

DIN EN 13779

ICS 91.140.30

Ersatz für
DIN EN 13779:2005-05

**Lüftung von Nichtwohngebäuden –
Allgemeine Grundlagen und Anforderungen für Lüftungs- und
Klimaanlagen und Raumkühlsysteme;
Deutsche Fassung EN 13779:2007**

Ventilation for non-residential buildings –
Performance requirements for ventilation and room-conditioning systems;
German version EN 13779:2007

Ventilation dans les bâtiments non résidentiels –
Exigences de performances pour les systèmes de ventilation et de climatisation;
Version allemande EN 13779:2007

Gesamtumfang 74 Seiten

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

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN 13779:2007) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 156 „Lüftung von Gebäuden“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom BSI (Vereinigtes Königreich) gehalten wird. Das zuständige deutsche Gremium ist NA 041-02-50 AA „Grundlagen“ im Normenausschuss Heiz- und Raumlufttechnik (NHRS) im DIN.

In Deutschland wird die EG-Richtlinie 2002/91/EG über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden durch die Energie-Einsparverordnung (EnEV) umgesetzt. Die EnEV nimmt zur Zeit datierte nationale und Europäische Normen und nationale Vornormen in Bezug, die für die Umsetzung in Deutschland festgelegt wurden. Dieser Zusammenhang soll in einem Nationalen Anhang NA veröffentlicht werden unter der gleichen Norm-Nummer, ergänzt um den Zusatz NA.

Änderungen

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

- a) zur Erfüllung der EPBD-Richtlinie wurde eine Reihe von Projekten in die Norm aufgenommen, die unter das Mandat M 343 fallen.

Frühere Ausgaben

DIN 1946-2: 1960-04, 1983-01, 1994-01

DIN EN 13779: 2005-05

Deutsche Fassung

**Lüftung von Nichtwohngebäuden —
Allgemeine Grundlagen und Anforderungen für Lüftungs- und
Klimaanlagen und Raumkühlsysteme**

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

Ventilation dans les bâtiments non résidentiels — Exigences
de performances pour les systèmes de ventilation et de
climatisation

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 26. März 2007 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Management-Zentrum des CEN oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

Management-Zentrum: rue de Stassart, 36 B-1050 Brüssel

Inhalt

	Seite
Vorwort	5
Einleitung.....	6
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen.....	7
3 Begriffe	8
4 Symbole und Einheiten	10
5 Vereinbarungen über die Auslegungskriterien	11
5.1 Allgemeines	11
5.2 Grundsätze	11
5.3 Allgemeine Gebäudeeigenschaften	11
5.3.1 Lage, Außenbedingungen, Umgebung.....	11
5.3.2 Außenklimadaten	11
5.3.3 Informationen über den Betrieb des Gebäudes	12
5.4 Konstruktionsdaten	12
5.5 Geometrische Beschreibung.....	12
5.6 Raumnutzung	12
5.6.1 Allgemeines	12
5.6.2 Personenbelegung.....	12
5.6.3 Sonstige innere Wärmelasten	12
5.6.4 Sonstige innere Verunreinigungs- und Feuchtigkeitsquellen	12
5.6.5 Vorgegebener Abluftvolumenstrom	13
5.7 Anforderungen in den Räumen	13
5.7.1 Allgemeines.....	13
5.7.2 Regelungsart	13
5.7.3 Thermische Bedingungen und Feuchtebedingungen	13
5.7.4 Luftqualität für Personen	13
5.7.5 Luftgeschwindigkeiten	13
5.7.6 Schalldruckpegel	13
5.7.7 Beleuchtung	13
5.8 Anlagenanforderungen	13
5.9 Allgemeine Anforderungen an die Regelung und Überwachung	14
5.10 Allgemeine Anforderungen an die Instandhaltung und Betriebssicherheit.....	14
5.11 Verfahren von der Projektierung bis zum Betrieb.....	14
6 Klassifizierung	15
6.1 Festlegung der Luftarten	15
6.2 Klassifizierung von Luft.....	17
6.2.1 Allgemeines	17
6.2.2 Abluft und Fortluft	17
6.2.3 Außenluft	17
6.2.4 Zuluft	19
6.2.5 Raumlufte	19
6.3 Aufgaben der Lüftungs- und Klimaanlage und Anlagentypen	21
6.4 Druckbedingungen im Raum.....	23
6.5 Spezifische Ventilatorleistung.....	24
6.5.1 Allgemeines.....	24
6.5.2 Erweiterte spezifische Ventilatorleistung	24
6.5.3 Anlagenwirkungsgrad	25
6.6 Wärmerückgewinnung	25
7 Raumklima.....	25
7.1 Allgemeines.....	25

7.2	Aufenthaltsbereich	26
7.3	Thermisches Raumklima	28
7.3.1	Allgemeines	28
7.3.2	Auslegungsbedingungen	28
7.3.3	Lufttemperatur und operative Temperatur	28
7.3.4	Luftgeschwindigkeiten und Zugluftrisiko	28
7.4	Raumluftqualität	29
7.4.1	Auslegungskriterien	29
7.4.2	Zuluftvolumenströme	29
7.4.3	Abluftvolumenströme	31
7.5	Raumluftfeuchte	31
7.6	Akustik im Raum	32
Anhang A (informativ) Richtlinien für fachgerechte Verfahrensweisen		33
A.1	Anwendungsbereich	33
A.2	Außenluftansaugungen und Fortluftöffnungen	33
A.2.1	Allgemeines	33
A.2.2	Lage der Außenluftansaugungen	34
A.2.3	Lage von Fortluftöffnungen	35
A.2.4	Abstand zwischen Außenluftansaugung und Fortluftöffnung	35
A.3	Betrachtungen zur Außenluftqualität, Anwendung von Luftfiltern	42
A.3.1	Entscheidungsbaum für die Klassifizierung der Außenluftqualität	42
A.3.2	Verwendung von Luftfiltern	44
A.4	Wärmerückgewinnung: Druckbedingungen zur Vermeidung einer Verunreinigungsübertragung	46
A.5	Führung der Abluft	47
A.6	Wiederverwendung der Abluft und Verwendung von Überströmluft	48
A.7	Wärmedämmung der Anlage	49
A.8	Luftdichtheit der Anlage	49
A.8.1	Allgemeines	49
A.8.2	Wahl der Dichtheitsklasse	49
A.8.3	Dichtheitsklasse	50
A.9	Dichtheit des Gebäudes	51
A.10	Druckbedingungen innerhalb der Anlage und des Gebäudes	51
A.10.1	Allgemeines	51
A.10.2	Gebäude	51
A.10.3	Innenräume	51
A.10.4	Anlage	52
A.10.5	Druckbedingungen in Komponenten und Anlagen	52
A.10.6	Luftleitungssystem	52
A.11	Bedarfsgeregelte Lüftung	53
A.12	Niedriger Energieverbrauch	53
A.13	Räumliche Anforderungen an Bauteile und Anlagen	54
A.13.1	Allgemeines	54
A.13.2	Raumbedarf von Luftaufbereitungszentralen	55
A.13.3	Raumbedarf von Kälte- und Wasserverteilstellen	56
A.13.4	Schachtquerschnitte	57
A.13.5	Raumbedarf in Doppeldecken	57
A.13.6	Fensterbrüstungen	57
A.14	Hygienische und technische Gesichtspunkte bezüglich Installation und Instandhaltung	58
A.15	Luftvolumenströme der Raumluft	58
A.15.1	Volumenströme der Mindestzuluft für Räume, die nicht für den Aufenthalt von Personen bestimmt sind	58
A.15.2	Außenluftvolumenströme nach CO ₂ -Gehalt oder je Person	59
A.16	Akustik im Raum	59
A.17	Innere Lasten	60
A.17.1	Allgemeines	60
A.17.2	Personen	60
A.17.3	Beleuchtung	60
A.17.4	Geräte	60

Anhang B (informativ) Wirtschaftliche Gesichtspunkte	61
B.1 Allgemeines	61
B.2 Lebensdauer und Instandhaltungskosten für Anlagen und Ausrüstung	61
Anhang C (informativ) Checkliste für die Auslegung und Nutzung von Anlagen mit niedrigem Energieverbrauch	62
C.1 Checkliste für die Planung des Gebäudes	62
C.2 Checkliste für die Planung der Lüftungs- oder Klimaanlage	62
C.3 Checkliste für die Auslegung einzelner Komponenten	63
C.4 Checkliste für die Nutzung der Anlage	63
Anhang D (informativ) Berechnung und Anwendung der spezifischen Ventilatorleistung	
Berechnung und Überprüfung der SFP, SFP_E und SFP_V	64
D.1 Einleitung	64
D.2 Spezifische Ventilatorleistung (SFP) des gesamten Gebäudes ($\text{kW} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{s}$)	64
D.2.1 Allgemeines	64
D.2.2 Auslegungslastbedingungen	65
D.3 Festlegung der SFP_E einzelner Luftbehandlungseinheiten bzw. Ventilatoren	65
D.3.1 Allgemeines	65
D.3.2 Luftbehandlungseinheit zur Wärmerückgewinnung mit Be- und Entlüftung	66
D.3.3 Getrennte Zuluft- bzw. Abluftbehandlungseinheiten und einzelne Lüfter	66
D.4 Festlegung der Leistung der Luftbehandlungseinheiten	66
D.5 Berechnung des Leistungsbedarfs des Ventilators	67
D.6 Festlegung der SFP_V-Anforderungen	68
D.6.1 Allgemeines	68
D.6.2 Validierungslastbedingung	68
D.7 Überprüfung der SFP_V-Anforderungen	69
D.8 Beispiel	69
Anhang E (informativ) Lüftungs- und Luftverteilungseffektivität	71
Literaturhinweise	72

Vorwort

Dieses Dokument (EN 13779:2007) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 156 „Lüftung von Gebäuden“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom BSI gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Oktober 2007, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Oktober 2007 zurückgezogen werden.

Dieses Dokument ersetzt EN 13779:2004.

Dieses Dokument wurde unter dem Mandat (Mandat 343) erarbeitet, das die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelszone CEN erteilt hat. Es unterstützt grundlegende Anforderungen der Europäischen Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden 2002/91/EG. Das Dokument gehört zu einer Normenreihe mit dem Ziel, ein europäisch harmonisiertes Berechnungsverfahren zur Energieeffizienz von Gebäuden darzulegen. Einen Überblick über diese Normenreihe gibt das Dokument CEN/TR 15615 „Erläuterung der allgemeinen Beziehung zwischen verschiedenen CEN-Normen und der Europäischen Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (EPBD) (übergeordnetes Dokument)“.

Es wird darauf hingewiesen, dass alle relevanten EG-Richtlinien, die als nationale gesetzliche Bestimmungen übernommen wurden, zu beachten sind. Die Anwendung dieser Europäischen Normen kann durch bestehende nationale Vorschriften — mit oder ohne Verweisungen auf nationale Normen — vorläufig eingeschränkt werden.

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

Einleitung

Diese Norm bietet Planern, Gebäudeeigentümern und Nutzern 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 Energieeffizienz der Anlagen ohne negative Auswirkungen auf die Qualität des Innenraumklimas;
- relevante Parameter des Innenraumklimas;
- Definitionen von Auslegungskriterien und Anlagenleistungen.

Zwischen dieser Norm und verwandten Normen besteht folgender Zusammenhang:

Gebäudetyp → Zweck ↓	Wohngebäude	Nichtwohngebäude
Berechnung/Luftvolumenströme	EN 15242	
Berechnung/Lüftungsenergie	EN 15241	
Ausführung; Anlagenleistung	CEN/TR 14788 ^a	EN 13779
Kriterien für den Innenraum	EN 15251	

^a Es wurde ein neues Work Item (WI 00156105) geschaffen, um die Technische Regel zu überarbeiten und ihr den Status einer Europäischen Norm zu verleihen.

Anlagen für freie Lüftung sind durch diese Norm nicht abgedeckt.

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm gilt für die Planung und Ausführung 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.

Die in dieser Norm und den zugehörigen Anhängen angegebenen Leitlinien für die Planung gelten hauptsächlich für Anlagen mit maschineller Be- und Entlüftung und den maschinellen Teil von Anlagen mit Hybridlüftung.

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

Bei der Klassifizierung 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 Klassifizierung sollte stets dem Typ und der vorgesehenen Nutzung des Gebäudes entsprechen; wenn die in dieser Norm angegebenen Beispiele nicht angewendet werden, sollte die Klassifizierungsgrundlage erläutert werden.

ANMERKUNG Die Kategorien für die einzelnen Parameter können in unterschiedlichen Normen unterschiedlich benannt sein, und auch die verwendeten Categoriesymbole können sich voneinander unterscheiden.

2 Normative Verweisungen

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

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

EN 12097, *Lüftung von Gebäuden — Luftleitungen — Anforderungen an Luftleitungsbauteile zur Wartung von Luftleitungssystemen*

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

EN 12792:2003, *Lüftung von Gebäuden — Symbole, Terminologie und graphische Symbole*

EN 13053:2006, *Lüftung von Gebäuden — Zentrale raumluftechnische Geräte — Leistungskenndaten für Geräte, Komponenten und Baueinheiten*

CEN/TR 14788, *Lüftung von Gebäuden — Ausführung und Bemessung der Lüftungssysteme von Wohnungen*

prEN 15232, *Energieeffizienz von Gebäuden — Einfluss der Gebäudeautomation und des Gebäudemanagements*

EN 15239, *Lüftung von Gebäuden — Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden — Leitlinien für die Inspektion von Lüftungsanlagen*

EN 15240, *Lüftung von Gebäuden — Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden — Leitlinien für die Inspektion von Klimaanlage*

EN 15241, *Lüftung von Gebäuden — Berechnungsverfahren für den Energieverlust aufgrund der Lüftung und Infiltration in Nichtwohngebäuden*

EN 15242, *Lüftung von Gebäuden — Berechnungsverfahren zur Bestimmung der Luftvolumenströme in Gebäuden einschließlich Infiltration*

EN 15251:2007, *Bewertungskriterien für den Innenraum einschließlich Temperatur, Raumluftqualität, Licht und Lärm*

EN ISO 7730, *Ergonomie der thermischen Umgebung — Analytische Bestimmung und Interpretation der thermischen Behaglichkeit durch Berechnung des PMV- und des PPD-Indexes und Kriterien der lokalen thermischen Behaglichkeit*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach EN 12792:2003 und die folgenden.

3.1 Raumkühlsystem
Vorrichtung, die in der Lage ist, die Behaglichkeitsbedingungen in einem Raum innerhalb eines definierten Bereichs zu halten.

ANMERKUNG Dieser Begriff umfasst Klimaanlage und flächenorientierte Systeme.

3.2 Luftarten
Die Luftarten sind in 6.1 definiert.

3.3 Aufenthaltsbereich
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.

ANMERKUNG 1 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 7.2 gegeben.

ANMERKUNG 2 Die Definition des Aufenthaltsbereiches hängt von der Geometrie und der Nutzung des Raumes ab und ist von Fall zu Fall festzulegen.

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

$$\varepsilon_v = \frac{c_{ETA} - c_{SUP}}{c_{IDA} - c_{SUP}} \quad (1)$$

Dabei ist

- ε_v die Lüftungseffektivität;
- c_{ETA} die Verunreinigungskonzentration der Abluft in $\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$
- c_{IDA} die Verunreinigungskonzentration der Raumluft (Atmungsbereich innerhalb des Aufenthaltsbereiches); in $\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$
- c_{SUP} die Verunreinigungskonzentration der Zuluft, in $\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$

ANMERKUNG 1 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 2 Weitere Angaben zur Lüftungseffektivität sind in Anhang E und in CR 1752 enthalten.

ANMERKUNG 3 Für denselben Begriff wird häufig auch die Bezeichnung „Wirksamkeit der Verunreinigungs-beseitigung“ verwendet.

3.5

spezifische Ventilatorleistung

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 $W \cdot m^{-3} \cdot s$. 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 Wirkleistung des Ventilator motors, in W ;
- q_v der Nennluftvolumenstrom durch den Ventilator, in $m^{-3} \cdot s^{-1}$;
- Δp die Gesamtdruckerhöhung des Ventilators; in Pa
- η_{tot} der Gesamtwirkungsgrad von Ventilator, Motor und Antrieb in eingebautem Zustand.

ANMERKUNG 1 Der Koeffizient gilt für den Nennluftvolumenstrom bei sauberen Filtern, trockenen Bauteilen und geschlossenen Bypass-Leitungen. Er ist bezogen auf eine Luftdichte von $1,2 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$. Es sollte berücksichtigt werden, dass die Auslegungsleistung üblicherweise nicht der Bemessungshöchstleistung der Lüftungsbauteile entspricht, sondern in der Regel zwischen 40 % und 60 % der Höchstleistung liegt.

ANMERKUNG 2 Weitere Leitlinien zu den Anwendungen und der Berechnung der spezifischen Ventilatorleistung sind in Anhang D enthalten.

3.6

bedarfsgeregelte Lüftung

Lüftungsanlage, bei der der Luftvolumenstrom in Abhängigkeit von der Luftqualität, der Feuchte, der Belegung oder einem anderen Indikator für den Lüftungsbedarf geregelt wird

3.7

Lüftungsanlage

Kombination von Geräten zur Versorgung von Innenräumen mit Außenluft und zur Abführung verschmutzter Raumluft

ANMERKUNG Die Anlage kann aus maschinellen Bauteilen (z. B. einer Kombination aus einer Luftbehandlungseinheit, Luftleitungen und Luftdurchlässen) bestehen. Lüftungsanlage kann sich auf Anlagen für freie Lüftung beziehen, bei denen Temperaturunterschiede und Wind mittels Fassadengitter in Verbindung mit einer maschinellen Entlüftung (z. B. in Korridoren, Toiletten usw.) genutzt werden. Sowohl die maschinelle als auch die freie Lüftung kann mit automatisierten Fenstern kombiniert werden. Eine Kombination von maschinellen und nichtmaschinellen Bauteilen ist möglich (Hybridanlagen).

4 Symbole und Einheiten

Für die Anwendung dieses Dokuments 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	Δp	Pa
Temperaturdifferenz	$\Delta \theta^b$	K
Lüftungseffektivität	ε_v	—
Temperatur	θ (theta)	K (°C)
Lufttemperatur im Raum	θ_a (theta)	K (°C)
Mittlere Strahlungstemperatur	θ_r (theta)	K (°C)
Operative Temperatur	θ_o (theta)	K (°C)
Dichte	ρ (rho)	kg · m ⁻³
Wärme- oder Kältelast	Φ (phi)	W (kW)
Fläche	A	m ²
Kosten	C	€ ^a
Konzentration	c	mg · m ⁻³
Spezifische Wärmekapazität bei konstantem Druck	c_p	J · kg ⁻¹ · K ⁻¹
Durchmesser	d	m
Energieverbrauch (gemessen)	E	J (MJ, GJ)
Energiebedarf (berechnet)	E	J (MJ, GJ)
Spezifische Undichtheit	f	l · s ⁻¹ · m ⁻²
Barwertfaktor	f_{pv}	—
Höhe	h	m
Ursprüngliche Investition	I	€ ^a
Wärmedämmwert der Bekleidung	I_{cl}	clo
Länge	L	m
Stoffwechselrate (Aktivität)	M	met
Lebensdauer	n	Jahre
n_{L50} -Wert	n_{L50}	h ⁻¹
Ventilatorleistung	P	W
Spezifische Ventilatorleistung	P_{SFP}	W · m ⁻³ · s
Barwert	PV	€ ^a
Druck	p	Pa
Massenstrom	q_m	kg · s ⁻¹
Volumenstrom	q_v	m ³ · s ⁻¹ (l · s ⁻¹ , m ³ · h ⁻¹)
Zinssatz	r	—
Zeit	t	s (h)
Volumen	V	m ³
Luftgeschwindigkeit	v	m · s ⁻¹

^a Oder nationale Währung.

