

DIN V 18599-3



ICS 91.140.01; 91.140.30

Ersatz für
DIN V 18599-3:2005-07**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 80 Seiten

Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN
Normenausschuss Heiz- und Raumluftechnik (NHRS) im DIN
Normenausschuss Lichttechnik (FNL) im DIN

Inhalt

Seite

Vorwort	5
Einleitung.....	8
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 Berechnungsverfahren	18
4.1 Kennwertverfahren	18
4.2 Spezielle Anlagenkonzepte	19
5 Übergabe von Bilanzgrößen.....	19
5.1 Allgemeines.....	19
5.2 Zuluftvolumenstrom von Anlagen mit konstantem Volumenstrom.....	20
5.3 Zuluftvolumenstrom von Anlagen mit zeit- oder nutzungsabhängiger Steuerung des Volumenstroms.....	20
5.4 Zuluftvolumenstrom von Anlagen mit kühllastabhängiger Regelung des Volumenstroms.....	21
5.5 Mittlere monatliche Zulufttemperaturen.....	22
6 Berechnung des Endenergiebedarfs für die Luftförderung	24
6.1 Anlagen mit konstantem Volumenstrom	24
6.2 Anlagen mit variablem Volumenstrom.....	24
6.2.1 Grundlagen der Berechnung	24
6.2.2 Anlagen mit zeit- oder nutzungsabhängiger Steuerung des Volumenstroms	26
6.2.3 Anlagen mit kühllastabhängiger Regelung des Volumenstroms	26
7 Berechnung des Nutzenergiebedarfs für das Heizen, Kühlen, Befeuchten und Entfeuchten.....	28
7.1 Auswahl eines Anlagentyps	28
7.2 Umrechnung der Energiebedarfskennwerte für frei wählbare Betriebszeiten und Zulufttemperaturen	31
7.3 Umrechnung der Energiebedarfskennwerte für frei wählbare Rückwärmzahlen.....	34
7.4 Denormierung der Energiekennwerte	34
8 Maximale Leistungen	34
8.1 Dimensionierungsgrößen für den Außenluft- und Abluftzustand	35
8.2 Ermittlung der Zuluftenthalpie	36
8.3 Maximale Heizleistung	38
8.4 Maximale Kühlleistung	39
8.5 Maximale Dampfleistung	40
Anhang A (normativ) Energiekennwerte für die thermische Luftaufbereitung	41

A.1	Allgemeines	41
Anhang B (normativ)	Nutzungszeiten von Komponenten	68
B.1	Allgemeines	68
Anhang C (normativ)	Verfahren und Randbedingungen für die Ermittlung des Nutzenergiebedarfs der thermischen Luftaufbereitung	74
C.1	Allgemeines	74
C.2	Verfahren und Randbedingungen	74
Anhang D (informativ)	Anlagenschemata	78

Bilder

Bild 1 — Übersicht über die Teile der DIN V 18599	8
Bild 2 — Inhalt und Umfang von DIN V 18599-3 (schematisch)	10
Bild 3 — Teilabschnitte mit konstanten und veränderlichen Widerständen eines Zuluftkanalnetzes	25
Bild 4 — Korrekturfaktoren für die tägliche Anlagenbetriebszeit.....	33

Tabellen

Tabelle 1 — Symbole.....	14
Tabelle 2 — Indizes	18
Tabelle 3 — Mittlere monatliche Zulufttemperatur für Anlagen ohne Kühlfunktion	23
Tabelle 4 — Mittlere monatliche Zulufttemperatur für Anlagen ohne Nachheiz- und Kühlfunktion.....	23
Tabelle 5 — Variantennummern der RLT-Anlagen in Bezug auf die Energiekennwerte nach Anhang A.....	30
Tabelle 6 — Bemessungsgrößen für den Außenluftzustand	35
Tabelle 7 — Bemessungsgrößen für den Zonenabluftzustand.....	35
Tabelle A.1 — Spezifische Energiekennwerte Gesamtjahr	41
Tabelle A.2 — Spezifische Energiekennwerte Monat Januar	44
Tabelle A.3 — Spezifische Energiekennwerte Monat Februar	46
Tabelle A.4 — Spezifische Energiekennwerte Monat März.....	48
Tabelle A.5 — Spezifische Energiekennwerte Monat April.....	50
Tabelle A.6 — Spezifische Energiekennwerte Monat Mai	52
Tabelle A.7 — Spezifische Energiekennwerte Monat Juni	54
Tabelle A.8 — Spezifische Energiekennwerte Monat Juli	56

	Seite
Tabelle A.9 — Spezifische Energiekennwerte Monat August	58
Tabelle A.10 — Spezifische Energiekennwerte Monat September	60
Tabelle A.11 — Spezifische Energiekennwerte Monat Oktober	62
Tabelle A.12 — Spezifische Energiekennwerte Monat November	64
Tabelle A.13 — Spezifische Energiekennwerte Monat Dezember	66
Tabelle B.1 — Jährliche relative Komponentennutzungszeit $t_{i,14^{\circ}\text{C},12\text{h}}$ für $t_{v,\text{mech}} = 12\text{ h}$ und $\varphi_{v,\text{mech}} = 14^{\circ}\text{C}$	68
Tabelle B.2 — Jährliche relative Komponentennutzungszeit $t_{i,r,22^{\circ}\text{C},12\text{h}}$ für $t_{v,\text{mech}} = 12\text{ h}$ und $\varphi_{v,\text{mech}} = 22^{\circ}\text{C}$	71
Tabelle C.1 — Standardwerte für die Zuluftfeuchte	74
Tabelle C.2 — Standardwerte für die Zonen-Ablufttemperatur	75
Tabelle D.1 — Anlagenschemata	78

