

ICS 91.120.10; 91.140.30

Ersatz für
DIN V 18599-3:2011-12***Vornorm***

**Energetische Bewertung von Gebäuden –
Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung,
Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung –
Teil 3: Nutzenergiebedarf für die energetische Luftaufbereitung**

Energy efficiency of buildings –
Calculation of the net, final and primary energy demand for heating, cooling, ventilation,
domestic hot water and lighting –
Part 3: Net energy demand for air conditioning

Performance énergétique des bâtiments –
Calcul de la consommation nette et finale d'énergie et de l'énergie primaire pour le chauffage,
le refroidissement, la ventilation, l'approvisionnement en eau chaude et l'éclairage –
Partie 3: Consommation nette d'énergie de climatisation

Gesamtumfang 95 Seiten

DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau)
DIN-Normenausschuss Heiz- und Raumluftechnik sowie deren Sicherheit (NHRS)

Inhalt

	Seite
Vorwort	5
Einleitung	7
1 Anwendungsbereich.....	8
2 Normative Verweisungen	10
3 Begriffe, Symbole und Einheiten.....	11
3.1 Begriffe	11
3.2 Symbole, Einheiten und Indizes	14
4 Verknüpfung der Teile der Vornormenreihe DIN V 18599.....	19
4.1 Allgemeines	19
4.2 Eingangsgrößen aus anderen Teilen der Vornormenreihe DIN V 18599.....	19
4.3 Ausgangsgrößen für andere Teile der Vornormenreihe DIN V 18599	20
4.4 Berechnungsverfahren.....	21
4.4.1 Kennwertverfahren	21
4.4.2 Spezielle Anlagenkonzepte	21
5 Zuordnung von Bilanzgrößen	22
5.1 Allgemeines	22
5.2 Zuluftvolumenstrom von Anlagen mit konstantem Volumenstrom.....	22
5.3 Zuluftvolumenstrom von Anlagen mit zeit- oder nutzungsabhängiger Steuerung / Regelung des Volumenstroms.....	23
5.4 Zuluftvolumenstrom von Anlagen mit konstantem Volumenstrom und vollständiger Deckung der Kühllast.....	23
5.5 Zuluftvolumenstrom von Anlagen mit kühllastabhängiger Regelung des Volumenstroms.....	24
5.6 Zuluftvolumenstrom bei bedarfsabhängiger Lüftung.....	25
5.7 Mittlere monatliche Zulufttemperaturen	26
6 Berechnung des Endenergiebedarfs für die Luftförderung.....	27
6.1 Anlagen mit konstantem Volumenstrom.....	27
6.2 Anlagen mit variablem Volumenstrom	28
6.2.1 Grundlagen der Berechnung	28
6.2.2 Anlagen mit zeit- oder nutzungsabhängiger Steuerung / Regelung des Volumenstroms.....	30
6.2.3 Anlagen mit kühllastabhängiger Regelung des Volumenstroms.....	30
6.2.4 Anlagen mit bedarfsabhängiger Regelung des Luftvolumenstroms.....	31
7 Berechnung des Nutzenergiebedarfs für das Heizen, Kühlen, Befeuchten und Entfeuchten.....	32
7.1 Allgemeines	32
7.2 Auswahl eines Anlagentyps	32
7.3 Umrechnung der Energiebedarfskennwerte für frei wählbare Betriebszeiten und Zulufttemperaturen.....	35
7.4 Umrechnung der Energiebedarfskennwerte für frei wählbare Wärmerückgewinnungsgrade	39
7.5 Denormierung der Energiekennwerte	39
7.6 Klimaprozesse mit alternativer Kälteerzeugung.....	39
7.6.1 Allgemeines	39
7.6.2 Indirekte Verdunstungskühlung	40

7.6.3	Sorptionsgestützte Klimatisierung	40
8	Maximale Leistungen	42
8.1	Allgemeines	42
8.2	Dimensionierungsgrößen für den Außenluft- und Abluftzustand	42
8.3	Ermittlung der Zuluftenthalpie	45
8.3.1	Allgemeines	45
8.3.2	Zuluftenthalpien für Anlagen ohne Feuchteanforderungen	45
8.3.3	Zuluftenthalpien für Anlagen bei Feuchteanforderungen mit Toleranzbereich	45
8.3.4	Zuluftenthalpien für Anlagen bei Feuchteanforderungen ohne Toleranzbereich	46
8.4	Maximale Heizleistung	46
8.5	Maximale Kühlleistung	47
8.6	Maximale Dampfleistung	48
8.7	Auslegungsleistungen bei sorptionsgestützten RLT-Anlagen	49
Anhang A (normativ)	Energiekennwerte für die thermische Luftaufbereitung	51
A.1	Allgemeines	51
Anhang B (normativ)	Nutzungszeiten von Komponenten	82
B.1	Allgemeines	82
Anhang C (normativ)	Verfahren und Randbedingungen für die Ermittlung des Nutzenergiebedarfs der thermischen Luftaufbereitung	89
C.1	Allgemeines	89
C.2	Verfahren und Randbedingungen	89
Anhang D (informativ)	Anlagenschemata	92
Literaturhinweise		95

Bilder

Bild 1 — Übersicht über die Teile der DIN V 18599	7
Bild 2 — Inhalt und Umfang von DIN V 18599-3	10
Bild 3 — Teilabschnitte mit konstanten und veränderlichen Widerständen eines Zuluftkanalnetzes	29
Bild 4 — Korrekturfaktoren für die tägliche Anlagenbetriebszeit	38

Tabellen

Tabelle 1 — Symbole	14
Tabelle 2 — Indizes	18
Tabelle 3 — Eingangsgrößen aus anderen Teilen der Vornormenreihe DIN V 18599	19
Tabelle 4 — Ausgangsgrößen für andere Teile der Vornormenreihe DIN V 18599	20
Tabelle 5 — Mittlere monatliche Zulufttemperatur für Anlagen ohne Kühlfunktion	26
Tabelle 6 — Mittlere monatliche Zulufttemperatur für Anlagen ohne Nachheiz- und Kühlfunktion	27
Tabelle 7 — Variantennummern der RLT-Anlagen in Bezug auf die Energiekennwerte nach Anhang A	34
Tabelle 8 — Varianten der sorptionsgestützten Klimatisierung mit Nachkühlung (x)	41
Tabelle 9 — Wärmeverhältnis ξ_{DEC} einer sorptionsgestützten Klimaanlage	42

Tabelle 10 — Bemessungsgrößen für den Außenluftzustand	43
Tabelle 11 — Bemessungsgrößen für den Zonenabluftzustand	44
Tabelle 12 — Spezifische Komponentenleistungen sorptionsgestützter RLT-Anlagen — Sommerfall.....	50
Tabelle A.1 — Spezifische Energiekennwerte Gesamtjahr	51
Tabelle A.2 — Spezifische Energiekennwerte Monat Januar	54
Tabelle A.3 — Spezifische Energiekennwerte Monat Februar.....	56
Tabelle A.4 — Spezifische Energiekennwerte Monat März.....	58
Tabelle A.5 — Spezifische Energiekennwerte Monat April.....	60
Tabelle A.6 — Spezifische Energiekennwerte Monat Mai	62
Tabelle A.7 — Spezifische Energiekennwerte Monat Juni.....	64
Tabelle A.8 — Spezifische Energiekennwerte Monat Juli.....	66
Tabelle A.9 — Spezifische Energiekennwerte Monat August.....	68
Tabelle A.10 — Spezifische Energiekennwerte Monat September	70
Tabelle A.11 — Spezifische Energiekennwerte Monat Oktober.....	72
Tabelle A.12 — Spezifische Energiekennwerte Monat November	74
Tabelle A.13 — Spezifische Energiekennwerte Monat Dezember.....	76
Tabelle A.14 — Reduktionsfaktor für den Kältebedarf bei indirekter Verdunstungskühlung	78
Tabelle A.15 — Reduktionsfaktor Nutzwärmebedarf für sorptionsgestützte RLT-Anlagen.....	80
Tabelle A.16 — Reduktionsfaktor Nutzkältebedarf für sorptionsgestützte RLT-Anlagen.....	81
Tabelle B.1 — Jährliche relative Komponentennutzungszeit $t_{i,r,14^{\circ}\text{C},12\text{h}}$ für $t_{v,mech} = 12\text{ h}$ und $\theta_{v,mech} = 14^{\circ}\text{C}$	82
Tabelle B.2 — Jährliche relative Komponentennutzungszeit $t_{i,r,22^{\circ}\text{C},12\text{h}}$ für $t_{v,mech} = 12\text{ h}$ und $\theta_{v,mech} = 22^{\circ}\text{C}$	85
Tabelle B.3 — Reduktionsfaktor für die relative Komponentenlaufzeit des Kühlers im Fall der indirekten Verdunstungskühlung $f_{T,IEC}$	88
Tabelle B.4 — Jährliche relative Komponentenlaufzeiten von sorptionsgestützten RLT-Anlagen $t_{r,i}$	88
Tabelle C.1 — Standardwerte für die Zuluftfeuchte	89
Tabelle C.2 — Standardwerte für die Zonen-Ablufttemperatur	90
Tabelle D.1 — Anlagenschemata.....	92

Vorwort

Diese Vornorm wurde vom zuständigen Gemeinschaftsarbeitsausschuss NA 005-12-01 GA „Gemeinschaftsarbeitsausschuss NABau/FNL/NHRS: Energetische Bewertung von Gebäuden (SpA CEN/TC 371, CEN/TC 371/WG 1, ISO/TC 163/WG 3, ISO/TC 163/WG 4 und ISO/TC 163/SC 2/WG 15)“ zum Druck als Vornorm frei gegeben. Der Inhalt wurde vom DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau) als Hauptträger erarbeitet und wird von den DIN-Normenausschuss Heiz- und Raumluftechnik sowie deren Sicherheit (NHRS) als Mitträger getragen.

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

Eine Vornorm ist das Ergebnis einer Normungsarbeit, das wegen bestimmter Vorbehalte zum Inhalt oder wegen des gegenüber einer Norm abweichenden Aufstellungsverfahrens von DIN noch nicht als Norm herausgegeben wird.

