

DIN EN 13053



ICS 91.140.30

Ersatz für  
DIN EN 13053:2007-11  
Siehe Anwendungsbeginn

**Lüftung von Gebäuden –  
Zentrale raumlufthtechnische Geräte –  
Leistungskennndaten für Geräte, Komponenten und Baueinheiten;  
Deutsche Fassung EN 13053:2006+A1:2011**

Ventilation for buildings –  
Air handling units –  
Rating and performance for units, components and sections;  
German version EN 13053:2006+A1:2011

Ventilation des bâtiments –  
Caissons de traitement d'air –  
Classification et performance des unités, composants et sections;  
Version allemande EN 13053:2006+A1:2011

Gesamtumfang 52 Seiten

Normenausschuss Maschinenbau (NAM) im DIN

## **Anwendungsbeginn**

Anwendungsbeginn dieser Norm ist 2012-02-01.

## **Nationales Vorwort**

Diese Norm beinhaltet die Deutsche Fassung der vom Technischen Komitee CEN/TC 156 „Lüftung von Gebäuden“ im Europäischen Komitee für Normung (CEN) ausgearbeiteten EN 13053:2006 einschließlich Änderung 1 aus 2011.

Die nationalen Interessen bei der Erarbeitung wurden vom Fachbereich Allgemeine Lufttechnik des Normenausschusses Maschinenbau (NAM) im DIN wahrgenommen.

Die in diesem Dokument zitierten Europäischen Normen sind als DIN-EN- bzw. DIN-EN-ISO-Normen mit gleicher Zählnummer veröffentlicht. Für die zitierten Internationalen Normen, sofern sie nicht als DIN-ISO-Normen mit gleicher Zählnummer veröffentlicht sind, wird im Folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen hingewiesen:

ISO 5221	keine nationalen Entsprechungen
ISO 5801:1997	DIN EN ISO 5801
ISO 13348	keine nationalen Entsprechungen

## **Änderungen**

Gegenüber DIN EN 13053:2007-11 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Verschiedene strukturelle, redaktionelle und inhaltliche Änderungen;
- b) Abschnitt 2 „Normative Verweisungen“, Bezüge geändert;
- c) Abschnitt 6.3.1 „Ventilatoreinheit“, Tabelle 4 inhaltlich überarbeitet und Anmerkung 2 ergänzt;
- d) Abschnitt 6.3.2 „Leistungsaufnahme der Ventilatoren“ hinzugefügt;
- e) Abschnitt 6.5.2 „Einteilung in Klassen und Anforderungen“, Ersatz von Tabelle 5 und den sich anschließenden Text einschließlich Tabelle 6 durch neuen Text einschließlich neuer Tabelle 6;
- f) Anhang B (informativ) „Zentrale Raumluftechnische Geräte, Wärmerückgewinnung, Eigenschaften“ neu hinzugefügt.

## **Frühere Ausgaben**

DIN EN 13053: 2002-04, 2007-11  
DIN EN 13053 Berichtigung 1: 2003-02

Deutsche Fassung

## Lüftung von Gebäuden - Zentrale raumluftechnische Geräte - Leistungsdaten für Geräte, Komponenten und Baueinheiten

Ventilation for buildings - Air handling units - Rating and  
performance for units, components and sections

Ventilation des bâtiments - Caissons de traitement d'air -  
Classification et performance des unités, composants et  
sections

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 26. Juni 2006 angenommen und schließt Änderung 1 ein, die am 19. Mai 2011 vom CEN angenommen wurde.

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-CENELEC 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, Kroatien, 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: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

## Inhalt

Seite

Vorwort .....	4
1 Anwendungsbereich .....	5
2 Normative Verweisungen .....	5
3 Begriffe .....	6
4 Symbole und Einheiten .....	9
5 Leistungskenndaten des gesamten RLT-Gerätes .....	11
5.1 Allgemeines .....	11
5.2 Prüfung der aerodynamischen Leistung .....	11
5.2.1 Kennlinien und Größen .....	11
5.2.2 Prüfverfahren .....	12
5.2.3 Messdurchführung .....	13
5.2.4 Beurteilung der Ergebnisse .....	14
5.3 Prüfung der akustischen Leistung .....	14
5.3.1 Allgemeines .....	14
5.3.2 Besondere Anforderungen an die Prüfanordnung bei akustischen Prüfungen .....	15
5.4 Toleranzen .....	19
5.5 Prüfbericht .....	20
6 Leistungskenndaten von Komponenten und Baueinheiten .....	22
6.1 Allgemeines .....	22
6.2 Gehäuse .....	22
6.3 Ventilatoreinheit .....	24
6.3.1 Allgemeines .....	24
6.3.2 Leistungsaufnahme der Ventilatoren .....	25
6.4 Wärmeaustauscher .....	25
6.4.1 Allgemeines .....	25
6.4.2 Prüfung .....	26
6.4.3 Konstruktionsmerkmale .....	26
6.4.4 Kühler und Tropfenabscheider .....	26
6.5 Wärmerückgewinnereinheiten .....	27
6.5.1 Allgemeines .....	27
6.5.2 Einteilung in Klassen und Anforderungen .....	27
6.5.3 Prüfung .....	30
6.6 Baueinheiten mit Drossel- und Absperelementen .....	30
6.6.1 Allgemeines .....	30
6.6.2 Anforderungen und Prüfung .....	30
6.7 Mischeinheiten .....	30
6.7.1 Allgemeines .....	30
6.7.2 Kategorien und Kennwerte .....	31
6.7.3 Anforderungen .....	31
6.7.4 Messungen .....	33
6.7.5 Vor-Ort-Prüfung des Mischgrades .....	34
6.8 Befeuchter .....	34
6.8.1 Allgemeines .....	34
6.8.2 Kategorien .....	35
6.8.3 Anforderungen .....	35
6.9 Filtereinheiten .....	38
6.9.1 Allgemeine Anforderungen .....	38
6.9.2 In RLT-Geräten installierte Filter .....	38
6.10 Schalldämpfereinheiten .....	39
7 Zusätzliche Hygieneanforderungen für spezielle Anwendungen .....	39
7.1 Allgemeines .....	39
7.2 Zugänglichkeit .....	39

7.3	Oberflächenglätte .....	40
7.4	Kontrollfenster und Beleuchtung .....	40
7.5	Entwässerung und Verhinderung der Kondensatbildung, Befeuchter .....	40
7.6	Luftdichtheit.....	40
8	Anweisungen für Aufstellung, Betrieb und Wartung.....	40
8.1	Aufstellung.....	40
8.2	Betrieb und Wartung.....	41
8.3	Dokumentation und Kennzeichnung.....	41
<b>Anhang A (informativ) RLT-Geräte – Wärmerückgewinnung – Abtauen – Anforderungen und</b>		
	<b>Prüfung .....</b>	<b>42</b>
A.1	Allgemeines .....	42
A.2	Abtauen .....	42
A.2.1	Abtauwärmeleistungszahl .....	42
A.2.2	Azyklisches Abtauen.....	43
A.2.3	Zyklisches Abtauen.....	43
A.3	Prüfung.....	43
A.3.1	Prüfstand .....	43
A.3.2	Betriebspunkte .....	43
A.3.3	Prüfdurchführung.....	44
A.3.4	Prüfung der Abtauwärmeleistungszahl.....	44
A.3.5	Gesamtmessdauer .....	44
A.4	Prüfbericht .....	45
A.4.1	Wärmeaustauscher .....	45
A.4.2	Abtauwärmeleistungszahl .....	45
<b>Anhang B (informativ) Zentrale raumluftechnische Geräte - Wärmerückgewinnung -</b>		
	<b>Eigenschaften .....</b>	<b>46</b>
B.1	Effizienz der Wärmerückgewinnung.....	46
B.2	Bewertung .....	48
B.3	Ermittlung der Hilfsenergien .....	48
B.4	Weitere Eigenschaften .....	48
B.5	Wirkungsgrad .....	49
B.6	Jahresenergiebetrachtung .....	49
	Literaturhinweise .....	50

## Vorwort

Dieses Dokument (EN 13053:2006+A1:2011) 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 Januar 2012, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Januar 2012 zurückgezogen werden.

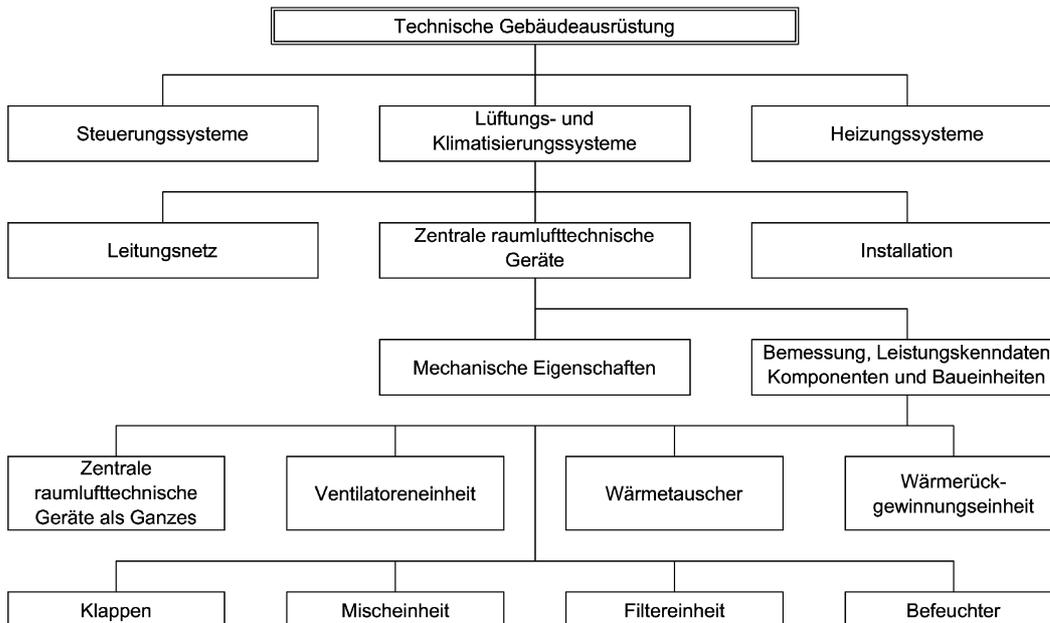
Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Texte dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN [und/oder CENELEC] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Dieses Dokument ersetzt EN 13053:2006.

Dieses Dokument beinhaltet die Ergänzung 1, angenommen durch CEN am 19. Mai 2011.

Die vorliegende Europäische Norm ist Teil einer Reihe von Normen für zentrale raumluftechnische Geräte (RLT-Geräte), die für die Belüftung und Klimatisierung von Aufenthaltsräumen in Gebäuden eingesetzt werden. Sie behandelt Leistungskennndaten für RLT-Geräte als Gesamtheit, Anforderungen und Leistungsangaben für bestimmte Komponenten und Baueinheiten von RLT-Geräten einschließlich der hygienischen Anforderungen. Die Einordnung dieser Norm in das Gesamtfeld der Normen für die Technische Gebäudeausrüstung zeigt Bild 1.

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, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.



**Bild 1 — Einordnung dieser Norm innerhalb der technischen Gebäudeausrüstung**

## 1 Anwendungsbereich

Die vorliegende Europäische Norm legt Anforderungen für zentrale raumluftechnische Geräte (RLT-Geräte) als Gesamtheit fest und schreibt die Prüfung der Leistungskenndaten vor. Sie gibt Empfehlungen und legt Anforderungen, Klassifizierung und Prüfung für spezielle Komponenten und Baueinheiten von RLT-Geräten fest. Bei vielen Komponenten und Baueinheiten wird auf spezielle Produktnormen verwiesen; es werden jedoch auch Einschränkungen bzw. Anwendungen für Normen festgelegt, die für spezielle Produkte erarbeitet wurden.

Diese Norm ist sowohl auf Standardkonstruktionen, die Bestandteil einer Baureihe mit gemeinsamen Konstruktionsmerkmalen sein können, als auch auf kundenspezifisch ausgelegte Geräte anwendbar. Sie gilt sowohl für vollständig vorgefertigte RLT-Geräte als auch für solche, die vor Ort aufgebaut werden. Die im Anwendungsbereich dieser Norm liegenden RLT-Geräte weisen mindestens einen Ventilator, einen Wärmeaustauscher und einen Luftfilter auf.

Die Norm ist auf folgende Fälle nicht anwendbar:

- a) raumluftechnische Geräte, die nur einen begrenzten Bereich in einem Gebäude versorgen, z. B. Ventilator-konvektoren;
- b) Geräte zur Wohnungslüftung;
- c) Geräte, die Zuluft überwiegend zu Produktionszwecken liefern.

## 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 779, *Partikel-Luftfilter für die allgemeine Raumluftechnik — Bestimmung der Filterleistung*

EN 1216, *Wärmeaustauscher — Luftkühler und Luftheritzer für erzwungene Konvektion — Prüfverfahren zur Leistungsfeststellung*

EN 1751, *Lüftung von Gebäuden — Geräte des Luftverteilungssystems — Aerodynamische Prüfungen von Drossel- und Absperr-elementen*

EN 1886:1998, *Lüftung von Gebäuden — Zentrale raumluftechnische Geräte — Mechanische Eigenschaften und Messverfahren*

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

EN 13779, *Lüftung von Nichtwohngebäuden — Allgemeine Grundlagen und Anforderungen an Lüftungs- und Klimaanlage*

EN ISO 3741, *Akustik — Ermittlung der Schalleistungspegel von Geräuschquellen durch Schalldruckmessungen — Hallraumverfahren der Genauigkeitsklasse 1 (ISO 3741:1999)*

EN ISO 3744, *Akustik — Bestimmung der Schalleistungspegel von Geräuschquellen aus Schalldruckmessungen — Hüllflächenverfahren der Genauigkeitsklasse 2 für ein im wesentlichen freies Schallfeld über einer reflektierenden Ebene (ISO 3744:1994)*

EN ISO 3746, *Akustik — Bestimmung der Schalleistungspegel von Geräuschquellen aus Schalldruckmessungen — Hüllflächenverfahren der Genauigkeitsklasse 3 über einer reflektierenden Ebene (ISO 3746:1995)*

EN ISO 5136, *Akustik — Bestimmung der von Ventilatoren und anderen Strömungsmaschinen in Kanäle abgestrahlten Schalleistung — Kanalverfahren (ISO 5136:2003)*

EN ISO 5167-1, *Durchflussmessung von Fluiden mit Drosselgeräten in voll durchströmten Leitungen mit Kreisquerschnitt — Teil 1: Allgemeine Grundlagen und Anforderungen (ISO 5167-1:2003)*

EN ISO 7235, *Akustik — Labormessungen an Schalldämpfern in Kanälen — Einfügungsdämpfung, Strömungsgeräusch und Gesamtdruckverlust (ISO 7235:2003)*

ISO 5221, *Air distribution and air diffusion — Rules to methods of measuring air flow rate in an air-handling duct (Luftverteilung und Luftströmung im Raum — Verfahrensregeln zur Messung der Luftstrommenge in einem Luftkanal)*

ISO 5801:1997, *Industrial fans — Performance testing using standardized airways (Industrieventilatoren — Leistungsmessung auf genormten Prüfständen)*

ISO 13348, *Industrial fans — Tolerances, methods of conversion and technical data presentation (Industrieventilatoren — Toleranzen, Methoden für die Umrechnung und Darstellung technischer Daten)*

### **3 Begriffe**

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

#### **3.1**

##### **zentrales raumluftechnisches Gerät**

mit einem Gehäuse versehene fabrikgefertigte Einheit bestehend aus Baueinheiten, die einen oder mehrere Ventilatoren und andere erforderliche Komponenten enthält, um eine oder mehrere der folgenden Funktionen auszuführen: Umwälzung, Filterung, Erwärmung, Kühlung, Wärmerückgewinnung, Befeuchtung, Entfeuchtung und Mischung von Luft

#### **3.2**

##### **Baueinheit eines RLT-Gerätes**

funktioneller Bestandteil eines RLT-Gerätes, das aus einer oder mehreren Komponenten in einem gemeinsamen Gehäuse besteht

#### **3.3**

##### **Komponente eines RLT-Gerätes**

kleinstes für sich funktionsfähiges Bauteil eines RLT-Gerätes

#### **3.4**

##### **Gerät mit druckseitiger Luftbehandlung**

RLT-Gerät, bei welchem dem Ventilator eine oder mehrere Baueinheiten nachgeordnet sind

#### **3.5**

##### **Gehäuse eines RLT-Gerätes**

Hülle des Gerätes, in dem die Komponenten montiert sind

#### **3.6**

##### **Öffnungen für Außenluft, Zuluft, Fortluft, Umluft und Abluft**

Öffnung, durch die Luft von dem RLT-Gerät angesaugt oder abgegeben wird, beispielsweise Öffnungen für Außenluft, Zuluft, Umluft und Abluft

#### **3.7**

##### **Klappenteil**

Baueinheit eines RLT-Geräts mit einem Drossel- oder Absperrerelement

#### **3.8**

##### **Mischeinheit**

Baueinheit, in welcher beispielsweise der Außenluft- und Umluftstrom kontrolliert gemischt wird. Die Baueinheit besteht im Allgemeinen aus einer Klappe je Luftstrom und einer Mischkammer

### 3.9

#### **Filtereinheit**

Baueinheit aus einem oder mehreren Filtern und den dazugehörigen Aufnahmerahmen

### 3.10

#### **Wärmerückgewinnungseinheit**

Baueinheit, in der Wärme (und möglicherweise auch Feuchtigkeit) von einem Luftstrom zu einem anderen direkt oder mittels eines zwischengeschalteten Wärmeübertragungsmediums übertragen wird

### 3.11

#### **Lufterwärmer und Luftkühler**

Wärmeaustauscher, in denen von einem Wärmeübertragungsmedium Wärme an die Luft abgegeben (Lufterwärmer) oder aus der Luft aufgenommen wird (Luftkühler)

### 3.12

#### **Schalldämpfereinheit**

Baueinheit, in der die Schallübertragung in die Luftleitungen oder an die Umgebungsluft verringert wird

### 3.13

#### **Befeuchtereinheit**

Baueinheit, in der die Luft mit Wasserdampf angereichert wird

### 3.14

#### **Ventilatoreinheit**

Baueinheit in der ein oder mehrere Ventilatoren zur Luftförderung installiert sind

### 3.15

#### **kombinierte Baueinheit**

Baueinheit, in der zwei oder mehr Funktionen kombiniert sind

### 3.16

#### **Funktionen**

#### 3.16.1

##### **Luftbehandlung**

ein Verfahren, bei dem der Zustand der Luft in Bezug auf einen oder mehrere der folgenden Eigenschaften verändert wird: Temperatur, Feuchte, Staubgehalt, Gehalt an Bakterien, Gas- und Wassergehalt

#### 3.16.2

##### **Luftart**

Bezeichnung der durch eine Anlage zur Belüftung, Klimatisierung oder Luftbehandlung strömenden Luft als Funktion ihrer Position relativ zur Anlage, z. B. Außenluft, Abluft, Fortluft usw.

