

DIN EN 16798-5-2

ICS 91.140.30; 91.120.10

Einsprüche bis 2015-07-01
Ersatzvermerk
siehe unten**Entwurf****Energieeffizienz von Gebäuden –
Modul M 5-6, M 5-8 –****Lüftung von Gebäuden – Berechnungsverfahren für den Energiebedarf
von Lüftungssystemen – Teil 5-2: Verteilung und Erzeugung (Revision
von EN 15241) – Methode 2;****Deutsche und Englische Fassung prEN 16798-5-2:2015**Energy performance of buildings –
Modules M5-6, M5-8 –Ventilation for buildings – Calculation methods for energy requirements of ventilation
systems – Part 5-2: Distribution and generation (revision of EN 15241) – method 2;
German and English version prEN 16798-5-2:2015Performance énergétique des bâtiments –
Modules M5-6, M5-8 –Ventilation des bâtiments – Méthodes de calcul pour les besoins énergétiques des
systèmes de ventilation et de conditionnement d'air – Partie 5-2: Distribution et génération
(révision de l'EN 15241) – méthode 2;
Version allemande et anglaise prEN 16798-5-2:2015**Anwendungswarnvermerk**

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2015-05-01 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und
Stellungnahme vorgelegt.

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

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal des DIN unter www.entwuerfe.din.de bzw. für Norm-
Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de,
sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an nhrs@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle
kann im Internet unter www.din.de/stellungnahme oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE
unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Heiz- und Raumlufttechnik (NHRs), 10772 Berlin
(Hausanschrift: Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin).

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

Ersatzvermerk

Vorgesehen mit DIN EN 15241:2011-06 und E DIN EN 16798-5-1:????-?? als Ersatz für die 2011-06
zurückgezogene Norm DIN EN 15241:2007-09

Gesamtumfang 78 Seiten

DIN-Normenausschuss Heiz- und Raumlufttechnik (NHRs)
DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN 16798-5-2:2015) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 156 „Lüftung von Gebäuden“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom BSI gehalten wird.

Das zuständige deutsche Gremium ist der NA 041-05-02 AA „Energetische Bewertung von raumluft- und klimakältetechnischen Anlagen“ im DIN Normenausschuss Heiz- und Raumluftechnik (NHRS).

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung der prEN 16798-5-2 beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Änderungen

Gegenüber DIN°EN 15241:2007-09 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Umstellung des Inhalts gegenüber EN 15242:2007, um eine bessere Anpassung an die modulare Struktur nach EN 15603 zu erreichen. Im Zuge der Umstellung wurde der Inhalt der EN 15241:2007 in zwei getrennte Teile (prEN 16798-5-1 und prEN 16798-5-2) aufgeteilt. Diese Norm deckt Lüftungssysteme ab, die für Wohngebäude vorgesehen sind;
- b) Aufnahme von Lüftungssystemen, die für Wohngebäude vorgesehen sind (einschließlich Erwärmung und Kühlung der Luft; für die Definition siehe EN 13779 rev., Modul M5-1);
- c) verbesserte Berechnung der Ventilatorenergie unter Berücksichtigung der Regelstrategien des TC 247 und der ventilatorbezogenen Produktnormen/Daten;
- d) verbesserte Berechnung von Wärmerückgewinnungsanlagen, die den Wirkungsgrad und die Hilfsenergie in Abhängigkeit von der Regelung bereitstellen;
- e) Formatierung entsprechend des neuen Regelsatzes nach prCEN/TS 16629, Detaillierte technische Regeln für das EPB-Normenpaket.

Energieeffizienz von Gebäuden — Module M5-6, M5-8 — Lüftung von Gebäuden — Berechnungsverfahren für den Energiebedarf von Lüftungssystemen — Teil 5-2: Verteilung und Erzeugung (Revision von EN 15241) — Methode 2

Performance énergétique des bâtiments — Modules M5-6, M5-8 — Ventilation des bâtiments — Méthodes de calcul pour les besoins énergétiques des systèmes de ventilation et de conditionnement d'air — Partie 5-2 : Distribution et génération (révision de l'EN 15241) — méthode 2

Energy performance of buildings — Modules M5-6, M5-8 — Ventilation for buildings — Calculation methods for energy requirements of ventilation systems — Part 5-2: Distribution and generation (revision of EN 15241) — method 2

ICS:

Deskriptoren

Dokument-Typ: Europäische Norm
Dokument-Untertyp:
Dokument-Stage: CEN-Umfrage
Dokument-Sprache: D
STD Version 2.5a

Inhalt

	Seite
Vorwort	3
Einleitung.....	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	7
4 Symbole und Abkürzungen	8
4.1 Symbole	8
4.2 Indizes	8
4.3 Abkürzungen	9
5 Beschreibung des Verfahrens	9
5.1 Ergebnisse des Verfahrens	9
5.2 Optionales Verfahren	10
6 Verfahren	10
6.1 Ausgabedaten	10
6.2 Berechnungszeitschritte	11
6.3 Eingabedaten	12
6.3.1 Datenquelle	12
6.3.2 Produktdaten	12
6.3.3 Daten zur Systemauslegung	15
6.3.4 Betriebsbedingungen	15
6.3.5 Konstanten und physikalische Daten	16
6.4 Berechnungsverfahren	17
6.4.1 Anwendbarer Zeitschritt	17
6.4.2 Berechnung der Betriebsbedingungen	17
6.4.3 Energieberechnung	21
7 Qualitätslenkung	30
8 Übereinstimmungsprüfung	30
Anhang A (normativ) Muster für Eingabedaten und Auswahlmöglichkeiten	31
A.1 Daten zur Produktbeschreibung — Wärmepumpe	31
A.2 Technische Produktdaten	32
A.3 Daten zur Systemauslegung	32
Anhang B (informativ) Standard-Eingabedaten	35
B.1 Daten zur Produktbeschreibung	35
B.2 Technische Produktdaten	35
B.3 Daten zur Systemauslegung	36
Literaturhinweise	39

Vorwort

Dieses Dokument (prEN 16798-5-2:2015) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 156 „Lüftung von Gebäuden“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom BSI gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN 15241:2007 ersetzen.

Einleitung

Diese Norm ist Teil eines Satzes von Normen, die zur Unterstützung der Umsetzung der Richtlinie zur Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (EPBD) erarbeitet wurden und nachfolgend „EPB-Normen“ genannt werden.

EPB-Normen behandeln die Berechnung der Gesamtenergieeffizienz sowie weitere zugehörige Aspekte (wie z. B. die Anlagenbemessung) mit dem Ziel der Bereitstellung der in der EPBD betrachteten Gebäudeversorgungsarten.

