorgenommen. Für einige Werte sind Beispiele angegeben, und für Anforderungen sind übliche Bereiche mit Standardwerten angegeben. Die in diesem Dokument angegebenen Standardwerte als solche sind nicht normativ und sollten angewendet werden, wenn keine anderen Werte festgelegt sind. Die Klassierung sollte stets dem Typ und der vorgesehenen Nutzung des Gebäudes entsprechen; wenn die in dieser Norm angegebenen Beispiele nicht angewendet werden, sollte die Klassierungsgrundlage erläutert werden.

Nationale Vorschriften sind stets zu befolgen, selbst wenn diese außerhalb des in diesem Dokument angegebenen Bereiches liegen.

**ANMERKUNG** Der INFORMATIVE Charakter einiger Tabellen ist entsprechend hervorgehoben.

## 2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokumentes erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokumentes (einschließlich aller Änderungen).

EN 308, *Wärmeaustauscher — Prüfverfahren zur Bestimmung der Leistungskriterien von Luft/Luft- und Luft/Abgas-Wärmerückgewinnungsanlagen*

prEN 12097, *Lüftung von Gebäuden — Luftleitungen — Anforderungen an Luftleitungsbauteile zur Wartung von Lüftungssystemen*

EN 12237, *Lüftung von Gebäuden — Luftleitungen — Runde Luftleitungen aus Blech — Festigkeit und Dichtheit*

EN 12464-1, *Licht und Beleuchtung — Beleuchtung von Arbeitsstätten — Teil 1: Arbeitsstätten in Innenräumen*

EN 12599:2000, *Lüftung von Gebäuden — Prüf- und Messverfahren für die Übergabe eingebauter raumlufttechnischer Anlagen*

EN 12792:2002, *Lüftung von Gebäuden — Symbole und Terminologie*

EN 13053, *Lüftung von Gebäuden — Zentrale raumlufttechnische Geräte — Nennwerte und Leistungsangaben, Bauelemente und Baugruppen*

EN 13182, *Lüftung von Gebäuden — Gerätetechnische Anforderungen für Messungen der Luftgeschwindigkeit in belüfteten Räumen*

EN SO 7730, *Ergonomie der thermischen Umgebung — Analytische Bestimmung und Interpretation der thermischen Behaglichkeit durch Berechnung des PMV und des PPD-Indexes und der lokalen thermischen Behaglichkeit (ISO 7730:1994)*



EN ISO 7726, *Umgebungs-klima — Instrumente zur Messung physikalischer Größen*

EN ISO 8990, *Wärmeschutz — Bestimmung der Wärmedurchgangseigenschaften im stationären Zustand — Verfahren mit dem kalibrierten und dem geregelteten Heizkasten*

EN ISO 9920, *Ergonomie des Umgebungs-klimas — Schätzung der thermischen Isolation und des Verdunstungswiderstandes einer Bekleidungskombination*

CR 14788, *Lüftung von Gebäuden — Ausführung und Bemessung der Lüftungssysteme von Wohnungen*

prEN EPBD WI 6, *Lüftung von Gebäuden — Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden — Leitlinien zur Überprüfung von Klimaanlage*

prEN EPBD WI 12, *Lüftung von Gebäuden — Berechnung von Raumtemperaturen sowie von Lasten und Energie für Gebäude mit Klimaanlage*

prEN EPBD WI 19, *Lüftung von Gebäuden — Berechnungsverfahren zur Bestimmung der Luftvolumenströme in Gebäuden mit Infiltration*

prEN EPBD WI 20/21, *Lüftung von Gebäuden — Berechnungsverfahren zum Energiebedarf bei Gebäuden mit Lüftungsanlagen*

prEN EPBD WI 22, *Berechnungsverfahren zur Verbesserung der Energieeffizienz unter Anwendung von integrierten Gebäudeautomationssystemen*

prEN EPBD WI 30, *Lüftung von Gebäuden — Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden — Leitlinien zur Überprüfung von Lüftungsanlagen*

### 3 Begriffe

#### 3.1 Allgemeines

Für die Anwendung dieses Dokumentes gelten die in EN 12792 angegebenen Begriffe.

#### 3.2 Luftarten

Die Luftarten sind in 5.1 definiert.

#### 3.3 Aufenthaltsbereich

Die Definition des Aufenthaltsbereiches hängt von der Geometrie und der Nutzung des Raumes ab und ist von Fall zu Fall festzulegen. Üblicherweise bezeichnet „Aufenthaltsbereich“ nur Bereiche, die für den Aufenthalt von Personen ausgelegt sind; ein Aufenthaltsbereich ist definiert als das Luftvolumen, das durch festgelegte horizontale und vertikale Ebenen umschlossen ist. Die vertikalen Ebenen sind in der Regel parallel zu den Wänden des Raumes. Üblicherweise ist auch die Höhe des Aufenthaltsbereiches begrenzt. Deshalb ist der Aufenthaltsbereich in einem Raum der Bereich, in dem die Personen sich üblicherweise befinden und in dem die Anforderungen an das Innenraumklima zu erfüllen sind. Definitionen sind in 6.2 gegeben.

#### 3.4 Lüftungseffektivität

Die Lüftungseffektivität beschreibt die Beziehung zwischen den Verunreinigungskonzentrationen der Zuluft, der Abluft und der Raumluft im Atmungsbereich (innerhalb des Aufenthaltsbereiches). Sie ist definiert als

$$\varepsilon_v = \frac{c_{ABL} - c_{ZUL}}{c_{RAL} - c_{ZUL}} \quad (1)$$

Dabei ist

$\varepsilon_v$  die Lüftungseffektivität;

$c_{ABL}$  die Verunreinigungskonzentration der Abluft;

$c_{RAL}$  die Verunreinigungskonzentration der Raumluft (Atmungsbereich innerhalb des Aufenthaltsbereiches);

$c_{ZUL}$  die Verunreinigungskonzentration der Zuluft.

Die Lüftungseffektivität ist abhängig von der Luftverteilung und der Art und dem Ort der Quellen der Luftverunreinigung im Raum. Sie kann daher unterschiedliche Werte für unterschiedliche Verunreinigungen aufweisen. Wenn Luft und Verunreinigungen vollständig vermischt sind, ist die Wirksamkeit der Lüftung gleich eins.

ANMERKUNG 1 Weitere Angaben zur Lüftungseffektivität sind in CR 1752 enthalten.

ANMERKUNG 2 Für denselben Begriff wird häufig auch die Bezeichnung „Wirksamkeit der Verunreinigungsbeseitigung“ verwendet.

### 3.5 Spezifische Ventilatorleistung

Die spezifische Leistung eines jeden Ventilators ist definiert als

$$P_{SFP} = \frac{P}{q_v} = \frac{\Delta p}{\eta_{tot}} \quad (2)$$

Dabei ist

$P_{SFP}$  die spezifische Ventilatorleistung, in  $W \cdot m^{-3} \cdot s$ ;

$P$  die elektrische Leistungsaufnahme des Ventilatormotors, in  $W$ ;

$q_v$  der Nennluftvolumenstrom durch den Ventilator, in  $m^3 \cdot s^{-1}$ ;

$\Delta p$  die Gesamtdruckerhöhung des Ventilators;

$\eta_{tot}$  der Gesamtwirkungsgrad von Ventilator, Motor und Antrieb in eingebautem Zustand.

Der Koeffizient gilt für den Nennluftvolumenstrom bei sauberen Filtern und geschlossenen Bypass-Leitungen. Er ist bezogen auf eine Luftdichte von  $1,2 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ .

Die spezifische Ventilatorleistung für das Gebäude oder die gesamte Anlage ( $SFP$ ) ist die Summe der von allen Ventilatoren im Luftverteilungssystem verbrauchten elektrischen Leistung, dividiert durch den Gesamtluftvolumenstrom durch das Gebäude bei Auslegungslasten, in  $[\text{kW}/(\text{m}^3/\text{s})]$ .

Die spezifische Ventilatorleistung für getrennte Zuluft- oder Abluftbehandlungsanlagen und einzelne Ventilatoren ist die an einen Ventilator gelieferte elektrische Leistung, dividiert durch den Luftstrom bei „sauberen Filtern“, in  $[\text{kW}/(\text{m}^3/\text{s})]$ .

ANMERKUNG Weitere Leitlinien zu den Anwendungen und der Berechnung der spezifischen Ventilatorleistung sind in Anhang D enthalten.

### 3.6 Bedarfsgeregelte Lüftung

Eine Lüftungsanlage, bei der der Raumluftvolumenstrom automatisch in Abhängigkeit von der Konzentration einer bestimmten Verunreinigung im Raum geregelt wird. Ein typisches Beispiel ist die Regelung der Ventilatorleistung in Abhängigkeit vom CO<sub>2</sub>-Gehalt.

## 4 Symbole und Einheiten

Für die Anwendung dieser Norm gelten die in Tabelle 1 angegebenen Symbole und Einheiten. Die Einheiten in Klammern werden ebenfalls verwendet.

Tabelle 1 — Symbole und Einheiten

Größe	Symbol	Einheit
Druckdifferenz	$\Delta p$	Pa
Temperaturdifferenz	$\Delta \theta^b$	K
Lüftungseffektivität	$\varepsilon_v$	—
Celsiustemperatur	$\theta$ (theta)	°C
Lufttemperatur im Raum	$\theta_a$ (theta)	°C
Mittlere Strahlungstemperatur	$\theta_r$ (theta)	°C
Operative Temperatur	$\theta_o$ (theta)	°C
Dichte	$\rho$ (rho)	kg · m <sup>-3</sup>
Wärme- oder Kältelast	$\Phi$ (phi)	W (kW)
Fläche	$A$	m <sup>2</sup>
Kosten	$C$	EUR <sup>a</sup>
Konzentration	$c$	mg · m <sup>-3</sup>
Spezifische Wärmekapazität bei konstantem Druck	$c_p$	J · kg <sup>-1</sup> · K <sup>-1</sup>
Durchmesser	$d$	m
Energieverbrauch (gemessen)	$E$	J (MJ, GJ)
Energiebedarf (berechnet)	$E$	J (MJ, GJ)
Spezifische Undichtheit	$f$	l · s <sup>-1</sup> · m <sup>-2</sup>
Barwertfaktor	$f_{pv}$	—
Höhe	$h$	m
Ursprüngliche Investition	$I$	EUR <sup>a</sup>
Wärmedämmwert der Bekleidung	$I_{cl}$	clo
Länge	$L$	m
Stoffwechselrate (Aktivität)	$M$	met
Lebensdauer	$n$	Jahre
$n_{L50}$ -Wert	$n_{L50}$	h <sup>-1</sup>
Leistung	$P$	W
Spezifische Ventilatorleistung	$P_{SFP}$	W · m <sup>-3</sup> · s

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Größe	Symbol	Einheit
Barwert	$PV$	EUR <sup>a</sup>
Druck	$p$	Pa
Massenstrom	$q_m$	kg · s <sup>-1</sup>
Volumenstrom	$q_v$	m <sup>3</sup> · s <sup>-1</sup> (l · s <sup>-1</sup> , m <sup>3</sup> · h <sup>-1</sup> )
Zinssatz	$r$	–
Zeit	$t$	s (h)
Volumen	$V$	m <sup>3</sup>
Luftgeschwindigkeit	$v$	m · s <sup>-1</sup>

<sup>a</sup> Oder nationale Währung.

<sup>b</sup> In EN 12792 wird die Verwendung von  $\vartheta$  vorgezogen,  $t$  und  $T$  dürfen jedoch auch verwendet werden.

## 5 Klassierung

### 5.1 Festlegung der Luftarten

Die Luftarten in einem Gebäude und in einer Lüftungs- oder Klimaanlage sind in Tabelle 2 festgelegt und in Bild 1 dargestellt. Die Abkürzungen und Farben in Tabelle 2 sind zu verwenden, um die Luftart auf Zeichnungen von Lüftungs- und Klimaanlage zu kennzeichnen. Die Abkürzungen gelten ebenfalls für die Beschriftung von Anlagenteilen. Wenn die Sprache frei gewählt werden kann, wird Englisch empfohlen.

Tabelle 2 — Festlegung von Luftarten

Nr. (Bild 1)	Luftart	Abkürzung	Farbe	Definition
1	Outdoor air Außenluft Air neuf	ODA AUL ANF	Grün	Unbehandelte Luft, die von Außen in die Anlage oder in eine Öffnung einströmt
2	Supply air Zuluft Air fourni	SUP ZUL FOU	Blau	Luftstrom, der in den behandelten Raum eintritt oder Luft, die in die Anlage eintritt, nachdem sie behandelt wurde
3	Indoor air Raumluft Air intérieur	IDA RAL INT	Grau	Luft im behandelten Raum oder Bereich
4	Transferred air Überströmluft Air transféré	TRA ÜSL TRA	Grau	Raumluft, die vom behandelten Raum in einen anderen behandelten Bereich strömt
5	Extract air Abluft Air repris	ETA ABL REP	Gelb	Luftstrom, der den behandelten Raum verlässt
6	Recirculation air Umluft Air recycle	RCA UML REC	Orange	Abluft, die der Luftbehandlungsanlage wieder zugeführt wird
7	Exhaust air	EHA	Braun	Luftstrom, der ins Freie strömt
	Fortluft Air rejeté	FOL RJT		

Tabelle 2 (fortgesetzt)

Nr. (Bild 1)	Luftart	Abkürzung	Farbe	Definition
8	Secondary air Sekundärluft Air brassé	SEC SEK BRA	Orange	Luftstrom, der einem Raum entnommen und nach Behandlung demselben Raum wieder zugeführt wird (Beispiel: Gebläsekonvektor)
9	Leakage Leckluft Fuites	LEA LEC FUI	Grau	unbeabsichtigter Luftstrom durch undichte Stellen der Anlage
10	Infiltration Infiltration Infiltration	INF INF INF	Grün	Luft Eintritt in das Gebäude über Undichtheiten in der Gebäudehülle
11	Exfiltration Exfiltration Exfiltration	EXF EXF EXF	Grau	Luft Austritt aus dem Gebäude über Undichtheiten in der Gebäudehülle
12	Mixed air Mischluft Air melange	MIA MIL MEL	Ströme mit unterschiedlichen Farben	Luft, die zwei oder mehr Luftströme enthält

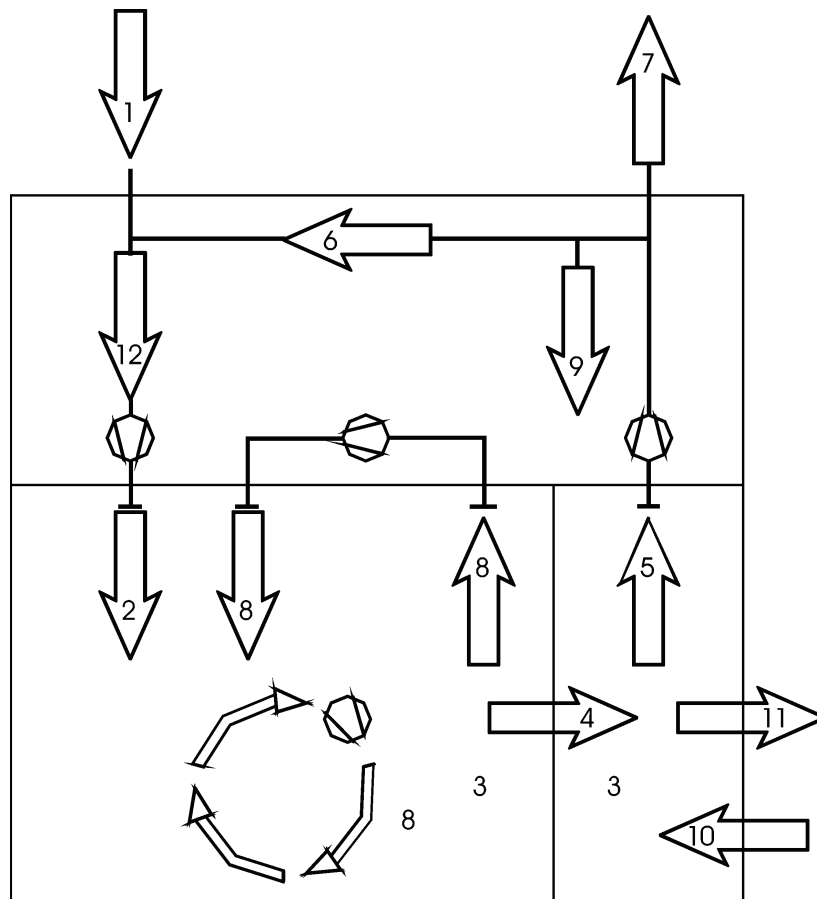


Bild 1 — Darstellung von Luftarten mit Nummern nach Tabelle 2

## 5.2 Klassierung von Luft

### 5.2.1 Allgemeines

Alle am Projekt Beteiligten (z. B. Architekten, Gebäudeausrüster, Eigentümer, Auftraggeber) müssen die Auslegungskriterien und annehmbaren Leistungen im Hinblick auf die angestrebte Luftqualität individuell vereinbaren. Hierbei kann die folgende Klassierung verwendet werden, um die individuelle Qualität der verschiedenen Luftarten nach 5.1 zu beschreiben. Einige Anwendungen dieser Klassierung sind in Anhang A gegeben.

### 5.2.2 Abluft und Fortluft

Die Klassierungen der Abluft und der Fortluft für die Anwendung dieser Norm sind in den Tabellen 3 und 4 gegeben. Wenn bei der Abluft unterschiedliche Kategorien aus unterschiedlichen Räumen zusammentreffen, wird die Kategorie des Gesamtluftstroms durch den Strom mit der höchsten Kategorie-Nummer bestimmt.

Die Fortluft-Kategorien gelten für die gereinigte Luft. Bei der Reinigung von Fortluft sind das Verfahren und die zu erwartende Wirkung der Reinigung eindeutig anzugeben; die anfängliche und fortdauernde Wirksamkeit des Reinigungsprozesses muss nachgewiesen werden. Die Kostenrelation ist ebenfalls zu berücksichtigen (vgl. Anhang B), besonders wenn es das Ziel ist, die Fortluft um mehr als eine Klasse zu verbessern. Fortluft der Klasse FOL 1 kann in keinem Fall durch Reinigung erreicht werden.

**Tabelle 3 — Klassierung der Abluft (ABL)**

Kategorie	Beschreibung	Beispiele, bei denen Luft jeder Kategorie vorzufinden ist (INFORMATIV; nationale Vorschriften können bestimmte Raumarten in andere Kategorien einordnen)
ABL 1	Abluft mit niedrigem Verunreinigungsgrad	
	Luft aus Räumen, deren Hauptemissionsquellen Baustoffe und das Bauwerk sind; ebenso Luft aus Aufenthaltsräumen, deren Hauptemissionsquellen der menschliche Stoffwechsel, Baustoffe und das Bauwerk sind. Räume, in denen Rauchen gestattet ist, sind nicht eingeschlossen.	Büros, einschließlich integrierter kleiner Lagerräume, öffentliche Bereiche, Klassenräume, Treppenhäuser, Flure, Sitzungsräume, gewerbliche Räume ohne zusätzliche Emissionsquellen
ABL 2	Abluft mit mäßigem Verunreinigungsgrad	
	Luft aus Aufenthaltsräumen mit den gleichen Verunreinigungsquellen wie bei Kategorie 1 und/oder durch menschliche Aktivitäten, jedoch mit mehr Verunreinigungen als bei Kategorie 1. Räume der Kategorie ABL 1, in denen Rauchen gestattet ist	Speiseräume, Küchen für die Zubereitung heißer Getränke, Lager, Lagerräume in Bürogebäuden, Hotelzimmer, Umkleieräume
ABL 3	Abluft mit hohem Verunreinigungsgrad	
	Luft aus Räumen, in denen emittierende Feuchte, Arbeitsverfahren, Chemikalien usw. die Luftqualität wesentlich beeinträchtigen	Toiletten und Waschräume, Saunen, Küchen, einige chemische Laboratorien, Kopierräume, Räume, die speziell für Raucher vorgesehen sind
ABL 4	Abluft mit sehr hohem Verunreinigungsgrad	
	Luft, die gesundheitlich schädliche Gerüche und Verunreinigungen enthält, deren Konzentrationen höher liegen, als für die Raumluft in Aufenthaltsbereichen erlaubt ist	Professionelle Absaugeinrichtungen, Grillräume und örtliche Küchenabsauganlagen, Garagen und Autotunnel, Parkhäuser, Räume für die Verarbeitung von Farben und Lösemitteln, Räume mit unreiner Wäsche, Räume für Lebensmittelabfälle, zentrale Staubsauganlagen, intensiv genutzte Raucherräume und besondere chemische Laboratorien

**Tabelle 4 — Klassierung der Fortluft (FOL)**

Kategorie	Beschreibung	Beispiele (INFORMATIV)
FOL 1	Fortluft mit niedrigem Verunreinigungsgrad	
	wie ABL 1	siehe ABL 1
FOL 2	Fortluft mit mäßigem Verunreinigungsgrad	
	wie ABL 2	siehe ABL 2
FOL 3	Fortluft mit hohem Verunreinigungsgrad	
	wie ABL 3	siehe ABL 3
FOL 4	Fortluft mit sehr hohem Verunreinigungsgrad	
	wie ABL 4	siehe ABL 4

### 5.2.3 Außenluft

Bei der Auslegung der Anlage ist die Qualität der Außenluft um das Gebäude herum bzw. der vorgesehene Standort des Gebäudes zu berücksichtigen. Es gibt zwei Möglichkeiten, die Auswirkungen schlechter Außenluft im Innenraumklima in der Auslegung zu mildern:

- Vorrichtungen zum Ansaugen der Luft werden an Stellen angebracht, an denen die Außenluft am wenigsten verunreinigt ist (wenn die Außenluft um das Gebäude herum nicht gleichmäßig verunreinigt ist) — siehe Anhang A.2;
- die Luft wird auf eine bestimmte Art gereinigt — siehe A.3.

Beim Reinigen der Luft können unterschiedliche Verfahren geeignet sein, je nachdem, ob die Außenluft mit Gasen, Partikeln oder beidem verunreinigt ist (und abhängig von der Größe der betreffenden Partikel). Es gibt keine allgemein gültigen Definitionen einer akzeptablen Außenluftqualität; vorhandene Definitionen sind nicht unmittelbar für die Auslegung von Lüftungsanlagen geeignet. Entscheidungen in Bezug auf die Auslegung hängen daher von folgenden Gesichtspunkten ab:

- geltende lokale Vorschriften;
- fallweise Anwendung von nicht verbindlichen Leitlinien;
- individuelle Kriterien hinsichtlich der Bedeutsamkeit bestimmter Verunreinigungen, die nicht gesetzlich geregelt sind und dies wahrscheinlich auch in Zukunft nicht sein werden (z. B. Pollen, Pilzsporen, die von außen eindringen).

Unter Berücksichtigung dieser Aspekte kann die Außenluft entsprechend Tabelle 5 klassiert werden. Diese Kategorien können hilfreich sein bei der Entscheidung, ob eine Produzierung der Außenluftverunreinigung erforderlich ist; das dabei anzuwendende Verfahren hängt jedoch, wie oben erwähnt, von anderen Faktoren ab.

Tabelle 5 — Klassierung der Außenluft (AUL)

Kategorie	Beschreibung
AUL 1	saubere Luft, die nur zeitweise staubbelastet sein darf (z. B. Pollen)
AUL 2	Luft mit hoher Konzentration an Staub oder Feinstaub
AUL 3	Luft mit hoher Konzentration an gasförmigen Luftverunreinigungen
AUL 4	Luft mit hoher Konzentration an Staub oder Feinstaub und an gasförmigen Luftverunreinigungen
AUL 5	Luft mit sehr hoher Konzentration an Staub oder Feinstaub oder an gasförmigen Luftverunreinigungen

Die Anwendung einer derartigen Klassierung hängt von den bestimmenden Anforderungen ab. Als Ausgangspunkt wird folgende Herangehensweise vorgeschlagen.

AUL 1 gilt, wenn die WHO-Richtlinien (1999) und alle nationalen Normen oder -vorschriften zur Qualität der Außenluft eingehalten werden.

AUL 2 und AUL 3 gelten, wenn die Verunreinigungskonzentrationen die WHO-Richtlinien oder nationale Normen oder -vorschriften zur Qualität der Außenluft um einen Faktor bis zu 1,5 überschreiten.

AUL 4 und AUL 5 gelten, wenn die Verunreinigungskonzentrationen die WHO-Richtlinien oder nationale Normen oder -vorschriften zur Qualität der Außenluft um einen Faktor von mehr als 1,5 überschreiten.

Da nicht für alle Verunreinigungen Anforderungen festgelegt sind und die vorhandenen Vorschriften von Land zu Land unterschiedlich sind, ist eine differenzierte Beurteilung durch den Planer erforderlich. Die mögliche Wirkung nicht nur einzelner Verunreinigungen sondern auch von Verunreinigungsgemischen sollte berücksichtigt werden.