#### 3.16.3

##### **Kühlen**

Entfernen von sensibler und/oder latenter Wärme

#### 3.16.4

##### **Entfeuchten**

kontrolliertes Reduzieren des Wasserdampfgehaltes der Luft

#### 3.16.5

##### **Filtern**

Entfernen von Partikeln aus dem Luftstrom

#### 3.16.6

##### **Heizen**

Übertragen von Wärme von einem Körper oder Medium auf ein anderes Medium

### 3.16.7

#### **Befeuchten**

kontrollierte Erhöhung des Wasserdampfgehaltes der Luft

### 3.16.8

#### **Schalldämmung**

kontrollierte Reduzierung der Schallenergie

### 3.17

#### **Kennwerte**

### 3.17.1

#### **Luftstrom**

Luftbewegung innerhalb gesetzter Grenzen (z. B. Luftleitungen)

### 3.17.2

#### **Luftrate**

Masse- oder Volumenstrom der Luft, die eine bestimmte Ebene passiert, geteilt durch die Zeit

### 3.17.3

#### **Bypassfaktor**

Verhältnis des Nebenluftstroms zur Summe aus Hauptluftstrom und Nebenluftstrom

### 3.17.4

#### **Bypassverlust**

unerwünschtes und unkontrolliertes Passieren von unbehandelter Luft in behandelte Luft zwischen den Komponenten in einem Gehäuse, z. B. Filtern und Wärmeaustauschern

### 3.17.5

#### **Durchbiegung eines Gehäuses**

Verformung der äußeren Gehäuseoberflächen, in mm, wenn diese einem positiven (Ausbauchung) oder negativen Druck (Eindellung) ausgesetzt werden. Sie wird als die gemessene Abstandsdifferenz zwischen einer Bezugsebene und dem Höchstwert der Durchbiegung bei Druckbeaufschlagung angegeben

### 3.17.6

#### **Abtauwärmeleistungszahl**

#### **Wärmekennzahl**

Verhältnis zwischen der in die Zuluft übertragenen Energie und der maximal rückgewinnbaren Energie in der Abluft, ausschließlich des Energieeinsatzes für das Abtauen

### 3.17.7

#### **Leckluftfaktor**

$f$

Luftdichtheit, ausgedrückt als die auf die Flächeneinheit der Mantelfläche und dem Druckunterschied bezogene Leckluft (externe Leckluft)

### 3.17.8

#### **Leckluftrate**

$q_{vl}$

vom Differenzdruck abhängige Leckluft des RLT-Gerätes (externe Leckluft)

### 3.17.9

#### **externe Gesamtdruckdifferenz**

Differenz zwischen dem Gesamtdruck am Austritt und dem Gesamtdruck am Eintritt des RLT-Gerätes

### 3.17.10

#### Befeuchtungswirkungsgrad

Verhältnis aus der Masse des vom Befeuchter verdampften Wassers und des theoretisch für das Erreichen der Sättigung bei einer bestimmten Temperatur erforderlichen Wassergehaltes

### 3.17.11

#### interne Leckluftrate

Leckluft zwischen den beiden Luftströmen innerhalb einer Baueinheit

### 3.17.12

#### Wärmebrückenfaktor

$k_b$

Verhältnis aus der kleinsten Temperaturdifferenz zwischen der mittleren Innentemperatur und einem beliebigen Punkt auf der Außenfläche und der mittleren Temperaturdifferenz zwischen Innen- und Außenluft

### 3.17.13

#### Wärmedurchgangskoeffizient

$U$

spezifischer Wärmestrom bezogen auf die Fläche und die Temperaturdifferenz

## 4 Symbole und Einheiten

Für die Anwendung dieser Norm gelten die Symbole und Einheiten nach EN 12792:2003 und Tabelle 1 sowie die in den Gleichungen, im Text und in den Anhängen der vorliegenden Norm definierten.

Tabelle 1 — Symbole, Einheiten und Indizes

Symbol	Benennung	Einheit
$A$	Oberfläche	$m^2$
$A_c$	Querschnittsfläche der Luftleitung	$m^2$
$c$	Schallgeschwindigkeit in Luft	$m \times s^{-1}$
$d$	Freier Durchmesser der Luftleitung	$m$
$D_p$	Einfügungsdämpfung	dB
$E$	Mündungskorrektur der Luftleitung	dB
$f$	Luft-Leckrate	$l \times (s \times m^2)^{-1}$
$k$	Anzahl der Messungen in der gesamten Messzeit	—
$k$	Filterbypassleckagefaktor	%
$k_b$	Wärmebrückenfaktor des Gehäuses	—
$L_p$	Schalldruckpegel	dB
$L_W$	Schalleistungspegel	dB
$L_{WA}$	A-bewerteter Schalleistungspegel	dB(A)
$n_F$	Drehzahl des Ventilators	$s^{-1}$
$P_E$	Elektrische Motorwirkleistung	W
$p_a$	Atmosphärischer Druck	Pa
$p_d$	Dynamischer Druck	Pa
$p_s$	Statischer Druck	Pa
$p_f$	Gesamtdruck des Ventilators	Pa
$p_{tu}$	Externer Gesamtdruck des Gerätes	Pa
$p_v$	Partialdruck des Wasserdampfes	Pa

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Symbol	Benennung	Einheit
$Q_{\text{defr}}$	Gesamtenergiezufuhr für das Abtauen während eines kompletten Zyklus Gefrieren/Abtauen	J
$q_{\text{mn}}$	Nennwert des Luftmassenstroms der Wärmerückgewinnung	$\text{kg} \times \text{s}^{-1}$
$q_{\text{m}}$	Luftmassenstrom	$\text{kg} \times \text{s}^{-1}$
$q_{\text{v}}$	Luftvolumenstrom	$\text{m}^3 \times \text{s}^{-1}$
$q_{\text{vm}}$	Gemessener und umgerechneter Luftvolumenstrom	$\text{m}^3 \times \text{s}^{-1}$
$q_{\text{vs}}$	Vorgeschriebener Luftvolumenstrom	$\text{m}^3 \times \text{s}^{-1}$
$t_{\text{a}}$	Trockenkugel-Temperatur	°C
$t_{\text{m,i}}$	Lokale Temperatur an der Messstelle	°C
$t_{\text{i}}$	Mittlere Temperatur der Innenluft	°C
$t$	Toleranzbereich	%
$u$	Streubereich der Messdaten	%
$U$	Gleichförmigkeitsgrad der Strömung nach der Mischeinheit	—
$U$	Wärmedurchgangskoeffizient des Gehäuses	$\text{W} \times (\text{m}^2 \times \text{K})^{-1}$
$v$	Luftgeschwindigkeit an einem Punkt	$\text{m} \times \text{s}^{-1}$
$x$	Absolute Feuchte	$\text{g} \times \text{kg}^{-1}$
$\Delta\tau$	Intervallzeit der Probenahme	s
$\Delta p_1$	Druckdifferenz auf der Abluftseite	Pa
$\varepsilon_{\text{D}}$	Abtauwärmeverhältnis	—
$\eta_{\text{h}}$	Befeuchtungsgrad	—
$\eta_{\text{mix}}$	Mischgrad	%
$\varphi$	Relative Feuchtigkeit	%
$\rho$	Dichte	$\text{kg} \times \text{m}^{-3}$
<b>Indizes</b>		
1	Eintritt	
2	Austritt	
11	Ablufteintritt	
12	Abluftaustritt	
21	Zulufteintritt	
22	Zuluftaustritt	
i	Intern	
H	Luftstrom mit höherer Temperatur	
L	Luftstrom mit niedrigerer Temperatur	
M	Mischluftstrom	
tot	Aus der Mischeinheit austretender Luftstrom	
<b>Abkürzungen</b>		
HVAC	Heizung, Lüftung und Klimatisierung	

## 5 Leistungskenndaten des gesamten RLT-Gerätes

### 5.1 Allgemeines

Die Leistungsangaben des gesamten Gerätes können nicht als Summe der Leistungsangaben der einzelnen Komponenten und Baueinheiten definiert werden. Aus diesem Grunde müssen die nachfolgend angegebenen Verfahren auf ein komplettes RLT-Gerät angewendet werden. Wenn dies vereinbart wurde, dürfen sie unter besonderen Umständen auf einen Teil des Gerätes angewendet werden.

Die in 5.2 beschriebenen Methoden umfassen die Messung des Luftvolumenstroms, des externen Gesamtdrucks des RLT-Gerätes und der Leistungsaufnahme. Durch Auswahl eines geeigneten Prüfaufbaus können die Verfahren auf die Messung des Schallpegels ausgeweitet werden, der bei bekanntem Volumenstrom von dem Gerät in die Luftleitungen übertragen wird, wie dies in 5.3 beschrieben ist.

### 5.2 Prüfung der aerodynamischen Leistung

#### 5.2.1 Kennlinien und Größen

##### 5.2.1.1 Kennlinien

- Kennlinie des externen Gesamtdrucks des RLT-Gerätes über dem Luftvolumenstrom. Die Differenz des Gesamtdruckes zwischen Austritt und Eintritt des RLT-Gerätes, bezogen auf den Luftvolumenstrom in der Messebene.
- Kennlinie der elektrischen Motorleistung über dem Volumenstrom. Die Wirkleistung des Ventilatormotors, bezogen auf den Luftvolumenstrom.

Wenn eine Einrichtung zur Drehzahlregelung benötigt wird, z. B. Frequenzumformer, muss die elektrische Motorwirkleistung die Leistung der Drehzahlregelungseinrichtung beinhalten.

Diese Kennwerte müssen von den Umgebungstemperatur- und Druckwerten, die während der Prüfung gemessen wurden, auf Normbedingungen mit einer Luftdichte von  $1,2 \text{ kg} \times \text{m}^{-3}$  umgerechnet werden. Diese Kennwerte müssen für die angegebene Nennzahl des Ventilators dargestellt werden, ohne die während der Prüfung auftretenden inhärenten Drehzahlschwankungen zu berücksichtigen.

##### 5.2.1.2 Größen

- Der *Luftvolumenstrom* ( $q_v$ ) muss mit einem beliebigen Verfahren gemessen werden, das ISO 5801, ISO 5221, EN ISO 5167-1 oder ISO 3966 entspricht, z. B. einer Düse, einer Messblende oder einem Pitotrohr.
- Der *externe Gesamtdruck des RLT-Gerätes* ( $p_{tu}$ ) muss aus den in 5.2.3.2 definierten Druckmessungen berechnet werden; er stellt die Differenz zwischen dem Gesamtdruck am Austritt und dem Gesamtdruck am Eintritt des RLT-Gerätes dar. Die Größe der Luftleitungen muss den vom Hersteller festgelegten Werten entsprechen.

**ANMERKUNG** Der externe Gesamtdruck des RLT-Gerätes ( $p_{tu}$ ) ist definiert als die Differenz der Staudrücke zwischen Austritt und Eintritt; die auf ein RLT-Gerät anwendbare Machzahl ist bei mit herkömmlichen Verfahren bestimmten Gesamtdrücken jedoch wesentlich niedriger (unter 0,15). Deshalb wird die externe Gesamtdruckdifferenz des Gerätes berechnet nach:

$$p_{tu} = p_{tu2} - p_{tu1} \quad (1)$$

Dabei ist

$p_{tu}$  die Summe des statischen Druckes  $p_{su}$  und des dynamischen Druckes  $p_{du}$ , in Pa;

$p_{tu2}$  die Summe des statischen Druckes und des dynamischen Druckes auf der Austrittsseite, in Pa;

$p_{tu1}$  die Summe des statischen Druckes und des dynamischen Druckes auf der Eintrittsseite, in Pa.

- c) Die *Luftdichte* ( $\rho$ ) Luftdichte muss in  $\text{kg} \times \text{m}^{-3}$  angegeben werden, und zwar nach ISO 5801 durch den folgenden Ausdruck:

$$\rho = \frac{p_a - 0,378 p_v}{287(273 + t_a)} \quad (2)$$

Dabei ist

- $p_a$  der atmosphärischer Druck, in Pa;  
 $p_v$  der Partialwasserdampfdruck in der Luft, in Pa;  
287 die Gaskonstante der trockenen Luft, in  $\text{J} \times \text{kg}^{-1} \times \text{K}^{-1}$ ;  
 $t_a$  die Trockenkugel-Temperatur, in °C.

- d) Die *Lufttemperatur* ( $t_a$ ) muss im Moment der Volumenstrommessung gemessen werden.  
e) Die *Drehzahl des Ventilators* ( $n_F$ ) muss für jeden Messpunkt ermittelt werden.  
f) Die *elektrische Motorwirkleistung* ( $P_E$ ) ist die Leistungsaufnahme des Ventilatormotors, sie ist für jeden Messpunkt zu bestimmen. Bei der Messung sind außerdem die anliegende Spannung und die Stromaufnahme je Phase aufzuzeichnen.

## **5.2.2 Prüfverfahren**

### **5.2.2.1 Grundlage des Verfahrens**

Die Prüfungen müssen nach einer der in ISO 5801 angegebenen Methoden durchgeführt werden. Entsprechend der Geometrie des RLT-Gerätes und den zur Verfügung stehenden Einrichtungen ist die jeweils am besten geeignete Einbauart B, C oder D zu wählen.

Folgende drei Einbauarten stehen zur Verfügung:

- Typ B: Frei ansaugend, druckseitig angeschlossen;
- Typ C: Saugseitig angeschlossen, frei ausblasend;
- Typ D: Saugseitig angeschlossen, druckseitig angeschlossen.

Die oben angeführte Klassifizierung hat folgende Bedeutung:

Frei ansaugend oder frei ausblasend bedeutet, dass die Luft direkt und ungestört aus der Umgebung in das RLT-Gerät eintritt oder aus diesem austritt. Eintrittseitig oder austrittseitig angeschlossen heißt, dass die Luft in das Gerät über eine direkt mit dem Eintritt oder Austritt verbundene Luftleitung eintritt bzw. austritt.

### **5.2.2.2 Kammerprüfverfahren**

Wird ein genormter Kammerprüfstand verwendet, muss dieser den Anforderungen nach ISO 5801:1997, Abschnitt 31, entsprechen.

### 5.2.2.3 Kanalprüfverfahren

Für die Einbauarten B, C oder D muss das angeschlossene Leitungssystem den Anforderungen nach ISO 5801:1997, Abschnitt 30, entsprechen. Zur Bestimmung der Anschlussmaße der für die Einbauarten B oder D erforderlichen druckseitigen Luftleitungen sowie der für C oder D erforderlichen saugseitigen Luftleitungen müssen die Querschnittsflächen an der Druckseite verwendet werden.

### 5.2.3 Messdurchführung

#### 5.2.3.1 Messbedingungen

In dem zu prüfenden Teil der RLT-Geräte müssen die Klappen zur Regelung des Luftstroms vollständig geöffnet sein. Andere Klappen, die Teil eines anderen Luftkreises sind, z. B. Bypass- oder Umluftklappen, müssen vollständig geschlossen sein.

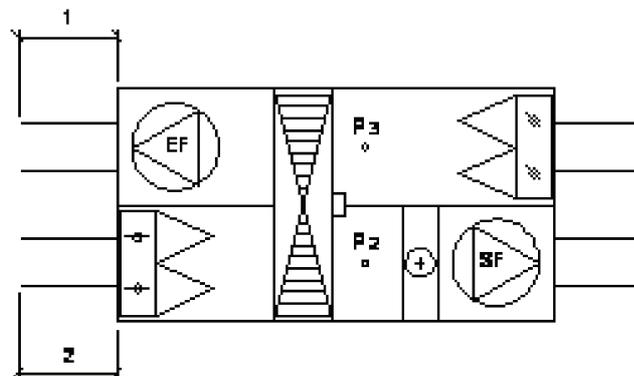
Alle Bestandteile des RLT-Gerätes müssen so wie vorgesehen montiert sein; die Filter (Durchschnitt aus dem gemessenen Anfangs- und Enddruckverlust beim Auslegungsvolumenstrom siehe 6.9.2) und die Wärmeaustauscher müssen trocken sein. Wenn sich kein negativer Einfluss auf den internen Druck des Gerätes ergibt, muss der durchschnittliche Druckverlust der Filter durch Erhöhung des externen Druckverlustes des Gerätes simuliert werden, welcher der Differenz zwischen dem durchschnittlichen Nenndruckverlust und dem Anfangsdruckverlust entspricht.

Entspricht der festgelegte Betriebspunkt den Bedingungen des Filters im Anfangs- oder Endzustand, so ist bei der nach diesem Verfahren ermittelten externen Gesamtdruckerhöhung die errechnete Druckdifferenz zwischen dem mittleren Druckverlust und dem Druckverlust des Filters im Anfangs- oder Endzustand (fallweise) zu berücksichtigen.

#### 5.2.3.1.1 Prüfung eines Gerätes mit Wärmerückgewinnung

Die Prüfung muss so durchgeführt werden, dass die Leckage zwischen den Luftströmen berücksichtigt wird.

##### 5.2.3.1.1.1 Prüfung des gesamten Gerätes (beide Luftströme)



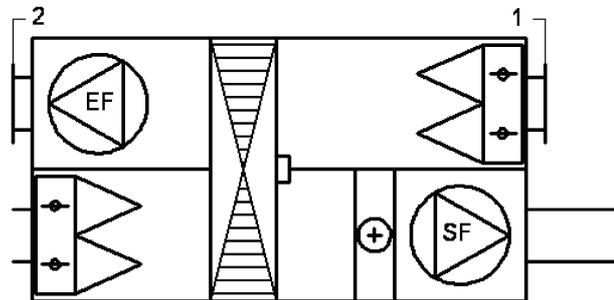
#### Legende

- 1 Druckverlust auf der Abluftseite
- 2 Druckverlust auf der Zuluftseite
- 3 EF Abluftventilator
- 4 SF Zuluftventilator

**Bild 2 — Prüfung des gesamten Gerätes**

Auf der Zuluft- und auf der Fortluftseite muss der Luftstrom gemessen werden. Die externen Drücke müssen entsprechend den Auslegungsbedingungen eingestellt werden. Soweit nicht anders festgelegt, beträgt der Druckverlust auf der Außenluft- und Abluftseite 50 Pa. Der Rest des externen Druckes ist auf die Zuluft- und Fortluftöffnungen zu verteilen. Um Leckagen zwischen Abluftstrom und Zuluftstrom zu verhindern sollte der Druck  $p_2$  höher als der Druck  $p_3$  sein. Die beiden Drücke  $p_2$  und  $p_3$  müssen gemessen werden. Die Leckage und der zusätzliche Druckverlust liegen in der Verantwortung des Herstellers.