TC 156 behandelt Lüftungs- und Klimaanlage in Gebäuden. Bei den vom TC 156 abgedeckten Themen handelt es sich um folgende:

- 1) Berechnung der Gesamtenergieeffizienz von Lüftungs-, Klima- und Kühlanlagen;
- 2) Inspektion von Lüftungs- und Klimaanlage.

Diese Norm ersetzt EN 15241, die während der Gültigkeitsdauer des ersten EPBD-Mandats erarbeitet und 2007 veröffentlicht wurde.

Die Überarbeitung für die Aufnahme in das zweite Mandatspaket wurde durch CEN/TC 156 WG 21 vorgenommen.

Die Überarbeitung umfasst die Aufteilung der früheren EN 15241:2007 in zwei getrennte Teile.

- prEN 16798-5-1 (deckt vollständige Klimaanlage ab);
- prEN 16798-5-2 (deckt Lüftungssysteme ab, die für Wohngebäude vorgesehen sind).

Die Überarbeitung dieser Norm prEN 16798-5-2 umfasst folgende Änderungen:

- Umstellung des Inhalts gegenüber EN 15242:2007, um eine bessere Anpassung an die modulare Struktur nach EN 15603 zu erreichen;
- Aufnahme von Lüftungssystemen, die für Wohngebäude vorgesehen sind (einschließlich Erwärmung und Kühlung der Luft; für die Definition siehe EN 13779 rev., Modul M5-1);
- verbesserte Berechnung der Ventilatorenergie unter Berücksichtigung der Regelstrategien des TC 247 und der ventilatorbezogenen Produktnormen/Daten;
- verbesserte Berechnung von Wärmerückgewinnungsanlagen, die den Wirkungsgrad und die Hilfsenergie in Abhängigkeit von der Regelung bereitstellen;
- Formatierung entsprechend dem neuen Regelsatz nach CEN/TS 16629, *Detaillierte technische Regeln für das EPB-Normenpaket*;
- Berücksichtigung der in der Zwischenzeit durch ISO/TC 205 vorgenommenen Arbeit.

Die Norm wurde aktualisiert, um speziell den monatlichen oder jahreszeitlichen Zeitschritt zu berücksichtigen.

1 Anwendungsbereich

Tabelle 1 stellt die relative Position der vorliegenden Norm im Satz der EN-EPB-Normen dar.

Tabelle 1 — Position der vorliegenden Norm in der Modulstruktur

Rahmennorm		Gebäude (als solches)		Technische Gebäudeausrüstung										
	Beschreibungen		Beschreibungen		Beschreibungen	Heizung	Kühlung	Lüftung	Befeuchtung	Entfeuchtung	Brauchwarmwasser	Beleuchtung	Gebäudeautomation	Photovoltaik, Wind, ...
sub1	M1	sub1	M2	sub1		M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11
1	Allgemeines	1	Allgemeines	1	Allgemeines									
2	Allgemeine Begriffe; Symbole, Einheiten und Indizes	2	Energiebedarf des Gebäudes	2	Bedarf									
3	Anwendungen	3	(Freie) Innenraumbedingungen ohne Anlagen	3	Höchstlast und -leistung									
4	Arten der Darstellung der Gesamtenergieeffizienz	4	Arten der Darstellung der Gesamtenergieeffizienz	4	Arten der Darstellung der Gesamtenergieeffizienz									
5	Gebäudelfunktionen und Gebäudegrenzen	5	Wärmeübertragung durch Transmission	5	Emission und Regelung									
6	Gebäudebelegung und Betriebsbedingungen	6	Wärmeübertragung durch Infiltration und Lüftung	6	Verteilung und Regelung									
7	Kumulation von Energieversorgungsarten und Energieträgern	7	Innere Wärmegevinne	7	Speicherung und Regelung									
8	Gebäudeaufteilung	8	Solare Wärmegevinne	8	Erzeugung und Regelung									
9	Berechnete Gesamtenergieeffizienz	9	Gebäudedynamik (thermisch wirksame Masse)	9	Lastverteilungs- und Betriebsbedingungen									
10	Gemessene Gesamtenergieeffizienz	10	Gemessene Gesamtenergieeffizienz	10	Gemessene Gesamtenergieeffizienz									
11	Inspektion	11	Inspektion	11	Inspektion									

Rahmennorm		Gebäude (als solches)		Technische Gebäudeausrüstung										
	Beschreibungen		Beschreibungen		Beschreibungen	Heizung	Kühlung	Lüftung	Befeuchtung	Entfeuchtung	Brauchwarmwasser	Beleuchtung	Gebäudeautomation	Photovoltaik, Wind, ...
sub1	M1	sub1	M2	sub1		M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11
12	Arten der Darstellung der Behaglichkeit in Innenräumen	12	—	12	GMS									
13	Äußere Umgebungsbedingungen													
14	Wirtschaftlichkeitsberechnungen													

Diese Norm behandelt die Berechnung der Gesamtenergieeffizienz von mechanischen Lüftungssystemen. Sie berücksichtigt die Teile zur Erzeugung (zentrales raumluftechnisches Gerät) und zur Verteilung (Luftleitungssystem). Sie behandelt nicht den Teil zur Emission (Berechnung der erforderlichen Luftvolumenströme und/oder Zuluftbedingungen), der durch prEN 16798-7 (überarbeitete EN 15242) abgedeckt ist.

Ein Berechnungsverfahren für Klimaanlage unter Anwendung eines stündlichen Berechnungszeitschritts ist in einer separaten Norm, prEN 16798-5-1, enthalten.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, 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 1507:2006, *Lüftung von Gebäuden — Rechteckige Luftleitungen aus Blech — Anforderungen an Festigkeit und Dichtheit*

EN ISO 7345:1995, *Wärmeschutz — Physikalische Größen und Definitionen* (ISO 7345:1987)

EN 12237:2003, *Lüftung von Gebäuden — Luftleitungen — Festigkeit und Dichtheit von Luftleitungen mit rundem Querschnitt aus Blech*

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

EN 13141 (alle Teile), *Lüftung von Gebäuden — Leistungsprüfungen von Bauteilen/Produkten für die Lüftung von Wohnungen*

EN 14239, *Lüftung von Gebäuden — Luftleitungen — Messung von Luftleitungsoberflächen*

EN 16147:2011, *Wärmepumpen mit elektrisch angetriebenen Verdichtern — Prüfungen und Anforderungen an die Kennzeichnung von Geräten zum Erwärmen von Brauchwarmwasser*

prEN 16798-3:2014, *Energieeffizienz von Gebäuden — Teil 3: Lüftung von Nichtwohngebäuden — Anforderungen an die Leistung von Lüftungs- und Klimaanlage und Raumkühlsystemen* (Überarbeitung der EN 13779)

prEN 16573:2013, *Lüftung von Gebäuden — Leistungsprüfung von Bauteilen für Wohnbauten — Multifunktionale Zu-/Abluft-Lüftungseinheiten für Einzelwohnungen, einschließlich Wärmepumpen* (Überarbeitung der EN 15241) — Verfahren 2

prEN 15603:2014, *Energetische Bewertung von Gebäuden — Rahmennorm für EPB (Gebäude-Energie-Effizienz)*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach EN ISO 7345:1995, prEN 15603:2014, EN 12792:2003, prEN 16798-3:2014 und die folgenden spezifischen Begriffe.

