

ICS 91.120.10; 91.140.30

Ersatz für
DIN V 18599-7:2011-12

Vornorm

**Energetische Bewertung von Gebäuden –
Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung,
Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung –
Teil 7: Endenergiebedarf von Raumluftechnik- und Klimakältesystemen
für den Nichtwohnungsbau**

Energy efficiency of buildings –

Calculation of the net, final and primary energy demand for heating, cooling, ventilation,
domestic hot water and lighting –Part 7: Final energy demand of air-handling and air-conditioning systems for non-residential
buildings

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 7: Consommation finale d'énergie des systèmes de commercial ventilation et systèmes
de climatisation pour les bâtiments non-residentiels

Gesamtumfang 167 Seiten

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

Inhalt

	Seite
Vorwort	8
Einleitung	10
1 Anwendungsbereich	11
2 Normative Verweisungen	13
3 Begriffe, Symbole, Einheiten und Indizes	14
3.1 Begriffe	14
3.2 Symbole, Einheiten und Indizes	16
4 Verknüpfung der Teile der Vornormenreihe DIN V 18599.....	20
4.1 Allgemeines	20
4.2 Eingangsgrößen aus anderen Teilen der Vornormenteile DIN V 18599	20
4.3 Ausgangsgrößen für andere Teile der Vornormenreihe DIN V 18599	21
4.4 Berechnungsverfahren.....	23
4.4.1 Allgemeine Darstellung.....	23
4.4.2 Schnittstellen mit der Heizungstechnik.....	24
5 Nutzenergie (Energieaufwand) der Luftaufbereitung	26
5.1 Allgemeines	26
5.2 Standardwerte für Komponenten der RLT-Anlagen.....	26
5.2.1 Ventilatoren.....	26
5.2.2 Wärmerückgewinnung.....	27
5.3 Hinweise für die Auswahl des RLT-Anlagensystems.....	28
5.4 Nutzenergie für das Heizregister RLT	28
5.4.1 Allgemeines	28
5.4.2 Verluste der Übergabe für das RLT-Luftsystem (Wärmeverluste der Luftführung)	29
5.4.3 Verluste der Verteilung für das RLT-Luftsystem (Wärmeverluste durch Lufttransport)	29
5.4.4 Leckraten.....	29
5.4.5 Systemtemperaturen Warmwasser am Wärmeübertrager RLT.....	29
5.4.6 Heizzeit RLT-Wärmeübertrager Zuluft und Sorptionstrockner RLT	30
5.5 Nutzenergie für das Kühlregister	30
5.5.1 Allgemeines	30
5.5.2 Wärmeaufwand der Übergabe der Luft an den Raum (Wärmeverluste der Luftführung).....	31
5.5.3 Wärmeaufwand der Verteilung der Luft (Wärmeverluste durch Lufttransport).....	31
5.5.4 Kühlzeit Wärmeübertrager RLT-Anlage	31
5.6 Nutzkältebedarf Raumkühlung.....	32
5.6.1 Nutzkältebedarf, allgemein.....	32
5.6.2 Kühlzeit Raumkühlung.....	32
5.7 Nutzenergie Befeuchtung	32
5.8 Bedarfsabhängige Luftvolumenstromregelung	33
5.8.1 Bedarfsabhängige Luftvolumenstromregelung bei RLT-Anlagen	33
5.8.2 Bedarfsabhängige Luftvolumenstromregelung bei Fensterlüftung	34
6 Übergabe, Verteilung, Speicherung	35
6.1 Heizung für Lüftungsanlage.....	35
6.2 Erzeugernutzkälteabgabe	35
6.2.1 Kälteversorgung RLT-Anlage	35
6.2.2 Kälteversorgung Raumkühlung	36

6.3	Hilfsenergieaufwand Raumkühlung	38
6.4	Dampf für Befeuchtung	39
6.5	Hilfsenergie Kühl- und Kaltwasserverteilung	39
6.5.1	Elektrischer Hilfsenergieaufwand	39
6.5.2	Hydraulischer Energieaufwand der Verteilung	42
6.5.3	Aufwandszahlen	48
6.6	Sonstige Hilfsenergien (Nebenantriebe)	50
6.6.1	Pumpen Heizregister	50
6.6.2	Pumpen und Antriebe Wärmerückgewinnung	50
6.6.3	Pumpen Wasserbefeuchter	51
6.6.4	Elektrischer Aufwand für die Regelung des Klimazentralgerätes	52
6.7	Kältespeicherung	52
7	Endenergie für die Erzeugung von Kälte und Dampf	53
7.1	Endenergiebedarf für die Kälteerzeugung	53
7.1.1	Allgemeines	53
7.1.2	Erzeugernutzkälteabgabe	55
7.1.3	Endenergie Kompressionskältemaschine	56
7.1.4	Erzeugernutzenergie Wärmeversorgung Absorptionskältemaschine	65
7.1.5	Gasbetriebene Kälteerzeuger	68
7.1.6	Berechnung monatlicher Energie-Kennzahlen für die Kälteerzeugung als Übergabevariablen an andere Teile der Vornormenreihe DIN V 18599	70
7.1.7	Endenergie Rückkühlung	71
7.1.8	Bestandteile der Endenergie Kälteerzeugung und -verteilung	73
7.2	Freie Kühlung	75
7.2.1	Freie Kühlung mit Rückkühlwerken	75
7.2.2	Freie Kühlung mit luftgekühlten Kältemaschinen mit integrierten Freikühlregistern	79
7.3	Geothermische Kühlung	81
7.3.1	Allgemeines	81
7.3.2	Kühlung mit Grundwasser	81
7.3.3	Kühlung über ein Erdsondenfeld	82
7.4	Endenergie für die Dampfversorgung	84
7.5	Mehrerzeugeranlagen	85
7.6	Kältespeicherung	86
8	Endenergien und Regenerativanteile	86
8.1	Endenergien für Kälteerzeuger	86
8.1.1	Allgemeines	86
8.1.2	Strom für Kompressionskältemaschinen	87
8.1.3	Dampf für Absorptionskälteanlagen	87
8.2	Regenerative Energien bei der Kälteerzeugung	87
8.2.1	Allgemeines	87
8.2.2	Wärmesenke Außenluft	87
8.3	Dampferzeuger für Befeuchtung	90
8.3.1	Allgemeines	90
8.4	Hilfsenergien für Raumluftechnik und Klimakälte (Strom)	90
8.4.1	Allgemeines	90
8.4.2	Hilfsenergien Dampfbereitstellung	90
8.4.3	Weitere Hilfsenergien und zurück gewonnene Energien	90
Anhang A (normativ)	Kennwerte für Kälteerzeugung	91
A.1	Allgemeines	91
A.2	Teillastkennwerte für Raumklimageräte	91
A.3	Teillastkennwerte für die Kälteerzeugung	91

Anhang B (normativ) Verfahren zur Ermittlung der Teillastfaktoren Kälteerzeugung.....	144
B.1 Allgemeines	144
B.2 Teillastkennwerte für Raumklimasysteme, luftgekühlt	145
B.3 Teillastkennwerte luftgekühlter Kältemaschinen	146
B.4 Teillastkennwerte wassergekühlter Kältemaschinen	148
B.5 Teillastkennwerte Rückkühlung	151
Anhang C (normativ) Wärmequellen und Wärmesenken	154
C.1 Allgemeines	154
C.2 Wärmequellen	154
C.3 Wärmesenken	154
Anhang D (normativ) Kurzverfahren zur Berechnung des elektrischen Energieaufwands der	
Kühl- und Kaltwasserverteilung	155
D.1 Allgemeines	155
D.2 Spezifischer Volumenstrom im Verteilkreis	155
D.3 Differenzdruck im Auslegungspunkt - Δp_z	156
D.4 Jährliche Betriebszeit der Pumpen - $\sum t_{d,l}$	156
D.5 Spezifische elektrische Leistung der Verteilung	156
D.6 Elektrischer Energieaufwand der Verteilung	157
D.7 Vereinfachtes Verfahren zur Bewertung der Kaltwasserhydraulik	158
Anhang E (normativ) Abschätzung der Wärmerückgewinnung	160
E.1 Abschätzung der Wärmerückgewinnung für Bestandsanlagen	160
E.2 Abschätzung der Temperaturänderungsgrade für die Komponente	
Plattenwärmeübertrager	160
E.3 Abschätzung der Temperaturänderungsgrade bei Rotationswärmeübertragern	161
E.4 Rotationswärmeübertrager mit Sorptionsmaterialien	162
E.5 Abschätzung der Temperaturänderungsgrade bei Kreislaufverbundsystemen	162
Anhang F (normativ) Außenluftvolumenstrom und spezifische Leistungsaufnahme der	
Ventilatoren bei Bestandsanlagen	164
F.1 Bewertung des Energiebedarfs	164
F.2 Verwendung der ermittelten Werte	164
Anhang G (normativ) Teilkennwerte	165
G.1 Allgemeines	165
G.2 Teilkennwert für Außenluftaufbereitungssysteme	165
G.3 Teilkennwert für Kälteerzeugungssysteme	166
G.4 Teilkennwert für Kalt- und Kühlwasserverteilsysteme	166
Literaturhinweise	167
 Bilder	
Bild 1 — Übersicht über die Teile der DIN V 18599	10
Bild 2 — Systematik RLT-Anlagen – Nichtwohngebäude	12
Bild 3 — Inhalt und Umfang von DIN V 18599-7	13
Bild 4 — Schema der Indizierung	19
Bild 5 — Heizung für RLT-Anlage	23
Bild 6 — Kälte für RLT-Anlage	23

Bild 7 — Kälte für Raumkühlung.....	24
Bild 8 — Dampf für Befeuchtung	24
Bild 9 — Vorgehen bei der Berechnung des Pumpenenergiebedarfs Kühl- und Kaltwasser.....	41
Bild 10 — Übersicht über die Kälteerzeugungssysteme im Kennwertverfahren.....	54
Bild D.1 — Beispiel eines Kaltwasser-Mehrkreisssystems zur Komfortklimatisierung.....	155
Bild E.1 — Festlegung der Abmessungen des Wärmeübertragers.....	161
Bild E.2 — Rotationswärmeübertrager ohne Sorptionsmaterialien.....	161
Bild E.3 — Rotationswärmeübertrager mit Sorptionsmaterialien	162
Bild E.4 — Abschätzung der Temperaturänderungsgrade bei Kreislaufverbundsystemen	163