### 5.2.3.1.1.2 Prüfung eines Luftstroms



#### Legende

- 1 Platte am Eintritt
- 2 Platte am Austritt
- 3 EF Abluftventilator
- 4 SF Zuluftventilator

**Bild 3 — Prüfung eines Luftstromes**

Wenn nur ein Luftstrom geprüft wird, dann müssen die Anschlüsse des entgegengesetzten Luftstromes mit Platten luftdicht verschlossen werden.

### 5.2.3.2 Messungen

Luftdruck und Temperatur sind zu Beginn der Prüfung zu messen, bei verlängerter Prüfdauer sind zusätzliche Messungen erforderlich.

Für eine ausreichende Anzahl von Messpunkten ist an den in ISO 5801 beschriebenen Stellen der Druck in der angegebenen Weise zu messen und aufzuzeichnen, damit die Kennlinie je nach Anforderung für einen speziellen Soll-Betriebspunkt oder für den gesamten Betriebsbereich dargestellt werden kann.

Für jeden Messpunkt müssen die Ventilatorumdrehzahl und die Wirkleistung des Ventilatormotors aufgezeichnet werden.

### 5.2.4 Beurteilung der Ergebnisse

Für jeden Betriebspunkt müssen der externe Gesamtdruck des RLT-Gerätes und der Luftvolumenstrom gemäß ISO 5801 berechnet werden. In den meisten Fällen ist es ausreichend, die vereinfachten Verfahren anzuwenden, wenn die Machzahl kleiner als 0,15 und das Ventilator-Druckverhältnis kleiner als 1,02 ist (entsprechend einer Druckerhöhung von weniger als 2 000 Pa in der Umgebungsluft).

Die externe Gesamtdruckdifferenz und die elektrische Motorwirkleistung – beschrieben in 5.2.1.1 b) – sind auf Werte umzurechnen, die der Norm-Luftdichte von  $1,20 \text{ kg} \times \text{m}^{-3}$  entsprechen.

## 5.3 Prüfung der akustischen Leistung

### 5.3.1 Allgemeines

#### 5.3.1.1 Akustische Prüfungen

##### 5.3.1.1.1 Messungen des durch Luftleitungen übertragenen Schalls

Messungen des Schallpegels, der durch das Gerät in die zuführenden und ableitenden Luftleitungen übertragen wird, müssen nach den Prüfmethode erfolgen, die in einem der folgenden Dokumente festgelegt sind:

EN ISO 3741, EN ISO 3744, EN ISO 3746, EN ISO 9614 und EN ISO 5136.

#### **5.3.1.1.2 Messung des vom Gehäuse abgestrahlten Geräusches**

Das durch das komplette RLT-Gerät emittierte durch das Gehäuse abgestrahlte Geräusch muss nach einem der folgenden Verfahren gemessen werden:

EN ISO 3741, EN ISO 3744, EN ISO 3746 und EN ISO 9614.

**ANMERKUNG** Im Falle von RLT-Geräten mit freien Eintritts- oder Austrittsöffnungen schließt der durch das Gehäuse abgestrahlte Schallpegel den durch die freie Eintritts- oder Austrittsöffnung emittierten Schall ein.

#### **5.3.1.2 Betriebspunkt**

Das RLT-Gerät muss auf dem Betriebspunkt betrieben werden, der durch den Hersteller festgelegt ist.

#### **5.3.1.3 Luftleitungen**

Die Luftleitungen müssen so dimensioniert sein, dass sie zu den vom Hersteller empfohlenen Eintritts- und Austrittsöffnungen passen, und sie müssen einen konstanten Querschnitt aufrechterhalten. Die Länge der Luftleitungen muss mindestens das Dreifache des freien Leitungsdurchmessers betragen, mindestens jedoch 2,6 m.

Es ist möglich, dass diese Anforderungen bei Prüfung nach EN ISO 5136 nicht geeignet sind. In diesem Falle müssen die Anforderungen von EN ISO 5136 erfüllt werden.

#### **5.3.1.4 Rahmenbedingungen für die Luftströmung**

Während der Messung kann das Mikrofon der Luftströmung ausgesetzt werden. Ein Mikrofonwindschutz aus Schaumstoff muss verwendet werden, wenn die Luftgeschwindigkeit  $2 \text{ m} \times \text{s}^{-1}$  überschreitet.

Bei Schallmessungen in einer Kammer wird empfohlen, dass das Verhältnis zwischen dem Luftstrom ( $\text{m}^3 \times \text{s}^{-1}$ ) und dem Kammervolumen ( $\text{m}^3$ )  $1/60$  nicht überschreitet.

### **5.3.2 Besondere Anforderungen an die Prüfanordnung bei akustischen Prüfungen**

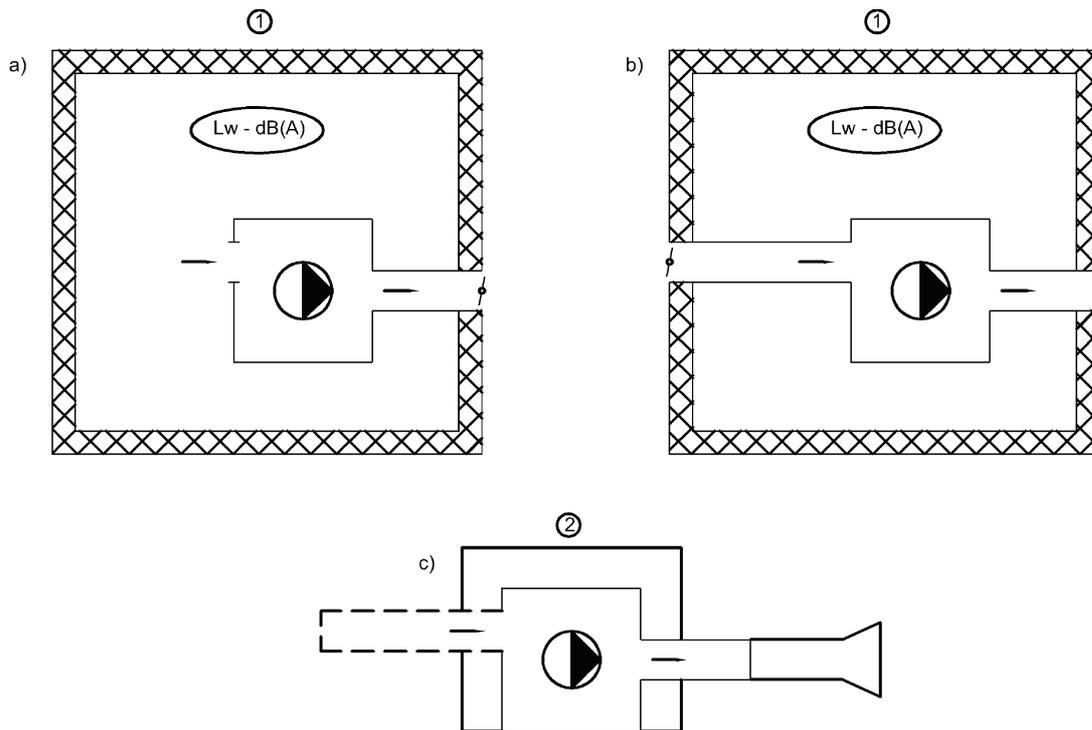
#### **5.3.2.1 Messung des vom Gehäuse abgestrahlten Geräusches**

##### **5.3.2.1.1 Prüfanordnung**

Die Messung des über die Öffnungen und das Gehäuse des Gerätes emittierten Schalleistungspegels muss unter Verwendung einer der in Bild 4 gezeigten Prüfanordnungen erfolgen.

Die Bilder 4a) und 4b) zeigen die Prüfanordnungen bei Messungen unter Verwendung eines Hallraums. Die Messung muss nach EN ISO 3741 erfolgen.

Bild 4c) zeigt die Prüfanordnung für das Messen nach der Freifeldmethode. Die Messung muss nach EN ISO 3744 (Genauigkeitsklasse 2), EN ISO 3746 (Genauigkeitsklasse 3) oder EN ISO 9614 erfolgen.



#### Legende

- 1 Hallraum
- 2 Messfläche

**Bild 4 — Messung des über die Öffnungen und das Gehäuse des Gerätes emittierten durch Luft übertragenen Geräusches**

#### 5.3.2.1.2 Von den Luftleitungen emittierter Schall

Um zu vermeiden dass Schallabstrahlung von den Luftleitungen mit in die Messungen des durch Luft übertragenen Schalls eingeht, müssen Luftleitungen eine ausreichend hohe Dämpfung aufweisen. Um nachzuweisen, dass der von den Luftleitungen übertragene Schall unbedeutend ist, müssen Überprüfungs-messungen vorgenommen werden. Beispielsweise müssen aufeinanderfolgende Lagen einer Schalldämmung mit niedriger Absorption auf der Außenseite der Luftleitungen angebracht werden, bis die danach vorgenommene Schallmessung im Vergleich zur vorherigen Schallmessung im interessierenden Bereich keine größere Veränderung als 1 dB bei Oktavenbändern zeigt.

#### 5.3.2.1.3 Drosselvorrichtung

Wenn eine Drosselvorrichtung erforderlich ist, um das Gerät auf den Betriebspunkt einzustellen, muss sie weit entfernt vom Gehäuse oder außerhalb des Raumes untergebracht werden, um zu vermeiden, dass sie zum resultierenden Schallleistungspegel beiträgt.

#### 5.3.2.2 Messungen des durch Luftleitungen übertragenen Schalls

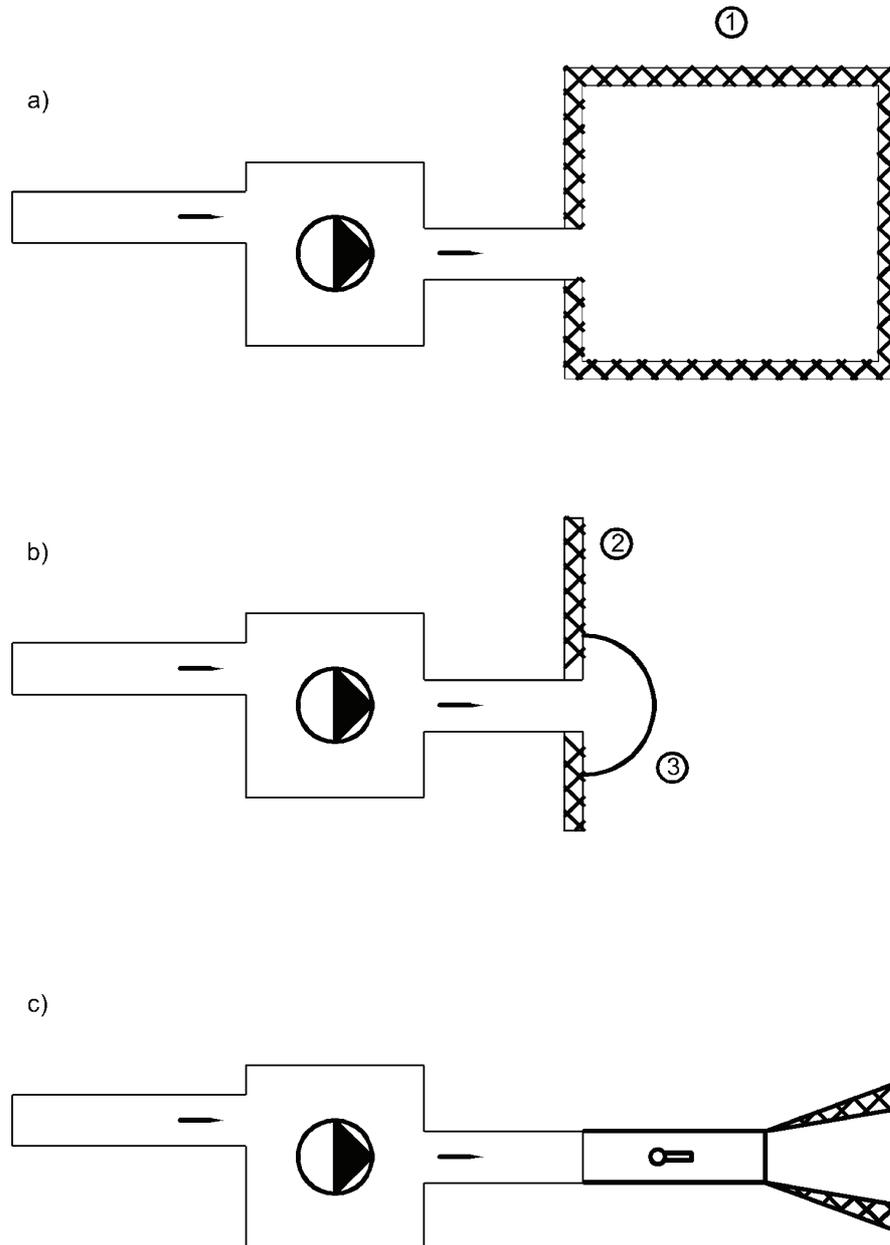
##### 5.3.2.2.1 Prüfanordnung

Die Messung des durch das Gerät in die Luftleitungen übertragenen Schallleistungspegels muss unter Verwendung einer der in Bild 5 gezeigten Prüfanordnungen vorgenommen werden.

Bild 5a) zeigt die Prüfanordnung für das Messen unter Verwendung eines Hallraums. Die Messung muss nach EN ISO 3741 durchgeführt werden. Nach 5.3.2.2.4 muss eine Mündungskorrektur vorgenommen werden.

Bild 5b) zeigt die Prüfanordnung für das Messen bei Anwendung der Freifeldmethode. Die Messung muss nach EN ISO 3744 oder EN ISO 9614 vorgenommen werden. Nach 5.3.2.2.4 muss eine Mündungskorrektur vorgenommen werden.

Bild 5c) zeigt die Prüfanordnung für das Messen unter Anwendung eines reflexionsarmen Anschlusses. Die Messung muss nach EN ISO 5136 vorgenommen werden.



- Legende**
- 1 Hallraum
  - 2 Prallwand
  - 3 Messfläche

**Bild 5 — Messung des vom Gerät in die Luftleitungen übertragenen Geräusches**

### 5.3.2.2.2 Drosselvorrichtung

Wo eine Drosselvorrichtung erforderlich ist, um das Gerät auf den Betriebspunkt einzustellen, muss sie so angeordnet werden, dass der in der Prüflleitung durch die Drosselvorrichtung erzeugte Schalldruckpegel mindestens 10 dB unter dem vom Gerät erzeugten Schalldruckpegel in der Prüflleitung liegt. Um den Einfluss der von der Drosselvorrichtung emittierten Geräusche zu reduzieren, wird der Einbau eines Schalldämpfers empfohlen.

Es wird empfohlen, die Drosselvorrichtung nicht in dem Kanal anzuordnen, in dem die Messung stattfindet.

### 5.3.2.2.3 Prallwand

Bei Anwendung von Freifeldmethoden (EN ISO 3744, EN ISO 3746, EN ISO 9614) muss eine Prallwand verwendet werden, um eine reflektierende Ebene zu simulieren (siehe Bild 5b)). Diese Prallwand muss aus einem Material hoher Dichte mit einer guten Reflexionskennlinie hergestellt sein. Die Prallwand muss größer als die Messfläche der Messung sein. Sie muss groß genug sein, um für den durch das Gerät emittierten Schall eine Barriere zu bilden.

### 5.3.2.2.4 Mündungskorrektur der Luftleitung

Die Endreflexion ist ein Phänomen, das immer dann auftritt, wenn Schall über einen Querschnittsprung hinweg übertragen wird, beispielsweise an der Mündung einer Luftleitung in einem Raum oder im Freien. Wenn Endreflexion auftritt, dann wird ein Teil des Schalls zurück in die Luftleitung reflektiert und gelangt nicht in den Raum oder ins Freie. Aus diesem Grunde muss an dem gemessenen Schalleistungspegel eine Mündungskorrektur vorgenommen werden.

Die Berechnung der Mündungskorrektur  $E$  hängt von der Geometrie des Leitungsendes ab. Bei einem Leitungsende, das in einer Entfernung von der Prallwand bzw. Hallraumwand endet, die gleich einem freien Luftleitungsdurchmesser oder größer ist, muss die folgende Gleichung verwendet werden:

$$E = 10 \lg \left[ 1 + \left( \frac{c}{\pi f d} \right)^{1,88} \right] \quad (3)$$

Bei einer Leitung, die bündig oder in einer Entfernung von der Prallwand oder Hallraumwand endet, die kleiner als ein hydraulischer Luftleitungsdurchmesser ist, ist die folgende Gleichung anzuwenden:

$$E = 10 \lg \left[ 1 + \left( \frac{0,8c}{\pi f d} \right)^{1,88} \right] \quad (4)$$

Dabei ist

- $E$  ist die Mündungskorrektur, in dB;
- $f$  die Frequenz, in Hz;
- $c$  die Schallgeschwindigkeit in Luft, in  $\text{m} \times \text{s}^{-1}$  (344 m/s bei 20°C);
- $d$  die lichte Weite der Luftleitung, in m.

und

$$d = \sqrt{\frac{4A_c}{\pi}} \quad (5)$$

Dabei ist

- $A_c$  die Querschnittsfläche der Luftleitung, in  $\text{m}^2$ .

Diese Korrektur muss für jedes Frequenzband berechnet und zu jedem Schalleistungspegel des Frequenzbandes addiert werden.

## 5.4 Toleranzen

Es muss die Luftleistung angegeben oder vorgeschrieben werden, die mit größter Wahrscheinlichkeit auftritt, nicht die zulässigen Mindest- oder Höchstwerte. Die Prüfung für einen vorgeschriebenen Betriebspunkt muss nach ISO 5801:1997, 16.7, durchgeführt werden.

Die Toleranz sollte für einen oder mehrere vorgeschriebene Betriebspunkte angegeben werden, nicht für jeden Punkt auf der Kennlinie des RLT-Gerätes. Die Kennlinie wird aus den auf die Normdichte von  $1,2 \text{ kg} \times \text{m}^3$  umgerechneten Messdaten ermittelt. Die Toleranzen für die Definition der Abnahmekriterien eines RLT-Gerätes werden in Tabelle 2 angegeben. Die Werte entsprechen dem Toleranzgrad AN 3 von ISO 13348.

Die zulässige Abweichung des Betriebspunktes vom vorgeschriebenen Soll-Betriebspunkt auf der Kennlinie des RLT-Gerätes ist gleich der Summe aus dem Toleranzbereich des vorgeschriebenen Betriebspunktes und dem Streubereich der Messdaten. Dieser Streubereich ist auf die Messunsicherheiten der Messmethoden und Messinstrumente und des verwendeten Prüfstandes zurückzuführen und muss für eine Vertrauensgrenze (Wahrscheinlichkeit) von 95 % angegeben werden.

Als Beispiel wird in Bild 6 die Abweichung des Luftvolumenstroms dargestellt.