Zur vorliegenden Vornorm wurde kein Entwurf veröffentlicht.

Erfahrungen mit dieser Vornorm werden erbeten

- vorzugsweise als Datei per E-Mail an nabau@din.de in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter <http://www.din.de/stellungnahme> abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau), 10772 Berlin (Hausanschrift: Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin).

Die Vornormenreihe DIN V 18599 *Energetische Bewertung von Gebäuden — Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung* besteht aus:

- *Teil 1: Allgemeine Bilanzierungsverfahren, Begriffe, Zonierung und Bewertung der Energieträger*
- *Teil 2: Nutzenergiebedarf für Heizen und Kühlen von Gebäudezonen*
- *Teil 3: Nutzenergiebedarf für die energetische Luftaufbereitung*
- *Teil 4: Nutz- und Endenergiebedarf für Beleuchtung*
- *Teil 5: Endenergiebedarf von Heizsystemen*
- *Teil 6: Endenergiebedarf von Lüftungsanlagen, Luftheizungsanlagen und Kühlsystemen für den Wohnungsbau*
- *Teil 7: Endenergiebedarf von Raumluftechnik- und Klimakältesystemen für den Nichtwohnungsbau*
- *Teil 8: Nutz- und Endenergiebedarf von Warmwasserbereitungssystemen*
- *Teil 9: End- und Primärenergiebedarf von stromproduzierenden Anlagen*
- *Teil 10: Nutzungsrandbedingungen, Klimadaten*

- *Teil 11: Gebäudeautomation*
- *Teil 12: Tabellenverfahren für Wohngebäude (in Bearbeitung)*

Die Vornormenreihe DIN V 18599 stellt ein Verfahren zur Bewertung der Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden zur Verfügung. Die Berechnungen erlauben die Beurteilung aller Energiemengen, die zur bestimmungsgemäßen Heizung, Warmwasserbereitung, raumlufttechnischen Konditionierung und Beleuchtung von Gebäuden notwendig sind.

Dabei berücksichtigt die Vornormenreihe DIN V 18599 auch die gegenseitige Beeinflussung von Energieströmen und weist auf planerische Konsequenzen hin. Neben dem Berechnungsverfahren werden auch nutzungs- und betriebsbezogene Randbedingungen für eine neutrale Bewertung zur Ermittlung des Energiebedarfs angegeben (unabhängig von individuellem Nutzerverhalten und lokalen Klimadaten).

Die Vornormenreihe DIN V 18599 ist geeignet, den langfristigen Energiebedarf für Gebäude oder auch Gebäudeteile zu ermitteln und die Einsatzmöglichkeiten erneuerbarer Energien für Gebäude abzuschätzen. Das Verfahren ist für zu errichtende Gebäude sowie für bestehende Gebäude oder Baumaßnahmen im Bestand gleichermaßen bestimmt.

Änderungen

Gegenüber DIN V 18599-3:2011-12 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Ergänzung des Abschnittes 4;
- b) Überarbeitung bzw. Ergänzung der Abschnitte 5.4, 5.5, 5.6 und 6.2;
- c) Überarbeitung und Ergänzung in technischer und redaktioneller Hinsicht;
- d) Korrektur einzelner Zahlenwerte in Anhang A und B.

Frühere Ausgaben

DIN V 18599-3: 2005-07, 2007-02, 2011-12
DIN V 18599-100: 2009-10

Einleitung

Die nach der Vornormenreihe DIN V 18599 durchgeführte Energiebilanz folgt einem integralen Ansatz, d. h., es erfolgt eine gemeinschaftliche Bewertung des Baukörpers, der Nutzung und der Anlagentechnik unter Berücksichtigung der gegenseitigen Wechselwirkungen. Zur Verbesserung der Übersichtlichkeit besteht die Vornormenreihe DIN V 18599 aus mehreren Teilen, die einzelne Themenschwerpunkte behandeln. Einen Überblick über die Inhalte der einzelnen Teile gibt Bild 1.

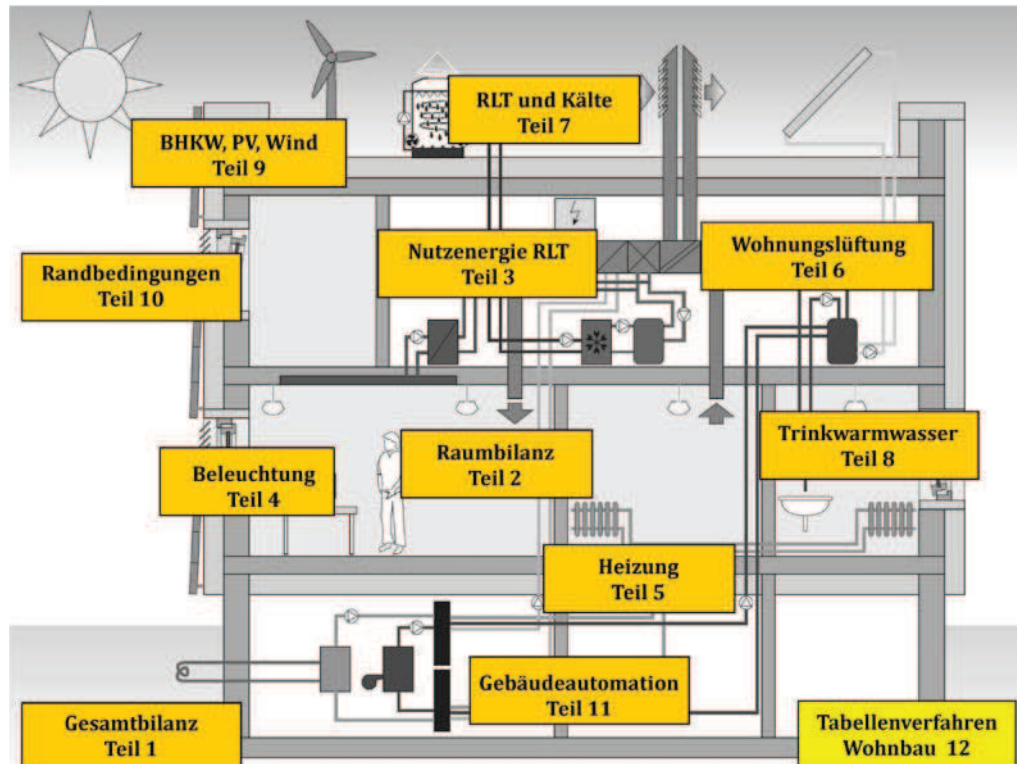


Bild 1 — Übersicht über die Teile der DIN V 18599

1 Anwendungsbereich

Die Vornormenreihe DIN V 18599 stellt ein Verfahren zur Durchführung der Gesamtenergiebilanz von Gebäuden bereit. Der aufgezeigte Algorithmus ist anwendbar für die energetische Bilanzierung von:

- Wohn- und Nichtwohnbauten;
- Neubauten und Bestandsbauten.

Die Vorgehensweise der Bilanzierung ist geeignet für:

- eine Energiebedarfsbilanzierung von Gebäuden mit teilweise festgelegten Randbedingungen;
- eine allgemeine, ingenieurmäßige Energiebedarfsbilanzierung von Gebäuden mit frei wählbaren Randbedingungen, z. B. mit dem Ziel des Abgleichs zwischen Energiebedarf und Energieverbrauch (Bedarfsverbrauchsabgleich).

Die Bilanzierung umfasst Energieaufwendungen für

- die Heizung;
- die Lüftung;
- die Klimatisierung (einschließlich Kühlung und Befeuchtung);
- die Trinkwarmwasserversorgung;
- die Beleuchtung

von Gebäuden einschließlich der Stromaufwendungen (Hilfsenergien), die unmittelbar mit der Energieversorgung zusammenhängen.

Das in DIN V 18599-3 beschriebene Verfahren dient zur Ermittlung des Nutzenergiebedarfs für die thermische Luftaufbereitung und des Endenergiebedarfs für die Luftförderung in raumluftechnischen Anlagen (RLT-Anlagen) mit Außenluftanteil.

Der Nutzenergiebedarf setzt sich zusammen aus dem Energiebedarf für die Funktionen Heizen, Kühlen, Befeuchten, Entfeuchten vom Außenluftzustand bis zum Zuluftzustand. Der elektrische Endenergiebedarf für die Luftförderung beinhaltet den Energiebedarf des Ventilators, des Kraftübertragungssystems und den Energiebedarf für die Erzeugung der mechanischen Energie.

Anlagen zur Wohnungslüftung und Warmluftanlagen im Wohnungsbau sind nicht Bestandteil dieses Dokuments, sondern werden in DIN V 18599-6 behandelt.

Für die Bestimmung des Nutzenergiebedarfs der thermischen Luftaufbereitung müssen Kenntnisse über die prinzipielle thermodynamische Prozessführung vorausgesetzt werden. Die Prozessführung wird durch die Komponentenreihung innerhalb der raumluftechnischen Geräte und die Grundprinzipien der Betriebsführung bestimmt. Für die Berechnung des Nutzenergiebedarfs wird die Prozessführung idealisiert betrachtet.

Für die Berechnung des Endenergiebedarfs für die Luftförderung muss die Bestimmung der luftseitigen Druckverluste oder die Festlegung eines Maximalwertes für die luftseitigen Druckverluste abgeschlossen sein.

Bei der Bestimmung des thermischen Endenergiebedarfs sind die Abweichungen von der idealisierten Prozessführung in Form energetischen Aufwands dem Nutzenergiebedarf hinzuzurechnen. Dies ist in DIN V 18599-7 festgelegt.

Der Anwendungsbereich dieses Dokuments umfasst Anlagen mit Grundlüftungsfunktion, bei denen sowohl der Mindestaußenluftvolumenstrom als auch die Zulufttemperatur unabhängig von den thermischen Lasten der Versorgungszone vorgegeben sind.