Tabellen

Tabelle 1 — Symbole und Einheiten.....	16
Tabelle 2 — Indizes	19
Tabelle 3 — Eingangsgrößen aus anderen Teilen der Vornormenreihe DIN V 18599.....	20
Tabelle 4 — Ausgangsgrößen für andere Teile der Vornormenreihe DIN V 18599.....	21
Tabelle 4b — Ausgangsgrößen für die Kälteerzeugung für DIN V 18599-1	22
Tabelle 5 — Abgrenzung Raumheizung in DIN V 18599 5 und Raumkühlung in DIN V 18599-7	25
Tabelle 6 — Standardwerte für Ventilatoren	26
Tabelle 7 — Standardwerte für Konstantdruckanteil	26
Tabelle 8 — Standardwerte für den Temperatur- und Feuchteänderungsgrad der Komponente Wärmerückgewinnung (Baujahre der Geräte)	27
Tabelle 9 — Standardwerte Zulufttemperaturdifferenzen je Klimasystem (nur für den energetischen Nachweis und nicht für die Auslegung zu verwenden)	28
Tabelle 10 — Mindestauslastung für bedarfsorientierte Betriebsweise Raumkühlung	32
Tabelle 11 — Ermittlung der Teilbetriebsfaktoren RLT.....	34
Tabelle 12 — Faktoren (Jahresmittelwert) Kälte RLT Anlage.....	36
Tabelle 13 — Faktoren (Jahresmittelwert) Raumkühlung.....	37
Tabelle 14 — Standardwerte für den auf die Erzeugernutzkälteabgabe bezogenen Energieaufwand für Sekundärluftventilatoren.....	38
Tabelle 15 — Wesentliche Parameter für den elektrischen Energieaufwand bei Kühl- und Kaltwassernetzen.....	39
Tabelle 16 — Druckgefälle R in kPa/m und anteilige Einzelwiderstände z in Rohrleitungen	44
Tabelle 17 — Standardwerte für Druckverluste von Komponenten in Verteilerkreisen	45
Tabelle 18 — Betriebsarten	46
Tabelle 19 — Werte für C_{p1} und C_{p2} in Abhängigkeit der Betriebsart der Pumpen	50
Tabelle 20 — Elektrische Leistung für Antrieb, Rotor.....	51

Tabelle 21 — Standardwerte für Wasserbefeuchter (jährliche Mittelwerte).....	52
Tabelle 22 — Speichernutzungsgrade für Kälte	53
Tabelle 23 — Baualterfaktor für Kälteerzeuger mit einer Kälteleistung > 12 kW.....	57
Tabelle 24 — Arten der Teillastregelung für wassergekühlte Kompressionskältemaschinen im Kennwertverfahren	58
Tabelle 25 — Standardwert Nennkälteleistungszahl EER_B für wassergekühlte Kompressionskältemaschinen	59
Tabelle 26 — Arten der Teillastregelung für luftgekühlte Kompressionskältemaschinen im Kennwertverfahren	60
Tabelle 27 — Standardwert Nennkälteleistungszahl EER_B für luftgekühlte Kompressionskältemaschinen	61
Tabelle 28 — Arten der Teillastregelung für luftgekühlte Kompressionskältemaschinen im Kennwertverfahren	63
Tabelle 29 — Standardwerte für die Nennkälteleistungszahl EER für Raumklimasysteme ≤ 12 kW luftgekühlt (bis Baujahr 2012 oder für Geräte ohne bekannte Daten)	63
Tabelle 30 — Nennkälteleistungszahl EER_B für Raumklimasysteme > 12 kW luftgekühlt	64
Tabelle 31 — Nutztemperatur, Rückkühltemperatur und Grädigkeit von Wärmeübertragern	65
Tabelle 32 — Nennwärmeverhältnis ζ , Teillastfaktoren PLV und mittlere Nutzungsfaktoren Rückkühlung $f_{R,av}$ für Ab- und Adsorptionskälteanlagen	67
Tabelle 33 — Wärmeverhältnis für direkt befeuerte Kältemaschinen.....	70
Tabelle 34 — Spezifischer Elektroenergiebedarf Rückkühler $q_{R,elektr}$	72
Tabelle 35 — Bedarfsanteile zur energetischen Bewertung indirekter Systeme (Wasserkühlmaschinen).....	74
Tabelle 36 — Bedarfsanteile zur energetischen Bewertung direkter Systeme (Direktverdampferanlagen).....	75
Tabelle 37 — Freikühlfaktor für Rückkühlwerke im Alternativbetrieb	77
Tabelle 38 — Freikühlfaktor für Rückkühlwerke im Parallelbetrieb	78
Tabelle 39 — Freikühlfaktor für luftgekühlte Kältemaschinen mit integrierten Freikühlregistern	80
Tabelle 40 — Kälteleistungszahl von Grundwassernutzungsanlagen EER_{GW} (Grundwassertemperatur 12 °C, Auslegungsförderhöhe der Pumpen 400 kPa)	82
Tabelle 41 — Standardwerte für die Kälteleistungszahl EER_{GS} (Sondeneintrittstemperatur 18 °C)	83
Tabelle 42 — Spez. Entzugsleistung q_{ES} für Erdsonden bei einer Sondeneintrittstemperatur 18 °C.....	84
Tabelle 43 — Endenergiefaktoren für die Dampferzeugung	84
Tabelle 44 — Standardwerte für Mehrerzeugeranlagen.....	85
Tabelle 45 — Standardwerte für Speicherfaktoren bei Kälteerzeugung mit Kompressionskälteerzeugern	86

Tabelle A.1 — Teillastkennwert für Raumklimageräte	91
Tabelle A.2 — Zuordnung der Nutzungsart zu den Kennwerttabellen	92
Tabelle A.3 — Teillast-Kennwerte(Nutzungsart 1, 2, 3, 4, 5, 16, 17, 18, 20)	93
Tabelle A.4 — Teillast-Kennwerte (Nutzungsart 6, 7, 28, 29, 30)	96
Tabelle A.5 — Teillast-Kennwerte (Nutzungsart 8)	99
Tabelle A.6 — Teillast-Kennwerte (Nutzungsart 9, 26)	102
Tabelle A.7 — Teillast-Kennwerte (Nutzungsart 10).....	105
Tabelle A.8 — Teillast-Kennwerte (Nutzungsart 11).....	108
Tabelle A.9 — Teillast-Kennwerte (Nutzungsart 12).....	111
Tabelle A.10 — Teillast-Kennwerte (Nutzungsart 13, 14, 15).....	114
Tabelle A.11 — Teillast-Kennwerte (Nutzungsart 21)	117
Tabelle A.12 — Teillast-Kennwerte (Nutzungsart 22)	120
Tabelle A.13 — Teillast-Kennwerte (Nutzungsart 23, 24)	123
Tabelle A.14 — Teillast-Kennwerte (Nutzungsart 25)	126
Tabelle A.15 — Teillast-Kennwerte (Nutzungsart 27)	129
Tabelle A.16 — Teillast-Kennwerte (Nutzungsart 31)	132
Tabelle A.17 — Teillast-Kennwerte (Nutzungsart 35)	135
Tabelle A.18 — Teillast-Kennwerte (Nutzungsart 36)	138
Tabelle A.19 — Teillast-Kennwerte (Nutzungsart 41)	141
Tabelle B.1 — Verteilungsvorschrift Teillastbedarfswerte s_n je Teillaststufe k_n.....	145
Tabelle B.2 — Korrelation Teillaststufe k_n/Außenlufttemperatur für luftgekühlte Kältemaschinen	145
Tabelle B.3 — Teillastfaktor PLV_n für Raumklimasysteme.....	146
Tabelle B.4 — Teillastfaktor $f_{1,n}$ für luftgekühlte Kältemaschinen.....	147
Tabelle B.5 — Teillastfaktoren $f_{1,n}$ für wassergekühlte Kältemaschinen je Teillaststufe k_n.....	149
Tabelle D.1 — Spezifische Volumenströme	155
Tabelle D.2 — Druckverluste im Auslegungspunkt.....	156
Tabelle D.3 — Jährliche Betriebszeit der Pumpen.....	156
Tabelle D.4 — Elektrischer Energieaufwand der Verteilung.....	157
Tabelle D.5 — Richtwerte für Nutzungszeiten Raumkühlung und RLT Kühlung bei bedarfsgeregeltem Betrieb.....	158
Tabelle E.1 — Abschätzung des Temperaturänderungsgrades η_t für Plattenwärmeübertrager.....	160

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 vom DIN-Normenausschüssen 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, 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 18599-7:2011-12 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Schnittstellen Bilanzierung 4.2 aufgenommen;
- b) Schnittstellen zur EN 16798-3 allgemein aufgenommen;
- c) Schnittstellen zur EN 13053 und EU 1253/2014 in Tabelle 8 aufgenommen;
- d) Übersicht Kälteerzeugungssysteme Bild 10 aufgenommen;
- e) Baualterfaktor Abschnitt 7.1.3 verschoben aus Anhang E;
- f) neue Kältemittel R1234ze und R290 Tabelle 25 und Tabelle 27 aufgenommen;
- g) Freie Kühlung im Parallelbetrieb, Tabelle 38, aufgenommen.

Frühere Ausgaben

DIN V 18599-7: 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 diese Vornormenreihe DIN V 18599 aus mehreren Teilen, die einzelne Themenschwerpunkte behandeln. Einen Überblick über die Inhalte der einzelnen Teile gibt Bild 1.