^b In EN 12792 wird die Verwendung von θ vorgezogen, t und T dürfen jedoch auch verwendet werden.

5 Vereinbarungen über die Auslegungskriterien

5.1 Allgemeines

Durch die Auslegungskriterien werden die für die Anlagenauslegung erforderlichen Rahmenbedingungen festgelegt. Diese Kriterien bilden außerdem die Grundlage für die Messungen, die während des Übergabeprozesses durchgeführt werden. Sie schaffen einen gemeinsamen Rahmen für die Verständigung zwischen allen Beteiligten, wie z. B. Auftraggeber, Planer, Installateur sowie Betriebs- und Wartungspersonal.

Die für die Auslegung der Anlage erforderlichen Angaben werden nach 5.2 bis 5.10 dokumentiert. Sollte das Verfahren zur Dimensionierung der Anlage mehr Details erfordern, sind diese ebenfalls zu erfassen und darzustellen.

Das Verfahren zur Berechnung des Energiebedarfs der Lüftungsanlage ist in EN 15241 beschrieben.

5.2 Grundsätze

In dieser Norm werden die Bezeichnungen „Auftraggeber“, „Planer“, oder „Installateur“ 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.

Für die Planung ist eine Beschreibung der Umwelt-/Umgebungsbedingungen und der Bauart des Gebäudes zu beschaffen. Die gewünschten Ergebnisse, die zum Zeitpunkt der Übergabe und während des Normalbetriebs erforderlich sind, müssen angegeben und dokumentiert werden.

Die Beschreibung des Gebäudes mit Konstruktionsdaten, Nutzung und Anforderungen ist ein Prozess mit einem während der Entwicklung des Projektes wachsenden Grad an Detailierung. Deshalb müssen alle Festlegungen und relevanten Anforderungen exakt dokumentiert sein. Die Einzelheiten über die erforderlichen Informationen sind auch vom angewendeten Berechnungsverfahren abhängig. Für Konstruktion, Raumnutzung und zu erfüllende Anforderungen in der Planungsphase sollten Abkürzungen/Kurzzeichen eingeführt werden.

5.3 Allgemeine Gebäudeeigenschaften

5.3.1 Lage, Außenbedingungen, Umgebung

In den Vereinbarungen sind 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, aufzunehmen. Falls vorhanden, sollten auch Hinweise zu möglichen Schallimmissionen und zu der Windeinwirkung auf die Fassaden gegeben werden. Die Kategorie der Außenluft ist nach Tabelle 4 zu definieren.

5.3.2 Außenklimadaten

Informationen über das Außenklima sind erforderlich, wobei mindestens die Auslegungsbedingungen für Winter und Sommer anzugeben sind. Die wichtigsten Klimaparameter sind:

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

Das zur Abschätzung des Jahresenergiebedarfs gewählte Referenzjahr ist anzugeben. In einigen Fällen sind weitere Informationen über das Auftreten von Extremsituationen, besonders zur Überprüfung der Behaglichkeitsbedingungen, nützlich. prEN 15243 enthält weitere Informationen bezüglich der Anwendung.

5.3.3 Informationen über den Betrieb des Gebäudes

Das Belegungsprofil an typischen Tagen, die Zeiten im Jahr, in welchen das Gebäude nicht genutzt wird (z. B. Schulen usw.) sowie die allgemeine Betriebsnutzung (z. B. Wochenende, nachts usw.) sind anzugeben.

5.4 Konstruktionsdaten

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

5.5 Geometrische Beschreibung

Es ist eine geometrische Beschreibung, einschließlich Angaben über die Ausrichtung der Außenbauteile, anzufertigen; dies kann mit Hilfe von Zeichnungen und/oder Tabellen erfolgen. Weiterhin wird empfohlen, Angaben zum Nettovolumen und der Bodenfläche für jeden Raum zu machen.

5.6 Raumnutzung

5.6.1 Allgemeines

Die Informationen über die Nutzung der einzelnen Räume oder Gruppen von Räumen ähnlicher Nutzung sind — vorzugsweise tabellarisch — anzugeben. Die nach EN 12599:2000, A.1, erforderlichen Informationen sind ebenfalls anzugeben.

5.6.2 Personenbelegung

Die Auslegungsbedingungen bezüglich der Anzahl von Personen, die sich in einem Raum über längere Zeit aufhalten können (siehe Tabelle 12), sind festzulegen. Die Personenzahl ist eine wesentliche Bemessungsgrundlage, da der Luftvolumenstrom für diese Belegung ausgelegt werden muss. Ferner sind Aktivität und Bekleidung zu definieren.

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

5.6.3 Sonstige innere Wärmelasten

Die inneren Wärmelasten (Personen, Beleuchtung und Geräte) 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.

ANMERKUNG A.17 enthält weitere Angaben zu inneren Lasten.

5.6.4 Sonstige innere Verunreinigungs- und Feuchtigkeitsquellen

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

5.6.5 Vorgegebener Abluftvolumenstrom

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

5.7 Anforderungen in den Räumen

5.7.1 Allgemeines

Die Anforderungen (Bemessungswerte nach 7.3 bis 7.6) und inneren Lasten (A.17) sind für jeden Raum festzulegen. Die Anforderungen bezüglich der thermischen Bedingungen und des Zugluftrisikos sind im Aufenthaltsbereich nach 7.2 zu erfüllen.

5.7.2 Regelungsart

Die Art der Regelung des Raumklimas ist nach Tabelle 7 festzulegen und muss für die vorgesehene Nutzung des Raumes geeignet sein.

5.7.3 Thermische Bedingungen und Feuchtebedingungen

Die thermischen Bedingungen im Raum sind nach 7.3 und die Feuchtebedingungen nach 7.5 und EN 15251 festzulegen.

5.7.4 Luftqualität für Personen

Die erforderliche Luftqualität und das Klassifizierungsverfahren sind festzulegen. Wichtig ist die Frage, ob das Rauchen erlaubt ist. Die für die Erfüllung der festgelegten Anforderungen erforderlichen Luftvolumenströme müssen berechnet werden. Wurden keine Angaben gemacht, können als Standardwert die Außenluftvolumenströme je Person entsprechend der Raumluftkategorie IDA 2 angewendet werden.

5.7.5 Luftgeschwindigkeiten

Die Luftgeschwindigkeit im Aufenthaltsbereich darf die vereinbarten Grenzen nicht überschreiten.

5.7.6 Schalldruckpegel

Bestehen keine Regelungen oder wurden keine besonderen Anforderungen festgelegt, gelten als zulässige Höchstwerte des Schalldruckpegels einer Anlage im Raum die Referenzwerte nach A.16.

5.7.7 Beleuchtung

Die Beleuchtung ist für die im Raum geltenden tatsächlichen 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 A.17.3 angegeben.

5.8 Anlagenanforderungen

Die maßgeblichen Anlagenanforderungen sind zu spezifizieren. Diese Anforderungen müssen auch den jeweiligen nationalen Regelwerken und Leitlinien entsprechen, einschließlich denjenigen für den Brandschutz von Bauwerken und den Bestimmungen zur Akustik.

Die Anforderungen an die Anlagen umfassen üblicherweise Folgendes:

- Lage der Außenluftansaugungen und Fortluftöffnungen, siehe 6.2.3;
- Luftfilterung;
- Wärmerückgewinnung;

- Wiederverwendung von Abluft;
- Wärmedämmung der Anlage;
- Luftdichtheit der Anlage;
- Druckbedingungen innerhalb der Anlage und des Gebäudes unter Berücksichtigung der Luftdichtheit des Gebäudes und der Anlage;
- Stromverbrauch;
- Platzbedarf für Bauteile und Anlagen;
- Fragen der Installation, des Betriebs und der Instandhaltung.

ANMERKUNG Anhang A enthält weitere Informationen und Standardwerte.

5.9 Allgemeine Anforderungen an die Regelung und Überwachung

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

Im Rahmen der Überwachung des Energieverbrauchs muss eine regelmäßige Überprüfung des Energieverbrauchs von wichtigen einzelnen Systemen sowie des Gebäudes insgesamt möglich sein. Daher sind bereits in einer frühen Projektphase ein Messkonzept festzulegen und die erforderlichen Messgeräte zu installieren. Bei Änderungen der Nutzung und der Anforderungen sollte eine Anpassung der Anlage vorgenommen werden.

5.10 Allgemeine Anforderungen an die Instandhaltung und Betriebssicherheit

Die Anlage ist so auszulegen, dass zur Sicherstellung des wirksamen Betriebs eine effiziente Wartung und Instandhaltung möglich ist.

ANMERKUNG 1 Weitere Hinweise sind in A.14 enthalten.

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 EN 12097). Sie muss mit entsprechenden Schutz- und Sicherheitseinrichtungen für Instandhaltungs- und Reparaturarbeiten sowie für Notabschaltungen ausgerüstet sein.

ANMERKUNG 2 Nationale amtliche Stellen können strengere Anforderungen oder Anweisungen bezüglich Betriebssicherheit und Instandhaltung festlegen.

5.11 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.

ANMERKUNG 1 Weitere Einzelheiten sind in Anhang C in Form von Checklisten enthalten.

- 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 EN 15240 und EN 15239);
- m) Überwachung des Energieverbrauchs durch Buchhaltung oder eine andere Form der Aufzeichnung.

ANMERKUNG 2 Jede Lüftungs- und Klimaanlage oder jedes Raumkühlsystem erfordert einen geeigneten Betrieb und eine angemessene Instandhaltung, sodass die erwünschten Konditionen 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 vorzeitiges Versagen der Anlage verhindert werden. Es wird empfohlen, ein Pflichtenheft für Betrieb, Wartung und Instandhaltung zu erstellen, das eine Beschreibung der Regelungsart und der Wartungs- und Instandhaltungsmaßnahmen sowie die Zeitabstände und Zuständigkeiten enthält (siehe auch EN 15240 und EN 15239).

6 Klassifizierung

6.1 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.

Tabelle 2 — Festlegung von Luftarten

Nr. (Bild 1)	Luftart	Abkürzung	Farbe	Definition
1	Außenluft	ODA	Grün	Unbehandelte Luft, die von außen in die Anlage oder in eine Öffnung einströmt
2	Zuluft	SUP	Blau	Luftstrom, der in den behandelten Raum eintritt oder Luft, die in die Anlage eintritt, nachdem sie behandelt wurde
3	Raumluft	IDA	Grau	Luft im behandelten Raum oder Bereich
4	Überströmluft	TRA	Grau	Raumluft, die vom behandelten Raum in einen anderen behandelten Bereich strömt
5	Abluft	ETA	Gelb	Luftstrom, der den behandelten Raum verlässt
6	Umluft	RCA	Orange	Abluft, die der Luftbehandlungsanlage wieder zugeführt wird und als Zuluft wiederverwertet wird
7	Fortluft	EHA	Braun	Luftstrom, der ins Freie strömt
8	Sekundärluft	SEC	Orange	Luftstrom, der einem Raum entnommen und nach Behandlung demselben Raum wieder zugeführt wird

Tabelle 2 (fortgesetzt)

Nr. (Bild 1)	Luftart	Abkürzung	Farbe	Definition
9	Leckluft	LEA	Grau	unbeabsichtigter Luftstrom durch undichte Stellen der Anlage
10	Infiltration	INF	Grün	Luft eintritt in das Gebäude über Undichtheiten in der Gebäudehülle
11	Exfiltration	EXF	Grau	Luft austritt aus dem Gebäude über Undichtheiten in der Gebäudehülle
12	Mischluft	MIA	Ströme mit unterschiedlichen Farben	Luft, die zwei oder mehr Luftströme enthält
1.1	Außenluft Einzelraum	SRO	Grün	Unbehandelte Luft, die von außen in die Einzelraum-Luftbehandlungseinheit oder Öffnung eines Einzelraums einströmt
2.1	Zuluft Einzelraum	SRS	Blau	Luftstrom, der in den behandelten Raum eintritt
5.1	Abluft Einzelraum	SET	Gelb	Luftstrom, der den behandelten Raum verlässt und in eine Einzelraum-Luftbehandlungseinheit einströmt
7.1	Fortluft Einzelraum	SEH	Braun	Luftstrom, der aus einer Einzelraum-Luftbehandlungseinheit ins Freie strömt

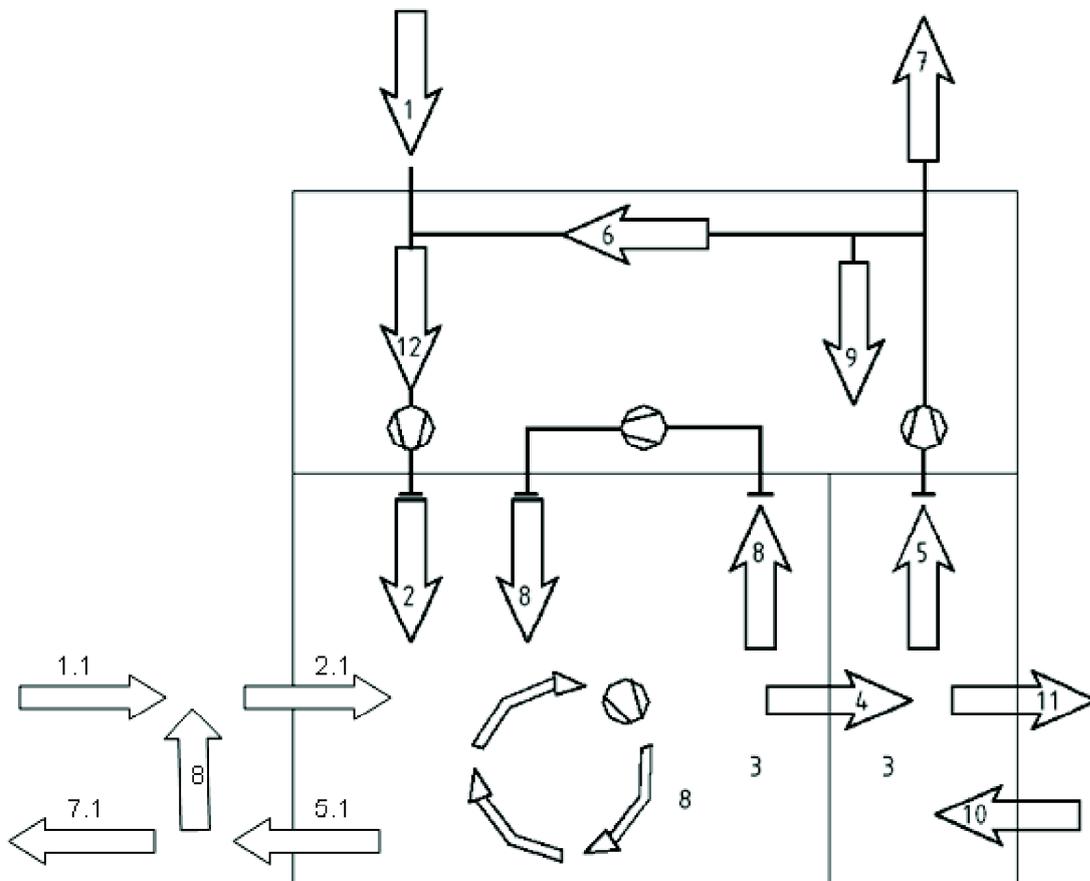


Bild 1 — Darstellung von Luftarten mit Nummern nach Tabelle 2

6.2 Klassifizierung von Luft

6.2.1 Allgemeines

Folgende Klassifizierung kann verwendet werden, um die individuelle Qualität der verschiedenen Luftarten nach 6.1 zu beschreiben. Einige Anwendungen dieser Klassifizierung sind in Anhang A gegeben.

6.2.2 Abluft und Fortluft

Die Klassifizierungen der Abluft und der Fortluft für die Anwendung dieser Norm sind in Tabelle 3 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 (Vorgehensweise siehe Anhang B), besonders wenn es das Ziel ist, die Fortluft um mehr als eine Klasse zu verbessern. Fortluft der Klasse EHA 1 kann nicht durch Reinigung erreicht werden.

Tabelle 3 — Klassifizierung der Abluft (ETA) und der Fortluft (EHA)

Kategorie	Beschreibung
ETA 1 EHA 1	Abluft mit geringem 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.
ETA 2 EHA 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 ETA 1, in denen Rauchen gestattet ist
ETA 3 EHA 3	Abluft mit hohem Verunreinigungsgrad Luft aus Räumen, in denen emittierende Feuchte, Arbeitsverfahren, Chemikalien usw. die Luftqualität wesentlich beeinträchtigen
ETA 4 EHA 4	Abluft mit sehr hohem Verunreinigungsgrad Luft, die Gerüche und Verunreinigungen enthält, deren Konzentrationen höher liegen, als für die Raumluft in Aufenthaltsbereichen erlaubt ist

6.2.3 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:

- Installation der Außenluftansaugung an Stellen, an denen die Außenluft am wenigsten verunreinigt ist (wenn die Außenluft um das Gebäude herum nicht gleichmäßig verunreinigt ist);
- Reinigen der Luft.

ANMERKUNG 1 Weitere Informationen dazu sind in A.2 und A.3 enthalten.

Für die Luftfilterung stehen unterschiedliche Verfahren zur Verfügung, deren Eignung davon abhängt, ob die Außenluft mit Gasen, Partikeln oder beidem verunreinigt ist (und von der Größe der betreffenden Partikel). Es gibt keine allgemein anerkannte Festlegung der zulässigen Außenluftqualität, und die bestehenden Festlegungen beziehen sich nicht speziell auf die Auslegung von Lüftungsanlagen. Die Entscheidungen bezüglich der Auslegung hängen daher ab von:

- den örtlich geltenden Regelwerken;
- der Umsetzung von Regelwerken und Leitlinien;
- der Bedeutung, die bestimmten Verunreinigungen beigemessen wird, für die keine Regelung besteht (z. B. von außen eindringende Pollen und Pilzsporen).

Die Klassifizierung der Außenluft ist in Tabelle 4 angegeben. Diese Kategorien geben darüber Auskunft, ob eine Reduzierung der Außenluft-Verunreinigungen erforderlich ist; das entsprechende Verfahren hängt jedoch, wie oben erwähnt, von anderen Faktoren ab.