Häufig wird diese Grundlüftung mit einer Zusatzfunktion zur Abdeckung der Kühllasten kombiniert. Die Berechnung des Nutzenergiebedarfs für die Zusatzfunktion „Raumkühlung“ erfordert eine gesonderte Betrachtung unter Einbeziehung der energetischen Bilanzierung der betreffenden Gebäudezonen.

Dabei sind zwei Fälle zu unterscheiden:

- a) Die Raumkühlfunktion wird über ein zusätzliches Energiemedium ohne Einsatz von Außenluft übernommen.

BEISPIEL

- Zonennacherhitzer/Zonennachkühler;
- Kühldecken;
- Umluftanlage;
- Kühlregister innerhalb eines Induktionsgerätes.

Der Nutzenergiebedarf des Raumkühlsystems ergibt sich in diesem Fall aus der Monatsbilanzierung des Gebäudes bzw. der Gebäudezone nach DIN V 18599-2.

- b) Die Raumkühlfunktion entsteht aus der Erhöhung des vorkonditionierten Außenluftvolumenstroms.

BEISPIEL

- Variabel-Volumenstrom-System (VVS-Anlage)

Die Bestimmung des Nutzenergiebedarfs für die Raumkühlung ist in diesem Fall Bestandteil dieses Dokuments. Voraussetzung für die Berechnung sind jedoch Ergebnisse der energetischen Gesamtbilanzierung des Raumes/der Gebäudezone nach DIN V 18599-2.

Aus der Kombination der Modelle von Grundlüftung- und Raumkühlsystem sind die häufigsten Konfigurationen von RLT-Systemen abbildbar.

Bild 2 zeigt schematisch den inhaltlichen Umfang des vorliegenden Dokuments. Ein zu Bild 2 analoges Übersichtsbild mit farblicher Kennzeichnung des jeweiligen Inhalts ist auch in allen anderen Teilen der Vornormenreihe DIN V 18599 zur Orientierung enthalten.

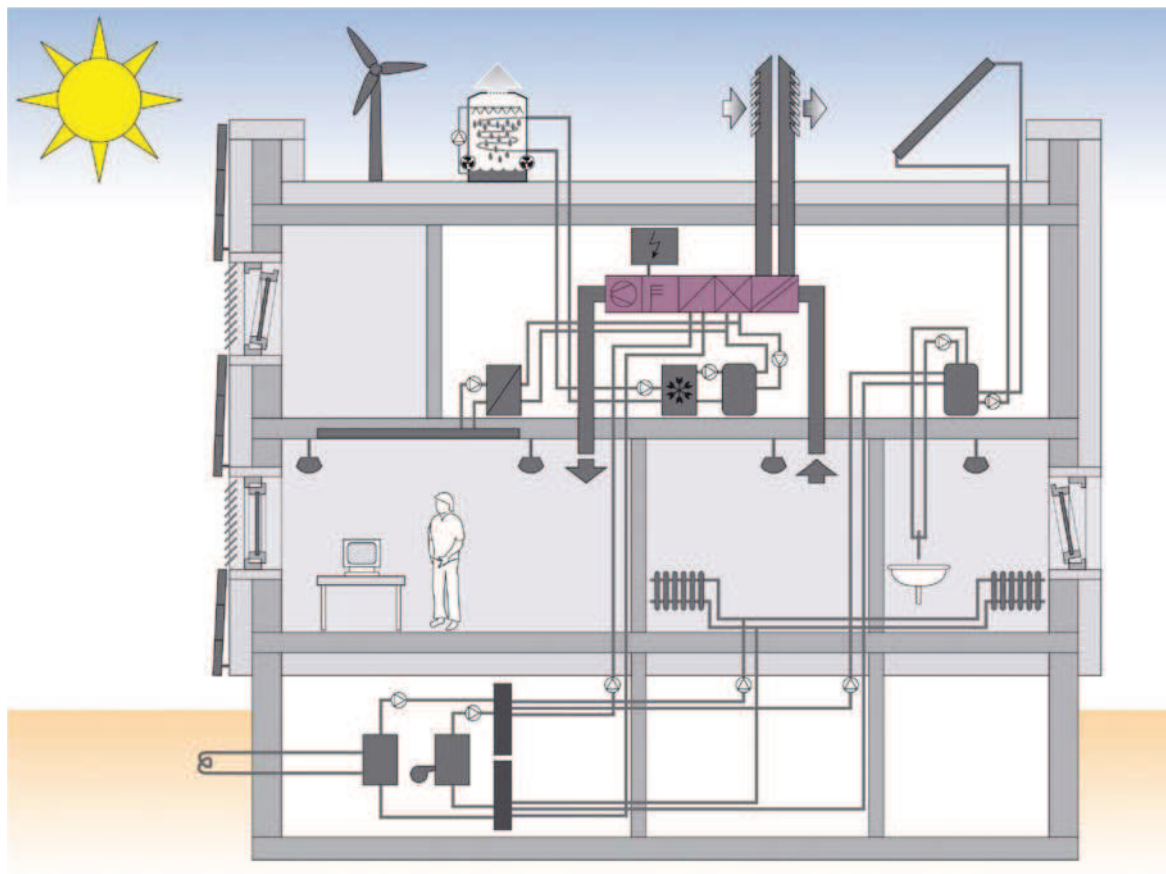


Bild 2 — Inhalt und Umfang von DIN V 18599-3

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).

DIN V 18599-1, *Energetische Bewertung von Gebäuden — Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung — Teil 1: Allgemeine Bilanzierungsverfahren, Begriffe, Zonierung und Bewertung der Energieträger*

DIN V 18599-2:2016-10, *Energetische Bewertung von Gebäuden — Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung — Teil 2: Nutzenergiebedarf für Heizen und Kühlen von Gebäudezonen*

DIN V 18599-4, *Energetische Bewertung von Gebäude — Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung — Teil 4: Nutz- und Endenergiebedarf für Beleuchtung*

DIN V 18599-5, *Energetische Bewertung von Gebäuden — Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung — Teil 5: Endenergiebedarf von Heizsystemen*

DIN V 18599-6, *Energetische Bewertung von Gebäuden — Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung — Teil 6: Endenergiebedarf von Lüftungsanlagen, Luftheizungsanlagen und Kühlsystemen für den Wohnungsbau*

DIN V 18599-7:2016-10, *Energetische Bewertung von Gebäuden — Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung — Teil 7: Endenergiebedarf von Raumlufttechnik- und Klimakältesystemen für den Nichtwohnungsbau*

DIN V 18599-8, *Energetische Bewertung von Gebäuden — Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung — Teil 8: Nutz- und Endenergiebedarf von Warmwasserbereitungssystemen*

DIN V 18599-9, *Energetische Bewertung von Gebäuden — Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung — Teil 9: End- und Primärenergiebedarf von stromproduzierenden Anlagen*

DIN V 18599-10:2016-10, *Energetische Bewertung von Gebäuden — Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung — Teil 10: Nutzungsrandbedingungen, Klimadaten*

DIN EN 13779, *Lüftung von Nichtwohngebäuden — Allgemeine Grundlagen und Anforderungen für Lüftungs- und Klimaanlage und Raumkühlsysteme*

DIN EN ISO 6946, *Bauteile — Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient — Berechnungsverfahren*

DIN EN ISO 7345, *Wärmeschutz — Physikalische Größen und Definitionen*

DIN EN ISO 9288, *Wärmeschutz — Wärmeübertragung durch Strahlung — Physikalische Größen und Definitionen*

DIN EN ISO 13790, *Energieeffizienz von Gebäuden — Berechnung des Energiebedarfs für Heizung und Kühlung*

3 Begriffe, Symbole und Einheiten

3.1 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach DIN EN ISO 13790, DIN EN ISO 6946, DIN EN ISO 7345, DIN EN ISO 9288 und die folgenden Begriffe.

3.1.1

Gebäudezone

Teil der Nettogrundfläche eines Gebäudes, der durch einheitliche Nutzungsanforderungen gekennzeichnet ist und innerhalb dessen der Austausch zwischen den Bilanzanteilen Heizung, Raumklima und Beleuchtung verrechnet wird

3.1.2

Heizwärmebedarf

Nutzwärmebedarf der Gebäudezone

rechnerisch ermittelte Wärmeeinträge über ein Heizsystem, die zur Aufrechterhaltung einer bestimmten mittleren Raumtemperatur innerhalb einer Gebäudezone benötigt werden

Anmerkung 1 zum Begriff: Bei Gebäudezonen mit mechanischer Lüftung ist der Wärmebedarf zur Vorerwärmung der Zuluft nicht enthalten. Der Kälte- oder Wärmeeintrag der mechanischen Lüftung ist für die Grundluftmenge in der Bilanzierung mit Zulufttemperatur berücksichtigt.

3.1.3

Kühlbedarf

Nutzkältebedarf der Gebäudezone

rechnerisch ermittelte Kälteeinträge über ein Kühlsystem, die zur Aufrechterhaltung einer bestimmten mittleren Raumtemperatur innerhalb einer Gebäudezone benötigt werden

Anmerkung 1 zum Begriff: Bei Gebäudezonen mit mechanischer Lüftung ist der Kältebedarf zur Vorkühlung der Zuluft nicht enthalten. Der Kälteeintrag der mechanischen Lüftung ist für die Grundluftmenge in der Bilanzierung mit Zulufttemperatur berücksichtigt.

3.1.4

Wärmesenke

Wärmemenge, die der Gebäudezone entzogen wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Nicht einbezogen ist die geregelte Abfuhr von Wärme über das Kühlsystem.

3.1.5

Wärmequelle

Wärmemenge, die der Gebäudezone zugeführt wird oder innerhalb der Gebäudezone entsteht

Anmerkung 1 zum Begriff: Nicht einbezogen sind die Wärmeeinträge, die geregelt über die Anlage (Heizung, Lüftung) zugeführt werden, um die Innentemperatur aufrechtzuerhalten.