Übliche gasförmige Verunreinigungen, die bei der Bewertung der Außenluft für die Auslegung von Lüftungs- und Klimaanlage berücksichtigt werden müssen, sind Kohlenmonoxid, Kohlendioxid, Schwefeldioxid, Stickstoffoxide und flüchtige organische Verbindungen (VOC, z. B. Benzen, Lösemittel und polyaromatische Kohlenwasserstoffe). Die Wirkung derartiger Verunreinigungen der äußeren Umgebung in Innenräumen hängt von deren Reaktionsfähigkeit ab. Kohlenmonoxid ist zum Beispiel relativ stabil und wird in geringem Maße von innenliegenden Flächen adsorbiert. Das Ozon der Außenluft dagegen ist üblicherweise für die Beurteilung nicht relevant, da Ozon äußerst reaktionsfähig ist und die Konzentration in der Lüftungsanlage und im Raum sehr schnell abnimmt. Weitere gasförmige Verunreinigungen liegen meist zwischen diesen beiden Extremen.

Schwebstoffe bezieht sich auf die Gesamtmenge fester oder flüssiger Partikel in der Luft, von sichtbarem Staub bis zu submikroskopischen Teilchen. Die meisten Richtlinien zur Außenluft beziehen sich auf PM<sub>10</sub> (Schwebstoffe mit einem aerodynamischen Durchmesser bis zu 10 µm). Es wird jedoch auch in zunehmendem Maße anerkannt, dass aus Gründen des Gesundheitsschutzes kleinere Partikel stärker berücksichtigt werden sollten. Wenn biologische Partikel zu betrachten sind, sind PM<sub>10</sub>-Richtlinien nicht maßgeblich und die Gefahren für das Immunsystem und das Infektionsrisiko, die von diesen Partikeln ausgehen, sind für die Betrachtung wichtiger.

Als allgemeine Leitlinie sind in Tabelle 6 Beispiele für die Außenluftqualität gegeben.



**Tabelle 6 — Beispiele für Verunreinigungskonzentrationen in der Außenluft (INFORMATIV)**

Beschreibung des Ortes	Konzentration					
	CO <sub>2</sub> ppm	CO mg m <sup>-3</sup>	NO <sub>2</sub> µg m <sup>-3</sup>	SO <sub>2</sub> µg m <sup>-3</sup>	Gesamt-PM mg m <sup>-3</sup>	PM <sub>10</sub> µg m <sup>-3</sup>
Ländliche Gebiete; keine bedeutenden Emissionsquellen	350	< 1	5 bis 35	< 5	< 0,1	< 20
Kleine Städte	375	1 bis 3	15 bis 40	5 bis 15	0,1 bis 0,3	10 bis 30
Verschmutzte Stadtzentren	400	2 bis 6	30 bis 80	10 bis 50	0,2 bis 1,0	20 bis 50

ANMERKUNG Die in der Tabelle angegebenen Werte sind mittlere Jahreskonzentrationen und sollten nicht für die Dimensionierung von Anlagen verwendet werden. Die maximalen Konzentrationen liegen höher. Weitere Angaben ergeben sich aus lokalen Messungen und nationalen Richtlinien.

#### 5.2.4 Zuluft

Die Klassierung der Zuluft ist in Tabelle 7 angegeben.

**Tabelle 7 — Klassierung der Zuluft (ZUL)**

Kategorie	Beschreibung
ZUL 1	Zuluft, die nur Außenluft enthält
ZUL 2	Zuluft, die Außen- und Umluft enthält

ANMERKUNG Umluft kann der Zuluft absichtlich oder durch Leckage beigemischt sein. Dabei ist z. B. besonders auf die Bedingungen in rotierenden Wärmetauschern zu achten.

Die Zuluftqualität in Gebäuden, die für den Aufenthalt von Menschen bestimmt sind, muss so sein, dass unter Berücksichtigung der zu erwartenden Emissionen aus inneren Verunreinigungsquellen (menschlicher Stoffwechsel, Aktivitäten und Arbeitsverfahren, Baustoffe, Möbel<sup>a)</sup>) und der Lüftungsanlage selbst eine geeignete Raumluftqualität erreicht werden kann.

<sup>a)</sup>ANMERKUNG Anhang G von prEN EPBD WI 31 enthält weitere Leitlinien zur Verwendung von „Baustoffen mit geringem Verunreinigungsgrad“ oder zu „Gebäuden mit geringem Verunreinigungsgrad“.

Um Missverständnisse zu vermeiden, wird empfohlen, die Zuluftqualität nicht nur mit Hilfe der Klassierung nach Tabelle 7 zu definieren, sondern auch durch Festlegung der Konzentrationsgrenzen, die für die genannten Verunreinigungen in der Raumluft gelten. Deshalb ist eine Angabe der zu erwartenden Emissionen aus den Innenraum-Verunreinigungsquellen erforderlich; wenn möglich, sollte diese auf die Konzentrationsgrenzen und Emissionsnormen bezogen sein.

#### 5.2.5 Raumluft

##### 5.2.5.1 Allgemeines

Die allgemeine Klassierung der Raumluft ist in Tabelle 8 angegeben. Diese Klassierung gilt für die Raumluft im Aufenthaltsbereich.

Tabelle 8 — Allgemeine Klassierung der Raumluftqualität (RAL)

Kategorie	Beschreibung
RAL 1	spezielle Raumluftqualität
RAL 2	hohe Raumluftqualität
RAL 3	mittlere Raumluftqualität
RAL 4	niedrige Raumluftqualität

Die genaue Definition derartiger Kategorien hängt von der Art der zu berücksichtigenden Verunreinigungsquellen und von der Wirkung dieser Verunreinigungen ab. Verunreinigungsquellen können zum Beispiel:

- auf einen Raum begrenzt oder in einem Gebäude verteilt sein;
- kontinuierlich oder diskontinuierlich emittieren;
- Teilchen (anorganische, lebensfähige oder sonstige organische) oder Gase/Dämpfe (organische oder anorganische) emittieren.

Die Auswirkungen können sich als Wahrnehmung der Luftqualität (durch an die Verunreinigungen adaptierte oder darauf reagierende Personen) oder als Auswirkungen auf die Gesundheit darstellen, wie zum Beispiel Reizung der Schleimhaut, toxische Wirkungen, Infektion, allergische Reaktionen oder Krebserkrankung. Diese Auswirkungen können von den Personen abhängen, die dem Umgebungsklima ausgesetzt sind, z. B. ob es sich um gesunde Erwachsene, um Kinder oder Krankenhauspatienten handelt.

Daher liegt eine vollständige Definition aller möglichen Kategorien der Raumluftqualität außerhalb des Anwendungsbereiches dieser Norm.

Den Grund für die Einteilung in die vorgenannten Kategorien verdeutlichen nachfolgende Beispiele:

- Personen (d. h. der menschliche Stoffwechsel) die einzige zu berücksichtigende Luftverunreinigungsquelle;
- nur die Wahrnehmung nicht angepasster Personen berücksichtigt wird.

Für praktische Anwendungen sollten die vier Kategorien der Raumluftqualität jedoch mittels eines der in 5.2.5.2 bis 5.2.5.4 angegebenen Verfahren quantitativ bestimmt werden. Das Verfahren kann frei gewählt werden, muss jedoch an die Nutzung des Raumes und die Anforderungen angepasst sein. Die unterschiedlichen Verfahren lassen nicht notwendigerweise von derselben Kategorie der Raumluftqualität auf dieselbe Menge an Zuluft schließen. In besonderen Fällen können andere als die unten beschriebenen Verfahren zur quantitativen Bestimmung der RAL angewendet werden.

**ANMERKUNG** Wenn andere Quellen als Personen und Rauchen wesentlich zur Raumluftverunreinigung beitragen, gibt es zur Bestimmung der RAL-Klassierung zwei allgemeine Herangehensweisen. Sind genügend Informationen zu sämtlichen Innenraumemissionen vorhanden, können die Anforderungen an den Luftvolumenstrom nach 6.4.2.3 berechnet werden. Alternativ kann die wahrgenommene Luftqualität in Dezibel angegeben werden. Dieses Klassierungsverfahren ist in CR 1752 beschrieben. Es wird angewendet bei Aufenthaltsräumen ohne wesentliches Risiko einer Gefährdung durch Luftverunreinigungen, bei denen die stärkste Wahrnehmung nicht schon beim Betreten des Raumes erfolgt (z. B. Reizmittel, Allergene) oder die überhaupt nicht wahrgenommen werden (z. B. CO, Radon, Pathogene). Dieses Verfahren ist noch nicht allgemein anerkannt; in der Praxis kann es schwierig sein, alle erforderlichen Anwendungsparameter zu definieren; aus diesem Grund wurde das Verfahren nicht in die vorliegende Norm aufgenommen.

Es wird dringend empfohlen, Baustoffe ohne oder mit nur geringem Verunreinigungsgrad zu wählen und nicht zur Verdünnung vermeidbarer Emissionen den Volumenstrom der Außenluft zu erhöhen. Das gilt unabhängig von der zur Definition der Luftqualität gewählten Herangehensweise; Emissionen von sämtlichen Innenraumquellen, z. B. von Möbeln, Teppichen und der Lüftungs- oder Klimaanlage selbst, sollten dabei berücksichtigt werden.

Wenn die von Baustoffen ausgehenden Emissionen auf Quadratmeterbasis abgeschätzt werden können, kann ein erforderlicher Gesamt-Luftvolumenstrom durch Kombination der Anforderung je Person und der Anforderungen je m<sup>2</sup> berechnet werden. Sind Verunreinigungen vorhanden, die nicht unmittelbar wahrgenommen werden, sollte dies zusätzlich berücksichtigt werden. Alternativ kann das zum Erreichen annehmbarer Konzentrationen erforderliche Verfahren der Luftreinigung (oder der prozentualen Beseitigung) festgelegt werden. Das ist zum Beispiel bei Krankenhäusern üblich. Die Verfahren hängen vom Gebäude, den vorhandenen Verunreinigungen und den geltenden nationalen Bestimmungen ab.

Aus den oben genannten Gründen sind alle unten angegebenen Kategorien informativ.

### 5.2.5.2 Klassierung durch die CO<sub>2</sub>-Konzentration

Derzeitige Untersuchungen und praktische Anwendungen lassen darauf schließen, dass die Raumluft durch die CO<sub>2</sub>-Konzentration klassiert werden kann, wie in Tabelle 9 angegeben. CO<sub>2</sub> ist ein guter Indikator für die Emission organischer Ausdünstungen durch Menschen. Die Klassierung durch CO<sub>2</sub>-Konzentration hat sich bei Aufenthaltsräumen etabliert, in denen Rauchen nicht erlaubt ist und Verunreinigungen hauptsächlich durch menschlichen Stoffwechsel verursacht werden. Zum Vergleich sind in Tabelle 6 übliche CO<sub>2</sub>-Konzentrationen für die Außenluft angegeben.

**Tabelle 9 — CO<sub>2</sub>-Konzentration in Räumen (INFORMATIV)**

Kategorie	Erhöhung der CO <sub>2</sub> -Konzentration gegenüber der Außenluft- CO <sub>2</sub> -Konzentration, in ppm	
	Üblicher Bereich	Standardwert
RAL 1	≤ 400	350
RAL 2	400 – 600	500
RAL 3	600 – 1 000	800
RAL 4	> 1 000	1 200

**ANMERKUNG** Die auf der CO<sub>2</sub>-Konzentration beruhenden Kategorien sind nominell äquivalent zu den in Tabelle 10 für Nichtraucherbereiche angegebenen Außenluftvolumenströmen. Dieses Verfahren hat sich in der Praxis in den Fällen bewährt, in denen Räume üblicherweise dem Aufenthalt von Personen dienen, wie etwa eine normale Arbeitstätigkeit mit einer Stoffwechselrate von etwa 1,2 met in einem Büro oder zu Hause. Diese Werte werden häufig zur Auslegung der von Lüftungsanlagen verwendet. Sie müssen im Aufenthaltsbereich eingehalten werden. Bei den für Nichtraucher-Bereiche angegebenen Volumenströmen sind der menschliche Stoffwechsel und übliche Emissionen in Gebäuden mit geringer Verunreinigung berücksichtigt. Bei hohen Aktivitätsgraden (met > 1,2) sollten die Außenluftvolumenströme um einen Faktor von met/1,2 erhöht werden.

Wenn die Anzahl der Personen je Quadratmeter bekannt ist, kann die Luftqualität auch als Luftvolumenstrom je Quadratmeter angegeben werden. Dieses Verfahren kann manchmal bei der Auslegung von Anlagen für Räume angewendet werden, die nicht für den Aufenthalt von Personen bestimmt sind und keine klar definierte Nutzungsart aufweisen (z. B. Lagerräume). Die Luftvolumenströme je Bodenfläche sind in Tabelle 10 angegeben. Sie beruhen auf einer Laufzeit der Anlage von 50 % und einer Raumhöhe von bis zu 3 m. Bei einer kürzeren Laufzeit in höheren Räumen sollte der Luftvolumenstrom erhöht werden.

Tabelle 10 zeigt außerdem, wie Rauchen berücksichtigt werden kann. Sofern es keinen verlässlichen Wert dafür gibt, wie viel in einem bestimmten Raum geraucht werden wird, ist es nicht möglich, genaue Angaben in Bezug auf die Auswirkungen auf die Luftqualität zu machen. Es wird empfohlen, Raucher- und Nichtraucher-Bereiche zu definieren und die Anlage an die jeweilige Situation anzupassen.

### 5.2.5.3 Indirekte Klassierung durch den Außenluftvolumenstrom je Person

Dieses Verfahren hat sich in der Praxis in den Fällen bewährt, in denen Räume üblicherweise dem Aufenthalt von Personen dienen. Die (von der Lüftungsanlage zugeführten) Außenluftvolumenströme je Person sind für eine normale Arbeitstätigkeit mit einer Stoffwechselrate von etwa 1,2 met in einem Büro oder zu Hause in Tabelle 10 angegeben. Diese Werte werden häufig zur Auslegung der Anlage verwendet. Sie müssen im Aufenthaltsbereich eingehalten werden. Bei den für Nichtraucher-Bereiche angegebenen Volumenströmen sind der menschliche Stoffwechsel und übliche Emissionen in Gebäuden mit geringer Verunreinigung berücksichtigt. Bei hohen Aktivitätsgraden (met >1,2) sollten die Außenluftvolumenströme um einen Faktor von met/1,2 erhöht werden.

**Tabelle 10 — Außenluftvolumenströme je Person (INFORMATIV)**

Kategorie	Einheit	Außenluftvolumenstrom je Person			
		Nichtraucher-Bereich		Raucher-Bereich	
		Üblicher Bereich	Standardwert	Üblicher Bereich	Standardwert
RAL 1	$\text{l}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{Person}^{-1}$	> 15	20	>30	40
RAL 2	$\text{l}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{Person}^{-1}$	10 – 15	12,5	20 – 30	25
RAL 3	$\text{l}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{Person}^{-1}$	6 – 10	8	12 – 20	16
RAL 4	$\text{l}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{Person}^{-1}$	<6	5	< 12	10

### 5.2.5.4 Indirekte Klassierung durch den Luftvolumenstrom je Netto-Bodenfläche

Dieses Verfahren kann manchmal bei der Auslegung von Anlagen für Räume angewendet werden, die nicht für den Aufenthalt von Personen bestimmt sind und keine klar definierte Nutzungsart aufweisen (z. B. Lagerräume). Die Luftvolumenströme je Bodenfläche sind in Tabelle 11 angegeben. Sie beruhen auf einer Laufzeit von 50 % und einer Raumhöhe von bis zu 3 m. Bei einer kürzeren Laufzeit in höheren Räumen sollte der Luftvolumenstrom höher sein.

**Tabelle 11 — Volumenströme der Außenluft oder Überströmluft je Bodenfläche (Nettofläche) für Räume, die nicht für den Aufenthalt von Personen bestimmt sind (INFORMATIV)**

Kategorie	Einheit	Volumenstrom der Außen- oder Überströmluft je Netto-Bodenfläche	
		Üblicher Bereich	Standardwert
RAL 1	$\text{l}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}$	a	a
RAL 2	$\text{l}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}$	> 0,7	0,83
RAL 3	$\text{l}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}$	0,35 – 0,7	0,55
RAL 4	$\text{l}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}$	< 0,35	0,28

<sup>a</sup> Bei RAL 1 ist dieses Verfahren nicht ausreichend.

### 5.2.5.5 Klassierung durch Konzentrationen bestimmter Verunreinigungen

Dieses Klassierungsverfahren eignet sich bei signifikanten Emissionen spezifischer Verunreinigungen. Sind ausreichend Informationen über alle Emissionen im Raum vorhanden, können die Anforderungen an den Luftvolumenstrom nach 6.4.2.3 berechnet werden. Wenn der Emissionsgrad nicht bekannt ist, kann die erforderliche Luftqualität auch durch den auf Erfahrungen beruhenden Luftvolumenstrom indirekt festgelegt werden.

## 5.3 Aufgaben der Lüftungs- und Klimaanlage und Anlagentypen

Lüftungs- und Klimaanlage haben die Aufgabe, die Raumluftqualität und die thermischen Bedingungen und die Feuchte im Raum so zu beeinflussen, dass im Voraus getroffene Festlegungen erfüllt werden. Die Festlegung des Raumklimas beeinflusst den Installationspreis, die räumlichen Anforderungen für die Anlage und die Betriebskosten. Deshalb muss eine Lösung gefunden werden, die den geltenden Anforderungen entspricht.

Lüftungsanlagen bestehen aus einer Zuluft- und einer Abluftanlage und sind gewöhnlich mit Filtern für die Außenluft sowie Heiz- und Wärmerückgewinnungseinrichtungen ausgerüstet. Abluftanlagen ohne Zuluftanlage können die vorgegebenen Anforderungen nicht erfüllen. Zuluftanlagen ohne Abluftanlagen ermöglichen in der Regel keine Wärmerückgewinnung und können zu Überdruck führen, der in bestimmten Fällen eine Gefahr für die Gebäudestruktur darstellen kann.

Die Grundkategorien der Anlagenart sind abhängig von ihrer Fähigkeit, die Raumluftqualität zu regeln, sowie davon, auf welche Weise und wie weitgehend sie die thermodynamischen Eigenschaften im Raum regelt.

Mögliche Kategorien für die Steuerung und Regelung der Raumluftqualität sind in Tabelle 12 angegeben. Möglichkeiten zur Verringerung des Energieverbrauchs bei bedarfsgeregelter Lüftung sind in A.11 (Anhang A) vorgestellt.

Tabelle 12 — Mögliche Arten der Steuerung und Regelung der Raumluftqualität (RAL-C)

Kategorie	Beschreibung
RAL – C1	<b>Keine Steuerung</b> Die Anlage läuft konstant.
RAL – C2	<b>Manuelle Steuerung</b> Die Anlage unterliegt einer manuellen Schaltung.
RAL – C3	<b>Zeitsteuerung</b> Die Anlage wird nach einem vorgegebenen Zeitplan betrieben.
RAL – C4	<b>Anwesenheitskontrolle</b> Die Anlage wird abhängig von der Anwesenheit von Personen betrieben (Lichtschalter, Infrarotsensoren usw.).
RAL – C5	<b>Präsenzkontrolle (Anzahl der Personen)</b> Die Anlage wird abhängig von der Anzahl der im Raum anwesenden Personen betrieben.
RAL – C6	<b>Direktregelung</b> Die Anlage wird durch Sensoren geregelt, die Raumluftparameter oder angepasste Kriterien messen (z. B. CO <sub>2</sub> -, Mischgas- oder VOC-Sensoren). Die angewendeten Parameter müssen an die Art der im Raum ausgeübten Tätigkeit angepasst sein.

Welches Regelungssystem (einschließlich manueller Steuerung) auch angewendet wird, eine bessere Effizienz lässt sich im Allgemeinen durch Anwendung einer vorausschauenden Regelung erreichen. Dies ist möglich in der Kategorie RAL-C6 und in begrenztem Umfang in den Kategorien RAL-C2 bis C5. Das kann zum Beispiel bedeuten, dass die Zunahme der Verunreinigung verfolgt wird und der Luftvolumenstrom geringfügig erhöht wird, bevor eine Konzentrationsgrenze überschritten wird, und nicht erst nach dem Überschreiten der Konzentrationsgrenze die Lüftung bedeutend zu erhöhen.

Das thermische Umgebungsklima in einem Raum kann entweder durch die Lüftungsanlage allein oder in Verbindung mit anderen Einrichtungen, wie Kühl-/Heizdecken, -böden usw. geregelt werden. Auf dieser Grundlage werden die beiden Grundanlagenarten nach Tabelle 13 verwendet. Weitere Informationen zu Anlagenarten sind in prEN EPBD WI 12, Kapitel 14, enthalten.

Tabelle 13 — Grundarten von Anlagen entsprechend den Möglichkeiten zur Regelung des Umgebungsklimas in einem Raum

Beschreibung	Name der Anlagenart
Regelung durch die Lüftungsanlage allein	Nur-Luftanlagen
Regelung durch die Lüftungsanlage in Verbindung mit anderen Einrichtungen (z. B. Heizvorrichtungen, Kühldecken, Radiatoren)	Mischanlagen

Mögliche Behandlungen der Luft zur Veränderung des hygrothermalen Umgebungsklimas sind: Heizen, Kühlen, Befeuchten und Entfeuchten. Für eine Klassierung ist eine Funktion nur dann gültig, wenn die Anlage in der Lage ist, diese Funktion so zu regeln, dass die vorgegebenen Bedingungen im Raum hinsichtlich der Grenzen erfüllt werden können. Dies bedeutet, dass zum Beispiel eine unregelmäßige Entfeuchtung in einer Kühleinheit nicht als Entfeuchtung im vorgenannten Sinne gerechnet werden kann.

Die Definitionen der Grundarten von Anlagen entsprechend der Fähigkeit zur Regelung der Temperatur und des Feuchtegehaltes im Raum sind in Tabelle 14 angegeben.

**Tabelle 14 — Grundarten von Anlagen entsprechend der Funktion**

Kategorie	Anlagengeregelte Funktion					Name der Anlage
	Lüftung	Heizung	Kühlung	Befeuchtung	Entfeuchtung	
THM – C0	x	—	—	—	—	Einfache Lüftungsanlage
THM – C1	x	x	—	—	—	Lüftungsanlage mit der Funktion Heizen oder Luftheizungsanlage
THM – C2	x	x	—	x	—	Einfache Klimaanlage mit der Funktion Befeuchten
THM – C3	x	x	x	—	(x)	Einfache Klimaanlage mit der Funktion Kühlen
THM – C4	x	x	x	x	(x)	Einfache Klimaanlage mit der Funktion Kühlen und Befeuchten
THM – C5	x	x	x	x	x	Klimaanlage mit allen Funktionen
Legende	— von der Anlage nicht beeinflusst x durch die Anlage geregelt und im Raum sichergestellt (x) durch die Anlage beeinflusst, jedoch ohne Garantiewerte im Raum Die Kategorie THM–C5 ist nur zu wählen, wenn eine geregelte Entfeuchtung tatsächlich erforderlich ist.					

#### 5.4 Druckbedingungen im Raum

Um die Strömungsrichtung und die Verteilung von Emissionen zwischen Bereichen im Gebäude und/oder zwischen Gebäude und dem Freien zu regeln, werden Druckbedingungen durch unterschiedliche Zuluft- und Abluftströme geschaffen. Mögliche Kategorien für Druckbedingungen sind in Tabelle 15 angegeben.

**Tabelle 15 — Druckbedingungen im Raum**

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

Die Wahl der Drücke hängt von der Anwendung ab. In manchen Fällen sind mehrere Stufen von Unter- und Überdrücken erforderlich, um die Luftströmung zwischen allen Bereichen im Gebäude zu regeln. Wenn die geforderten Drücke auch bei Windeinwirkung sicherzustellen sind, muss die Gebäudehülle nach A.9 (Anhang A) luftdicht sein. In der Regel werden die vorgeschlagenen Strömungsrichtungen bei ungestörten Bedingungen und nicht die definierten Drücke festgelegt. Bei einem kalten Umgebungsklima kann ein Überdruck im Gebäude zu Schäden an der Gebäudestruktur führen.

Wurden keine Angaben gemacht, gilt Kategorie PC 3.

## 5.5 Spezifische Ventilatorleistung

Die Klassierung der spezifischen Ventilatorleistung (für jeden Ventilator) ist in Tabelle 16 angegeben (Klassierung je Ventilator). Wurden keine Angaben gemacht, sind die in Tabelle 17 angegebenen Standardwerte anzuwenden.