Tabelle 4 — Klassifizierung der Außenluft (ODA)

Kategorie	Beschreibung
ODA 1	Saubere Luft, die nur zeitweise staubbelastet sein darf (z. B. Pollen)
ODA 2	Außenluft mit hoher Konzentration an Staub oder Feinstaub und/oder gasförmigen Verunreinigungen
ODA 3	Außenluft mit sehr hoher Konzentration an gasförmigen Verunreinigungen und/oder Staub oder Feinstaub

Die Anwendung einer derartigen Klassifizierung hängt von der Definition der Kriterien ab. Als Ausgangspunkt wird die folgende Herangehensweise vorgeschlagen.

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

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

ODA 3 gilt, 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 Raumkühlsystemen berücksichtigt werden müssen, sind Kohlenmonoxid, Kohlendioxid, Schwefeldioxid, Stickstoffoxide und flüchtige organische Verbindungen (VOC). 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 innen liegenden 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 beziehen 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 PM₁₀ (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 PM₁₀-Richtlinien nicht maßgeblich und die Gefahren für das Immunsystem und das Infektionsrisiko, die von diesen Partikeln ausgehen, sind für die Betrachtung wichtiger.

ANMERKUNG 2 Weitere Informationen zur Qualität der Außenluft und Bestimmung der ODA-Klasse sind in A.3 enthalten.

6.2.4 Zuluft

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) und der Lüftungsanlage selbst eine geeignete Raumluftqualität erreicht werden kann.

ANMERKUNG 1 Anhang G von EN 15251:2007 enthält weitere Hinweise zur Verwendung von Baustoffen bzw. zu Gebäuden mit geringer Verunreinigung.

Im Rahmen der Anlagenauslegung sind die Außenluftvolumenströme festzulegen. Wenn die Zuluft auch Umluft enthält, ist dies ebenfalls in der Auslegungsdokumentation anzugeben. Um Missverständnisse zu vermeiden, wird empfohlen, die Zuluftqualität auch durch Festlegung der Konzentrationsgrenzen, die für bestimmte Verunreinigungen (z. B. CO₂, VOC) in der Raumluft gelten, zu definieren. Deshalb ist eine Angabe der zu erwartenden Emissionen aus den Innenraum-Verunreinigungsquellen erforderlich; wenn möglich, sollte diese auf die Konzentrationsgrenzen und Emissionsnormen bezogen sein.

ANMERKUNG 2 Fortluft kann mit der Zuluft absichtlich durch Lufrückführung (Umluft) oder unbeabsichtigt aufgrund von Leckage vermischt sein. Besondere Aufmerksamkeit ist hierbei Wärmerückgewinnungseinrichtungen oder -abschnitten zu widmen (siehe A.4).

6.2.5 Raumluft

6.2.5.1 Allgemeines

Die allgemeine Klassifizierung der Raumluft ist in Tabelle 5 angegeben. Diese Klassifizierung gilt für die Raumluft im Aufenthaltsbereich.

Tabelle 5 — Allgemeine Klassifizierung der Raumluftqualität (IDA)

Kategorie	Beschreibung
IDA 1	Hohe Raumluftqualität
IDA 2	Mittlere Raumluftqualität
IDA 3	Mäßige Raumluftqualität
IDA 4	Niedrige Raumluftqualität

Die Werte für die Raumluftklassen können in nationalen Bestimmungen enthalten sein. Als Standardwerte können die in EN 15251 angegebenen Werte verwendet werden. Die genaue Definition der 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 Wirkung kann sich auf die Wahrnehmung der Luftqualität oder auf die Gesundheit beziehen. Sie 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. Der Grund für die Einteilung in Kategorien lässt sich jedoch anhand von Situationen verdeutlichen, in denen:

- Personen (d. h. der menschliche Stoffwechsel) die einzige zu berücksichtigende Verunreinigungsquelle sind;
- nur die Wahrnehmung von nicht angepassten Personen in Betracht gezogen wird.

Für praktische Anwendungen sollten die vier Kategorien der Raumluftqualität jedoch mittels eines der in 6.2.5.2 bis 6.2.5.4 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 Raumluft (IDA) angewendet werden.

ANMERKUNG 1 Weitere Hinweise zur Bestimmung der IDA-Klassen sind in EN 15251 enthalten, wobei auch die Verunreinigungen berücksichtigt sind, die nicht auf Personenbelegung oder Rauchen zurückzuführen sind. Es wird dringend empfohlen, für das Gebäude Baustoffe zu verwenden, die keine oder nur eine geringe Verunreinigung verursachen, statt den Außenluftvolumenstrom zu erhöhen, um vermeidbare Emissionen abzuschwächen. Dies gilt unabhängig von dem zur Festlegung der Luftqualität gewählten Ansatz; es sollten die Emissionen sämtlicher Quellen im Raum berücksichtigt werden, z. B. Möbel, Teppiche und die Lüftungs- oder Klimaanlage selbst.

Sind die aus Baustoffen stammenden Emissionen auf Quadratmeterbasis abschätzbar, dann kann der erforderliche Gesamtluftvolumenstrom durch Kombination des Bedarfs je Person und je Quadratmeter berechnet werden. Wenn Verunreinigungen vorhanden jedoch nicht unmittelbar wahrnehmbar sind, sollte dies zusätzlich berücksichtigt werden. Alternativ kann die für das Erreichen von angenehmen Konzentrationen erforderliche Luftreinigung (oder die Abführung in Prozent) festgelegt werden. Dies ist zum Beispiel bei Krankenhäusern eine übliche Vorgehensweise. Die jeweiligen Verfahren sind abhängig vom Gebäude, den vorhandenen Verunreinigungen und den national geltenden Vorschriften.

Alle Kategorien und Zahlen sind informativ. Normative Werte und Arten der Berechnung des Gesamtluftvolumenstroms unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Verunreinigungsquellen können auf nationaler Ebene festgelegt werden. Anhang A enthält Standardwerte.

ANMERKUNG 2 Bei Räumen, die für den Aufenthalt von Personen bestimmt sind, müssen die Lüftungsoptionen für belegungsfreie Zeiten so festgelegt werden, dass bei Beginn der Belegung die vorgesehene Raumluftqualität erreicht wird; dabei sind nationale Regelungen zu beachten. Die Hauptoptionen für eine Belüftung außerhalb der Belegungszeit sind:

- Grundluftvolumenstrom während der gesamten belegungsfreien Zeit, z. B. Verwendung von Abluft aus Hygieneräumen;
- Beginn der Lüftung bereits vor der Belegung;
- kurzzeitiger Betrieb der Lüftungsanlage während der belegungsfreien Zeit.

Sind keine nationalen Anforderungen festgelegt, wird ein Mindestwert von 0,1 l/s,m² bis 0,2 l/s,m² empfohlen.

ANMERKUNG 3 Weitere Leitlinien zur Raumluftqualität und wie die Innenraumumgebung in Gebäuden zu spezifizieren ist, sind in ISO/DIS 16814 angegeben.

6.2.5.2 Indirekte Klassifizierung 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 Außenluftvolumenströme sind entsprechend den nationalen Regelungen und Leitlinien festzulegen. Die festgelegten Werte müssen im Aufenthaltsbereich erfüllt sein.

ANMERKUNG Als Standardwerte können die in Tabelle A.10 angegebenen Werte verwendet werden.

6.2.5.3 Indirekte Klassifizierung durch den Luftvolumenstrom je 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).

ANMERKUNG Als Standardwerte können die in Tabelle A.11 angegebenen Werte verwendet werden.

6.2.5.4 Klassifizierung nach CO₂-Konzentration

Die Raumluft kann anhand der CO₂-Konzentration klassiert werden. CO₂ ist ein guter Indikator für die Emission organischer Ausdünstungen durch Menschen. Die Klassifizierung nach CO₂-Konzentration hat sich bei Aufenthaltsräumen etabliert, in denen Rauchen nicht erlaubt ist und Verunreinigungen hauptsächlich durch den menschlichen Stoffwechsel verursacht werden.

ANMERKUNG 1 Tabelle A.10 in Anhang A sowie Anhang B von EN 15251:2007 enthalten Standardwerte für die nach der CO₂-Konzentration klassierte Raumluft.

ANMERKUNG 2 Die auf der CO₂-Konzentration beruhenden Kategorien sind nominell äquivalent zu den in Tabelle 10 für Nichtraucherbereiche angegebenen Außenluftvolumenströmen. Bei den für Nichtraucherbereiche angegebenen Volumenströmen sind der menschliche Stoffwechsel und übliche Emissionen in Gebäuden mit geringer Verunreinigung berücksichtigt. Bei hohen Aktivitätsgraden ($M > 1,2$ met) sollten die Außenluftvolumenströme nach EN ISO 7730 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).

6.2.5.5 Klassifizierung nach Konzentrationen bestimmter Verunreinigungen

Dieses Klassifizierungsverfahren eignet sich bei signifikanten Emissionen spezifischer Verunreinigungen. Sind ausreichend Informationen über alle Emissionen im Raum vorhanden, können die Anforderungen an den Luftvolumenstrom nach 7.4.2.3 berechnet werden. Wenn der Emissionsgrad nicht bekannt ist, kann die erforderliche Luftqualität auch durch den auf Erfahrungen beruhenden Luftvolumenstrom indirekt festgelegt werden.

6.3 Aufgaben der Lüftungs- und Klimaanlage und Anlagentypen

Lüftungs- und Klimaanlage und Raumkühlsysteme 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 nicht alle vorgegebenen Anforderungen 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 der Möglichkeit, die Raumluftqualität zu beeinflussen, sowie davon, auf welche Weise und wie sie die thermodynamischen Eigenschaften im Raum regeln. Die Kategorie und die Art der Regelung sowie die zu regelnden Parameter sind festzulegen.

Mögliche Kategorien für die Regelung der Raumluftqualität sind in Tabelle 6 angegeben. Möglichkeiten zur Verringerung des Energieverbrauchs bei bedarfsgeregelter Lüftung sind in A.11 (Anhang A) vorgestellt.

Tabelle 6 — Mögliche Arten der Regelung der Raumluftqualität (IDA-C)

Kategorie	Beschreibung
IDA – C1	Die Anlage läuft konstant.
IDA – C2	Manuelle Regelung (Steuerung) Die Anlage unterliegt einer manuellen Schaltung.
IDA – C3	Zeitabhängige Regelung (Steuerung) Die Anlage wird nach einem vorgegebenen Zeitplan betrieben.
IDA – C4	Belegungsabhängige Regelung (Steuerung) Die Anlage wird abhängig von der Anwesenheit von Personen betrieben (Lichtschalter, Infrarotsensoren usw.).
IDA – C5	Bedarfsabhängige Regelung (Anzahl der Personen) Die Anlage wird abhängig von der Anzahl der im Raum anwesenden Personen betrieben.
IDA – C6	Bedarfsabhängige Regelung (Gassensoren) Die Anlage wird durch Sensoren geregelt, die Raumluftparameter oder angepasste Kriterien messen (z. B. CO ₂ -, 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. Bei der Regelung ist der Zeitfaktor zu berücksichtigen. Für die Klassen IDA C5 und C6 sind veränderbare Luftvolumenströme vorzusehen. Wenn der variierbare Bereich der Luftvolumenströme große Druckschwankungen hervorrufen kann, sollte dies durch Verwendung eines Systems zur Druckregelung oder durch eine entsprechende Regelung des Luftvolumenstroms berücksichtigt werden. 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 7 verwendet. Weitere Informationen zu Anlagenarten sind in prEN 15243:2005, Abschnitt 14, enthalten.

Tabelle 7 — 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)	Kombinierte Systeme

Mögliche Behandlungen der Luft zur Veränderung des hygrothermalen Umgebungsklimas (Raumklimas) sind: Heizen, Kühlen, Befeuchten und Entfeuchten. Für eine Klassifizierung 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 betrachtet werden kann.

Die Anlagenfunktionen sind entsprechend ihrer Relevanz aufzulisten:

- Lüftung;
- Heizung;
- Kühlung;
- Befeuchtung;
- Entfeuchtung.

6.4 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 8 angegeben. Die Druckbedingungen werden also entsprechend den Luftvolumenströmen ausgelegt und geregelt, und die Druckkategorie ist bei der Festlegung des Regelungssystems ebenfalls zu berücksichtigen (siehe 6.3 und prEN 15232).

Tabelle 8 — Auslegungsdruckbedingungen im Raum, angegeben als Luftvolumenströme

Kategorie	Beschreibung (kein Wind und keine Kaminwirkung)
PC 1	$q_{ETA} > 1,15 q_{SUP}$
PC 2	$1,05 q_{SUP} < q_{ETA} < 1,15 q_{SUP}$
PC 3	$0,95 q_{SUP} < q_{ETA} < 1,05 q_{SUP}$
PC 4	$0,85 q_{SUP} < q_{ETA} < 0,95 q_{SUP}$
PC 5	$q_{ETA} < 0,85 q_{SUP}$

Die Wahl der Druckkategorien 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 beeinflussen. Wenn die geforderten Drücke auch bei Windeinwirkung sicherzustellen sind, muss die Gebäudehülle luftdicht sein. Neben den Anforderungen an die Strömungsrichtungen müssen möglicherweise noch weitere Aspekte berücksichtigt werden.

ANMERKUNG In einem kalten Klima kann bei bestimmten Wänden im Gebäude zum Beispiel ein Unterdruck erforderlich sein, um eine Schädigung der Struktur durch Feuchte zu vermeiden; in einer warmen Umgebung hingegen ist aus konstruktiver Sicht ein Überdruck im Gebäude wünschenswert.

Wurden keine Angaben gemacht, gilt Kategorie PC 3.

6.5 Spezifische Ventilatorleistung

6.5.1 Allgemeines

Die Klassifizierung der spezifischen Ventilatorleistung (für jeden Ventilator) ist in Tabelle 9 angegeben (Klassifizierung je Ventilator). Nationale Regelungen können Anforderungen in Form einer untersten zulässigen Kategorie oder eines bestimmten Höchstwerts der spezifischen Ventilatorleistung für das gesamte Gebäude, für einzelne Systeme oder einzelne Ventilatoren enthalten. Die nationalen Anforderungen können auf zentrale Anlagen beschränkt sein oder auch dezentrale Anlagen und Einheiten umfassen. Wurden keine Angaben gemacht, können die in Anhang D angegebenen Standardwerte für die *SFP*-Kategorie verwendet werden.

Tabelle 9 — Klassifizierung der spezifischen Ventilatorleistung

Kategorie	P_{SFP} in $W \cdot m^{-3} \cdot s$
<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.

ANMERKUNG Anhang D enthält weitere Einzelheiten, darunter Leitlinien zur Bewertung des Leistungsgrades von Ventilatoren und Luftbehandlungseinheiten — auch auf Anlagen- und Gebäudeebene — bei einem geringen allgemeinen Energieverbrauch. Darüber hinaus stellt Anhang D Leitlinien für die Anlagenauslegung vor und gibt unter anderem Empfehlungen, wie unnötige oder unkontrollierte Druckabfälle in der Anlage zu vermeiden sind.

6.5.2 Erweiterte spezifische Ventilatorleistung

Die Klassifizierung nach Tabelle 9 gilt für eine Standardanwendung. Tabelle 10 enthält außerdem Beispiele für eine erweiterte P_{SFP} im Fall von besonderen Anwendungen. Zusätzliche Druckverluste von besonderen Bauteilen können die spezifische Ventilatorleistung erhöhen.

BEISPIEL

Kategorie *SFP* 3: $P_{SFP} = 750 - 1250 \text{ W} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{s}$

Zusätzliche Filterstufe: Erweiterte $P_{SFP} = 300 \text{ W} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{s}$

Gesamt: $P_{SFP} = 1050 - 1550 \text{ W} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{s}$

Tabelle 10 — Erweiterte P_{SFP} für zusätzliche Bauteile

Bauteil	P_{SFP} in $W \cdot m^{-3} \cdot s$
Zusätzliche mechanische Filterstufe	+300
HEPA-Filter	+1 000
Gasfilter	+300
Wärmerückführungsklasse H2 oder H1 ^a	+300
Hochleistungskühler	+300
^a Klasse H2 oder H1 nach EN 13053	

6.5.3 Anlagenwirkungsgrad

Der Gesamtwirkungsgrad der Anlage η_{tot} beruht auf den Wirkungsgraden der einzelnen Bauteile (Ventilator, Motor, Riemenantrieb, Geschwindigkeitsregelung usw.).

$$\eta_{tot} = \eta_{Ventilator} \times \eta_{Motor} \times \eta_{Antrieb} \times \eta_{Regelung}$$

$\eta_{Ventilator}$ Wirkungsgrad des Ventilators;

η_{Motor} Wirkungsgrad des Motors;

$\eta_{Antrieb}$ Wirkungsgrad des Antriebs, z. B. des Riemenantriebs;

$\eta_{Regelung}$ Wirkungsgrad der Drehzahlregelung, z. B. des Frequenzumrichters.

ANMERKUNG Der Anlagenwirkungsgrad und die Einflussfaktoren sind ausführlicher in Anhang D behandelt.

6.6 Wärmerückgewinnung

Ist das Erwärmen oder Abkühlen der Zuluft erforderlich, soll eine Wärmerückgewinnungsanlage installiert werden. Die Anwendung einer Wärmerückgewinnungsanlage ist in 6.5 von EN 13053:2006 beschrieben. Die Klasse ist entsprechend der in EN 13053 beschriebenen Vorgehensweise zu wählen, wobei H3 als Standardklasse dient.

Die Energieauswirkung der Wärmerückgewinnung ist nach EN 15241 auf Grundlage der Bemessungsdaten für die nach EN 308 geprüften Wärmeaustauscher zu bestimmen. EN 308 enthält auch die Kategorien für Wärmerückgewinnungseinrichtungen.

Gegebenenfalls sollten die Funktionsfähigkeit bei niedrigen Außentemperaturen und die Wirksamkeit von Frostschutzmaßnahmen entsprechend EN 13053:2006, Anhang A, geprüft werden.

ANMERKUNG A.4 enthält Hinweise zur Auslegung der Druckbedingungen innerhalb einer mit einer Wärmerückgewinnungseinrichtung ausgestatteten Anlage.

7 Raumklima

7.1 Allgemeines

Lüftungs- und Klimaanlage oder Raumkühlsysteme beeinflussen die folgenden Parameter:

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

ANMERKUNG Behaglichkeit und Leistungsfähigkeit von Personen in einem Raum hängen auch von folgenden Einflüssen ab: Art der Tätigkeit und Gestaltung des Arbeitsplatzes, Beleuchtung und Farben, Raumgröße und Möbeleinrichtung, Sicht nach außen, Arbeitsbedingungen und Arbeitsverhältnis sowie individuelle Faktoren.

Die Auslegungskriterien für das Raumklima basieren auf den Auslegungsvereinbarungen. Typische Auslegungsbedingungen sind in 7.3 bis 7.6 angegeben; grundlegendere Informationen zu den Auslegungskriterien, einschließlich Kategorien und Standardwerte, gibt EN 15251; weitere Leitlinien zur Luftqualität sind in 7.4 enthalten. Die vereinbarten Anforderungen an das thermische Raumklima, die Raumlufthfeuchte, die Raumlufthfeuchte und die Akustik im Raum müssen im Aufenthaltsbereich entsprechend 7.2 erfüllt sein. Jede Anlage muss für die spezifischen Anforderungen des Projektes ausgelegt sein.