Dabei ist

- $t$  der Toleranzbereich des Betriebspunktes, in %;
- $u$  der Streubereich der Messdaten, in %;
- $q_{vs}$  der vorgeschriebene Luftvolumenstrom, in  $\text{m}^3 \times \text{s}^{-1}$ ;
- $q_{vm}$  der gemessene und umgerechnete Luftvolumenstrom, in  $\text{m}^3 \times \text{s}^{-1}$ ;
- $q_{vm} - q_{vs} = \Delta q_v \leq t \times q_{vs} + u \times q_{vm}$  die zulässige Differenz des Luftvolumenstroms, in  $\text{m}^3 \times \text{s}^{-1}$ .

**Tabelle 2 — Toleranz der Leistungsangaben eines RLT-Gerätes**

Betriebswerte	Toleranzbereich $t$	Bemerkungen
Luftvolumenstrom $q_v$ in $\text{m}^3 \times \text{s}^{-1}$	$\pm 5 \%$	$\Delta q_v = (t_{qv} / 100 \%) \times q_v$
Externe Gesamtdruckdifferenz $\Delta p_{tu}$ in Pa	$\pm 5 \%$	$\Delta p_{tu} = (t_{\Delta p} / 100 \%) \times p_{tu}$
Elektrische Motorwirkleistung $P_E$ in W (*)	$+ 8 \%$	$\Delta P_E = (t_p / 100 \%) \times P_E$ Negative Abweichungen sind zulässig.
Gesamtschalleistungspegel emittiert über die Luftleitungen und das Gehäuse $L_{WA}$ in dB	$+ 4 \text{ dB}$	$\Delta L_{WA} = t_{LWA}$ Der Wert $t_{LWA}$ , in dB, ist mit dem Zahlenwert der Grenzabweichung des in dB(A) angegebenen Schalleistungspegels identisch. Negative Abweichungen sind zulässig.

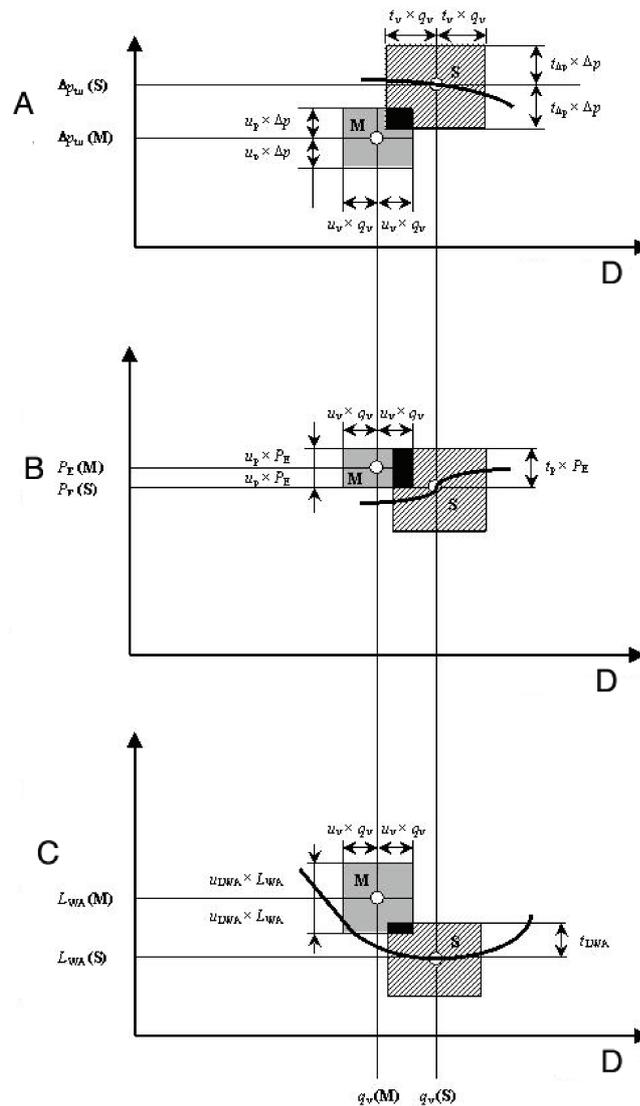
ANMERKUNG Die Unsicherheiten der Messdaten, Messinstrumente und Messmethoden werden in ISO 5801:1997, Abschnitt 16, und ISO 5168 diskutiert. Ein Beispiel aus ISO 5801:1997, 16.7, wird in Bild 6 dargestellt.

\*) Ein gleichzeitiger Toleranzbereich von 5 % für die Luftvolumenleistung und auch den externen Gesamtdruckverlust ist zulässig. Für die elektrische Motorwirkleistung ist ein Toleranzgrad von 8 % der gemessenen Leistung zulässig. Infolgedessen weicht die am Betriebspunkt gemessene elektrische Wirkleistung vom festgelegten Wert ab und soll auf einen zur gemessenen Leistung entsprechenden Wert umgerechnet werden. Ein proportionales Verhältnis zwischen Wirkleistung und Luftvolumenstrom und/oder externer Gesamtdruckdifferenz kann vorausgesetzt werden.

## **5.5 Prüfbericht**

Der Prüfbericht muss die folgenden Informationen enthalten. Für die Prüfung einer beliebigen Komponente oder einer Baueinheit kann die folgende Liste verwendet werden, wenn die zutreffenden Punkte ausgefüllt und durch zusätzliche Punkte ergänzt werden, die für das Bauelement oder die Baueinheit festgelegt sind:

- a) Prüfdatum;
- b) Name und Ort des Prüflaboratoriums;
- c) Name des Prüfers und der bei der Prüfung anwesenden Personen;
- d) Typnummer und Beschreibung des geprüften RLT-Gerätes, mit Angaben vom Typschild;
- e) angewendete Prüfnorm;
- f) Prüfmethode und verwendeter Aufbau;
- g) Beschreibung und Zeichnung des RLT-Gerätes und der verwendeten Prüfeinrichtungen einschließlich der Stellung(en) der Klappe(n) innerhalb der Einheit;
- h) genaue Beschreibung der Verbindungen zwischen RLT-Gerät und Luftleitungen;
- i) Bezeichnung der verwendeten Instrumente;
- j) tabellarische Aufstellung aller gemessenen Größen und der daraus abgeleiteten Werte. Die akustischen Daten müssen durch die folgenden Angaben ergänzt werden: Betriebspunkt des Gerätes, einschließlich Ventilator Drehzahl, Luftvolumenstrom, Gesamtdruckdifferenz, Querschnittsfläche(n) der Luftleitungen, verwendete(r) Messstandard(s), Beschreibung der Prüfanordnung. Die akustischen Daten müssen aus den Schalleistungspegeln in jedem Oktavenband von 125 Hz bis 8 000 Hz in dB, dem Gesamtwert in dB(A) und gegebenenfalls Endkorrekturwerten bestehen;
- k) tabellarische Aufstellung der Druckdifferenzkorrekturen für den am unverschmutzten Filter, bei mittlerem Filterverschmutzungsgrad oder bei der Filterenddruckdifferenz gemessenen Druckverlust (soweit erforderlich);
- l) graphische Darstellung der äußeren Gesamtdruckdifferenz und der elektrischen Wirkleistung des Ventilatormotors als Funktionen des Luftstroms.



**Legende**

- A Externe Druckdifferenz des Gerätes
- B Elektrische Motorwirkleistung
- C A-bewerteter Gesamtschalleistungspegel
- D Volumenstrom
- M Messpunkt
- S Vereinbarer Betriebspunkt
- t Grenzwert der Abweichung von den vereinbarten Betriebspunkten
- u Streubereich der gemessenen Variablen

**Bild 6 — Bewertung der bei einer Messung der Leistungskriterien gemessenen Daten im Vergleich mit den vereinbarten Betriebspunkten der Komponenten und Einheiten in RLT-Geräten**

## **6 Leistungskenndaten von Komponenten und Baueinheiten**

### **6.1 Allgemeines**

Die folgenden Abschnitte legen Anforderungen und Prüfverfahren dar, die auf Komponenten und Baueinheiten von vollständigen RLT-Geräten anzuwenden sind. Dabei sollte jedoch beachtet werden, dass die Charakteristik einer Komponente oder einer Baueinheit bei der Prüfung als Teil eines vollständigen RLT-Gerätes beträchtlich von den Kennlinien abweichen kann, die sich für dasselbe Bauelement oder dieselbe Baueinheit bei Prüfung als Einzelprodukt unter Idealbedingungen ergeben.

Weitere Angaben über die energetische Leistung von RLT-Geräten und ihren Komponenten und Baueinheiten beinhaltet EN 13779. Sie enthält Beispiele für Druckverluste von bestimmten Komponenten in Zu- und Fortluftanlagen mit denen bestimmte Ventilator-Leistungsverbrauchs-Klassen erreicht werden können.

Anforderungen und Prüfung von Abtauvorrichtungen von Wärmerückgewinnungseinheiten werden in Anhang A dargelegt.

Der Hersteller muss Wartungsanleitungen zur Verfügung stellen, die Empfehlungen für Reinigungsintervalle, Methoden und das benötigte Ausrüstung enthalten.

### **6.2 Gehäuse**

Unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten sollten die dynamischen Drücke am Eintritt und Austritt des Gerätes gering sein.

Die Gerätegehäuse müssen aus korrosionsgeschützten und abriebfesten Materialien gefertigt sein, die weder gesundheitsgefährdende Stoffe emittieren, noch einen Nährboden für Mikroorganismen bilden. Der Wandaufbau ist doppelschalig mit dazwischen liegender Dämmung auszuführen. Die Oberflächenbeschaffenheit des Gehäuses muss mindestens der Qualitätsstufe von verzinktem Stahlblech entsprechen. Scharfe Kanten oder hervorstehende Teile sind zu vermeiden.

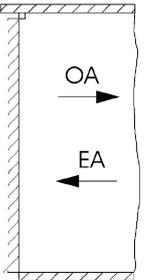
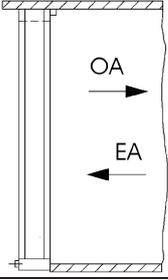
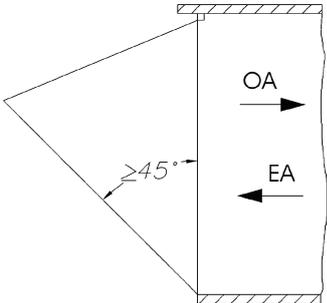
Das Eindringen von ungefilterter Luft durch das Gehäuse kann hygienische Probleme hervorrufen. Aus diesem Grund muss die Gehäusedichtigkeit den Anforderungen nach EN 1886:1998, Tabelle 2, entsprechen.

Die Inspektion, Reinigung und Desinfektion aller Komponenten muss mit vertretbarem technischem Aufwand möglich sein. Hierzu müssen alle Komponenten so konzipiert sein, dass sie von der Bedienungsseite aus durch vor- und nachgeschaltete Zugangstüren oder Inspektionsdeckel leicht zugänglich und reinigbar sind. Alternativ hierzu müssen sie bis zu einer inneren Höhe von 1,6 m ausziehbar sein. Die verwendeten Dichtungen müssen geschlossenporig sein, dürfen keine Feuchtigkeit aufnehmen und keinen Nährboden für Mikroorganismen bilden. Die Reinigung der Geräte erfordert glatte Oberflächen im Inneren der Gehäuse.

Bei wetterfesten Geräten müssen die Ansaug- und Ausblasöffnungen mit geeigneten Wetterschutzeinrichtungen ausgerüsteten sein, die auch bei Stillstand des RLT-Gerätes einen Wetterschutz bieten. Außenluftansaugkammern müssen zusätzlich mit einer Bodenwanne mit integriertem Gefälle zur Entwässerung, oder einer gleichwertigen Ausrüstung, ausgestattet sein (Oberflächenqualität des Wannenbodens mindestens verzinktes und beschichtetes/lackiertes Stahlblech, Pulverbeschichtung, oder Nasslackierung mit Grund- und Decklack mit einer Dicke von  $\geq 60 \mu\text{m}$  oder bandbeschichtet galvanisiertes Stahlblech), welche die kontrollierte Ableitung von eingedrungenem Wasser ermöglicht.

Zur Verhinderung eines Wassereintritts in das Gehäuse, werden die nachfolgend genannten Strömungsgeschwindigkeiten der Luft empfohlen (siehe Tabelle 3).

Tabelle 3 — Wetterschutzeinrichtung/empfohlene maximale Luftgeschwindigkeit

Wetterschutzeinrichtung		Empfohlene maximale Strömungsgeschwindigkeit der Luft (bezogen auf den Anschlussquerschnitt)	
		saugseitig $m \times s^{-1}$	druckseitig $m \times s^{-1}$
Gitter		2,5	4,0
Tropfenabscheider		3,5	5,0
Hauben		4,5	6,0

Alle Öffnungen müssen mit Maschendrahtgitter (maximal 20 mm × 20 mm) gegen das Eindringen von Kleintieren und groben Schmutz geschützt sein.

ANMERKUNG 1 Sehr kleine Gitteröffnungen können verstopfen.

Wetterfeste RLT-Geräte dürfen keinerlei statische Aufgaben oder Funktionen von Gebäudewänden übernehmen.

ANMERKUNG 2 In kalten Klimaten kann es erforderlich sein, zwischen der Ansaugöffnung und dem Gerät (oder der ersten Baueinheit) ein wasserdichtes Gehäuseteil vorzusehen, über welches das Wasser sofort aus dem Gebäude abgeführt wird und/oder welches an das Entwässerungssystem angeschlossen ist.

ANMERKUNG 3 Kältebrücken in Gehäusen haben das Risiko der Kondensatbildung an den Innen- oder Außenflächen zur Folge, abhängig davon, welche Seite des Gerätes kälter ist. Aus diesem Grund sind bei der Festlegung der Klasse des thermischen Wärmebrückenfaktors nach EN 1886:1998, Abschnitt 7, die zu erwartenden klimatischen Bedingungen zu berücksichtigen, unter denen das RLT-Gerät betrieben werden soll (z. B. insbesondere Außenluftansaugkammer, kalte Kühler und wetterfeste Geräte).

ANMERKUNG 4 In kalten Klimaten kann eine zusätzliche Heizeinrichtung erforderlich sein, um ein Anfrieren auf den Oberflächen der Ansaugung zu verhindern.

### 6.3 Ventilatoreinheit

#### 6.3.1 Allgemeines

Aus Gründen der Hygiene und zur Reduzierung des Instandhaltungsaufwandes wird empfohlen, die Zuluftventilatoren so anzuordnen, dass die saugseitigen Leckvolumenströme minimiert werden.

Die Anordnung des Ventilators im RLT-Gerätegehäuse muss eine gleichmäßige An- und Abströmung der Luft sicherstellen. Bei Bedarf sind zusätzliche An- und Abströmvorrichtungen einzubauen.

Die dynamischen Drücke am Ein- und Austritt sollen aus wirtschaftlichen Gründen gering sein. Die Luftgeschwindigkeitsklasse des Gerätes ist nach Tabelle 4 zu bestimmen.

Aus energetischen Gründen sollten Ventilatoren mit rückwärts gekrümmten Schaufeln verwendet werden. Zur weiteren Reduzierung des Energieverbrauches, sollten vorzugsweise Energiesparmotoren (z. B. der Klasse EFF 1 CEMEP) mit einer erhöhter Effizienz eingesetzt werden.

ANMERKUNG 1 Die CEMEP, die Europäische Organisation der Hersteller von Motoren, sowie die Europäische Kommission haben sich auf ein gemeinsames Klassifizierungssystem für die Effizienz von Elektromotoren verständigt. Die Überprüfung und die Bemessung der Effizienzklassen erfolgt nach EN 60034-2.

**Tabelle 4 — Klassen der durchschnittlichen Luftgeschwindigkeitswerte im Gehäuse**

Klasse	Luftgeschwindigkeit m/s
Klasse V1	maximal 1,6
Klasse V2	> 1,6 bis 1,8
Klasse V3	> 1,8 bis 2,0
Klasse V4	> 2,0 bis 2.2
Klasse V5	> 2,2 bis 2.5
Klasse V6	> 2,5 bis 2.8
Klasse V7	> 2,8 bis 3.2
Klasse V8	> 3,2 bis 3.6
Klasse V9	> 3,6

ANMERKUNG Die Luftgeschwindigkeit im RLT-Gerät hat einen großen Einfluss auf den Energiebedarf. Die Geschwindigkeiten sind für den Querschnitt des RLT-Gerätes definiert. Die Geschwindigkeit bezieht sich auf den Querschnitt der Filtereinheit des Gerätes, oder wenn keine Filter installiert sind, auf den Querschnitt der Ventilatoreinheit.

ANMERKUNG 2 Abhängig von der Anwendung sind V2 bis V7 gebräuchliche Luftgeschwindigkeitsklassen. Zur Senkung des Energiebedarfs wird die Reduzierung der Luftgeschwindigkeit besonders empfohlen.

Ab einer inneren Höhe von 1,6 m muss die Ventilatorenkammer mit einem Kontrollfenster (Schauglas, lichte Weite mindestens 150 mm) und einer Beleuchtung ausgerüstet sein.

In unmittelbarer Nähe der Ventilatorenkammer ist ein abschließbarer Reparaturschalter vorzusehen.

Soweit nicht anders vorgegeben ist bei der Auswahl eines Ventilators für ein RLT-Gerät der zulässige Druckverlust für Filter entsprechend 6.9.2, und für den Kühler der Druckverlustwert des trockenen Kühlers zu verwenden.

### 6.3.2 Leistungsaufnahme der Ventilatoren

Die Leistungsaufnahme der Antriebe kann in Klassen definiert werden. Die maximale Leistungsaufnahme ist nach der folgenden Formel zu berechnen:

$$Pm_{ref} = (\Delta p_{stat} / 450)^{0.925} \times (q_v + 0.08)^{0.95} \quad (6)$$

Dabei ist

- $Pm_{ref}$  = die Leistungsaufnahme (Referenzwert), [kW];
- $\Delta p_{stat}$  = die statische Druckerhöhung gemessen an der Ventilatoreinheit, [Pa];
- $q_v$  = der Luftvolumenstrom des Ventilators, [m<sup>3</sup>/s].

Tabelle 5 definiert Klassen der Leistungsaufnahme in Abhängigkeit von  $Pm_{max}$ :

**Tabelle 5 — Klassen der Leistungsaufnahme von Antrieben (Ventilatoren)**

Klasse	$P_m$ max [kW]
Klasse P1	$\leq Pm_{ref} * 0.85$
Klasse P2	$\leq Pm_{ref} * 0.90$
Klasse P3	$\leq Pm_{ref} * 0.95$
Klasse P4	$\leq Pm_{ref} * 1.00$
Klasse P5	$\leq Pm_{ref} * 1.06$
Klasse P6	$\leq Pm_{ref} * 1.12$
Klasse P7	$> Pm_{ref} * 1.12$
ANMERKUNG Jeder Ventilator ist einzeln in den Klassen der Leistungsaufnahme einzuordnen. Alle Werte basieren auf dem Normalzustand mit einer Luftdichte von 1.2 kg/m <sup>3</sup> .	