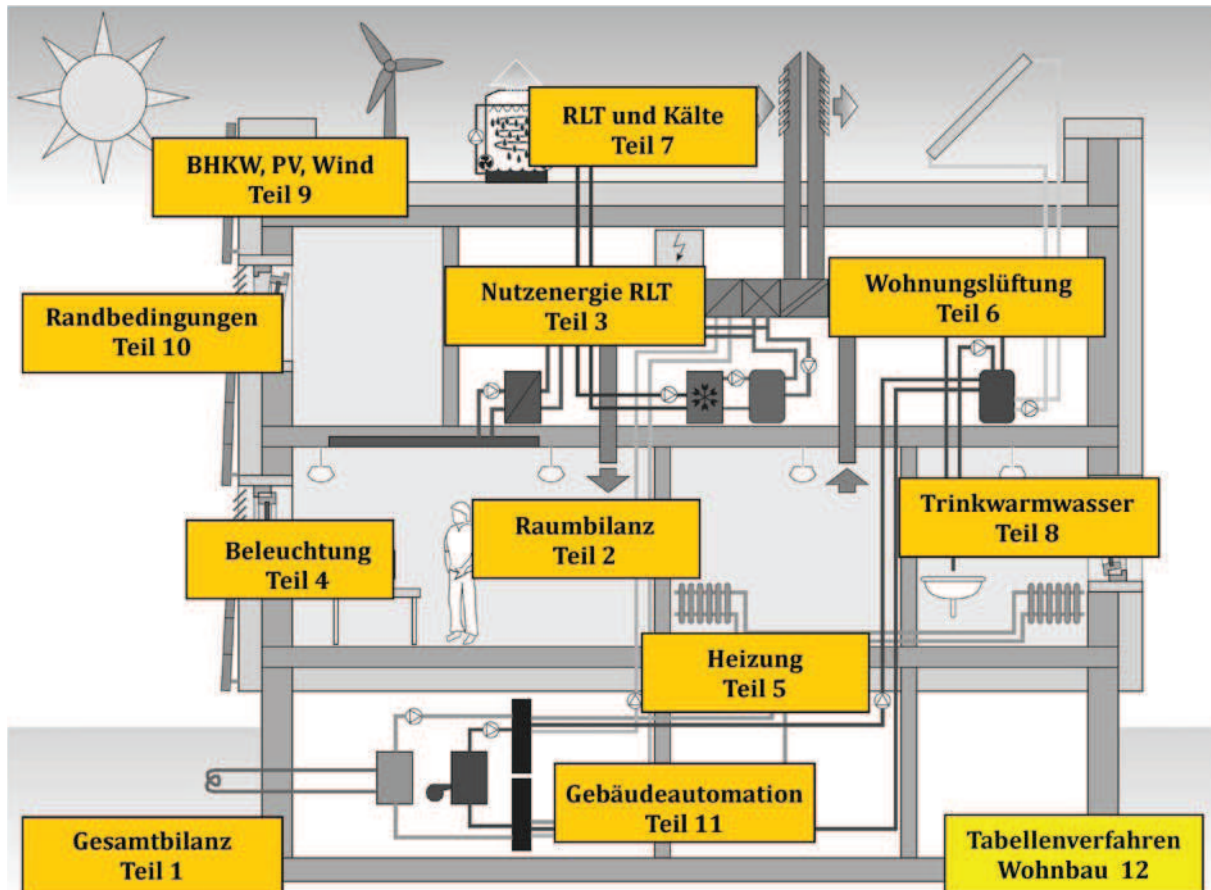


Bild 1 — Übersicht über die Teile der DIN V 18599

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.

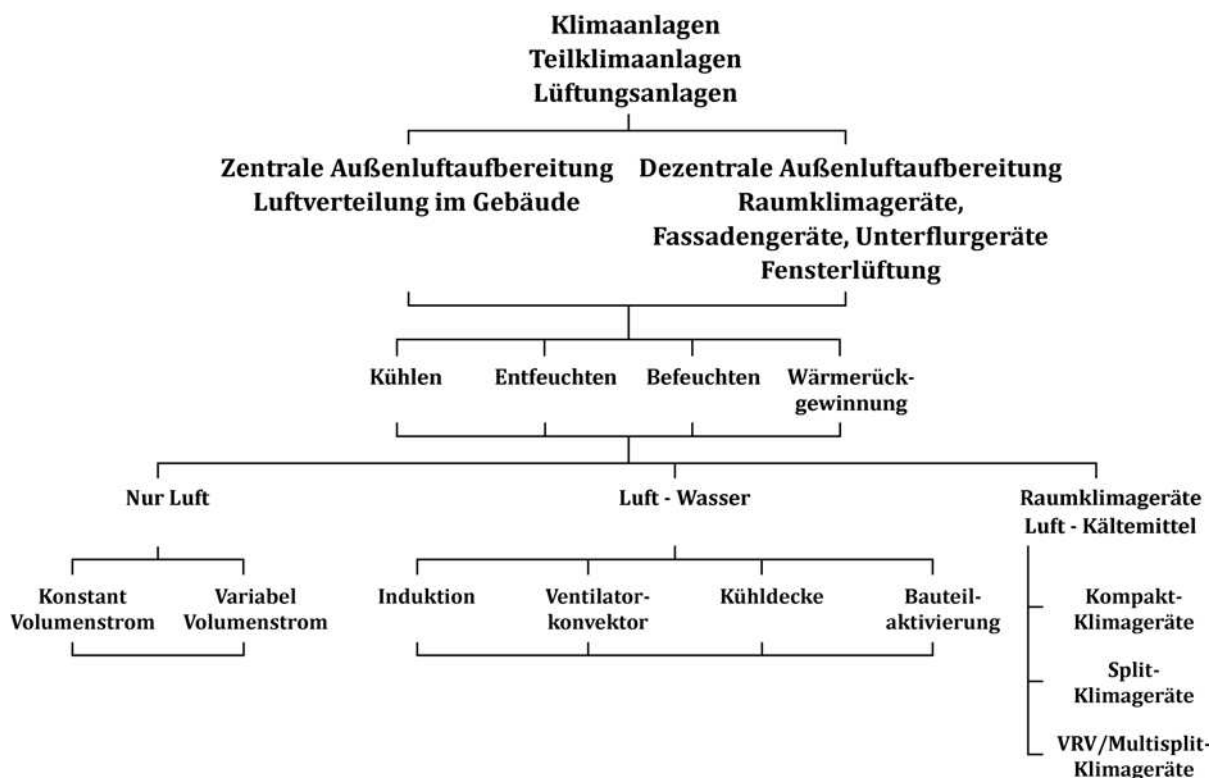
DIN V 18599-7 gilt für Raumlufthechnische Anlagen (RLT) in Nichtwohngebäuden (siehe Bild 2) und verwendet den berechneten Nutzenergiebedarf für die Raumkühlung aus DIN V 18599-2 und den Nutzenergiebedarf für die Luftaufbereitung (Heizen, Kühlen, Befeuchten) aus DIN V 18599-3. Die beschriebenen Verfahren erlauben die Berechnung der Nutzwärmeabgabe für die Heizfunktion der RLT-Anlage. Diese Werte werden an DIN V 18599-5 übergeben.

Weiterhin wird die Erzeugernutzkälteabgabe für Raumkühlung und RLT-Kühlung bestimmt und mittels eines Kennwert-Verfahrens Kälteerzeugung wird die Endenergie für die Kälteerzeugung (Strom) und die Erzeugernutzwärmeabgabe für die thermische Kälteerzeugung berechnet und an DIN V 18599-5 übergeben.

Ebenso wird die notwendige Endenergie für die Dampfbefeuchtung (Strom, Gas, Öl) berechnet.

Zusätzliche Verfahren berechnen den Aufwand für Pumpen der Kalt- und Kühlwasserverteilung sowie weitere erforderliche Pumpen und Nebenantriebe.

Systematik RLT-Anlagen – Nichtwohngebäude



Zentrale Systeme: Zentrale Außenluftaufbereitung (gebäude-, abschnitts- oder geschossweise) und Verteilung der Zuluft über Luftkanalsysteme, unabhängig von der Art der zusätzlichen Raumkühlung.

Dezentrale Systeme: Raumweise Außenluftaufbereitung oder natürliche Lüftung über Fenster. Zusätzliche Raumkühlsysteme mit Wasser oder Kältemittel als Wärmeträger.

Bild 2 — Systematik RLT-Anlagen – Nichtwohngebäude

DIN V 18599-7 gilt für raumlufttechnische Anlagen nach DIN EN 16798-3 (Zu- und Abluftanlage) und Umluftanlagen zur Raumkühlung in Nichtwohngebäuden (Lüftungsanlagen von Wohngebäuden werden in DIN V 18599-6 behandelt), einschließlich der zugehörigen Kälteerzeugung und Dampferzeugung und der Energieverteilungssysteme. Luftheizsysteme mit Umluft und Nacherhitzer von Zuluft aus RLT-Anlagen mit Raumregelung werden in DIN V 18599-5 behandelt.

Ebenso können im Einzelfall spezielle Produkteigenschaften von Komponenten verwendet werden, soweit dieser herstellerspezifische Wert auf der Grundlage von einer Konformitätserklärung zu harmonisierten Europäischen Normen bzw. zu entsprechenden Europäischen Richtlinien oder einer Konformitätserklärung zu allgemein anerkannten Regeln der Technik oder eines bauaufsichtlichen Verwendbarkeitsnachweises basiert, der für dieses Rechenverfahren geeignet ist. Energetische Aspekte der Raumluftströmung und der Luftführung im Raum und mobile Raumklimageräte werden nicht behandelt.

Klimasysteme mit einer Außenluftansaugung aus der Doppelfassade oder einem Wintergarten (Atrien) sind mit dem Verfahren nach DIN V 18599-2, DIN V 18599-3 und DIN V 18599-7 derzeit nicht berechenbar.

Bild 3 zeigt schematisch den inhaltlichen Umfang des vorliegenden Dokuments. Ein zu Bild 3 analoges Übersichtsbild mit farblicher Kennzeichnung des jeweiligen Inhalts ist auch in allen anderen Teilen der Vornormenreihe DIN V 18599 zur Orientierung enthalten.