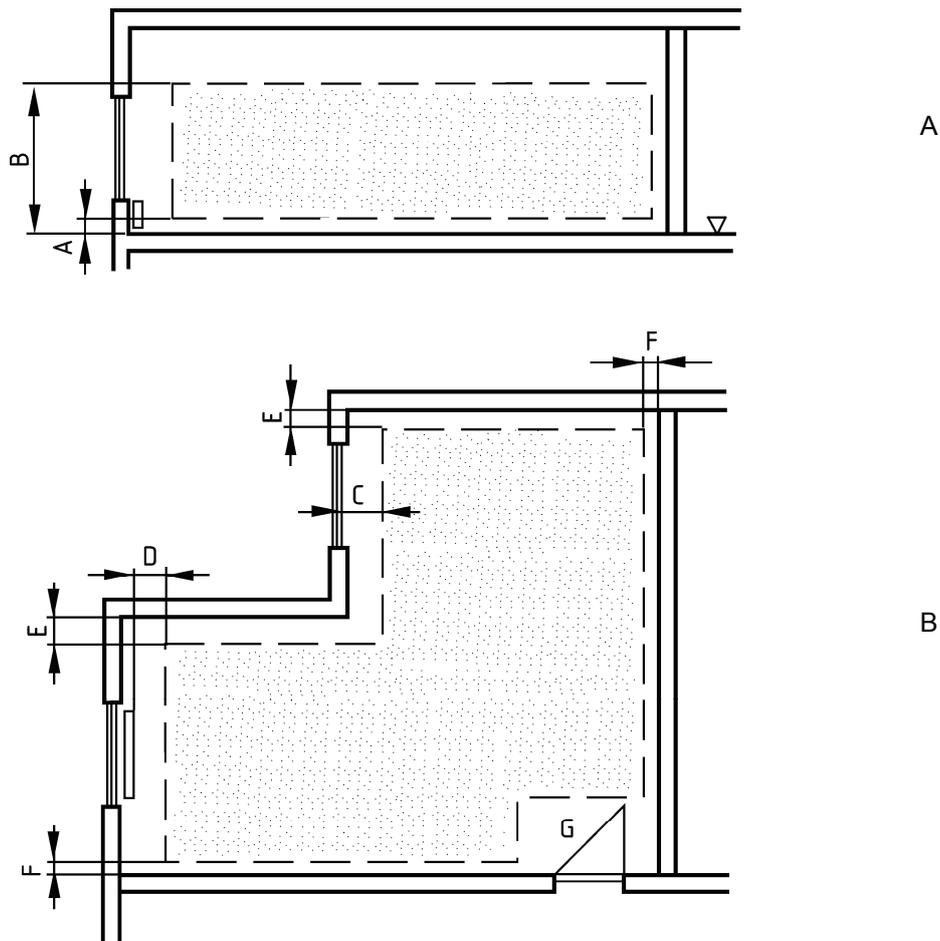
7.2 Aufenthaltsbereich

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 11 — Maße zur Definition des Aufenthaltsbereiches

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	—



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 Atmungsbereiches definiert werden.

7.3 Thermisches Raumklima

7.3.1 Allgemeines

Auf der Grundlage der vereinbarten Auslegungswerte kann eine Zeitspanne (z. B. Stunden am Tag oder Tage im Jahr) festgelegt werden, während der diese Auslegungswerte überschritten werden dürfen.

7.3.2 Auslegungsbedingungen

Die wichtigsten Auslegungsbedingungen in Bezug auf das thermische Raumklima betreffen die Bekleidung und die Aktivität der sich im Raum aufhaltenden Personen. 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 zu beachten.

Die Auslegungsbedingungen für Bekleidung und Aktivitäten in Bürogebäuden oder an ähnlichen Arbeitsplätzen für sitzende Tätigkeiten sind in EN 15251 enthalten.

7.3.3 Lufttemperatur und operative Temperatur

ANMERKUNG 1 In den meisten Fällen kann die mittlere Raumlufttemperatur als Auslegungstemperatur verwendet werden; aber insbesondere dann, wenn die Temperaturen großer Raumbooberflächen 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

θ_o die operative Temperatur am betrachteten Ort im Raum;

θ_a die Raumlufttemperatur;

θ_r die mittlere Strahlungstemperatur aller Oberflächen (Wände, Fußboden, Decke, Fenster, Heizkörper usw.) bezogen auf den betrachteten Ort im Raum.

ANMERKUNG 2 Weitere Angaben zur operativen Temperatur sind in EN ISO 7726 und EN ISO 7730 enthalten.

Die Auslegungswerte für die operative Temperatur in Bürogebäuden sind in EN 15251 angegeben.

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.

7.3.4 Luftgeschwindigkeiten und Zugluftrisiko

Es sind Auslegungswerte für die Luftgeschwindigkeiten festzulegen. Die Luftgeschwindigkeit kann als maximale mittlere Luftgeschwindigkeit oder als Zugluftrisiko (Prozentsatz von Personen, die auf Grund von Zugluft unzufrieden sind) bzw. Zugluftkurve entsprechend nationalen Regelungen ausgedrückt werden. EN ISO 7730 enthält Standardauslegungswerte für die lokale Luftgeschwindigkeit.

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

7.4 Raumlufthqualität

7.4.1 Auslegungskriterien

Die wichtigsten Auslegungskriterien bezüglich Raumlufthqualität 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 negativer empfunden wird.

Übliche Werte für die Personenbelegung sind in Tabelle 12 angegeben. Die Auslegung muss sich auf möglichst reale Projektdaten stützen. Falls jedoch keine Werte angegeben sind, gelten die Standardwerte nach Tabelle 12. Wenn keine Informationen bezüglich Raucherlaubnis vorliegen, muss vorausgesetzt werden, dass das Rauchen in allen in Tabelle 12 angegebenen Nutzungsarten nicht erlaubt ist.

ANMERKUNG Nationale Regelungen bezüglich des Rauchens können weitere Anforderungen und Leitlinien zur Lüftung von Gebäuden mit Raucher- und Nichtraucherbereichen enthalten.

Tabelle 12 — Auslegungskriterien für die Bodenfläche je Person

Nutzungsart	Bodenfläche je Person in $\text{m}^2 \cdot \text{Person}^{-1}$ ^a
	Standardwert
Großraumbüro	12
Einzel- oder Gruppenbüro	10
Sitzungsraum	3,0
Kaufhaus	4,0
Klassenraum	2,5
Krankenhausstation	10
Hotelzimmer	10
Restaurant	1,5

^a Nettobodenfläche je Raum.

Emissionen aus Quellen, die nicht zum menschlichen Stoffwechsel gehören, sowie Rauchen sind so genau wie möglich anzugeben. Sind keine weiteren Emissionen zu berücksichtigen, ist dies in der Auslegungsdokumentation anzugeben.

7.4.2 Zuluftvolumenströme

7.4.2.1 Allgemeines

Der Außenluftvolumenstrom 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 EN 15242 beschrieben; siehe auch A.8.

Empfohlene Auslegungsluftvolumenströme sind in EN 15251:2007, Anhang B, angegeben.

7.4.2.2 Personenbelegung

Der für die Personenbelegung erforderliche Außenluftvolumenstrom ist mit den Angaben aus 6.2.5 oder durch spezifische Volumenstromwerte aus Vorschriften zu ermitteln.

7.4.2.3 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:

$$q_{v,SUP} = \frac{q_{m,E}}{c_{IDA} - c_{SUP}} \quad (4)$$

Dabei ist

- $q_{v,SUP}$ der Zuluftvolumenstrom, in $m^3 \cdot s^{-1}$;
- $q_{m,E}$ der Massenstrom der Emission im Raum, in $mg \cdot s^{-1}$;
- c_{IDA} die zulässige Konzentration im Raum, in $mg \cdot m^{-3}$;
- c_{SUP} 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 (4) 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):

$$c_{IDA}(t) - c_{SUP} = c_{IDA}(0) + \frac{q_{m,E}}{q_{v,SUP}} \left(1 - e^{-\frac{q_{v,SUP}}{V_r} t} \right) \quad (5)$$

Dabei ist

- $c_{IDA}(t)$ die Konzentration im Raum zur Zeit t , in $mg \cdot m^{-3}$;
- c_{SUP} die Konzentration in der Zuluft, in $mg \cdot m^{-3}$;
- $c_{IDA}(0)$ die Konzentration im Raum zu Beginn ($t = 0$), in $mg \cdot m^{-3}$;
- $q_{v,SUP}$ 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.

7.4.2.4 Heiz- und Kühllast

Der Mindestluftvolumenstrom kann durch die Anforderungen an die Heiz- oder Kühllast bestimmt werden. Wenn aus diesem Grund der Luftvolumenstrom viel höher ist als für die Personenbelegung angegeben, könnte eine Alternativlösung zur Wärmeabführung energieeffizienter sein.

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

$$q_{V,SUP} = \frac{\Phi}{\rho \cdot c_p |\theta_{a,IDA} - \theta_{SUP}|} \quad (6)$$

Dabei ist

- $q_{V,SUP}$ der Zuluftvolumenstrom, in $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$;
- Φ die thermische Last, in W;
- ρ die Luftdichte, in $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$;
- c_p die Wärmekapazität der Luft, in $\text{J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$;
- $\theta_{a,IDA}$ die Temperatur der Raumluft, in $^{\circ}\text{C}$;
- θ_{SUP} die Temperatur der Zuluft, in $^{\circ}\text{C}$.

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

7.4.3 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 7.4.2.2 bis 7.4.2.4 angegebenen Grundsätzen berechnet werden.

Die Abluftvolumenströme aus Küchen und Hygieneräumen sind festzulegen. Für Küchen, Toiletten, Waschräume usw. können in nationalen Regelungen Mindestabluftvolumenströme festgelegt sein. Übliche Auslegungswerte und Standardauslegungswerte für Küchen und Toiletten/Waschräume sind in Tabelle A.2 angegeben. Die Abluft kann durch Außenluft oder durch Luft aus anderen Räumen ersetzt werden (siehe Tabelle A.2).

7.5 Raumlufffeuchte

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. Bei der Auslegung sind folgende Auslegungskriterien unter Beachtung der Energiefragen, klimatischen Bedingungen im Winter/Sommer, Kondensationsrisiken und Möglichkeiten zur Regelung der Raumlufffeuchte zu berücksichtigen:

- absolute Feuchte, Wintermindestwert und/oder Sommerhöchstwert (zum Beispiel können 6 g/kg als Wintermindestwert festgelegt werden, was 22 C/40 % entspricht, und als Sommerhöchstwert können 12 g/kg festgelegt werden, was 26 C/60 % entspricht);
- relative Feuchte, Festlegung von Mindest- und/oder Höchstwerten;
- Gefahr Schäden durch Kondensation und Feuchte in Tragwerken und Anlagen (Berücksichtigung von Oberflächentemperaturen und/oder Druckbedingungen);
- Regelung der Raumlufffeuchte (siehe 6.3; Beispiel: unkontrollierte Entfeuchtung durch Abkühlung im Gegensatz zu kontrollierter Entfeuchtung).

ANMERKUNG 1 Die Be- und Entfeuchtung der Raumluft ist in der Regel nicht erforderlich; kommen diese Maßnahmen jedoch zum Einsatz, dann sollte dies nur auf ein Mindestmaß beschränkt sein, und eine übermäßige Be- und Entfeuchtung sollte vermieden werden.

ANMERKUNG 2 EN 15251 enthält weitere Hinweise zu Zielwerten für die Be- und Entfeuchtung.

7.6 Akustik im Raum

Die Anlage ist so auszulegen, dass die Anforderungen und festgelegten maximalen Zielwerte des Schalldruckpegels im Raum eingehalten werden. Bei der Auslegung sind sämtliche Geräuschquellen, auch benachbarte Räume, und die Schallabnahme innerhalb der Anlage zu berücksichtigen. Nationale Regelungen und Normen enthalten zulässige Höchstwerte für den Schalldruckpegel und können auch strengere Zielwerte in Form einer Klassifizierung vorgeben.

ANMERKUNG A-bewertete Auslegungs-Schalldruckpegel, die durch die Lüftungs- oder Klimaanlage und weitere Anlagen in verschiedenen Raumarten entstehen und/oder übertragen werden, sind in Anhang A 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. EN 15251 enthält weitere Informationen zu Geräuschkriterien.

Anhang A (informativ)

Richtlinien für fachgerechte Verfahrensweisen

A.1 Anwendungsbereich

Die folgenden Richtlinien sind für maschinelle Lüftungs- und Klimaanlage und Raumkühlsysteme 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 deren besondere Erfordernisse in angemessenem Maße berücksichtigt werden.

A.2 Außenluftansaugungen 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 Außenluftansaugung 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 hängt in hohem Maße von der Fortluftqualität ab. Hier sollte die Fort- und Abluftklassifizierung zur Anwendung kommen. Tabelle A.1 enthält auf der Grundlage der in 6.2.2 beschriebenen Klassifizierung Beispiele für Raumarten unterschiedlicher Kategorien. Nationale Regelungen können unterschiedliche Anforderungen enthalten, zum Beispiel, wenn Rauchen erlaubt ist.

Tabelle A.1 — Klassifizierung der Abluft (ETA) und der Fortluft (EHA)

Kategorie	Beschreibung	Beispiele
Abluft mit niedrigem Verunreinigungsgrad		
ETA 1 EHA 1	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
Abluft mit mäßigem Verunreinigungsgrad		
ETA 2 EHA 2	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 ETA 1, in denen Rauchen gestattet ist	Speiseräume, Küchen für die Zubereitung heißer Getränke, Lager, Lagerräume in Bürogebäuden, Hotelzimmer, Umkleideräume
Abluft mit hohem Verunreinigungsgrad		
ETA 3 EHA 3	Luft aus Räumen, in denen emittierende Feuchte, Arbeitsverfahren, Chemikalien usw. die Luftqualität wesentlich beeinträchtigen	Toiletten und Waschräume, Saunen, Küchen, Kopierräume, Räume, die speziell für Raucher vorgesehen sind
Abluft mit sehr hohem Verunreinigungsgrad		
ETA 4 EHA 4	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

A.2.2 Lage der Außenluftansaugungen

Die folgenden Empfehlungen beschreiben Beispiele für zu berücksichtigende Aspekte. Diese hängen in hohem Maße von den lokalen Klimabedingungen ab.

- Der horizontale Abstand zwischen einer Außenluftansaugung und einer Abfallsammelstelle, einem häufig genutzten Parkplatz für drei oder mehr Fahrzeuge, Fahrwegen, Ladebereichen, Kanalentrüpfungsöffnungen, Schornsteinen und ähnlichen Verunreinigungsquellen sollte nicht kleiner als 8 m sein;
- auf die Lage und Form von Außenluftansaugungen 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 Außenluftansaugungen angeordnet sein;
- Außenluftansaugungen 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;
- Außenluftansaugungen 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);

- Außenluftansaugungen sollten nicht direkt über dem Boden angeordnet sein. Es wird z. B. ein Abstand von mindestens der 1,5fachen Dicke der höchsten zu erwartenden Schneedecke zwischen Unterseite der Öffnung und dem Boden empfohlen;
- auf dem Dach des Gebäudes oder wenn die Konzentrationen auf beiden Seiten des Gebäudes ähnlich sind, sollte die Außenluftansaugung auf der vom Wind angeströmten Gebäudeseite angebracht sein;
- eine Außenluftansaugung, 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, sollte eine ungeschützte Außenluftansaugung 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 Außenluftansaugung 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 EHA 1 und EHA 2 ins Freie durch eine auf der Gebäudewand befindliche Fortluftöffnung ist zulässig unter folgenden Voraussetzungen:

- der Abstand zwischen der Fortluftöffnung und einem benachbarten Gebäude beträgt mindestens 8 m;
- der Abstand zwischen der Fortluftöffnung und einer Außenluftansaugung in derselben Wand beträgt mindestens 2 m (wenn möglich, sollte die Außenluftansaugung 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 Außenluftansaugung und Fortluftöffnung

Empfohlene Mindestabstände zwischen Außenluftansaugung und Fortluftöffnung sind in Tabelle A.2 und Bild A.1 angegeben.

BEISPIEL 1	<p>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 $3 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.</p> <p>Die Fortluft entspricht der Kategorie EHA 4; daher ergeben sich die Horizontalabstände unter Anwendung der Kurve EHA 4 in Bild A.1 mit einem Luftstrom von $3 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ wie folgt:</p> <p>a) 4 m unterhalb der Außenluftansaugung, Kategorie EHA 4 mit — etwa 15 m Abstand; $3 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$</p> <p>b) gleiches Vertikalniveau — 16 m Abstand;</p> <p>c) 2 m oberhalb der Außenluftansaugung, Kategorie EHA 4 mit — etwa 11 m Abstand. $3 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$</p>
BEISPIEL 2	<p>Wie vorheriges Beispiel 1c), jedoch versorgt die Installation ein Bürogebäude, in dem das Rauchen nicht erlaubt ist.</p> <p>Die Fortluft ist von der Kategorie EHA 1, deshalb kann die Fortluftöffnung 2 m über der Außenluftansaugung angeordnet sein. Der horizontale Mindestabstand ist 0.</p>

Tabelle A.2 ist hauptsächlich auf dezentrale Geräte mit Luftströmen von typischerweise weniger als $0,5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ anwendbar. Für die häufige Situation mit Außenluftansaugung und Fortluftöffnung auf dem Dach kann alternativ auch Bild A.1 benutzt werden, um die Mindestabstände direkt zu bestimmen. Dieses Bild findet hauptsächlich bei zentralen Geräten mit relativ hohem Luftstrom ($> 0,5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$) Anwendung.

Die empfohlenen Mindestabstände hängen von der Kategorie der Fortluft als auch vom Luftstrom ab, speziell in Kategorie EHA 4. 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 Außenluftansaugungen und Fortluftöffnungen so angeordnet sein, dass die Auswirkungen von Wind und Auftrieb so gering wie möglich gehalten werden.

Die empfohlenen Mindestabstände zwischen Außenluftansaugung und Fortluftöffnung können aus dem Verdünnungsfaktor f abgeleitet werden.

$$f = \frac{\sqrt{q_v \text{ oder } B}}{C_1 \times l + C_2 \times \Delta h} \quad (\text{A.1})$$

Dabei ist

- f der Verdünnungsfaktor;
- q_v der erforderliche Volumenstrom einer Fortluftvorrichtung für die Raumluft, in dm^3/s ;
- B Schornstein/Austrittsöffnung einer Heizanlage mit der Leistung, in kW;
- l die Länge einer direkten Linie zwischen Einlass- und Auslassvorrichtung, in Δh in m: Höhenunterschied zwischen Einlass- und Auslassvorrichtung, in m;
- C_1, C_2 Verdünnungskoeffizienten, situationsabhängig.