3.1.1

gekühlter Bereich

Raum, der auf eine definierte Sollwerttemperatur gekühlt wird

3.1.2

Wärmeverluste der Luftleitungen

Wärmeverluste der Luftleitungen (durch Undichtheit und Wärmeübertragung)

3.1.3

aus der Lüftungszone abgezogener Leckluftvolumenstrom der Luftleitungen

aus der Lüftungszone in die Abluftleitungen abgezogene Leckluft

3.1.4

in die Lüftungszone hineingehender Leckluftvolumenstrom der Luftleitungen

in die Lüftungszone hineingehende Leckluft aus den Zuluftleitungen

3.1.5

Abluftvolumenstrom aus der Lüftungszone

aus der Lüftungszone abgezogener Abluftvolumenstrom

3.1.6

Wärmeverluste des AHU

Wärmeverluste des zentralen raumluftechnischen Geräts (durch Undichtheit und Wärmeübertragung)

3.1.7

Wärmeübertragung durch Vorwärmung/Vorkühlung

durch Vorwärmung und Vorkühlung an die Außenluft übertragene Wärme

3.1.8

durch Umwälzung übertragene Wärme

durch Umwälzung der Abluft an die Außenluft übertragene Wärme

3.1.9

durch Wärmerückgewinnung übertragene Wärme

durch Wärmerückgewinnung aus der Abluft an die Außenluft übertragene Wärme

3.1.10

rückgewinnbare Wärmeverluste des AHU

Wärmeverluste des zentralen raumluftechnischen Geräts (durch Undichtheit und Wärmeübertragung), rückgewinnbar für Heizung und Kühlung (negative Werte)

3.1.11

rückgewinnbare Wärmeverluste der Luftleitungen

Wärmeverluste der Luftleitungen (durch Undichtheit und Wärmeübertragung), rückgewinnbar für Heizung und Kühlung (negative Werte)

3.1.12

erforderlicher Eingang der Heizschlange des AHU

zur Erwärmung der Zuluft auf den Sollwert dem zentralen raumluftechnischen Gerät zuzuführende Wärme

3.1.13

erforderliche Wassereintrittstemperatur der Heizschlange

zur Erwärmung der Zuluft auf den Sollwert erforderliche Wassereintrittstemperatur der Heizschlange

3.1.14

Außenluftanteil der Zuluft

Anteil der Außenluft in der Zuluft

3.1.15

Zuluftvolumenstrom in die Lüftungszone

in die Lüftungszone hineingehender Zuluftvolumenstrom

3.1.16

belüfteter Bereich

Raum, der belüftet wird

3.1.17

Lüftungs-Hilfsenergie

für die Durchführung der Lüftung erforderliche Hilfsenergie (für Antriebe mit Wärmerückgewinnung, elektrische Vorwärmung und Regelung)

4 Symbole und Abkürzungen

4.1 Symbole

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Symbole nach prEN 15603:2014, EN 12792:2003 und die spezifischen Symbole nach Tabelle 2.

Tabelle 2 — Symbole und Einheiten

Symbol	Größe	Einheit
F	Wert der Gradstunden für das Vorwärmen der Luft	Kh
H	Oberflächen-Wärmeübertragungskoeffizient	$W/(m^2 \cdot K)$
R	Verdampfungswärme des Wassers	kWh/kg
X	Feuchtegehalt	kg/kg _{dry air}
V	Geschwindigkeit	m/s

4.2 Indizes

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Indizes nach prEN 15603:2014 und die spezifischen Indizes nach Tabelle 3.

Tabelle 3 — Indizes

Index	Benennung	Index	Benennung
amb	Umgebung	lea	Undichtheit
cas	Gehäuse	nc	nicht konditioniert
cnd	konditioniert	nom	Nenn-
damp	feucht (durch Wasser)	out	Ausgang
des	Auslegung	prec	Vorkühlen
dhh	Gradstunde für das Vorwärmen	preh	Vorwärmen
du	Luftleitung	rca	Umluft
e	außen	rh	Wiedererwärmen
hp	Wärmepumpe	req	erforderlich
hr	Wärmerückgewinnung	sur	Umgebungs-
in	Ausgang	xr	Feuchterückgewinnung

4.3 Abkürzungen

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Abkürzungen nach prEN 15603:2014 und die spezifischen Abkürzungen nach Tabelle 4.

Tabelle 4 — Abkürzungen

Abkürzung	Benennung
EHA	Fortluft
ETA	Abluft
IDA	Raumluft
ODA	Außenluft
RCA	Umluft
SUP	Zuluft

5 Beschreibung des Verfahrens

5.1 Ergebnisse des Verfahrens

Das Verfahren deckt die Berechnung des Folgenden ab:

- der einer durch das System versorgten einzelnen Lüftungszone (keine modellhafte Darstellung mehrerer Lüftungszone(n)) zugeführten Luftvolumenströme, beruhend auf den geforderten Werten;
- der Zulufttemperatur und des Feuchtegehalts, beruhend auf den geforderten Werten;
- des Eingangs des Lüftungssystems (für die Ventilatoren erforderliche elektrische Energie);
- des Eingangs des zentralen raumluftechnischen Geräts in Bezug auf Heizung und Kühlung (in die Berechnung der angeschlossenen Heizungs- und Kühlungs-Verteilungsanlagen mit einzubeziehen);

- der für Heizung oder Kühlung rückgewinnbaren Wärme- oder Kälteverluste des Lüftungssystems/der Klimaanlage;
- der Lüftungs-Hilfsenergie (elektrische Energie für Antriebe, Regler, Stellantriebe, ...).

Der Zeitschritt des Ausgangs kann wie folgt sein:

- a) Monate;
- b) Jahre,

entsprechend der Anwendung der Norm und dem Zeitschritt des Eingangs.

5.2 Optionales Verfahren

Ein alternatives Berechnungsverfahren für Klimaanlage unter Anwendung eines stündlichen Berechnungszeitschritts ist in einer separaten Norm, prEN 16798-5-1, enthalten.

6 Verfahren

6.1 Ausgabedaten

Die Ausgabedaten dieses Verfahrens sind in Tabelle 5 aufgelistet.