ANMERKUNG 1 Die Leistungsaufnahme ist die Wirkleistung, die aus dem Stromnetz entnommen wird (einschließlich sämtlicher Motorsteuer- und -regeleinrichtungen).

ANMERKUNG 2 Abhängig von der Anwendung sind P2 bis P5 gebräuchliche Klassen der Leistungsaufnahme.

## 6.4 Wärmeaustauscher

### 6.4.1 Allgemeines

Dieser Abschnitt definiert die Anforderungen an Wärmeaustauscher in RLT-Geräten. Mit Ausnahme von elektrischen Lufterwärmern gilt er für alle Bauarten von Erwärmern und Kühlern.

Wärmeaustauscher werden zur thermodynamischen Luftbehandlung und in Wärmerückgewinnungssystemen verwendet. Sie müssen aus korrosionsbeständigen Materialien gefertigt und ihre Lamellen glatt und gut zu reinigen sein.

#### **6.4.2 Prüfung**

Wärmeaustauscher die in RLT-Geräten verwendet werden müssen nach EN 1216 ausgelegt werden.

Die Leistungsfähigkeit des Wärmeaustauschers wird bestimmt durch die Enthalpiedifferenz und dem Volumenstrom des Wassers.

Es kann vereinbart werden, dass die Leistung des Wärmeaustauschers über die Luftseite bestimmt wird.

Ist der zu prüfende Wärmeaustauscher im RLT-Gerät montiert, so sind die Lufttemperaturen (Trocken- und Feuchtkugel) am Ein- und Austritt des RLT-Gerätes zu messen. Folglich bestimmt sich die über die Luft ermittelte Leistung des Wärmeaustauschers aus der Enthalpiedifferenz multipliziert mit dem Luftvolumenstrom, von dem die Leistungsaufnahme des Ventilators abzuziehen ist.

In vergleichbarer Weise wird die Leistungsfähigkeit eines Kühlers bestimmt, in dem die Enthalpiedifferenz mit dem Luftvolumenstrom multipliziert wird, wobei die Leistungsaufnahme des Ventilators zu addieren ist.

Der Unterschied zwischen der über das Wasser und der über die Luft nach EN 1216 ermittelten Leistung darf 5 % nicht überschreiten.

#### **6.4.3 Konstruktionsmerkmale**

Aus hygienischen Gründen muss eine durch den Kern gehende Reinigung möglich sein. Um dies zu erreichen müssen Wärmeaustauscher gegebenenfalls so konstruiert sein, dass sie in Richtung der Luftstroms teilbar sind (pro Wärmeaustauschereinheit darf die Bautiefe der Lamellen maximal 300 mm, bei fluchtenden Rohren maximal 450 mm betragen).

Aus energetischen und hygienischen Gründen muss bei Kühlern, bei denen eine Entfeuchtung denkbar ist, der Lamellenabstand mindestens 2,5 mm betragen, in anderen Fällen muss der Lamellenabstand mindestens 2,0 mm betragen.

Bei Luftherhitzern, die zur Trocknung der Luft vor der ersten Filterstufe benutzt werden, muss der Lamellenabstand mindestens 4 mm betragen.

Zur Vermeidung nennenswerter Bypassverluste, muss jeder Wärmeaustauscher innerhalb des RLT-Gerätegehäuses mit Dichtungstreifen abgedichtet werden.

#### **6.4.4 Kühler und Tropfenabscheider**

Für die Ableitung von Feuchtigkeit, die Reinigung, die Materialien und die Desinfektion gelten die selben Anforderungen wie für Befeuchter.

Bei Kühlern die zur Entfeuchtung der Luft ausgelegt sind, müssen die folgenden Punkte beachtet werden.

- a) Kein Mitreißen von Feuchtigkeit hin zu Bauteilen oder Baueinheiten, die dem Wärmeaustauscher nachfolgen.
- b) Kühler mit Entfeuchtungsfunktion dürfen aus hygienischen Gründen nicht unmittelbar vor Luftfiltern oder Schalldämpfern angeordnet werden. Um die relative Luftfeuchte zu begrenzen müssen Ventilatoren oder Luftherwärmer dazwischen geschaltet werden.
- c) Kühler müssen mit Kondensatwannen aus korrosionsbeständigen Materialien (z. B. mindestens AISI 316, nicht rostender Stahl 1.4301 oder korrosionsbeständigen Aluminiumlegierungen (mindestens AlMg)) ausgestattet sein, die mit einem Gefälle ausgestattet eine ungehinderte Abführung von Kondensat ermöglichen.
- d) Damit kein Kondensatanfall an den Anschlussleitungen auftritt, müssen diese an den Durchtrittsstellen durch das Gehäuse gedämmt sein.

- e) Aus hygienischen und energetischen Gründen sollten Tropfenabscheider nur dann verwendet werden, wenn auf Grund der Strömungsgeschwindigkeit im Kühler ein Mitreißen von Tropfen nicht auszuschließen ist. Ihre Konstruktion muss ein leichtes Ausziehen und Demontieren ermöglichen, ohne dass sich dabei Auswirkungen auf andere Komponenten ergeben.
- f) Die beidseitige Reinigung des Kühlers in montiertem Zustand muss möglich sein. Alternativ muss bis zu einer inneren Höhe von 1,6 m die Demontage zum Zweck der Reinigung möglich sein.
- g) Im Fall einer Ausführung in Kupfer/Kupfer oder Kupfer/Aluminium wird aus Gründen des Korrosionsschutzes die Verwendung eines Sammlers aus Kupfer empfohlen. Werden Sammler aus galvanisiertem Stahl verwendet, so wird eine Feuerverzinkung empfohlen.

## 6.5 Wärmerückgewinnereinheiten

### 6.5.1 Allgemeines

RLT-Geräte mit Zu- und Abluft sollten mit einem Wärmerückgewinnungssystem ausgestattet werden. Beim Einbringen der Wärmerückgewinnungsausrüstung ist dafür Sorge zu tragen, dass Undichtigkeiten und in unzulässigem Maße rückströmende Luft auf ein Mindestmaß begrenzt werden.

Zur Reduzierung der Kälteerzeugung im Sommer empfiehlt sich als Ergänzung zur Wärmerückgewinnung auf der Abluftseite der Einsatz einer Verdunstungskühlung. Die Notwendigkeit einer Kondensatwanne ist zu prüfen. Ist eine Kondensatwanne erforderlich, sind die relevanten Anforderungen (siehe 6.4.4) einzuhalten.

### 6.5.2 Einteilung in Klassen und Anforderungen

Diese Norm gilt für die folgenden Kategorien von Wärmeaustauschern, wie sie in EN 308 definiert sind:

**Kategorie I** Rekuperatoren

**Kategorie II** mit Wärmezwischenträger

\* Kategorie II a – ohne Phasenänderung

\* Kategorie II b – mit Phasenänderung (Wärmerohr...)

**Kategorie III** Regeneratoren (mit wärmespeichernder Masse)

\* Kategorie III a – nichthygroskopisch

\* Kategorie III b – hygroskopisch

Um die Leckvolumenströme auf ein Mindestmaß zu begrenzen, müssen alle Wärmeaustauscher mit Dichtungen ausgestattet sein, siehe EN 308. RLT-Anlagen mit Zu- und Abluft sollten mit Wärmerückgewinnungseinrichtungen ausgestattet werden. Die minimalen trockenen Rückwärmzahlen (bezogen auf das Massenstromverhältnis 1:1) und die maximalen Druckverluste richten sich nach der jährlichen Laufzeit der Anlage und dem maximalen erforderlichen Außenluftanteil im Winterbetrieb, siehe auch Tabelle 5.

Die nachfolgenden Kenngrößen definieren die thermische Effizienz des Wärmerückgewinnungssystems (WRG) bei abgeglichenen Massenströmen (1:1). Die folgenden Werte müssen angegeben werden.

ANMERKUNG 1 Für weitere Informationen siehe Anhang B.

Temperaturübertragungsgrad ( $\eta_t$ ) unter trockenen Bedingungen:

$$\eta_t = (t_{22} - t_{21}) / (t_{11} - t_{21}) \quad (7)$$

Dabei ist

- $t_{22}$  = die Temperatur der Zuluft, [°C];
- $t_{21}$  = die Temperatur der Außenluft, [°C];
- $t_{11}$  = die Temperatur der Abluft, [°C].

Druckverluste des Wärmerückgewinnungssystems

$$\Delta p_{WRG} = \Delta p_{Zuluft} + \Delta p_{Abluft} \quad (8)$$

Dabei ist

- $\Delta p_{WRG}$  = die Summe der Druckverluste der WRG (Zuluft und Abluft), [Pa];
- $\Delta p_{Zuluft}$  = der Druckverlust der WRG in der Zuluft, [Pa];
- $\Delta p_{Abluft}$  = der Druckverlust der WRG in der Abluft, [Pa].

ANMERKUNG 2 Alle von der WRG verursachten Druckverluständerungen müssen berücksichtigt werden (z. B. zusätzliche Filter).

Elektrische Leistungsaufnahme ( $P_{el}$ ) verursacht durch die Druckverluste:

$$P_{el} = q_v \times \Delta p_{WRG} \times 1 / \eta_D + P_{el\ aux.} \quad (9)$$

Dabei ist

- $q_v$  = der Luftvolumenstrom, [m<sup>3</sup>/s] (bei Normdichte von 1.2 kg/m<sup>3</sup>);
- $\eta_D$  = der 0,6 durchschnittlicher Gesamtwirkungsgrad (bez. auf statische Druckerhöhung) des Energieverbrauchers, [./.];
- $P_{el\ aux.}$  = der Verbrauch an Hilfsenergien (z. B. Pumpen), [kW].

ANMERKUNG 3 Der gesamte, durch die thermische Leistung der WRG beeinflusste Stromverbrauch muss berücksichtigt werden (z. B. Solepumpen).

ANMERKUNG 4  $P_{el\ aux.}$  von Pumpen:  $P_{el\ Pumpe} = q_v \times \Delta p_{WRG\ Medium} \times 1 / \eta_D$

Leistungsziffer ( $\epsilon$ ):

$$\epsilon = Q_{WRG} / P_{el} \quad (10)$$

Energieeffizienz ( $\eta_e$ ):

$$\eta_e = \eta_t \times (1 - 1 / \epsilon) \quad (11)$$

Die kombinierten Werte ( $\epsilon$ ,  $\varphi$  und  $\eta$ ) müssen entsprechen EN 308 auf Basis der folgenden Konditionen  $t_{21} = +5$  °C and  $t_{11} = 25$  °C angegeben werden. Diese Werte sind nicht für alle Betriebszustände gültig. Ein Primärenergieeinfluss wurde nicht berücksichtigt, da es sich um einen Referenzwert handelt und nicht um einen jährlichen Verbrauchswert.

Tabelle 6 definiert die Wärmerückgewinnungsklassen bei abgeglichenen Massenströmen (1:1):

**Tabelle 6 — Wärmerückgewinnungsklassen**

Klasse	$\eta_{e\ 1:1}$ min [%]
Klasse H1	≥ 71
Klasse H2	≥ 64
Klasse H3	≥ 55
Klasse H4	≥ 45
Klasse H5	≥ 36
Klasse H6	Keine Anforderungen

ANMERKUNG 5 Die Werte gelten für ausgeglichene Massenströme (1:1). Die Klassen definieren die Qualität der WRG und haben einen starken Einfluss auf den thermischen Energieverbrauch. In Nordischen Ländern sind höhere und in südlichen Ländern geringere Klassen gebräuchlich.

ANMERKUNG 6 Jährliche Energiebedarfsberechnungen sollen, basierend auf dieser Tabelle, abhängig von der Örtlichkeit und der Betriebsweise der Wärmerückgewinnungseinheit, Referenzwerte für die erforderliche Klasse liefern. Nationale Bestimmungen für die Festlegung der Effizienz der Wärmerückgewinnung können von dieser Klassifizierung abweichen.

ANMERKUNG 7 Sind die Luftströme nicht abgeglichen und sind keine spezifischen Werte der WRG verfügbar, dann können die Werte mit der folgenden empirischen Formel umgerechnet werden:

$$\eta_t = \eta_{t\ 1:1} \times (q_{m1} / q_{m2})^{0,4}$$

ANMERKUNG 8 Die Verwendung dieser Formel für kombinierte Werte ist nicht möglich.  $\eta_e$  muss mit  $\eta_t$  und  $\epsilon$  berechnet werden.

ANMERKUNG 9 Die folgende Tabelle basiert auf der folgenden Berechnung:

Klasse	$\eta_t$	$\Delta p_{WRG}$ [Pa]	$\epsilon$	$\eta_e$
H1	0,75	2 x 280	19,5	0,71
H2	0,67	2 x 230	21,2	0,64
H3	0,57	2 x 170	24,2	0,55
H4	0,47	2 x 125	27,3	0,45
H5	0,37	2 x 100	26,9	0,36

Für Wärmeaustauscher entsprechend dieser Norm gelten folgende Anforderungen:

- die Wärmerückgewinner aller Kategorien müssen 4 Druckanschlusstellen aufweisen. Eine an jeder Luftstromseite des Wärmeaustauschers;
- alle Wärmeaustauscher müssen Dichtungen enthalten, um Leckagen auf ein Mindestmaß zu begrenzen;
- Wärmerückgewinnungseinheiten, die mit Wärmeaustauschern der Kategorien I und II ausgestattet sind, müssen über eine Kondensatwanne verfügen;
- die Wärmeaustauscher der Kategorie III müssen einen Reinigungsbereich aufweisen, außer bei Verwendung von Umluft.

### 6.5.3 Prüfung

Die Bemessung des Wärmeaustauschers muss in Übereinstimmung mit EN 308 erfolgen. Gegebenenfalls sollten die Funktionsfähigkeit bei niedrigen Außentemperaturen und der Wirkungsgrad von Abtaueinrichtungen nach Anhang A geprüft werden.

Die Vereisungsgefahr und die Notwendigkeit zur Prüfung der Abtaueinrichtung müssen rechnerisch nachgewiesen werden, wobei die Luftströme, einschließlich des Gleichgewichts zwischen Zuluftstrom und Fortluftstrom, die Art und das Temperaturverhältnis des Wärmeaustauschers, die Temperatur von Außen- und Fortluft und die Luftfeuchte zu berücksichtigen sind.

## 6.6 Baueinheiten mit Drossel- und Absperrelementen

### 6.6.1 Allgemeines

Luftregel- und Absperrklappen müssen entsprechend EN 1751 getestet werden. Die Eigenschaften der Klappen müssen entsprechend EN 1751 klassifiziert sein. Die Anströmgeschwindigkeit ist auf  $8 \text{ m} \times \text{s}^{-1}$  zu begrenzen (Ausnahme: Umluft- und Bypassklappen). Aus energetischen und funktionalen Gründen wird ein Anströmwinkel von mindestens  $\alpha = 25^\circ$  sowie ein Abströmwinkel von mindestens  $\beta = 35^\circ$  empfohlen (siehe Bild 7).

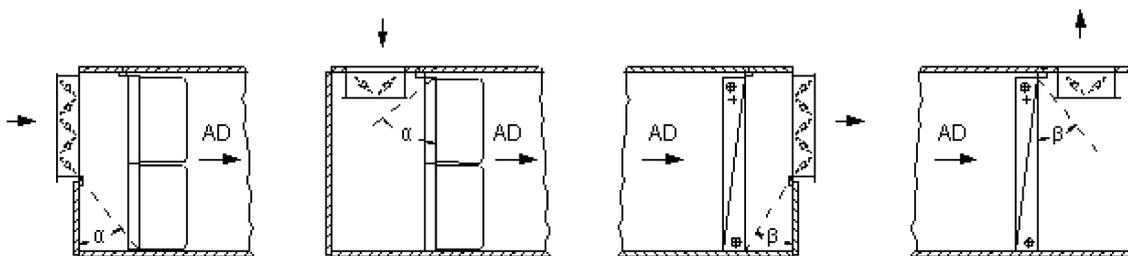


Bild 7 — An- und Abströmwinkel

### 6.6.2 Anforderungen und Prüfung

Für alle Klappen, deren vollständiges Schließen während des Betriebs vorgesehen ist, z. B. für Bypassklappen von Wärmerückgewinnungssystemen und Umluftklappen von Mischeinheiten, muss die Luftdichtheit der geschlossenen Klappen Klasse 2 nach EN 1751 entsprechen. Bei Anlagen mit hohen Anforderungen an die Hygiene oder die Energieausnutzung müssen auch die Zu- und Abluftklappen die Anforderungen hinsichtlich der Luftdichtheit nach Klasse 3 erfüllen.

## 6.7 Mischeinheiten

### 6.7.1 Allgemeines

Dieser Abschnitt schreibt Anforderungen und Prüfverfahren für standardisierte Mischeinheiten vor, die in RLT-Geräten eingesetzt werden, um Luftströme unterschiedlicher Temperaturen, hauptsächlich Abluft und Außenluft, miteinander zu mischen und zu regeln, um sie wieder in das Gebäude zurückzuführen.

## 6.7.2 Kategorien und Kennwerte

### 6.7.2.1 Kategorie A. Baueinheiten mit Schaltverhalten, Betrieb nur unter bestimmten Bedingungen (z. B. Nachtheizung)

Wo die Funktion 100 % Außenluft/Abluft oder 100 % Umluft verwendet wird, sind die folgenden Kennwerte anzugeben:

- Dichtheit der Umluftklappe;
- Gleichmäßigkeit des Luftstroms nach dem Mischteil oder Mindestabstand zu bestimmten Bauteilen;
- Druckabfall an den Klappen zur Berechnung der Volumenstromdifferenz in den Stellungen „Umluft“ und „geschlossen“.

### 6.7.2.2 Kategorie B. Baueinheiten für die Regelung des Volumenstroms

Wo die Funktion die Regelung/Mischung von Luftströmen nutzt, sind die folgenden Kennwerte anzugeben:

- Dichtheit der Umluftklappe, Gleichmäßigkeit des Luftstroms nach der Mischeinheit oder Mindestabstand zu nachgeordneten Baueinheiten, die empfindlich gegen ungleichmäßigen Luftstrom sind;
- Mischcharakteristik nach 6.7.3;
- Temperaturgradient (Schichtung);
- Gefahr der Vereisung;
- Gefahr der Kondensatbildung;
- Druckabfall an den Klappen zur Berechnung der Differenz der Volumenströme bei unterschiedlichen Klappenstellungen.

## 6.7.3 Anforderungen

### 6.7.3.1 Allgemeines

Die Mischeinheit kann die Luftströme und die Druckverhältnisse in der RLT-Anlage und somit im gesamten Gebäude stark beeinflussen. Die Qualität der Mischung wird durch den Gesamttemperaturmischgrad (siehe 6.7.3.2) charakterisiert.

Die Mischgrade müssen bei folgenden Stellungen der Umluftklappen gemessen werden: 90 % geöffnet, 50 % geöffnet und 20 % geöffnet.