In Fällen mit einer Abführung von Fortluft oder von Abgasen aus relativ sauberen Gasverbrennungsgeräten (Kesseln) ist der maximale Verdünnungsfaktor $f=0,01$; die Koeffizienten C_1 und C_2 der Abgase aus Gaskesseln (EHA 3) unterscheiden sich jedoch von denjenigen, die von der aus der Lüftung stammenden Fortluft (EHA 1 und EHA 2). Bei Abgasen aus anderen Verbrennungsprozessen (Öl, Feststoffe usw., EHA 4) ist der Verdünnungsfaktor $f=0,0015$, und es gilt eine andere Koeffizientengruppe C_1, C_2 . Tabelle A.2 gibt einen Überblick über die Gleichungen A (für EHA 1 und EHA 2), B (EHA 3) und C (EHA 4) zur Bestimmung der Mindestabstände zwischen Außenluftansaugungen und Fortluftöffnungen für verschiedene Situationen unter Anwendung der oben angegebenen Gleichung und des oben angegebenen Verdünnungsfaktors sowie der entsprechenden Koeffizienten C_1, C_2 . Tabelle A.2 gilt auch für die Bestimmung des Abstands zwischen der Fortluftöffnung einer Einzelraumeinheit und der Außenluftansaugung einer weiteren Einzelraumeinheit.

Tabelle A.2 — Mindestabstand zwischen Außenluftansaugung und Fortluftöffnung

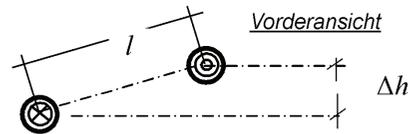
TABELLE. Mindestabstand zwischen Außenluftansaugung und Fortluftöffnungen

Legende:

α, β Winkel eines Schrägdaches oder einer schrägen Fassade (Winkel zwischen gerader und gepunkteter Linie)

Δh senkrechte Höhe

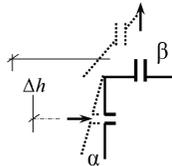
l Länge der Verbindungslinie zwischen den Mittelpunkten der beiden Öffnungen



Vorderansicht

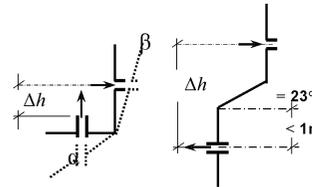
1.

Außenluftansaugung in einer Fassade unterhalb oder auf gleicher Höhe mit Fortluftöffnung in benachbartem (Schräg-)Dach. Luftansaugung in Schrägdach ($\geq 23^\circ$) unterhalb der Fortluftöffnung in einem benachbarten Dach mit Winkel $\leq 23^\circ$



2.

Außenluftansaugung in einer Fassade oberhalb der Fortluftöffnung in benachbartem (Schräg-)Dach. Luftansaugung im unteren Bereich der Fassade, wobei diese durch eine Dachebene geteilt ist. Der Abstand zwischen Fortluftöffnung und Dachkante der vordringenden unteren Fassade sollte kleiner als 1 m sein



q_v erforderlicher Volumenstrom für die Fortluft, in l/s
 B Leistung des Verbrennungsgerätes, in kW

- A Situation mit Fortluft aus Lüftung
- B mit Abgas (Kessel mit Gasfeuerung)
- C mit Abgas (Verbrennung sonstiger Brennstoffe)

$0^\circ \leq \alpha < 15^\circ$ UND $0^\circ \leq \beta < 75^\circ$ ODER
 $15^\circ < \alpha \leq 67^\circ$ UND $0^\circ \leq \beta < 23^\circ$

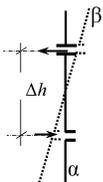
- A. $l + 2 \Delta h > 0,308 \cdot \sqrt{q_v}$
- B. $l + 2 \Delta h > 0,613 \cdot \sqrt{B}$
- C. $l + 3,38 \Delta h > 2,051 \cdot \sqrt{B}$

$0^\circ \leq \alpha < 15^\circ$ UND $0^\circ \leq \beta < 75^\circ$

- A. $l + \Delta h > 0,308 \cdot \sqrt{q_v}$
- B. $l + \Delta h > 0,613 \cdot \sqrt{B}$
- C. $l + \Delta h > 3,030 \cdot \sqrt{B}$

3.

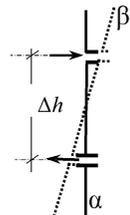
Außenluftansaugung in einer Fassade unterhalb oder auf gleicher Höhe mit Fortluftöffnung in der Fassade



$0^\circ \leq \alpha < 15^\circ$ UND $0^\circ \leq \beta < 15^\circ$

4.

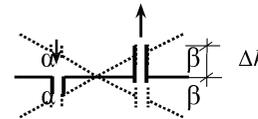
Außenluftansaugung in einer Fassade oberhalb der Fortluftöffnung in der Fassade



$0^\circ \leq \alpha < 15^\circ$ UND $0^\circ \leq \beta < 15^\circ$

5.

Außenluftansaugung in einer flachen oder leicht schrägen Dachebene unterhalb oder auf gleicher Höhe mit einer Fortluftöffnung im gleichen oder dem benachbarten Dachbereich, ebenfalls flach oder leicht schräg (maximale Neigung $< 23^\circ$)



$0^\circ \leq \alpha < 23^\circ$ UND $0^\circ \leq \beta < 23^\circ$

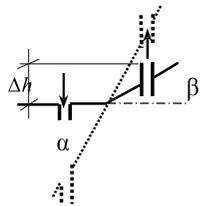
- A. $2 l + \Delta h > 0,308 \cdot \sqrt{q_v}$
- B. $l > 0,2 \cdot \sqrt{B}$
- C. nicht zutreffend

- A. $3,071 l - \Delta h > 0,613 \cdot \sqrt{q_v}$
- B. $1,541 l - \Delta h > 0,308 \cdot \sqrt{B}$
- C. nicht zutreffend

- A. $l + \Delta h > 0,613 \cdot \sqrt{q_v}$
- B. $l + \Delta h > 1,250 \cdot \sqrt{B}$
- C. $l + 2,954 \Delta h > 3,030 \cdot \sqrt{B}$

6.

Außenluftansaugung in einer Fassade unterhalb oder auf gleicher Höhe mit Fortluftöffnung in dem gleichen oder einem benachbarten Schrägdach ($\geq 23^\circ$)

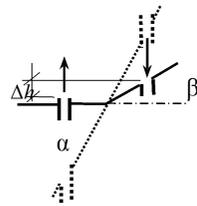


$0^\circ \leq \alpha < 75^\circ$ UND $23^\circ \leq \beta < 75^\circ$

- A. $l + 2 \Delta h > 0,308 \cdot \sqrt{q_v}$
- B. $l + 2 \Delta h > 0,613 \cdot \sqrt{B}$
- C. $l + 3,38 \Delta h > 2,051 \cdot \sqrt{B}$

7.

Außenluftansaugung in einem Schrägdach ($\geq 23^\circ$) oberhalb der Fortluftöffnung in der gleichen oder einer benachbarten Dachebene

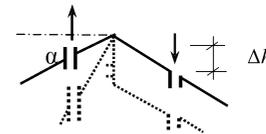


$0^\circ \leq \alpha < 75^\circ$ UND $23^\circ \leq \beta < 75^\circ$

- A. $l + \Delta h > 0,613 \cdot \sqrt{q_v}$
- B. $l + \Delta h > 1,250 \cdot \sqrt{B}$
- C. $l + 2,954 \Delta h > 3,030 \cdot \sqrt{B}$

8.

Außenluftansaugung in einer schrägen Dachebene oder Fassade, Fortluftöffnung an gegenüberliegender Dachebene, wobei mindestens eine der Dachebenen eine Neigung von 23° oder mehr aufweist

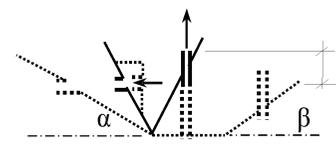
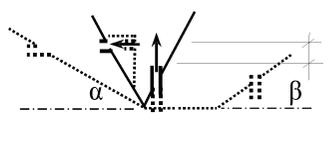
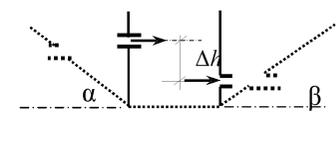
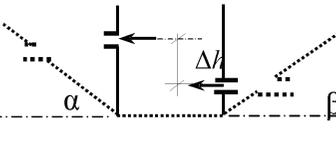
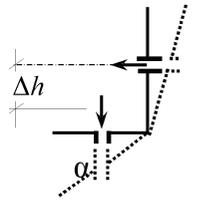
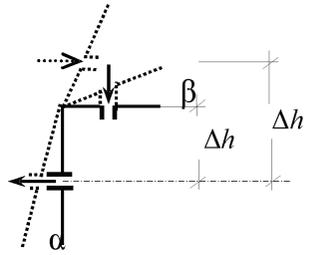


$23^\circ \leq \alpha < 75^\circ$

- A. $l + 2 \Delta h > 0,308 \cdot \sqrt{q_v}$
- B. $l + 2 \Delta h > 0,613 \cdot \sqrt{B}$
- C. $l + 3,38 \Delta h > 2,051 \cdot \sqrt{B}$

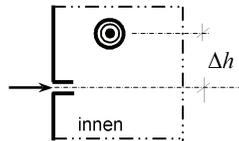
Tabelle A.2 (fortgesetzt)

TABELLE. Mindestabstand zwischen Außenluftansaugung und Fortluftöffnungen

<p>9.</p> <p>Außenluftansaugung in einer Fassade oder Dachebene <u>unterhalb oder auf gleicher Höhe</u> mit Fortluftöffnung in einer gegenüberliegenden Fassade, einem gegenüberliegenden Schrägdach oder einer benachbarten horizontalen Dachebene, die auf der anderen Seite an ein Schrägdach oder eine schräge Fassade angrenzt</p>  <p>$23^\circ \leq \alpha < 75^\circ$ UND $23^\circ \leq \beta < 75^\circ$</p> <table border="1" data-bbox="212 702 571 790"> <tr> <td>A.</td> <td>$l + 2 \Delta h > 0,308 \cdot \sqrt{q_v}$</td> </tr> <tr> <td>B.</td> <td>$l + 2 \Delta h > 0,613 \cdot \sqrt{B}$</td> </tr> <tr> <td>C.</td> <td>$l + 3,38 \Delta h > 2,051 \cdot \sqrt{B}$</td> </tr> </table>	A.	$l + 2 \Delta h > 0,308 \cdot \sqrt{q_v}$	B.	$l + 2 \Delta h > 0,613 \cdot \sqrt{B}$	C.	$l + 3,38 \Delta h > 2,051 \cdot \sqrt{B}$	<p>10.</p> <p>Außenluftansaugung in einer Fassade oder Dachebene <u>oberhalb</u> einer <u>vertikalen</u> Fortluftöffnung in einer gegenüberliegenden Fassade, einem gegenüberliegenden Schrägdach oder einer benachbarten horizontalen Dachebene, die auf der anderen Seite an ein Schrägdach oder eine schräge Fassade angrenzt</p>  <p>$23^\circ \leq \alpha < 75^\circ$ UND $23^\circ \leq \beta < 75^\circ$</p> <table border="1" data-bbox="660 702 1019 790"> <tr> <td>A.</td> <td>$l + \Delta h > 0,613 \cdot \sqrt{q_v}$</td> </tr> <tr> <td>B.</td> <td>$l + \Delta h > 1,250 \cdot \sqrt{B}$</td> </tr> <tr> <td>C.</td> <td>$l + 2,954 \Delta h > 3,030 \cdot \sqrt{B}$</td> </tr> </table>	A.	$l + \Delta h > 0,613 \cdot \sqrt{q_v}$	B.	$l + \Delta h > 1,250 \cdot \sqrt{B}$	C.	$l + 2,954 \Delta h > 3,030 \cdot \sqrt{B}$	<p>11.</p> <p>Außenluftansaugung in einer Fassade oder einem Dach <u>unterhalb oder auf gleicher Höhe</u> mit Fortluftöffnung in einer gegenüberliegenden Fassade oder einem gegenüberliegenden Schrägdach ($\geq 23^\circ$)</p>  <p>$23^\circ \leq \alpha < 75^\circ$ UND $23^\circ \leq \beta < 75^\circ$</p> <table border="1" data-bbox="1086 702 1467 790"> <tr> <td>A.</td> <td>$l + 2,954 \Delta h > 0,455 \cdot \sqrt{q_v}$</td> </tr> <tr> <td>B.</td> <td>$l + 2,954 \Delta h > 0,909 \cdot \sqrt{B}$</td> </tr> <tr> <td>C.</td> <td>nicht zutreffend</td> </tr> </table>	A.	$l + 2,954 \Delta h > 0,455 \cdot \sqrt{q_v}$	B.	$l + 2,954 \Delta h > 0,909 \cdot \sqrt{B}$	C.	nicht zutreffend
A.	$l + 2 \Delta h > 0,308 \cdot \sqrt{q_v}$																			
B.	$l + 2 \Delta h > 0,613 \cdot \sqrt{B}$																			
C.	$l + 3,38 \Delta h > 2,051 \cdot \sqrt{B}$																			
A.	$l + \Delta h > 0,613 \cdot \sqrt{q_v}$																			
B.	$l + \Delta h > 1,250 \cdot \sqrt{B}$																			
C.	$l + 2,954 \Delta h > 3,030 \cdot \sqrt{B}$																			
A.	$l + 2,954 \Delta h > 0,455 \cdot \sqrt{q_v}$																			
B.	$l + 2,954 \Delta h > 0,909 \cdot \sqrt{B}$																			
C.	nicht zutreffend																			
<p>12.</p> <p>Außenluftansaugung in einer Fassade oder einem Dach <u>oberhalb</u> einer <u>horizontalen</u> Fortluftöffnung in einer gegenüberliegenden Fassade oder einem gegenüberliegenden Schrägdach ($\geq 23^\circ$)</p>  <p>$23^\circ \leq \alpha < 75^\circ$ UND $23^\circ \leq \beta < 75^\circ$</p> <table border="1" data-bbox="212 1316 571 1404"> <tr> <td>A.</td> <td>$2,954 l + \Delta h > 0,909 \cdot \sqrt{q_v}$</td> </tr> <tr> <td>B.</td> <td>$2,717 l + \Delta h > 1,667 \cdot \sqrt{B}$</td> </tr> <tr> <td>C.</td> <td>nicht zutreffend</td> </tr> </table>	A.	$2,954 l + \Delta h > 0,909 \cdot \sqrt{q_v}$	B.	$2,717 l + \Delta h > 1,667 \cdot \sqrt{B}$	C.	nicht zutreffend	<p>13.</p> <p>Außenluftansaugung in einem flachen oder leicht geneigten Dach <u>unterhalb</u> der Fortluftöffnung in einer angrenzenden Fassade</p>  <p>$0^\circ \leq \alpha < 23^\circ$ UND $0^\circ \leq \beta < 15^\circ$</p> <table border="1" data-bbox="660 1316 1019 1404"> <tr> <td>A.</td> <td>$l + 2,954 \Delta h > 0,455 \cdot \sqrt{q_v}$</td> </tr> <tr> <td>B.</td> <td>$l + 2,954 \Delta h > 0,909 \cdot \sqrt{B}$</td> </tr> <tr> <td>C.</td> <td>nicht zutreffend</td> </tr> </table>	A.	$l + 2,954 \Delta h > 0,455 \cdot \sqrt{q_v}$	B.	$l + 2,954 \Delta h > 0,909 \cdot \sqrt{B}$	C.	nicht zutreffend	<p>14.</p> <p>Außenluftansaugung in einem flachen oder leicht geneigten Dach <u>oberhalb</u> der Fortluftöffnung in der Fassade oder oberhalb eines unteren Schrägdachs ($\geq 23^\circ$)</p>  <p>$0^\circ \leq \alpha < 23^\circ$ UND $0^\circ \leq \beta < 15^\circ$</p> <table border="1" data-bbox="1086 1316 1467 1404"> <tr> <td>A.</td> <td>$1,909 l + \Delta h > 0,613 \cdot \sqrt{q_v}$</td> </tr> <tr> <td>B.</td> <td>$2,038 l + \Delta h > 1,25 \cdot \sqrt{B}$</td> </tr> <tr> <td>C.</td> <td>nicht zutreffend</td> </tr> </table>	A.	$1,909 l + \Delta h > 0,613 \cdot \sqrt{q_v}$	B.	$2,038 l + \Delta h > 1,25 \cdot \sqrt{B}$	C.	nicht zutreffend
A.	$2,954 l + \Delta h > 0,909 \cdot \sqrt{q_v}$																			
B.	$2,717 l + \Delta h > 1,667 \cdot \sqrt{B}$																			
C.	nicht zutreffend																			
A.	$l + 2,954 \Delta h > 0,455 \cdot \sqrt{q_v}$																			
B.	$l + 2,954 \Delta h > 0,909 \cdot \sqrt{B}$																			
C.	nicht zutreffend																			
A.	$1,909 l + \Delta h > 0,613 \cdot \sqrt{q_v}$																			
B.	$2,038 l + \Delta h > 1,25 \cdot \sqrt{B}$																			
C.	nicht zutreffend																			

15.

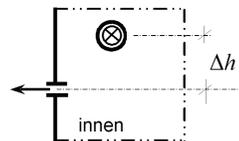
Außenluftansaugung in einer Fassade unterhalb oder auf gleicher Höhe mit Fortluftöffnung in einer Fassade um die Ecke (Außenwinkel $\geq 180^\circ$)



- A. $2l + \Delta h > 0,308 \cdot \sqrt{q_v}$
 B. $l > 0,2 \cdot \sqrt{B}$
 C. nicht zutreffend

16.

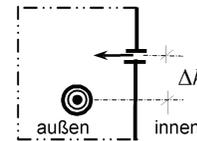
Außenluftansaugung in einer Fassade oberhalb der Fortluftöffnung in einer Fassade um die Ecke (Außenwinkel $\geq 180^\circ$)



- A. $3,071 l - \Delta h > 0,613 \cdot \sqrt{q_v}$
 B. $1,541 l - \Delta h > 3,308 \cdot \sqrt{B}$
 C. nicht zutreffend

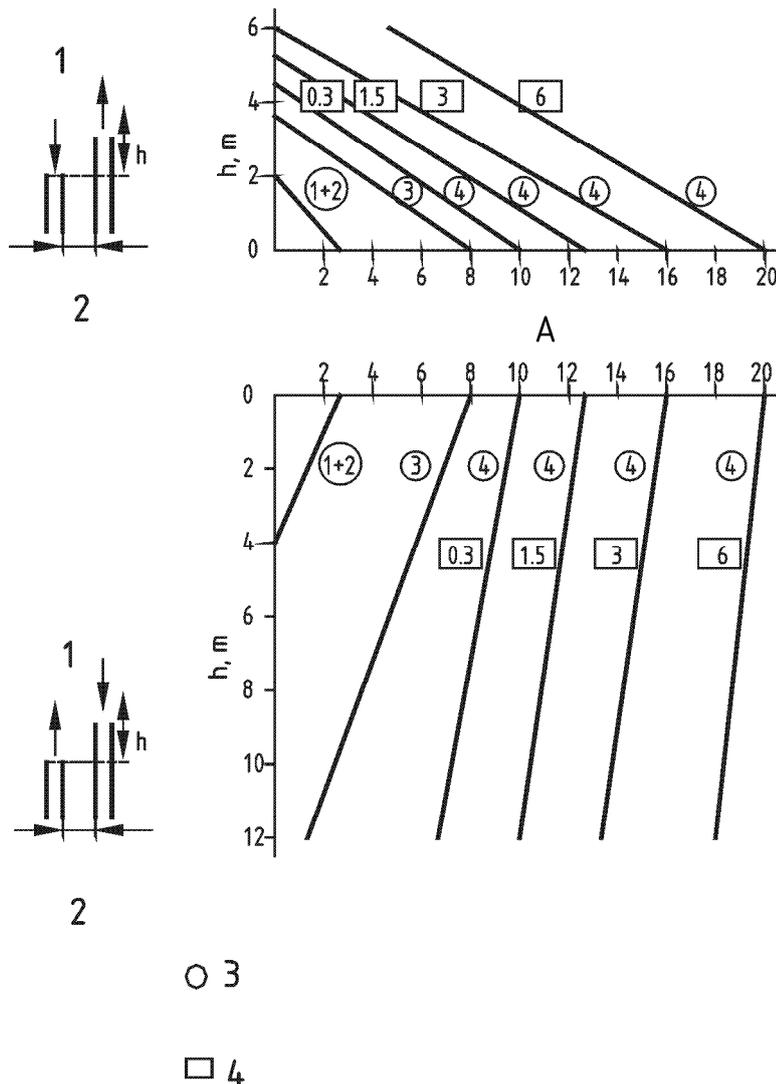
17.