3.1.6

Endenergiebedarf Luftförderung

rechnerischer Elektroenergiebedarf des Systems Ventilator – Kraftübertragungsvorrichtung – Motor, der zum Transport eines Luftvolumenstromes innerhalb des Berechnungszeitraumes erforderlich ist

3.1.7

Nutzenergiebedarf der thermischen Luftaufbereitung

rechnerischer Energiebedarf in Form von Wärme, Kälte und Wärme zur Dampferzeugung, der für das Erwärmen, Kühlen, Befeuchten und Entfeuchten von Luft notwendig ist, um eine thermodynamische Zustandsänderung vom Außenluftzustand zu einem vorgegebenen Zuluftzustand unter Berücksichtigung der Komponentenreihung, der grundsätzlichen Betriebsführung und der Energierückgewinnung herbeizuführen

3.1.8

raumluftechnische Anlage

RLT

luftechnische Anlage mit maschineller Luftförderung zur Erfüllung einer raumluftechnischen Aufgabe

3.1.9

Komponente

Apparat zur Energie- und/oder Stoffübertragung an die Luft innerhalb einer raumluftechnischen Anlage

3.1.10

Außenluftzustand

thermodynamischer Zustand feuchter Luft in der Außenumgebung einer RLT-Anlage

3.1.11

Abluftzustand

thermodynamischer Zustand von durch eine RLT-Anlage geförderter Luft bei Austritt aus dem Versorgungsbereich eines Gebäudes

3.1.12**Zuluftzustand**

thermodynamischer Zustand von durch eine RLT-Anlage geförderter feuchter Luft bei Eintritt in den Versorgungsbereich eines Gebäudes

3.1.13**Fortluftzustand**

thermodynamischer Zustand von durch eine RLT-Anlage geförderter feuchter Luft bei Eintritt in die Außenumgebung

3.1.14**monatlicher mittlerer Zuluftvolumenstrom**

Luftvolumenstrom, der von einer RLT-Anlage als monatlicher Mittelwert während der Anlagenbetriebszeit gefördert und thermodynamisch behandelt wird

3.1.15**monatlicher Bilanz-Zuluftvolumenstrom**

mittlerer Luftvolumenstrom während der monatlichen Betriebszeit der RLT-Anlage, der einer Gebäudezone unabhängig von den sensiblen Heiz- und Kühllasten zugeführt wird

3.1.16**Temperaturänderungsgrad der Komponente Wärmerückgewinner**

Verhältnis der Lufttemperaturen eines Wärmerückgewinnungssystems für den Betriebsfall ohne Kondensation nach DIN EN 308 mit Bezug auf die Zuluftseite

3.1.17**Feuchteänderungsgrad der Komponente Wärmerückgewinner**

Verhältnis der absoluten Luftfeuchten eines Wärmerückgewinnungssystems nach DIN EN 308 mit Bezug auf die Zuluftseite

3.1.18**Wärmerückgewinnungsgrad**

Oberbegriff für den Temperaturänderungsgrad und / oder den Feuchteänderungsgrad der Komponente Wärmerückgewinner nach DIN EN 308 mit Bezug auf die Zuluftseite

3.1.19**Produktwert**

herstellerspezifischer Wert auf der Grundlage

- einer Konformitätserklärung zu harmonisierten Europäischen Normen bzw. entsprechenden Europäischen Richtlinien, oder
- einer Konformitätserklärung zu allgemein anerkannten Regeln der Technik, oder
- eines bauaufsichtlichen Verwendbarkeitsnachweises,

der für dieses Rechenverfahren geeignet ist

3.1.20**Standardwert**

Wert, der für den Berechnungsgang verwendet werden kann, sofern kein für das Rechenverfahren geeigneter Produktwert verfügbar ist

3.2 Symbole, Einheiten und Indizes

Für die Anwendung dieses Dokumentes gelten die Symbole und Einheiten nach Tabelle 1, für Indizes nach Tabelle 2.

Tabelle 1 — Symbole

Bedeutung	Symbol	Übliche Einheit
spezifische Wärmekapazität	c	$\text{kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$
spezifische Wärmekapazität von Luft	$c_{p,L}$	$\text{kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$
spezifische Wärmekapazität von Wasser	$c_{p,W}$	$\text{kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$
Differenz	Δ	—
konstanter Druckverlustanteil eines Kanalnetzes	Δp_{konst}	Pa
Gesamtdruckverlust des Abluftkanalnetzes bei Auslegungsluftvolumenstrom	Δp_{ETA}^*	Pa
Gesamtdruckverlust des Zuluftkanalnetzes bei Auslegungsluftvolumenstrom	Δp_{SUP}^*	Pa
Gesamtdruckverlust des Kanalnetzes bei Auslegungsvolumenstrom	Δp^*	Pa
Enthalpiedifferenz der Zuluft infolge Wärmerückgewinnung	Δh_{rec}	kJ/kg
Anzahl Tage	d	d
monatliche Betriebstagezahl der Anlage	$d_{v,\text{mech},\text{mth}}$	d
Korrekturfaktor	f	—
Reduktionsfaktor Nutzkälte für sorptionsgestützte RLT-Anlagen	$f_{c,\text{DEC}}$	—
Reduktionsfaktor Nutzwärme für sorptionsgestützte RLT-Anlagen	$f_{h,\text{DEC}}$	—
Reduktionsfaktor Nutzkälte durch indirekte Verdunstungskühlung	f_{IEC}	—
Reduktionsfaktor Nutzkälte durch indirekte Verdunstungskühlung bei Zulufttemperatur = 18 °C	$f_{\text{IEC},18^\circ\text{C}}$	—
Druckverhältnis-Zahl eines Kanalnetzes	f_p	—
Korrekturfaktor für den Einfluss der täglichen Betriebszeit auf den Nutzenergiebedarf Wärme	$f_{T,h}$	—
Korrekturfaktor für den Einfluss der täglichen Betriebszeit auf den Nutzenergiebedarf Kälte	$f_{T,c}$	—
Korrekturfaktor für den Einfluss der täglichen Betriebszeit auf den Nutzenergiebedarf Dampf	$f_{T,\text{st}}$	—
Reduktionsfaktor für die relative Komponentenlaufzeit des Kühlers im Fall der indirekten Verdunstungskühlung	$f_{T,\text{IEC}}$	—
Gradient des Energiebedarfs bei abweichenden Zulufttemperatur-Sollwerten	g	$\text{Wh}/(\text{K} \cdot \text{m}^3/\text{h})$

Bedeutung	Symbol	Übliche Einheit
Gradient des monatlichen Kühlenergiebedarfs bei Zulufttemperatur-Sollwert 14 °C bis 18 °C	$g_{c,u,mth}$	Wh/(K · m ³ /h)
Gradient des monatlichen Kühlenergiebedarfs bei Zulufttemperatur-Sollwert 18 °C bis 22 °C	$g_{c,o,mth}$	Wh/(K · m ³ /h)
Gradient des monatlichen Heizenergiebedarfs bei Zulufttemperatur-Sollwert 14 °C bis 18 °C	$g_{h,u,mth}$	Wh/(K · m ³ /h)
Gradient des monatlichen Heizenergiebedarfs bei Zulufttemperatur-Sollwert 18 °C bis 22 °C	$g_{h,o,mth}$	Wh/(K · m ³ /h)
Gradient des Reduktionsfaktors $f_{IEC,18°C}$ bei Zulufttemperaturabweichung im Bereich 18 °C bis 22 °C	$g_{IEC,o}$	1/K
Gradient des Reduktionsfaktors $f_{IEC,18°C}$ bei Zulufttemperaturabweichung im Bereich 14 °C bis 18 °C	$g_{IEC,u}$	1/K
Enthalpie	h	kJ/kg
Enthalpie der Außenluft im Auslegungsfall Winter	$h_{ODA,Wi}$	kJ/kg
Enthalpie der Außenluft im Auslegungsfall Sommer	$h_{ODA,So}$	kJ/kg
Enthalpie der Abluft im Auslegungsfall Winter	$h_{ETA,Wi}$	kJ/kg
Enthalpie der Abluft im Auslegungsfall Sommer	$h_{ETA,So}$	kJ/kg
Enthalpie der Zuluft im Auslegungsfall Winter	$h_{SUP,Wi}$	kJ/kg
Enthalpie der Zuluft im Auslegungsfall Sommer	$h_{SUP,So}$	kJ/kg
Gesamtwirkungsgrad	η	—
Temperaturänderungsgrad der Komponente Wärmerückgewinner	$\eta_{t,comp}$	—
Feuchteänderungsgrad der Komponente Wärmerückgewinner	$\eta_{x,comp}$	—
relative Luftfeuchte	φ	—
Dichte von Luft bei Normaldruck	ρ_L	kg/m ³
Leistung	P	kW
(elektrische) Leistung eines Ventilators	P_v	kW
(elektrische) Leistung des Zuluftventilators	$P_{v,SUP}$	kW
(elektrische) Leistung des Abluftventilators	$P_{v,ETA}$	kW
maximale Kühlleistung für die thermische Luftaufbereitung	P_c	kW
maximale Heizleistung für die thermische Luftaufbereitung	P_h	kW
maximale Dampfleistung für die thermische Luftaufbereitung	P_{st}	kW
Druck	p	Pa