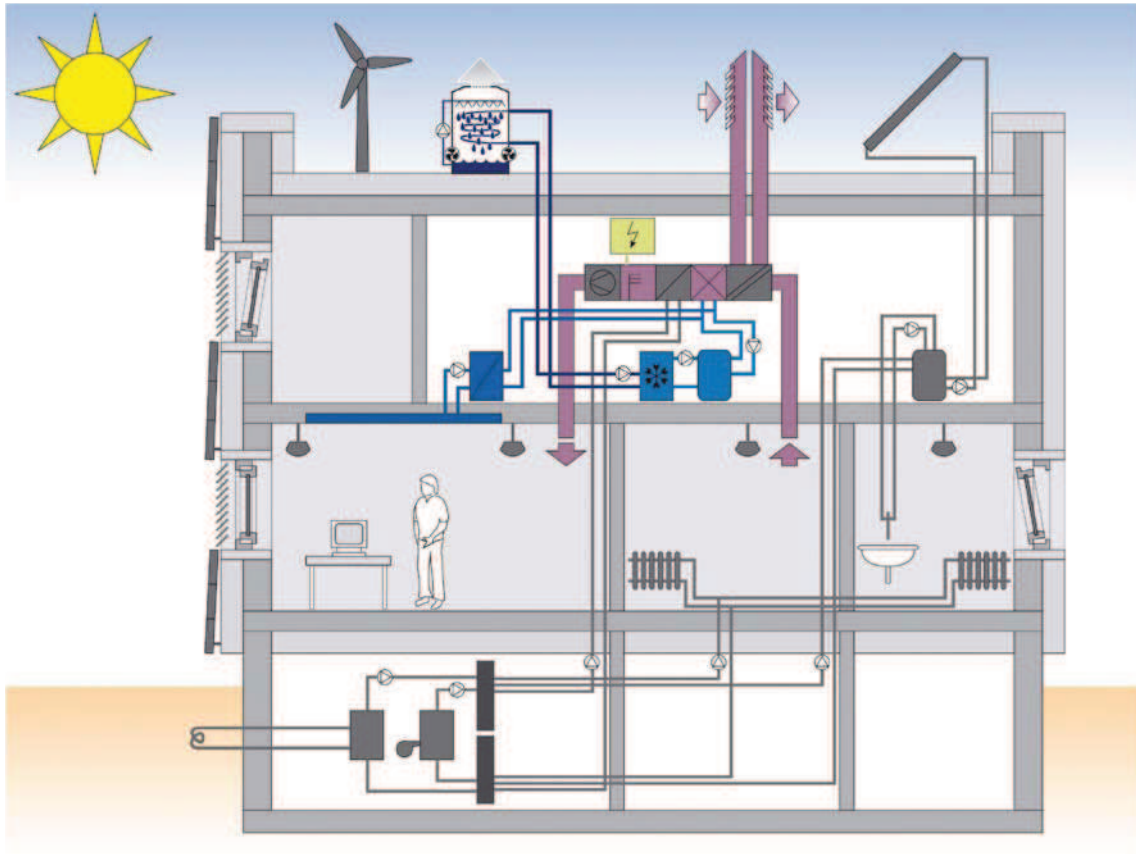


Bild 3 — Inhalt und Umfang von DIN V 18599-7

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 8960, Kältemittel — Anforderungen und Kurzzeichen

DIN V 18599-1:2016-10, *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 18599-3:2016-10, *Energetische Bewertung von Gebäuden — Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung — Teil 3: Nutzenergiebedarf für die energetische Luftaufbereitung*

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 18599-5:2016-10, *Energetische Bewertung von Gebäuden — Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung — Teil 5: Endenergiebedarf von Heizsystemen*

DIN V 18599-6:2016-10, *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 18599-8, *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 V 18599-11, *Energetische Bewertung von Gebäuden — Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung — Teil 11: Gebäudeautomation*

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

DIN EN 13053, *Lüftung von Gebäuden — Zentrale raumlufttechnische Geräte — Leistungsdaten für Geräte, Komponenten und Baueinheiten*

DIN EN 14511-1 (alle Teile), *Luftkonditionierer, Flüssigkeitskühlsätze und Wärmepumpen mit elektrisch angetriebenen Verdichtern für die Raumheizung und -kühlung*

DIN EN 14825, *Luftkonditionierer, Flüssigkeitskühlsätze und Wärmepumpen mit elektrisch angetriebenen Verdichtern zur Raumbeheizung und -kühlung — Prüfung und Leistungsbemessung unter Teillastbedingungen und Berechnung der saisonalen Arbeitszahl*

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

DIN EN 16798-3, *Lüftung von Nichtwohngebäuden — Allgemeine Grundlagen und Anforderungen an Lüftungs- und Klimaanlage*

DIN EN 16798-1, *Eingangsparameter für das Raumklima zur Auslegung und Bewertung der Energieeffizienz von Gebäuden — Raumluftqualität, Temperatur, Licht und Akustik*

3 Begriffe, Symbole, Einheiten und Indizes

3.1 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach DIN V 18599-1 und die folgenden Begriffe.

3.1.1

Kälteversorgungsbereich

Bereiche des Gebäudes, der Nutzungseinheiten und der Anlagentechnik, die von einer Kälteerzeugung versorgt werden

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Kälteversorgungseinheit kann aus mehreren Zonen und Nutzungseinheiten oder auch aus Teilen dieser bestehen.

3.1.2**spezifische Ventilatorleistung****SFP-Wert**

kombinierte Menge der von allen Ventilatoren im Luftverteilsystem benötigten elektrischen Leistung, dividiert durch den Gesamtluftvolumenstrom im Auslegungsfall

3.1.3**Temperaturänderungsgrad der Komponente Wärmerückgewinner**

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

3.1.4**Feuchteänderungsgrad der Komponente Wärmerückgewinner**

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

3.1.5**Nachheizung**

Heizung der Zuluft nach den Anforderungen der Nutzungseinheit/Raumzone (Raumregelung)

Anmerkung 1 zum Begriff: Nach DIN V 18599-3 wird die Zuluft auf einen festen Wert geregelt. Die Differenz zur Einhaltung der Raumtemperatur kann durch statische Heizflächen oder durch die Nachheizung der Zuluft sichergestellt werden. Damit eine analoge Behandlung zu den Raumheizflächen sichergestellt ist, wird die notwendige Energie in DIN V 18599-5 bewertet.

3.1.6**Nachkühlung**

Kühlung der Zuluft nach den Anforderungen der Nutzungseinheit/Raumzone (Raumregelung)

Anmerkung 1 zum Begriff: Nach DIN V 18599-3 wird die Zuluft auf einen festen Wert geregelt. Die Differenz zur Einhaltung der Raumtemperatur kann durch statische Kühlflächen, Umluftkühlgeräte oder durch die Nachkühlung der Zuluft sichergestellt werden.

3.1.7**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

3.1.8**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 und Einheiten

Symbole	Bedeutung	Einheit
$A_{K,A}$	Luftkanal- und Geräteoberfläche außerhalb der thermischen Hülle	m^2
b	Bewertungsfaktor für Bestand/Neubau	–
b_{VC}	Vollbenutzungsstunden der zentralen Kühlregister (monatlich, jährlich)	h
b_{VH}	Vollbenutzungsstunden der zentralen Heizregister (monatlich, jährlich)	h
c_{RLT}	Relative Abwesenheit RLT-Anlage bei bedarfsabhängiger Regelung des Außenluftvolumenstromes	–
$e_{d,l}$	Aufwandszahl für die Kühl- und Kaltwasserverteilung	–
EER	Nennkälteleistungszahl (en: energy efficiency ratio), in kW/kW	–
E_{KK}	Effizienz der Kälteerzeugung	–
E_{RLT}	spezifischer Energiekennwert Außenluftaufbereitung	$kWh/(m^3/h \cdot a)$
$f_{vc,d}$	Verlustfaktor Luftverteilung – Kühlen	–
$f_{vh,d}$	Verlustfaktor Luftverteilung – Heizen	–
f_{Abgl}	Korrekturfaktor hydraulischer Abgleich	–
f_{Adap}	Korrekturfaktor für die Adaption an den Betriebspunkt	–
$f_{c,ce,aux}$	Hilfsenergiefaktor Raumkühlung	–
f_e	Effizienzfaktor der Pumpe	–
f_{ev}	Teillastfaktor für die Regelung der Befeuchtung	–
f_{FC}	Freikühlfaktor für freie Kühlung über Rückkühler oder Reikühlregister	
$f_{m*,f}$	Endenergiefaktor für die Dampfbefeuchtung	–
f_p	Verhältnis von Gesamtdruck zu Konstantdruckanteil bei VVS-Anlagen	–
f_{Par}	Einflussfaktor Parallelbetrieb Kälteerzeuger	–
$f_{R,av}$	Teillastfaktor Rückkühler	–
F_{RLT}	Teilbetriebsfaktor RLT-Anlage bei bedarfsabhängiger Regelung des Außenluftvolumenstromes	–
f_{SP}	Speicherfaktor für Kältespeicherung	
l_{ES}	Bohrtiefe Erdsonden	m
P	Leistung (en: power)	W
$P_{C,elektr}$	Nennantriebsleistung der Kältemaschine elektrisch	kW
$P_{c,i}$	spezifischer Elektroenergieaufwand Kühl. Und Kaltwasserverteilung	kWh/kW

$P_{d,hydr}$	hydraulische Leistung der Kühl- und Kaltwasserverteilung im Auslegungspunkt	W
$P_{el,av,KVS}$	mittlere elektrische Leistung Pumpen KVS-Systeme	W/m ³ /h
$P_{el,av,rot}$	mittlerer elektrischer Antrieb WRG-Rotor	W
$P_{el,ev}$	spezifische Leistungsaufnahme von Befeuchtungspumpen	W/m ³ /h _{Luft}
PLV_{av}	Mittelwert Teillastfaktor Kältemaschine	–
P_{SFP}	Spezifische Leistungsaufnahme des Ventilators	kW/(m ³ s ⁻¹)
$Q_{C,f}$	Endenergiebedarf Absorptionskältemaschine (thermisch)	kWh
$Q_{C,outg,a,n}$	Erzeugernutzkälteabgabe Klimakälte je Nutzungsart n	kWh
$\dot{Q}_{C,outg}$	Nennkälteleistung der Absorptionskältemaschine	kW
$\dot{Q}_{C,therm}$	Nennheizwärmeleistung der Absorptionskältemaschine	kW
q_{ES}	spezifische Entzugsleistung Erdsonden	W/m
$q_{R,elektr}$	spezifischer Elektroenergiebedarf Rückkühler	–
$\dot{Q}_{R,outg}$	Nennrückkühlleistung	kW
Q_{rd}	zurückgewonnene Wärmeenergie	kWh
$\dot{Q}_z$	Kühl- oder Kälteleistung der Kälteversorgungseinheit im Auslegungsfall	kW
R	Druckgefälle in Rohrleitungen	kPa/m
$SEER$	Jahreskälteleistungszahl	–
$\beta_{d,l}$	mittlere Belastung der Kühl- und Kaltwasserverteilung im Betrachtungszeitraum l	–
T	absolute Temperatur	K
$t_{C*,op}$	Kühlzeit Wärmeübertrager der RLT-Anlage	h
t_d	Pumpenbetriebszeit in der Zeitperiode	h
$t_{h*,op}$	Heizzeit Wärmeübertrager der RLT-Anlage	h
$t_{R,op}$	mittlere Betriebszeit Rückkühlung	h
$\dot{V}_{dc}$	mittlerer Außenluftvolumenstrom bei bedarfsabhängige Regelung	m ³ /h
$\dot{V}_z$	Volumenstrom der Kälteversorgungseinheit	m ³ /h
$\dot{V}_{z,min}$	minimaler Volumenstrom im Verteilkreis	m ³ /h
$W_{c,ce}$	Hilfsenergieaufwand für Sekundärluftventilatoren der Raumkühlung	kWh
$W_{C,f}$	Endenergiebedarf Kompressionskältemaschine	kWh
$W_{C,f,therm}$	Hilfsenergieaufwand für Nebenantriebe thermischer Kältemaschinen	kWh