Tabelle 5 — Ausgabedaten dieses Verfahrens

Bezeichnung	Symbol	Einheit	Bereich	Vorgesehener Verwendungszweck	Variierend
Eingang der Wärmepumpe an elektrischer Energie für Brauchwarmwasser	$Q_{W;V;hp;in}$	kWh	$0 \dots \infty$	M1–9	Ja
Eingang der Wärmepumpe an elektrischer Energie für Raumheizung	$Q_{H;V;hp;in}$	kWh	$0 \dots \infty$	M1–9	Ja
Eingang der Wärmepumpe an elektrischer Energie für Kühlung	$Q_{C;V;hp;in}$	kWh	$0 \dots \infty$	M1–9	Ja
Lüftungsenergie des Ventilators	$E_{V;gen;fan}$	kWh	$0 \dots \infty$	M1–9, M5–4	Ja
Lüftungs-Hilfsenergie	$W_{V;aux}$	kWh	$0 \dots \infty$	M1–9, M5–4	Ja
Rückgewinnbare Wärmeverluste der Luftleitungen	$Q_{Is;V;dis;rbl}$	kWh	$0 \dots \infty$	M2–2	Ja
Rückgewinnbare Wärmeverluste des AHU	$Q_{Is;V;gen;rbl}$	kWh	$0 \dots \infty$	M2–2	Ja
Erforderlicher Eingang der Heizschlange	$Q_{H;V;in;req}$	kWh	$0 \dots \infty$	M3–1	Ja

Bezeichnung	Symbol	Einheit	Bereich	Vorgesehener Verwendungszweck	Variierend
Energieausgang der Wärmepumpe an die Brauchwarmwasseranlage	$Q_{W;V;hp;out}$	kWh	$0 \dots \infty$	M3–1	Ja
Energieausgang der Wärmepumpe an die Kühlanlage	$Q_{C;V;hp;out}$	kWh	$0 \dots \infty$	M4–1	Ja
Wärmeverluste der Luftleitungen	$Q_{Is;V;dis}$	kWh	$0 \dots \infty$	M5–4	Ja
Wärmeverluste des AHU	$Q_{Is;V;gen}$	kWh	$0 \dots \infty$	M5–4	Ja
Durch Wärmerückgewinnung übertragene Wärme	Q_{hr}	kWh	$-\infty \dots \infty$	M5–4	Ja
Mittlerer in die Zone hineingehender Zuluftvolumenstrom	$q_{V;SUP;dis}$	m ³ /h	$0 \dots \infty$	M5–5	Ja
Mittlerer aus der Zone abgezogener Abluftvolumenstrom	$q_{V;ETA;dis}$	m ³ /h	$0 \dots \infty$	M5–5	Ja
Mittlerer in die Zone hineingehender Leckluftvolumenstrom der Luftleitungen	$q_{V;lea;SUP;dis}$	m ³ /h	$0 \dots \infty$	M5–5	Ja
Mittlerer aus der Zone abgezogener Leckluftvolumenstrom der Luftleitungen	$q_{V;lea;ETA;dis}$	m ³ /h	$0 \dots \infty$	M5–5	Ja
Zulufttemperatur	$\vartheta_{SUP;dis;out;k}$	°C	$-273 \dots \infty$	M5–5	Ja
Feuchtegehalt der Zuluft	$x_{SUP;dis;out;k}$	kg/kg _{dry air}	$0 \dots \infty$	M5–5	Ja
Energieausgang der Wärmepumpe an die Raumheisanlage	$Q_{H;V;hp;out}$	kWh	$0 \dots \infty$	M8–1	Ja

6.2 Berechnungszeitschritte

Das in Abschnitt 6 beschriebene Verfahren ist für einen monatlichen Berechnungszeitschritt ausgelegt. Mit den entsprechenden Eingabewerten kann es auch für jährliche Berechnungszeitschritte angewendet werden.

Bei diesem Verfahren entspricht der Ausgabezeitschritt dem Eingabezeitschritt.

Bei diesem Verfahren werden keine dynamischen Auswirkungen berücksichtigt.

Dieses Verfahren kann im Rahmen eines dynamischen Berechnungsschemas angewendet werden.

Sofern unterschiedliche Arten von Lüftungssystemen oder einzelne Bauteile des Lüftungssystems innerhalb einer Lüftungszone vorliegen (z. B. dezentrale Lüftungseinheiten für Einzelräume oder Wiedererwärmen der Zuluft für einzelne Zonen), müssen bei der Berechnung die Flächenverhältnisse angesetzt werden (für die Berechnung siehe den Fachbericht).

6.3 Eingabedaten

6.3.1 Datenquelle

Bei den Eingabedaten zu den Produkten, die für die in dieser Norm beschriebene Berechnung erforderlich sind, muss es sich um die durch den Hersteller bereitgestellten Daten handeln, wenn sie in Übereinstimmung mit den relevanten EN-Produktnormen angegeben werden.

Sind keine derartigen Daten vom Hersteller verfügbar oder handelt es sich bei den erforderlichen Daten nicht um Produktdaten, sind in Anhang B Standardwerte angegeben.

Die in Anhang B angegebenen informativen Standarddaten dürfen durch andere Daten ersetzt werden, beispielsweise auf nationaler Ebene bestimmte Daten. Um die Einhaltung dieses Berechnungsverfahrens sicherzustellen, sind die Eingabedaten entsprechend dem Muster nach dem normativen Anhang A anzugeben.

ANMERKUNG Die Übereinstimmung mit dem Muster nach Anhang A stellt nicht die Übereinstimmung des neuen Datensatzes sicher.

6.3.2 Produktdaten

6.3.2.1 Daten zur Produktbeschreibung (qualitativ)

Diese Norm erfordert keine Daten zur Produktbeschreibung.

6.3.2.2 Technische Produktdaten

6.3.2.2.1 Allgemeines

Bei den Produktdaten muss es sich um durch den Hersteller mithilfe zertifizierter Messungen nach den relevanten Produktnormen angegebene Werte handeln. Sind keine vom Hersteller angegebenen Daten verfügbar, sind im informativen Anhang A Standardwerte angegeben.

Die Werte werden für genormte Bezugs-Prüfbedingungen angegeben. Die angegebenen Werte sind entsprechend den tatsächlichen Betriebsbedingungen anzupassen. Diese Anpassung ist Teil des Berechnungsverfahrens. Dies gilt sowohl für nach genormten Verfahren erhaltene Prüfwerte als auch für Messungen vor Ort.

Die erforderlichen technischen Daten für dieses Berechnungsverfahren sind in Tabelle 6 aufgelistet.