Bedeutung	Symbol	Übliche Einheit
Sättigungsdruck von Wasserdampf	p_s	Pa
spezifischer Nutzenergiebedarf, bezogen auf den Luftvolumenstrom	q	Wh/(m ³ /h)
Energiebedarf für Luftkühlung, bezogen auf den Luftvolumenstrom	q_c	Wh/(m ³ /h)
Energiebedarf für Luftheizung, bezogen auf den Luftvolumenstrom	q_h	Wh/(m ³ /h)
Energiebedarf für Dampf-Luftbefeuchtung, bezogen auf den Luftvolumenstrom	q_{st}	Wh/(m ³ /h)
monatlicher spezifischer Bedarf der Nutzenergieart i bei Zulufttemperatur-Sollwert 18 °C und täglicher Betriebsstundenzahl 12 h	$q_{i,18^\circ\text{C},12\text{h},\text{mth}}$	Wh/(m ³ /h)
monatlicher spezifischer Bedarf der Nutzenergieart i bei Zulufttemperatur-Sollwert 18 °C und frei wählbarer täglicher Betriebsstundenzahl	$q_{i,18^\circ\text{C},\text{mth}}$	Wh/(m ³ /h)
monatlicher spezifischer Bedarf der Nutzenergieart i bei frei wählbarem Zulufttemperatur-Sollwert und frei wählbarer täglicher Betriebsstundenzahl	$q_{i,\text{mth}}$	Wh/(m ³ /h)
Energiebedarf	Q	kWh
monatlicher Nutzenergiebedarf zur Raumkühlung aus der Gebäudebilanz nach DIN V 18599-2	$Q_{c,b}$	kWh
monatlicher Nutzenergiebedarf für die Luftkühlung	$Q_{vc,b,\text{mth}}$	kWh
monatlicher Nutzenergiebedarf für die Lufterwärmung	$Q_{vh,b,\text{mth}}$	kWh
monatlicher Nutzenergiebedarf für die Dampf-Luftbefeuchtung	$Q_{m^*,b,\text{mth}}$	kWh
maximale Raumkühlleistung aus der Gebäudebilanz nach DIN V 18599-2	$\dot{Q}_{c,\text{max}}$	kW
Summe	Σ	—
Temperatur	θ	°C
Bilanzinnentemperatur für den Kühlbedarf einer Gebäudezone nach DIN V 18599-2	$\theta_{i,c,\text{mth}}$	°C
Lufttemperatur nach dem Heiz- und Kühlregister einer Anlage	θ_{hc}	°C
monatliche Zulufttemperatur der RLT-Anlage am Eintritt einer Gebäudezone	$\theta_{v,\text{mech},\text{mth}}$	°C
Zulufttemperatur-Sollwert für den Auslegungsfall Sommer	$\theta_{\text{SUP},\text{soll},\text{So}}$	°C
Raum-Solltemperatur Kühlung nach DIN V 18599-10	$\theta_{i,c,\text{soll}}$	°C
Zulufttemperatur-Sollwert für den Auslegungsfall Winter	$\theta_{\text{SUP},\text{soll},\text{Wi}}$	°C
Zeit oder Dauer der Zeitspanne	T	h
tägliche Betriebsstundenzahl der RLT-Anlage innerhalb des Berechnungsmonats	$t_{v,\text{mech},\text{mth}}$	h/d
monatliche Betriebsstundenzahl des Teillastfalles j	$t_{v,\text{mech},j,\text{mth}}$	h

Bedeutung	Symbol	Übliche Einheit
relative jährliche Laufzeit des Lufterhitzers	$t_{h,r}$	—
relative jährliche Laufzeit des Luftkühlers	$t_{c,r}$	—
relative jährliche Laufzeit des Dampfbefeuchters	$t_{st,r}$	—
relative jährliche Laufzeit des Sorptionstrockners	$t_{sorp,r}$	—
relative jährliche Laufzeit des Wärmerückgewinners	$t_{rec,r}$	—
relative jährliche Laufzeit des Verdunstungsbefeuchters	$t_{ev,r}$	—
relative jährliche Laufzeit des Verdunstungsbefeuchters Abluft (sorptionsgestützte RLT-Anlage)	$t_{eve,r}$	—
relative jährliche Laufzeit des Verdunstungsbefeuchters Zuluft (sorptionsgestützte RLT-Anlage)	$t_{evs,r}$	—
jährliche Laufzeit des Lufterhitzers	t_h	h
jährliche Laufzeit des Luftkühlers	t_c	h
jährliche Laufzeit des Dampfbefeuchters	t_{st}	h
relative jährliche Laufzeit des Sorptionstrockners	t_{sorp}	—
jährliche Laufzeit des Wärmerückgewinners	t_{rec}	h
jährliche Laufzeit des Verdunstungsbefeuchters	t_{ev}	h
jährliche Laufzeit des Verdunstungsbefeuchters Abluft (sorptionsgestützte RLT-Anlage)	t_{eve}	—
jährliche Laufzeit des Verdunstungsbefeuchters Zuluft (sorptionsgestützte RLT-Anlage)	t_{evs}	—
Luftvolumenstrom	$\dot{V}$	m ³ /h
monatlicher Bilanz-Zuluftvolumenstrom nach DIN V 18599-2	$\dot{V}_{mech,b,mth}$	m ³ /h
mittlerer monatlicher Zuluftvolumenstrom für die Berechnung des Nutzenergiebedarfs der thermischen Luftaufbereitung	$\dot{V}_{mech,mth}$	m ³ /h
Mindestluftvolumenstrom	$\dot{V}_{min}$	m ³ /h
Auslegungsvolumenstrom der Anlage	$\dot{V}^*$	m ³ /h
Zuluftvolumenstrom im Teillastfall j	$\dot{V}_j$	m ³ /h
Monatssumme der stündlichen Zuluftvolumenströme	$\sum_{mth} \dot{V}$	m ³ /h
Monatssumme der stündlichen Luftvolumenströme in der dritten Potenz	$\sum_{mth} \dot{V}^3$	m ⁹ /h ³
maximaler monatlicher Zuluftvolumenstrom	$\dot{V}_{mech,max,mth}$	m ³ /h
Zuluftvolumenstrom	$\dot{V}_{SUP}$	m ³ /h

Bedeutung	Symbol	Übliche Einheit
Abluftvolumenstrom	$\dot{V}_{\text{ETA}}$	m ³ /h
Energie (elektrisch)	W	kWh
monatlicher Endenergiebedarf für die Luftförderung	$W_{\text{V,mth}}$	kWh
Wassergehalt der Luft (absolute Luftfeuchte)	x	g/kg
Wärmeverhältnis einer sorptionsgestützten RLT-Anlage	ζ_{DEC}	—

Tabelle 2 — Indizes

Symbol	Bedeutung
12h	12-stündige tägliche Betriebszeit
18°C	Zulufttemperatur-Sollwert 18 °C
c	Kälte, Kühler
DEC	sorptionsgestützte RLT-Anlage
ev	Verdunstungsbefeuchter
eve	Verdunstungsbefeuchter Abluft (sorptionsgestützte RLT-Anlage)
evs	Verdunstungsbefeuchter Zuluft (sorptionsgestützte RLT-Anlage)
ETA	Abluft
F	Feuchtkugel (-temperatur)
h	Wärme, Erhitzer
IEC	indirekte Verdunstungskühlung
in	(Komponenten-) Eintritt
j	Laufvariable für den Luftvolumenstrom im Teillastfall
i	Laufvariable für Nutzenergieart Wärme, Kälte, Dampf
L	Luft
mth	monatlich
max	Maximum
min	Minimum
mech	mechanische (Lüftung)
o	Abweichung nach oben
ODA	Außenluft
out	(Komponenten-) Austritt
rec	Wärmerückgewinnung (WRG)
SUP	Zuluft
S	Sättigungszustand
So	Sommer (Auslegungsfall)
sorp	Sorptionstrockner
st	Dampf, Dampf-befeuchter

Symbol	Bedeutung
T	abhängig von der Tageszeit
t	Temperatur, Temperaturanforderung
u	Abweichung nach unten
v	Lüftung
W	Wasser
Wi	Winter (Auslegungsfall)
x	absolute Luftfeuchte, Feuchteanforderung
*	Auslegungszustand
''	Nächst höhere Stützstelle für lineare Interpolation
'	Nächst tiefere Stützstelle für lineare Interpolation

4 Verknüpfung der Teile der Vornormenreihe DIN V 18599

4.1 Allgemeines

Die folgenden Abschnitte (4.2 und 4.3)

- fassen notwendige Eingangsgrößen zur Anwendung des vorliegenden Dokuments zusammen und
- geben einen Überblick zur Verwendung hier berechneter Bilanzanteile in anderen Teilen der Vornormenreihe DIN V 18599.

In 4.4 wird kurz erläutert, wie für verschiedene Anlagensysteme die Ausgangsgrößen dieses Dokuments zu verwenden sind.

4.2 Eingangsgrößen aus anderen Teilen der Vornormenreihe DIN V 18599

Tabelle 3 enthält die Eingangsgrößen aus anderen Teilen der Vornormenreihe DIN V 18599.

Tabelle 3 — Eingangsgrößen aus anderen Teilen der Vornormenreihe DIN V 18599

Bedeutung	Symbol	Quelle DIN V 18599, Teil
monatlicher Nutzenergiebedarf zur Raumkühlung	$Q_{c,b}$	2
maximale Raumkühllast aus der Gebäudebilanz	$\dot{Q}_{c,max}$	2
Raumluft-Solltemperatur für den Kühlbetrieb	$\theta_{i,c,soll}$	10
Mindestaußenluftvolumenstrom, flächenbezogen	$\dot{V}_A$	10
mittlerer Außenluftvolumenstrom bei bedarfsabhängiger Regelung	$\dot{V}_{dc}$	7
tägliche Betriebsstundenzahl der RLT-Anlage innerhalb des Berechnungsmonats	$t_{v,mech,mth}$	10
monatliche Betriebstagezahl der Anlage	$d_{v,mech,mth}$	10
Anzahl der Tage des Monats	d_{mth}	10

4.3 Ausgangsgrößen für andere Teile der Vornormenreihe DIN V 18599

Für Ausgangsgrößen für andere Teile der Vornormenreihe DIN V 18599 siehe Tabelle 4.