$W_{C,f,R}$	Endenergiebedarf Rückkühlung (elektrisch)	kWh
$W_{d,hydr,l}$	hydraulischer Aufwand je Zeitperiode Jahresbilanz: $l = a$, Monatsbilanz: $l = mth$	kWh/Periode
$W_{ev,f}$	Hilfsenergieaufwand für die Pumpen der Wasserbefeuchter	kWh
$W_{hr,f,aux}$	Hilfsenergieaufwand für WRG	kWh
$W_{Y,aux}$	zusätzlicher Hilfsenergieaufwand für weitere Prozessschritte	kWh
$W_{Z,aux,d}$	Hilfsenergieaufwand Kälteversorgungseinheit	kWh
$W_{Z,d}$	Hilfsenergieaufwand für die Kaltwasserverteilung	kWh
Δp_{tot}	Totaldruckerhöhung des Ventilators	Pa
Δp_z	Differenzdruck im Auslegungspunkt	kPa
ζ	Nennwärmeverhältnis der thermischen Kältemaschine	–
$\eta_{c^*,ce}$	Nutzungsgrad der Übergabe RLT – Kühlen	–
$\eta_{c^*,ce,sens}$	sensibler Nutzungsgrad der Übergabe Kälte (RLT)	–
$\eta_{c^*,d}$	Verteilung – Kühlen RLT	–
$\eta_{c,ce}$	Nutzungsgrad der Übergabe Raumkühlung	–
$\eta_{c,ce,sens}$	sensibler Nutzungsgrad der Übergabe Raumkühlsystem	–
$\eta_{c,d}$	Nutzungsgrad der Verteilung – Raumkühlung	–
$\eta_{C,s}$	Nutzungsgrad der Kältespeicherung	
η_t	Temperaturänderungsgrad der Komponente Wärmerückgewinnger, (Rückwärmzahl der WRG φ)	–
η_{tot}	Gesamtwirkungsgrad des Ventilators	–
$\eta_{vc,ce}$	Nutzungsgrad Wärmeübergabe an den Raum – Luftführung Kühlen	–
$\eta_{vh,ce}$	Nutzungsgrad Wärmeübergabe an den Raum – Luftführung Heizen	–
η_x	Feuchteänderungsgrad der Komponente Wärmerückgewinnger, (Rückfeuchtezahl der WRG ψ)	–
θ_{h^*}	Systemtemperatur Warmwasser für Heizregister RLT	°C
$\theta_{H^*,op}$	Warmwasservorlauftemperatur am Vor- und Nacherhitzer RLT-Gerät	°C
θ_{rd}	Austrittstemperatur der zurückgewonnenen Wärmeenergie	°C
ν	kinematische Viskosität	mm ² /s

Tabelle 2 — Indizes

Indizes	Bedeutung
EHA	Fortluft
FC	Freie Kühlung
GW	Grundwasser
GS	Erdreich
H	Erhitzer
Prod	Produktkennwert
SRG	Sorptionstrockner
VB	Wasserbefeuchter
VBZ	Wasserbefeuchter Zuluft für DEC Anlagen
VBA	Wasserbefeuchter Abluft für indirekte Verdunstungskühlung

Zeitbasis ist einheitlich Monat; wenn eine andere Zeitbasis verwendet wird, dann ist dies im Formelindex zu kennzeichnen.

Das Schema der Indizierung und der Bezeichnung für die bilanzierten Energiemengen zeigt Bild 4.

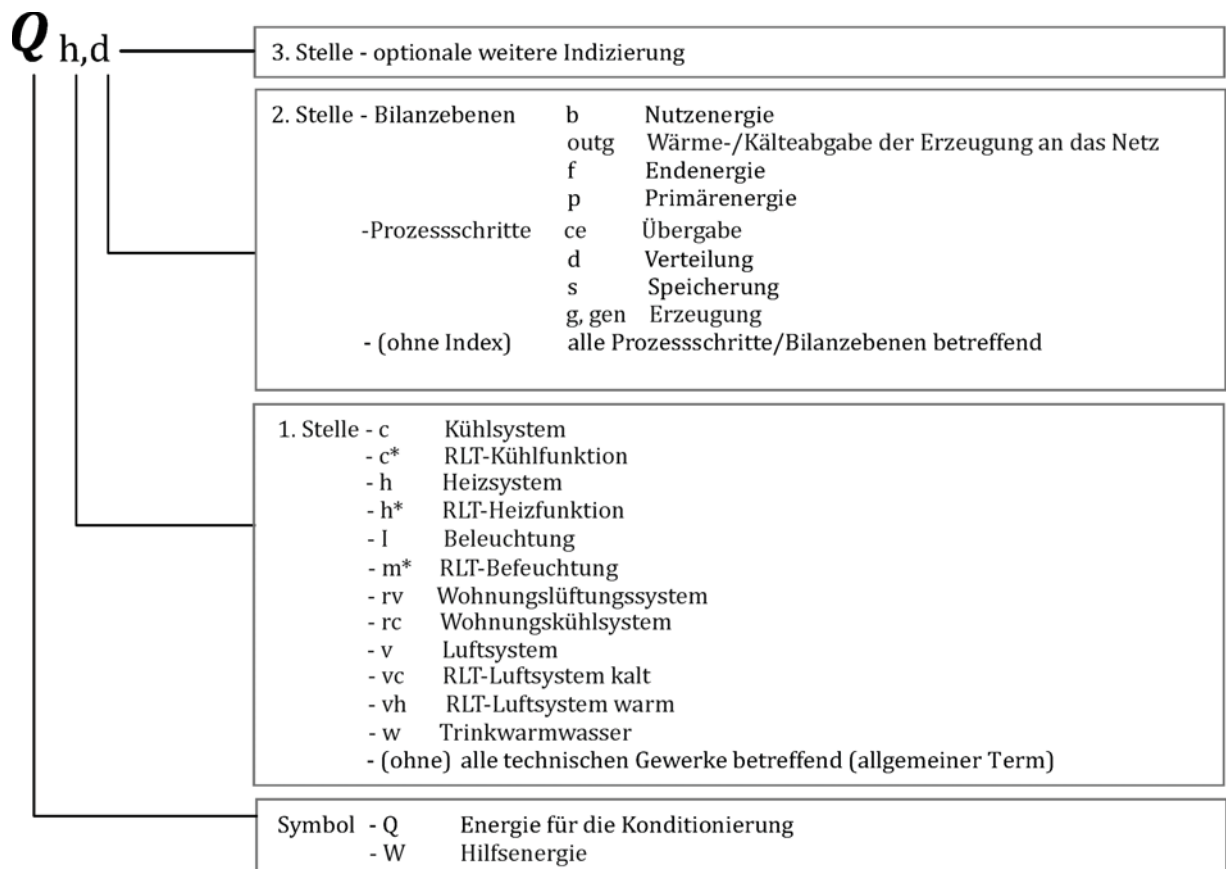


Bild 4 — Schema der Indizierung

4 Verknüpfung der Teile der Vornormenreihe DIN V 18599

4.1 Allgemeines

Die folgenden zwei untergeordneten 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.

Auf eine vertiefende Erläuterung der Größen sowie die Angabe von Gründen für die Datenübergabe wird der Übersichtlichkeit halber verzichtet.

Für die Eingangsgrößen, die nicht anderen Teilen der Vornormenreihe DIN V 18599 entnommen werden, sondern projektbezogen zusammengestellt werden, gilt:

- bei Vorliegen von Fachplanungen ist den Planungswerten (z. B. Bedarfswerte, Anlagenleistungen, Betriebszeiten) der Vorzug gegenüber Richtwerten nach diesem Dokument zu geben;
- bei Energiebilanzen im Gebäudebestand sind die Bestandswerte zu Grunde zu legen.

4.2 Eingangsgrößen aus anderen Teilen der Vornormenteile DIN V 18599

Aus den Teilen der Vornormenreihe DIN V 18599 werden für die Bilanz der Endenergie und der Primärenergie benötigt (geordnet nach Quelle):

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

Bedeutung	Symbol	DIN V 18599, Teil
Nutzwärme Luftaufbereitung	$Q_{vh,b}$	3
Nutzkälte Luftaufbereitung	$Q_{vc,b}$	3
Nutzenergie Dampfbefeuchtung	$Q_{vm*,b}$	3
Nutzenergie Raumkühlung je Nutzungseinheit/Zone	$Q_{c,b,i}$	2
Betriebszeit der RLT-Anlage je Monat	$t_{RLT-Betrieb}$	10
Jährliche Laufzeit Erhitze RLT	$t_{H,r}$	3
Maximale Heizleistung RLT	$\dot{Q}_{H,max}$	3
Jährliche Laufzeit Kühler RLT	$t_{C,r}$	3
Maximale Kühlleistung RLT	$\dot{Q}_{C*,max}$	3
Maximale Kühlleistung Raumkühlung	$\dot{Q}_{C,max}$	2
Kühlzeit Raum	$t_{c,op}$	2
Jährliche Bedarfszeit Wärmerückgewinnung RLT	t_{WRG}	3
Jährliche Bedarfszeit Befeuchtung RLT	t_{VB}	3
Mindestauslastung zur Berechnung der Kühlzeit	$\beta_{c,grenz}$	2

4.3 Ausgangsgrößen für andere Teile der Vornormenreihe DIN V 18599

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

Bedeutung	Symbol	DIN V 18599, Teil
Nutzenergie Heizregister	$Q_{h*,b}$	5
Systemtemperatur Heizregister RTL	ϑ_{h*}	5
Monatliche Heizzeit RLT-Wärmeübertrager	$t_{H*,op}$	5
Nutzwärmeenergie thermische Kälteerzeugung < 110 °C	$Q_{C,f}$	5
Heizmedieneintrittstemperatur thermische Kälteerzeugung	$\theta_{C,therm}$	5
Monatliche Bedarfszeit Nutzwärme für thermische Kälteerzeugung	$t_{R,op}$	5
Zurückgewonnene Wärmeenergie aus der Kälteerzeugung	$Q_{rd,mot}, Q_{rd}$	5
Austrittstemperatur der zurück gewonnenen Wärmeenergie	ϑ_{rd}	5
Ungeregelte Wärmeeinträge durch mechanische Lüftung	$Q_{l,vh}$	2
Ungeregelte Wärmeeinträge durch Kühl- und Kältesystem	$Q_{l,ch}$	2
Ungeregelte Kälteeinträge durch Kaltwassersystem RLT	$Q_{l,c*}$	2
Ungeregelte Kälteeinträge durch Kaltwassersystem Raumkühlung	$Q_{l,c}$	2
Ungeregelte Kälteeinträge durch mechanische Lüftung	$Q_{l,vc}$	2
Hilfsenergieaufwand Kühltssystem – Raum	$W_{c,aux}$	1
Hilfsenergieaufwand Kühltssystem – RLT	$W_{c*,aux}$	1
Hilfsenergieaufwand RLT (nicht Ventilator)	$W_{h*,aux}$	1
Hilfsenergieaufwand Dampferzeugung	$W_{m*,aux}$	1
Zusätzlicher Hilfsenergieaufwand	$W_{Y,aux}$	1
Mindestauslastung zur Berechnung der Kühlzeit	$\beta_{c,grenz}$	2

Die Ergebnisse der Berechnung der Erzeuger werden nach Tabelle 4b zur Gesamtbilanzierung an DIN V 18599-1 übergeben. Unabhängig von den innerhalb des vorliegenden Dokuments verwendeten Formelzeichen und Indizes werden normübergreifend für die Gesamtbilanz in Teil 1 zur Kennzeichnung benutzt: "g" (Erzeugerverlust), "f,prod" (produzierte oder nutzbar gemachte Endenergie), "f,in" (von außen zugeführte Endenergie) und "f,out" (nach außen abgeführte Endenergie). Zur weiteren Erläuterung der Begriffe siehe DIN V 18599-1:2016-10, 5.5.1.