Vorwort

Diese Vornorm wurde vom Gemeinschaftsausschuss NA 005-56-20 GA „Energetische Bewertung von Gebäuden“ (Federführung NABau) der Normenausschüsse „Bauwesen“ (NABau) und „Heiz- und Raumluftechnik“ (NHRS) im DIN und unter Mitwirkung des Normenausschusses „Lichttechnik“ (FNL) im DIN erarbeitet.

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

Zur vorliegenden Vornorm wurde kein Entwurf veröffentlicht.

Erfahrungen mit dieser Vornorm sind erbeten an

- 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 Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V., 10772 Berlin (Hausanschrift: Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin).

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 Wohnungslüftungsanlagen und Luftheizungsanlagen 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 Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen*
- *Teil 10: Nutzungsrandbedingungen, Klimadaten*

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, raumluftechnischen 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 18599-3:2005-07 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

— 3.2 Symbole, Einheiten und Indizes

In Tabelle 1 wird das Symbol „ $\dot{Q}_{c,max,m}$ “ ersetzt durch „ $\dot{Q}_{c,max}$ “. Entsprechend entfällt „monatliche“ im Feld „Bedeutung“.

Nach der Zeile für das Symbol „ $\vartheta_{ZUL,Soll,So}$ “ wird das Symbol „ $\vartheta_{i,c,soll}$ “ ergänzt.

$\vartheta_{i,c,Soll}$	Raum-Solltemperatur Kühlung nach DIN V 18599-10	°C
------------------------	---	----

Als Bedeutung von „ $\dot{V}_{ZUL}$ “ wird nur „Zuluftvolumenstrom“ und von „ $\dot{V}_{ABL}$ “ nur „Abluftvolumenstrom“ angegeben.

In der Kopfzeile von Tabelle 2 wird „Indizes“ durch „Bedeutung“ ersetzt.

— 5.4 Zuluftvolumenstrom von Anlagen mit kühllastabhängiger Regelung des Volumenstroms

Der einleitende Text zur Gleichung (6) sowie die Gleichung (6) werden wie folgt geändert:

Aus der maximalen Kühllast $\dot{Q}_{c,max}$ nach DIN V 18599-2, Anhang B wird der maximale Volumenstrom $\dot{V}_{mech,max}$ ermittelt.

$$\dot{V}_{mech,max} = \frac{\dot{Q}_{c,max}}{c_{p,L} \rho_L (\vartheta_{i,c,soll} - \vartheta_{V,mech})} \quad (6)$$

Dabei ist

$\dot{Q}_{c,max}$ die maximale Raumkühllast aus der Gebäudebilanz in kW nach DIN V 18599-2;

$\vartheta_{i,c,soll}$ die Raum-Solltemperatur Kühlung nach DIN V 18599-10.

— 5.5 Mittlere monatliche Zulufttemperaturen

Im Text nach Tabelle 3 wird „nach Tabelle 2“ durch „nach Tabelle 4“ ersetzt.

— 6.1 Anlagen mit konstantem Volumenstrom

In den Erläuterungen zur Gleichung (8) wird die elektrische Leistung des Ventilators, P_V , mit W angegeben.

— 6.2.1 Grundlagen der Berechnung

In den Erläuterungen zu den Gleichungen (11) und (12) wird die elektrische Leistung des Ventilators im Teillastfall, P_V , in W angegeben.

In den Erläuterungen zur Gleichung (13) entfällt „ Δp^* “ der Auslegungsdruckverlust des Kanalnetzes bei Auslegungsvolumen $\dot{V}^*$, in Pa“.

— 7.1 Auswahl eines Anlagentyps

a) „DIN 1946-2“ wird durch „DIN EN 13779“ ersetzt.

— 7.2 Umrechnung der Energiebedarfskennwerte für frei wählbare Betriebszeiten und Zulufttemperaturen

In den Gleichungen (32) und (33) wird „ $f_{h,H}$ “ durch „ $f_{h,C}$ “ ersetzt.

— 8.1 Dimensionierungsgrößen für den Außenluft- und Abluftzustand

Im 1. und 2. Satz wird „Tabelle 4“ durch „Tabelle 6“ ersetzt sowie „Tabelle 5“ durch „Tabelle 7“.

In den Erläuterungen zu den Tabellen 6 und 7 entfällt die Zeile „ p_s “ der Wasserdampf-Sättigungsdruck, in Pa“.

— Anhang B Nutzungszeiten von Komponenten

Im Titel der Tabellen B.1 und B.2 wird „ $\varphi_{V,mech}$ “ durch „ $\vartheta_{V,mech}$ “ ersetzt.