Außenluftansaugung in einer Fassade, Fortluftöffnung in einer Fassade um die Ecke (Außenwinkel $< 180^\circ$) (absoluter Höhenwert)



- A. $l + \Delta h > 0,613 \cdot \sqrt{q_v}$
 B. $l + 2,954 \Delta h > 0,909 \cdot \sqrt{B}$
 C. nicht zutreffend

Als Alternative kann für den häufig auftretenden Fall von Außenluftansaugungen und Fortluftöffnungen in Dächern zur direkten Bestimmung der Mindestabstände auch das Verfahren nach Bild A.1 angewendet werden. Dieses Bild sollte hauptsächlich bei zentralen Anlagen mit relativ großen Luftströmen ($> 0,5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$) zur Anwendung kommen.



Legende

- 1 Vertikaler Abstand — Fortluftöffnung über Außenluftansaugung (obere Abbildung)
- 2 Horizontaler Abstand
- 3 Kategorie EHA
- 4 Luftstrom in Fortluftöffnung, in $m^3 \cdot s^{-1}$
- 5 Horizontaler Mindestabstand (m)

Bild A.1 — Empfohlene Mindestabstände zwischen Fortluftöffnung und Außenluftansaugung

A.3 Betrachtungen zur Außenluftqualität, Anwendung von Luftfiltern

A.3.1 Entscheidungsbaum für die Klassifizierung der Außenluftqualität

Folgende Schritte können bei der Klassifizierung der Außenluftqualität unternommen werden.

Schritt 1. Ermittlung der bei der Klassifizierung der Außenluftqualität zu berücksichtigenden Schadstoffe

Die Verunreinigungen können unterschiedlich sein. Die folgende Tabelle führt Beispiele für wesentliche Luftschadstoffe auf.

Tabelle A.3 — Hauptluftverunreinigungen, Beispiel

Verunreinigung	Mittelungszeitraum	Richtwert	Quelle
Schwefeldioxid SO ₂	24 h	125 µg/m ³	WHO 1999
Schwefeldioxid SO ₂	1 Jahr	50 µg/m ³	WHO 1999
Ozon O ₃	8 h	120 µg/m ³	WHO 1999
Stickstoffdioxid NO ₂	1 Jahr	40 µg/m ³	WHO 1999
Stickstoffdioxid NO ₂	1 h	200 µg/m ³	WHO 1999
Schwebstoffe PM ₁₀	24 h	50 µg/m ³ max. 35 Tage überschritten	99/30/EG
Schwebstoffe PM ₁₀	1 Jahr	40 µg/m ³	99/30/EG

Schritt 2. Suche nach verfügbaren Messdaten für die Außenluftqualität in der Umgebung des Gebäudes

Die tatsächlichen und periodischen Werte für unterschiedliche Luftverunreinigungen können über folgende Internetseite abgerufen werden, die weitere Links zu nationalen Daten enthält.

Air View – European Topic Centre on Air and Climate Change
air-climate.eionet.europa.eu/databases/airbase/

Die Ermittlung der wesentlichen Schadstoffe kann variieren, da sich auch die verfügbaren Messdaten voneinander unterscheiden können.

Schritt 3. Zusammenfassung der Außenluftklassifizierung

Die folgende Tabelle zeigt zusammenfassend am Beispiel von drei Städten, wie die Außenluft klassiert werden kann. Ausgewählte Kriterien bilden die verfügbaren Messdaten, die mit den Richtwerten zu vergleichen sind.

Tabelle A.4 — Zusammenfassung der Außenluftklassifizierung, Beispiele

	Richtwert	Stuttgart	London	Madrid
SO ₂	Jahresmittel 50 µg/m ³	5	8	11
	Höchstwert 24 h 125 µg/m ³	23	38	37
	Tage über 125 µg/m ³	0	0	0
	Faktor Richtwertüberschreitung	< 1	< 1	< 1
O ₃	Jahresmittel	63	52	55
	Höchstwert 8 h 120 µg/m ³	178	134	123
	Tage über 120 µg/m ³	31	4	1
	Faktor Richtwertüberschreitung	< 1,5	< 1,5	< 1,5
NO ₂	Jahresmittel 40 µg/m ³	80	62	52
	Höchstwert 1 h 200 µg/m ³	244	176	216
	Stunden über 200 µg/m ³	21	0	1
	Faktor Richtwertüberschreitung	< 1,5	< 1	< 1,5
PM ₁₀	Jahresmittel 40 µg/m ³	34	27	29
	Höchstwert 24 h 50 µg/m ³	109	78	109
	Tage über 50 µg/m ³ 35 Tage	42	20	44
	Faktor Richtwertüberschreitung	< 1,5	< 1	< 1,5
	Gesamt	3 Werte < 1,5	1 Wert < 1,5	3 Werte < 1,5
	ODA	2	2	2

Die maximale Überschreitung je Wert ergibt die ODA-Klasse.

A.3.2 Verwendung von Luftfiltern

Die Außenluft sollte unter Berücksichtigung ihrer Kategorie (siehe 6.2.3) so gefiltert werden, dass die Anforderungen an die Raumluft erfüllt sind (siehe 6.2.5). Die Dimensionierung der Filterstufe sollte ein Optimierungsergebnis unter Berücksichtigung der jeweiligen Situation sein (Betriebszeit, Staubbelastung, besondere Verunreinigungsbedingungen usw.).

Tabelle A.5 — Empfohlene Mindestfilterklassen je Filterstufe (Definition der Filterklassen nach EN 779)

Außenluftqualität (siehe 6.2.3)	Raumluftqualität (siehe 6.2.5)			
	IDA 1 (spezial)	IDA 2 (hoch)	IDA 3 (mittel)	IDA 4 (niedrig)
ODA 1 (saubere Luft)	F9	F8	F7	F5
ODA 2 (Staub)	F7+F9	F5+F8	F5+F7	F5+F6
ODA 3 (sehr hohe Konzentration von Staub oder Gasen)	F7+GF ^a +F9	F7+GF ^a +F9	F5+F7	F5+F6

^a GF bedeutet Gasfilter (Aktivkohlefilter) und/oder chemisches Filter.

Vor allem bei Verwendung von Filtern der Klasse F7 oder höher wird empfohlen, besonders auf die Dichtheit der Gebäudehülle und der Luftbehandlungseinheiten zu achten (siehe EN 1886 bezüglich Bypass-Undichtheit von Filtern). Ein Vorfilter am Eintritt in die Lüftungseinheit reduziert den Staub in der Außenluft und hilft, das Lüftungsgerät 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 Filterung 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 der Einfluss der Druckbedingungen auf die Luftvolumenströme beachtet werden, da diese sich auf den Verbrauch an elektrischer Energie auswirken.

Gasfilter (Aktivkohlefilter) sollten in Bereichen mit Außenluft der Kategorie ODA 3 verwendet werden. Bei der Kategorie ODA 2 können sie bei Auftreten von gasförmigen Verunreinigungen in der Außenluft ebenfalls eine gute Lösungsmöglichkeit sein. Gasfilter müssen im Allgemeinen mit F8- oder F9-Filtern als Nachfilter kombiniert werden. Es ist wichtig, die Filter gegen Nässe zu schützen; die relative Feuchte sollte weniger als 80 % betragen.

Bei Kategorie ODA 3 (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 bei beladenen Filtern vorgenommen werden, was durch das Erreichen des Enddrucks angezeigt wird. Aus hygienischen Gründen sollten Filter in der ersten Filterstufe jedoch nicht länger als ein Jahr in Gebrauch sein. Filter, die in einer zweiten oder dritten Stufe verwendet werden, sollten nicht länger als zwei Jahre in Gebrauch sein. Falls sichergestellt werden kann, dass alle Filterstufen immer trocken bleiben, sind längere Standzeiten 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 Außenluftansaugung 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 aufeinanderfolgenden Tagen in allen Anlagenteilen, einschließlich des Filters, unter 80 % liegt;
- aus hygienischen Gründen sollte die Außenluft in zwei Stufen gefiltert werden (zumindest für IDA 1 und IDA 2). Das erste Filter an der Außenluftansaugung (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;
- für 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. Bei Anlagen für die regenerative Wärmerückgewinnung ist für die Abluft dieselbe Filterklasse anzuwenden wie für die Außenluft/Zuluft;
- Abluft aus Küchen muss in der ersten Stufe 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;

- die Enddruckdifferenz wird im Hinblick auf zulässige Schwankungen des Luftstromes, auf zulässige Schwankungen des Luftstromes und für eine Kostenbewertung im Hinblick auf die Lebensdauerkosten (Life Cycle Cost) bewertet. 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 spätestens ausgewechselt werden, wenn der Druckverlust den festgelegten zulässigen Endwert erreicht hat oder wenn folgende hinsichtlich der Hygiene einzuhaltenden Bedingungen erreicht wurden. Lassen sich die Betriebsstunden vorhersehen, können diese ebenfalls ein Kriterium für das Auswechseln sein:
 - 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 Stoffwechselprodukten 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. Bei der Entsorgung von Luftfiltern sind die geltenden Umweltvorschriften zu beachten.

Wärmerückgewinnungsanlagen sollten immer durch ein Filter der Klasse F6 oder höher geschützt sein. Rotierende Wärmerückgewinnungseinheiten sollten mit Spülkammern 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: Druckbedingungen zur Vermeidung einer Verunreinigungsübertragung

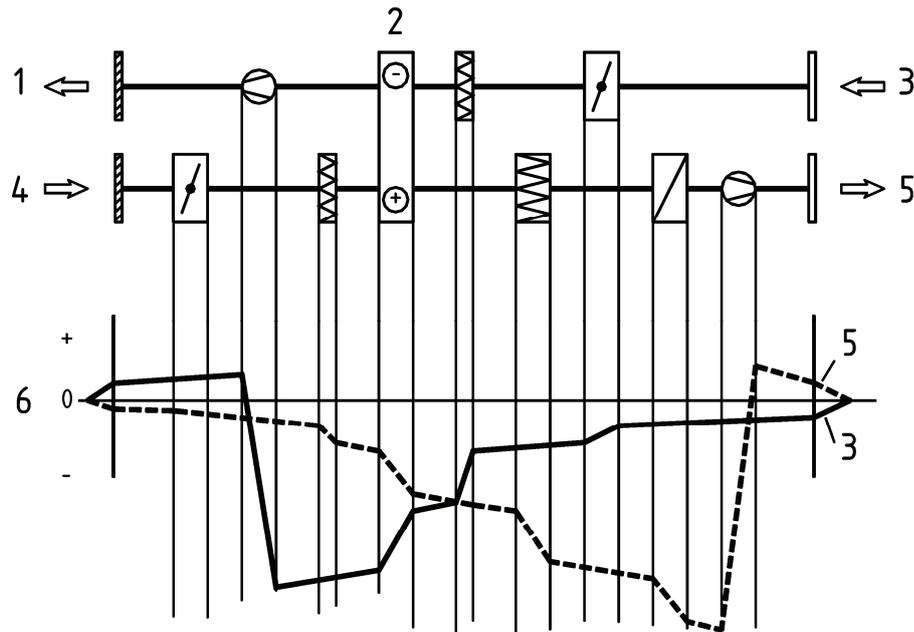
Folgende Punkte sind bei Luft-Luft-Wärmerückgewinnungsanlagen zu beachten:

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

Wenn die Abluft der Kategorie ETA 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 ETA 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 ETA 3 angehört, nicht größer als 5 % sein. Auf die innere Dichtheit des Wärmetauschers sollte besonders geachtet werden.

Bei Abluft der Kategorie ETA 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

Um zu vermeiden, dass sich Luftverunreinigungen über die Luftleitungen oder die Lüftungsanlage im Gebäude ausbreiten, sollten Luftleitungen nach EN 12097 ausgelegt und in Stand gehalten werden, und die Luft der verschiedenen Abluft-Kategorien sollte nach folgenden Anforderungen aus dem Gebäude geführt werden:

- Kategorie ETA 1: Die Abluft kann in einer gemeinsamen Leitung gesammelt werden.
- Kategorie ETA 2: Die Abluft kann in einer gemeinsamen Leitung gesammelt werden.
- Kategorie ETA 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 ETA 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.

Die Mindestabluftvolumenströme aus Küchen und Hygieneräumen sind in nationalen Vorschriften und Leitlinien festgelegt. Wenn keine Werte festgelegt sind, sollten folgende Mindestabluftvolumenströme als Standardwert angewendet werden:

Tabelle A.6 — Auslegungswerte für Abluftvolumenströme

Nutzungsart	Einheit	Üblicher Bereich	Standardwert für die Auslegung
Küche			
— einfache Nutzung (z. B. Küche zum Zubereiten von Heißgetränken)	$l \cdot s^{-1}$	> 20	30
— professionelle Nutzung	a	a	a
Toilette/Waschraum ^b			
— je WC oder Urinal	$l \cdot s^{-1}$	> 6,7	15
— je Bodenfläche	$l \cdot s^{-1} \cdot m^{-2}$	> 1,4	3
<p>^a Die Abluftvolumenströme für Küchen sind entsprechend der jeweiligen Situation auszulegen.</p> <p>^b Mindestens 50 % der Zeit in Benutzung. Bei kürzeren Betriebszeiten sind höhere Volumenströme erforderlich. Bei Abführung direkt am WC sind niedrigere Werte möglich (üblicher Wert: $3 l^3 \cdot s^{-1}$ bis $6 l^3 \cdot s^{-1}$ je WC oder Urinal).</p>			

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 üblicherweise 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 Klassifizierung von Fortluft und Abluft nach 6.2.2 wird auf die in Tabelle A.7 angegebenen Verwendungen hingewiesen.

Tabelle A.7 — Wiederverwendung der Abluft und Verwendung von Überströmluft

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

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

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 Klassifizierung und die Prüfung der Dichtheit von runden Luftleitungen sind in EN 12237, die von rechteckigen Luftleitungen in EN 1507 angegeben. Diese Klassifizierung 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 üblicherweise geringer als 2 % sein, was im Allgemeinen Klasse B nach EN 12237 und EN 1507 entspricht. Leitlinien zur Abschätzung der Leckraten und deren Einfluss auf die Luftströme und den Energieverbrauch sind in EN 15242 und EN 15241 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 EN 15242 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 Energieauswirkung der Undichtheiten sowie weitere Hinweise zur Wahl der Dichtheitsklasse für Luftleitungen und Luftbehandlungseinheiten sind in EN 15242 enthalten.

Die Undichtheit von geschlossenen Luftbehandlungseinheiten sowie von Geräteraum und Kammern für Ventilatoren und andere Einrichtungen sollte die Anforderungen nach Klasse A in Bild A.3 erfüllen (entspricht Klasse L3 für Luftbehandlungseinheiten; siehe EN 1886).

Klasse B ist die allgemeine Mindestanforderung an Luftleitungen und auch die Mindestanforderung an Fortluftleitungen, die im Gebäude einem Überdruck ausgesetzt sind; eine Ausnahme bilden Luftaufbereitungszentralen.

Klasse C ist in vielen Fällen die empfohlene Mindestklasse, besonders bei einer hohen Druckdifferenz im Rohrgehäuse oder wenn Undichtheiten zu einer Gefährdung der Raumluftqualität, der Regelung der Druckbedingungen oder der Funktionsfähigkeit der Anlage führen können.

Klasse D wird in besonderen Situationen angewendet und gilt auch für die für Klasse C beschriebenen Fälle, vor allem bei Installationen mit hohen Anforderungen in Bezug auf die Hygiene oder die Energieeffizienz.

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

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

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

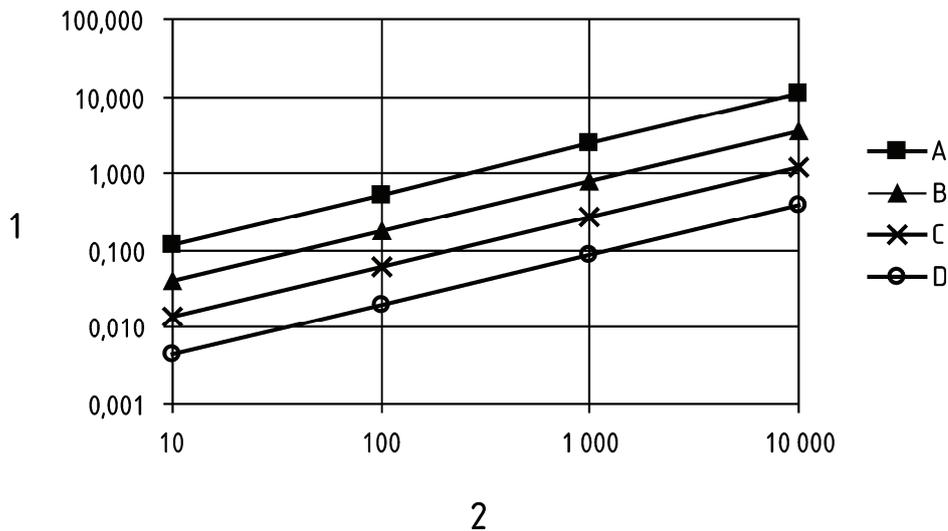
Klasse C: $f = 0,003 \cdot p^{0,65};$

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. Der maximale Prüfdruck beträgt üblicherweise nicht mehr als 2 000 Pa.



Legende

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

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

A.8.3 Dichtheitsklasse

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 Auslegungsdifferenz 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. Leitlinien zu regelmäßigen Überprüfungen sind in EN 15239 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 $n_{L,50}$ -Wert unter $1,0 \text{ h}^{-1}$ bei hohen Gebäuden (höher als 3 Stockwerke) und unter $2,0 \text{ h}^{-1}$ 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 Geschosdecken ebenfalls dicht sein.

Das Verfahren zur Messung von $n_{L,50}$ -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. Die Druckdifferenz zwischen Innen- und Außenbereich oder zwischen einzelnen Räumen sollte 20 Pa nicht überschreiten.