Tabelle 6 — Liste der technischen Eingabedaten für die Produkte

Merkmale	Symbol	Katalog- einheit	Berechnete Einheit	Gültig- keits- intervall	Verweisung	Vari- ierend
Undichtheitsfaktor der Luftleitungen	$f_{\text{lea;du}}$		—		6.3.2.2.2	
Undichtheitsfaktor des AHU	$f_{\text{lea;ahu}}$		—		6.3.2.2.3	
Anzahl auf Stufen	n_{st}		—			Nein
Temperaturübertragungsgrad der Wärmerückgewinnung mit Luftvolumenstrom auf Stufe k	$\eta_{\text{hr;k}}$		—			Nein

Merkmale	Symbol	Katalog- einheit	Berechnete Einheit	Gültig- keits- intervall	Verweisung	Vari- ierend
Wirkungsgrad der Feuchterückgewinnung mit Luftvolumenstrom auf Stufe k	$\eta_{\text{xr};k}$		–			Nein
Oberfläche des AHU	A_{ahu}		m ²			Nein
Wärmeverlustkoeffizient des AHU	U_{ahu}	W/m ² · K	kW/m ² · K			Nein
Maximale Drehzahl der Rotations-Wärmerückgewinnungsanlage	$n_{\text{rot};\text{max}}$		min ⁻¹			Nein
Antriebsleistung des Rotors bei maximaler Drehzahl	$P_{\text{hr};\text{rot};\text{max}}$		kW			Nein
Aufnahme der Regelungseinrichtungen (Sensoren, Stellantriebe, Regler) an elektrischer Energie	$\Sigma P_{\text{el};\text{V};\text{ctrl}}$		kW			Nein
Leistungszahl der Wärmepumpe für Brauchwarmwasser	COP_{W}		–		EN 16147 prEN 16573	Nein
Energieaufnahme der Wärmepumpe für Brauchwarmwasser	$P_{\text{W};\text{hp}}$		W/(m ³ /h)		EN 16147 prEN 16573	Nein
Leistungszahl der Wärmepumpe für Raumheizung	COP_{H}		–		EN 16147 prEN 16573	Nein
Energieaufnahme der Wärmepumpe für Raumheizung	$P_{\text{H};\text{hp}}$		W/(m ³ /h)		EN 16147 prEN 16573	Nein
Leistungszahl der Wärmepumpe für Kühlung	EER		–		EN 16147 prEN 16573	Nein
Energieaufnahme der Wärmepumpe für Kühlung	$P_{\text{C};\text{hp}}$		W/(m ³ /h)		EN 16147 prEN 16573	Nein

6.3.2.2.2 Undichtheitsfaktor der Luftleitungen

Der Undichtheitsfaktor der Luftleitungen wird wie folgt berechnet

$$f_{\text{lea};\text{du}} = 1 + \frac{q_{\text{v};\text{lea};\text{du}}}{q_{\text{v};\text{dis};\text{req}}} \quad (1)$$

Der Luftstrom durch die Undichtheit in der Luftleitung wird wie folgt berechnet:

$$q_{V;lea;du} = \frac{A_{du} \cdot c_{lea;du} \cdot \Delta p_{du}^{e_p}}{3600} \quad (2)$$

Dabei ist

$q_{V;lea;du}$	m ³ /h	der Luftvolumenstrom durch die Undichtheiten in der Luftleitung;
A_{du}	m ²	die Luftleitungsfläche. Sie ist nach EN 14239 zu berechnen;
Δp_{du}	Pa	die Druckdifferenz zwischen Luftleitung und Umgebungsluft — sofern nicht anders festgelegt, wie folgt: in den Zuluftleitungen: der Mittelwert aus der Druckdifferenz am Austritt des AHU und der Druckdifferenz direkt vor dem Luftdurchlass; in den Abluftleitungen: der Mittelwert aus der Druckdifferenz direkt hinter dem Luftdurchlass und der Druckdifferenz am Eintritt des AHU;
$c_{lea,du}$	m ³ /(s · m ²)	für 1 Pa der Luftdichtheitsfaktor der Luftleitungen. Er ist nach EN 12237 (Luftleitungen mit rundem Querschnitt) und EN 1507 (rechteckige Luftleitungen) zu bestimmen;
e_p	—	der Exponent der Druckdifferenz; Standardwert: 0,65.

ANMERKUNG In den genannten Normen gilt nicht die Regel: „Koeffizienten haben Maße; Faktoren sind dimensionslos“; daher wird $c_{lea,du}$ in diesen Normen als Faktor bezeichnet und hat das Symbol c .

Bei Nichtvorliegen ausführlicher Angaben können Undichtheitsfaktoren der Luftleitungen in Abhängigkeit von der Luftdichtheitsklasse der Luftleitung nach Tabelle B.1 angewendet werden.

6.3.2.2.3 Undichtheitsfaktor des zentralen raumlufotechnischen Geräts

Der Undichtheitsfaktor des zentralen raumlufotechnischen Geräts wird wie folgt berechnet:

$$f_{lea;ahu} = 1 + \frac{q_{V;lea;ahu}}{q_{V;dis;req} + q_{V;lea;ahu}} \quad (3)$$

Dabei ist

$q_{V;lea;ahu}$	m ³ /h	der nach EN 13141 bestimmte Leckluftstrom des AHU.
-----------------	-------------------	--

Bei Nichtvorliegen ausführlicher Angaben können Undichtheitsfaktoren der Luftleitungen in Abhängigkeit von der Luftdichtheitsklasse des AHU nach Tabelle B.3 angewendet werden.

6.3.3 Daten zur Systemauslegung

6.3.3.1 Prozessauslegung

Die quantitativen Daten zur Prozessauslegung sind in Tabelle 7 angegeben.

Standarddaten sind, sofern angemessen, in Anhang B angegeben.

Tabelle 7 — Quantitative Daten zur Prozessauslegung

Merkmale	Symbol	Katalog-einheit	Berechnete Einheit	Gültigkeitsintervall	Verweisung	Variierend
Koeffizient der Wärmeübertragung aus der Zuluftleitung in die nicht konditionierte Umgebung	$H_{du;SUP;nc}$	W/K	kW/K	0...∞	*	Nein
Koeffizient der Wärmeübertragung aus der Zuluftleitung in die thermische Zone	$H_{du;SUP;cnd}$	W/K	kW/K	0...∞	*	Nein

6.3.3.2 Regelung

Die Optionen zur Prozessregelung sind wie folgt definiert:

- Regelung des Volumenstroms:
 - zeitabhängige Regelung des Volumenstroms, Dauerbetrieb während Zeiten mit Belegung,
 - mehrstufige variable Regelung des Volumenstroms;
- Regelung der Zulufttemperatur: keine Regelung;
- Regelung der Luftumwälzung: feststehender Anteil der Umluft;
- Regelung der Wärmerückgewinnungsanlage, abhängig von der Art der Wärmerückgewinnung:
 - Plattenwärmeübertrager ohne Regelung der Wärmerückgewinnung,
 - Plattenwärmeübertrager wird umgangen,
 - Rotationswärmeübertrager mit Regelung durch Änderung der Drehzahl;
- Regelung der Wärmepumpe: Ein-/Aus-Verdichter;
- Regelung des Frostschutzes: Frostbildung wird durch Regelung der Austrittstemperatur der Wärmerückgewinnungsanlage verhindert;
- Regelung des Ventilators: keine Regelung.