**Tabelle 16 — Klassierung der spezifischen Ventilatorleistung**

Kategorie	$P_{SFP}$ in (W/m <sup>3</sup> /s)
<i>SFP</i> 1	< 500
<i>SFP</i> 2	500 – 750
<i>SFP</i> 3	750 – 1 250
<i>SFP</i> 4	1 250 – 2 000
<i>SFP</i> 5	2 000 - 3 000
<i>SFP</i> 6	3 000 – 4 500
<i>SFP</i> 7	>4 500

Die spezifische Ventilatorleistung hängt vom Druckabfall, dem Wirkungsgrad des Ventilators und der Auslegung von Motor und Antriebssystem ab. Beruhend auf der Klassierung nach Tabelle 16 enthält Tabelle 17 Beispiele für die *SFP* in üblichen Anwendungen. Anhang D enthält Leitlinien zur Bewertung des Leistungsgrades von Ventilatoren und Luftbehandlungseinheiten — auch auf Anlagen- und Gebäudeebene — bei einem geringen allgemeinen Energieverbrauch.

**Tabelle 17 — Beispiele für die *SFP*-Kategorie**

Anwendung	<i>SFP</i> -Kategorie für jeden Ventilator	
	Üblicher Bereich	Standardwert
Zuluftventilator oder Abluftventilator		
— komplexe HLK-Anlage	<i>SFP</i> 1 bis <i>SFP</i> 5	<i>SFP</i> 4
— einfache Lüftungsanlage	<i>SFP</i> 1 bis <i>SFP</i> 4	<i>SFP</i> 3
Abluftventilator		
— komplexe HLK-Anlage	<i>SFP</i> 1 bis <i>SFP</i> 5	<i>SFP</i> 3
— einfache Lüftungsanlage	<i>SFP</i> 1 bis <i>SFP</i> 4	<i>SFP</i> 2

### 5.5.1.1 Zusätzliche spezifische Ventilatorleistung

Beruhend auf der Klassierung nach den Tabellen 16 und 17 enthält Tabelle 18 Beispiele für die zusätzliche  $P_{SFP}$  bei besonderen Anwendungen. Die  $P_{SFP}$  und die *SFP*-Kategorie können sich durch die zusätzlichen Druckverluste des speziellen Bauteils erhöhen.



**Tabelle 18 — Erweiterte SFP bei zusätzlichen Bauteilen**

Bauteil	$P_{SFP}$ in (W/m <sup>3</sup> /s)
Zusätzliche mechanische Filterstufe	+300
Schwebstofffilter	+1 000
Gasfilter	+300
Hocheffiziente Wärmerückgewinnung (H2-H1) <sup>a</sup>	+300
Hochleistungskühler	+300
<sup>a</sup> Klasse H2-H1 nach prEN 13053.	

## 5.6 Wärmerückgewinnung

Wenn Heizen oder Kühlen der Zuluft erforderlich ist, sollte die Installation einer Wärmerückgewinnungsanlage in Betracht gezogen werden. Die Wärmerückgewinnungsanlage ist in prEN 13053rev in Kapitel 6.5, Tabelle 5 und Tabelle 6 beschrieben. Die Klasse ist nach dem in prEN 13053rev beschriebenen Verfahren zu wählen. Klasse H3 ist als Standardwert zu verwenden.

Ausnahmen sind Fälle mit hohem Abwärmeeinfall oder Sonderfälle, bei denen die Installation einer Wärmerückgewinnungsanlage nicht wirtschaftlich wäre, wie zum Beispiel bei sehr kurzen Laufzeiten oder bei bestehenden Anlagen mit begrenztem Platz.

Der Energiegewinn der Wärmerückgewinnung ist nach prEN EPBD WI 20/21 zu bestimmen, wobei die Bemessungsdaten der nach EN 308 geprüften Wärmeaustauscher als Grundlage zu verwenden sind. In EN 308 sind darüber hinaus die Kategorien der Wärmerückgewinnungseinrichtungen angegeben.

Sofern maßgeblich, sollte die Funktionsfähigkeit bei niedrigen Außentemperaturen und die Wirksamkeit der Enteisungseinrichtungen nach EN 13053, Anhang A, geprüft werden.

Abschnitt A.4 (Anhang A) enthält Leitlinien zur Dimensionierung der Druckbedingungen einer mit Wärmerückgewinnung ausgerüsteten Anlage.

## 6 Raumklima

### 6.1 Allgemeines

Lüftungs- und Klimaanlage beeinflussen die folgenden Parameter:

- Raumklima;
- Raumluftqualität;
- Raumluftfeuchte;
- Akustik im Raum.

Es ist jedoch zu berücksichtigen, dass Behaglichkeit und Leistungsfähigkeit von Personen in einem Raum auch von folgenden Einflüssen abhängen:

- Art der Tätigkeit und Gestaltung des Arbeitsplatzes;
- Beleuchtung und Farben;

- Raumgröße und Möbeleinrichtung;
- Sicht nach außen;
- Arbeitsbedingungen und Arbeitsverhältnis;
- individuelle Faktoren.

Die Auslegungskriterien für das Raumklima basieren auf Vereinbarungen zwischen Auftraggeber und Planer. Typische Auslegungsbedingungen sind in 6.3 bis 6.7 angegeben; weitere Leitlinien zur Luftqualität sind in 5.2 enthalten. Die vereinbarten Anforderungen an das Raumklima, die Raumluftqualität, die Raumluftfeuchte und die Akustik im Raum müssen im Aufenthaltsbereich entsprechend 6.2 erfüllt werden. Jede Anlage muss für die spezifischen Anforderungen des Projektes ausgelegt sein.

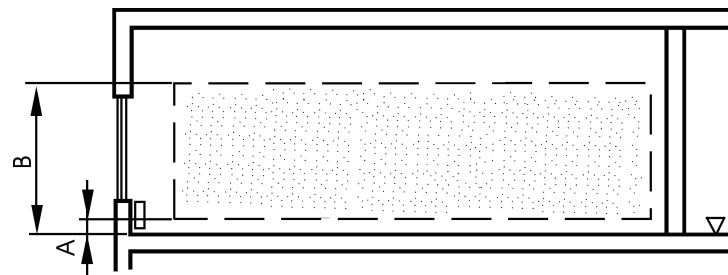
## 6.2 Aufenthaltsbereich

Die Anforderungen an das Raumklima sind im Aufenthaltsbereich zu erfüllen. Dies bedeutet, dass alle Messungen, die die Behaglichkeitskriterien betreffen, auf diesen Bereich zu beziehen sind. Um diese Anforderungen zu bewerten, kann zwar der gesamte Raum zu Grunde gelegt werden, die Behaglichkeitskriterien sind jedoch jenseits des Aufenthaltsbereiches nicht sichergestellt.

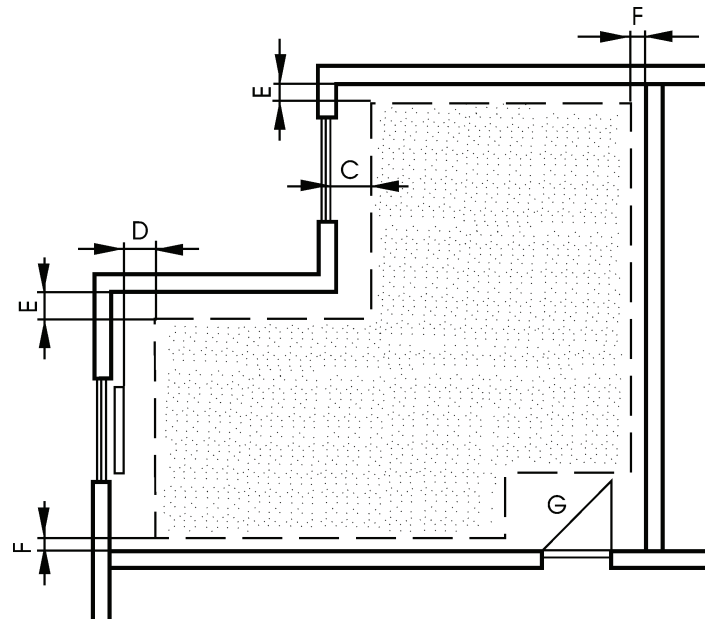
Übliche Maße zur Definition des Aufenthaltsbereiches sind in Tabelle 19 angegeben und in Bild 2 dargestellt.

**Tabelle 19 — Maße zur Definition des Aufenthaltsbereiches (INFORMATIV)**

Abstand von der folgenden Innenfläche		Üblicher Bereich (m)	Standardwert (m)
Fußboden (untere Begrenzung)	A	0,00 bis 0,20	0,05
Fußboden (obere Begrenzung)	B	1,30 bis 2,00	1,80
Außenfenster und -türen	C	0,50 bis 1,50	1,00
Heiz- und/oder Klima-Geräte	D	0,50 bis 1,50	1,00
Außenwand	E	0,15 bis 0,75	0,50
Innenwand	F	0,15 bis 0,75	0,50
Türen, Durchgangsbereiche usw.	G	besondere Vereinbarung	—



Vertikalschnitt



Grundriss

**Legende**

- A Vertikalschnitt
- B Grundriss

**Bild 2 — Darstellung des Aufenthaltsbereiches**

Wenn Außenwände mit Fenstern zu berücksichtigen sind, gilt für die gesamte Oberfläche das Bauteil mit dem größten Abstand.

Es sollte darauf geachtet werden, dass es in Räumen mit niedrigen Decken (Raumhöhe unter 2,5 m) schwierig sein könnte, die Anforderung bezüglich einer oberen Begrenzung von 2,0 m zu erfüllen.

In den nachfolgend genannten Bereichsarten sollten besondere Vereinbarungen getroffen werden, da es auch dort schwierig sein könnte, die Anforderungen an das Raumklima – besonders im Hinblick auf Zugserscheinungen und Temperatur – zu erfüllen:

- a) Durchgangsbereiche;
- b) Bereiche in der Nähe von Türen, die oft benutzt werden oder offen stehen;
- c) Bereiche in der Nähe von Zuluftdurchlässen;
- d) Bereiche in der Nähe von Einrichtungen mit hoher Wärmelast oder hohem Luftvolumenstrom.

Wenn nicht anders vereinbart, gehören die Bereiche unter a) und b) nicht zum Aufenthaltsbereich; die Bereiche unter c) und d) werden jedoch als Teile des Aufenthaltsbereiches betrachtet.

Wenn für die Nutzung eines Raumes nicht die Raummaße, sondern andere Faktoren maßgebend sind, kann der Aufenthaltsbereich nach den festgelegten Arbeitsbereichen und den darin befindlichen Einrichtungen oder nach der Lage des Atmungsgebietes definiert werden, je nachdem, was zwischen Planer und Auftraggeber vereinbart wurde.

### 6.3 Thermisches Raumklima

#### 6.3.1 Allgemeines

Die folgenden Angaben beruhen auf EN ISO 7730 und gelten für typische Anwendungen, wie zum Beispiel Bürogebäude usw.

#### 6.3.2 Auslegungsbedingungen

Die wichtigsten Auslegungsbedingungen in Bezug auf das Raumklima betreffen die Bekleidung und die Aktivität der sich im Raum aufhaltenden Personen. Typische Werte für Bürogebäude oder ähnliche Arbeitsplätze für sitzende Tätigkeiten sind in Tabelle 20 angegeben.

**Tabelle 20 — Auslegungsvoraussetzungen für Bekleidung und Aktivität in Bürogebäuden (INFORMATIV)**

Parameter	Üblicher Bereich (clo)	Standardwert für die Auslegung
Bekleidung	Sommer: 0,5 bis 0,7	Sommer: 0,5 clo
	Winter: 0,8 bis 1,0	Winter: 1,0 clo
Aktivität (siehe Tabelle 25)	1,0 met bis 1,4 met	1,2 met

Der Wärmeaustausch des menschlichen Körpers durch Strahlung hängt von der Temperatur der umgebenden Oberflächen ab, während der Wärmeaustausch durch Konvektion von der Lufttemperatur und Luftgeschwindigkeit abhängig ist. Thermische Behaglichkeit bei bestimmter Bekleidung und bestimmter Aktivität wird deshalb hauptsächlich von der operativen Temperatur und der Luftgeschwindigkeit beeinflusst. Weitere Einflüsse, wie der vertikale Lufttemperaturgradient, warme und kalte Fußböden sowie Strahlungsasymmetrie sind nur in bestimmten Anwendungsfällen zu prüfen.

Grundsätzliche Informationen dazu sind in EN ISO 7730, EN ISO 8990 und prEN ISO 9920 enthalten.

#### 6.3.3 Lufttemperatur und operative Temperatur

**ANMERKUNG** In den meisten Fällen kann die mittlere Raumlufttemperatur als Auslegungstemperatur verwendet werden; aber insbesondere dann, wenn die Temperaturen großer Raumboflächen sich wesentlich von den Lufttemperaturen unterscheiden, sollte die operative Temperatur verwendet werden.

Bei den meisten Anwendungen innerhalb des Anwendungsbereiches dieser Norm sind die Luftgeschwindigkeiten gering ( $< 0,2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ), und es bestehen ebenfalls nur geringe Unterschiede zwischen der Lufttemperatur und der mittleren Strahlungstemperatur im Raum ( $< 4 \text{ }^\circ\text{C}$ ). Daher ist in dieser Norm die operative Temperatur für einen bestimmten Ort im Raum wie folgt definiert:

$$\theta_o = \frac{\theta_a + \theta_r}{2} \quad (3)$$

Dabei ist

- $\theta_o$  die operative Temperatur am betrachteten Ort im Raum;
- $\theta_a$  die Raumlufthtemperatur;
- $\theta_r$  die mittlere Strahlungstemperatur aller Oberflächen (Wände, Fußboden, Decke, Fenster, Heizkörper usw.) bezogen auf den betrachteten Ort im Raum.

Weitere Angaben zur operativen Temperatur sind in EN ISO 7726 und EN ISO 7730 enthalten.

Unter Berücksichtigung der Standardwerte für Bürogebäude nach Tabelle 20 beträgt die optimale operative Temperatur 24,5 °C im Sommer und 21,5 °C im Winter. Der Planer sollte für das tatsächliche betrachtete Gebäude möglichst projektbezogene Auslegungswerte anwenden und sich nicht auf Standardwerte oder Tabellen mit üblichen Werten verlassen. Er sollte außerdem berücksichtigen, dass Temperaturanforderungen von der Anpassung der Nutzer abhängen, zum Beispiel durch die Wahl der clo-Werte und den Sitz der Bekleidung. Diese Aspekte schwanken mit dem üblichen Außenklima merklich; daher können Kenntnisse der regionalen Bedingungen, die zu einer thermischen Behaglichkeit führen, angewendet werden. Lokale Vorschriften haben Vorrang. Falls keine anderen Vereinbarungen getroffen wurden, muss die Auslegung der Anlage jedoch auf den in Tabelle 21 angegebenen Werten beruhen.

**Tabelle 21 — Auslegungswerte für die operative Temperatur in Bürogebäuden (INFORMATIV)**

Bedingungen	Üblicher Bereich (°C)	Standardwert für die Auslegung (°C)
Winterbetrieb mit Heizung	$\theta_o = 19$ bis $24$	$\theta_o = 21^a$
Sommerbetrieb mit Kühlung	$\theta_o = 23$ bis $26$	$\theta_o = 26^b$
<sup>a</sup> Bei Auslegungsbedingungen im Winter. Mindesttemperatur am Tag. <sup>b</sup> Bei Auslegungsbedingungen im Sommer. Höchsttemperatur am Tag.		

Wenn nicht anders vereinbart, muss die festgelegte operative Temperatur für einen Bereich in der Mitte des Raumes bei einer Höhe von 0,6 m über dem Boden gelten.

Auf der Grundlage von vereinbarten Auslegungswerten können Planer und Auftraggeber einen Zeitraum festlegen, in dem die Auslegungswerte überschritten werden dürfen (z. B. Stunden je Tag oder Tage je Jahr).

### 6.3.4 Luftgeschwindigkeiten und Zugluftrisiko

Die annehmbare mittlere Luftgeschwindigkeit ist vom Zugluftrisiko (Prozentsatz von Personen, die auf Grund von Zugluft unzufrieden sind), der Lufttemperatur und dem Turbulenzgrad abhängig. Diese Abhängigkeit ist wie folgt in EN ISO 7730 beschrieben:

$$DR = (34 - \theta_a) (v - 0,05)^{0,62} (0,37 \cdot v \cdot TU + 3,14) \tag{4}$$

Dabei ist

- $DR$  das Zugluftrisiko, in %;
- $\theta_a$  die lokale Lufttemperatur, in °C (19 °C bis 27 °C);
- $v$  die lokale mittlere Luftgeschwindigkeit, in  $m \cdot s^{-1}$ ;
- $TU$  der lokale Turbulenzgrad, in % (30 % bis 60 % bei Mischstrom-Verteilung).

Unter der Voraussetzung, dass keine besonderen Vereinbarungen getroffen wurden, sind auf der Basis der vorgenannten Grundsätze die Werte nach Tabelle 22 anzuwenden; dabei sind die Auslegungs-Raumlufttemperaturen nach 6.3.3, ein Zugluftrisiko von 10 % bis 20 % und ein Turbulenzgrad von 40 % (Mischluft) anzusetzen.

ANMERKUNG Weitere Leitlinien zur Abschätzung des Zugluftrisikos sind in WI 156051 enthalten.

**Tabelle 22 — Auslegungswerte für die lokale Luftgeschwindigkeit (Mittelwerte in  $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$  bei einer Messung über drei Minuten, die nach EN 13182 erfolgt ist) (INFORMATIV)**

Lokale Lufttemperatur (°C)	Üblicher Bereich	Standardwert (DR = 15 %)
$\theta_a = 20$	0,10 bis 0,16	$v \leq 0,13$
$\theta_a = 21$	0,10 bis 0,17	$v \leq 0,14$
$\theta_a = 22$	0,11 bis 0,18	$v \leq 0,15$
$\theta_a = 24$	0,13 bis 0,21	$v \leq 0,17$
$\theta_a = 26$	0,15 bis 0,25	$v \leq 0,20$

ANMERKUNG Bei individueller Luftvolumenstromregelung oder zeitlich begrenzter Intensivlüftung sind höhere Werte zulässig.

Die vereinbarten Werte müssen bei normalem Betrieb immer erfüllt sein. Dies bedeutet, dass die Anlage und deren Luftdurchlässe entsprechend ausgelegt sein müssen.

## 6.4 Raumlufqualität

Die üblichen Bereiche und Standardwerte sind normativ; sofern keine anderen Werte festgelegt sind, sollten die Standardwerte verwendet werden.

### 6.4.1 Auslegungskriterien

Die wichtigsten Auslegungskriterien bezüglich Raumlufqualität sind Angaben zur Personenbelegung, ob Rauchverbot besteht oder nicht sowie zu Emissionsquellen außer dem menschlichen Stoffwechsel und dem Rauchen. Weiterhin sollte berücksichtigt werden, dass mit steigender Temperatur und Feuchte die Luftqualität wahrscheinlich negativer empfunden wird.

Übliche Werte für die Personenbelegung sind in Tabelle 23 angegeben. Die Auslegung muss sich auf möglichst reale Projektdaten stützen. Falls jedoch keine Werte angegeben sind, gelten die Standardwerte nach Tabelle 23. Wenn keine Informationen bezüglich Raucherlaubnis vorliegen, muss vorausgesetzt werden, dass das Rauchen in allen in Tabelle 23 angegebenen Nutzungsarten nicht erlaubt ist. Ist das Rauchen gestattet, wird dringend empfohlen, eine eindeutige Unterscheidung zwischen Raucher- und Nichtraucher-Bereichen zu treffen.

**Tabelle 23 — Auslegungskriterien für die Netto-Bodenfläche je Person (INFORMATIV)**

Nutzungsart	Bodenfläche je Person in m <sup>2</sup> · Person <sup>-1</sup> <sup>a</sup>	
	Üblicher Bereich	Standardwert
Großraumbüro	7 bis 20	12
Einzel- oder Gruppenbüro	8 bis 12	10
Sitzungsraum	2 bis 5	3,0
Kaufhaus	3 bis 8	4,0
Klassenraum	2 bis 5	2,5
Krankenhausstation	5 bis 15	10
Hotelzimmer	5 bis 20	10
Restaurant	1,2 bis 5	1,5

<sup>a</sup> Netto-Bodenfläche je Raum.

Emissionen aus Quellen, die nicht zum menschlichen Stoffwechsel gehören, sowie Rauchen sind so genau wie möglich anzugeben. Wurden keine Angaben gemacht, muss mit dem Auftraggeber vereinbart werden, dass keine weiteren Emissionen berücksichtigt werden.

#### 6.4.2 Zuluftvolumenströme

##### 6.4.2.1 Allgemeines

Der Luftvolumenstrom (Außen- und Zuluftvolumenstrom) ist nach folgenden Kriterien zu bestimmen:

- Personenbelegung mit oder ohne Rauchen;
- weitere bekannte Emissionen;
- Heiz- oder Kühllast, die durch die Lüftung zu übernehmen ist.

Um einen unkontrollierten Verlust an Zuluft zu vermeiden, müssen die Leitungen in ausreichendem Maße luftdicht sein. Verfahren zur Abschätzung der Auswirkung von Undichtheiten in Luftleitungen und Luftbehandlungseinheiten sind in prEN EPBD WI 19 beschrieben; siehe auch A.8.

##### 6.4.2.2 Personenbelegung

Der für die Personenbelegung erforderliche Außenluftvolumenstrom ist mit den Angaben aus 5.2.5 oder durch spezifische Volumenstromwerte aus Vorschriften bzw. auf Grund von Erfahrungswerten zu ermitteln.

##### 6.4.2.3 Weitere bekannte Emissionen

Die Verdünnung einer bekannten Emission ergibt sich wie folgt aus dem erforderlichen Luftvolumenstrom für die Emissionsrate und der zulässigen Konzentrationen im Raum:

$$q_{v,ZUL} = \frac{q_{m,E}}{c_{RAL} - c_{ZUL}} \quad (5)$$

Dabei ist

- $q_{v,ZUL}$  der Zuluftvolumenstrom, in  $m^3 \cdot s^{-1}$ ;
- $q_{m,E}$  der Massenstrom der Emission im Raum, in  $mg \cdot s^{-1}$ ;
- $c_{RAL}$  die zulässige Konzentration im Raum, in  $mg \cdot m^{-3}$ ;
- $c_{ZUL}$  die Konzentration in der Zuluft, in  $mg \cdot m^{-3}$ .

Bei unterschiedlichen Verunreinigungen ist es erforderlich, alle bedeutsamen Verunreinigungen zu überprüfen, um die kritischste Verunreinigung ermitteln zu können. In der Regel ist die Reduktion der Emissionen an deren Quelle einer Verdünnung vorzuziehen.

Die vorstehend angegebene Gleichung (5) gilt für einen stationären Zustand (Standardzustand) bei einer lange andauernden konstanten Emission. Bei einer kurzen Emissionsperiode wird die stationäre Beharrungskonzentration eventuell nicht erreicht und der Luftstrom kann für einen bestimmten maximalen Konzentrationsgrad reduziert werden. Der zeitliche Verlauf der Konzentration im Raum ergibt sich aus folgender Gleichung (Zuluftvolumenstrom = Abluftvolumenstrom):

$$c_{RAL}(t) - c_{ZUL} = c_{RAL}(0) + \frac{q_{m,E}}{q_{v,ZUL}} \left( 1 - e^{-\frac{q_{v,ZUL}}{V_r} t} \right) \quad (6)$$

Dabei ist

- $c_{RAL}(t)$  die Konzentration im Raum zur Zeit  $t$ , in  $mg \cdot m^{-3}$ ;
- $c_{ZUL}$  die Konzentration in der Zuluft, in  $mg \cdot m^{-3}$ ;
- $c_{RAL}(0)$  die Konzentration im Raum zu Beginn ( $t = 0$ ), in  $mg \cdot m^{-3}$ ;
- $q_{v,ZUL}$  der Zuluftvolumenstrom, in  $m^3 \cdot s^{-1}$ ;
- $q_{m,E}$  der Massenstrom der Emission im Raum, in  $mg \cdot s^{-1}$ ;
- $V_r$  das Luftvolumen im Raum, in  $m^3$ ;
- $t$  die Zeit, in s.

#### 6.4.2.4 Heiz- und Kühllast

Manchmal wird der Luftvolumenstrom der Lüftungsanlage durch die Heiz- oder Kühllast bestimmt. Wenn aus diesem Grund der Luftvolumenstrom viel höher ist als in 6.4.2.2 angegeben, könnte eine Alternativlösung zur Wärmeabfuhr zweckmäßiger sein

Der erforderliche Luftvolumenstrom für Heizung oder Kühlung wird aus folgender Gleichung berechnet:

$$q_{v,ZUL} = \frac{\Phi}{\rho \cdot c_p |\theta_{a,RAL} - \theta_{ZUL}|} \quad (7)$$



Dabei ist

- $q_{V,ZUL}$  der Zuluftvolumenstrom, in  $m^3 \cdot s^{-1}$ ;
- $\Phi$  die thermische Last, in W;
- $\rho$  die Luftdichte, in  $kg \cdot m^{-3}$ ;
- $c_p$  die Wärmekapazität der Luft, in  $J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$ ;
- $\theta_{a,RAL}$  die Temperatur der Raumluft, in °C;
- $\theta_{ZUL}$  die Temperatur der Zuluft, in °C.