In Gebieten, in denen mit hoher Außenluftverunreinigung gerechnet werden muss (Kategorien ODA 2 bis ODA 3) 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. (In Abhängigkeit von 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 Anlage

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 mit einer festgelegten maximalen Höhe unterteilt sein. Der vertikale Abstand (D) zwischen der untersten und der obersten Außenluftansaugung im selben Bereich sollte nicht größer sein als

$$D_{\max} = \frac{600}{\theta_a - \theta_{\text{out,min}}} \quad (\text{A.2})$$

Dabei ist

D_{\max} der vertikale Abstand, in m;

θ_a die Raumlufttemperatur, in °C;

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

BEISPIEL Wenn die Raumlufttemperatur 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. 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 Verunreinigung — z. B. 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 ETA 1 und ETA 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 ETA 3 oder ETA 4 sollte innerhalb des Aufenthaltsbereiches im Gebäude nicht unter Überdruck geführt werden. Die Abluftleitungen maschineller Lüftungsanlagen mit einem Querschnitt von mehr als 0,06 m² sollten mit Einrichtungen versehen sein, die automatisch schließen, wenn die Lüftung abgestellt wird; dadurch soll eine Rückströmung oder eine unkontrollierte Lüftung verhindert werden.

Das Luftleitungssystem sollte insgesamt für eine Senkung des Energieverbrauchs ausgelegt sein, wobei Grundsätze der statischen Wiedergewinnung anzuwenden sind, um das Maß der Klappenregelung, das für die Erzeugung einer bestimmten Luftverteilung im Leitungssystem erforderlich ist, zu verringern.

A.11 Bedarfsgeregelte 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 für eine Regelung der Lüftung entsprechend dem tatsächlichen Bedarf folgende Sensoren angewendet werden:

- Bewegungssensoren;
- Zählsensoren;
- CO₂-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. die 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 15232 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 Energieverbrauch

Die spezifische Ventilatorleistung *SFP* ist abhängig vom Druckverlust, dem Wirkungsgrad des Ventilators und der Motorauslegung; außerdem ist zu beachten, dass auch Undichtheiten den *SFP*-Wert erhöhen. 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.8 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 Wirkungsgrades von Ventilatoren und Luftbehandlungseinheiten für einen geringen Gesamtenergieverbrauch. Die tatsächlichen Werte der einzelnen Bauteile sind natürlich vorzuziehen; liegen diese jedoch nicht vor, können die in Tabelle A.8 angegebenen Werte als Standardwerte verwendet werden.

Tabelle A.8 — Beispiele für die 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 ^a	100	150	250
Wärmerückgewinnungseinheit H2-H1 ^a	200	300	400
Befeuchter	50	100	150
Luftwäscher	100	200	300
Luftfilter F5-F7 je Filterstufe ^b	100	150	250
Luftfilter F8-F9 je Filterstufe ^b	150	250	400
HEPA-Filter	400	500	700
Gasfilter	100	150	250
Schalldämpfer	30	50	80
Luftdurchlass	30	50	100
Lufteinlass und -auslass	20	50	70

^a Klasse H1-H3 nach EN 13053.
^b 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.

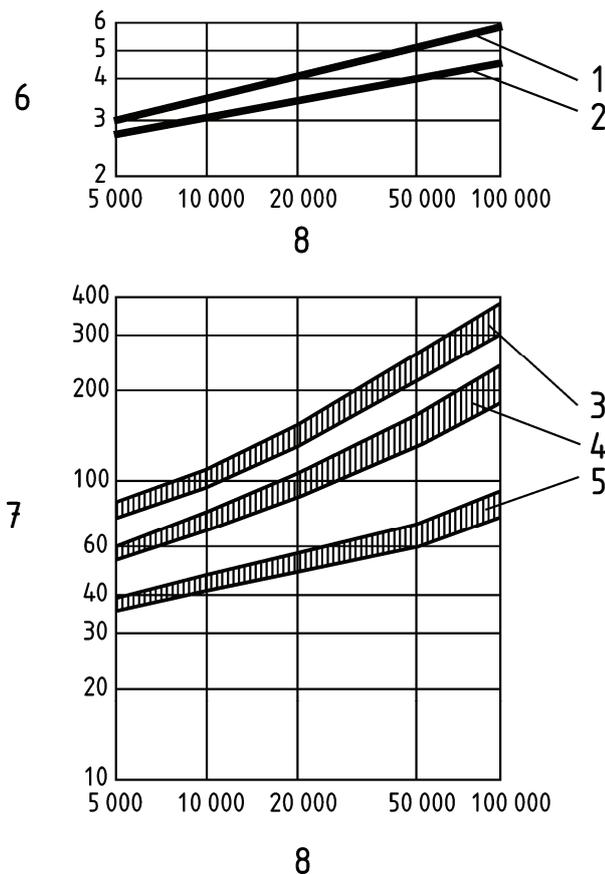
Luftbehandlungseinheiten und Maschinenräume sollten für das Wartungs- und Instandhaltungspersonal zugänglich sein (einschließlich aller erforderlichen Transportwege für Material und Ersatzteile), ohne dass ein Betreten von Aufenthaltsbereichen notwendig wird.

Die Bilder zu den räumlichen Anforderungen nach A.13.2 und A.13.3 sollten als Richtlinien für typische Fälle betrachtet werden. Je nach Lage vor Ort kann mehr oder weniger Raum erforderlich sein. In allen Fällen sollten die geltenden räumlichen Anforderungen an Bauteile und Anlagen im Planungsstadium von Lüftungs- und Klimaanlage 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.



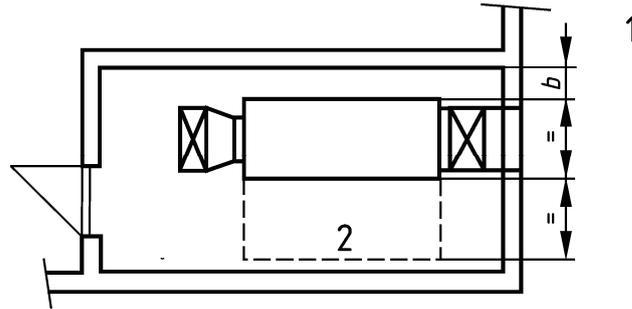
Legende

- | | | | |
|---|----------------------------|---|--|
| 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 Instandhaltung und Reparaturen. Die in Bild A.5 dargestellten Grundsätze sollten befolgt werden. Nationale Bestimmungen und Empfehlungen können weitere Anforderungen oder Leitlinien enthalten.



Legende

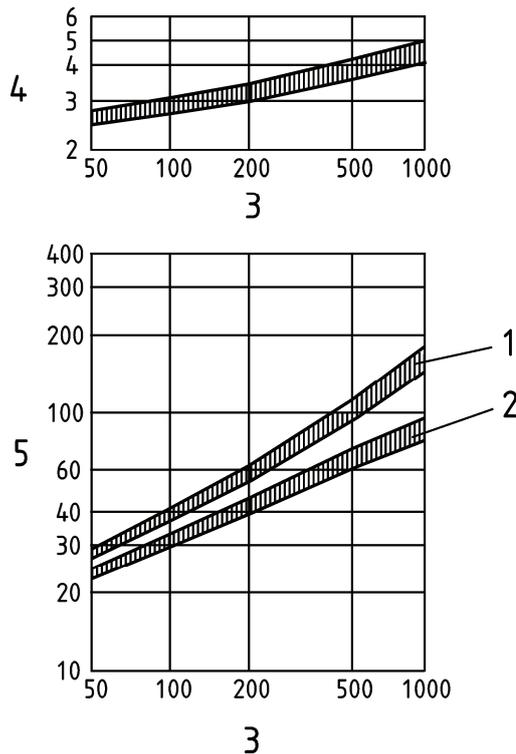
- 1 $b = 0,4 \cdot$ Höhe der Einheit, jedoch mindestens 0,5 m als Standardwert
- 2 Wartungsbereich

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.

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.



Legende

- 1 Kältezentrale einschließlich Wasserverteilung
- 2 Rückkühlung
- 3 Kälteleistung, in kW
- 4 Raumhöhe, in m
- 5 Bodenfläche, in m²

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

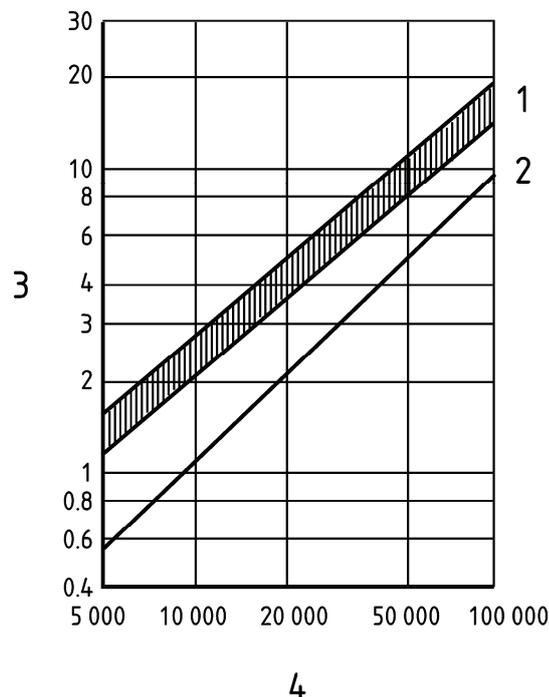
A.13.4 Schachtquerschnitte

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

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.



Legende

- 1 Schächte für Luftleitungen
- 2 Schächte für den direkten Lufttransport
- 3 Querschnitt, in m²
- 4 Luftvolumenstrom, in m³ · h⁻¹

Bild A.7 — Schachtquerschnitte

A.13.5 Raumbedarf in Doppeldecken

Der Zugang zu den Reinigungsöffnungen der Leitungen sollte nach EN 12097 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 Lüftungsanlagen und Raumkühlssystemen 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 EN 12097 angegeben.

Die allgemeinen hygienischen Anforderungen nach EN 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 EN 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 auseinanderliegen. Bei Abluft der Kategorie ETA 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 EN 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. Die Mindestanforderungen bezüglich des Zugangs zu in Luftleitungen eingebauten Bauteilen sind in EN 12097 enthalten.

A.15 Luftvolumenströme der Raumluft

A.15.1 Volumenströme der Mindestzuluft für Räume, die nicht für den Aufenthalt von Personen bestimmt sind

Tabelle A.9 enthält Standardwerte für Zuluftvolumenströme für Räume, die nicht für den Aufenthalt von Personen bestimmt sind.

Tabelle A.9 — Volumenströme der Außen- oder Überströmluft je Bodenflächeneinheit (Nettofläche) für Räume, die nicht für den Aufenthalt von Personen bestimmt sind

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

^a Für IDA 1 ist dieses Verfahren nicht ausreichend.

Diese Werte beruhen auf einer Betriebszeit von 50 % und einer Raumhöhe von bis zu 3 m. Bei kürzeren Betriebszeiten und höheren Räumen sollten die Luftvolumenströme höher sein.

A.15.2 Außenluftvolumenströme nach CO₂-Gehalt oder je Person

Der CO₂-Gehalt kann zur Auslegung eines bedarfsgeregelten Systems verwendet werden. Übliche Bereiche und Standardwerte sind in Tabelle A.10 angegeben.

Tabelle A.10 — CO₂-Gehalt in Räumen

Kategorie	CO ₂ -Gehalt über dem Gehalt in der Außenluft, in ppm	
	Üblicher Bereich	Standardwert
IDA 1	≤ 400	350
IDA 2	400 – 600	500
IDA 3	600 – 1 000	800
IDA 4	> 1 000	1 200

Tabelle A.11 zeigt die empfohlenen Mindestwerte für die Außenluftvolumenströme je Person an. Der Auslegungsluftvolumenstrom berücksichtigt auch Emissionen aus anderen Quellen wie Baustoffen oder Möbeln.

Tabelle A.11 — Außenluftvolumenströme je Person

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

A.16 Akustik im Raum

Standardwerte für den Schalldruckpegel sind in Tabelle A.12 angegeben. Die Werte können überschritten werden, wenn die sich Raum aufhaltende Person den Betrieb der Anlage beeinflussen kann. Zum Beispiel kann ein Klimagerät für einen Raum einen höheren Schalldruckpegel erzeugen, wenn sein Betrieb von der sich im Raum aufhaltenden Person geschaltet wird, jedoch sollte auch in diesem Fall ein Überschreiten der Auslegungswerte des Schalldruckpegels eingeschränkt werden, zum Beispiel auf 10 dB(A).

Tabelle A.12 — Beispiele für A-bewertete Auslegungsschalldruckpegel

Gebäude-/Raumart	Empfohlener Bereich Schalldruck dB(A)
Einzelbüro	30 – 40
Großraumbüro	35 – 45 ^a
Konferenzraum	30 – 40
Auditorium	20 – 35
Cafeteria/Restaurant	35 – 50
Klassenraum, Kindergarten	35 – 45
Kaufhaus	40 – 50

^a Aus Gründen des Schutzes von Unterhaltungen wird in diesem Fall empfohlen, keine geringeren Pegel im Raum anzustreben.

A.17 Innere Lasten

A.17.1 Allgemeines

Informationen zur Wärmelast, die durch Personen, Beleuchtung und Geräte verursacht wird, sind in A.17.2 bis A.17.4 angegeben. Für die Auslegung der HLK-Anlage ist es wichtig, realistische innere Lasten mit ihren Zeitplänen und ihrer zeitlichen Zuordnung klar zu definieren.

Werden die inneren Lasten zu hoch eingeschätzt, kann dies zu unnötig hohen Investitionen und Betriebskosten führen, werden sie hingegen zu niedrig eingeschätzt, können die Raumtemperaturen während der Kühlperiode zu hoch ausfallen.

A.17.2 Personen

Die Wärmeerzeugung durch Personen besteht aus einem sensiblen Teil (Strahlung zuzüglich Konvektion) und einem latenten Teil (Dampfemission). Für den Temperaturanstieg ist nur der sensible Teil von Bedeutung.

Tabelle A.13 enthält Werte für die Wärmeerzeugung von sich im Raum aufhaltenden Personen, die auf einer Lufttemperatur von 24 °C beruhen. Bei höheren Temperaturen bleibt die Gesamtwärmeerzeugung gleich, die sensiblen Wärmewerte nehmen jedoch ab ($\theta_a = 26$ °C: etwa -20 %).

**Tabelle A.13 — Wärmeerzeugung durch Personen bei unterschiedlichen Aktivitäten
(Lufttemperatur 24 °C)**

Aktivität	Gesamtwärme		Sensible Wärme
	Met ^a	W · Person ⁻¹ b	W · Person ⁻¹
Zurückgelehnt	0,8	80	55
Entspannt sitzend	1,0	100	70
Sitzende Tätigkeit (Büro, Schule)	1,2	125	75
Stehend, leichte Tätigkeit (Einkaufen, Leichtindustrie)	1,6	170	85
Stehend, mittelschwere Tätigkeit (Verkäufer, Arbeit an Maschinen)	2,0	210	105
Gehend, 5 km · h ⁻¹	3,4	360	120

^a 1 met = 58 W · m⁻²
^b Gerundete Werte für einen menschlichen Körper mit einer Oberfläche von 1,8 m² · Person⁻¹

A.17.3 Beleuchtung

Die Lüftungsanlage ist so auszulegen, dass die durch das vorgeschlagene Beleuchtungssystem erzeugte innere Wärmelast berücksichtigt wird. Empfohlene Kriterien für die Beleuchtung sind in EN 15251 und EN 12464-1 angegeben. Die für einen bestimmten Beleuchtungsgrad erforderliche elektrische Leistung hängt von der technischen Lösung ab. Weitere Informationen zur Beleuchtungsleistung und -energie sind in prEN 15193 enthalten. Informationen zur Beleuchtung bietet EN 12464-1.

A.17.4 Geräte

Als Grundlage für die Auslegung der HLK-Anlage sind sämtliche Geräte mit maßgeblichen Emissionen im belüfteten Raum zu definieren.

In Bürogebäuden beträgt die Wärmelast durch Geräte üblicherweise 25 W · Person⁻¹ bis 200 W · Person⁻¹, gemittelt über die Nutzungsdauer. Ein Standardwert für Bürogebäude ist 100 W · Person⁻¹ über 8 h am Tag.

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 15459 enthalten.

B.2 Lebensdauer und Instandhaltungskosten für Anlagen und Ausrüstung

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

- a) Qualität der Ausrüstung;
- b) Dimensionierung und Art der Ausrüstung;
- c) Nutzungsintensität;
- d) Qualität der Instandhaltung und Instandhaltungsverfahren.

Für die Lebensdauer und die jährlichen Instandhaltungskosten können die Richtwerte nach prEN 15459 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 EN 15240 (Klimaanlagen) und EN 15239 (Lüftungsanlagen) bereitgehalten werden.

Anhang C (informativ)

Checkliste für die Auslegung und Nutzung von Anlagen mit niedrigem Energieverbrauch

C.1 Checkliste für die Planung 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 Klimaanlageanlagen;
- 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 Planung 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;
- 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 Lufterdregister, Erdsonden, adiabatische Kühlung;
- k) Verwendung von Anlagen auf Wassergrundlage bei 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 Installateuren 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;
- j) optimierte Energieversorgung.

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 EN 15240 (Klimaanlagen) und EN 15239 (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)

Berechnung und Anwendung der spezifischen Ventilatorleistung Berechnung und Überprüfung der SFP , SFP_E und SFP_V

D.1 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 (EUROVENT 6/8 — 2005, Recommendation for calculations of energy consumption for air handling units).

Der Zielwert der spezifischen Ventilatorleistung, SFP , gibt den erforderlichen Leistungsgrad sämtlicher Zuluft- und Abluftventilatoren im Gebäude an. Er 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 SFP_E kann ermittelt werden, wie wirksam einzelne Luftbehandlungseinheiten oder Ventilatoren die elektrische Leistung nutzen. Eine ausführliche Definition der SFP_E ist für Luftbehandlungseinheiten zur Wärmerückgewinnung mit Be- und Entlüftung in D.3.2 und für getrennte Zuluft- und Abluftbehandlungseinheiten und einzelne Ventilatoren in D.3.3 angegeben. Die SFP berücksichtigt nur den Verbrauch der Ventilatoren.

In der Planungsphase ist der SFP -Wert für das gesamte Gebäude, definiert als der gewichtete Mittelwert der SFP_E -Werte einzelner Einheiten und Ventilatoren (siehe Beispiel in D.8), mit dem Zielwert zu vergleichen und für den Fall zu überprüfen, dass sich Änderungen der einzelnen SFP_E -Werte ergeben haben.

Ein weiterer nützlicher Wert der spezifischen Ventilatorleistung ist SFP_V . Dieser Wert bietet einen leicht festzulegenden und zu überprüfenden Faktor. Der Unterschied zwischen SFP_E und SFP_V besteht in der Lastbedingung: Bei der SFP_E handelt es sich um eine Auslegungslastbedingung (siehe D.2.2), bei der SFP_V hingegen um eine Validierungslastbedingung (siehe D.6.2).

Es wird empfohlen, sowohl den SFP_E -Wert als auch den SFP_V -Wert zu berechnen (zum Beispiel mit Hilfe der Herstellersoftware).