Frühere Ausgaben

DIN V 18599-3: 2005-07

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.

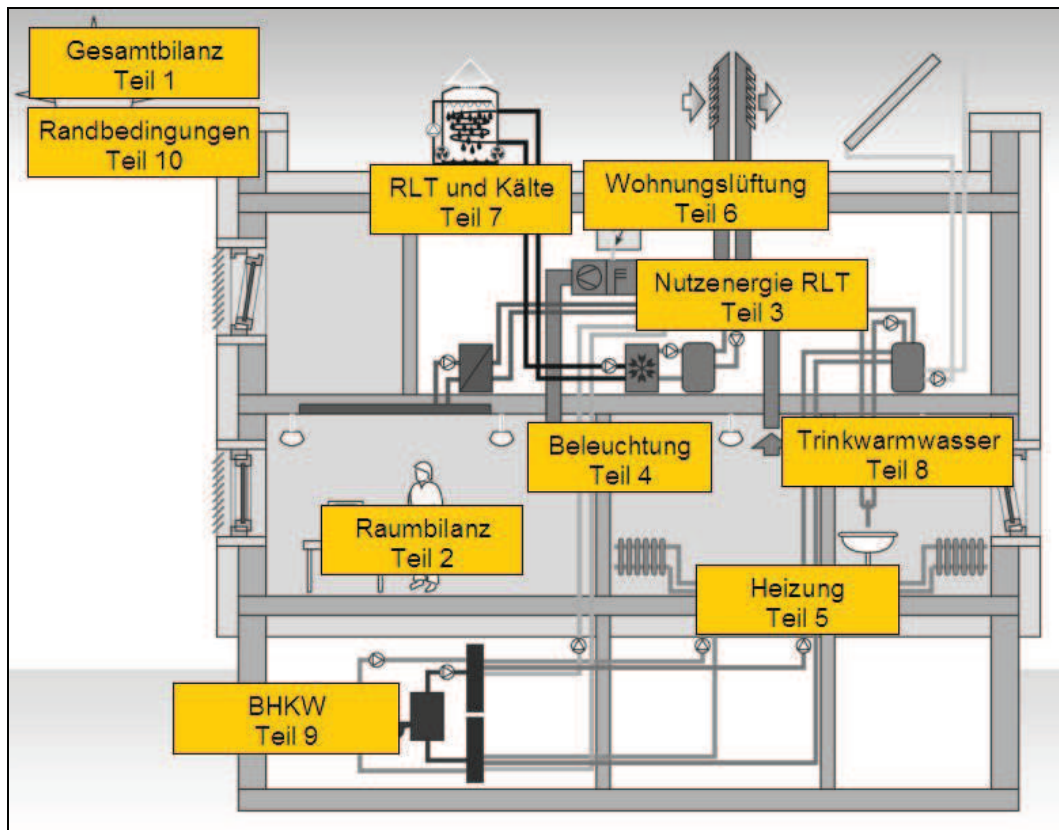


Bild 1 — Übersicht über die Teile der DIN V 18599

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 diesem Dokument 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.