6.3.4 Betriebsbedingungen

Die für dieses Berechnungsverfahren erforderlichen Betriebsbedingungen sind in Tabelle 8 aufgelistet.

Tabelle 8 — Auflistung der Daten zu den Betriebsbedingungen

Bezeichnung	Symbol	Einheit	Bereich	Ursprungs-modul	Variierend
Berechnungsintervall	t_{ci}	Monat	1...12	M1–9	Nein
Mittlere Außentemperatur während des Berechnungsintervalls	θ_e	°C	–50...+50	M1–13	Ja
Mittlerer Feuchtegehalt der Außenluft während des Berechnungsintervalls	x_e	kg/kg _{dry air}	0...∞	M1–13	Ja
Innentemperatur	θ_i	°C	–50...+50	M2–2	Ja
Temperatur der nicht konditionierten Umgebung der Luftleitung	$\theta_{sur;nc}$	°C	–50...+50	M2–2	Ja
Eingang der Heizschlange des AHU	$Q_{H;V;in}$	kWh	0...∞	M3–1	Ja
Erforderliche Energie der Wärmepumpe für Raumheizung	$Q_{H;V;hp;out;req}$	kWh	0...∞	M3–1	Ja
Erforderliche Energie der Wärmepumpe für Kühlung	$Q_{C;V;hp;out;req}$	kWh	0...∞	M4–1	Ja
Erforderlicher in die Zone hineingehender Zuluftvolumenstrom auf Stufe k	$q_{V;SUP;dis;req;k}$	m ³ /h	0...∞	M5–5	Ja
Erforderlicher aus der Zone abgezogener Fortluftvolumenstrom auf Stufe k	$q_{V;ETA;dis;req;k}$	m ³ /h	0...∞	M5–5	Ja
Mittlere Rücklufttemperatur auf Stufe k	$\theta_{ETA;k}$	°C	0...+50	M5–5	Ja
Mittlerer Feuchtegehalt der Rückluft auf Stufe k	$x_{ETA;k}$	kg/kg _{dry air}	0...100	M5–5	Ja
Erforderliche Energie der Wärmepumpe für Brauchwarmwasser	$Q_{W;V;hp;out;req}$	kWh	0...∞	M8–1	Ja

6.3.5 Konstanten und physikalische Daten

Konstanten und physikalische Daten sind in Tabelle 9 aufgelistet.

Tabelle 9 — Konstanten und physikalische Daten

Bezeichnung	Symbol	Einheit	Wert
Atmosphärendruck	p_{atm}	Pa	100 000
Luftdichte	ρ_a	kg/m ³	1,18
Spezifische Wärme der Luft bei konstantem Druck	c_a	kWh/(kg K)	0,000 279
Verdampfungswärme des Wassers	r_w	kWh/kg	0,680

6.4 Berechnungsverfahren

6.4.1 Anwendbarer Zeitschritt

Dieses Verfahren kann mit einem monatlichen Berechnungszeitschritt angewendet werden. Mit den entsprechenden Eingabewerten kann es mit jährlichen Berechnungszeitschritten angewendet werden:

Es werden explizit keine dynamischen Auswirkungen berücksichtigt, da keine signifikanten Zeitkonstanten gegeben sind.

Dieses Verfahren ist für dynamische Simulationen geeignet.

6.4.2 Berechnung der Betriebsbedingungen

6.4.2.1 Luftvolumenströme

Die mittleren Zu- und Abluftvolumenströme in die bzw. aus der Zone werden auf der Grundlage der auf jeder Stufe k erforderlichen Volumenströme berechnet.

$$q_{V;SUP;dis;k} = q_{V;SUP;dis;req;k} \cdot f_{lea;du} \cdot f_{lea;ahu} \quad (4)$$

$$q_{V;SUP;dis} = \frac{\sum_k (q_{V;SUP;dis;k} \cdot t_{V;k})}{t_{total}} \quad (5)$$

$$q_{V;ETA;dis;k} = q_{V;ETA;dis;req;k} \cdot f_{lea;du} \cdot f_{lea;ahu} \quad (6)$$

$$q_{V;ETA;dis} = \frac{\sum_k (q_{V;ETA;dis;k} \cdot t_{V;k})}{t_{total}} \quad (7)$$

Dabei ist

$q_{V;SUP;dis}$	m ³ /h	der mittlere in die durch das System versorgte Zone hineingehende Zuluftvolumenstrom;
$q_{V;SUP;dis;k}$	m ³ /h	der in die durch das System versorgte Zone hineingehende Zuluftvolumenstrom auf Stufe k ;
$q_{V;SUP;dis;req;k}$	m ³ /h	der erforderliche in die Zone hineingehende Zuluftvolumenstrom auf Stufe k ;
$q_{V;ETA;dis}$	m ³ /h	der mittlere aus der durch das System versorgten Zone abgezogene Abluftvolumenstrom;
$q_{V;ETA;dis;k}$	m ³ /h	der aus der durch das System versorgten Zone abgezogene Abluftvolumenstrom auf Stufe k ;
$q_{V;ETA;dis;req;k}$	m ³ /h	der erforderliche Abluftvolumenstrom aus der Zone auf Stufe k ;
$t_{V;k}$	h	die Betriebszeit des Lüftungssystems auf Stufe k
t_{total}	h	die Gesamtzeit im Zeitschritt (z. B. ein Monat).