Tabelle 4 — Ausgangsgrößen für andere Teile der Vornormenreihe DIN V 18599

Bedeutung	Symbol	Verwendung in DIN V 18599, Teil
monatliche Zulufttemperatur der RLT-Anlage am Eintritt einer Gebäudezone	$\theta_{v,mech,mth}$	2
monatlicher Bilanz-Zuluftvolumenstrom für die Zonenbilanz	$\dot{V}_{mech,b,mth}$	2
monatlicher Nutzenergiebedarf für die Luftkühlung	$Q_{vc,b,mth}$	1, 7
monatlicher Nutzenergiebedarf für die Lufterwärmung	$Q_{vh,b,mth}$	1, 7
monatlicher Nutzenergiebedarf für die Dampf-Luftbefeuchtung	$Q_{m^*,mth}$	1, 7
jährliche Laufzeit des Lufterhitzers	t_h	7
jährliche Laufzeit des Luftkühlers	t_c	7
jährliche Laufzeit des Dampfzuleiters	t_{st}	7
relative jährliche Laufzeit des Sorptionstrockners	t_{sorp}	7
jährliche Laufzeit des Wärmerückgewinners	t_{rec}	7
jährliche Laufzeit des Verdunstungsbefeuchters	t_{ev}	7
jährliche Laufzeit des Verdunstungsbefeuchters Abluft (sorptionsgestützte RLT-Anlage)	t_{eve}	7
jährliche Laufzeit des Verdunstungsbefeuchters Zuluft (sorptionsgestützte RLT-Anlage)	t_{evs}	7
maximale Kühlleistung für die thermische Luftaufbereitung	P_c	5, 7
maximale Heizleistung für die thermische Luftaufbereitung	P_h	5, 7
maximale Dampfleistung für die thermische Luftaufbereitung	P_{st}	5, 7
Auslegungsvolumenstrom der Anlage	$\dot{V}^*$	2
monatlicher Endenergiebedarf für die Luftförderung	$W_{V,mth}$	1
Zulufttemperatur-Sollwert für den Auslegungsfall Sommer	$\theta_{SUP,soll,So}$	2
Zulufttemperatur-Sollwert für den Auslegungsfall Winter	$\theta_{SUP,soll,Wi}$	2

4.4 Berechnungsverfahren

4.4.1 Kennwertverfahren

Das Berechnungsverfahren basiert auf folgenden Verfahrensschritten.

- a) Die Klimazonen für die Bundesrepublik Deutschland wurden zu einer Zone mit dem Referenzklima für die Bundesrepublik Deutschland zusammengefasst.
- b) Für die häufigsten RLT-Systeme, bestehend aus Komponentenreihung und Prozessführung, wurde eine umfangreiche Variantenmatrix erstellt.
- c) Für jede Variante wurde der Nutzenergiebedarf vorab in einer Berechnung in stündlichen Schritten für einen festgelegten Basisfall ermittelt. Die Ergebnisse liegen als Kennwerte normiert und tabellarisch abgespeichert vor.
- d) Die Zuluftvolumenströme, die Zulufttemperaturen und die Betriebszeiten der Anlage sind für jeden Zeitschritt zu bestimmen und für die Gebäudebilanzierung bereitzustellen.
- e) Für die Berechnung von Anlagen mit kühllastabhängiger Regelung des Luftvolumenstromes muss die energetische Gebäudebilanzierung nach DIN V 18599-2 abgeschlossen sein.
- f) Der Energiebedarf für die Luftförderung wird anhand der physikalischen Zusammenhänge berechnet.
- g) Aus der Variantenmatrix ist eine Musteranlage auszuwählen. Die Kennwerte sind aus den Tabellen im Anhang abzulesen.
- h) Die Kennwerte sind durch eine begrenzte Anzahl freier Eingabewerte durch Interpolationen und Korrekturfaktoren umzurechnen und in Nutzenergiebedarfswerte zu denormieren.
- i) Zur weiteren Berechnung des Energieaufwandes nach DIN V 18599-7 müssen die maximalen Leistungen für die energetische Luftaufbereitung und die Laufzeiten von Komponenten ermittelt werden.

Die Berechnung erfolgt grundsätzlich in Monatsschritten (Monatsverfahren).

Für Anlagen mit konstanten Volumenströmen ist grundsätzlich auch die Berechnung im Jahresverfahren unter Anwendung von Tabelle A.1 möglich.

4.4.2 Spezielle Anlagenkonzepte

Mit dem in Abschnitt 7 beschriebenen Verfahren besteht die Möglichkeit, eine Vielzahl konventioneller Schaltungen von RLT-Anlagen energetisch zu bewerten.

Für spezielle Anlagenkonzepte, die durch Abschnitt 7 nicht abgebildet werden, besteht die Möglichkeit,

- a) eine ungünstigere Anlagenkombination nach Abschnitt 7 zu wählen,
- b) die Nutzenergiebedarfswerte für die thermische Luftaufbereitung im Stundenschrittverfahren direkt zu berechnen. Die Verwendung von in Abschnitt 7 aufgeführten Umrechnungs- und Korrekturfaktoren ist nicht zulässig. Das Stundenschrittverfahren muss den Berechnungsgrundlagen und Randbedingungen nach Anhang C folgen. Die Ergebnisse sind gesondert zu kennzeichnen. Die Grundlagen und Randbedingungen der Modellbildung sind gesondert zu dokumentieren.

5 Zuordnung von Bilanzgrößen

5.1 Allgemeines

Für die energetische Gebäudebilanzierung müssen vorab festgelegt sein:

- der von den thermischen Lasten unabhängige Bilanz-Zuluftvolumenstrom der RLT-Anlage $\dot{V}_{mech,b,mth}$, der in die Energiebilanz der Gebäudezone nach DIN V 18599-2 einfließt;
- die Zulufttemperatur für die energetische Gebäudebilanzierung $\theta_{v,mech,mth}$ nach DIN V 18599-2;
- die monatliche Betriebszeit der RLT-Anlage, ausgedrückt durch die tägliche Stundenzahl $t_{v,mech,mth}$ und die Betriebstagezahl $d_{v,mech,mth}$.

Bei üblichem Anlagenbetrieb während der Nutzungstage der Gebäudezone entspricht $d_{v,mech,mth}$ der Größe d_{op} aus DIN V 18599-2.

Der Anlagenbetrieb kann auch außerhalb der Nutzungstage der Gebäudezone, z. B. am Wochenende im abgesenkten Betrieb, stattfinden. In diesem Fall sind diese Betriebstage gesondert entsprechend den nachfolgenden Abschnitten zu berechnen. Die monatliche Anlagenbetriebstagezahl $d_{v,mech,mth}$ entspricht in der Nichtnutzungszeit der Größe d_{WE} nach DIN V 18599-2.

Für die Berechnung des Nutzenergiebedarfs zur Erwärmung, Kühlung, Be- und Entfeuchtung der Luft muss der mittlere monatliche Zuluftvolumenstrom $\dot{V}_{mech,mth}$ bekannt sein.

5.2 Zuluftvolumenstrom von Anlagen mit konstantem Volumenstrom

Die Bestimmung der Volumenströme muss nach den Anforderungen an die Raumlufthqualität und nicht nach den thermischen Lasten erfolgen.

Sind die Volumenströme innerhalb des Berechnungszeitraumes konstant, gilt:

$$\dot{V}_{mech,b,mth} = \dot{V}_{mech,mth} = \dot{V}^* \quad (1)$$

d. h., die Bilanzvolumenströme der Verfahrensschritte nach DIN V 18599-2 und diesem Dokument sind identisch.

Dabei ist

- | | |
|------------------------|---|
| $\dot{V}_{mech,b,mth}$ | der monatliche Bilanz-Zuluftvolumenstrom nach DIN V 18599-2, in m ³ /h; |
| $\dot{V}_{mech,mth}$ | der mittlere monatliche Zuluftvolumenstrom für die Berechnung des Nutzenergiebedarfs der thermischen Luftaufbereitung nach Abschnitt 7, in m ³ /h; |
| $\dot{V}^*$ | der Auslegungsvolumenstrom der Anlage, in m ³ /h. |

5.3 Zuluftvolumenstrom von Anlagen mit zeit- oder nutzungsabhängiger Steuerung / Regelung des Volumenstroms

Beispiele für die Steuerung nach tageszeitlichen bzw. nutzungsabhängigen Ereignissen, die regelmäßig über den Berechnungszeitraum verteilt sind, sind:

- die Steuerung des Volumenstromes nach festen Zeitsteuerplänen, z. B. Nachtab senkung;
- die Steuerung des Volumenstromes nach der Benutzung von Abzügen in einem Laboratorium.

Der zu erwartende mittlere monatliche Bilanzierungsvolumenstrom $\dot{V}_{\text{mech,b,mth}}$ für DIN V 18599-2, in diesem Fall identisch mit $\dot{V}_{\text{mech,mth}}$, ist über eine zeitliche Wichtung der Teillastfälle zu bestimmen.

$$\dot{V}_{\text{mech,b,mth}} = \dot{V}_{\text{mech,mth}} = \frac{\sum_j (\dot{V}_j t_{\text{v,mech,j,mth}})}{t_{\text{v,mech,mth}} d_{\text{v,mech,mth}}} \quad (2)$$

$$\dot{V}^* = \max(\dot{V}_j) \quad (3)$$

Dabei ist

$\dot{V}_j$	der Zuluftvolumenstrom im Teillastfall j , in m^3/h ;
$\dot{V}^*$	der Auslegungsvolumenstrom der Anlage, in m^3/h .
$t_{\text{v,mech,j,mth}}$	die monatliche Betriebsstundenzahl des Teillastfalles j , in h;
$t_{\text{v,mech,mth}}$	die tägliche Betriebsstundenzahl der Anlage, in h/d;
$d_{\text{v,mech,mth}}$	die monatliche Betriebstagezahl der Anlage, in d;
j	die Laufvariable zur Kennzeichnung des Teillastfalles.

5.4 Zuluftvolumenstrom von Anlagen mit konstantem Volumenstrom und vollständiger Deckung der Kühllast

Bei Konstant-Volumenstromanlagen, die vollständig die Kühlung einer Gebäudezone übernehmen, kann der erforderliche Bilanzvolumenstrom aus der abzudeckenden maximalen Kühlleistung der Gebäudezone (siehe auch DIN V 18599-2) ermittelt werden:

$$\dot{V}_{\text{mech,b,mth}} = \dot{V}_{\text{mech,mth}} = \dot{V}^* = \frac{\dot{Q}_{\text{c,max}}}{c_{\text{p,L}} \rho_{\text{L}} (\theta_{\text{i,c,soll}} - \theta_{\text{v,mech}})} \quad (4)$$

Dabei ist

$\theta_{\text{i,c,soll}}$	die Raum-Solltemperatur Kühlung nach DIN V 18599-10, in $^{\circ}\text{C}$;
$\theta_{\text{v,mech}}$	die Zuluft-Solltemperatur der RLT-Anlage im Auslegungszustand, in $^{\circ}\text{C}$
$\dot{Q}_{\text{c,max}}$	die maximale Kühlleistung einer Gebäudezone nach DIN V 18599-2.