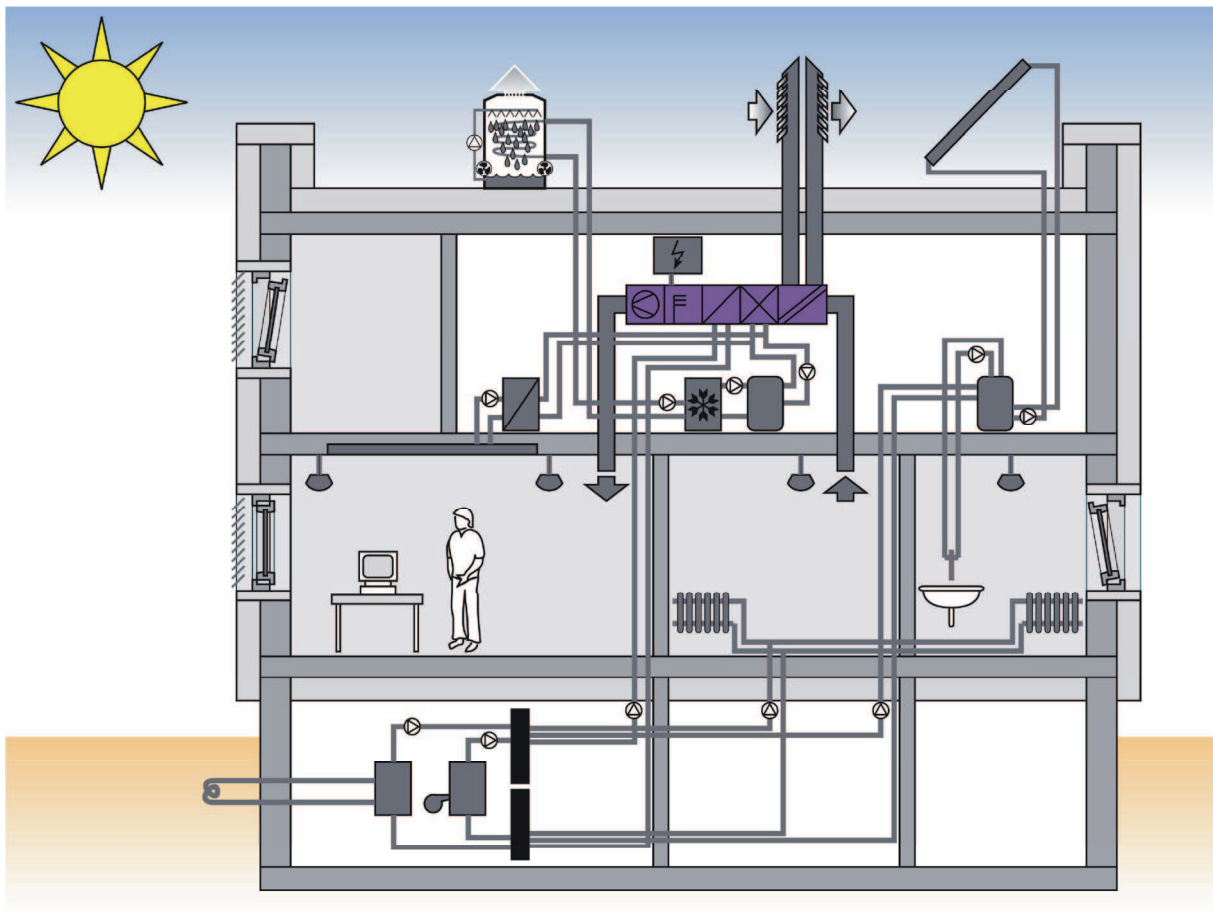


Bild 2 — Inhalt und Umfang von DIN V 18599-3 (schematisch)

2 Normative Verweisungen

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

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, *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 Gebäuden — 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 Wohnungslüftungsanlagen und Luftheizungsanlagen für den Wohnungsbau*

DIN V 18599-7, *Energetische Bewertung von Gebäuden — Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung — Teil 7: Endenergiebedarf von Raumlüftungstechnik- 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 Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen*

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

VDI 2071, *Wärmerückgewinnung in Raumlüftungstechnischen Anlagen*

DIN EN 832, *Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden — Berechnung des Heizenergiebedarfs — Wohngebäude*

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

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*

3 Begriffe, Symbole und Einheiten

3.1 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach DIN EN 832, 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 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 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**Wärmesenken**

Wärmemengen, die der Gebäudezone entzogen werden

ANMERKUNG Nicht einbezogen ist die geregelte Abfuhr von Wärme über das Kühlsystem.

3.1.5**Wärmequellen**

Wärmemengen, die der Gebäudezone zugeführt werden oder innerhalb der Gebäudezone entstehen

ANMERKUNG 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**

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 feuchter 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

Rückwärmzahl

Verhältnis der Lufttemperaturen eines Wärmerückgewinnungssystems nach VDI 2071 für den Betriebsfall ohne Kondensation

3.1.17

Rückfeuchtezahl

Verhältnis der absoluten Luftfeuchten eines Wärmerückgewinnungssystems nach VDI 2071

3.1.18

Produktwert

herstellerspezifischer Wert auf der Grundlage

- einer Konformitätserklärung zu europäisch harmonisierten Spezifikationen bzw. entsprechenden europäischen Richtlinien oder
- einer Konformitätserklärung zu allgemein anerkannten Regeln der Technik oder
- eines bauaufsichtlichen Verwendbarkeitsnachweises,

der für dieses Rechenverfahren geeignet ist

3.1.19

Standardwert

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

3.2 Symbole, Einheiten und Indizes

Tabelle 1 — Symbole

Symbol	Bedeutung	Übliche Einheit
Δ	Differenz	–
η	Gesamtwirkungsgrad	–
Φ_{WRG}	Rückwärmzahl	–
φ	relative Luftfeuchte	–
ϑ	Temperatur	°C
$\vartheta_{\text{t,c,m}}$	monatliche mittlere Raumtemperatur einer Gebäudezone nach DIN V 18599-2	°C
ϑ_{HC}	Lufttemperatur nach dem Heiz- und Kühlregister einer Anlage	°C
$\vartheta_{\text{V,mech,m}}$	monatliche Zulufttemperatur der RLT-Anlage am Eintritt einer Gebäudezone	°C
$\vartheta_{\text{ZUL,Soll,So}}$	Zulufttemperatur-Sollwert für den Auslegungsfall Sommer	°C
$\vartheta_{\text{t,c,soll}}$	Raum-Solltemperatur Kühlung nach DIN V 18599-10	°C
$\vartheta_{\text{ZUL,Soll,Wi}}$	Zulufttemperatur-Sollwert für den Auslegungsfall Winter	°C
ρ_{L}	Dichte von Luft bei Normaldruck	kg/m ³
Σ	Summe	–
c	spezifische Wärmekapazität	kJ/(kg · K)
$c_{\text{p,L}}$	spezifische Wärmekapazität von Luft	kJ/(kg · K)
$c_{\text{p,W}}$	spezifische Wärmekapazität von Wasser	kJ/(kg · K)
d	Anzahl Tage	d
$d_{\text{V,mech,m}}$	monatliche Betriebstagezahl der Anlage	d
f	Korrekturfaktor	–
f_{p}	Druckverhältnis-Zahl eines Kanalnetzes	–
$f_{\text{h,H}}$	Korrekturfaktor für den Einfluss der täglichen Betriebszeit auf den Nutzenergiebedarf Wärme	–
$f_{\text{h,C}}$	Korrekturfaktor für den Einfluss der täglichen Betriebszeit auf den Nutzenergiebedarf Kälte	–
$f_{\text{h,St}}$	Korrekturfaktor für den Einfluss der täglichen Betriebszeit auf den Nutzenergiebedarf Dampf	–
g	Gradient des Energiebedarfs bei abweichenden Zulufttemperatur-Sollwerten	Wh/(K · m ³ /h)
$g_{\text{C,u,m}}$	Gradient des monatlichen Kühlenergiebedarfs bei Zulufttemperatur-Sollwert 14 °C bis 18 °C	Wh/(K · m ³ /h)
$g_{\text{C,u,m}}$	Gradient des monatlichen Kühlenergiebedarfs bei Zulufttemperatur-Sollwert 18 °C bis 22 °C	Wh/(K · m ³ /h)
$g_{\text{H,u,m}}$	Gradient des monatlichen Heizenergiebedarfs bei Zulufttemperatur-Sollwert 14 °C bis 18 °C	Wh/(K · m ³ /h)