Formel (8) wird verwendet, um die Gesamt-Betriebszeit t_V des Lüftungssystems im Zeitschritt mit der Gesamtzeit t_{total} zu berechnen. Sofern $t_V = t_{\text{total}}$ gilt, arbeitet das Lüftungssystem kontinuierlich. Sofern $t_V < t_{\text{total}}$ gilt, ist das Lüftungssystem zeitweise ausgeschaltet.

$$t_V = \sum_k (t_{V,k}) \quad (8)$$

Der mittlere in die Zone hineingehende Leckluftvolumenstrom der Luftleitungen ist wie folgt:

$$q_{V;lea;SUP;dis;k} = (f_{lea;du} - 1) \cdot q_{V;SUP;dis;k} \quad (9)$$

Der mittlere aus der Zone abgezogene Leckluftvolumenstrom der Luftleitungen ist wie folgt:

$$q_{V;lea;ETA;dis;k} = (f_{lea;du} - 1) \cdot q_{V;ETA;dis;k} \quad (10)$$

6.4.2.2 Zulufttemperatur

Die mittlere Temperatur der auf Stufe k in die Zuluftleitungen eintretenden Luft ist wie folgt:

$$\vartheta_{SUP;dis;in;k} = \vartheta_{ODA} + \Delta\vartheta_{preh;k} + \Delta\vartheta_{hr;k} + \Delta\vartheta_{rca;k} + \Delta\vartheta_{rh;k} \quad (11)$$

Dabei ist

ϑ_{ODA}	°C	die mittlere Außenlufttemperatur;
$\Delta\vartheta_{preh;k}$	K	die mittlere Temperaturdifferenz zwischen ein- und ausströmender Luft in einer Vorheizschlange mit dem Luftvolumenstrom auf Stufe k ; — elektrische Abtauschlange, siehe prEN 16798–5-1; — Erdreich-Wärmeübertrager, siehe prEN 16798–5-1, Anhang C, — Solaranlagen zur Lufterwärmung, siehe EN 12975;

Die mittlere Lufttemperaturdifferenz für die Wärmerückgewinnung mit dem Luftvolumenstrom auf Stufe k ist wie folgt:

$$\Delta\vartheta_{hr;k} = \eta_{hr;k} \cdot (\vartheta_{ETA;k} - \vartheta_{ODA;preh;k}) \quad (12)$$

Dabei ist

$\eta_{hr;k}$	–	Rückwärmzahl des Wärmeübertragers mit dem Luftvolumenstrom auf Stufe k ; siehe EN 13141–7 und EN 13141–8;
$\vartheta_{ETA;k}$	°C	die mittlere Temperatur der Umluft auf Stufe k .

ANMERKUNG 1 Im Sommer ist die Luftkühlung mit einem Fortluft-/Zuluft-Wärmeübertrager nur bei Außentemperaturen anwendbar, die oberhalb der Raumtemperatur liegen.

Die mittlere Lufttemperatur nach dem Vorwärmen mit dem Luftvolumenstrom auf Stufe k ist wie folgt:

$$\theta_{ODA;preh;k} = \theta_{ODA} + \Delta\theta_{preh;k} \quad (13)$$

Die mittlere Lufttemperaturdifferenz für die Umluft mit dem Luftvolumenstrom auf Stufe k ist wie folgt:

$$\Delta\theta_{rca;k} = \frac{q_{V;rca;k}}{q_{V;out;k}} \cdot (\theta_{ETA;k} - \theta_{ODA;preh;k}) \quad (14)$$

Dabei ist

$q_{V;rca;k}$ m³/h der Umluftvolumenstrom auf Stufe k ;

$q_{V;out;k}$ m³/h der Volumenstrom der ausströmenden Luft auf Stufe k .

ANMERKUNG 2 Es handelt sich entweder um Wärmerückgewinnung oder Umluft, die für Lüftungssysteme für Wohngebäude gilt.

ANMERKUNG 3 Im Sommer ist die Luftkühlung mit Umluft nur bei Außentemperaturen anwendbar, die oberhalb der Raumtemperatur liegen.

Die mittlere Temperaturdifferenz zwischen ein- und ausströmender Luft in einer Wiederaufheizschlange mit dem Luftvolumenstrom auf Stufe k ist wie folgt:

$$\Delta\vartheta_{rh;k} = \frac{Q_{H;V;in}}{q_{V;SUP;dis;k} \cdot (\rho \cdot c)_a} \quad (15)$$

Dabei ist

$Q_{H;V;in}$ Wh der Wärmeeingang der Heizschlange beim aktuellen Zeitschritt (Eingabewert vom Modul M3-1).

Die mittlere Temperatur der mit dem Volumenstrom auf Stufe k aus der Luftverteilungsanlage austretenden und in die Zone hineingehenden Zuluft ist wie folgt:

$$\vartheta_{SUP;dis;out;k} = \vartheta_{SUP;dis;in;k} + \Delta\vartheta_{du;k} \quad (16)$$

Der mittlere Lufttemperaturabfall in den Zuluftleitungen mit dem Luftvolumenstrom auf Stufe k ist wie folgt:

$$\Delta\theta_{du;k} = \Delta\theta_{du;nc;k} + \Delta\theta_{du;end;k} \quad (17)$$

$$\Delta\theta_{du;nc;k} = (\theta_{du;in;nc} - \theta_{sur;nc}) \cdot \left(1 - e^{-\frac{H_{du;SUP;nc}}{(\varrho \cdot c)_a \cdot q_{V;SUP;dis;in;k}}} \right) \quad (18)$$

$$\Delta\theta_{du;end;k} = (\theta_{du;in;nc} - \Delta\theta_{du;nc;k} - \theta_i) \cdot \left(1 - e^{-\frac{H_{du;SUP;end}}{(\varrho \cdot c)_a \cdot q_{V;SUP;dis;in;k}}} \right) \quad (19)$$

Dabei ist

$H_{du;SUP;nc}$ W/K der Koeffizient der Wärmeübertragung aus der Zuluftleitung in die nicht konditionierte Umgebung;

$H_{du;SUP;end}$ W/K der Koeffizient der Wärmeübertragung aus der Zuluftleitung in die thermische Zone.

Bei den Berechnungen der Zulufttemperatur ist das Verhalten der Lüftungseinheit im Abtaubetrieb zu berücksichtigen. Im Allgemeinen können die folgenden Fälle unterschieden werden:

- Ausschalten oder Verringern der Geschwindigkeit des Zuluftventilators (Variable: $q_{V;SUP;dis;req}$, siehe Formel (5));
- Vorwärmen der Außenluft mit einem Erdreich-Wärmeübertrager (Variable: $\Delta\theta_{preh,k}$, siehe Formel (13));
- Vorwärmen der Außenluft mit einer Abtauschlange (durch Elektrizität oder heißes Wasser erhitzt) (Variable: $\Delta\theta_{preh,k}$, siehe Formel (13)).

Der Außenluftanteil ist wie folgt:

$$f_{ODA} = \frac{g_{SUP;RCA} - g_{ETA;hr,in}}{g_{SUP;hr} - g_{ETA;hr,in}} \quad (20)$$

6.4.2.3 Feuchtegehalt der Zuluft

Der mittlere Feuchtegehalt der mit dem Volumenstrom auf Stufe k aus der Luftverteilungsanlage austretenden und in die Zone hineingehenden Zuluft ist wie folgt:

$$x_{SUP;dis,out;k} = x_{ODA} + \Delta x_{preh;k} + \Delta x_{hr;k} + \Delta x_{rca;k} \quad (21)$$

Dabei ist

x_{ODA}	kg/kg	der mittlere Feuchtegehalt der Außenluft;
$\Delta x_{preh;k}$	kg/kg	die mittlere Differenz im Feuchtegehalt zwischen ein- und ausströmender Luft in einem als Vorheizschlange wirkenden Wärmeübertrager mit dem Luftvolumenstrom auf Stufe k , siehe prEN 16798–5-1, Anhang C.