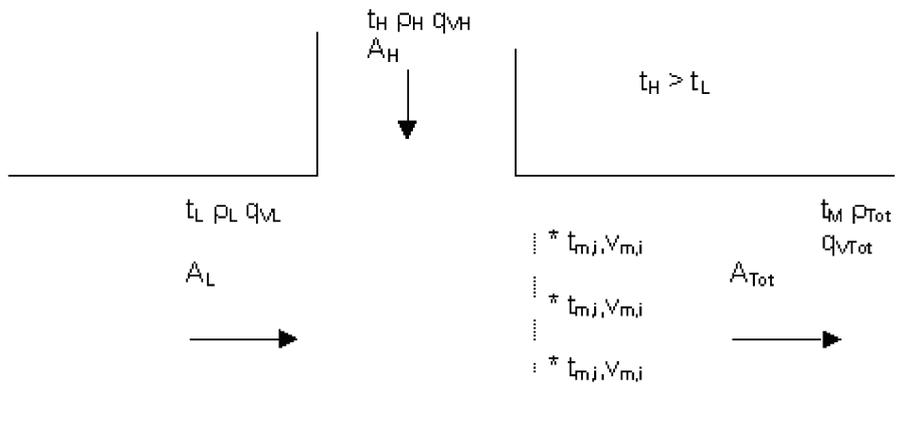
Zur Bestimmung der niedrigsten oder höchst möglichen Lufttemperatur unmittelbar hinter der Mischeinheit muss die mittlere Temperatur des Mischluftstroms aus den Größen des Außenluftstroms und des Umluftstroms nach Gleichung (12) berechnet werden.

Die Querschnittsflächen, Temperaturen, Strömungsgeschwindigkeiten und Dichtewerte entsprechen der Darstellung auf Bild 8. Index „H“ bezieht sich auf den Luftstrom bei der höheren Temperatur, „L“ bezieht sich auf den Luftstrom bei der niedrigeren Temperatur und „tot“ auf den aus der Mischeinheit austretenden Luftstrom.

$$t_M = \frac{t_H \cdot \rho_H \cdot q_{vH} + t_L \cdot \rho_L \cdot q_{vL}}{\rho_{tot} \cdot q_{vtot}} \quad (12)$$

Die mittlere Strömungsgeschwindigkeit wird nach Gleichung (13) berechnet

$$V_M = \frac{q_v}{A_{tot}} \quad (13)$$



**Bild 8 — Größen zur Berechnung der mittleren Geschwindigkeit, der mittleren Temperatur und zur Definition des Mischgrades**

### 6.7.3.2 Temperaturmischgrad

Die Temperatur und die Strömungsgeschwindigkeit werden nach 6.7.4 hinter der Mischeinheit gemessen (siehe Bild 8).

Der Temperaturmischgrad wird nach Gleichung (14) berechnet

$$\eta_{\text{mix}} = \left( 1 - \frac{t_{\text{max}} - t_{\text{min}}}{t_H - t_L} \right) \times 100 \% \quad (14)$$

Dabei ist

- $\eta_{\text{mix}}$  ist der Mischgrad, in %;
- $t_{\text{max}}$  ist die höchste Temperatur in der Messebene hinter der Mischeinheit, in °C;
- $t_{\text{min}}$  ist die niedrigste Temperatur in der Messebene hinter der Mischeinheit, in °C;
- $t_H$  die höchste Temperatur der eintretenden Luft, in °C;
- $t_L$  die tiefste Temperatur der eintretenden Luft, in °C.

In Tabelle 7 ist die Einteilung des Temperaturmischgrades in Klassen angegeben.

**Tabelle 7 — Temperaturmischgrad**

Klasse	Mischgrad %
M1	$\geq 95$
M2	$85 \leq \eta < 95$
M3	$70 \leq \eta < 85$
M4	$50 \leq \eta < 70$
M5	$< 50$

### 6.7.3.3 Gleichmäßigkeit des Luftstroms nach der Mischeinheit

Die Gleichmäßigkeit des Luftstroms nach der Mischeinheit wird nach Gleichung (15) berechnet.

ANMERKUNG Wegen der oft sehr unregelmäßigen und turbulenten Luftströmung unmittelbar hinter der Mischeinheit können die Messungen der Strömungsgeschwindigkeit an diesen Punkten sehr ungenau sein und die Ergebnisse sollten nur für die grobe Abschätzung des Mischgrades und des Geschwindigkeitsprofils verwendet werden.

$$\frac{v_{\min}}{v_m} \leq U \leq \frac{v_{\max}}{v_m} \quad (15)$$

Dabei ist

$U$  ist der Gleichförmigkeitsgrad der Strömung; begrenzt durch das niedrigste und höchste Verhältnis der minimalen und maximalen Geschwindigkeit zur mittleren Geschwindigkeit;

$v_{\min}$  ist die niedrigste Geschwindigkeit im Raster am Ende der Mischeinheit, in  $\text{m} \times \text{s}^{-1}$ ;

$v_{\max}$  ist die höchste Geschwindigkeit im Raster am Ende der Mischeinheit, in  $\text{m} \times \text{s}^{-1}$ ;

$v_m$  ist die berechnete mittlere Geschwindigkeit im Schnittpunkt am Ende der Mischeinheit, in  $\text{m} \times \text{s}^{-1}$ .

### 6.7.4 Messungen

Diese Methode ist für Zwecke der Bemessung separater Mischeinheiten unter Prüfstandsbedingungen anwendbar. Für Prüfungen vor Ort, die für Bemessungszwecke nicht geeignet sind, siehe 6.7.5. Der Wirkungsgrad in einem realen RLT-Gerät hängt auch von der Konfiguration des gesamten Gerätes und davon ab, wie es mit dem System verbunden ist.

#### 6.7.4.1 Messung der Lufttemperatur

Die Lufttemperaturen müssen an einem Raster nach der Mischeinheit, unmittelbar vor der Stelle, an der eine bestimmte Mischqualität vorliegen muss, gemessen werden. Es sollten jeweils mindestens drei Temperaturfühler in gleichen Abständen in vertikaler und horizontaler Richtung auf dem Raster angebracht werden. Der Abstand zwischen dem Gehäuse und den nächsten Temperaturfühlern sollte größer als 25 mm sein und der Abstand zwischen benachbarten Temperaturfühlern sollte mindestens 100 mm, aber nicht mehr als 300 mm betragen.

Der Abstand zwischen dem Gehäuse und den nächsten Messpunkten sollte gleich dem halben Abstand zwischen den folgenden Messpunkten sein. Für Bemessungszwecke müssen sich die Temperaturen der beiden ankommenden Luftströme, die gemischt werden sollen, um mindestens 25 K unterscheiden.

#### 6.7.4.2 Messung der Strömungsgeschwindigkeit der Luft

Die Messungen der lokalen Strömungsgeschwindigkeiten müssen an den gleichen Stellen im Raster wie die Temperaturmessungen unter Verwendung von richtungsempfindlichen Sonden durchgeführt werden, um ausschließlich die axialen Geschwindigkeitskomponenten zu messen, z. B. eine Kombination von Messungen mit einem Pitot-Staurohr und einem Mikromanometer erfüllt diese Anforderung.

#### 6.7.4.3 Messung der Luftvolumenströme

Die Messung der Luftvolumenströme ist auf jeder Seite der Mischeinheit durchzuführen. Es müssen die Methoden nach EN ISO 5167-1, ISO 3966 oder ISO 5801 angewendet werden.

### **6.7.5 Vor-Ort-Prüfung des Mischgrades**

Vor-Ort-Prüfungen sind oft erforderlich, um die Funktion der Mischeinheit in existierenden Anlagen zu überprüfen, z. B. während der Inbetriebnahme, bei periodischer Inspektion der Anlage oder wenn ein vorhandenes RLT-Gerät durch Hinzufügen neuer Baueinheiten oder Komponenten modifiziert wird. Für Bemessungszwecke ist eine Vor-Ort-Prüfung nicht geeignet.

**ANMERKUNG** Wenn die Temperaturdifferenz zwischen den beiden Luftströmen verringert wird, nimmt die Genauigkeit der Vor-Ort-Prüfung des Temperaturmischgrades ab. Es wird empfohlen, die Vor-Ort-Prüfung bei einer möglichst hohen Temperaturdifferenz durchzuführen. Wenn die Temperaturdifferenz weniger als 10 K beträgt, sollte nur der Gleichförmigkeitsgrad protokolliert werden.

## **6.8 Befeuchter**

### **6.8.1 Allgemeines**

Luftbefeuchtereinheiten müssen in einer Art und Weise betrieben werden können, dass von ihnen keine Gesundheitsgefahren ausgehen. Die Auswahl der Materialien, die in Befeuchtern verwendet werden, muss unter dem Gesichtspunkt des Korrosionsschutzes, der Hygiene, der bakteriostatischen und bakteriziden Oberflächeneigenschaften, der Möglichkeiten des Abbaus durch Mikroben, der Widerstandsfähigkeit gegenüber Desinfektionsmitteln, den Reinigungsmöglichkeiten und wo zutreffend, der Widerstandsfähigkeit gegenüber den jeweiligen Reinigungsverfahren erfolgen. Die verwendeten Kunststoffe dürfen keine Quelle für Nährböden für ein mikrobielles Wachstum darstellen.

Für RLT-Geräte mit Zuluftbefeuchtern (Ausnahme: Dampfbefeuchter) wird die Ausstattung mit mindestens zwei Filterstufen empfohlen, wobei der Befeuchter zwischen der ersten und zweiten Filterstufe anzuordnen ist. Befeuchter (Ausnahme: Dampfbefeuchter) dürfen nicht unmittelbar vor Luftfiltern oder Schalldämpfern eingebaut werden. Die erste Filterstufe muss aus hygienischen Gründen der Filterklasse F7 entsprechen. Verwendung findende Dichtungsmaterialien müssen geschlossporig sein und dürfen keine Feuchtigkeit aufnehmen.

Nur Befeuchterwasser, dessen Bakterienkonzentration nicht der Gesundheit abträglich ist, darf zu lufttechnischen Zwecken verwendet werden. Sobald der Verdacht besteht, dass die Anzahl der Bakterien das zulässige Maß überschreitet, muss das Befeuchterwasser auf pathogene Bakterien überprüft werden.

Der obere Grenzwert für nicht pathogene Bakterien beträgt  $10\,000 \text{ KBE}^1) \times \text{ml}^{-1}$ . Jedoch sollte ab einer Konzentration von  $1\,000 \text{ KBE} \times \text{ml}^{-1}$  im Befeuchterwasser die Anlage überprüft und gereinigt werden.

**ANMERKUNG** Dies sind Standardwerte, nationale Vorschriften, Normen und Richtlinien dürfen andere Grenzwerte festlegen.

Die Instandhaltungsanleitungen des Herstellers müssen verfügbar sein und beachtet werden.

In den Fällen, in denen Befeuchter mit Umlaufwasser betrieben werden, ist es aus Gründen einer Reduzierung von Bakterien, gelösten Feststoffen und Schmutzpartikeln besser, die gesamte Wäscherwanne vollständig zu entleeren als kontinuierlich Wasser abzulassen.

Desinfektionsmittel können während der Reinigung verwendet werden, nachdem die gesamte angelagerte Verschmutzung entfernt worden ist.

Bei Verdunstungsbefeuchtern muss während ihres Betriebes ein ausreichender Überlauf eingestellt sein. In den Stillstandszeiten muss eine komplette Entleerung der Wanne erfolgen. UV-Bestrahlung und regelmäßiges Spülen werden empfohlen.

---

1) KBE – Kolonie bildende Einheiten

## 6.8.2 Kategorien

Befeuchter werden entsprechend der Bauweise in folgende Kategorien unterteilt:

- Sprühbefeuchter:           A: Luftwäscher  
                                      B: Ultraschallbefeuchter  
                                      C: Hochdruckzerstäuber
- Verdunstungsbefeuchter: D: Kontaktbefeuchter
- Dampfbefeuchter:         E

## 6.8.3 Anforderungen

### 6.8.3.1 Tropfenabscheidung an nachgeordneten Komponenten

Um die Tropfenabscheidung an Komponenten zu vermeiden, die dem Befeuchter nachgeordnet sind, muss die Länge der Befeuchtereinheit entsprechend bemessen werden und/oder es müssen geeignete Komponenten für die Abscheidung von Wasser (z. B. Tropfenabscheider) installiert werden.

### 6.8.3.2 Oberflächenbeschaffenheit des Befeuchtergehäuses

Beispiele von Werkstoffen für die Oberflächen von Befeuchtergehäusen:

Kategorien A, C:           Innenflächen aus nichtrostendem Stahl oder korrosionsbeständigem Aluminium (mindestens AlMg) oder glasfaserverstärktem Kunststoff (GfK).

Kategorien B, D, E:       Innenflächen Stahlblech, verzinkt und beschichtet (Pulverbeschichtung oder 2-Schicht-Nasslackierung mit Grund- und Decklack mindestens 60 µm) oder Stahlblech verzinkt und bandbeschichtet.

### 6.8.3.3 Konstruktive Einzelheiten

Die konstruktiven Anforderungen für unterschiedliche Kategorien sind in Tabelle 8 festgelegt.

Tabelle 8 — Konstruktive Details unterschiedlicher Befeuchter

Nummer	Anforderungen	Befeuchterkategorie
1	Teile des Befeuchters sind zu Reinigungs- und Wartungszwecken über eine Inspektionstür oder -klappe leicht zugänglich	A bis D
2	Eingebaute Teile, wie Tropfenabscheider, Düsen und Rohre, sind demontierbar	A bis E
3	Sämtliche wasserführenden Teile sind korrosionsbeständig	A bis E
4	Auffangwannen aus korrosionsbeständigen Werkstoffen, z. B. nichtrostendem Stahl oder Aluminium (mindestens AlMg)	A bis E
5	Auffangwanne, alle Flächen geneigt, vollständig entleerbar	A, C, D
6	Schauglas (lichte Weite mindestens 150 mm) und Innenbeleuchtung	B bis E
7	Schauglas (lichte Weite mindestens 150 mm) mit Verdunkelungsmöglichkeit und Innenbeleuchtung (mindestens IP 65) Völlig entleert und automatisch getrocknet (Trockenlaufeinrichtung) Wenn Beleuchtung extern angebracht ist, muss ebenfalls dafür Sorge getragen werden, dass, wenn das Licht ausgeschaltet ist, kein Licht in die Befeuchterkammer eindringen kann	A
8	Trockenlaufschutz für die Pumpe	A, C, D
9	Ist zur Vermeidung von Keimwachstum die Anwendung von Desinfektionsmaßnahmen notwendig, so dürfen ausschließlich Verfahren angewendet werden, deren Wirksamkeit und gesundheitliche Unbedenklichkeit in der Praxis nachgewiesen wurde. Desinfektionsmittel dürfen über die Befeuchtung nicht in die Raumluft gelangen.	A bis E
10	Automatische Abschlämmvorrichtung	A, D
11	Befeuchtergehäuse bei Überdruck und Unterdruck wasserdicht	A, C

#### 6.8.3.4 Prüfung von adiabaten Befeuchtern

Bei der Prüfung des Wirkungsgrades von adiabaten Befeuchtungssystemen sind die nachfolgenden physikalischen Größen zu ermitteln:

- Luftvolumenstrom ( $q_v$ );
- Massenstrom des zufließenden Wassers ( $q_w$ );
- Massenstrom des abgeführten und überfließenden Wassers ( $q_d$ );
- Mittleren Lufttemperatur vor Eintritt in den Befeuchter ( $t_1$ );
- Mittlere Lufttemperatur nach dem Befeuchter ( $t_2$ );
- Feuchtkugeltemperatur (Sättigung) ( $t_3$ ).

Der Befeuchtungsgrad  $\eta_h$  bemisst sich nach Bild 9.

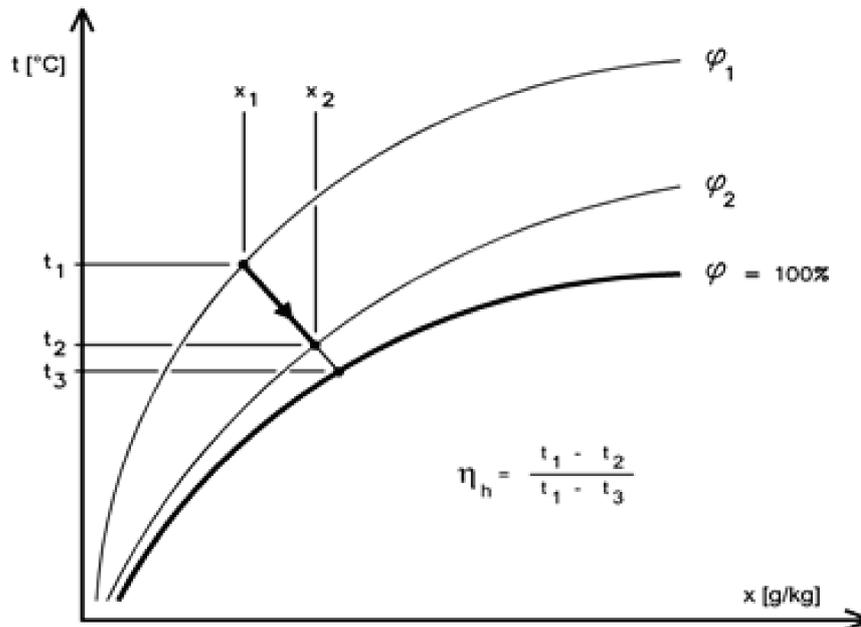


Bild 9 — Befeuchtungsgrad

Um eine zufriedenstellende Messgenauigkeit zu erzielen, muss der Unterschied zwischen der Lufttemperatur vor dem Eintritt in den Befeuchter  $t_1$  und der Feuchtkugeltemperatur  $t_3$  mindestens 10 K betragen. Soweit erforderlich ist die Luft vor ihrem Eintritt in den Befeuchter zu erwärmen.

Unter Prüfungsbedingungen darf die Abweichung zwischen dem über die Luft  $q_{hv}$  und dem über das Wasser  $q_{hw}$  ermittelten Befeuchtungsgrad nicht größer als 10 % sein.

$$q_{hv} = q_v \cdot (x_2 - x_1) \quad (16)$$

$$q_{hw} = q_w - q_d \quad (17)$$

Dabei ist

$q_v$  der Luftvolumenstrom, in  $\text{m}^3 \times \text{s}^{-1}$ ;

$q_w$  der Massenstrom des zufließenden Wassers, in  $\text{kg} \times \text{s}^{-1}$ ;

$q_d$  der Massenstrom des abgeführten und überfließenden Wassers, in  $\text{kg} \times \text{s}^{-1}$ .

Der Wasserfaktor ist das Verhältnis von dem Wasserstrom, der nicht für die Befeuchtung verwendet wird und dem, dem Befeuchter zugeführten Wasser. Der Befeuchtungsgrad darf nicht mit dem Wasserverbrauch oder dem abgeführten Wasser (Abwasser) verwechselt werden.