Die Dichte und die thermische Kapazität der Luft sind von deren Temperatur und Druck abhängig. Die Berechnung ist mit den tatsächlich geltenden Werten durchzuführen.

### 6.4.3 Abluftvolumenströme

In einer Lüftungsanlage maschineller Be- und Entlüftung ist der Abluftvolumenstrom durch den Zuluftvolumenstrom und die erforderlichen Druckbedingungen gegeben.

Bei Abluftanlagen müssen die Abluftvolumenströme nach den in 6.4.2.2 bis 6.4.2.4 angegebenen Grundsätzen berechnet werden. Übliche Auslegungswerte für Küchen und Toiletten/Waschräume sind in Tabelle 24 angegeben. Die Abluft kann durch Außenluft oder durch Luft aus anderen Räumen ersetzt werden (siehe Tabelle A.2). Bei spezialisierten Anwendungen (z. B. einige Industrie- und Krankenhausgebäude) müssen die Abluftvolumenströme entsprechend den besonderen Erfordernissen berechnet werden, wobei auch der mögliche Einfluss auf das äußere Umgebungsklima berücksichtigt werden muss. Dies liegt außerhalb des Anwendungsbereiches dieser Norm.

**Tabelle 24 — Auslegungswerte für Abluftvolumenströme (INFORMATIV)**

Nutzungsart	Einheit	Üblicher Bereich	Standardwert für die Auslegung
Küche			
– einfache Nutzung (z. B. Küche für die Zubereitung heißer Getränke)	$l \cdot s^{-1}$	>20	30
– berufliche Nutzung	a	a	a
Toilette/Waschraum <sup>b</sup>			
– je Raum	$l \cdot s^{-1}$	>6,7	10
– je Fußbodenfläche	$l \cdot s^{-1} \cdot m^{-2}$	>1,4	2,0
<sup>a</sup> Die Abluftvolumenströme für die Küchen sind entsprechend den besonderen Anforderungen auszulegen. <sup>b</sup> Mindestens 50 % der Zeit in Betrieb. Bei kürzeren Laufzeiten sind höhere Volumenströme erforderlich. Niedrigere Werte sind bei Direktabsaugung an der Toilette möglich (üblicher Wert: $3 l^3 \cdot s^{-1}$ bis $6 l^3 \cdot s^{-1}$ je Toilette).			

## 6.5 Raumlufffeuchte

Innerhalb des üblichen Raumluff-Temperaturbereiches zwischen 20 °C und 26 °C spielt Verdunstung eine geringere Rolle bei der Thermoregulation des menschlichen Körpers. Deshalb entstehen in der Regel kaum Probleme bezüglich thermischer Behaglichkeit, wenn die relative Feuchte zwischen 30 % und 70 % liegt. Eine Regelung der Feuchte ist üblicherweise nur in besonderen Gebäuden wie Museen, einigen Gesundheitseinrichtungen usw. erforderlich.

Die untere Grenze von 30 % bei Winterbedingungen wird empfohlen, um trockene Augen und Schleimhautreizungen zu vermeiden. In extremen Klimaten ist eine geringere Feuchte für einen begrenzten Zeitraum jedoch zu tolerieren; dieser Zeitraum ist zwischen Auftraggeber und Planer unter Berücksichtigung lokaler Vorschriften und Präferenzen zu vereinbaren. Beschwerden über trockene Raumluff haben ihre Ursache häufig in Staub oder anderen Verschmutzungen in der Luft. Auf Grund zu hoher Raumtemperaturen und/oder Außenluftvolumenströme ist die relative Feuchte oft zu gering. Alle diese Ursachen sollten vor einer Befeuchtung in Betracht gezogen werden.

Da eine hohe relative Feuchte das Wachstum von Pilzen und Hausstaubmilben begünstigt und den Verfall von Baustoffen beschleunigt, sollten längere Zeiträume mit einer zu hohen relativen Feuchte vermieden werden. Eine zu hohe Konzentration dieser Organismen kann außerdem eine Gefahr für empfindliche Personen bedeuten und sollte deshalb vermieden werden. Es wird empfohlen, die Entfeuchtung bei Sommerauslegung mit einem Standardsollwert der relativen Feuchte von 60 % zu ermitteln.

Falls keine anderen Angaben vorliegen, ist bei der Auslegung davon auszugehen, dass außer der Personenbelegung, der Zuluft sowie der Luft aus Infiltration keine weiteren Feuchtigkeitsquellen vorhanden sind.

ANMERKUNG Weitere Leitlinien zu Sollwerten für die Be- und Entfeuchtung sind in prEN EPBD WI 31 enthalten.

## 6.6 Akustik im Raum

Zulässige A-bewertete Schalldruckpegel, die durch die Lüftungs- oder Klimaanlage und weitere Anlagen in verschiedenen Raumarten entstehen und/oder übertragen werden, sind in Tabelle 25 angegeben. Diese Werte sind Mittelwerte und gelten ohne äußere oder durch Nutzung des Raumes hervorgerufene Geräuschquellen. Bei den Werten sind Möbel, jedoch nicht die Personen im Raum, berücksichtigt.

ANMERKUNG 1 Die Werte können überschritten werden, wenn die Person im Raum den Betrieb der Anlage steuern kann. Zum Beispiel kann eine Klimaanlage einen höheren Schalldruckpegel erzeugen, wenn sie durch die Person im Raum geregelt wird; jedoch sollte auch in diesem Fall ein Anstieg des Schalldruckpegels über die Standardwerte begrenzt werden, zum Beispiel auf 10 dB(A).

ANMERKUNG 2 Es können auch andere Skalen für den Schalldruckpegel angewendet werden.

Tabelle 25 — Zulässiger A-bewerteter Schalldruckpegel (INFORMATIV)

Gebäude	Raumart	Schalldruckpegel [dB(A)]	
		Üblicher Bereich	Standardwert
Kinderfürsorge-Einrichtungen	Kindergärten	30 bis 45	40
	Kindertagesstätten	30 bis 45	40
Versammlungsstätten	Hörsäle	30 bis 35	33
	Bibliotheken	28 bis 35	30
	Kinos	30 bis 35	33
	Gerichtssäle	30 bis 40	35
	Museen	28 bis 35	30
Gewerbliche Räume	Einzelhandelsläden	35 bis 50	40
	Kaufhäuser	40 bis 50	45
	Supermärkte	40 bis 50	45
	EDV-Räume, groß	40 bis 60	50
	EDV-Räume, klein	40 bis 50	45
Krankenhäuser	Flure	35 bis 45	40
	OP-Räume	30 bis 48	40
	Stationen	25 bis 35	30
	Bettzimmer, nachts	20 bis 35	30
	Bettzimmer, am Tag	25 bis 40	30
Hotels	Foyers	35 bis 45	40
	Empfangsräume	35 bis 45	40
	Zimmer (während der Nacht)	25 bis 35	30
	Zimmer (am Tag)	30 bis 40	35
Büros	kleine Büros	30 bis 40	35
	Konferenzräume	30 bis 40	35
	Großraumbüros	35 bis 45	40
	Bürozellen	35 bis 45	40
Restaurants	Cafeterias	35 bis 50	40
	Speiseräume	35 bis 50	45
	Küchen	40 bis 60	55
Schulen	Klassenräume	30 bis 40	35
	Gänge	35 bis 50	40
	Turnhallen	35 bis 45	40
	Lehrerzimmer	30 bis 40	35
Sport	geschlossene Sportstadien	35 bis 50	45
	Schwimmhallen	40 bis 50	45
Allgemeines	Toiletten	40 bis 50	45
	Umkleideräume	40 bis 50	45

## 6.7 Innere Wärmelasten

### 6.7.1 Allgemeines

Angaben über die Wärmelasten von Personen, Beleuchtung und Ausrüstung sind in 6.7.2 bis 6.7.4 enthalten. Für die Auslegung der Lüftungs- und Klimaanlage ist es erforderlich, realistische innere Wärmelasten mit zeitlichen Angaben bezüglich Entstehung und Wirkung zu definieren.

**ANMERKUNG** Eine Überbewertung von inneren Wärmelasten könnte zu unnötig hohen Investitions- und Betriebskosten führen, andererseits könnte eine Unterschätzung der inneren Wärmelasten zu hohe Raumtemperaturen während der Kühlperiode verursachen.

### 6.7.2 Personen

Die Wärmeabgabe von Personen besteht aus einem sensiblen Teil (Strahlung plus Konvektion) und einem latenten Teil (Emission von Dampf). Für den Temperaturanstieg ist nur der sensible Teil von Bedeutung.

Tabelle 26 enthält Werte für die Wärmeabgabe von Personen auf der Basis einer Lufttemperatur von 24 °C. Bei höheren Temperaturen bleibt die gesamte Wärmeezeugung gleich, die Werte für die sensible Wärme nehmen jedoch ab ( $\theta_a = 26$  °C, etwa -20 %).

**Tabelle 26 — Wärmeabgabe von Personen bei unterschiedlichen Aktivitäten (Lufttemperatur 24 °C)**

Aktivität	Gesamte Wärme		Sensible Wärme
	met <sup>a</sup>	W · Person <sup>-1</sup> <sup>b</sup>	W · Person <sup>-1</sup>
Ruhig liegend	0,8	80	55
Entspannt sitzend	1,0	100	70
Sitzende Tätigkeit (Büro, Schule, Labor)	1,2	125	75
Stehend, leichte Tätigkeit (Laden, Labor, Leichtindustrie)	1,6	170	85
Stehend, mittelschwere Tätigkeit (Laden-gehilfe, Maschinenarbeit)	2,0	210	105
Laufen auf der Ebene bei:			
2 km h <sup>-1</sup>	1,9	200	100
3 km h <sup>-1</sup>	2,4	250	105
4 km h <sup>-1</sup>	2,8	300	110
5 km h <sup>-1</sup>	3,4	360	120

<sup>a</sup> 1 met = 58 W · m<sup>-2</sup>.  
<sup>b</sup> Gerundete Werte für einen menschlichen Körper mit einer Oberfläche von 1,8 m<sup>2</sup> · Person<sup>-1</sup>.

### 6.7.3 Beleuchtung

Bei der Auslegung der Klimaanlage muss die durch die vorgeschlagene Beleuchtung verursachte innere Wärmelast berücksichtigt werden. Übliche Auslegungswerte für die Beleuchtung sind in Tabelle 27 angegeben. Die angegebenen Werte sind Mittelwerte über die gesamte Fläche des Raumes.

**Tabelle 27 — Auslegungswerte für die Beleuchtungsstärke (INFORMATIV)**

Nutzungsart	Beleuchtungsstärke in Lux	
	Üblicher Bereich	Standardwert
Büroraum mit Fenster	300 bis 500	400
Büroraum ohne Fenster	400 bis 600	500
Kaufhaus	300 bis 500	400
Klassenraum	300 bis 500	400
Krankenhausstation	200 bis 300	200
Hotelzimmer	200 bis 300	200
Restaurant	200 bis 300	200
Raum, nicht bewohnbar	50 bis 100	50

Die für eine bestimmte Beleuchtungsstärke erforderliche elektrische Leistung ist von der technischen Einrichtung abhängig. Übliche Werte von energieeffizienten Anlagen sind in Tabelle 28 angegeben. Weitere Angaben zur Beleuchtung sind in EN 12464-1 enthalten.

**Tabelle 28 — Auslegungswerte der elektrischen Leistung von energieeffizienten Beleuchtungsanlagen (INFORMATIV)**

Beleuchtungsstärke in Lux	Spezifische elektrische Leistung in $W \cdot m^{-2}$	
	Üblicher Bereich	Standardwert
50	2,5 bis 3,2	3
100	3,5 bis 4,5	4
200	5,5 bis 7,0	6
300	7,5 bis 7,5	8
400	9,0 bis 12,5	10
500	11,0 bis 15,0	12

**ANMERKUNG** Bei Beleuchtungsanlagen mit einer geringen Effizienz können die Werte der elektrischen Leistung doppelt so hoch sein. Zusätzliche Leistung kann durch die Nutzung von Spots, sonstigen besonderen Beleuchtungsanlagen oder durch eine dunkle Farbe der Raumboflächen erforderlich sein.

#### 6.7.4 Ausstattung

Als Grundlage für die Auslegung der Lüftungs- und Klimaanlage muss jegliche Ausstattung definiert werden, die maßgeblich Emissionen im belüfteten Raum erzeugt.

In Bürogebäuden liegt die Wärmelast durch Geräte in der Regel zwischen  $25 W \cdot Person^{-1}$  und  $200 W \cdot Person^{-1}$ ; diese Werte sind über die Nutzungszeit gemittelt. Der Standardwert für Bürogebäude beträgt  $100 W \cdot Person^{-1}$  bei 8 Stunden je Tag.

## 7 Vereinbarungen über die Auslegungskriterien

### 7.1 Allgemeines

Durch die Auslegungskriterien werden die für die Anlagenauslegung erforderlichen Angaben festgelegt. Diese Kriterien bilden außerdem die Grundlage für die Messungen, die während des Übergabeprozesses durchgeführt werden. Sie vereinheitlichen die Verständigung zwischen allen Beteiligten, wie z. B. Auftraggeber, Planer, Unternehmer sowie Betriebs- und Wartungspersonal.

Die für die Auslegung der Anlage erforderlichen Angaben werden mit Hilfe verschiedener Dokumente nach 7.2 bis 7.9 zusammengestellt. Sollte das Verfahren zur Dimensionierung der Anlage mehr Details erfordern, sind diese ebenfalls zu erfassen und darzustellen.

### 7.2 Grundsätze

In dieser Norm werden die Bezeichnungen „Auftraggeber“, „Planer“, oder „Unternehmer“ verwendet; deren Aufgaben und Zuständigkeiten sind vertraglich zu regeln. Sollte eine Partei die notwendigen Angaben nicht zur Verfügung stellen, muss die andere Partei die notwendigen Angaben entweder anfordern oder selbst formulieren und protokollieren. Es ist vertraglich sicherzustellen, dass Planer und Auftraggeber Schlüsselentscheidungen im Hinblick auf die Auslegung gemeinsam treffen und diese dokumentieren.

Der Auftraggeber muss dem Planer eine Beschreibung der Umwelt-/Umgebungsbedingungen (äußere Einflüsse) und der Bauart des Gebäudes zur Verfügung stellen. Planer und Auftraggeber müssen sich über die Zielsetzungen für die Übergabe und den normalen Betrieb einigen und diese exakt definieren.

Die Beschreibung des Gebäudes mit Konstruktionsdaten, Nutzung und Anforderungen ist ein Prozess mit einem während der Entwicklung des Projektes wachsenden Grad an Details und Präzision. Deshalb müssen alle Festlegungen und relevanten Anforderungen exakt dokumentiert sein. Die Einzelheiten über die erforderlichen Informationen sind auch vom angewendeten Berechnungsverfahren abhängig. Der Planer muss die erforderlichen Angaben definieren.

Für Konstruktion, Raumnutzung und zu erfüllende Anforderungen in der Planungsphase sollten Abkürzungen/Kurzzeichen eingeführt werden.

### 7.3 Allgemeine Gebäudeeigenschaften

#### 7.3.1 Lage, Außenbedingungen, Umgebung

Wenn möglich, muss der Auftraggeber dem Planer Angaben zur Lage des Gebäudes, zu den wesentlichen Umgebungsmerkmalen wie Nachbargebäude, Beschattung, Reflexionen, Emissionen, Straßen, Flugplätze, Meeresnähe und zu besonderen Anforderungen sowie zu allen Faktoren, die die Gebäudeauslegung beeinflussen können, zur Verfügung stellen. Falls vorhanden, sollten auch Hinweise zu möglichen Schallimmissionen und zu der Windeinwirkung auf die Fassaden gegeben werden. Die Kategorie der Außenluft ist nach Tabelle 5 zu definieren.

#### 7.3.2 Außenklimadaten

Informationen über das Außenklima sind erforderlich, wobei mindestens die Auslegungsbedingungen für Winter und Sommer anzugeben sind. In der Norm zur Heiz- und Kühllast sind typische Referenztage mit den erforderlichen Angaben im stündlichen Rhythmus festgelegt. Die wichtigsten Auslegungsparameter sind:

- Winter: Außentemperatur und Windgeschwindigkeit;
- Sommer: Außentemperatur, Feuchte und Sonnenstrahlung.

In einigen Fällen sind weitere Informationen über das Auftreten von Extremsituationen, besonders zur Überprüfung der Behaglichkeitsbedingungen, nützlich. Der Planer muss angeben, welches Referenzjahr er gewählt hat, um den Jahresenergiebedarf abzuschätzen.

### **7.3.3 Informationen über den Betrieb des Gebäudes**

Der Auftraggeber muss dem Planer Informationen über die vorgesehene Nutzung an typischen Tagen zur Verfügung stellen; darüber hinaus sind die Zeiten im Jahr, in welchen das Gebäude nicht genutzt wird (z. B. Schulen usw.) sowie die allgemeine Betriebsnutzung (z. B. Wochenende, nachts usw.) zu definieren.

## **7.4 Konstruktionsdaten**

Sämtliche Gebäudeteile mit ihren maßgeblichen Konstruktionsdaten müssen auf einer Liste angegeben sein.

## **7.5 Geometrische Beschreibung**

Die geometrische Beschreibung, einschließlich Angaben über die Ausrichtung der Außenbauteile, kann mit Hilfe von Zeichnungen und/oder Tabellen dargestellt werden. Es sind Angaben zum Nettovolumen und der Bodenfläche für jeden Raum zu machen.

## **7.6 Raumnutzung**

### **7.6.1 Allgemeines**

Die Informationen über die Nutzung von Räumen oder Gruppen von Räumen ähnlicher Nutzung sind tabellarisch anzugeben. Die vom Auftraggeber geforderte Information nach EN 12599:2000, A.1, ist auch anzugeben.

### **7.6.2 Personenbelegung**

Die Auslegungsbedingungen bezüglich der Anzahl von Personen, die sich in einem Raum über längere Zeit aufhalten (siehe Tabelle 24), sind festzulegen. Die Personenzahl ist eine wesentliche Dimensionierungsgrundlage, da der Luftvolumenstrom für diese Belegung ausgelegt werden muss. Ferner sind Aktivität und Bekleidung nach Tabelle 21 zu definieren.

Für die Personenbelegung ist ein Tagesgang anzugeben, z. B. durch Festlegung von stündlichen Werten an typischen Tagen.

### **7.6.3 Sonstige innere Wärmelasten**

Die inneren Wärmelasten sind für die verschiedenen Räume oder Raumgruppen anzugeben. Die Lasten sind wie folgt zu definieren:

- sensible Lasten, durch Konvektion oder Strahlung;
- latente Lasten.

Sie sind in einem Tagesgang, ähnlich wie bei der Personenbelegung, anzugeben.

### **7.6.4 Sonstige innere Verunreinigungs- und Feuchtigkeitsquellen**

Mögliche Emissionen von besonderen Verunreinigungen oder Feuchte in einem Raum sind vom Planer und vom Auftraggeber gemeinsam festzulegen; dabei müssen die maximalen Konzentrationen der Verunreinigungen, die im Raum vorkommen können, angegeben werden. Jede relevante Verunreinigung ist durch ihre Emission und durch den zulässigen Grenzwert der Konzentration im Raum festzulegen.

### 7.6.5 Vorgegebener Abluftvolumenstrom

Bei einigen Anwendungen ist der Abluftvolumenstrom durch einen definierten Prozess oder die Art der Ausstattung vorgegeben. In diesem Fall muss der Abluftvolumenstrom durch den Auftraggeber festgelegt werden.

## 7.7 Anforderungen in den Räumen

### 7.7.1 Allgemeines

Die Anforderungen (erwünschte Ergebnisse nach 6.3 bis 6.7) sind für jeden Raum festzulegen. In der Regel ergibt sich dies aus der Zusammenarbeit zwischen Auftraggeber und Planer. Die Anforderungen bezüglich der thermischen Bedingungen und des Zugluftrisikos sind im Aufenthaltsbereich nach 6.2 zu erfüllen.

Der Auftraggeber kann entweder seine eigenen Anforderungen festlegen oder die Werte dieser Norm anwenden.

Der Planer muss den Auftraggeber auf die Konsequenzen besonderer Anforderungen oder Festlegungen im Aufenthaltsbereich hinweisen.

### 7.7.2 Regelungsart

Die Art der Regelung des Raumklimas ist nach Tabelle 13 festzulegen und muss für die vorgesehene Nutzung des Raumes geeignet sein.

### 7.7.3 Thermische Bedingungen und Feuchtebedingungen

Die thermischen Bedingungen sind nach 6.3 und die Feuchtebedingungen nach 6.5 festzulegen.

### 7.7.4 Luftqualität für Personen

Planer und Auftraggeber müssen gemeinsam die erforderliche Luftqualität und das vom Auftraggeber gewünschte Klassierungsverfahren festlegen. Wichtig ist die Frage, ob bzw. wo das Rauchen erlaubt ist. Die für die Erfüllung der festgelegten Anforderungen (siehe 5.2.5 und 6.4) erforderlichen Luftvolumenströme müssen berechnet werden. Wurden keine Angaben gemacht, sollte der in Tabelle 10 für die Kategorie RAL 2 angegebene Außenluftvolumenstrom je Person angewendet werden.

### 7.7.5 Luftgeschwindigkeiten

Die Luftgeschwindigkeit im Aufenthaltsbereich darf die vereinbarten Grenzen nicht überschreiten. Der Auftraggeber kann seine eigenen Anforderungen definieren oder die Standardwerte nach Tabelle 21 anwenden.

### 7.7.6 Schalldruckpegel

Wurden keine Regelungen getroffen oder besonderen Anforderungen gestellt, beruht die Definition des Schalldruckpegels auf 6.6.

### 7.7.7 Beleuchtung

Die Beleuchtung ist für die im Raum geltenden Anforderungen auszulegen. Die elektrische Leistung der Installation für die Beleuchtung sollte aus Energiespargründen nicht zu hoch sein, da Energie nicht nur für die Beleuchtung, sondern auch für die Kühlung im Sommer benötigt wird. Übliche Werte für Beleuchtungsstärke und elektrische Leistung für Beleuchtungen sind in 6.7.3 angegeben.



## 7.8 Allgemeine Anforderungen an die Regelung und Überwachung

Planer und Auftraggeber müssen das Verfahren zur Regelung und Überwachung sämtlicher Systeme vereinbaren. Bei einigen Anwendungen ist es sinnvoll, für das erste Jahr (die ersten Jahre) des Betriebs und die Zeit danach unterschiedliche Verfahren festzulegen.

## 7.9 Allgemeine Anforderungen an die Instandhaltung und Betriebssicherheit

Die Anlage muss so ausgelegt sein, dass sie bei ordnungsgemäßem Betrieb und Instandhaltung für einen angemessenen Zeitraum betriebsfähig bleiben kann. Sie muss außerdem so ausgelegt sein, dass die Arbeiten zur Reinigung, Instandhaltung und Wartung leicht möglich sind (siehe ENV 12097). Sie muss mit entsprechenden Schutz- und Sicherheitseinrichtungen für Instandhaltungs- und Reparaturarbeiten sowie für Notabschaltungen ausgerüstet sein.

ANMERKUNG Nationale amtliche Stellen können strengere Anforderungen oder Anweisungen bezüglich Betriebssicherheit und Instandhaltung festlegen.

## 8 Verfahren von der Projektierung bis zum Betrieb

Das Verfahren vom Beginn des Projektes bis zur Aufnahme des normalen Betriebes ist allgemein durch die folgenden Schritte gekennzeichnet. Die endgültige Organisation wird jedoch immer durch den Vertrag bestimmt.

- a) Beginn des Projektes;
- b) Festlegung der Auslegungsbedingungen und Anforderungen;
- c) Überprüfung bei amtlichen Stellen und auf Einhaltung geltender Vorschriften;
- d) Planung;
- e) Installation;
- f) Überprüfung der Installation;
- g) Betriebsbeginn, Funktionsprüfung, Einregulierung, Prüfung mit Erstellen von Berichten;
- h) Erklärung an den Auftraggeber, dass die Installationsarbeiten abgeschlossen sind;
- i) gemeinsame Vollständigkeitsprüfung, Funktionsprüfungen, Funktionsmessungen und besondere Messungen nach EN 12599;
- j) Übergabe der Anlage und der wesentlichen Dokumentation mit Anweisungen bezüglich Betrieb und Instandhaltung an den Auftraggeber;
- k) Betrieb und Instandhaltung
- l) regelmäßige Überprüfung (siehe prEN EPBD WI 6 und prEN EPBD WI 30).

Die Garantiezeit beginnt in der Regel mit Abschluss der Übergabe.