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Symbol	Bedeutung	Übliche Einheit
$g_{H,u,m}$	Gradient des monatlichen Heizenergiebedarfs bei Zulufttemperatur-Sollwert 18 °C bis 22 °C	Wh/ (K · m ³ /h)
$g_{St,u,m}$	Gradient des monatlichen Dampfenergiebedarfs bei Zulufttemperatur-Sollwert 14 °C bis 18 °C	Wh/ (K · m ³ /h)
$g_{St,u,m}$	Gradient des monatlichen Dampfenergiebedarfs bei Zulufttemperatur-Sollwert 18 °C bis 22 °C	Wh/ (K · m ³ /h)
h	Enthalpie	kJ/kg
$h_{AUL,Wi}$	Enthalpie der Außenluft im Auslegungsfall Winter	kJ/kg
$h_{AUL,So}$	Enthalpie der Außenluft im Auslegungsfall Sommer	kJ/kg
$h_{ABL,Wi}$	Enthalpie der Abluft im Auslegungsfall Winter	kJ/kg
$h_{ABL,So}$	Enthalpie der Abluft im Auslegungsfall Sommer	kJ/kg
$h_{ZUL,Wi}$	Enthalpie der Zuluft im Auslegungsfall Winter	kJ/kg
$h_{ZUL,So}$	Enthalpie der Zuluft im Auslegungsfall Sommer	kJ/kg
Δh_{WRG}	Enthalpiedifferenz der Zuluft infolge Wärmerückgewinnung	kJ/kg
P	Leistung (elektrisch)	kW
P_V	elektrische Leistung eines Ventilators	kW
$P_{V,ZUL}$	elektrische Leistung des Zuluftventilators	kW
$P_{V,ZUL}$	elektrische Leistung des Abluftventilators	kW
p	Druck	Pa
p_s	Sättigungsdruck von Wasserdampf	Pa
Δp^*	Gesamtdruckverlust des Kanalnetzes bei Auslegungsvolumenstrom	Pa
Δp_{konst}	konstanter Druckverlustanteil eines Kanalnetzes	Pa
Δp^*_{ABL}	Gesamtdruckverlust des Abluftkanalnetzes bei Auslegungsluftvolumenstrom	Pa
Δp^*_{ZUL}	Gesamtdruckverlust des Zuluftkanalnetzes bei Auslegungsluftvolumenstrom	Pa
q	spezifischer Nutzenergiebedarf, bezogen auf den Luftvolumenstrom	Wh/(m ³ /h)
q_c	Energiebedarf für Luftkühlung, bezogen auf den Luftvolumenstrom	Wh/(m ³ /h)
q_H	Energiebedarf für Luftheizung, bezogen auf den Luftvolumenstrom	Wh/(m ³ /h)
q_{St}	Energiebedarf für Dampf-Luftbefeuchtung, bezogen auf den Luftvolumenstrom	Wh/(m ³ /h)
$q_{i,18^\circ C,12h,m}$	monatlicher spezifischer Bedarf der Nutzenergieart i bei Zulufttemperatur-Sollwert 18 °C und täglicher Betriebsstundenzahl 12 h	Wh/(m ³ /h)
$q_{i,18^\circ C,m}$	monatlicher spezifischer Bedarf der Nutzenergieart i bei Zulufttemperatur-Sollwert 18 °C und frei wählbarer täglicher Betriebsstundenzahl	Wh/(m ³ /h)
$q_{i,m}$	monatlicher spezifischer Bedarf der Nutzenergieart i bei frei wählbarem Zulufttemperatur-Sollwert und frei wählbarer täglicher Betriebsstundenzahl	Wh/(m ³ /h)
Q	Energiebedarf	kWh