5.5 Zuluftvolumenstrom von Anlagen mit kühllastabhängiger Regelung des Volumenstroms

Erfolgt die Regelung der Volumenströme nach den Kühllasten des Raumes bzw. der Gebäudezone, unterliegt die Verteilung der Teillastvolumenströme nicht nur nutzungs-, sondern auch witterungsabhängigen Gesetzmäßigkeiten.

Es ist zu erwarten, dass die Volumenströme bei höheren Außenlufttemperaturen größer als bei niedrigen Außenlufttemperaturen ausfallen.

Die betreffenden Anlagen werden nachfolgend als Variabel-Volumenstrom-Systeme (VVS) bezeichnet. VVS-Anlagen sind gleichzeitig dadurch gekennzeichnet, dass unabhängig von den thermischen Lasten ein Mindestvolumenstrom aus hygienischen oder technologischen Gründen nicht unterschritten wird.

Dieser Mindestvolumenstrom wird dem Raum bzw. der Gebäudezone während der Anlagenbetriebszeit mit einer zentral gesteuerten Zulufttemperatur zugeführt. Analog zur Grundlüftung mit konstantem Volumenstrom entsteht durch den Mindestvolumenstrom eine Senke Quelle in der energetischen Bilanz des Raumes bzw. der Gebäudezone.

$$\dot{V}_{\text{mech,b,mth}} = \dot{V}_{\text{Min}} \quad (5)$$

Wenn keine anlagentechnischen Grenzwerte bestehen, ergibt sich der Mindestvolumenstrom $\dot{V}_{\text{Min}}$ als Produkt aus dem spezifischen Mindestvolumenstrom $\dot{V}_A$ nach DIN V 18599 – 10 und der Nutzfläche der Zone.

Die Zonenbilanzierung nach DIN V 18599-2 liefert als Ergebnis den monatlichen Raumkühlbedarf, der zu einer Erhöhung des Zuluftvolumenstroms über den Mindestvolumenstrom bzw. Bilanzvolumenstrom hinausführt.

Der für die Berechnung des thermischen Luftaufbereitungsprozesses relevante Volumenstrom $\dot{V}_{\text{mech,mth}}$ setzt sich aus dem kühllastunabhängigen Anteil $\dot{V}_{\text{mech,b,mth}}$ und einem thermisch verursachten Anteil zusammen:

$$\dot{V}_{\text{mech,mth}} = \dot{V}_{\text{mech,b,mth}} + \frac{Q_{c,b}}{t_{v,\text{mech,mth}} d_{v,\text{mech,mth}} c_{p,L} \rho_L (\theta_{i,c,\text{soll}} - \theta_{v,\text{mech,mth}})} \quad (6)$$

bzw.

$$\sum_{\text{mth}} \dot{V} = \left(t_{v,\text{mech,mth}} d_{v,\text{mech,mth}} \dot{V}_{\text{mech,b,mth}} + \frac{Q_{c,b}}{c_{p,L} \rho_L (\theta_{i,c,\text{soll}} - \theta_{v,\text{mech,mth}})} \right) \cdot h^{-1} \quad (7)$$

Dabei ist

$\dot{V}_{\text{mech,mth}}$ der mittlere monatliche Zuluftvolumenstrom für die Berechnung des Nutzenergiebedarfs der thermischen Luftaufbereitung nach Abschnitt 7, in m³/h;

$\sum_{\text{mth}} \dot{V}$ Monatssumme der stündlichen Zuluftvolumenströme, in m³/h;

$\dot{V}_{\text{mech,b,mth}}$ der monatliche Bilanz-Zuluftvolumenstrom nach DIN V 18599-2, in m³/h;

$Q_{c,b}$ der monatliche Energiebedarf zur Raumkühlung aus der Gebäudebilanz nach DIN V 18599-2, in Wh;

$t_{v,mech,mth}$	die tägliche Betriebsstundenzahl des Ventilators, in h/d;
$d_{v,mech,mth}$	die monatliche Betriebstagezahl des Ventilators, d;
$\theta_{i,c,soll}$	Raum-Solltemperatur Kühlung nach DIN V 18599-10, in °C;
$\theta_{v,mech,mth}$	die monatliche Zulufttemperatur der RLT-Anlage, in °C;
ρ_L	die Dichte der Luft bei Normaldruck, in kg/m ³ ;
$c_{p,L}$	die spezifische Wärmekapazität der Luft, in kJ/(kg · K).

Dabei kann $c_{p,L} \rho_L = 0,34 \text{ Wh}/(\text{m}^3 \cdot \text{K})$ gesetzt werden.

Für die Berechnung des Energiebedarfs für die Luftförderung müssen zudem die maximalen Luftvolumenströme bekannt sein.

Aus der maximalen Kühllast $\dot{Q}_{c,max}$ nach DIN V 18599-2:2016-10, Anhang C, kann der maximale Volumenstrom $\dot{V}_{mech,max}$ ermittelt werden, der dann dem Auslegungsvolumenstrom der Anlage $\dot{V}^*$ entspricht und damit maßgebend für die Dimensionierung von Erhitzer-, Kühler- und Befeuchterleistung nach Abschnitt 8 ist.

$$\dot{V}_{mech,max} = \dot{V}^* = \frac{\dot{Q}_{c,max}}{c_{p,L} \rho_L (\theta_{i,c,soll} - \theta_{v,mech})} \quad (8)$$

Dabei ist

$\dot{Q}_{c,max}$	die maximale Raumkühllast aus der Gebäudebilanz in W nach DIN V 18599-2;
$\theta_{i,c,soll}$	die Raum-Solltemperatur Kühlung nach DIN V 18599-10;
$\dot{V}^*$	der Auslegungsvolumenstrom für die Dimensionierung von Erhitzer-, Kühler- und Befeuchterleistung nach Abschnitt 8, in m ³ /h.

Für die Ermittlung der maximalen Heizleistung einer Gebäudezone nach DIN V 18599 – 2 gilt:

$$\dot{V}^* = \dot{V}_{min} \quad (9)$$

Liegen im Versorgungsbereich der betrachteten RLT-Anlage mehrere Zonen, die nach DIN V 18599-2 separat bilanziert werden, sind die in 4.4.1 aufgeführten Berechnungsschritte für jede Zone getrennt vorzunehmen. In einem zweiten Schritt sind die Zonenergebnisse aufzuaddieren.

5.6 Zuluftvolumenstrom bei bedarfsabhängiger Lüftung

Bei Vorliegen einer bedarfsabhängigen Luftvolumenstromregelung nach DIN V 18599-7:2016-10, 5.8.1 gilt:

$$\dot{V}_{mech,b,mth} = \dot{V}_{dc} \quad (10)$$

Dabei ist

$\dot{V}_{dc}$	der mittlere Außenluftvolumenstrom bei bedarfsabhängiger Regelung nach DIN V 18599 – 7.
----------------	---

In diesem Fall reagiert die Volumenstromregelung auf die Präsenz und/oder die Raumluftqualität. Wird die bedarfsabhängige Luftvolumenstromregelung mit einer kühllastabhängigen Regelung nach Abschnitt 5.5 kombiniert eingesetzt, sind für $\dot{V}_{\text{mech,b,mth}}$ in der Zonenbilanzierung der jeweils kleinere Wert aus beiden Betrachtungen anzusetzen und für $\dot{V}_{\text{mech,mth}}$ der größere Betrag anzusetzen.

Bei der Bestimmung des Auslegungsvolumenstroms $\dot{V}^*$ bleibt der Einfluss der bedarfsabhängigen Luftvolumenstromregelung unberücksichtigt.

5.7 Mittlere monatliche Zulufttemperaturen

Die monatlichen Zulufttemperaturen sind für die energetische Bilanzierung des Gebäudes nach DIN V 18599-2 erforderliche Eingangsgrößen.

Bei raumluftechnischen Anlagen mit Heiz- und Kühlfunktion entsprechen die mittleren monatlichen Zulufttemperaturen dem monatlichen Zulufttemperatur-Sollwert der Anlage. Diese sind somit Planungsgrößen. Typische Standardwerte für $\theta_{\text{v,mech,mth}}$ in Abhängigkeit der Raumluftströmung sind DIN V 18599-7 zu entnehmen.

Bei Anlagen ohne Kühlfunktion kann der Zulufttemperatur-Sollwert im Sommer nicht konstant gehalten werden. Die mittlere monatliche Zulufttemperatur wird in diesem Fall durch die Außenlufttemperatur, die Wärmeabgabe des Ventilators und das Wärmerückgewinnungssystem beeinflusst. Im Falle höherer Außenlufttemperaturen wird die Leistung von Wärmerückgewinner und Lufterhitzer gedrosselt. Die mittlere monatliche Zulufttemperatur ergibt sich nach Tabelle 5.