Jede Lüftungs- und Klimaanlage erfordert einen geeigneten Betrieb und eine angemessene Instandhaltung, sodass die erwünschten Bedingungen im Raum sichergestellt sind, ein energieeffizienter Betrieb in allen Situationen gesichert ist, Emissionen aus der Lüftungsanlage in den Raum vermieden werden, im Allgemeinen eine gute Raumluftqualität vorhanden ist und Schäden sowie frühes Altern der Anlage verhindert werden.

Folgende Maßnahmen sollten getroffen werden:

- Erstellung und Benutzung eines Pflichtenheftes für Betrieb, Wartung und Instandhaltung;
- Überwachung des Energieverbrauchs durch eine Energiebuchhaltung oder eine andere Art von Aufzeichnung.

Das Pflichtenheft muss eine Beschreibung der Regelungsart sowie Maßnahmen zur Wartung und Instandhaltung, einschließlich Zeitabstände und Zuständigkeiten, enthalten. Die Anlage muss so ausgelegt sein, dass gründliche Wartung und Instandhaltung möglich sind, damit ein effektiver Betrieb gesichert ist.

Die Überwachung des Energieverbrauchs muss eine regelmäßige Überprüfung des Energieverbrauchs wichtiger einzelner Anlagenteile und des gesamten Gebäudes ermöglichen. Deshalb ist es erforderlich, einen Plan für die notwendigen Messungen in einem frühen Projektstadium festzulegen sowie die notwendigen Messeinrichtungen zu installieren. Bei Änderungen der Nutzung oder der Anforderungen sollten immer entsprechende Anpassungen der Anlage erfolgen.

## **Anhang A** (informativ)

### **Richtlinien für fachgerechte Verfahrensweisen**

#### **A.1 Anwendungsbereich**

Die folgenden Richtlinien sind für maschinelle Lüftungs- und Klimaanlage in Gebäuden, in denen sich Personen aufhalten, festgelegt. Bei Anwendung der angegebenen Grundsätze in anderen Bereichen, z. B. bei Anlagen mit freier Lüftung oder Hybridlüftung, sollten besondere Erfordernisse in ausreichendem Maße berücksichtigt werden.

#### **A.2 Anforderungen an Außenluftfassungen und Fortluftöffnungen**

##### **A.2.1 Allgemeines**

Im Hinblick auf Druckverlust und Energiebedarf sollte das Luftleitungssystem so kurz wie möglich sein. Gleichzeitig sollten jedoch folgende Anforderungen erfüllt werden.

- Die Außenluftfassung sollte so angebracht sein, dass die angesaugte Außenluft möglichst sauber, trocken (frei von Regen usw.) und im Sommer kühl ist;
- die Fortluft sollte so ins Freie abgeführt werden, dass Gesundheitsrisiken oder schädliche Auswirkungen auf das Gebäude, die sich darin aufhaltenden Personen oder die Umwelt so gering wie möglich bleiben.

Die Anordnung der Außenluft- und Fortluftöffnungen sollte sich außerdem nach den Vorschriften und Richtlinien bezüglich Brandschutz und Akustik richten.

##### **A.2.2 Lage der Außenluftfassungen**

- Der horizontale Abstand zwischen einer Außenluftfassung und einer Abfallsammelstelle, einem häufig genutzten Parkplatz für drei oder mehr Fahrzeuge, Fahrwegen, Ladebereichen, Kanalentlüftungsöffnungen, Schornsteinen und ähnlichen Verunreinigungsquellen sollte nicht kleiner als 8 m sein;
- auf die Lage und Form von Außenluftfassungen in der Nähe von Verdunstungs-Kühlanlagen sollte besonders geachtet werden, damit die Gefahr einer Übertragung von Verunreinigungen in die Zuluft minimiert werden kann. In den Hauptwindrichtungen von Verdunstungs-Kühlanlagen sollten keine Außenluftfassungen angeordnet sein. Wichtig ist außerdem eine gute Wartung und Instandhaltung von Kühlturmanlagen;
- Außenluftfassungen sollten nicht auf Fassaden angeordnet sein, die belebten Straßen ausgesetzt sind. Ist dies nicht zu vermeiden, sollte sich die Öffnung so hoch wie möglich über dem Boden befinden;
- Außenluftfassungen sollten nicht an Stellen angeordnet sein, an denen eine Rückströmung von Fortluft oder eine Störung durch Verunreinigungen bzw. Geruchsemissionen zu erwarten ist (siehe auch A.2.4);
- Außenluftfassungen sollten nicht direkt über dem Boden angeordnet sein. Ein Abstand von 3 m (oder mindestens die 1,5fache Dicke der höchsten zu erwartenden Schneedecke) zwischen Unterseite der Öffnung und dem Boden wird empfohlen;
- auf dem Dach des Gebäudes oder wenn die Konzentrationen auf beiden Seiten des Gebäudes ähnlich sind, sollte die Außenluftfassung auf der vom Wind angeströmten Gebäudeseite angebracht sein;

- eine Außenluftfassung, die sich in der Nähe von nicht im Schatten liegenden Bereichen, Dächern oder Wänden befindet, sollte so angeordnet oder geschützt sein, dass im Sommer die Luft durch die Sonne nicht übermäßig aufgeheizt wird;
- besteht die Gefahr, dass Wasser jeglicher Form (Schnee, Regen, Nebel usw.) oder Staub (einschließlich Blätter) in die Anlage eindringen, muss eine ungeschützte Außenluftfassung für eine maximale Strömungsgeschwindigkeit in der Öffnung von  $2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  bemessen sein (siehe auch EN 13030);
- die Höhe der Unterseite einer Außenluftfassung über einem Dach oder einer Decke sollte mindestens die 1,5fache Dicke der höchsten jährlich zu erwartenden Schneedecke betragen. Diese Höhe kann geringer sein, falls die Bildung einer Schneedecke z. B. durch eine Schneeabschirmung verhindert wird;
- die Möglichkeiten zur Reinigung sollten berücksichtigt werden.

### A.2.3 Lage von Fortluftöffnungen

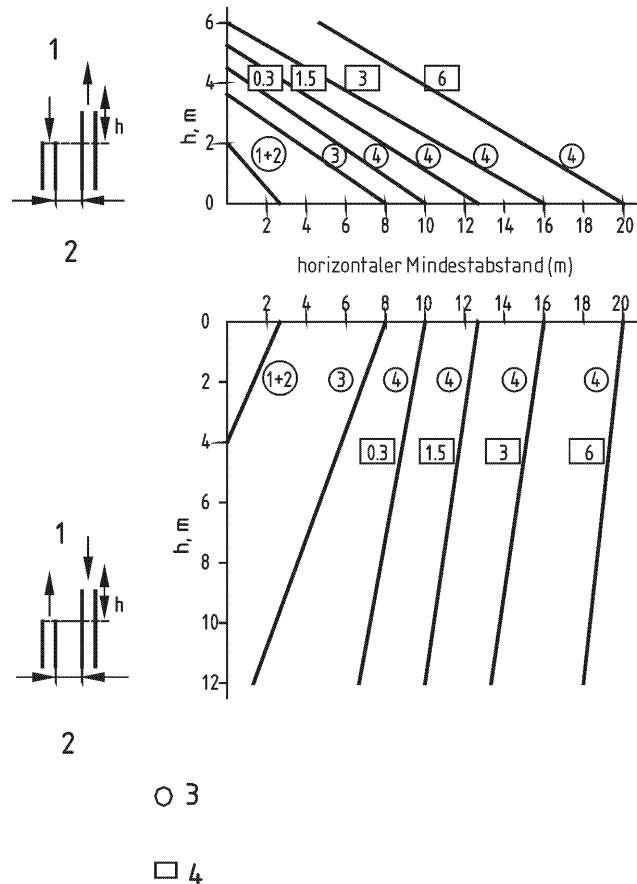
Die Beförderung von Fortluft der Kategorie FOL 1 ins Freie durch eine auf der Gebäudewand befindliche Fortluftöffnung ist annehmbar unter folgenden Voraussetzungen:

- der Abstand zwischen der Fortluftöffnung und einem benachbarten Gebäude beträgt mindestens 8 m;
- der Abstand zwischen der Fortluftöffnung und einer Außenluftfassung in derselben Wand beträgt mindestens 2 m (wenn möglich, sollte die Außenluftfassung unterhalb der Fortluftöffnung angeordnet sein) – siehe auch A.2.4;
- der Fortluftvolumenstrom ist nicht größer als  $0,5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ;
- die Luftgeschwindigkeit an der Fortluftöffnung beträgt mindestens  $5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .

In allen anderen Fällen sollte die Fortluft über Dach geführt werden. In der Regel wird die Fortluft über das Dach des höchsten Gebäudeteils geführt und strömt nach oben aus. Die Höhe der Unterseite einer Fortluftöffnung über einem Dach oder einer Decke sollte mindestens die 1,5fache Dicke der höchsten jährlich zu erwartenden Schneedecke betragen. Der Abstand kann geringer sein, falls die Bildung einer Schneedecke z. B. durch eine Schneeabschirmung verhindert wird. Ökologische und hygienische Überlegungen können zu größeren Höhen und/oder höheren Anforderungen im Hinblick auf die Austrittsgeschwindigkeit führen.

### A.2.4 Abstand zwischen Außenluftfassung und Fortluftöffnung

Die empfohlenen Mindestabstände zwischen Außenluftfassung und Fortluftöffnung sind in Bild A.1 angegeben. Sie hängen hauptsächlich von der Fortluft-Kategorie ab. Bei FOL 4 sind die Abstände am größten und zusätzlich abhängig vom Luftvolumenstrom. Bei FOL 1 bis FOL 3 sind die Abstände nur durch die Fortluftkategorie bestimmt. Die Werte nach Bild A.1 gelten für Fortluftgeschwindigkeiten bis  $6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ; bei höheren Geschwindigkeiten können die Abstände kleiner sein. Auf hohen Gebäuden sollten die Außenluftfassungen und Fortluftöffnungen so angeordnet sein, dass die Auswirkungen von Wind und Auftrieb so gering wie möglich gehalten werden.



**Legende**

- 1 vertikaler Abstand  
Fortluftdurchlass über Außenluftfassung (oberes Bild)
- 2 Abstand
- 3 Kategorie FOL
- 4 Luftstrom in Fortluftöffnung, in  $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

**Bild A.1 — Empfohlene Mindestabstände zwischen Fortluftöffnung und Außenluftfassung**

**BEISPIEL 1** Das vertikale Niveau der Fortluftöffnung kann a) 4 m unterhalb, b) auf gleicher Höhe oder c) 2 m über der Zuluftöffnung liegen. Die horizontalen Mindestabstände für diese Vertikaldifferenzen sind zu definieren. Die Installation versorgt eine Großküche einschließlich Ablufthauben, und der abzuführende Luftstrom beträgt  $3 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ .

Die Fortluft ist von der Kategorie FOL 4; daher ergeben sich die Horizontalabstände unter Anwendung der Kurve FOL 4 in Bild A.1 mit einem Luftstrom von  $3 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  wie folgt:

- a) 4 m unterhalb der Außenluftfassung, Kategorie FOL 4 mit  $3 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  — etwa 15 m Abstand;
- b) gleiches Vertikalniveau — 16 m Abstand;
- c) 2 m oberhalb der Außenluftfassung, Kategorie FOL 4 mit  $3 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  — etwa 11 m Abstand.

**BEISPIEL 2** Wie vorheriges Beispiel 1c), allerdings versorgt die Installation ein Bürogebäude, in dem das Rauchen nicht erlaubt ist.

Die Fortluft ist von der Kategorie FOL 1, deshalb kann die Fortluftöffnung 2 m über der Außenluftfassung angeordnet sein. Der horizontale Mindestabstand ist 0.

### A.3 Anwendung von Luftfiltern

Die Außenluft sollte unter Berücksichtigung ihrer Kategorie (siehe 5.2.3) so gefiltert werden, dass die Anforderungen an die Raumluft erfüllt sind (siehe 5.2.5). Die Dimensionierung der Filterstufe sollte ein Optimierungsergebnis unter Berücksichtigung der jeweiligen Situation sein (Betriebszeit, Staubbelastung, besondere Verunreinigungsbedingungen usw.).

**Tabelle A.1 — Empfohlene Mindestfilterklassen je Filterstufe (Definition der Filterklassen nach EN 779)**

Außenluftqualität (siehe 5.2.3)	Raumluftqualität (siehe 5.2.5)			
	RAL 1 (spezial)	RAL 2 (hoch)	RAL 3 (mittel)	RAL 4 (niedrig)
AUL 1 (saubere Luft)	F9	F8	F7	F5
AUL 2 (Staub)	F7+F9	F5+F8	F5+F7	G4+F5
AUL 3 (Gase)	F7+F9	F8	F7	F5
AUL 4 (Staub und Gase)	F7+F9	F5+F8	F5+F7	G4+F5
AUL 5 (sehr hohe Konzentrationen)	F5+GF+F9 <sup>a</sup>	F5+GF+F9 <sup>a</sup>	F5+F7	G4+F5

<sup>a</sup> GF bedeutet Gasfilter (Aktivkohlefilter) und/oder chemisches Filter.

Ein Vorfilter am Eintritt in die Lüftungseinheit reduziert den Staub in der Außenluft und hilft, die Lüftungseinrichtung sauber zu halten. Dadurch wird auch die Zeit bis zum notwendigen Wechsel des zweiten Filters verlängert; allerdings werden durch Vorfilter die Installations- und Betriebskosten der Filtrierung erhöht. Bei nur einer Filterstufe sollte das Filter nach dem Ventilator angeordnet sein. Bei zwei oder mehr Filterstufen sollte der erste Filterabschnitt vor und der zweite nach der Luftbehandlung eingesetzt werden.

Bei Filtern der Klasse F7 und höher sollte bei variablen Luftvolumenströmen auf die sich verändernden Druckbedingungen geachtet werden.

Gasfilter (Aktivkohlefilter) sollten in Situationen mit Außenluft der Kategorie AUL 5 verwendet werden. Bei den Kategorien AUL 3 und AUL 4 können sie auch eine gute Lösungsmöglichkeit sein. Gasfilter müssen im Allgemeinen mit F8- oder F9-Filtern als Nachfilter kombiniert werden.

Bei Kategorie AUL 5 (hoch industrialisierte Gebiete, Flughafennähe usw.) können manchmal Elektrofilter notwendig sein. Bei zeitweise verunreinigter Außenluft sollten diese Filter mit Bypass (mit gasdichten Klappen) ausgerüstet sein, und die Luftqualität sollte ständig überwacht werden.

Ein Filterwechsel sollte hauptsächlich bei verstopften Filtern vorgenommen werden, was durch einen Abfall des endgültigen Drucks angezeigt wird. Aus hygienischen Gründen sollten Filter im ersten Filterabschnitt jedoch nicht länger als ein Jahr in Gebrauch sein. Filter, die in einem zweiten oder dritten Abschnitt verwendet werden, sollten nicht länger als zwei Jahre in Gebrauch sein. Falls sichergestellt werden kann, dass alle Filterabschnitte immer trocken bleiben, sind längere Nutzungszeiten der Filter möglich, wenn der Druckabfall den festgelegten Höchstwert nicht überschreitet. Sowohl eine visuelle Überprüfung als auch eine Überwachung des Druckabfalls werden empfohlen.

- Bei der Wahl der Lage und bei der Auslegung der Außenluffassung ist große Sorgfalt erforderlich, damit keine lokalen Verunreinigungen angesaugt werden und um das Eindringen von Regen und Schnee in das Filter zu vermeiden;
- die Gefahr des mikrobiellen Wachstums ist gering; um das Risiko jedoch weiter zu verringern, sollte die Anlage so ausgelegt sein, dass die relative Feuchte mit Ausnahme von kurzen Zeiträumen mit ungewöhnlichen Witterungsbedingungen stets unter 90 % liegt, und dass die mittlere relative Feuchte an drei aufeinander folgenden Tagen in allen Anlagenteilen, einschließlich des Filters, unter 80 % liegt;
- aus hygienischen Gründen sollte die Außenluft in zwei Stufen gefiltert werden (zumindest für RAL 1 und RAL 2). Das erste Filter an der Außenluffassung (Vorfilter) sollte der Klasse F5, jedoch vorzugsweise der

Klasse F7, entsprechen. Das zweite Filter sollte mindestens zur Klasse F7, jedoch vorzugsweise zur Klasse F9, gehören. Bei nur einer Filterstufe gilt eine Mindestanforderung von F7;

- bei Umluft sollte mindestens die Filterklasse F5 angewendet werden, um so eine Verunreinigung von Anlagenbauteilen zu vermeiden. Das Umluftfilter sollte jedoch möglichst die gleiche Qualität aufweisen wie das vergleichbare Filter im Hauptstrom;
- zum Schutz des Abluft- und Fortluftsystems ist ein Filter erforderlich, das mindestens der Klasse F5 entspricht;
- Abluft aus Küchen muss im ersten Schritt immer durch ein besonders für Fett geeignetes Filter gereinigt werden, das leicht ausgewechselt und gereinigt werden kann;
- Filter sollten nicht unmittelbar nach einem Ventilator oder an Stellen angebracht werden, an denen die Strömungsverteilung über den Querschnitt nicht gleichmäßig ist;
- der endgültige Druckabfall wird im Hinblick auf zulässige Schwankungen des Luftstromes, die Kosten während der Lebensdauer des Filters und die Bewertung der Lebensdauer berechnet und gewählt. Da in Laborversuchen grobkörniger künstlicher Staub verwendet wird, unterscheidet sich die Filterleistung im tatsächlichen Betriebszustand von den Laborversuchen im Hinblick auf die Wirksamkeit, das Staubrückhaltevermögen und weitere Versuchsergebnisse. Die Abscheideleistung darf nicht unter festgelegte Werte fallen;
- Filter sollten ausgewechselt werden, wenn der Druckverlust den festgelegten endgültigen Wert erreicht hat oder wenn folgende hinsichtlich der Hygiene einzuhaltenden Bedingungen erreicht wurden, falls dies früher zutrifft:
  - das Filter in der ersten Filterstufe sollte nach 2 000 Betriebsstunden oder nach maximal einem Jahr ersetzt werden;
  - das Filter in der zweiten Filterstufe und Filter in Fortluft- oder Umluftsystemen sollten nach 4 000 Betriebsstunden oder nach maximal zwei Jahren ersetzt werden;
- Auswechseln von Filtern: Aus hygienischen Gründen sollten Filter nach der Pollen- und Sporensaison im Herbst ausgewechselt werden. Bei strengen Anforderungen können Filter auch im Frühjahr nach der Heizperiode ausgewechselt werden, um eine Geruchsbildung von Verbrennungsprodukten zu vermeiden;
- um das Freisetzen von Verunreinigungen zu vermeiden, sollten Filter vorsichtig und mit Hilfe einer Schutzausrüstung ausgewechselt werden;
- Entsorgung: Filter können in Öfen, die mit angemessener Abluftreinigung ausgestattet sind, verbrannt werden, um eingeschlossene Verunreinigungen zu verbrennen, Abfall zu reduzieren und Energie rückzugewinnen. Filter aus normalen Lüftungsanlagen dürfen auch auf einer Deponie entsorgt werden.

Wärmerückgewinnungsanlagen sollten immer durch ein Filter der Klasse F6 oder höher geschützt sein. Rotierende Wärmerückgewinnungseinheiten sollten mit Reinigungsabschnitten ausgerüstet sein.

Undichtheiten in einem Filterabschnitt führen zu einer bedeutenden Abnahme der Filterwirksamkeit. Daher ist es wichtig, die in EN 1886 enthaltenen Anforderungen an die Dichtheit und Bypass-Undichtheiten einzuhalten.

#### **A.4 Wärmerückgewinnung**

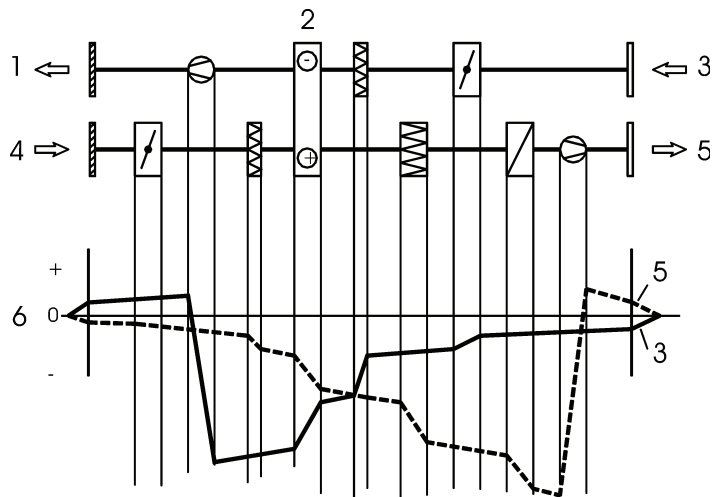
Folgende Punkte sind bei Luft-Luft-Wärmerückgewinnungsanlagen zu beachten:

Abluft der Kategorie ABL 1: keine Anforderungen Dennoch sollten die Undichtheiten bekannt sein, um den erforderlichen Außenluftstrom in die Räume sicherzustellen.

Wenn die Abluft der Kategorie ABL 2 angehört, ist auf der Zuluftseite der Wärmerückgewinnungseinheit Überdruck erforderlich. Dies ist in Bild A.2 verdeutlicht.

Wenn eine Luft-Luft-Wärmerückgewinnung für Abluft der Kategorie ABL 3 verwendet wird, ist überall auf der Zuluftseite Überdruck gegenüber der Abluftseite erforderlich. Dies sollte unter allen Betriebsbedingungen der Anlage gesichert sein. Wenn durch die Wärmerückgewinnungseinheit Gerüche oder Verunreinigungen übertragen werden können (z. B. bei Feuchteübertragung), darf der Abluftanteil, der der Kategorie ABL 3 angehört, nicht größer als 5 % sein. Auf die innere Dichtheit des Wärmetauschers sollte besonders geachtet werden.

Bei Abluft der Kategorie ABL 4 sollten zur vollständigen Vermeidung einer Verunreinigungsübertragung Systeme mit einem Zwischenmedium angewendet werden.



#### Legende

- 1 Fortluft
- 2 Wärmerückgewinnungseinheit
- 3 Abluft
- 4 Außenluft
- 5 Zuluft
- 6 Druck

**Bild A.2 — Druckbedingungen in der Anlage**

### A.5 Führung der Abluft

Luftverunreinigungen sollten sich nicht über die Luftleitungen oder die Lüftung im Gebäude ausbreiten können. Luftleitungen sollten nach prEN 12097 ausgelegt und in Stand gehalten werden.

Luft der verschiedenen Abluft-Kategorien kann nach folgenden Anforderungen aus dem Gebäude geführt werden:

- Kategorie ABL 1: Die Abluft kann in einer gemeinsamen Leitung gesammelt werden.
- Kategorie ABL 2: Die Abluft kann in einer gemeinsamen Leitung gesammelt werden.
- Kategorie ABL 3: Die Abluft wird im Allgemeinen durch einzelne Leitungen oder durch gemeinsame Leitungen aus verschiedenen Räumen derselben Kategorie ins Freie oder in eine Sammelleitung bzw. eine Abluftkammer geführt.
- Kategorie ABL 4: Die Abluft wird über separate Abluftleitungen ins Freie geführt.

Falls sich in einer gemeinsamen Leitung Luft verschiedener Abluftkategorien befindet, wird die Abluft in der Leitung nach der Kategorie für den höchsten Verunreinigungsgrad klassiert, wenn der relative Anteil dieser Abluft 10 % der gesamten Abluft übersteigt.



## A.6 Wiederverwendung der Abluft und Verwendung von Überströmluft

Die Wiederverwendung der Abluft ist von der jeweiligen Situation abhängig.

Im Interesse eines geringen Energieverbrauchs sollte der Zuluftvolumenstrom normalerweise so niedrig wie möglich gehalten werden; unerwünschte Emissionen (z. B. Wärme, Verunreinigungen und Feuchte) sollten durch Maßnahmen an der Quelle oder direkt über ein geschlossenes System beseitigt werden. In diesem Fall und in den meisten Fällen, in denen eine gute Raumluftqualität erforderlich ist, sollte keine Umluft verwendet werden. Wenn ein Raum vor der Nutzung mit Hilfe einer Lüftungsanlage aufgeheizt oder abgekühlt wird, so sollte hauptsächlich Umluft verwendet werden.

Auf der Grundlage der Klassierung von Fortluft und Abluft nach 5.2.2 wird auf die in Tabelle A.2 angegebenen Verwendungen hingewiesen.

**Tabelle A.2 — Wiederverwendung der Abluft und Verwendung von Überströmluft**

Kategorie <sup>a</sup>	Bemerkung zur möglichen Wiederverwendung der Luft
ABL 1	geeignet als Umluft und Überströmluft
ABL 2	nicht geeignet als Umluft, kann jedoch als Überströmluft in Toiletten, Waschräumen, Garagen und ähnlichen Bereichen verwendet werden
ABL 3	nicht als Umluft oder Überströmluft geeignet
ABL 4	nicht als Umluft oder Überströmluft geeignet
<sup>a</sup> Siehe Tabelle 4.	