Eine Verrechnung der Endenergien der Gewerke untereinander erfolgt in Teil 1 (z. B. erzeugter Strom nach DIN V 18599-9 und Strombedarf einer Wärmepumpe aus DIN V 18599-8:2016-10, 5.5.7.1).

Tabelle 4b — Ausgangsgrößen für die Kälteerzeugung für DIN V 18599-1

Abschnitt	Technologie/ Erzeuger	Erzeuger- verlust	von außerhalb zugeführte Endenergie	produzierte oder technisch nutzbar gemachte Endenergie	nach außerhalb bereitgestellte Endenergie
Eingabe für Teil 1		$Q_{c,g}$	$Q_{c,f,in}$	$Q_{c,f,prod}$	$Q_{c,f,out}$
7.1.3	Kompressionskälte	0	$Q_{c,f}$ nach Gl. (49)	0	0 ^a
7.1.4	Sorptionskälte	0	$Q_{c,f}$ nach Gl. (55)	0	0 ^a
7.1.5	gasbetriebene Kälte	0 ^b	$Q_{c,f,gas}$ nach Gl. (58)	0	0 ^a
7.2	freier Kühlung	0	$W_{c,f,FC}$ nach Gl. (74)	$(1 - 1/f_{FC})$ $Q_{c,outg,a}$	0 ^a
7.3	geothermische Kühlung	0	$W_{c,f,GW}$ nach Gl. (74) $W_{c,f,GS}$ nach Gl. (79)	$Q_{c,outg}$ nach Gl. (76)	0 ^a
Eingabe für Teil 1		$Q_{m*,g}$	$Q_{m*,f,in}$	$Q_{c,f,prod}$	$Q_{c,f,out}$
7.4	Dampfversorgung	$Q_{m*,f} - Q_{m*,outg}$	Q_m nach Gl. (81)	0	0
^a Die weitere Nutzung der Rückkühlenergie kann über den Ansatz „individueller Primärenergiefaktor für Nahwärme“ nach DIN V 18599-1:2016-10, A.4 erfolgen. ^b Der Erzeugerverlust kann auf Basis der vorhandenen Effizienzkennwerte nicht ausgewiesen werden.					

4.4 Berechnungsverfahren

4.4.1 Allgemeine Darstellung

In den Bildern 5 bis 8 wird die Berechnung für den Endenergiebedarf für die Teile Heizung RLT, Kühlung RLT, Kühlung Raum und Dampf für die Befeuchtung dargestellt.