Tabelle 5 — Mittlere monatliche Zulufttemperatur für Anlagen ohne Kühlfunktion

Betriebs- zeit $t_{\text{v,mech,mth}}$	Zuluft- tempe- ratur- Sollwert	mittlere monatliche Zulufttemperatur $\theta_{\text{v,mech,mth}}$ °C											
		JAN	FEB	MRZ	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ
12 h/d	14,0	14,0	14,1	14,3	15,6	18,4	20,7	22,5	22,2	17,9	14,8	14,0	14,0
	16,0	16,0	16,0	16,1	16,9	19,1	21,0	22,5	22,3	18,5	16,3	16,0	16,0
	18,0	18,0	18,0	18,0	18,4	20,0	21,6	22,7	22,5	19,4	18,1	18,0	18,0
	20,0	20,0	20,0	20,0	20,1	21,2	22,4	23,2	23,0	20,7	20,1	20,0	20,0
	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,7	23,5	24,0	23,8	22,3	22,0	22,0	22,0
24 h/d	14,0	14,0	14,0	14,1	14,9	16,9	18,7	20,5	20,1	16,6	14,5	14,0	14,0
	16,0	16,0	16,0	16,1	16,5	17,9	19,3	20,7	20,3	17,6	16,2	16,0	16,0
	18,0	18,0	18,0	18,0	18,2	19,2	20,2	21,2	20,8	18,8	18,1	18,0	18,0
	20,0	20,0	20,0	20,0	20,1	20,7	21,4	22,0	21,8	20,4	20,0	20,0	20,0
	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,4	22,8	23,2	23,1	22,2	22,0	22,0	22,0

Für Anlagen ohne Nachheiz- und Kühlfunktion hängt die Zulufttemperatur von der Wärmerückgewinnung ab. Unter der Voraussetzung, dass in diesem Fall der Wärmerückgewinner ungeregelt ist, ergeben sich mittlere monatliche Zulufttemperaturen nach Tabelle 6.

Tabelle 6 — Mittlere monatliche Zulufttemperatur für Anlagen ohne Nachheiz- und Kühlfunktion

Betriebs- zeit $t_{v,mech,mth}$	Rück- wärmzahl ϕ_{rec}	Mittlere monatliche Zulufttemperatur $\theta_{v,mech,mth}$ °C											
		JAN	FEB	MRZ	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ
12 h/d	0 %	2,9	3,8	7,4	12,8	17,8	20,6	22,5	22,2	17,3	12,1	6,1	2,5
	45 %	12,1	12,6	14,6	17,6	20,5	22,2	23,3	23,1	20,1	17,2	13,9	11,9
	60 %	15,2	15,6	17,0	19,2	21,4	22,8	23,6	23,5	21,1	18,9	16,5	15,0
	75 %	18,3	18,5	19,4	20,8	22,2	23,3	23,9	23,8	22,0	20,6	19,1	18,2
24 h/d	0 %	2,4	3,3	6,1	10,6	15,5	18,1	20,4	20,0	15,7	10,9	5,5	2,3
	45 %	11,9	12,3	13,9	16,3	19,2	20,7	22,0	21,8	19,2	16,5	13,6	11,8
	60 %	15,0	15,4	16,5	18,3	20,4	21,6	22,6	22,3	20,3	18,4	16,2	15,0
	75 %	18,2	18,4	19,1	20,2	21,6	22,4	23,1	22,9	21,5	20,3	18,9	18,1

Die Wärmeabgabe des Zuluftventilators an den Luftvolumenstrom ist in der Zulufttemperaturerhöhung nach den Tabellen 5 und 6 pauschal enthalten.

Für tägliche Anlagenbetriebszeiten zwischen 12 h und 24 h ergibt sich die mittlere monatliche Zulufttemperatur aus der linearen Interpolation zwischen den Tabellenwerten nach den Tabellen 5 und 6. Für tägliche Betriebszeiten < 12 h sind die Werte für $t_{v,mech,mth} = 12$ h zu verwenden.

6 Berechnung des Endenergiebedarfs für die Luftförderung

6.1 Anlagen mit konstantem Volumenstrom

Die elektrische Leistung eines Ventilators errechnet sich grundsätzlich nach den Gleichungen (11) und (12).

$$P_{v,SUP,mth} = \frac{\dot{V}_{SUP} \Delta p_{SUP}^*}{\eta_{SUP}} \quad (11)$$

$$P_{v,ETA,mth} = \frac{\dot{V}_{ETA} \Delta p_{ETA}^*}{\eta_{ETA}} \quad (12)$$

Dabei ist in den Gleichungen (11) und (12)

P_v die elektrische Leistung des Ventilators, in W;

η der mittlere Gesamtwirkungsgrad von Ventilator, Übertragungssystem, Motor, Drehzahlregelung;

$\dot{V}$ der Luftvolumenstrom im Teillastfall, in m³/h;

Δp^* der Gesamtdruckverlust des Zuluft- oder Abluftkanalnetzes bei Auslegungsluftvolumenstrom, in Pa.

Näherungsweise kann

$$\dot{V}_{\text{SUP}} = \dot{V}_{\text{ETA}} = \dot{V}_{\text{mech,mth}} = \dot{V}^* \quad (13)$$

gesetzt werden, wenn Zuluft- und Abluftvolumenstrom im Auslegungsfall weniger als 5 % voneinander abweichen.

Für die Berechnung des monatlichen Nutzenergiebedarfs der Luftförderung $W_{\text{v,mth}}$ muss die monatliche Betriebszeit der Anlage bekannt sein.

$$W_{\text{v,mth}} = (P_{\text{v,SUP,mth}} + P_{\text{v,ETA,mth}}) t_{\text{v,mech,mth}} d_{\text{v,mech,mth}} \quad (14)$$

Dabei ist

$W_{\text{v,mth}}$ der monatliche elektrische Endenergiebedarf für die Luftförderung, in Wh;

$t_{\text{v,mech,mth}}$ die tägliche Betriebszeit der RLT-Anlage, in h/d;

$d_{\text{v,mech,mth}}$ die monatliche Betriebstagezahl der RLT-Anlage, in d.

6.2 Anlagen mit variablem Volumenstrom

6.2.1 Grundlagen der Berechnung

Die nachfolgende Berechnung gilt für Variabel-Volumenstrom-Anlagen, bei denen die Volumenströme jedes Raumes bzw. jeder Gebäudezone über dezentrale Volumenstromregler (Drosselregelung) verändert werden und deren zentrale Zu- und Abluftventilatoren mittels Drehzahlregelung hinsichtlich eines konstanten Kanaldruckes geregelt werden.

Für diesen Fall ist das Kanalnetz einzuteilen in

- einen Teilabschnitt mit konstanten Widerständen bzw. variablen Druckverlusten,
- einen Teilabschnitt mit variablen Widerständen bzw. konstanten Druckverlusten.

Die Lage der Teilabschnitte wird durch die Position des Kanaldruckfühlers bestimmt.

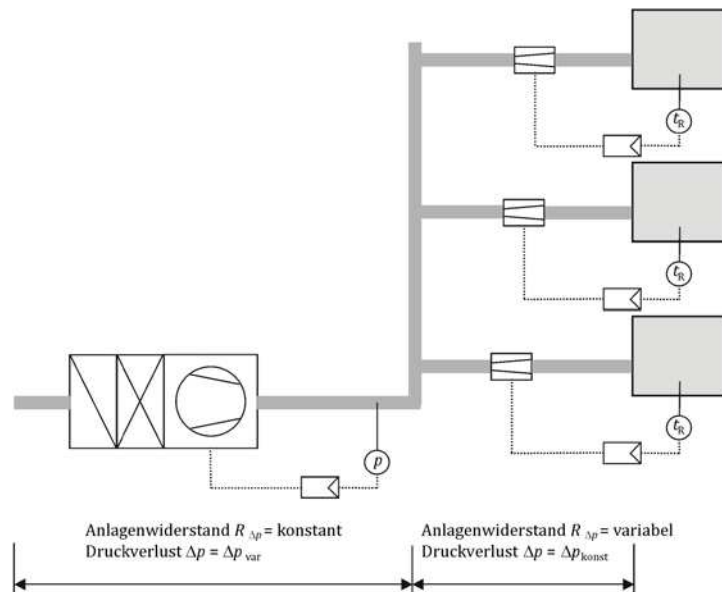


Bild 3 — Teilabschnitte mit konstanten und veränderlichen Widerständen eines Zuluftkanalnetzes

Als Planungsgrößen müssen bekannt sein:

- der Auslegungsvolumenstrom des Kanalnetzes $\dot{V}^*$;
- der Auslegungsdruckverlust des gesamten Kanalnetzes Δp^* ;
- der konstante Druckverlust des Teil-Kanalnetzes mit variablem Widerstand Δp_{konst} ;
- der mittlere Gesamtwirkungsgrad des Systems Ventilator – Kraftübertragung – Motor – Drehzahlregelung.

Die elektrische Leistung der Ventilatoren $P_{V,\text{SUP}}$ und $P_{V,\text{ETA}}$ ergibt sich bei einem beliebigen Teillastvolumenstrom $\dot{V}_{\text{SUP}}$, $\dot{V}_{\text{ETA}}$ aus:

$$P_{v,\text{SUP}} = \frac{\dot{V}_{\text{SUP}} \Delta p_{\text{SUP}}^* f_{p,\text{SUP}}}{\eta_{\text{SUP}}} + \frac{\dot{V}_{\text{SUP}}^3 \Delta p_{\text{SUP}}^* (1 - f_{p,\text{SUP}})}{\eta_{\text{SUP}} \dot{V}_{\text{SUP}}^{*2}} \quad (15)$$

$$P_{v,\text{ETA}} = \frac{\dot{V}_{\text{ETA}} \Delta p_{\text{ETA}}^* f_{p,\text{ETA}}}{\eta_{\text{ETA}}} + \frac{\dot{V}_{\text{ETA}}^3 \Delta p_{\text{ETA}}^* (1 - f_{p,\text{ETA}})}{\eta_{\text{ETA}} \dot{V}_{\text{ETA}}^{*2}} \quad (16)$$

Dabei ist in den Gleichungen (15) und (16)

- P_V die elektrische Leistung des Ventilators im Teillastfall, in W;
- f_p die Druckverhältnis-Zahl;
- η der mittlere Gesamtwirkungsgrad von Ventilator, Übertragungssystem, Motor, Drehzahlregelung;
- $\dot{V}$ der Luftvolumenstrom im Teillastfall, in m^3/h ;
- $\dot{V}^*$ der Auslegungsluftvolumenstrom (maximaler Volumenstrom), in m^3/h ;
- Δp^* der Gesamtdruckverlust des Zuluft- oder Abluftkanalnetzes bei Auslegungsluftvolumenstrom, in Pa.