Die Verwendung von Umluft im selben Bereich ist bei Kategorie ABL 1 uneingeschränkt zulässig; bei Kategorie ABL 2 ist die Verwendung von Umluft im selben Bereich unter der Voraussetzung zulässig, dass die Umluft überwacht wird.

**ANMERKUNG** Wenn keine Wiederverwendung von Abluft zulässig ist, muss durch die Auslegung auch sichergestellt sein, dass keine unbeabsichtigte Umluft vorhanden ist. Es ist besonders darauf zu achten, dass alle Wärmerückgewinnungsanlagen luftdicht sind.

## A.7 Wärmedämmung der Anlage

Sämtliche Luftleitungen, Rohre und Komponenten, bei denen eine größere Temperaturdifferenz zwischen Medium und Umgebung auftritt, sollten gegen Wärmübertragung gedämmt sein.

Die Art und Konstruktion der Wärmedämmung sollte folgende Anforderungen erfüllen:

- keine Kondensation innerhalb der Konstruktion und auf der Oberfläche;
- Schutz der Wärmedämmung vor Beschädigungen;
- die Reinigung der Luftleitungen muss auch mit der Wärmedämmung gut möglich sein;
- möglichst geringe Belastung der Umwelt bei der Herstellung und Entsorgung.

Bei Luftleitungen für Außenluft, Umluft und Zuluft sollten in der Regel keine Innendämmungen verwendet werden.

## A.8 Luftdichtheit der Anlage

### A.8.1 Allgemeines

Die Klassierung und die Prüfung der Dichtheit von runden Luftleitungen sind in EN 12237 angegeben. Diese Klassierung 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.

Die Dichtheitsklasse sollte so gewählt werden, dass weder die Infiltration in eine bei Unterdruck betriebene Installation noch die Exfiltration aus einer bei Überdruck betriebenen Installation einen festgelegten Anteil des Luftvolumenstromes für die gesamte Anlage unter Betriebsbedingungen übersteigt. Um übermäßige Energieverluste zu vermeiden und die vorgesehene Luftverteilung zu sichern, sollte dieser Anteil geringer als 6 % sein. Leitlinien zur Abschätzung der Leckraten und deren Einfluss auf die Luftströme und den Energieverbrauch sind in prEN EPBD WI 19 und prEN EPBD WI 20/21 enthalten.

Die vereinbarten Luftvolumenströme (z. B. der Außenluftvolumenstrom je Person) müssen im Aufenthaltsbereich eingehalten werden. Bei signifikanten Undichtheiten im Luftleitungssystem und in der Luftbehandlungseinheit ist der Luftstrom durch den Ventilator stärker; er kann durch Anwendung der in prEN EPBD WI 19 angegebenen Berechnungen abgeschätzt werden.

### A.8.2 Wahl der Dichtheitsklasse

Die Mindestdichtheitsklasse wird nach den folgenden Grundsätzen gewählt. Dennoch ist eine höhere Klasse notwendig, wenn die Gesamtfläche der Umhüllung, bezogen auf den Gesamtvolumenstrom, außergewöhnlich groß ist, die Druckdifferenz außergewöhnlich hoch ist oder wenn außergewöhnliche Probleme auf Grund von Undichtheit entstehen und diese Probleme sich aus der geforderten Luftqualität, einer möglichen Kondensationsgefahr oder anderen Gründen ergeben. Verfahren zur Abschätzung der Energiewirkung der Undichtheiten sowie weitere Hinweise zur Wahl der Dichtheitsklasse für Luftleitungen und Luftbehandlungseinheiten sind in prEN EPBD WI 19 enthalten.

Die Undichtheit von geschlossenen Luftbehandlungseinheiten sowie von Geräteräumen und Kammern für Ventilatoren und andere Einrichtungen sollte die Anforderungen nach Klasse A in Bild A.3 erfüllen (entspricht Klasse L3 für Luftbehandlungseinheiten; siehe prEN 1886rev). Klasse A gilt auch für sichtbare Leitungen in den versorgten Räumen und wenn die auf den Raum bezogene Druckdifferenz nicht höher als 150 Pa ist.

Klasse B ist geeignet für Leitungen außerhalb des belüfteten Raumes, Leitungen, die vom Raum durch Verkleidungen getrennt sind, sowie Leitungen innerhalb des belüfteten Raumes, wenn die auf den Raum bezogene Druckdifferenz höher als 150 Pa ist. Klasse B ist das Minimum für alle Fortluftleitungen, die – Geräteräume ausgenommen – einem Überdruck innerhalb des Gebäudes ausgesetzt sind.

Klasse C gilt auch für Leitungen der Klasse B und ist in vielen Fällen die empfohlene Mindestklasse, z. B. wenn die Druckdifferenz durch die Umhüllung der Leitung außergewöhnlich hoch ist oder falls Undichtheiten die Raumluftqualität, die Regelung der Druckbedingungen oder die Funktionsfähigkeit der Anlage beeinträchtigen könnten.

Klasse D wird in besonderen Fällen angewendet und gilt außerdem für Fälle der Klasse C.

In Übereinstimmung mit EN 12237 ist die maximale Undichtheit  $f$  unter Versuchsbedingungen gegeben durch:

$$\text{Klasse A: } f = 0,027 \cdot p^{0,65}$$

$$\text{Klasse B: } f = 0,009 \cdot p^{0,65}$$

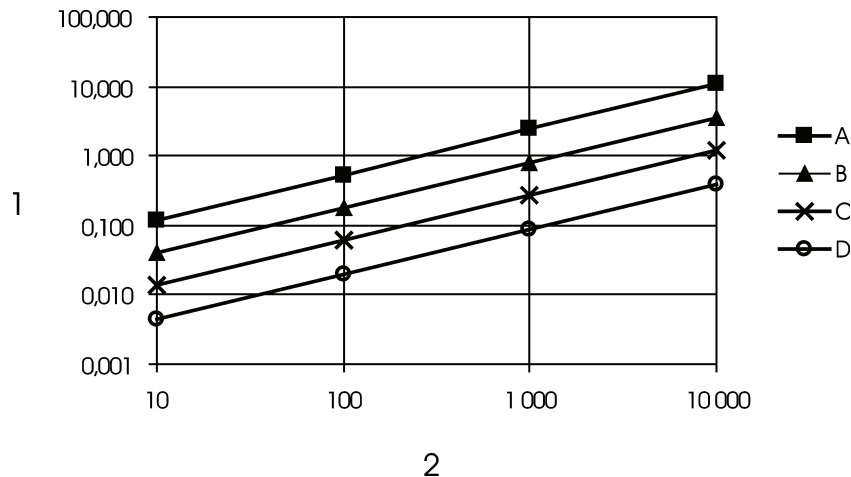
$$\text{Klasse C: } f = 0,003 \cdot p^{0,65}$$

$$\text{Klasse D: } f = 0,001 \cdot p^{0,65}$$

$f$  = Undichtheit, in  $l \cdot s^{-1} \cdot m^{-2}$

$p$  = statischer Druck, in Pa

Diese Beziehungen sind in Bild A.3 dargestellt.



### Legende

- 1 Undichtheit, in  $l \cdot s^{-1} \cdot m^2$
- 2 Prüfdruck, in Pa

**Bild A.3 — Dichtheitsklassen (siehe prEN 1507 und EN 12237)**

### A.8.3 Dichtheitsprüfung

Die Einsatzprüfungen sollten im Planungsstadium definiert werden. Prüfungen sollten in jenem Stadium der Ausführung durchgeführt werden, in dem die gesamte Dichtheit geprüft werden kann und erforderliche Reparaturen leicht vorgenommen werden können. Das zu prüfende Luftleitungssystem sollte so vollständig wie möglich sein, d. h. es sollten sämtliche Bauteile des Luftleitungssystems eingebaut und die Luftbehandlungseinheiten sowie weitere Ausrüstungsteile am Luftleitungssystem angeschlossen sein.

Vor jeder Messung sollte eine visuelle Überprüfung vorgenommen werden, um sicherzustellen, dass die Anlage richtig installiert wurde und kein offensichtlicher Schaden vorliegt. Teile der Anlage, die unterschiedlichen Dichtheitsanforderungen unterliegen, sollten getrennt geprüft werden, indem die Auslegungsdruckdifferenz als Prüfdruck angesetzt wird. Bei gemeinsamer Prüfung dieser Anlagenteile sollte bei der Bestimmung des Prüfdruckes die strengste Klasse angesetzt werden; das Prüfergebnis sollte jedoch mit der Summe der zulässigen Undichtheiten der verschiedenen Teile bei der gemeinsamen Prüfung verglichen werden.

ANMERKUNG Leitlinien zu regelmäßigen Überprüfungen sind in prEN EPBD WI 30 enthalten.

### A.9 Dichtheit des Gebäudes

Die Dichtheit des Gebäudes sollte der vorgesehenen Nutzung und Art der installierten Lüftungsanlage angepasst sein. Gebäude mit kombinierten Be- und Entlüftungsanlagen (maschinelle Be- und Entlüftung) sollten mit einem  $n_{L50}$ -Wert unter  $1,0 h^{-1}$  bei hohen Gebäuden (höher als 3 Stockwerke) und unter  $2,0 h^{-1}$  bei niedrigen Gebäuden so dicht wie möglich sein. Größere einzelne Undichtheiten in der Baukonstruktion sollten verhindert werden, um Probleme infolge von Zugluft zu vermeiden. In Fällen, in denen die Ausbreitung von Verunreinigungen eingeschränkt werden muss, sollten z. B. Innenwände und Geschossdecken ebenfalls dicht sein.

Das Verfahren zur Messung von  $n_{L50}$ -Werten ist in ISO 9972 und EN 13829 angegeben. Die vorgenannten Werte beschreiben die Gesamtdichtheit der Baukonstruktion. Dementsprechend sollten während derartiger Messungen alle Fenster, Türen und beabsichtigte Öffnungen sowie die Zuluft- und Abluftöffnungen geschlossen sein.

## A.10 Druckbedingungen innerhalb der Anlage und des Gebäudes

### A.10.1 Allgemeines

Die relativen Drücke im Gebäude, in den verschiedenen Räumen und in der Lüftungsanlage sollten so ausgelegt sein, dass eine Ausbreitung von Gerüchen und Verunreinigungen in schädlichen Mengen oder Konzentrationen verhindert werden kann.

Größere Änderungen der Druckbedingungen auf Grund von Wetteränderungen sind nicht zulässig. Die Dichtheit von Gebäudehülle, Stockwerken und Trennwänden, die Auswirkungen auf die Druckbedingungen hat, sollte im Planungsstadium untersucht und definiert werden; dabei sollten sowohl die Temperatur als auch die Windbedingungen berücksichtigt werden. Durch Entrauchungsanlagen verursachte Druckdifferenzen sind nicht in dieser Norm behandelt.

### A.10.2 Gebäude

Wenn keine besonderen Anforderungen oder Emissionen vorliegen, sollten Lüftungsanlagen für neutrale Druckbedingungen im Gebäude ausgelegt sein. Ein leichter Unterdruck im Vergleich zum Freien kann, vor allem bei rauen klimatischen Bedingungen, zum Vermeiden von Bauschäden durch Feuchte hilfreich sein; dieser Unterdruck im Raum sollte jedoch 20 Pa nicht überschreiten.

In Gebieten, in denen mit hoher Außenluftverunreinigung gerechnet werden muss (Kategorien AUL 2 bis AUL 5) oder wenn Unterdruck eine Zunahme der Radon-Konzentration verursachen kann, sollten der Unterdruck im Raum minimiert werden. Als Alternative kann das Gebäude für einen leichten Überdruck ausgelegt werden. (Bei rauen klimatischen Verhältnissen sollte dabei sichergestellt sein, dass innerer Überdruck keine Bauschäden auf Grund von Feuchte verursacht.)

Bestimmte Räume (auch Gebäude, in denen sich Menschen aufhalten) sollten für einen Überdruck im Vergleich zum Freien oder zu benachbarten Bereichen ausgelegt werden. Derartige Räume sind z. B. Reinräume oder Räume mit empfindlichen elektronischen Geräten.

Die Druckbedingungen sollten in Räumen, in denen starke Emissionen von Verunreinigungen entstehen, kontinuierlich überwacht werden. Die Luftdrücke in Treppenhäusern, Fluren und anderen Durchgängen sollten so ausgelegt sein, dass keine Luftströmung von einem Raum zu einem anderen oder von einer Wohnung zu einer anderen stattfinden kann.

### A.10.3 Innenräume

Die relativen Drücke in Räumen im Inneren eines Gebäudes sollten so festgelegt sein, dass die Luft von den reineren Räumen in die Räume strömt, in denen mehr Verunreinigungen freigesetzt werden.

### A.10.4 Zonierung der Anlagen

Es ist nicht zulässig, dass sich im Gebäude Verunreinigungen über die Luftleitungen oder die Lüftungsanlage ausbreiten. Unterschiedliche Lüftungsanlagen sollten nicht innerhalb eines Bereiches des Gebäudes so miteinander verbunden werden, dass die Druckbedingungen innerhalb dieses Bereiches unter bestimmten Betriebsbedingungen nicht mehr kontrollierbar sind.

Hochhäuser sollten in vertikale Lüftungsabschnitte unterteilt sein. Der vertikale Abstand ( $D$ ) zwischen der untersten und der obersten Außenluffassung im selben Bereich sollte nicht größer sein als

$$D_{\max} = \frac{600}{\theta_a - \theta_{\text{out,min}}} \quad (\text{A.1})$$

Dabei ist

$D$  der vertikale Abstand, in m;

$\theta_a$  die Raumlufftemperatur, in °C;

$\theta_{\text{out,min}}$  die Auslegungs-Außenlufttemperatur unter Winter-Bedingungen, in °C.

### BEISPIEL

Wenn die Raumlufftemperatur 21 °C und die Auslegungs-Außenlufttemperatur -14 °C beträgt, sollte der vertikale Abstand zwischen der untersten und der obersten Einlassöffnung 17 m nicht überschreiten.

Alternativ kann die Anlage mit Klappen für konstante Strömung oder ähnlichen Einrichtungen, die die Schachtwirkung ausgleichen, ausgestattet werden.

### A.10.5 Druckbedingungen in Komponenten und Anlagen

Der Druckabfall für Filter und Filterstufen, Klappen, Klappenbereiche und Mischbereiche in Luftbehandlungseinheiten sollte nach EN 13053 festgelegt werden.

Zu Wärmerückgewinnungsanlagen siehe A.4.

Bei Anlagen mit variablem Luftstrom werden zusätzliche Anforderungen festgelegt für:

- die maximale Schwankung der Druckdifferenz und das Verhältnis des Fortluft- zum Zuluftstrom;
- Drucküberwachung.

Der Einfluss der Druckdifferenz-Schwankungen auf die Luftströme auf Grund von Staubansammlung oder unterschiedlichen Klappenstellungen in Klappen oder Mischkammern sollte ermittelt oder abgeschätzt werden. Größere Schwankungen auf Grund von Veränderungen der Druckabfälle in der Einheit und der Anlage sind sowohl bei den Luftströmen (in der Regel nicht mehr als  $\pm 10\%$  des gesamten Zuluft- oder Fortluftvolumenstroms) als auch bei den Druckbedingungen im Gebäude nicht zulässig.

### A.10.6 Luftleitungssystem

Die Abluftleitungen im Gebäude (mit Ausnahme der Fortluftleitungen nach dem Ventilator) sind in der Regel für Unterdruck ausgelegt.

Abluft der Kategorien ABL 1 und ABL 2 kann in der Leitung jedoch einen Überdruck unter der Voraussetzung haben, dass die Dichtheit der Leitungen die Klasse C nach EN 12237 aufweist und keine Zuluftleitungen im selben Schacht mit Unterdruck betrieben werden.

Abluft der Kategorien ABL 3 oder ABL 4 sollte innerhalb des Aufenthaltsbereiches im Gebäude nicht unter Überdruck geführt werden. Die Abluftleitungen maschineller Lüftungsanlagen mit einem Querschnitt von mehr als 0,06 m<sup>2</sup> sollten mit Einrichtungen versehen sein, die automatisch schließen, wenn die Lüftung abgestellt wird; dadurch soll eine Rückströmung oder eine unkontrollierte Lüftung verhindert werden.

## A.11 Nach Bedarf geregelte Lüftung

Die praktische Erfahrung zeigt, dass mit einem bedarfsgerechten Betrieb der Energieverbrauch einer Lüftungsanlage oft wesentlich reduziert werden kann.

Bei wechselndem Bedarf kann die Lüftungsanlage so betrieben werden, dass bestimmte Kriterien im Raum erfüllt werden. In Räumen, die von Personen genutzt werden, können folgende Sensoren angewendet werden:

- Bewegungssensoren;
- Zählsensoren;
- CO<sub>2</sub>-Sensoren (werden hauptsächlich in Räumen mit Rauchverbot verwendet);
- Mischgas-Sensoren (werden auch in Räumen mit Raucherlaubnis verwendet).
- Infrarotsensoren.

In Räumen mit bekannten Emissionen kann die Konzentration der wichtigsten Verunreinigung als Eingangssignal verwendet werden (z. B. CO-Konzentration in Parkbereichen).

Die Lüftungsanlage und ihre Regelung sollten in Übereinstimmung mit den oben genannten Grundsätzen entsprechend angepasst werden, wenn die Nutzung eines Raumes verändert wird.

Weitere Informationen können prEN EPBD WI 22 entnommen werden.

Es können jedoch auch einfachere Verfahren zur Anpassung der Lüftung an den Bedarf angewendet werden. Dazu stehen folgende Mittel zur Verfügung:

- Handschalter;
- Kombination mit Lichtschalter;
- Schaltuhr (Tag, Woche oder volles Jahr);
- Endschalter am Fenster;

## A.12 Niedriger Leistungsverbrauch

Die spezifische Ventilatorleistung *SFP* ist abhängig vom Druckverlust, dem Wirkungsgrad des Ventilators und der Motorauslegung. Für einen möglichst geringen Energieverbrauch des Ventilators sollten die Druckverluste der Anlagenbauteile möglichst klein sein. Darüber hinaus ist zu beachten, dass sich die Druckverluste z. B. auf Grund von Staubansammlung verändern können und dass dies den Druckausgleich der Anlage beeinträchtigen kann.

In der Tabelle A.3 sind Beispiele typischer Druckverluste angegeben. Wenn ein Bauteil mit einem höheren Druckverlust gewählt wird, kann die angestrebte Gesamtkategorie durch niedrigere Druckverluste anderer Bauteile erreicht werden. Anhang D enthält weitere Leitlinien zur Bewertung des Leistungsgrades von Ventilatoren und Luftbehandlungseinheiten für einen geringen Gesamtenergieverbrauch.

**Tabelle A.3 — Beispiele für Druckverluste von Bauteilen in Luftbehandlungseinheiten**

Bauteil	Druckabfall in Pa		
	Niedrig	Normal	Hoch
Luftleitungssystem Zuluft	200	300	600
Luftleitungssystem Fortluft	100	200	300
Heizregister	40	80	100
Kühlregister	100	140	200
Wärmerückgewinnungseinheit H3 <sup>a</sup>	100	150	250
Wärmerückgewinnungseinheit H2-H1 <sup>a</sup>	200	300	400
Befeuchter	50	100	150
Luftwäscher	100	200	300
Luftfilter F5-F7 je Filterstufe <sup>b</sup>	100	150	250
Luftfilter F8-F9 je Filterstufe <sup>b</sup>	150	250	400
Schwebstofffilter	400	500	700
Gasfilter	100	150	250
Schalldämpfer	30	50	80
Luftdurchlass	30	50	100
Lufteinlass und –auslass	20	50	70

<sup>a</sup> Klasse H1-H3 nach prEN 13053rev.  
<sup>b</sup> Endgültiger Druckverlust vor Ersatz.

## A.13 Räumliche Anforderungen an Bauteile und Anlagen

### A.13.1 Allgemeines

Die Anlage sollte so angeordnet, ausgelegt und installiert sein, dass Reinigung, Instandhaltung und Reparaturarbeiten erleichtert werden. Zum Zwecke von Instandhaltungs- und Reinigungsarbeiten sollte ausreichend Raum im Umfeld der Ausrüstungsteile vorhanden sein. Die Mindestmaße dieses Raumes sollten den entsprechenden Maßen der betroffenen Ausrüstung oder Baugruppe entsprechen. Der Raum sollte für Ausbau und Reparaturen ausreichend groß sein, und der Weg für den Transport von Ersatzteilen sollte festgelegt und gekennzeichnet sein. Die Werte nach A.13.1 bis A.13.5 geben eine erste Information über die räumlichen Anforderungen.

Weder Ausrüstungsteile, die in Stand gehalten werden müssen, noch Wartungsöffnungen sollten an schwer zugänglichen Stellen angeordnet sein. Bei abgehängten Decken sollte in der Nähe derartiger Ausrüstungsteile in der Decke ein leicht und ohne Werkzeug zu öffnender Zugang von mindestens 500 mm × 500 mm Größe angeordnet sein.

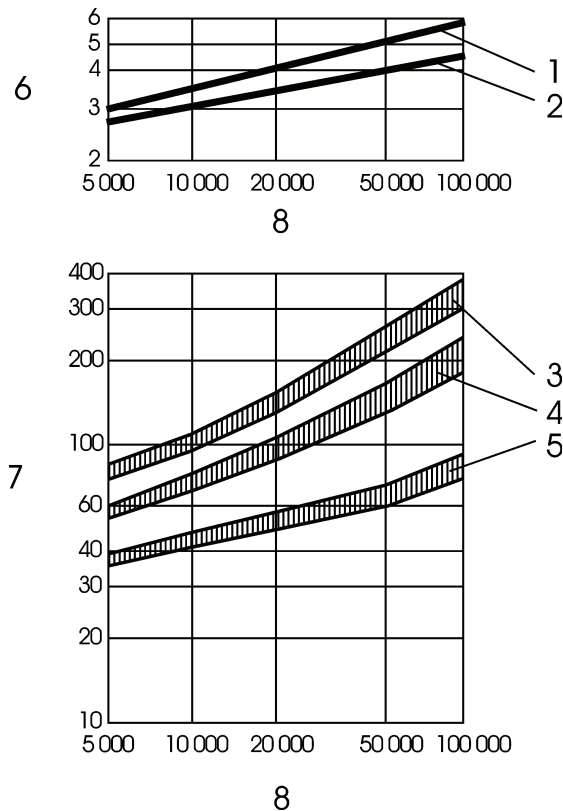
Luftbehandlungseinheiten und Maschinenräume sollten für das Wartungs- und Instandhaltungspersonal zugänglich sein (einschließlich aller erforderlichen Transportwege für Material und Ersatzteile), ohne dass ein Betreten von Aufenthaltsbereichen notwendig wird.

Die Bilder zu den räumlichen Anforderungen nach A.13.2 und A.13.3 sollten als Richtlinien für typische Fälle betrachtet werden. Je nach aktueller Lage kann mehr oder weniger Raum erforderlich sein. In allen Fällen sollten die geltenden räumlichen Anforderungen an Bauteile und Anlagen im Planungsstadium von Lüftungs- und Klimaanlagen und unter Berücksichtigung des für Reinigung, Instandhaltung und Austausch der Bauteile der Anlage erforderlichen Raumes festgelegt werden.

Wände von Installationsräumen und Schächten sollten möglichst nicht Teil der Tragkonstruktion des Gebäudes sein.

### A.13.2 Raumbedarf von Luftaufbereitungszentralen

Um leistungsfähige und leicht zu wartende Lüftungs- und Klimaanlage zu ermöglichen, sollten die in Bild A.4 angegebenen Anforderungen an Installationsräume erfüllt sein.



#### Legende

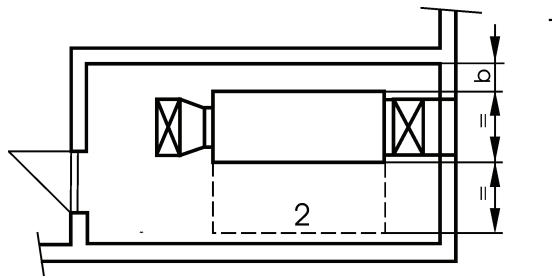
- |   |                            |   |   |
|---|----------------------------|---|---|
| 1 | Zuluftanlage (oberes Bild) | 5 | nur Abluftanlage                            |
| 2 | Abluftanlage               | 6 | Raumhöhe in m                               |
| 3 | Zu- und Abluftanlage       | 7 | Bodenfläche in m²                           |
| 4 | nur Zuluftanlage           | 8 | Zuluft- oder Abluftvolumenstrom in m³ · h⁻¹ |

**Bild A.4 — Raumhöhe und Bodenfläche für Luftaufbereitungszentralen**

Die angegebenen Bilder gelten für Systeme mit nur einer Zuluft- und einer Ablufteinheit. Bei einer Aufteilung in mehrere kleinere Einheiten und bei regenerativer Wärmerückgewinnung kann eine größere Bodenfläche erforderlich sein.