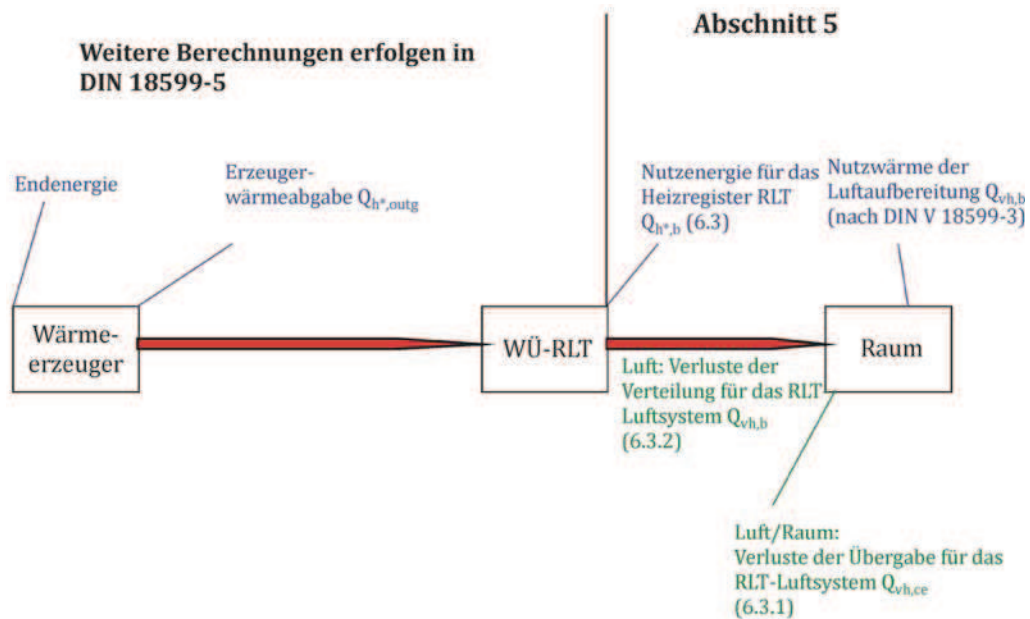


Bild 5 — Heizung für RLT-Anlage

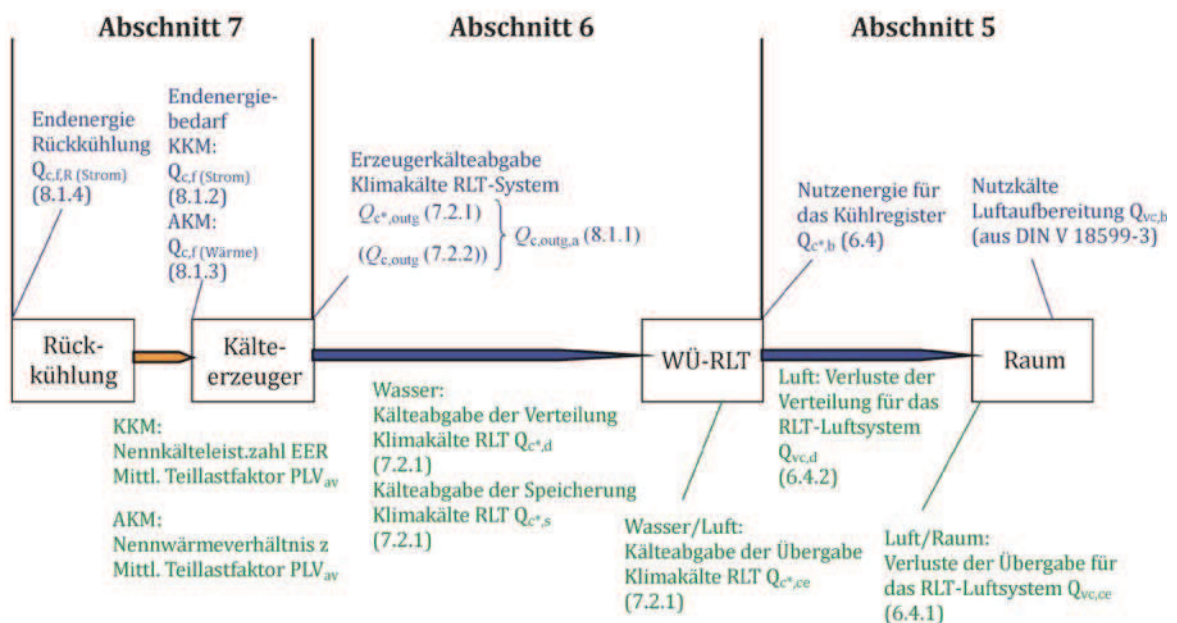


Bild 6 — Kälte für RLT-Anlage

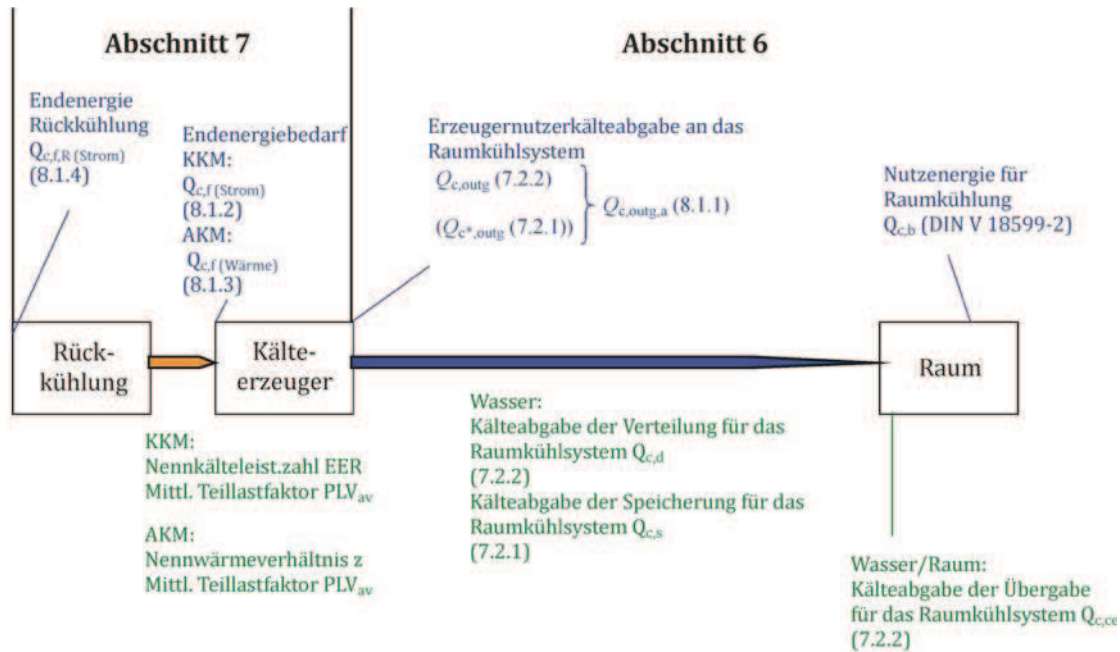


Bild 7 — Kälte für Raumkühlung

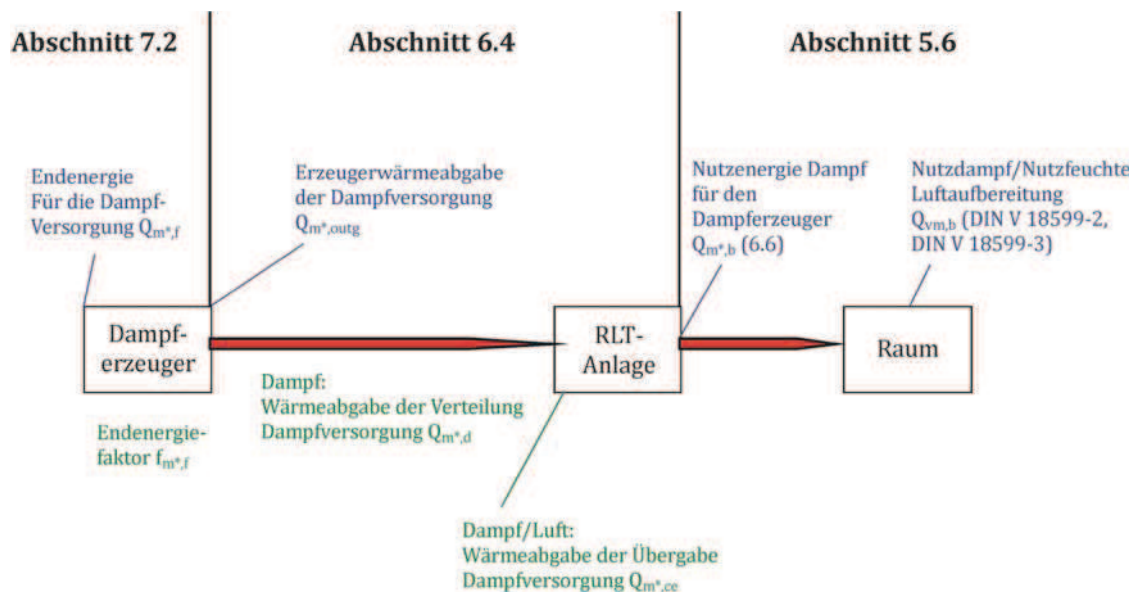


Bild 8 — Dampf für Befeuchtung

4.4.2 Schnittstellen mit der Heizungstechnik

In diesem Dokument wird der Energieaufwand für die Nutzenergie Heizregister $Q_{h*,b}$ im RLT-Gerät berechnet. Die Zulufttemperatur ist grundsätzlich unterhalb der Raumtemperatur.

Alle Systeme zur Beheizung der Zone werden in DIN V 18599-5 bewertet.

Alle Systeme zur Kühlung der Zone werden in diesem Dokument bewertet.

Tabelle 5 — Abgrenzung Raumheizung in DIN V 18599 5 und Raumkühlung in DIN V 18599-7

Nachheizung in der Zuluft nach Raumtemperatur (siehe DIN V 18599-5) Vorheizung und Nachheizung der Außenluft (einschließlich Umluftanteil) im Klimagerät (siehe DIN V 18599-7) Ventilatorstrombedarf (siehe DIN V 18599-3)	
Nachkühlung in der Zuluft nach Raumtemperatur (siehe DIN V 18599-7) Hauptkühlung der Außenluft (einschließlich Umluftanteil) im Klimagerät (siehe DIN V 18599-7) Ventilatorstrombedarf (siehe DIN V 18599-3)	
Umluftheizung in der Zone mit Induktionsgeräten, Ventilatorkonvektoren, Luftheizgeräten usw. nach Raumtemperatur (siehe DIN V 18599-5). Ventilatorstrombedarf Umluftventilatoren (siehe DIN V 18599-5). Vorheizung und Nachheizung der Außenluft (einschließlich Umluftanteil) im Klimagerät (siehe DIN V 18599-7). Ventilatorstrombedarf Klimazentralgerät (siehe DIN V 18599-3)	
Umluftkühlung in der Zone mit Induktionsgeräten, Ventilatorkonvektoren, Luftheizgeräten usw. nach Raumtemperatur (siehe DIN V 18599-7). Ventilatorstrombedarf Umluftventilatoren (siehe DIN V 18599-7). Hauptkühlung der Außenluft (einschließlich Umluftanteil) im Klimagerät (siehe DIN V 18599-7). Ventilatorstrombedarf Klimazentralgerät (siehe DIN V 18599-3)	
Statische Heizung in der Zone mit Konvektoren, Heizdecken, Fußbodenheizungen, Bauteilaktivierung usw. nach Raumtemperatur (siehe DIN V 18599-5). Vorheizung und Nachheizung der Außenluft (einschließlich Umluftanteil) im Klimagerät (siehe DIN V 18599-7). Ventilatorstrombedarf Klimazentralgerät (siehe DIN V 18599-3)	
Statische Kühlung in der Zone mit Konvektoren, Kühldeckendecken, Fußbodenkühlung, Bauteilaktivierung usw. nach Raumtemperatur (siehe DIN V 18599-7). Vorheizung und Nachheizung der Außenluft (einschließlich Umluftanteil) im Klimagerät (siehe DIN V 18599-7). Ventilatorstrombedarf Klimazentralgerät (siehe DIN V 18599-3)	

5 Nutzenergie (Energieaufwand) der Luftaufbereitung

5.1 Allgemeines

Die Berechnung der Nutzenergie für die Luftaufbereitung im Klimazentralgerät erfolgt auf der Grundlage der Simulationskennwerte nach DIN V 18599-3 unter Berücksichtigung der in 6.2 angegebenen Standardwerte.

5.2 Standardwerte für Komponenten der RLT-Anlagen

5.2.1 Ventilatoren

In Tabelle 6 sind die Standardwerte für Ventilatoren angegeben.

Tabelle 6 — Standardwerte für Ventilatoren

Ventilatoren SFP 4 (siehe DIN EN 16798-3)	Spezifische Leistungsaufnahme P_{SFP} $\text{kW}/(\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1})$	Totaldruckerhöhung Δp_{tot} Pa bei Gesamtwirkungsgrad $\eta_{\text{tot}} = 60 \%$ des Ventilators $P_{\text{SFP}} = \Delta p_{\text{tot}} / \eta_{\text{tot}}$
Abluftventilatoren	1,250	750
Zuluftventilatoren mit Erwärmung	1,600	960
Zuluftventilatoren (Teil-)Klimaanlagen	2,000	1 200

Soweit für den energetischen Nachweis bessere Werte als in Tabelle 6 angegeben anzusetzen sind, muss der SFP-Wert nach DIN EN 16798-3 nachgewiesen werden.

Für Variabel-Volumenstrom-Anlagen wird der Quotient aus Konstant und Gesamtdruckanteil f_p für die Berechnung der Energie Luftförderung nach DIN V 18599-3:2016-10, 6.2 nach Tabelle 7 ermittelt:

Tabelle 7 — Standardwerte für Konstantdruckanteil

Druckregelung VVS-Anlagen	Gesamtdruckanteil f_p
Volumenstromregelung mit konstantem Vordruck	0,4
VVS-Anlagen mit temperatur- und/oder bedarfsabhängiger Volumenstromregelung mit variablem Vordruck (entspricht einem andauernden automatisierten hydraulischen Abgleich von Zu- und Abluftstrang – Volumenstromregler im Schlechtpunkt ist im Regelbereich annähernd voll geöffnet)	0,25

5.2.2 Wärmerückgewinnung

In Tabelle 8 sind die Standardwerte für Systemlösungen Wärmerückgewinnung angegeben.

Tabelle 8 — Standardwerte für den Temperatur- und Feuchteänderungsgrad der Komponente Wärmerückgewinnung (Baujahre der Geräte)

Wärmerückgewinnung	Temperaturänderungsgrad η_t	Feuchteänderungsgrad η_x
Kreuzstrom Plattenwärmeübertrager bis 2015	0,5	0
Kreuz-Gegenstrom Plattenwärmeübertrager bis 2015	0,65	0
Plattenwärmeübertrager ab 2016 bis 2017	0,67	0
Plattenwärmeübertrager ab 2018	0,73	0
Kreislaufverbund Kompaktwärmeübertrager bis 2015	0,4	0
Kreislaufverbund Hochleistungs-Gegenstrom-Wärmeaustauscher	0,7	0
Kreislaufverbund-Wärmeübertrager ab 2016 bis 2017	0,63	0
Kreislaufverbund-Wärmeübertrager ab 2018	0,68	0
Rotationswärmeübertrager ohne Sorptionsmaterialien bis 2017	0,7	0
Rotationswärmeübertrager ohne Sorptionsmaterialien ab 2017	0,73	0
Rotationswärmeübertrager mit Sorptionsmaterial bis 2017	0,7	0,7
Rotationswärmeübertrager mit Sorptionsmaterial ab 2018	0,73	0,73

Soweit für den energetischen Nachweis in der Planung bessere Werte anzusetzen sind, muss dieser Nachweis nach DIN EN 13053 unter Berücksichtigung der DIN EN 308 erfolgen. Soweit keine detaillierten Planungen für die Temperaturänderungen durch Erdwärmeübertrager vorliegen, sind für den Heizfall die Werte nach DIN V 18599-6:2016-10, Tabelle 6 zu verwenden. Diese Werte sind mit dem Faktor 1,4 zu multiplizieren ($\Delta\theta_{V,reg,mth} \cdot 1,4$).

ANMERKUNG 1 Im Kennwerteverfahren können keine Wärmerückgewinnungssysteme abgebildet werden, bei denen sich die Temperaturänderungsgrade und Feuchteänderungsgrade wesentlich unterscheiden (Beispiel Plattenwärmeübertrager mit Feuchteübertragung). Es ist im Kennwerteverfahren bei diesen Systemen nur der trockene Temperaturänderungsgrad zu verwenden. Bei Anlagen ohne Befeuchtung ist dieser Aspekt im Hinblick auf die energetische Bewertung zu vernachlässigen. Bei Anlagen mit Befeuchtung kann optional mit Stundensimulationsverfahren nach DIN V 18599-3:2016-10, Anhang C gerechnet werden.