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Symbol	Bedeutung	Übliche Einheit
$Q_{c,b}$	monatlicher Energiebedarf zur Raumkühlung aus der Gebäudebilanz nach DIN V 18599-2	kWh
$Q_{V,C,m}$	monatlicher Energiebedarf für die Luftkühlung	kWh
$Q_{V,E,m}$	monatlicher Energiebedarf für die Luftförderung	kWh
$Q_{V,H,m}$	monatlicher Energiebedarf für die Lufterwärmung	kWh
$Q_{V,St,m}$	monatlicher Energiebedarf für die Dampf-Luftbefeuchtung	kWh
$\dot{Q}$	Leistung	kW
$\dot{Q}_{c,max}$	maximale Raumkühllast aus der Gebäudebilanz nach DIN V 18599-2	kW
$\dot{Q}_C^*$	maximale Kühlleistung für die thermische Luftaufbereitung	kW
$\dot{Q}_H^*$	maximale Heizleistung für die thermische Luftaufbereitung	kW
$\dot{Q}_{St}^*$	maximale Dampfleistung für die thermische Luftaufbereitung	kW
t	Zeitdauer	h
$t_{V,mech,m}$	tägliche Betriebsstundenzahl der RLT-Anlage innerhalb des Berechnungsmonats	h/d
$t_{v,mech,j,m}$	monatliche Betriebsstundenzahl des Teillastfalles j	h
$t_{H,r}$	relative jährliche Laufzeit des Lufterhitzers	—
$t_{C,r}$	relative jährliche Laufzeit des Luftkühlers	—
$t_{St,r}$	relative jährliche Laufzeit des Dampfbefeuchters	—
$t_{WRG,r}$	relative jährliche Laufzeit des Wärmerückgewinners	—
$t_{VB,r}$	relative jährliche Laufzeit des Verdunstungsbefeuchters	—
t_H	jährliche Laufzeit des Lufterhitzers	h
t_C	jährliche Laufzeit des Luftkühlers	h
t_{St}	jährliche Laufzeit des Dampfbefeuchters	h
t_{WRG}	jährliche Laufzeit des Wärmerückgewinners	h
t_{VB}	jährliche Laufzeit des Verdunstungsbefeuchters	h
$\dot{V}$	Luftvolumenstrom	m ³ /h
$\dot{V}_{mech,b,m}$	monatlicher Bilanz-Zuluftvolumenstrom nach DIN V 18599-2	m ³ /h
$\dot{V}_{mech,m}$	mittlerer monatlicher Zuluftvolumenstrom für die Berechnung des Nutzenergiebedarfs der thermischen Luftaufbereitung	m ³ /h
$\dot{V}^*$	Auslegungsvolumenstrom der Anlage	m ³ /h
$\dot{V}_j$	Zuluftvolumenstrom im Teillastfall j	m ³ /h

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Symbol	Bedeutung	Übliche Einheit
$\sum_m \dot{V}$	monatlich gefördertes Zuluftvolumen	m ³ /h
$\sum_m \dot{V}^3$	Monatssumme der stündlichen Luftvolumenströme in der dritten Potenz	m ⁹ /h ³
$\dot{V}_{\text{mech,max,m}}$	maximaler monatlicher Zuluftvolumenstrom	m ³ /h
$\dot{V}_{\text{ZUL}}$	Zuluftvolumenstrom	m ³ /h
$\dot{V}_{\text{ABL}}$	Abluftvolumenstrom	m ³ /h
x	Wassergehalt der Luft (absolute Luftfeuchte)	g/kg

Tabelle 2 — Indizes

Symbol	Bedeutung
*	Auslegungszustand
''	nächsthöhere Stützstelle für lineare Interpolation
'	nächsttiefere Stützstelle für lineare Interpolation
12h	12-stündige tägliche Betriebszeit
18°C	Zulufttemperatur-Sollwert 18 °C
ABL	Abluft
AUL	Außenluft
C	Kälte
E	Elektroenergie
F	Feuchtkugel (-temperatur)
H	Wärme
h	abhängig von der Tageszeit
<i>i</i>	Laufvariable für Nutzenergieart Wärme, Kälte, Dampf
<i>j</i>	Laufvariable für den Luftvolumenstrom im Teillastfall
m	monatlich
max	Maximum
min	Minimum
mech	mechanische (Lüftung)
o	Abweichung nach oben
s	Sättigungszustand
So	Sommer
St	Dampf
u	Abweichung nach unten
V	Lüftung
Vb	Verdunstungsbefeuchter
Wi	Winter
WRG	Wärmerückgewinnung
ZUL	Zuluft

4 Berechnungsverfahren

4.1 Kennwertverfahren

Das Berechnungsverfahren basiert auf folgenden Verfahrensschritten.

- Die Klimazonen für die Bundesrepublik Deutschland wurden zu einer Zone zusammengefasst, die durch den Standort Würzburg repräsentiert wird.
- Für die häufigsten RLT-Systeme, bestehend aus Komponentenreihung und Prozessführung, wurde eine umfangreiche Variantenmatrix erstellt.