Bei der Planung von Lüftungs- und Klimaanlage ist es wichtig, nicht nur die Größe dieser Bereiche zu definieren, sondern auch ihre Anordnung, die Anordnung des Luftleitungssystems innerhalb der gesamten Anlage, die Transportwege für Ausrüstungs- und Ersatzteile und die Zugänglichkeit für Durchsicht und Reparaturen. Die in Bild A.5 dargestellten Grundsätze sollten befolgt werden. Nationale Bestimmungen und Empfehlungen können weitere Anforderungen oder Leitlinien enthalten.





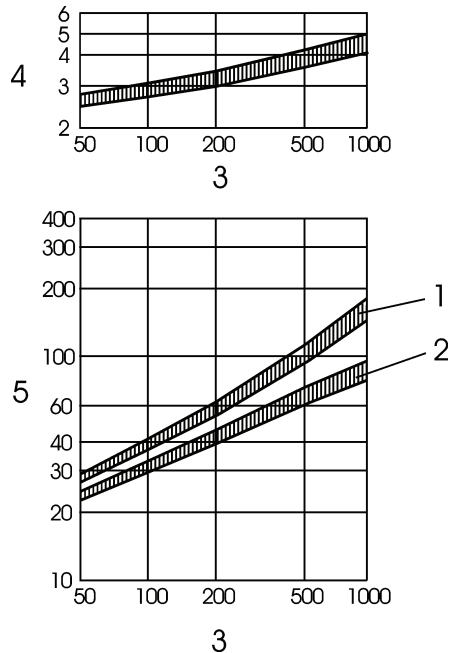
**Legende**

- 1  $b = 0,4 \cdot$  Höhe der Einheit, jedoch mindestens 0,5 m
- 2 Wartungsbereich

**Bild A.5 — Anordnung von Luftbehandlungseinheiten (Grundriss)**

**A.13.3 Raumbedarf von Kälte- und Wasserverteilzentralen**

Der Raumbedarf von Kälte- und Wasserverteilzentralen ist in Bild A.6 dargestellt.



**Legende**

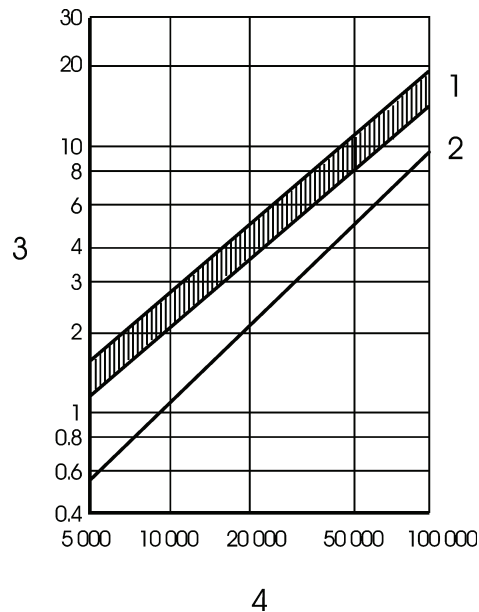
- 1 Kältezentrale einschließlich Wasserverteilung
- 2 Rückkühlung
- 3 Kälteleistung, in kW
- 4 Raumhöhe, in m
- 5 Bodenfläche, in m<sup>2</sup>

**Bild A.6 — Raumhöhe und Bodenfläche für Kälte- und Wasserverteilzentralen**

Die angegebenen Bereiche gelten für die Kühlanlage, die Kaltwasserpumpen und das Kaltwasser-Verteilungssystem. Die räumliche Anforderung an die Pumpen und die Verteilungssysteme für die Heizung ist nicht enthalten.

### A.13.4 Schachtquerschnitte

Empfohlene Querschnitte für Schächte sind in Bild A.7 angegeben.



#### Legende

- 1 Schächte für Luftleitungen
- 2 Schächte für den direkten Lufttransport
- 3 Querschnitt in m<sup>2</sup>
- 4 Luftvolumenstrom in m<sup>3</sup> · h<sup>-1</sup>

**Bild A.7 — Schachtquerschnitte**

Bei Schächten, die Luftleitungen enthalten, kann der untere Wert angewendet werden, wenn der Querschnitt fast quadratisch ist und keine Teilung in mehrere Leitungen gefordert wird. In anderen Fällen ist der obere Wert besser geeignet. Die angegebenen Zahlen sind Gesamtflächen für die Luftführung.

Bei Schächten, die direkt für den Lufttransport verwendet werden, wird der Querschnitt nur zur Luftführung verwendet.

Die Luftleitungsverbindungen im Schacht zum Luftleitungssystem in den Stockwerken sollten berücksichtigt werden. Lüftungsschächte sollten nicht zwischen Fahrstuhlschächten angeordnet sein.

### A.13.5 Raumbedarf in Doppeldecken

Bei abgehängten Decken, die Zu- und Abluftleitungssysteme enthalten, sollte der freie Raum über der Zwischendecke im Allgemeinen 0,40 m bis 0,50 m und in engen Bereichen mindestens 0,25 m bis 0,30 m betragen. Der Zugang zu den Reinigungsöffnungen der Leitungen sollte ungehindert erfolgen können.

### A.13.6 Fensterbrüstungen

Bei üblichen Lüftungs- und Klimaanlage in Fensterbrüstungen beträgt die erforderliche Tiefe etwa 0,20 m bis 0,40 m.

## **A.14 Hygienische und technische Gesichtspunkte bezüglich Installation und Instandhaltung**

Alle in Lüftungs- und Klimaanlage eingebauten Bauteile sollten für den vorgesehenen Verwendungszweck geeignet sein, d. h. sie müssen korrosionsbeständig, leicht zu reinigen, zugänglich und hygienisch einwandfrei sein. Weiterhin dürfen sie das Wachstum von Mikroorganismen nicht begünstigen.

Die Grundanforderungen zur Erleichterung von Instandhaltungsarbeiten bei Luftleitungsbauteilen sind in ENV 12097 angegeben.

Die allgemeinen hygienischen Anforderungen nach prEN 12097 gelten für alle Luftleitungen, Luftleitungsbauteile und Ausrüstungsbauteile von Lüftungsanlagen. Das Luftleitungssystem sollte so ausgelegt und eingebaut sein, dass es während der Lebensdauer der Anlage diese Anforderungen erfüllt.

Alle Bauteile sollten so eingebaut sein, dass sie gereinigt werden können, bzw. so, dass sie zur Wartung und Reinigung des Luftleitungssystems ausgebaut werden können. Wenn dies nicht möglich ist, sollten Wartungsöffnungen nach prEN 12097 entgegen der und/oder in Strömungsrichtung auf der einen oder auf beiden Seiten des Bauteils vorgesehen sein.

Die Kategorie der Abluft kann die Zutrittshäufigkeit zu Decken und Türen, das Reinigungsverfahren sowie die Reinigungsintervalle beeinflussen.

Um gute Zugangsmöglichkeiten für Reinigung und Wartung zu schaffen, sollten die Öffnungen bei Luftleitungen in der Nähe von Bögen angeordnet sein; bei geraden Luftleitungen sollten die Öffnungen nicht mehr als 10 m auseinander liegen. Bei Abluft der Kategorie ABL 4 sollte dieser Abstand, je nach Art der Verunreinigungen in der Abluft, nicht größer als 3 m bis 5 m sein. Die Mindestmaße der Öffnungen sind in Abschnitt 4 von prEN 12097 angegeben. Wenn das Reinigungsverfahren kleinere Öffnungen oder größere Abstände zwischen den Öffnungen zulässt, sind diese Maße und Abstände unter der Voraussetzung annehmbar, dass in der Dokumentation und Kennzeichnung der Öffnungen das Reinigungsverfahren mit seinen besonderen Anforderungen an die Öffnungsgrößen klar angegeben ist.

Bauteile, die in Luftleitungen eingebaut sind, müssen nach prEN 12097 zugänglich sein. Bei abgehängten Decken sollte A.13.5 beachtet werden. Das obere und das untere Ende von vertikalen Luftleitungen sollte mit Öffnungen versehen sein, die sich in frei zugänglichen Bereichen befinden.

## Anhang B (informativ)

### Wirtschaftliche Gesichtspunkte

#### B.1 Allgemeines

Die Wahl der Heizungs- und Lüftungsanlage für ein Gebäude hängt von der Funktionstüchtigkeit und der Wirtschaftlichkeit der Anlage ab. Die Kostenberechnung sollte nach einem geprüften und anerkannten Verfahren durchgeführt werden.

Weitere Informationen zu Heizungsanlagen sind in prEN EPBD WI 29 enthalten.

#### B.2 Voraussetzungen

Um klare und nachweisbare Ergebnisse vorlegen zu können, sollten alle Voraussetzungen für die Berechnung angegeben werden. Die wichtigsten Informationen sind:

- das Berechnungsverfahren;
- die Annahmen für die Werte nach B.3.2.

#### B.3 Berechnungsverfahren

##### B.3.1 Allgemeines

Die Berechnung der Kosten sollte nach der Barwertmethode erfolgen.

Die Berechnung basiert auf der erwarteten Lebensdauer und der Qualität der verwendeten Bauteile. Der Marktzinssatz und die Inflationsrate sollten berücksichtigt werden. Die Methode zur Berechnung der Kosten während der Lebensdauer ist in B.3.2 angegeben.

Zusätzliche für die Berechnung erforderliche Informationen sind in B.3 in den Tabellen über die empfohlene Lebensdauer von üblicherweise verwendeten Ausrüstungen enthalten.

##### B.3.2 Definitionen

###### B.3.2.1

###### Barwert ( $PV$ )

der Wert sämtlicher Kosten und Erträge, zu den heutigen Preisen, die während der Lebensdauer der Anlage entstehen werden

###### B.3.2.2

###### Anfangsinvestition ( $I$ )

Aufwand für die Einrichtung, die zur Erfüllung der gewünschten Funktion verwendet werden soll

ANMERKUNG    Betrifft nur Kosten für die Einrichtung, nicht für den Energieverbrauch.

###### B.3.2.3

###### Marktzinssatz ( $r$ )

vom Kreditgeber akzeptierter Zinssatz

**B.3.2.4****Inflationsrate ( $i$ )**

jährliche Wertminderung der Währung

**B.3.2.5****Realzinssatz ( $r_i$ )**

der Inflationsrate angepasster Marktzinssatz

$$r_i = \frac{r - i}{1 + i} \quad (\text{B.1})$$

**B.3.2.6****Lebensdauer ( $n$ )**

Lebenserwartung eines Produktes oder einer Anlage, in der Regel in Jahren angegeben

**B.3.2.7****Instandhaltungskosten ( $c_m$ )**

Jahresausgaben für die Reparatur und den Ersatz von Ausrüstungsteilen, sodass die Betriebsfähigkeit der Anlage mindestens auf dem ursprünglichen Leistungsniveau verbleibt

**B.3.2.8****Betriebskosten ( $c_o$ )**

jährliche Energie- und sonstige Verbrauchskosten sowie Verwaltungskosten und Kosten für technische Abläufe

ANMERKUNG Energieverbrauch führt zu externen Kosten, die nicht im offiziellen Preis enthalten sind. Es empfiehlt sich in der Praxis, die externen Kosten bei Wirtschaftlichkeitsberechnungen einzubeziehen und anzugeben.

**B.3.2.9****Barwertfaktor ( $f_{pv}$ )**

Faktor, mit dem die jährlichen Betriebs- und Instandhaltungskosten sowie Erträge multipliziert werden müssen, um einen Vergleich mit der Anfangsinvestition beim Einbau zu ermöglichen

ANMERKUNG Die Barwertfaktoren ( $f_{pv}$ ) in Tabelle B.1 sind für eine Lebensdauer von 5 Jahren bis 50 Jahren und für tatsächliche Zinssätze von 0 % bis 20 % angegeben. Zwischenwerte können entweder durch Interpolation oder durch die folgende dimensionslose Formel berechnet werden.

$$f_{pv} = \frac{1 - (1 + r_i)^{-n}}{r_i} \quad (\text{B.2})$$

Die Werte in Tabelle B.1 sind auf Grund der Annahme berechnet, dass Zahlungen am Ende eines jeden Jahres geleistet werden.

Tabelle B.1 — Barwertfaktoren  $f_{pv}$  in Prozent der jährlichen Kosten bei unterschiedlicher Lebensdauer und Realzinssätzen

Lebensdauer, $n$ , in Jahren	Realzinssatz $r_j$ in Prozent							
	0	4	5	8	10	12	15	20
5	5	4,5	4,3	4,0	3,8	3,6	3,0	2,7
10	10	8,1	7,7	6,7	6,1	5,7	5,0	4,6
15	15	11,1	10,4	8,6	7,6	6,8	5,8	4,7
20	20	13,6	12,5	9,8	8,5	7,5	6,3	4,9
30	30	17,3	15,6	11,3	9,4	8,1	6,6	5,0
40	40	19,8	17,2	11,9	9,8	8,2	6,6	5,0
50	50	21,5	18,3	12,2	9,9	8,3	6,7	5,1

**B.3.2.10****Kosten während des Lebenskreislaufes (LCC)**

Summe aus Anfangsinvestition und dem gegenwärtigen Wert der gesamten Betriebs- und Instandhaltungskosten

ANMERKUNG Es wird angenommen, dass am Ende der Lebensdauer die Investition völlig abgeschrieben ist (d. h. der verbleibende Wert ist gleich null).

$$LCC = I + f_{pv} (C_o + C_m) \quad (B.3)$$

**B.3.2.11****Einsparung während des Lebenskreislaufes (LCS)**

der angenommene wirtschaftliche Gewinn auf Grund einer Reduzierung der Energieverluste. Ein Unterschied in den Betriebskosten sollte mit dem entsprechenden Unterschied in der Investition verglichen werden

ANMERKUNG LCS sollte auf den Investitionszeitpunkt durch Multiplikation mit dem entsprechenden Barwertfaktor bezogen werden.

**B.3.2.12****gegenwärtige Nettokosten (NPC)**

berechnete Kosten im Verlauf des Lebenskreislaufes bei Abzug der entsprechenden Einsparung während des Lebenskreislaufes

**B.3.3 Berechnung der gegenwärtigen Nettokosten****B.3.3.1 Allgemeines**

Die Berechnung enthält:

- die angenommenen Kosten der Einrichtung;
- die angenommenen, dem Barwert angepassten Betriebs- und Instandhaltungskosten;
- die angenommene Einsparung, die sich aus der Investition ergibt (z. B. Miete oder Einsparung an Betriebskosten durch die Installation, z. B. durch einen Wärmeaustauscher).

Ein häufiges Problem bei b) und c) ist, dass sich die Kosten während der Lebensdauer nicht gleichmäßig verteilen. In den meisten Fällen ist jedoch ein Ausgleich erlaubt oder sogar zu empfehlen, da die Unsicherheit beim Bestimmen dieser Kosten ziemlich hoch und vom Typ und der Nutzung der Anlage abhängig ist.

### B.3.3.2 Beispiel für die Berechnung einer Anlage mit Bauteilen gleicher Lebensdauer

Investition	$I = 100\,000$ EUR
Betriebskosten	$C_o = 10\,000$ EUR/Jahr
Instandhaltungskosten	$C_m = 5\,000$ EUR/Jahr
Lebensdauer	$n = 30$ Jahre
Marktzinssatz	$r = 12\%$
Inflationsrate	$i = 6,5\%$ /Jahr
Realzinssatz	$r_i = \frac{0,12 - 0,065}{1 + 0,065} \%$
	$r_i = (\text{etwa}) 5,2\%$
Barwertfaktor	$f_{pv} = \frac{1 - (1 + 0,052)^{-30}}{0,052}$
	$f_{pv} = (\text{etwa}) 15,0$ (siehe Tabelle B.1)
$LCC_1 =$	$I + f_{pv} (c_o + c_m) = 100\,000 + 15,0 (10\,000 + 5\,000) = 325\,000$ EUR

Der auf Grund der Reduzierung der jährlichen Kosten  $C_y$  angenommene wirtschaftliche Gewinn (Einsparung während des Lebenskreislaufes,  $LCS$ ) sollte durch Multiplikation der Reduzierung der jährlichen Kosten mit dem Barwertfaktor auf den Investitionszeitpunkt bezogen werden.

$LCS$	$= f_{pv} \cdot C_y$
Angenommen	$C_y = 5\,000$ EUR/Jahr
$LCS$	$= 15 \times 5\,000 = 75\,000$ EUR
Um $NPC$ (gegenwärtige Nettokosten) zu erhalten, sollte der angenommene $LCC$ um $LCS$ reduziert werden.	
$NPC$	$= LCC - LCS$
$NPC$	$= 325\,000 - 75\,000 = 250\,000$ EUR

### B.3.3.3 Beispiele für die Berechnung einer Anlage mit Restwert

In den meisten Fällen gibt der Restwert keinen Aufschluss über bedeutende Änderungen der  $LCC$ . Der Einfluss des Restwertes kann wie folgt abgeschätzt werden:

Anteil des Restwertes	$= x\%$ der Investition $I$
Restwert	$I_r = I \cdot x/100$
Gegenwärtiger Restwert	$I_p = I_r \cdot p$ , mit $p = (1 + r_i)^{-n}$ , siehe Tabelle B.2

Bei Vergleich mit dem Ergebnis nach B.3.3.2 ergibt sich:

$$LCC_2 = I - I_p + f_{pv} (C_o + C_m)$$

Tabelle B.2 — Barwertfaktoren  $f_{pv}$  einer künftigen Einzelinvestition, in %

Lebensdauer, $n$ , in Jahren	Realzinssatz $r_i$ in Prozent							
	0	4	5	8	10	12	15	20
5	1	0,82	0,78	0,68	0,62	0,57	0,50	0,40
10	1	0,68	0,59	0,46	0,39	0,32	0,25	0,16
15	1	0,56	0,48	0,32	0,24	0,18	0,12	0,065
20	1	0,46	0,38	0,21	0,15	0,10	0,061	0,026
30	1	0,31	0,23	0,10	0,057	0,033	0,015	0,004
40	1	0,21	0,14	0,046	0,022	0,011	0,004	0,000 7
50	1	0,14	0,087	0,021	0,009	0,003	0,001	0,000 1

Mit den Werten nach B.3.3.2

Anteil des Restwertes  $x = 20 \% = 0,2$

Restwert  $I_r = 0,2 \times 100\,000 = 20\,000 \text{ EUR}$

Barwert  $I_p = 20\,000 (1 + 0,052)^{-30} = 4\,400 \text{ EUR}$

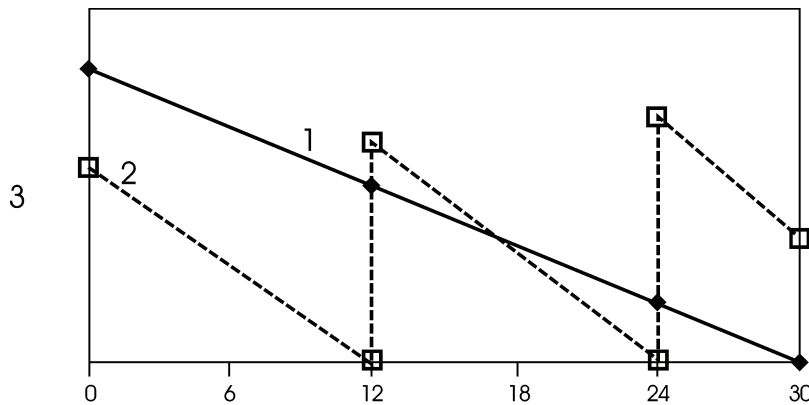
Mit  $LCC_1$  nach B.3.3.2 ergibt sich:

$LCC_2 = LCC_1 - I_p = 331\,000 - 4\,400 = 326\,600 \text{ EUR}$

**B.3.3.4 Berechnung einer Anlage mit Bauteilen unterschiedlicher Lebensdauer**

Die Berechnung der gegenwärtigen Nettokosten ( $NPC$ ) für eine Anlage sollte in der Regel unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Lebensdauer der Bauteile durchgeführt werden. Zum Vergleich sollte die Gesamtlebensdauer aller Bauteile und Anlagen gleich sein.

Nachfolgend ist ein einfaches Beispiel angegeben (siehe Bild B.1), in dem ein Bauteil eine kürzere Lebensdauer als ein anderes hat.



4

**Legende**

- 1 Bauteile mit voller Lebensdauer
- 2 Bauteile mit kurzer Lebensdauer
- 3 Investition
- 4 Lebensdauer in Jahren

**Bild B.1 — Investition und Neuinvestition in eine Anlage mit zwei Bauteilen unterschiedlicher Lebensdauer**



Die Kosten für das Hauptbauteil, das die gleiche Lebensdauer wie die gesamte Anlage aufweist, können nach B.3.3.2 berechnet werden. Bei Einbau eines weiteren Bauteils, das auf Grund einer kürzeren Lebensdauer während der Lebensdauer der Anlage zweimal ersetzt werden soll, kann folgende Berechnung durchgeführt werden:

- a) mit Beginn der Periode 2, nach 12 Jahren:

$$\begin{aligned} \text{Neuinvestition} & I_2 \\ \text{Barwert } I_{p2} &= I_2 \cdot (1 + r_i)^{-12}; \end{aligned}$$

- b) mit Beginn der Periode 3, nach 24 Jahren:

$$\begin{aligned} \text{Neuinvestition} & I_3 \\ \text{Barwert } I_{p3} &= I_3 \cdot (1 + r_i)^{-24}. \end{aligned}$$

ANMERKUNG Wenn der Preiszuwachs der neu eingebauten Bauteile der allgemeinen Inflationsrate folgt, können die Neuinvestitionskosten, die zur Zeit der ursprünglichen Investition ermittelt wurden, unverändert angesetzt werden.

Gesamter gegenwärtiger Investitionswert:

$$I_{\text{tot}} = I + I_{p2} + I_{p3}$$

Die LCC der Anlage können nun nach der Gleichung in B.3.3.2 berechnet werden, wenn  $I_{\text{tot}}$  an Stelle von  $I$  eingesetzt wird.

Wenn die Lebensdauer der letzten Investition die des Bauteils mit der langen Lebensdauer übersteigt, kann der verbleibende Wert dieser letzten Investition nach B.3.3.3 wie folgt berechnet werden:

$$LCC = I_{\text{tot}} - I_p + f_{pv} \cdot (C_o + C_m)$$

## B.4 Lebensdauer und Instandhaltungskosten für Anlagen und Ausrüstung

Die Lebensdauer und die Instandhaltungskosten für die Ausrüstung sind von Folgendem abhängig:

- Qualität der Ausrüstung;
- Dimensionierung und Art der Ausrüstung;
- Nutzungsintensität;
- Qualität der Instandhaltung und Instandhaltungsverfahren.

Für die Lebensdauer und die jährlichen Instandhaltungskosten können die Richtwerte nach Tabelle B.3 zur Berechnung der Kosten während des Lebenskreislaufes angesetzt werden. Wesentlich ist es jedoch, die vorgenannten Faktoren und die Lebensdauer sowie Nutzung des gesamten Gebäudes zu berücksichtigen. Die Lebensdauer der gesamten Ausrüstung sollte außerdem in der Anlagen- und Ausrüstungsdokumentation angegeben sein und für eine regelmäßige Überprüfung der Anlagen nach prEN EPBD WI 6 (Klimaanlagen) und prEN EPBD WI 30 (Lüftungsanlagen) bereitgehalten werden.

Die Zahlen, die in Tabelle B.3 angegeben sind, sind nur Beispiele und eignen sich für Voruntersuchungen und Vergleiche zwischen verschiedenen Anlagen. Sie sollten jedoch nicht als Grundlage für Instandhaltungsverträge usw. verwendet werden.