Der mittlere Feuchtegehalt der Zuluft mit dem Volumenstrom auf Stufe k nach dem Vorwärmen ist wie folgt:

$$x_{ODA;preh;k} = x_{ODA} + \Delta x_{preh;k} \quad (22)$$

Die mittlere Differenz im Luftfeuchtegehalt für die Wärmerückgewinnung mit dem Volumenstrom auf Stufe k ist wie folgt:

$$\Delta x_{hr;k} = \eta_{xr;k} \cdot (x_{ETA;k} - x_{ODA;preh;k}) \quad (23)$$

Dabei ist

$\eta_{xr;k}$		der Wirkungsgrad der Feuchterückgewinnung durch den Wärmeübertrager mit dem Luftvolumenstrom k , siehe EN 13141–7 und EN 13141–8;
$x_{ETA;k}$	g/kg	der mittlere Feuchtegehalt der Umluft auf Stufe k .

ANMERKUNG 1 Im Sommer ist die Luftkühlung mit einem Fortluft-/Zuluft-Wärmeübertrager nur bei Außentemperaturen anwendbar, die oberhalb der Raumtemperatur liegen.

Die mittlere Differenz des Luftfeuchtegehalts für Umluft mit dem Luftvolumenstrom auf Stufe k ist wie folgt:

$$\Delta x_{rca;k} = \frac{q_{V;rca;k}}{q_{V;out;k}} \cdot (x_{ETA;k} - x_{ODA;preh;k}) \quad (24)$$

Dabei ist

$q_{V;rca;k}$ der Umluftvolumenstrom auf Stufe k ;

$q_{V;out;k}$ der Volumenstrom der ausströmenden Luft auf Stufe k .

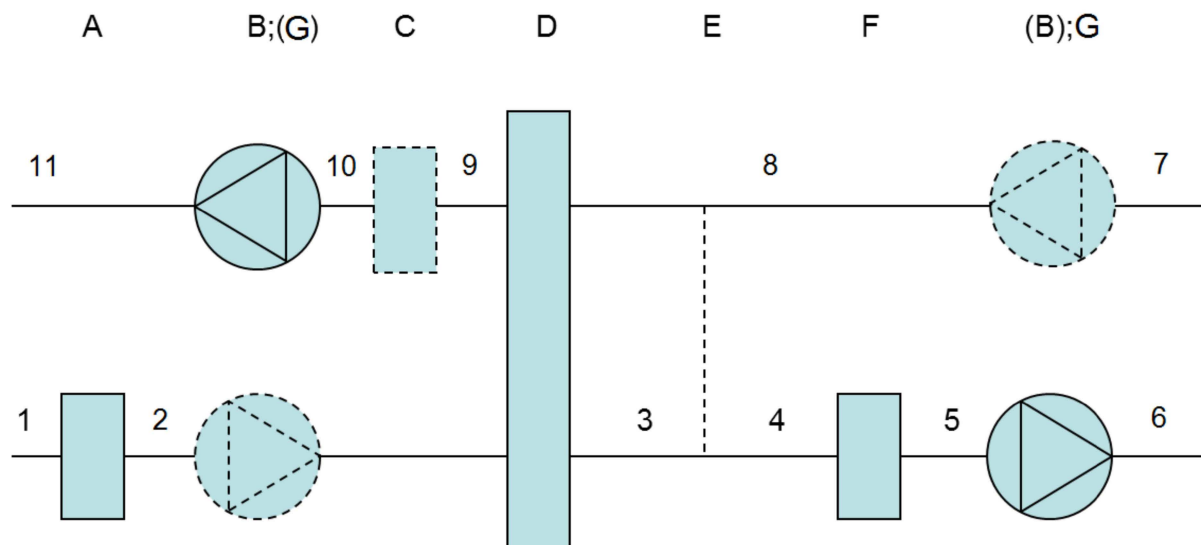
ANMERKUNG 2 Es handelt sich entweder um Wärmerückgewinnung oder Umluft, die für Lüftungssysteme für Wohngebäude gilt.

ANMERKUNG 3 Im Sommer ist die Luftkühlung mit Umluft nur bei Außentemperaturen anwendbar, die oberhalb der Raumtemperatur liegen.

6.4.3 Energieberechnung

6.4.3.1 Allgemeines

Bild 1 zeigt die Luftbehandlungsstufen und die in diesem Abschnitt verwendeten zugehörigen Indizes der Lufttypen (nach prEN 16798-3, M5-1).



Legende	Behandlungsstufe	Legende	Lufttyp	Index
A	Frostschutz/Vorwärmung/Vorkühlung	1	Außenluft	ODA
B	Fortluftventilator	2	Vorgewärmte Außenluft	ODA;preh
C	Wärmepumpe	3	Zuluft nach Wärmerückgewinnung	SUP;hr
D	Wärmerückgewinnung	4	Zuluft nach Umwälzung	SUP;RCA
E	Umwälzung	5	Zuluft nach Erwärmung	SUP;rh
F	Heizung	6	In das Verteilungssystem eintretende Zuluft	SUP;dis;in
G	Zuluftventilator	7	Das Verteilungssystem verlassende Abluft	ETA;dis;out
		8	In die Wärmerückgewinnung/Umwälzung eintretende Abluft	ETA;hr;in
		9	Abluft nach Wärmerückgewinnung	ETA;hr;out
		10	Abluft nach der Wärmepumpe	ETA;hp;out
		11	Fortluft	EHA

Bild 1 — Luftbehandlungsstufen und Indizes für die Lufttypen

6.4.3.2 Verteilungswärmeverluste

Die Wärmeverluste der Luftleitungen beim aktuellen Zeitschritt sind wie folgt:

$$Q_{ls;V;dis} = (\rho c)_a \cdot \sum_k q_{v;SUP;dis;k} \cdot (\Delta g_{du;SUP;nc} + \Delta g_{du;SUP;cnd}) + q_{v;SUP;lea;du;k} \cdot (g_{SUP;dis;in;k} - g_i) \quad (25)$$

Die rückgewinnbaren Wärmeverluste der Luftleitungen beim aktuellen Zeitschritt sind wie folgt:

$$Q_{ls;V;dis;rbl} = (\rho c)_a \cdot \sum_k q_{v;SUP;dis;k} \cdot \Delta g_{du;SUP;cnd} + q_{v;SUP;lea;du;k} \cdot (g_{SUP;dis;in;k} - g_i) \quad (26)$$