- 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.
- Die Zuluftvolumenströme, die Zulufttemperaturen und die Betriebszeiten der Anlage sind für jeden Zeitschritt zu bestimmen und für die Gebäudebilanzierung bereitzustellen.
- Für die Berechnung von Anlagen mit kühllastabhängiger Regelung des Luftvolumenstromes muss die energetische Gebäudebilanzierung nach DIN V 18599-2 abgeschlossen sein.
- Der Energiebedarf für die Luftförderung wird anhand der physikalischen Zusammenhänge berechnet.
- Aus der Variantenmatrix ist eine Musteranlage auszuwählen. Die Kennwerte sind aus den Tabellen im Anhang abzulesen.
- Die Kennwerte sind durch eine begrenzte Anzahl freier Eingabewerte durch Interpolationen und Korrekturfaktoren umzurechnen und in Nutzenergiebedarfswerte zu denormieren.
- Zur weiteren Berechnung des Energieaufwandes nach DIN V 18599-7 müssen die maximalen Leistungen für die energetische Luftaufbereitung ermittelt werden.

Die Berechnung erfolgt grundsätzlich in Monatsschritten (Monatsverfahren).

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

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 Übergabe von Bilanzgrößen

5.1 Allgemeines

Für die energetische Gebäudebilanzierung müssen vorab festgelegt sein:

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

Bei üblichem Anlagenbetrieb während der Nutzungstage der Gebäudezone entspricht $d_{v,mech,m}$ 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 $d_{v,mech,m}$ 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 $\dot{V}_{mech,m}$ bekannt sein.

5.2 Zuluftvolumenstrom von Anlagen mit konstantem Volumenstrom

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

Sind die Volumenströme innerhalb des Berechnungszeitraumes konstant, gilt:

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

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

Dabei ist

$\dot{V}_{mech,b,m}$ der monatliche Bilanz-Zuluftvolumenstrom nach DIN V 18599-2, in m^3/h ;

$\dot{V}_{mech,m}$ 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 des Volumenstroms

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

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

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

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

Dabei ist

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

5.4 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.

$$\dot{V}_{\text{mech},b,m} = \dot{V}_{\text{Min}} \quad (3)$$

Die Gesamtbilanzierung nach DIN V 18599-2 liefert als Ergebnis die monatlichen Kühllastsummen, die zu einer Erhöhung des Zuluftvolumenstromes über den Mindestvolumenstrom bzw. Bilanzvolumenstrom hinaus führt.

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

$$\dot{V}_{\text{mech},m} = \dot{V}_{\text{mech},b,m} + \frac{Q_{c,b}}{t_{v,\text{mech},m} d_{v,\text{mech},m} c_{p,L} \rho_L (g_{i,c,m} - g_{v,\text{mech},m})} \quad (4)$$

bzw.

$$\sum_m \dot{V} = t_{v,\text{mech},m} d_{v,\text{mech},m} \dot{V}_{\text{mech},b,m} + \frac{Q_{c,b}}{c_{p,L} \rho_L (g_{i,c,m} - g_{v,\text{mech},m})} \quad (5)$$

Dabei ist

- $\dot{V}_{\text{mech},m}$ der mittlere monatliche Zuluftvolumenstrom für die Berechnung des Nutzenergiebedarfs der thermischen Luftaufbereitung nach Abschnitt 7, in m^3/h ;
- $\sum_m \dot{V}$ das monatlich geförderte Zuluftvolumen, in m^3/h ;

$\dot{V}_{\text{mech,b,m}}$	der monatliche Bilanz-Zuluftvolumenstrom nach DIN V 18599-2, in m ³ /h;
$Q_{\text{c,b}}$	der monatliche Energiebedarf zur Raumkühlung aus der Gebäudebilanz nach DIN V 18599-2, in kWh;
$t_{\text{V,mech,m}}$	die tägliche Betriebsstundenzahl des Ventilators, in h/d;
$d_{\text{V,mech,m}}$	die monatliche Betriebstagezahl des Ventilators, d;
$\vartheta_{\text{i,c,m}}$	die monatliche mittlere Raumtemperatur der Gebäudezone nach DIN V 18599-2, in °C;
$\vartheta_{\text{V,mech,m}}$	die monatliche Zulufttemperatur der RLT-Anlage, in °C;
ρ_{L}	die Dichte der Luft bei Normaldruck, in kg/m ³ ;
$c_{\text{p,L}}$	die spezifische Wärmekapazität der Luft, in kJ/(kg · K).

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

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

Aus der maximalen Kühllast $\dot{Q}_{\text{c,max}}$ nach DIN V 18599-2, Anhang B kann der maximale Volumenstrom $\dot{V}_{\text{mech,max}}$ ermittelt werden.

$$\dot{V}_{\text{mech,max}} = \frac{\dot{Q}_{\text{c,max}}}{c_{\text{p,L}} \rho_{\text{L}} (\vartheta_{\text{i,c,soll}} - \vartheta_{\text{V,mech}})} \quad (6)$$

Dabei ist

$\dot{Q}_{\text{c,max}}$	die maximale Raumkühlleistung aus der Gebäudebilanz in kW nach DIN V 18599-2;
$\vartheta_{\text{i,c,soll}}$	die Raum-Solltemperatur-Kühlung nach DIN V 18599-10.