## **6.9 Filtereinheiten**

### **6.9.1 Allgemeine Anforderungen**

Die Aufgabe von Luftfiltern in RLT- Anlagen ist es nicht nur, die belüfteten Innenräume, sondern auch die RLT- Anlage selbst vor einer zu starken Verschmutzung zu schützen. Dies wird durch die Verwendung von Feinstaubfiltern der Filterklasse F5 bis F9 nach EN 779 gewährleistet. Bei der Herstellung von Luftfiltern dürfen keine Komponenten bzw. Materialien verwendet werden, die Mikroben als Nährstoff dienen können.

Die Anforderungen bezüglich der Luftdichtheit, der mechanischen Festigkeit und der Bypassleckage sind in EN 1886 festgelegt.

An der Bedienungsseite der Filtereinheit muss sich in der Seitenwand eine Inspektionstür befinden. Breite und Höhe der Tür müssen größer als die Außenabmessungen der auswechselbaren Filterbestandteile sein. An der Tür zugewandten Seite und unmittelbar vor den von vorn zugänglichen Filtern muss ein freier Raum verbleiben, der beim Entfernen und Auswechseln der Filter ungehinderten Zugriff ermöglicht.

Die Filtereinheit muss mit Anschlüssen für einen Druckwächter bzw. ein Manometer ausgestattet sein.

Zur Berücksichtigung der klimatischen Bedingungen (z. B. niedrige Temperaturen, Feuchtigkeit, Sand und Salznebel) können zusätzliche Anforderungen festgelegt werden.

**ANMERKUNG** In kalten Klimaten kann die Möglichkeit der Ansammlung von Raureif das leichte Vorwärmen der Zuluft erforderlich machen, und bei starkem Nebel in der Außenluft kann die von den Filtern ablaufende Feuchtigkeit besondere Anforderungen hinsichtlich des Korrosionsschutzes nach sich ziehen.

### **6.9.2 In RLT-Geräten installierte Filter**

Um die luftführenden Bauteile soweit als möglich sauber zu halten, ist die erste Filterstufe so dicht als möglich am Ansaug zu platzieren. Zusätzliche Grobstaubfilter G1 bis G 4 sind zulässig. Um die Luftleitungen sauber zu halten, ist die zweite Filterstufe auf der Auslassseite vor Beginn des Zuluftkanals anzuordnen.

Erfolgt eine einstufige Filterung, so sind Filter mindestens der Klasse F7 einzubauen.

Erfolgt eine zweistufige Filterung, muss der Zuluftventilator zwischen der ersten und zweiten Filterstufe angeordnet werden. Um ein mikrobielles Wachstum auf Luftfiltern der zweiten oder höheren Filterstufe zu vermeiden, ist die relative Luftfeuchte im Bereich der Filter auf 90 % relative Feuchte zu begrenzen (eine Unterschreitung des Taupunktes im Bereich der Filter ist grundsätzlich zu vermeiden). Luftfilter dürfen nicht unmittelbar nach Kühlern mit Entfeuchtungsfunktion und nach Befeuchtern (Ausnahme: Dampfbefeuchter) angeordnet werden.

Werden Taschenfilter verwendet, so darf deren Filterfläche je m<sup>2</sup> Gerätequerschnittsfläche mindestens 10 m<sup>2</sup> betragen. Die verwendeten Dichtungen müssen geschlossenporig sein, dürfen keine Feuchtigkeit aufnehmen und keinen Nährboden für Mikroorganismen bilden. Ein dauerhafter Dichtsitz der Dichtungen muss gewährleistet sein (z. B. Handhabung von der Schmutzluftseite aus). Ab einer internen Höhe von 1,6 m sollte die Ventilatorenkammer mit einem Kontrollfenster (Sichtglas mit einem Durchmesser von mindestens 150 mm) und einer Innenbeleuchtung ausgestattet sein.

Bei der Auswahl von Ventilatoren muss der Wert der Druckdifferenz am Filter beim Bemessungsvolumenstrom gleich dem Durchschnitt aus den Anfangs- und den Endwerten der Druckdifferenz am unverschmutzten bzw. am staubbeladenen Filter sein.

Die Filtereinheit muss mit Druckmesseinrichtungen ausgestattet sein.

**ANMERKUNG 1** Durch Staubansammlung verursachte Schwankungen des Volumenstroms sollten in technischen Spezifikationen angegeben werden. Falls für eine Anwendung keine speziellen Grenzwerte vorgeschrieben sind, gilt eine Volumenstromänderung basierend auf  $\pm 10\%$  der durchschnittlichen Druckdifferenz als annehmbar.

Die Druckdifferenz einer staubbeladenen Filtereinheit darf die in Tabelle 9 angegebenen Werte nicht überschreiten. Geringere Endwerte der Druckdifferenz können vorgeschrieben werden, wo dieses angebracht ist.

Filter für RLT-Geräte zur Lüftung und Klimatisierung von Aufenthaltsräumen müssen nach EN 779 in Klassen eingeteilt und geprüft sein.

**Tabelle 9 — Höchste Enddruckdifferenz von Filtern**

Filterklasse	Enddruckdifferenz
G1 bis G4	150 Pa
F5 bis F7	200 Pa
F8 bis F9	300 Pa

ANMERKUNG 2 Die in Tabelle 9 angegebenen Enddruckdifferenzen sind die typischen Höchstwerte für RLT-Geräte im Betrieb und aus Gründen der Energieeinsparung niedriger als die in EN 779 für die Einteilung in Klassen verwendeten Werte, und die aus Prüfungen nach EN 779 gewonnenen Leistungskriterien werden bei diesen geringeren Druckdifferenzwerten nicht immer erreicht.

Folgende Daten müssen gut sichtbar (z. B. durch Aufkleber) auf der Filtereinheit angegeben werden: Filterklasse, Art des Filtermaterials, Enddruckdifferenz. Beim Wechseln der Filter muss der Anwender diese Informationen überprüfen und aktualisieren.

## 6.10 Schalldämpfereinheiten

Die Leistungskriterien von Schalldämpfereinheiten müssen nach EN ISO 7235 geprüft werden.

Um die Verbreitung von Geräuschen zu reduzieren sollten Schalldämpfer in unmittelbarer Nähe der Geräuschquelle angeordnet werden. In RLT-Geräten sollten Schalldämpfer vorzugsweise direkt vor und hinter dem Ventilator eingebaut werden. Aus hygienischen Gründen dürfen sie nicht unmittelbar nach Kühlern mit Entfeuchtungsfunktion oder anderen Feuchtigkeit einbringenden Einrichtungen angeordnet werden.

Um ein ungehindertes An- und Abströmen sicherzustellen, ist ein Mindestabstand zu anderen Einbauteilen von  $1,0 \times$  (Anströmung) bzw.  $1,5 \times$  (Abströmung) max. Kulissenbreite vorzusehen. Die einzelnen Kulissen müssen zur Reinigung demontierbar sein und aus dauerhaft abriebfestem Material bestehen, das gesundheitlich unbedenklich ist. Ein Ablösen von Fasern während dem Betrieb darf nicht erfolgen. Durch die Verwendung von Anströmkalotten kann der Luftwiderstand reduziert werden.

## 7 Zusätzliche Hygieneanforderungen für spezielle Anwendungen

### 7.1 Allgemeines

RLT-Geräte für hohe hygienische Anforderungen (z. B. Krankenhäuser, Reinräume, pharmazeutische Industrie) müssen außerdem die in diesem Abschnitt festgelegten Anforderungen erfüllen.

### 7.2 Zugänglichkeit

Die Komponenten von RLT-Geräten müssen über Zugangstüren, die sowohl anström- als auch abströmseitig vor als auch nach dem Gerät angeordnet sind, zu Reinigungszwecken erreichbar sein oder sie müssen alternativ dazu einfach und sicher ausgebaut werden können.

### **7.3 Oberflächenglätte**

Besonders im Bodenbereich des Gehäuses sind keinerlei halboffene Profile oder Stöße zulässig, an denen sich Verunreinigungen und Schmutz anlagern können und die schlecht zu reinigen sind. Sämtliche faserigen und porösen Werkstoffe, ausgenommen sind auswechselbare Komponenten, wie Filtereinsätze, müssen durch geeignete glatte Werkstoffe geschützt werden, die häufiger Reinigung standhalten. Schrauben und ähnliche Komponenten dürfen nicht aus den Innenwänden herausragen.

### **7.4 Kontrollfenster und Beleuchtung**

Alle Einheiten müssen mit Kontrollfenstern und Innenbeleuchtung versehen sein, um mindestens die Ventilatoren, die Filter, die Befeuchter und die Kühler überprüfen zu können.

### **7.5 Entwässerung und Verhinderung der Kondensatbildung, Befeuchter**

Der obere Grenzwert für nichtpathogene Bakterien in dem für Befeuchter für Luftbehandlungszwecke verwendeten Wasser beträgt  $1\,000 \text{ KBE} \times \text{ml}^{-1}$ . Enthält das Wasser für den Befeuchter mehr als  $100 \text{ KBE} \times \text{ml}^{-1}$  Bakterien, sollte die Anlage überprüft und gereinigt werden.

**ANMERKUNG** Dies sind Standardwerte, nationale Vorschriften, Normen und Richtlinien dürfen andere Grenzwerte festlegen.

Es ist angebracht, zur Reduzierung der Keimzahl UV-Sterilisatoren zu verwenden. Bei deren Bemessung und Justierung muss jedoch darauf geachtet werden, dass kein Ozon entsteht und in den versorgten Raum gelangt.

Biozide können nur verwendet werden, wenn sie unter keinen Umständen schädlich für die Gesundheit der Personen in den von dem RLT-Gerät versorgten Bereichen sind.

### **7.6 Luftdichtheit**

Bei Installationen mit höheren Anforderungen an die Hygiene oder die Energieeffizienz müssen Verschlussklappen mit der Dichtheitsklasse 4 in der Zuluft- und der Abluft verwendet werden. Die Gehäuseundichtheit darf die Klasse L2 (R) nach EN 1886 nicht überschreiten.

## **8 Anweisungen für Aufstellung, Betrieb und Wartung**

### **8.1 Aufstellung**

Das RLT-Gerät ist nach den Anweisungen des Herstellers aufzustellen.

Die Anweisungen für Aufstellung und Inbetriebnahme sollten vorhandenen Normen, Vorschriften und Regelwerken entsprechen. Die Anweisungen sollten Informationen zu dem für Wartung, Montage und Abstützungen erforderlichen Platzbedarf usw. enthalten, vorzugsweise mit detaillierten Zeichnungen und/oder technischen Daten. Die Anschlüsse für die Wasserversorgung, das Abwassersystem und die elektrischen Versorgungsleitungen sollten ebenfalls in detaillierten Zeichnungen angegeben werden. Das Gerät sollte sich problemlos an diese Systeme anschließen lassen und für Service- oder Reparaturzwecke ebenso leicht davon zu trennen sein.

Für Kran- bzw. Gabelstaplertransport müssen RLT-Geräte mit geeigneten Hebevorrichtungen wie zum Beispiel Kranösen, Hölzern oder Paletten ausgestattet sein.

Gefährdete Einbauteile, z. B. Ventilatoren auf Federisolatoren, müssen mittels Transportsicherungen geschützt werden. Ein Hinweis am Gerät über erforderliches Entfernen bei der Montage ist anzubringen.

Besonders empfindliche Ein- oder Anbauteile im Bereich der Gerätetrennstellen sind durch geeignete Maßnahmen vor Beschädigung zu schützen (z. B. vollständige Abdeckung frei zugänglicher Lamellenpakete bei Wärmeaustauschern).

## 8.2 Betrieb und Wartung

Die Anweisungen für Betrieb und Wartung sollten folgende Angaben enthalten:

- Anweisungen für die Sicherheit bei Betrieb und Wartung;
- Anweisungen für In-Betrieb- und Außer-Betrieb-Setzung der Anlage;
- Anweisungen für die Überwachung der Betriebsmittel und Instrumente, regelmäßige Inspektionen, Empfehlungen für Inspektionsintervalle;
- Beschreibung des Normalbetriebs des Gerätes, Anweisungen hinsichtlich der Schutz- und Kontrolleinrichtungen, Anweisungen für die Fehlersuche;
- Anweisungen für Betrieb und Reinigung, mit Zeichnungen. Für Komponenten, die regelmäßig gewartet oder gewechselt werden müssen, ist ein Plan für voraussichtlichen Service und eine Liste der Ersatzteile und des Zubehörs erforderlich;
- Plan für voraussichtliche regelmäßige Inspektionen.

Für jede funktionelle Baueinheit des RLT-Gerätes sind entsprechende Anweisungen für Betrieb und Wartung erforderlich.

## 8.3 Dokumentation und Kennzeichnung

RLT-Geräte müssen Typenschilder besitzen, die eine dauerhafte Kennzeichnung und Befestigung aufweisen.

Neben Hersteller, Typ und Auftragsnummer müssen zusätzlich alle erforderlichen technischen Daten eindeutig genannt sein. Gemeinsam mit dem RLT-Gerät muss eine Gerätezeichnung mit allen Haupt- und Kanal-Anschlussmaßen, ein Auslegungsdatenblatt, eine Ersatzteilliste, sowie eine Montage-, Inbetriebnahme- und Instandhaltungsanleitung ausgeliefert werden.

## Anhang A (informativ)

### RLT-Geräte – Wärmerückgewinnung – Abtauen – Anforderungen und Prüfung

#### A.1 Allgemeines

Dieser Anhang umfasst die Laboratoriumsprüfung der korrekten Funktion und der Energierückgewinnung von RLT-Geräten mit Luft-Luft-Wärmeaustauschern der Kategorie I oder II nach EN 308 auf dem Prüfstand unter Bedingungen, bei denen Vereisung auftreten kann. Die Prüfungen werden bei vorgeschriebenen Betriebspunkten durchgeführt und das Ergebnis kann für Vergleichszwecke und zur Berechnung der während einer längeren Zeitspanne, üblicherweise innerhalb eines Jahres, zurückgewonnene Wärme verwendet werden.

**ANMERKUNG** Für die Prüfung von Luft-Luft-Wärmeaustauschern im Prüfstand wird in EN 308 eine Methode zur Prüfung von Undichtheiten, Druckdifferenz und Temperaturverhältnis auf Prüfständen beschrieben. In kalten Klimaten tritt bei Wärmeaustauschern der Kategorien I und II jedoch häufig das Problem der Vereisung auf. Weil das Abtauen nicht nur den Wärmeaustauscher selbst, sondern die gesamte Luftbehandlungseinheit betrifft, wird in diesem Anhang eine Methode zur Prüfung der Abtauvorrichtungen sowie der Vereisungsschutzeinrichtungen von RLT-Geräten festgelegt. Vereisung kann bei niedrigen Außentemperaturen auftreten, wenn die Luft im Gebäude Feuchtigkeit aufnimmt. Der Verlust an zurückgewonnener Energie kann beträchtlich sein. Die Art des Wärmeaustauschers, der Wirkungsgrad und die Ablufttemperatur können ebenfalls den Grad der Vereisung beeinflussen. Bei Kreuzstrom-Wärmeaustauschern treten diese Probleme typischerweise bei Außentemperaturen unter  $-5^{\circ}\text{C}$  auf, wenn die Luft nicht nur aus menschlichen Ausdünstungen, sondern auch infolge von Aktivitäten und Prozessen wie Kochen, Waschen und Trocknen Feuchtigkeit aufnimmt.

#### A.2 Abtauen

##### A.2.1 Abtauwärmeleistungszahl

$$\varepsilon_D = \frac{\sum_{i=1}^k [q_{m22,i} \times c_{p2} \times (t_{22,i} - t_{21,i}) \Delta \tau_i] - Q_{\text{defr}}}{q_{m11} \sum_{i=1}^k c_{p1} \times (t_{11,i} - t_{21,i}) \Delta \tau_i} \quad (\text{A.1})$$

Dabei ist

- $\varepsilon_D$  die Abtauwärmeleistungszahl;
- $k$  die Anzahl der Messungen während der gesamten Messzeit;
- $\Delta \tau$  das Probenahmeintervall, in s;
- $Q_{\text{defr}}$  der Gesamtenergieaufwand für das Abtauen während eines vollständigen Zyklus Vereisen/Abtauen, in J.

### A.2.2 Azyklisches Abtauen

Das Gerät ist mit einer unterbrechungsfrei arbeitenden Abtaufunktion ausgestattet, die das Vereisen auf einen konstanten Wert begrenzt oder verhindert. Die statische Druckdifferenz an der Abluftseite bleibt unverändert.

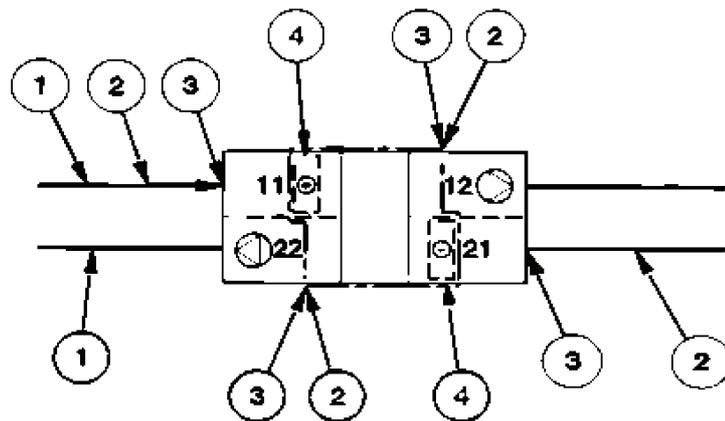
### A.2.3 Zyklisches Abtauen

Die Einheit lässt Vereisung mit einer anschließenden Abtauphase zu. Das hat einen zyklischen Anstieg bzw. eine zyklische Abnahme der Druckdifferenz an der Abluftseite zur Folge.

## A.3 Prüfung

### A.3.1 Prüfstand

Das vollständige RLT-Gerät muss mit seinen eigenen Ventilatoren betrieben werden und mit externen Luftleitungen versehen sein, damit sichergestellt ist, dass die Abtauvorrichtung in ähnlicher Weise wie unter realen Bedingungen arbeitet. Beim Nennluftstrom sowohl an der Zuluftseite als auch an der Abluftseite muss der externe Gesamtdruckverlust 250 Pa betragen. Der Druckverlustkoeffizient an den äußeren Teilen des Prüfstandes muss während der Prüfung konstant bleiben, so dass der Luftstrom nur durch die Vereisung beeinflusst werden kann. Die Umgebungstemperatur muss  $(20 \pm 3)^\circ\text{C}$  betragen (siehe Bild A.1).