Tabelle B.3 — Beispiele für Lebensdauer und jährliche Instandhaltungskosten

Bauteil	Übliche Lebensdauer in Jahren	Jährliche Instandhaltungskosten in % der Anfangsinvestition
Klimagerät	15	4
Luftkühler	20	2
Lufterhitzer, elektrisch	15	2
Lufterhitzer, Dampf	20	2
Lufterhitzer, Wasser	20	2
Brenner, Öl und Gas	10	4
Kondensatoren	20	2
Regeleinrichtung	15	4
Regelventile, automatisch	15	6
Regelventile, manuell	30	4
Verdichter	15	4
Kühlflächen, -decken	30	2
Klappen	20	1
motorgeregelte Klappen	15	4
Diffusoren	20	4
Zweikanalboxen	15	4
Leitungssysteme für gefilterte Luft	30	2
Leitungssysteme für ungefilterte Luft	30	6
Verdampfer	20	2
Expansionsgefäße, Cu	30	1
Expansionsgefäße, rostfrei	30	1
Expansionsgefäße, Stahl	15	2
Abluftgitter	20	10
Gebläsekonvektoren	15	4
Ventilatoren	20	4
Ventilatoren mit variablem Volumenstrom	15	6
Filterrahmen	15	2
zu reinigendes Filtermaterial	10	10
zu ersetzendes Filtermaterial	1	0
Brandschutzklappen, leicht zugänglich	15	8
Brandschutzklappen, schwer zugänglich	15	15
Luftdurchlass, allgemein	30	4
Wärmepumpen	15	4
Wärmerückgewinnungseinheiten, rotierend	15	4
Wärmerückgewinnungseinheiten, statisch	20	4
Luftbefeuchter, Wasser	10	6
Luftbefeuchter, Dampf	4	4
Motoren, Diesel	10	4
Motoren, elektrisch	20	1
Rohre, Cu	30	1

Tabelle B.3 (fortgesetzt)

Bauteil	Übliche Lebensdauer in Jahren	Jährliche Instandhaltungskosten in % der Anfangsinvestition
Rohre, Kunststoff	30	1
Rohre, rostfrei	30	1
Stahlrohre im geschlossenen System	30	1
Stahlrohre im offenen System	15	1
Pumpen im geschlossenen System	20	2
Pumpen im offenen System	15	2
Heizkörper, elektrisch	20	2
Heizkörper, Wasser	30	2
Absperrventile, automatisch	15	4
Absperrventile, manuell	30	2
Schalldämpfer	30	1
Thermostate für Radiatoren	15	4
Volumenstromregler	15	6
Keilriemen	10	6
Leitungsnetz (Elektro)	30	1

## **Anhang C** (informativ)

### **Checkliste für die Auslegung und Nutzung von Anlagen mit niedrigem Energieverbrauch**

#### **C.1 Checkliste für die Auslegung des Gebäudes**

Die Anwendung der folgenden Checkliste sollte dem Planer helfen, das Entstehen einer Situation zu vermeiden, in der Gebäudemängel zu Unbehagen oder hohem Energieverbrauch führen:

- a) frühe Zusammenarbeit mit einem Planer von Lüftungs- und Klimaanlage;
- b) Optimierung sowohl der Ausrichtung des Gebäudes als auch der Größe der Fenster;
- c) guter Wärmeschutz für Sommer und Winter;
- d) Dichtheit des Gebäudes in Abhängigkeit von der Nutzung und der Art des Lüftungssystems;
- e) optimierte Wärmespeicherfähigkeit der Baukonstruktion;
- f) Verwendung von emissionsarmen Baustoffen und Inneneinrichtungen;
- g) wirksamer Sonnenschutz;
- h) Trennung von Bereichen unterschiedlicher Nutzung und deshalb unterschiedlicher Anforderungen;
- i) klares Brandschutzkonzept;
- j) Anordnung und Raumbedarf der Anlagen und Luftleitungen;
- k) Beleuchtungskonzept;
- l) Tageslichtnutzung.

#### **C.2 Checkliste für die Auslegung der Lüftungs- oder Klimaanlage**

Die folgende Checkliste sollte vom Architekten und Planer der Lüftungs- oder Klimaanlage zur Hilfe genommen werden:

- a) klare und schriftlich festgelegte Definition der Planungsgrundlagen und Garantiebedingungen;
- b) bedarfsabhängige Außenluftzufuhr in Fällen von wechselnder Nutzung;
- c) korrekte Berechnung der Heiz- und Kühllast als Grundlage für die Dimensionierung der Anlage;
- d) Anwendung realistischer innerer Lasten;
- e) direktes Abführen von örtlichen Wärme-, Verunreinigungs- und Feuchtigkeitsquellen;
- f) gute Lüftungseffektivität im Raum durch Nutzung von Verdrängungslüftung oder hochwirksamer Mischlüftung;
- g) Nutzung der Möglichkeiten der freien Kühlung;

- h) Wärmerückgewinnung und Abwärmenutzung;
- i) individueller Betrieb bei individueller Nutzung;
- j) Möglichkeiten der Nutzung alternativer Verfahren wie Luffterdregister, Erdsonden, adiabatische Kühlung;
- k) Verwendung von Anlagen auf Wassergrundlage bei hohen abzuführenden Wärmelasten;
- l) Messkonzept zur Überwachung der Funktion und des Energieverbrauchs der Anlage;
- m) Konzept zur Kontrolle und Reinigung der Anlage.

### **C.3 Checkliste für die Auslegung einzelner Komponenten**

Die folgende Checkliste soll den Unternehmern bei der detaillierten Auslegung der Bauteile helfen:

- a) niedriger Energieverbrauch bei der Luftförderung (niedrige Geschwindigkeiten, kurze Wege, gute aerodynamische Form);
- b) gute Wirkungsgrade von Ventilatoren, Antrieben und Motoren unter allen Bedingungen;
- c) optimierte Wärmerückgewinnung;
- d) geregelte Befeuchtung oder keine Befeuchtung;
- e) geregelte Kühlung oder keine Kühlung;
- f) Kaltwassertemperatur so hoch wie möglich;
- g) Dämmung von Kältemittel- und Kaltwasserleitungen gegen Kondensation und Energieverluste;
- h) Möglichkeiten der Kontrolle und Reinigung des Luftleitungssystems und der Bauteile
- i) Luftdichte Leitungen und Luftbehandlungseinheiten.

### **C.4 Checkliste für die Nutzung der Anlage**

Die folgende Checkliste soll hauptsächlich den Eigentümern und Nutzern des Gebäudes helfen. Diese Liste sollte nach Fertigstellung regelmäßig überprüft werden; für eine regelmäßige Überprüfung der Anlage nach prEN EPBD WI 6 (Klimaanlagen) und prEN EPBD WI 30 (Lüftungsanlagen) sollte eine entsprechende Dokumentation bereitgehalten werden.

- a) Betrieb mit festgelegten Raumtemperaturen;
- b) Betrieb mit festgelegten Raumfeuchten;
- c) bedarfgerechter Betrieb der Anlagen;
- d) korrekte Anwendung des Sonnenschutzes im Sommer und im Winter;
- e) Minimierung innerer Wärmelasten im Sommer;
- f) regelmäßige Kontrollen von Bauteilen (Filter, Antriebe, Sauberkeit, Sensoren);
- g) regelmäßige Kontrolle des Energieverbrauchs;
- h) regelmäßige Kontrolle des hygienischen Zustandes der Anlage;
- i) Betriebsoptimierung nach den tatsächlichen Bedingungen und Anforderungen.

## Anhang D (informativ)

### Bewertung des Leistungsgrades von Ventilatoren und Luftbehandlungseinheiten — Berechnung und Überprüfung der $SFP_V$

#### Einleitung

In diesem Anhang werden Verfahren zur Bewertung des Bedarfs an elektrischer Leistung von Ventilatoren und Luftbehandlungseinheiten in Lüftungsanlagen von Gebäuden beschrieben. Ausführlichere Leitlinien sind in der EUROVENT-Empfehlung für die Berechnung des Energieverbrauchs von Luftbehandlungsanlagen enthalten.

Es wird empfohlen, vor der Lieferung bereits im Laboratorium des Herstellers eine Überprüfung der spezifischen Ventilatorleistung vorzunehmen.

Der Zielwert der spezifischen Ventilatorleistung,  $SFP$ , für das gesamte Gebäude sollte während der frühen Planungsphase definiert werden, um den Nutzleistungsbedarf und somit den Energieverbrauch beim Transport der Luft durch das gesamte Gebäude zu ermitteln. Mit dem zusätzlichen Faktor ist  $SFP_V$  kann ermittelt werden, wie wirksam einzelne Luftbehandlungseinheiten oder Ventilatoren die elektrische Leistung nutzen. Eine ausführliche Definition der  $SFP_V$  ist in 5.5 angegeben. Die  $SFP_V$  berücksichtigt nur den Verbrauch der Ventilatoren.

Der  $SPF$ -Zielwert gibt den erforderlichen Leistungsgrad sämtlicher Zuluft- und Fortluftventilatoren im Gebäude an. Im späteren Verlauf der Planung ist der  $SFP$ -Wert für das gesamte Gebäude, definiert als der gewichtete Mittelwert der  $SFP$ -Werte einzelner Einheiten und Ventilatoren (siehe Beispiel), mit dem Zielwert zu vergleichen und für den Fall zu überprüfen, dass sich Änderungen der einzelnen  $SFP$ -Werte ergeben haben.

#### Spezifische Ventilatorleistung ( $SFP$ ) des gesamten Gebäudes ( $\text{kWh}/(\text{m}^3/\text{s})$ )

Die spezifische Ventilatorleistung ist „die kombinierte Menge des von allen Ventilatoren im Luftverteilungssystem verbrauchten elektrischen Leistung, dividiert durch den Gesamtluftvolumenstrom durch das Gebäude bei Auslegungslasten, in  $[\text{kW}/(\text{m}^3/\text{s})]$ “. *Diese Definition unterscheidet sich von der im normativen Teil von prEN 13779rev angegebenen Definition.*

$$SFP = \frac{P_{sf} + P_{ef}}{q_{\max}}$$

Dabei ist

$SFP$  die erforderliche spezifische Ventilatorleistung  $[\text{kW}/(\text{m}^3/\text{s})]$ ;

$P_{sf}$  die Gesamtleistung der Zuluftventilatoren bei Auslegungsluftvolumenstrom (kW);

$P_{ef}$  die Gesamtleistung der Fortluftventilatoren bei Auslegungsluftvolumenstrom (kW);

$q_f$  der Auslegungsluftvolumenstrom durch das Gebäude; sollte dem Fortluftvolumenstrom ( $\text{m}^3/\text{s}$ ) entsprechen.

Bei der  $SFP$  des gesamten Gebäudes werden auch ventilatorbetriebene Luftdurchlässe berücksichtigt, wenn sie an die ventilatorbetriebene Hauptluftversorgungsanlage angeschlossen sind.

### Festlegung der $SFP_V$ einzelner Luftbehandlungseinheiten bzw. Ventilatoren

Damit Projektplaner schnell ermitteln können, ob eine bestimmte Luftbehandlungseinheit den insgesamt erforderlichen Leistungsgrad erreicht, wurde eine  $SFP_V$  für einzelne Ventilatoren/Luftbehandlungseinheiten definiert. In einigen Fällen können in den Programmspezifikationen spezifische erforderliche Leistungsgrade für jeden einzelnen Ventilator/jede einzelne Luftbehandlungseinheit angegeben sein.

Bei einer Anlage mit konstantem Luftvolumenstrom muss der Bedarf bei Nennluftvolumenstrom (maximal) und Nennaußendruckabfall (Druckabfall in der Luftleitung) erfüllt werden. Bei einer Anlage mit variablem Luftvolumenstrom muss die erforderliche  $SFP_V$  bei partiellem Luftvolumenstrom und dem entsprechenden Außendruckabfall erfüllt werden, die in den einzelnen Spezifikationen der Luftbehandlungseinheiten oder an anderer Stelle in den Referenzdokumenten festgelegt sind. Daher sind Daten für den Nennluftvolumenstrom (maximal) und Nennaußendruckabfall sowie für den partiellen Luftvolumenstrom und den entsprechenden Außendruckabfall festzulegen. Wenn keine Daten zum partiellen Luftvolumenstrom und dem entsprechenden Außendruckabfall festgelegt sind, können folgende Werte als Standardwerte bei der Bestimmung der  $SFP_V$  angewendet werden:

Auslegungsluftvolumenstrom (Standardwert): 65 % des Nennluftvolumenstroms

Auslegungsaußendruckabfall (Standardwert): 65 % des Nennaußendruckabfall

Kommentar: 65 % können als realistisches Jahresmittel für eine Lüftung zur Erzeugung normaler Behaglichkeitsbedingungen angesehen werden. Der Auslegungsaußendruckabfall bei 65 % des Nennluftvolumenstroms ergibt sich aus der Anwendung herkömmlicher Berechnungsverfahren und unter Annahme folgender Bedingungen:

- 62 % des Außendruckabfalls setzen sich zusammen aus dem strömungsabhängigen Druckabfall;
- 38 % des Außendruckabfalls setzen sich zusammen aus dem strömungsunabhängigen Druckabfall, gleich der konstanten Druckregelung.

### Luftbehandlungseinheit zur Wärmerückgewinnung mit Be- und Entlüftung

Die spezifische Ventilatorleistung,  $SFP_V$ , ist die Gesamtmenge der an die Ventilatoren in der Luftbehandlungseinheit gelieferten elektrischen Leistung, in kW, dividiert durch den jeweils höchsten Zuluft- oder Fortluftvolumenstrom (d. h. nicht der Außenluft- oder Abluftvolumenstrom), ausgedrückt in m<sup>3</sup>/s, bei „sauberen Filtern“.

$$SFP_V = \frac{P_{sfm} + P_{efm}}{q_{\max}}$$

Dabei ist

$SFP_V$  die spezifische Ventilatorleistung einer Luftbehandlungseinheit zur Wärmerückgewinnung [kW/(m<sup>3</sup>/s)];

$P_{sfm}$  die an den Zuluftventilator gelieferte Leistung (kW);

$P_{efm}$  die an den Fortluftventilator gelieferte Leistung (kW);

$q_{\max}$  der höchste Zuluft- oder Fortluftstrom durch die Luftbehandlungseinheit (m<sup>3</sup>/s).

Es ist zu beachten, dass zu dieser Kategorie auch Luftbehandlungseinheiten mit flüssigkeitsgekoppelten Wärmeaustauschern und getrennte Zuluft- und Fortluftabschnitte gehören.

**Getrennte Zuluft- bzw. Fortluftbehandlungseinheiten und einzelne Lüfter**

Die spezifische Ventilatorleistung,  $SFP_V$ , ist die an einen Ventilator gelieferte elektrische Leistung, in kW, dividiert durch den Luftstrom, ausgedrückt in  $m^3/s$ , bei „sauberem Filter“.

$$SFP_V = \frac{P_{\text{mains}}}{q}$$

Dabei ist

- $SFP_V$  die spezifische Ventilatorleistung der Luftbehandlungseinheit/des Ventilators [ $kW/(m^3/s)$ ];
- $P_{\text{mains}}$  die an die Ventilatoren der Luftbehandlungseinheit/des Ventilators gelieferte Leistung (kW);
- $q$  der Luftstrom durch die Luftbehandlungseinheit/den Ventilator ( $m^3/s$ ).

**Festlegung der Ventilatorleistung**

Folgende Daten sind für jede Luftbehandlungseinheit festzulegen:

- Zuluft- und Fortluftvolumenstrom,  $q_{SAfan}$  bzw.  $q_{EAfan}$  ( $m^3/s$ );
- die Werte für den Außendruckabfall in der Zuluft und Fortluft (Pa);
- der Gesamtdruckanstieg bei Auslegungsdruckabfall des Filters (Pa);
- die Ventilator Drehzahl bei Auslegungsdruckabfall des Filters (Pa);
- die an den Ventilator gelieferte Leistung bei Auslegungsdruckabfall des Filters (Pa);
- Gesamtwirkungsgrad bei Auslegungsdruckabfall des Filters (Pa);
- Gesamtdruckanstieg in einer Einheit mit sauberen Filtern (Pa);
- Ventilator Drehzahl in einer Einheit mit sauberen Filtern (U/min);
- die an den Ventilator einer Einheit mit sauberen Filtern gelieferte Leistung,  $P_{\text{mains}}$  (kW);
- die spezifische Ventilatorleistung mit sauberen Filtern,  $SFP_V$ , [ $kW/(m^3/h)$ ];
- die Größe der angeschlossenen Luftleitungen.

Wenn die Luftbehandlungseinheit mit einem rotierenden Wärmeaustauscher ausgestattet ist, sind darüber hinaus folgende Daten festzulegen:

- Reinigungsluftstrom, einschließlich Undichtheit ( $m^3/s$ );
- Druckabfall von der zusätzlichen Drosselung auf der Fortluftseite zur Sicherstellung der vorschriftsmäßigen Richtung der Undichtheit (Pa).



### Berechnung des Leistungsbedarfs des Ventilators

Die aus dem Versorgungsnetz an jeden einzelnen Ventilator gelieferte Nutzleistung kann wie folgt ausgedrückt werden:

$$P_{\text{mains}} = \frac{q_{\text{fan}} \cdot \Delta p_{\text{fan}}}{\eta_{\text{tot}}}$$

$$P_{\text{mains}} = \frac{P_{\text{fan}}}{\eta_{\text{tr}} \cdot \eta_{\text{m}} \cdot \eta_{\text{c}}}$$

Dabei ist

- $P_{\text{mains}}$  die Nutzleistung aus dem Versorgungsnetz (kW);
- $q_{\text{fan}}$  der Luftstrom den Ventilator ( $\text{m}^3/\text{s}$ );
- $\Delta p_{\text{fan}}$  der Gesamtdruckanstieg vom Ventilatoreinlass zum Auslass (Pa).
- $P_{\text{fan}}$  der Leistungsbedarf im Ventilatorschacht (kW);
- $\eta_{\text{tot}}$   $\eta_{\text{fan}} \times \eta_{\text{tr}} \times \eta_{\text{m}} \times \eta_{\text{c}}$ ;
- $\eta_{\text{fan}}$  der Wirkungsgrad des Ventilators einschließlich Lagerverluste;
- $\eta_{\text{tr}}$  der Wirkungsgrad der mechanischen Kraftübertragung;
- $\eta_{\text{m}}$  der Wirkungsgrad des Elektromotors, ausgenommen Steuer- und Regeleinrichtungen;
- $\eta_{\text{c}}$  der Wirkungsgrad der Steuer- und Regeleinrichtungen, einschließlich deren Auswirkung auf Motorverluste.

Alle Werte gelten für eine Luftdichte von  $\rho = 1,2 \text{ kg/m}^3$ .

Der Druckanstieg im Ventilator,  $\Delta p_{\text{fan}}$ , darf den Widerstand bei  $\Delta p_{\text{ext}}$  (Außendruckabfall, d. h. Gesamtdruckabfall im Luftverteilungssystem außerhalb der Luftbehandlungseinheit und des Ventilators) und  $\Delta p_{\text{ahu}}$  (Innendruckabfall, d. h. kombinierter Druckabfall in den verschiedenen Funktionsabschnitten der Luftbehandlungsanlage bei integriertem Ventilator).

Ausführlichere Leitlinien sind in der EUROVENT-Empfehlung zur Berechnung des Energieverbrauchs von Luftbehandlungseinheiten enthalten.

### Festlegung der $SFP_V$ -Anforderungen

Um Vorschläge für Luftbehandlungseinheiten oder Ventilatoren mit dem gewünschten Leistungsgrad zu erleichtern, ist es angebracht, in der Programmspezifikation die höchste zulässige  $SFP_V$  in Verbindung mit weiteren Ventilatorleistungsdaten festzulegen.

Es wird empfohlen, die  $SFP$ -Werte für zwei unterschiedliche Betriebsbedingungen zu berechnen, z. B. unter Anwendung der Software des Herstellers. Für die Bemessung der Einheit und die Wahl Ventilatormotors sollte der bei der Berechnung angewendete Betriebspunkt bei mittlerem Filterdruckabfall und maximalem Druckabfall der Wärmeaustauscher bestimmt werden (gegebenenfalls unter Berücksichtigung von Kondensation). Der  $SFP$ -Wert muss bei Anfangsdruckabfall (saubere Filter) und trockenen Wärmeaustauschern berechnet werden, was normalerweise der Situation bei Inbetriebnahmeprüfungen entspricht. Beim Druckverlust des Luftleitungssystems müssen außerdem die Austrittsverluste berücksichtigt werden.

### Überprüfung der $SFP_V$ -Anforderungen

Die Luftbehandlungseinheit sollte vor Überprüfung des  $SFP_V$ -Wertes normalerweise mit sauberen Filtern ausgestattet werden. Die Luftbehandlungseinheit und das Luftleitungssystem sollten frei von Verunreinigungen sein, die zu einem höheren Druckabfall führen könnten.

Eine spezifische Luftdichtheit und eine spezifische Ventilatorumdrehzahl waren Voraussetzungen bei der Projektplanung. Da der sich im Ventilator entwickelnde Luftvolumenstrom stark von diesen Werten abhängt, müssen die gemessenen Daten erneut berechnet werden. Zur Überprüfung des  $SFP_V$ -Wertes bei einer regelmäßigen Inspektion siehe prEN EPBD WI 6 und prEN EPBD WI 30.

### Beispiel

#### Luftbehandlungseinheit mit Zuluft- und Fortlufteinheit

Zuluft-ventilator	Luftstrom m <sup>3</sup> /s	Luft- leitungs- druck Pa	An den Ventilator gelieferte Leistung <sup>1)</sup> kW	Fortluft- ventilator	Luftstrom m <sup>3</sup> /s	Luft- leitungs- druck Pa	An den Ventilator gelieferte Leistung <sup>1)</sup> kW	SFP dieser Einheit kW/m <sup>3</sup> /s
S-1	0,5	300	0,98	E-1	0,5	250	0,85	3,66
S-2	2,5	250	3,36	E-2	2,8	250	3,93	2,60
S-3	6,9	300	9,17	E-3	7,2	300	8,71	2,28
S-4	3,3	250	4,33	E-4	3,6	250	4,83	2,54
Gesamt	13,2		17,8		14,1		18,3	

#### Separate Zuluftseinheiten oder -ventilatoren

Zuluftventilator	Luftstrom m <sup>3</sup> /s	Luftleitungsdruck Pa	An den Ventilator gelieferte Leistung <sup>1)</sup> kW	SFP dieses Ventilators kW/m <sup>3</sup> /s
S-5	0,4	300	0,66	1,65
S-6	1,2	220	1,44	1,20
Gesamt	1,6		2,1	

#### Separate Fortlufteinheiten oder -ventilatoren

Fortluftventilator	Luftstrom m <sup>3</sup> /s	Luftleitungsdruck <sup>2)</sup> Pa	An den Ventilator gelieferte Leistung <sup>1)</sup> kW	SFP dieses Ventilators kW/m <sup>3</sup> /s
EF-1	0,1	160	0,06	0,60
EF-2	0,2	220	0,17	0,85
EF-3	0,5	350	0,35	0,70
EF-4	1,0	220	0,67	0,67
Gesamt	1,8		1,25	

Gesamtzuluftstrom	13,2+1,6	14,8 m <sup>3</sup> /s
Gesamtfortluftstrom	14,1+1,8	15,9 m <sup>3</sup> /s
Gesamte elektrische Leistung	17,8+18,3+2,1+1,25	39,4 kW
SFP =	39,4/15,9	2,48 KW/(m <sup>3</sup> /s)

**1) An den Ventilator gelieferte Leistung**

Das bedeutet, dass die Leistung bei Auslegungsluftstrom und gegebenem Druckabfall im Luftleitungsnetz an den Ventilator geliefert wird. Dieser Wert kann zum Beispiel mit Hilfe der Herstellersoftware berechnet werden. Er wird als Eingangsgröße für die Berechnung der SFP der gesamten Anlage verwendet. Er umfasst den Wirkungsgrad von Ventilator, Motor, Riemenantrieb und Frequenzumwandler. Außerdem gibt er die Leistung an, die durch Messungen an der vollständigen Anlage nach Ausgleich und letzten Anpassungen der Luftströme verifiziert werden sollte.

**2) Luftleitungsdruck, bei separatem Fortluftventilator**

## Literaturhinweise

EN 779, Partikel-Luftfilter für die allgemeine Raumluftechnik — Anforderungen, Prüfung, Kennzeichnung

EN 1505, *Lüftung von Gebäuden — Luftleitungen und Formstücke aus Blech mit Rechteckquerschnitt — Maße*

EN 1506, *Lüftung von Gebäuden — Luftleitungen und Formstücke aus Blech mit rundem Querschnitt — Maße*

EN 1507, *Lüftung von Gebäuden — Luftleitungen — Rechteckige Luftleitungen aus Blech — Festigkeit und Dichtheit*

EN 1886, *Lüftung von Gebäuden — Zentrale raumluftechnische Geräte — Mechanische Eigenschaften und Messverfahren*

EN 13030, *Lüftung von Gebäuden — Endgeräte — Leistungsprüfung von Wetterschutzblenden bei Beanspruchung durch Beregnung*

EN 13829, *Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden — Bestimmung der Luftdurchlässigkeit von Gebäuden — Differenzdruckverfahren (ISO 9972:1996, modifiziert)*

CR 1752, *Lüftung von Gebäuden — Auslegungskriterien für Innenräume*

prEN EPBD WI 29, *Beurteilungsverfahren zur Wirtschaftlichkeit von Energiesystemen in Gebäuden, einschließlich erneuerbare Energiequellen*

prEN EPBD WI 31, *Kriterien für das Innenraumklima, einschließlich thermische Bedingungen und Raumlufqualität (Lüftung), Licht und Lärm*

WI 156051, *Lüftung von Gebäuden — Endgeräte — Behaglichkeitskriterien*

EUROVENT recommendation for calculations of energy consumption for air handling units (Empfehlung zur Berechnung des Energieverbrauchs von Luftbehandlungsanlagen)

World Health Organisation. Air Quality Guidelines for Europe (Richtlinien der Luftqualität für Europa), WHO, 1999