Liegen im Versorgungsbereich der betrachteten RLT-Anlage mehrere Zonen, die nach DIN V 18599-2 separat bilanziert werden, sind die in 4.1 aufgeführten Berechnungsschritte für jede Zone getrennt vorzunehmen. In einem zweiten Schritt sind die Zonenergebnisse aufzuaddieren.

5.5 Mittlere monatliche Zulufttemperaturen

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

Bei raumlufttechnischen Anlagen mit Heiz- und Kühlfunktion entsprechen die mittleren monatlichen Zulufttemperaturen dem monatlichen Zulufttemperatur-Sollwert der Anlage. Dieser ist somit eine Planungsgröße. Standardwerte für $\vartheta_{\text{V,mech,m}}$ 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 3.

Tabelle 3 — Mittlere monatliche Zulufttemperatur für Anlagen ohne Kühlfunktion

Betriebszeit $t_{V,mech,m}$	Zulufttemperatur-Sollwert	Monatliche Zulufttemperatur $\vartheta_{V,mech,m}$ °C											
		JAN	FEB	MRZ	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ
12 h/d	14,0	14,0	14,0	14,0	15,6	17,9	19,2	21,3	21,4	18,8	14,8	14,2	14,0
	16,0	16,0	16,0	16,0	16,9	18,8	19,6	21,5	21,5	19,6	16,4	16,1	16,0
	18,0	18,0	18,0	18,0	18,4	19,8	20,2	21,9	21,9	20,6	18,2	18,0	18,0
	20,0	20,0	20,0	20,0	20,2	21,0	21,2	22,7	22,6	21,8	20,1	20,0	20,0
	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,4	22,6	23,6	23,7	23,2	22,0	22,0	22,0
24 h/d	14,0	14,0	14,0	14,0	14,9	16,5	17,6	19,5	19,8	17,5	14,5	14,1	14,0
	16,0	16,0	16,0	16,0	16,5	17,7	18,3	19,9	20,1	18,5	16,2	16,0	16,0
	18,0	18,0	18,0	18,0	18,2	19,0	19,4	20,6	20,8	19,7	18,1	18,0	18,0
	20,0	20,0	20,0	20,0	20,1	20,5	20,7	21,7	21,7	21,1	20,0	20,0	20,0
	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,2	22,3	23,0	22,7	22,0	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 4.

Tabelle 4 — Mittlere monatliche Zulufttemperatur für Anlagen ohne Nachheiz- und Kühlfunktion

Betriebszeit $t_{V,mech,m}$	Rückwärmzahl ϕ_{VRG}	Mittlere monatliche Zulufttemperatur $\vartheta_{V,mech,m}$ °C											
		JAN	FEB	MRZ	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ
12 h/d	0 %	−1,1	1,1	4,9	11,4	14,9	17,5	19,8	19,9	16,1	10,0	5,4	1,5
	45 %	9,8	11,0	13,2	16,7	18,7	20,2	21,7	21,8	19,5	16,0	13,4	11,2
	60 %	13,4	14,3	15,9	18,5	19,9	21,0	22,3	22,3	20,6	17,9	16,0	14,5
	75 %	17,0	17,6	18,6	20,2	21,1	21,8	22,9	22,9	21,7	19,8	18,7	17,7
24 h/d	0 %	−1,3	0,6	4,0	9,5	12,9	15,7	18,0	18,3	14,5	9,1	4,7	1,3
	45 %	9,7	10,7	12,7	15,7	17,5	19,1	20,5	20,7	18,5	15,5	13,0	11,1
	60 %	13,3	14,1	15,5	17,7	19,1	20,2	21,4	21,5	19,9	17,5	15,8	14,4
	75 %	17,0	17,5	18,3	19,7	20,6	21,3	22,2	22,3	21,2	19,6	18,5	17,7

Die Wärmeabgabe des Zuluftventilators an den Luftvolumenstrom ist in der Zulufttemperaturerhöhung nach Tabellen 3 und 4 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 3 und 4. Für tägliche Betriebszeiten <12 h sind die Werte für $t_{V,mech,m} = 12$ 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 (7) und (8).

$$P_{V,ZUL,m} = \frac{\dot{V}_{ZUL} \Delta p^*_{ZUL}}{\eta_{ZUL}} \quad (7)$$

$$P_{V,ABL,m} = \frac{\dot{V}_{ABL} \Delta p^*_{ABL}}{\eta_{ABL}} \quad (8)$$

Dabei ist

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.

Indizes:

ZUL Zuluft;

ABL Abluft;

m monatlich.

Näherungsweise kann

$$\dot{V}_{ZUL} = \dot{V}_{ABL} = \dot{V}_{mech,m} = \dot{V}^* \quad (9)$$

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

Für die Berechnung des monatlichen Nutzenergiebedarfs der Luftförderung $Q_{V,E,m}$ muss die monatliche Betriebszeit der Anlage bekannt sein.

$$Q_{V,E,m} = (P_{V,ZUL,m} + P_{V,ABL,m}) t_{V,mech,m} d_{V,mech,m} \quad (10)$$

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.