#### Legende

1	Messung der Luftvolumenströme	11	Ablufteintritt
2	Messung des statischen Druckes	12	Abluftaustritt
3	Messung der Temperatur	21	Zulufteintritt
4	Messung der Abtauenergie	22	Zuluftaustritt

Bild A.1 — Prüfanordnung für die Abtauprüfung

### A.3.2 Betriebspunkte

Die Leistungskriterien für die Wärmerückgewinnung müssen für die beiden folgenden Betriebspunkte bestimmt werden:

Luftstrom	Zuluft	$q_{m2} = q_{mn}$
	Abluft	$q_{m1} = q_{mn}$

ANMERKUNG 1 Es handelt sich um die Anfangswerte der Luftströme. Beide Luftströme dürfen sich während der Messdauer ändern.

Temperatur und Luftfeuchte	Abluft, Saugseite	+20°C, 30 % relative Luftfeuchte
	Zuluft, Saugseite 1	-7°C
	Zuluft, Saugseite 2	-15°C

ANMERKUNG 2 Für besondere Anwendungsfälle, z. B. höhere Feuchtwerte in der Abluft, sollten andere Betriebspunkte betrachtet werden.

Bei einer Leistungsprüfung muss die Probenahme während mehrerer vollständiger Abtauzyklen erfolgen. Die Gesamtprüfdauer muss mindestens 3 Zyklen umfassen und die Mindestprüfdauer muss 6 h betragen. Bei azyklischem Abtauen muss die Messung im stationären Zustand erfolgen. Diese Bedingung ist erreicht, wenn die Temperaturen stabil sind und der Druckabfall der Abluft des Wärmeaustauschers,  $\Delta p_1$ , während der Prüfung um weniger als 5 % vom Mittelwert abweicht.

Die Arbeitsweise der Abtaueinrichtung muss bei denselben Betriebspunkten kontrolliert werden. Bei der Prüfung einer zyklisch arbeitenden Abtaueinrichtung darf die Schwankung des Druckabfalls,  $\Delta p_1$ , zwischen unterschiedlichen Zyklen 5 % nicht überschreiten. Azyklische Anlagen können als den Anforderungen entsprechend angesehen werden, wenn sie unter Betriebsbedingungen stabil arbeiten.

### A.3.3 Prüfdurchführung

Wo sie anwendbar und wenn nichts anderes angegeben ist, gilt EN 308. Zusätzlich zu den zutreffenden Anforderungen in EN 308 muss die Prüfung nach A.3.4 und A.3.5 durchgeführt werden.

### A.3.4 Prüfung der Abtauwärmeleistungszahl

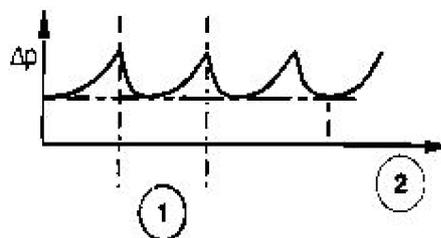
Der Mittelwert der Temperaturen,  $t_{11}$  und  $t_{21}$ , muss in beiden Baueinheiten während der Prüfung auf 1°C auf die in A.3.2 angegebene Temperatur eingestellt werden. Während der Prüfung darf die größte Abweichung vom Mittelwert 1,5°C betragen.

Die gesamte zum Abtauen zugeführte Energie muss bei der Berechnung der Abtauwärmeleistungszahl berücksichtigt werden. Die Temperaturen der Luftströme, die Abtauenergie und der Druckabfall müssen während der Prüfung kontinuierlich gemessen werden. Der zeitliche Abstand der einzelnen Messungen sollte 60 s nicht überschreiten.

### A.3.5 Gesamtmessdauer

Bei azyklischem Abtauen muss die Messdauer nach Erreichen des stationären Zustandes 30 min betragen.

Bei zyklischem Abtauen muss die Gesamtmessdauer nach Bild A.2. mindestens drei Zyklen umfassen.



**Legende**  
 1 Zyklus  
 2 Zeit s

**Bild A.2 — Messdauer für zyklisches Abtauen**

## A.4 Prüfbericht

### A.4.1 Wärmeaustauscher

Es ist eine Beschreibung der Abtaueinrichtung anzufertigen. Sämtliche Einstellungen der Parameter zur Kontrolle des Abtauens, wie Zeit und Temperatur, müssen im Prüfbericht eindeutig angegeben werden.

### A.4.2 Abtauwärmeleistungszahl

Es müssen folgende Parameter angegeben werden:

- Nennwert der Parameter zu Beginn der Prüfung, der Mittelwert der Parameter sowie Diagramme, die die zeitliche Abhängigkeit der Parameter während der Prüfdauer zeigen:

$q_{m1}$	$q_{m2}$	$t_{11}$	$t_{21}$	$\varepsilon_D$	$Q_{\text{defr}}$	$\Delta p_1$
$\text{kg} \times \text{s}^{-1}$	$\text{kg} \times \text{s}^{-1}$	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C}$	%	W	Pa

- Gesamtmessdauer;
- Zykluszeit.

## Anhang B (informativ)

### Zentrale raumlufttechnische Geräte - Wärmerückgewinnung - Eigenschaften

#### B.1 Effizienz der Wärmerückgewinnung

Die thermische Qualität eines Wärmerückgewinnungssystems (WRG) wird wesentlich bestimmt durch das Verhältnis der Temperaturänderung ( $\eta_t$ ) (Temperaturänderungsgrad). Mit der möglichen Übertragung von Feuchte kann die Effizienz der Wärmerückgewinnung ebenfalls mit dem Wirkungsgrad der Enthalpieübertragung oder durch die Kombination der Temperaturänderung und der Feuchteänderung ( $\Psi$ ) (Feuchteübertragungsgrad) beschrieben werden.

Der thermische Übertragungsgrad gibt die Beziehung zwischen der möglichen Temperaturänderung einer WRG und der maximal möglichen Temperaturänderung (Temperaturpotenzial zwischen Außenluft und Abluft) an. Er resultiert aus den Wärmebilanzen:

$$\eta_t = \text{Nutzen der WRG} / \text{Potenzial der WRG}$$
$$\eta_t = Q_{WRG} / Q_P \quad (\text{B.1})$$

Dabei ist

$$Q_{WRG} = \text{die Leistung der WRG, [kW];}$$
$$Q_P = \text{die maximal mögliche Leistung auf Grund des Temperaturpotenzials, [kW];}$$

wobei

$$Q_{WRG} = q_{m2} \times c_{pA} \times (t_{22} - t_{21}) \quad (\text{B.2})$$

oder

$$Q_{WRG} = q_{m2} \times (h_{22} - h_{21}) \quad (\text{B.3})$$

dabei ist

$$q_m = \text{der Massenstrom der Luft, [kg / s];}$$
$$c_{pA} = \text{die spezifische Wärmekapazität der Luft, [kJ / kg K];}$$
$$t = \text{die Temperatur der Luft, [°C];}$$
$$h = \text{die Enthalpie der Luft, [kJ / kg].}$$

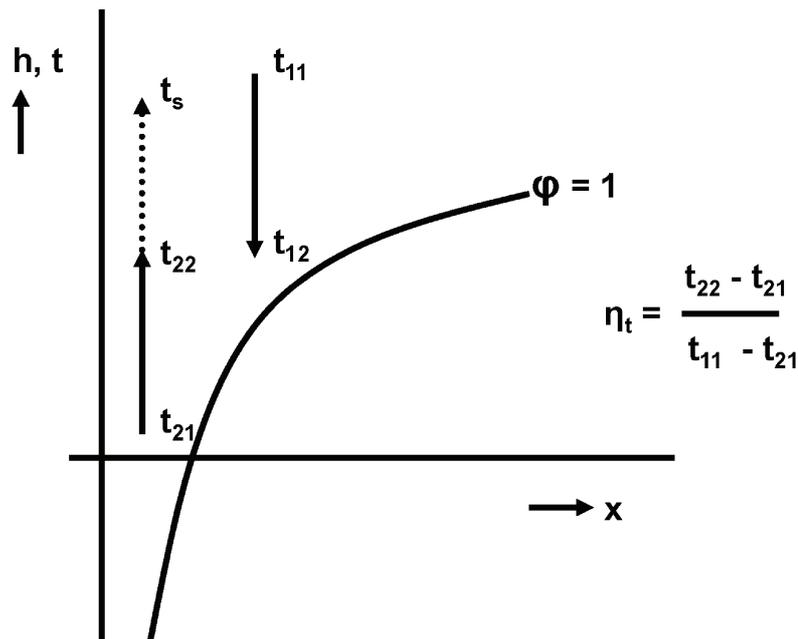
Die maximale mögliche Leistung ergibt sich aus dem Temperaturpotenzial und somit aus der Temperaturdifferenz zwischen Abluft ( $t_{11}$ ) und Außenluft ( $t_{21}$ ), (siehe Bild B.1).

Daraus folgt:

$$\eta_t = Q_{WRG} / Q_P = q_{m2} \times c_{pA} \times (t_{22} - t_{21}) / [q_{m2} \times c_{pA} \times (t_{11} - t_{21})] \quad (\text{B.4})$$

und der Temperaturänderungsgrad:

$$\eta_t = (t_{22} - t_{21}) / (t_{11} - t_{21}) \quad (\text{B.5})$$



**Bild B.1 — Wärmerückgewinnung im hx-Diagramm (Winterbetrieb, Erwärmung der Zuluft nach der Wärmerückgewinnung auf die Temperatur  $t_s$ )**

Im Fall einer möglichen Feuchteübertragung ergibt sich der Feuchteübertragungsgrad ( $\eta_x$ ) gleichermaßen aus:

$$\eta_x = (x_{22} - x_{21}) / (x_{11} - x_{21}) \quad (\text{B.6})$$

Dabei ist

$x$  = die absolute Feuchte der Luft, [g / kg].

Hierbei ist zu beachten, dass der Wirkungsgrad der Feuchteübertragung, im Gegensatz zum Temperaturänderungsgrad nicht konstant ist und stark von der Feuchtedifferenz zwischen den beiden Luftströmen abhängt. Diese Potenzial ergibt sich aus:

$$K = x_{11} - x_{2s} \quad (\text{B.7})$$

dabei ist

$x_{2s}$  = die Feuchte des Kaltluftstromes  $x_{21}$  im Sättigungszustand.

Bei sorptiven Wärmeübertragern hängt deren Potenzial zusätzlich vom Temperaturunterschied der beiden Luftströme ab.

Zusammenfassend kann der Enthalpieübertragungsgrad berechnet werden mit:

$$\eta_h = (h_{22} - h_{21}) / (h_{11} - h_{21}) \quad (\text{B.8})$$

dabei ist

$$h = c_{pA} \times t + x \times (c_{pD} \times t + r_0) \quad (\text{B.9})$$

mit

$c_{pA}$  = spezifische Wärmekapazität der Luft, [kJ / (kg × K)];

$t$  = Temperatur der Luft, [°C];

$c_{pD}$  = spezifische Wärmekapazität von Wasserdampf, [kJ / (kg × K)];

$r_0$  = Verdampfungswärme von Wasser, [kJ / kg].

Unter trockenen Bedingungen mit  $\Delta x = 0$  errechnet sich die Enthalpie aus:

$$h = c_{pA} \times t \quad (\text{B.10})$$

Unter diesen Bedingungen ist der Temperaturänderungsgrad gleich dem Enthalpieänderungsgrad  $\eta_{th}$ . Zur Fehlervermeidung sind die Übertragungsgrade entsprechen der EN 308 nur für die Zuluftseite definiert. Ergänzend ist eine Definition der Übertragungsgrade auch für die Abluft physikalisch möglich.

## B.2 Bewertung

In der überwiegenden Betriebszeit kann Kondensation auf der Abluftseite ausgeschlossen werden. Aus diesem Grunde ist die Definition von Übertragungsgraden unter trockenen Konditionen unverzichtbar.

Während der kurzen Betriebszeit unter Kondensationsbedingungen auf der Abluftseite steigt der Wirkungsgrad durch die Verbesserung der Wärmeübertragung, sowie durch die günstigeren Temperaturunterschiede durch die latenten Enthalpieanteile deutlich an. Auf Grund der geringen Häufigkeiten (Stundenanzahl) dieser Bedingungen hat dies jedoch kaum einen Einfluss auf die wirtschaftlichen Kennzahlen der WRG.

Ergänzend zu dem thermischen Übertragungsgrad wird die WRG zusätzlich durch die Druckverluste beschrieben.

## B.3 Ermittlung der Hilfsenergien

Die Druckverluste der WRG bestimmen die Hilfsenergien und den Aufwand um die WRG zu betreiben. Diese Hilfsenergien werden durch elektrische Antriebe verursacht (Ventilatoren und andere energieverbrauchende Ausrüstungen, z. B. Pumpen). Der erforderliche Energieverbrauch berechnet sich durch:

$$P_{el} = q_v \times \Delta p_{WRG} \times 1 / \eta_D + P_{el\ aux.} \quad (\text{B.11})$$

dabei ist

$P_{el}$  = elektrische Hilfsleistung, [kW];

$q_v$  = Luft- oder Mediumstrom, [m<sup>3</sup>/s];

$\Delta p_{WRG}$  = Summe der Druckverluste der WRG (Zu- und Abluft), [Pa];

$\eta_D$  = Systemwirkungsgrad der Antriebssysteme (z. B. Ventilatoren), [./.];

$P_{el\ aux.}$  = zusätzliche Hilfsleistungen (z. B. Pumpen), [kW].

Das Verhältnis von Stromverbrauch und thermischer Leistung kann mit der Leistungszahl ( $\epsilon$ ) beschrieben werden:

$$\epsilon = Q_{WRG} / P_{el} \quad (\text{B.12})$$

## B.4 Weitere Eigenschaften

Ferner besteht die Möglichkeit der Definition zusätzlicher Kennzahlen basierend auf Leistungen der WRG oder bezogen auf Energien (Arbeiten), welche sich auf Basis einer Jahresbetrachtung errechnen. Diese werden in dieser Norm nicht behandelt.

## B.5 Wirkungsgrad

Der Wirkungsgrad einer WRG kann über die thermischen und elektrischen Leistungen definiert werden. Wird keine Hilfsenergie zum Betrieb des HRS benötigt, ist der Temperaturänderungsgrad gleich dem thermischen Wirkungsgrad des WRG. Der Wirkungsgrad stellt einen kombinierten Wert des Temperaturänderungsgrades und der Leistungszahl ( $\epsilon$ ) dar:

$$\eta_e = \text{Nutzen der WRG} / \text{Potenzial der WRG}$$

$$\eta_e = (Q_{\text{WRG}} - P_{\text{el}}) / Q_{\text{P}}$$

und

$$\eta_e = (1 - P_{\text{el}} / Q_{\text{WRG}}) / (Q_{\text{P}} / Q_{\text{WRG}})$$

$$\eta_e = (1 - 1 / \epsilon) / (1 / \eta_t)$$

$$\eta_e = \eta_t \times (1 - 1 / \epsilon)$$

$$\eta_e = \eta_t \times (1 - P_{\text{el}} / Q_{\text{WRG}})$$

Der repräsentative jährliche Wirkungsgrad sollte auf dem jährlichen Energieverbrauch (Aufwand), bezogen auf Jahresenergieberechnungen basieren. Während die thermische Leistung stark von den Außentemperaturen abhängt, ist der Hilfsenergiebedarf über das Jahr relativ konstant. Die Methode der Jahresenergiebetrachtung kann ebenfalls auf die weiteren Kennzahlen der WRG übertragen werden.

## B.6 Jahresenergiebetrachtung

Die identischen Kennwerte, basierend auf Gesamtarbeiten, können in der Folge zur Berechnung der weiteren Kennzahlen herangezogen werden. Dies hat den Vorteil der Bildung von Durchschnittskennwerten der WRG. Und ergibt eine bessere Möglichkeit der Bewertung als dies mit leistungsbezogenen Kennwerten möglich ist. Diese Werte hängen aber sehr stark vom Einfluss der Randbedingungen der Berechnung ab.

Jahresarbeitszahl COP:

$$\epsilon_a = W_{\text{WRG}} / W_{\text{el}} \quad (\text{B.13})$$

Dabei ist

$$W = \Sigma (Q \times t) \text{ [kWh]}$$

Jahreswirkungsgrad:

$$\eta_{\text{ea}} = \text{Nutzen der WRG} / \text{Potenzial der WRG}$$

$$\eta_{\text{ea}} = (1 - W_{\text{el}} / W_{\text{WRG}}) / (W_{\text{P}} / W_{\text{WRG}})$$

$$\eta_{\text{ea}} = \eta_{\text{ta}} \times (1 - 1 / \epsilon_a)$$

Jahreswirkungsgrad bezogen auf Primärenergie:

$$\eta_{\text{ea}} = (1 - f \times W_{\text{el}} / W_{\text{HRS}}) / (W_{\text{P}} / W_{\text{HRS}})$$

$$\eta_{\text{ea}} = \eta_{\text{t}} \times (1 - f / \epsilon_a)$$

dabei ist

$f$  = der Primärenergiefaktor (z. B.  $f = 2$ ).

## Literaturhinweise

- [1] EN 305, *Wärmeaustauscher — Begriffe und allgemeine Festlegungen bei der Prüfung zur Leistungsbestimmung*
- [2] EN 10088-2, *Nichtrostende Stähle — Teil 2: Technische Lieferbedingungen für Blech und Band aus korrosionsbeständigen Stählen für allgemeine Verwendung*
- [3] EN 13030, *Lüftung von Gebäuden — Endgeräte — Leistungsprüfung von Wetterschutzblenden bei Beanspruchung durch Beregnung*
- [4] EN 60034-2, *Drehende elektrische Maschinen — Teil 2: Verfahren zur Bestimmung der Verluste und des Wirkungsgrades von drehenden elektrischen Maschinen aus Prüfungen (ausgenommen Maschinen für Schienen- und Straßenfahrzeuge) (IEC 60034-2:1972 + IEC 60034-2A:1974 + A1:1995 + A2:1996)*
- [5] EN ISO 9614-1, *Akustik — Bestimmung der Schalleistungspegel von Geräuschquellen aus Schallintensitätsmessungen — Teil 1: Messungen an diskreten Punkten (ISO 9614-1:1993)*
- [6] EN ISO 9614-2, *Akustik — Bestimmung der Schalleistungspegel von Geräuschquellen aus Schallintensitätsmessungen — Teil 2: Messung mit kontinuierlicher Abtastung (ISO 9614-2:1996)*
- [7] EN ISO 9614-3:2002, *Akustik — Bestimmung der Schalleistungspegel von Geräuschquellen aus Schallintensitätsmessungen — Teil 3: Scanning-Verfahren der Genauigkeitsklasse 1 (ISO 9614-3:2002)*
- [8] ISO 5168, *Measurement of fluid flow — Procedures for the evaluation of uncertainties (Durchflussmessung von Fluiden — Unsicherheitsermittlung)*
- [9] ISO 3966, *Measurement of fluid flow in closed conduits — Velocity area method using Pitot static tubes (Durchflussmessung von Fluiden in geschlossenen Leitungen — Netzmessung mittels Staudrucksonden)*