D.2 Spezifische Ventilatorleistung (SFP) des gesamten Gebäudes ($\text{kW} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{s}$)

D.2.1 Allgemeines

Die spezifische Ventilatorleistung für das gesamte Gebäude ist „die kombinierte Menge der von allen Ventilatoren im Luftverteilungssystem verbrauchten elektrischen Leistung, dividiert durch den Gesamtluftvolumenstrom durch das Gebäude bei Auslegungslasten, in $\text{W} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{s}$)“.

$$SFP = \frac{P_{sf} + P_{ef}}{q_{\max}} \quad (\text{D.1})$$

Dabei ist

- SFP die erforderliche spezifische Ventilatorleistung, in $W \cdot m^{-3} \cdot s$;
- P_{sf} die Gesamtleistung der Zuluftventilatoren bei Auslegungsluftvolumenstrom, in W ;
- P_{ef} die Gesamtleistung der Abluftventilatoren bei Auslegungsluftvolumenstrom, in W ;
- q_{max} der Auslegungsluftvolumenstrom durch das Gebäude; sollte dem Abluftvolumenstrom, in $m^3 \cdot s^{-1}$, entsprechen.

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

D.2.2 Auslegungslastbedingungen

Auslegungslastbedingungen herrschen, wenn der Filterdruckabfall der Mittelwert aus dem Druckabfall des sauberen Filters und dem empfohlenen maximalen Druckabfall (verschmutztes Filter) ist. Bei den übrigen Bauteilen (z. B. Wärmeaustauscher, Kühlregister und Befeuchter) ist der Druckabfall außerdem der Mittelwert aus den Trocken- und Feuchtwerten.

D.3 Festlegung der SFP_E einzelner Luftbehandlungseinheiten bzw. Ventilatoren

D.3.1 Allgemeines

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

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

Partieller Luftvolumenstrom (Standardwert): 65 % des maximalen Nennluftvolumenstroms

Partieller externer Druckabfall (Standardwert): 65 % des maximalen Nennaußendruckabfalls

Kommentar: 65 % des Luftvolumenstroms 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 externen Druckabfalls setzen sich zusammen aus dem strömungsabhängigen Druckabfall;
- 38 % des externen Druckabfalls setzen sich zusammen aus dem strömungsunabhängigen Druckabfall, gleich der konstanten Druckregelung.

D.3.2 Luftbehandlungseinheit zur Wärmerückgewinnung mit Be- und Entlüftung

Die spezifische Ventilatorleistung, SFP_E , ist die Gesamtmenge der an die Ventilatoren in der Luftbehandlungseinheit gelieferten elektrischen Leistung, in W, dividiert durch den jeweils höchsten Zuluft- oder Abluftvolumenstrom (d. h. nicht der Außenluft- oder Fortluftvolumenstrom), ausgedrückt in m^3/s , bei Auslegungslastbedingungen.

$$SFP_E = \frac{P_{sfm} + P_{efm}}{q_{\max}} \quad (D.2)$$

Dabei ist

SFP_E die spezifische Ventilatorleistung einer Luftbehandlungseinheit zur Wärmerückgewinnung, in $W \cdot m^{-3} \cdot s$;

P_{sfm} die an den Zuluftventilator gelieferte Leistung, in W;

P_{efm} die an den Abluftventilator gelieferte Leistung, in W;

q_{\max} der höchste Zuluft- oder Abluftstrom durch die Luftbehandlungseinheit, in $m^3 \cdot s^{-1}$.

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

D.3.3 Getrennte Zuluft- bzw. Abluftbehandlungseinheiten und einzelne Lüfter

Die spezifische Ventilatorleistung, SFP_E , ist die an einen Ventilator gelieferte elektrische Leistung, in W, dividiert durch den Luftstrom, ausgedrückt in m^3/s , bei Auslegungslastbedingungen.

$$SFP_E = \frac{P_{\text{mains}}}{q} \quad (D.3)$$

Dabei ist

SFP_E die spezifische Ventilatorleistung der Luftbehandlungseinheit/des Ventilators, in $W \cdot m^{-3} \cdot s$;

P_{mains} die an die Ventilatoren der Luftbehandlungseinheit/des Ventilators gelieferte Leistung, in W;

q der Luftstrom durch die Luftbehandlungseinheit/den Ventilator, in $m^3 \cdot s^{-1}$.

D.4 Festlegung der Leistung der Luftbehandlungseinheiten

Folgende Daten sind für jede Luftbehandlungseinheit festzulegen:

- Zuluft- und Abluftvolumenstrom, in $m^3 \cdot s^{-1}$;
- die Werte für den Außendruckabfall in der Zuluft und Abluft, in Pa;
- Gesamtwirkungsgrad des Ventilators (der Ventilatoren) bei Auslegungslastbedingungen, in %.

Sowohl bei Auslegungslast- als auch Validierungslastbedingungen:

- der erforderliche Gesamtdruckanstieg, Pa;
- die Ventilator Drehzahl, in $r \cdot \text{min}^{-1}$;
- die an den Ventilator gelieferte Leistung, in W;
- die spezifische Ventilatorleistung, SFP_E bzw. SFP_V in $W \cdot m^{-3} \cdot s$;
- die Größe der angeschlossenen Luftleitungen.

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

- Spülluftstrom, einschließlich Undichtheit, in $m^3 \cdot s^{-1}$;
- Druckabfall von der zusätzlichen Drosselung auf der Abluftseite zur Sicherstellung der vorschriftsmäßigen Richtung der Undichtheit, in Pa.

D.5 Berechnung des Leistungsbedarfs des Ventilators

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

$$P_{\text{mains}} = \frac{q_{\text{fan}} \cdot \Delta p_{\text{fan}}}{\eta_{\text{tot}}} \quad (\text{D.4})$$

$$P_{\text{mains}} = \frac{P_{\text{fan}}}{\eta_{\text{tr}} \cdot \eta_{\text{m}} \cdot \eta_{\text{c}}} \quad (\text{D.5})$$

Dabei ist

- P_{mains} die Wirkleistung aus dem Versorgungsnetz, in W;
- q_{fan} der Luftstrom durch den Ventilator, in $m^3 \cdot s^{-1}$;
- Δp_{fan} der Gesamtdruckanstieg vom Ventilatoreinlass zum Auslass, in Pa;
- P_{fan} die Wellenleistung des Ventilators, in W;
- η_{tot} $\eta_{\text{fan}} \times \eta_{\text{tr}} \times \eta_{\text{m}} \times \eta_{\text{c}}$;
- η_{fan} der Wirkungsgrad des Ventilators einschließlich Lagerverluste;
- η_{tr} der Wirkungsgrad der mechanischen Kraftübertragung;
- η_{m} der Wirkungsgrad des Elektromotors, ausgenommen Steuer- und Regeleinrichtungen;
- η_{c} der Wirkungsgrad der Steuer- und Regeleinrichtungen, einschließlich deren Auswirkung auf Motorverluste.

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

Typische Werte sind in Tabelle D.1 angegeben.

Tabelle D.1 — Beispiele für den Wirkungsgrad von Bauteilen in einer zentralen Lüftungsanlage

Bauteil	Wirkungsgrad, in %		
	niedrig	normal	hoch
Ventilator, basierend auf Gesamtdruck	65	75	80
Ventilator, basierend auf statischem Druck	55	65	70
Motor <1,1 kW	70	77	80
Motor <3,0 kW	75	82	85
Motor <7,5 kW	80	87	90
Motor >7,5 kW	82	89	92
Riemenantrieb <1,1 kW	70	75	80
Riemenantrieb <3,0 kW	75	80	85
Riemenantrieb <7,5 kW	80	85	90
Riemenantrieb >7,5 kW	85	90	95
Flachriemen	90	93	97
Frequenzumrichter	88	92	97
Gesamte Ventilatoreinheit	50	55	60

Der Druckanstieg im Ventilator, Δp_{fan} , muss den Widerstand bei Δp_{ext} (externer Druckabfall, d. h. Gesamtdruckabfall im Luftverteilungssystem außerhalb der Luftbehandlungseinheit und des Ventilators) und Δp_{ahu} (interner Druckabfall, d. h. kombinierter Druckabfall in den verschiedenen Funktionsabschnitten der Luftbehandlungsanlage bei integriertem Ventilator) überwinden.

Beim Druckverlust des Luftleitungssystems müssen außerdem die durch ungeeignete Luftleitungsauslegung (z. B. Abzweige, Krümmungen oder abrupte Querschnittsänderungen) in der Umgebung des Ventilatoraustritts erzeugten Luftabführungswirkungen berücksichtigt werden.

Ausführlichere Leitlinien sind in der EUROVENT-Empfehlung zur Berechnung des Energieverbrauchs von Luftbehandlungseinheiten enthalten (EUROVENT 6/8 — 2005, Recommendation for calculations of energy consumption for air handling units).

D.6 Festlegung der SFP_V -Anforderungen

D.6.1 Allgemeines

Ein weiterer nützlicher Wert der spezifischen Ventilatorleistung ist SFP_V , wobei der Index V für „Validierung“ steht. Dieser Wert bietet einen Faktor, der während der Planungsphase leicht festzulegen und bei Inbetriebnahme und Überprüfung der Lüftungsanlage einfach zu validieren ist.

Die spezifische Ventilatorleistung, SFP_V , ist die an einen Ventilator gelieferte elektrische Leistung, in W, dividiert durch den Luftstrom, ausgedrückt in m^3/s , bei Auslegungslastbedingungen.

Bei der Festlegung einer Lüftungsanlagenspezifikation ist es von Vorteil, die höchstzulässige SFP_V anzugeben, da dies die Wahl der Luftbehandlungseinheiten oder Ventilatoren mit dem gewünschten Leistungsgrad erleichtert.

D.6.2 Validierungslastbedingung

Validierungslastbedingung liegt vor, wenn die Filter sauber und alle Bauteile trocken sind.

D.7 Überprüfung der SFP_V -Anforderungen

Die Luftbehandlungseinheit sollte vor Überprüfung des SFP_V -Wertes üblicherweise mit sauberen Filtern ausgestattet werden. Die Luftbehandlungseinheit und das Luftleitungssystem sollten frei von Verunreinigungen sein, die zu einem höheren Druckabfall führen könnten. Die Leistungsregelung einer Luftbehandlungseinheit muss nach EN 13053 erfolgen.

Da der sich im Ventilator entwickelnde Luftvolumenstrom stark von der Dichte der Luft und der Ventilatorumdrehzahl abhängt, muss die abgeleitete SFP_V für die bei der Berechnung der angegebenen SFP_V angenommene Luftdichte und Ventilatorumdrehzahl erneut berechnet werden. Zur Überprüfung des SFP_V -Wertes bei einer regelmäßigen Inspektion siehe EN 15240 und EN 15239.

Tabelle D.2 — Beispiele für die SFP -Kategorie

Anwendung	SFP -Kategorie für jeden Ventilator	
	Üblicher Bereich	Standardwert
Zuluftventilator		
— Klimaanlage	SFP 1 bis SFP 5	SFP 4
— Lüftungsanlage ohne Wärmerückgewinnung	SFP 1 bis SFP 4	SFP 3
Abluftventilator		
— Klimaanlage oder Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung	SFP 1 bis SFP 5	SFP 3
— Lüftungsanlage ohne Wärmerückgewinnung	SFP 1 bis SFP 4	SFP 2

D.8 Beispiel

Luftbehandlungseinheit mit Zuluft- und Fortluftseinheit

Zuluft-ventilator	Luftstrom m^3/s	Luft-leitungs-druck Pa	An den Ventilator gelieferte Leistung ^a W	Abluft-ventilator	Luftstrom m^3/s	Luft-leitungs-druck Pa	An den Ventilator gelieferte Leistung ^a W	SFP_E dieser Einheit $W \cdot m^{-3} \cdot s$
S-1	0,5	300	980	E-1	0,5	250	850	3 660
S-2	2,5	250	3 360	E-2	2,8	250	3 930	2 600
S-3	6,9	300	9 170	E-3	7,2	300	8 710	2 280
S-4	3,3	250	4 330	E-4	3,6	250	4 830	2 540
Gesamt	13,2		1 780		14,1		1 830	

^a An den Ventilator gelieferte Leistung. Das bedeutet, dass die Leistung bei Auslegungsluftstrom und gegebenem Druckverlust 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.

Separate Zuluftseinheiten oder -ventilatoren

Zuluftventilator	Luftstrom m ³ /s	Luftleitungsdruck Pa	An den Ventilator gelieferte Leistung ^a W	SFP _E dieses Ventilators W·m ⁻³ ·s
S-5	0,4	300	660	1 650
S-6	1,2	220	1 440	1 200
Gesamt	1,6		2 100	

^a An den Ventilator gelieferte Leistung. Das bedeutet, dass die Leistung bei Auslegungsluftstrom und gegebenem Druckverlust 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.

Separate Ablufteinheiten oder -ventilatoren

Abluftventilator	Luftstrom m ³ /s	Luftleitungsdruck ^b Pa	An den Ventilator gelieferte Leistung ^a W	SFP _E dieses Ventilators W·m ⁻³ ·s
EF-1	0,1	160	60	600
EF-2	0,2	220	170	850
EF-3	0,5	350	350	700
EF-4	1,0	220	670	670
Gesamt	1,8		1 250	

^a An den Ventilator gelieferte Leistung. Das bedeutet, dass die Leistung bei Auslegungsluftstrom und gegebenem Druckverlust 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.

^b Luftleitungsdruck, bei separatem Fortluftventilator.

Gesamtzuluftstrom	13,2+1,6	14,8 m ³ /s
Gesamtabluftstrom	14,1+1,8	15,9 m ³ /s
Gesamte elektrische	17,8+18,3+2,1+1,25	3940 W
SFP =	3 940/15,9	2480 W · m⁻³ · s

Anhang E (informativ)

Lüftungs- und Luftverteilungseffektivität

Es besteht ein Zusammenhang zwischen der für die jeweilige Verunreinigungskonzentration definierten Lüftungseffektivität und der gewählten Luftverteilung. Dieser Zusammenhang hängt jedoch von einer Vielzahl von Parametern ab, darunter Quellenverteilung, Auslegungsregeln und Ausrüstungsdimensionierung. Es gibt einige Faustregeln, die auf die zu erwartende Lüftungseffektivität in gewerblichen Bauten mit verteilten Quellen hindeuten, sofern entsprechende Auslegungs- und Installationsregeln befolgt werden. Bei der Verdrängungslüftung ist dafür auch eine Berechnung der Luftvolumenströme erforderlich.

- Selbst bei im Wesentlichen korrekten Konfigurationen können Unterschiede in der Lüftungseffektivität von 0,7 bis 1,0 auftreten. Bei Verdrängungslüftung kann die tatsächliche Verunreinigungsbeseitigung höher sein (bis zu 2);
- in den meisten Fällen haben Kaltluftstrahlen eine höhere Lüftungswirkung als Warmluftstrahlen, z. B. mindestens 10 % höher;
- Warmluftstrahlen werden bei Räumen mit hohen Decken im Allgemeinen nicht empfohlen, sofern nicht vertikale Warmluftstrahlen mit kraftbetriebener Geometrie oder Wirbelung verwendet werden;
- Luftgeschwindigkeit und Temperaturdifferenz sind wichtige Faktoren bei der Ermittlung der Effektivität von Warmluftstrahlen;
- die Lüftungseffektivität – jedoch nicht notwendigerweise die Behaglichkeit – steigt mit einer höheren Luftgeschwindigkeit, z. B. hat ein Kaltluftstrahl bei mehr als 1,5 m/s eine um 20 % höhere Effektivität als ein Strahl bei weniger als 0,5 m/s. Bei Warmluftstrahlen ist diese Wirkung sogar noch stärker ausgeprägt.

In Tabelle E.1 werden einige übliche Bereiche für die Lüftungseffektivität vorgestellt. Da die Lüftungseffektivität in realen Anlagen von vielen Parametern abhängt, wird eine Berechnung von Fall zu Fall empfohlen. Weitere Hinweise können der Literatur entnommen werden. Das REHVA Guidebook Nr. 2 enthält grundlegende Informationen und weitere Hinweise.

Tabelle E.1 — Übliche Werte für die Lüftungseffektivität

Luftverteilung	Kaltluftstrahlen $\Delta\theta < 0$ K		Warmluftstrahlen		
	Effektive Geschwindigkeit	Lüftungseffektivität	$\Delta\theta$ (Zuluft, innen)	Niedrige Decke	Hohe Decke
Horizontaler Mischstrahl	> 1,5 m/s	0,9 – 1,1	< 10 °C	0,8 – 1	Nicht empfohlen
	< 0,5 m/s	0,7 – 0,9	> 15 °C oder 20 °C	0,4 – 0,8	Nicht empfohlen
Vertikaler Mischstrahl	Alle Verteiler	0,9 – 1,1	< 10 °C	0,6 – 0,8	0,8 – 1 ^a
			> 15 °C	0,4 – 0,8	Nicht empfohlen
Verdrängungslüftung		1,0 – 2		0,2 – 0,7	

^a Die Anwendung dieses Wertes setzt voraus, dass die verwendeten Verteiler eine kraftbetriebene Geometrie oder Wirbelung aufweisen. Bei Verwendung von Verteilern mit fester Geometrie ist der Wert auf eine Verwendung im Heizbetrieb (nicht bei Kühlung) beschränkt; bei der Wahl ist sorgfältig vorzugehen und $\Delta\theta$ zu berücksichtigen.

Literaturhinweise

EN 779, *Partikel-Luftfilter für die allgemeine Raumlufttechnik — Bestimmung der Filterleistung*

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 1751, *Lüftung von Gebäuden — Geräte des Luftverteilungssystems — Aerodynamische Prüfungen von Drossel- und Absperelementen*

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

EN 12237, *Lüftung von Gebäuden — Luftleitungen — Festigkeit und Dichtheit von Luftleitungen mit rundem Querschnitt aus Blech*

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

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)*

EN 15243, *Lüftung von Gebäuden — Berechnung der Raumtemperaturen, der Last und Energie von Gebäuden mit Klimaanlage*

EN ISO 7726, *Umgebungsclima — Instrumente zur Messung physikalischer Größen (ISO 7726:1998)*

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

EN 15193-1, *Energetische Bewertung von Gebäuden — Energetische Anforderungen an die Beleuchtung — Teil 1: Abschätzung des Energiebedarfs für die Beleuchtung*

prEN 15459, *Heizsysteme in Gebäuden — Erforderliche Daten für einheitliche wirtschaftliche Bewertungsverfahren in Verbindung mit Energiesystemen in Gebäuden, einschließlich erneuerbarer Energiearten*

ISO/DIS 16814, *Umweltgerechte Gebäudeplanung - Innenraum Luftqualität - Methode zur Beschreibung der Innenraum Luftqualität für die menschliche Nutzung*

Richtlinie 99/30/EG des Rates vom 22. April 1999 über Grenzwerte für Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid und Stickstoffoxide, Partikel und Blei in der Luft

EUROVENT 6/8 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

Mundt, E. et al, Ventilation effectiveness (Lüftungseffektivität). REHVA Guidebook Nr. 2