5.3 Hinweise für die Auswahl des RLT-Anlagensystems

Allgemein gültige Hinweise auf die Begrenzung der Temperaturdifferenzen zwischen Zu- und Raumluft können in diesem Dokument nicht angegeben werden. Ebenso können keine Begrenzungen für die Bemessung der Zuluftvolumenströme angegeben werden.

Die thermische Behaglichkeit nach DIN EN 16798-3 ist durch das Lüftungssystem sicherzustellen. Die minimalen und maximalen Zulufttemperaturen und Luftvolumenströme sind entsprechend planerisch festzulegen und zu dokumentieren.

In Abhängigkeit des Klimasystems und der Luftführung im Raum dürfen die in Tabelle 9 genannten Temperaturdifferenzen zwischen Zuluft am Luftaustritt des Zuluftdurchlasses und mittlerer Raumlufttemperatur in der Zone nicht überschritten werden.

Tabelle 9 — Standardwerte Zulufttemperaturdifferenzen je Klimasystem (nur für den energetischen Nachweis und nicht für die Auslegung zu verwenden)

Luftführung	Rechenwerte für die Temperaturdifferenz Zuluft am Luftaustritt und mittlere Raumsolllufttemperatur K	
	Kühlen	Heizen
Drallluftdurchlass und Schlitzluftdurchlass	8	6
Lüftungsgitter	6	4
Quelllüftung	4	2
Weitwurfdüse	8	8
Induktionsanlage Fan-Coil mit Primärluft	10 Primärluft	10 Primärluft
Luftkühldecken	10	–

5.4 Nutzenergie für das Heizregister RLT

5.4.1 Allgemeines

Allgemein berechnet sich die Nutzenergie für das Heizregister RLT nach Gleichung (1):

$$Q_{H^*,b} = Q_{vh,b} + Q_{vh,ce} + Q_{vh,d} \quad (1)$$

Dabei ist

- $Q_{H^*,b}$ die Nutzenergie für das Heizregister;
- $Q_{vh,b}$ die Nutzwärme der Luftaufbereitung (siehe DIN V 18599-3);
- $Q_{vh,ce}$ die Verluste der Übergabe für das RLT-Luftsystem (siehe 5.4.2);
- $Q_{vh,d}$ die Verluste der Verteilung für das RLT-Luftsystem (siehe 5.4.3).

5.4.2 Verluste der Übergabe für das RLT-Luftsystem (Wärmeverluste der Luftführung)

Für die vielfältigen Systeme liegen keine genormten Verfahren für die Übergabe vor.

Soweit keine Richtlinien für die Bemessung vorliegen, ist der Faktor bei der Berechnung konstant mit $\eta_{vh,ce} = 0,9$ anzusetzen:

$$Q_{vh,ce} = (1 - \eta_{vh,ce}) \cdot Q_{vh,b} \quad (2)$$

Dabei ist

$\eta_{vh,ce}$ der Nutzungsgrad Wärmeübergabe an den Raum – Luftführung Heizen.

5.4.3 Verluste der Verteilung für das RLT-Luftsystem (Wärmeverluste durch Lufttransport)

Soweit die Zulufttemperatur nur gering (d. h. bis maximal 10 K) über/unter dem Raumtemperatursollwert liegt, wird der Wärmearaufwand für die Verteilung der Luft wie folgt berücksichtigt.

Luftverteilung innerhalb der thermischen Hülle (gekühlte/beheizte Zone) des Gebäudes:

$$Q_{vh,d} = 0 \quad (\text{gesamtenergetisch kommt die Wärme dem Gebäude zugute})$$

Sind Teile des Luftkanalnetzes und Geräte außerhalb der thermischen Hülle des Gebäudes installiert, so muss dieser Teil entsprechend der zu erwartenden Oberfläche bewertet werden. Eine Dämmung mit mindestens einer Wärmeleitzahl von $0,04 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ und 50 mm Dicke wird dabei vorausgesetzt.

$$Q_{vh,d} = f_{vh,d} \cdot A_{K,A} \cdot t_{h*,op,mth} / 1000 \quad (3)$$

Dabei ist

$Q_{vh,d}$ die Verluste der Verteilung für das RLT-Luftsystem in kWh;

$f_{vh,d}$ der Verlustfaktor Luftverteilung – Heizen $16 \text{ W}/\text{m}^2$;

$A_{K,A}$ die Oberfläche außerhalb Gebäude in m^2 ;

$t_{h*,op,mth}$ die Heizzeit RLT-Wärmeübertrager (im Monat) (siehe 5.4.6).

$Q_{vh,d}$ für Luftheizsysteme mit Zulufttemperaturen mit $\Delta t > 10 \text{ K}$ sind in einem separaten Nachweis detailliert nach dem Stand der Technik zu berechnen und der Nachweis ist zu dokumentieren.

5.4.4 Leckraten

Soweit die Zulufttemperatur nur gering über dem Raumtemperatursollwert liegt ($< 10 \text{ K}$), darf der Wärmearaufwand durch Leckagen im Kanalnetz vernachlässigt werden.

Die planerische Festlegung der Luftvolumenströme für das Lüftungszentralgerät ergibt sich als Summe der notwendigen Luftvolumenströme für die Zonen/Nutzungseinheiten. Ein Aufschlag für mögliche Leckagen innerhalb der thermischen Hülle erfolgt nicht. Luftheizsysteme mit $\Delta t > 10 \text{ K}$ sind in einem separaten Nachweis detailliert nach dem Stand der Technik zu berechnen und der Nachweis ist zu dokumentieren.

5.4.5 Systemtemperaturen Warmwasser am Wärmeübertrager RLT

Die für die Vor- und Nacherhitzung im RLT-Gerät notwendige Heizwasservorlauftemperatur $\theta_{h*,op}$ ist planerisch für jeden Monat als Monatsmittelwert festzulegen. Soweit keine Auslegungsdaten vorliegen, gilt als Standardwert für jeden Monat:

$$\theta_{h*} = 70/55 \text{ °C}$$

5.4.6 Heizzeit RLT-Wärmeübertrager Zuluft und Sorptionstrockner RLT

Die monatliche Heizzeit der zentralen RLT-Wärmeübertrager der Anlage berechnen sich aus der jährlichen Heizzeit zu

$$t_{h^*,op,mth} = t_{i,r} \cdot b_{i,mth} / b_{i,a} \quad (4)$$

wenn $t_{h^*,op,mth} > t_{RLT-Betrieb,mth}$, dann $t_{h^*,op,mth} = t_{RLT-Betrieb,mth}$

wenn $t_{h^*,op,mth} < 0,1 \cdot t_{RLT-Betrieb,mth}$, dann $t_{h^*,op,mth} = 0,1 \cdot t_{RLT-Betrieb,mth}$ (aus DIN V 18599-10)

mit

$$b_{i,month} = Q_{i,b} / \dot{Q}^*_{i} \quad (5)$$

und

$$b_{i,a} = \sum_{1}^{12} b_{i,month} \quad (6)$$

Dabei ist

i	der Index $i=h$ für RLT-Heizung $i=h,DEC$ für Wärme einer sorptionsgestützten RLT-Anlage;
t_i	die jährliche Komponentenlaufzeit Erhitzer (siehe DIN V 18599-3);
$\dot{Q}_{H,max}$	die maximale Heizleistung der RLT-Anlage (siehe DIN V 18599-3);
$\dot{Q}_{SRG,max}$	die maximale Heizleistung der Sorptionstrocknung (siehe DIN V 18599-3);
$Q_{i,b}$	der Nutzwärmebedarf ($i=h$: RLT-Heizung, $i=DEC$: sorptionsgestützte RLT-Anlage);
b_{vh}	die Vollbenutzungsstunden (monatlich, jährlich).

5.5 Nutzenergie für das Kühlregister

5.5.1 Allgemeines

Allgemein berechnet sich die Nutzenergie für das Kühlregister nach folgender Gleichung:

$$Q_{c^*,b} = Q_{vc,b} + Q_{vc,ce} + Q_{vc,d} \quad (7)$$

Dabei ist

$Q_{c^*,b}$	die Nutzenergie Kühlregister;
$Q_{vc,b}$	die Nutzkälte Luftaufbereitung (siehe DIN V 18599-3);
$Q_{vc,ce}$	die Verluste der Übergabe für das RLT-Luftsystem (siehe 5.5.2);
$Q_{vc,d}$	die Verluste der Verteilung für das RLT-Luftsystem (siehe 5.5.3).

5.5.2 Wärmeaufwand der Übergabe der Luft an den Raum (Wärmeverluste der Luftführung)

Durch die planerische Festlegung von Luftvolumenstrom und Zulufttemperatur in Abhängigkeit vom Lüftungssystem und der Luftführung sind mit diesen Größen die wesentlichen energetischen Abhängigkeiten ausreichend dargestellt. Soweit keine Richtlinien für die Bemessung vorliegen, ist der Faktor bei der Berechnung konstant mit $\eta_{VC,ce} = 1$ anzusetzen:

$$Q_{VC,ce} = (1 - \eta_{VC,ce}) \cdot Q_{VC,b} \quad (8)$$

Dabei ist

$\eta_{VC,ce}$ der Nutzungsgrad Wärmeübergabe an den Raum – Luftführung Kühlen.

5.5.3 Wärmeaufwand der Verteilung der Luft (Wärmeverluste durch Lufttransport)

Soweit die Zulufttemperatur nur gering (d. h. bis max. – 10 K) unter dem Raumtemperatursollwert liegt, wird der Wärmeaufwand für die Verteilung der Luft als konstanter Wert berücksichtigt.

Luftverteilung innerhalb der thermischen Hülle des Gebäudes:

$$Q_{VC,d} = 0$$

Luftverteilung außerhalb der thermischen Hülle:

Sind Teile des Luftkanalnetzes und Geräte außerhalb der thermischen Hülle des Gebäudes installiert, so muss dieser Teil entsprechend der zu erwartenden Oberfläche bewertet werden. Eine Wärmedämmung mit mindestens einer Wärmeleitzahl von λ 0,04 W/(m · K) und 50 mm Dicke werden dabei vorausgesetzt.

$$Q_{VC,d} = f_{VC,d} \cdot A_{K,A} \cdot t_{C^*,op,mth} / 1\,000 \quad (9)$$

Dabei ist

- $Q_{VC,d}$ die Verluste der Verteilung für das RLT-Luftsystem in kWh;
- $f_{VC,d}$ der Faktor Kühlen 9 W/m²;
- $A_{K,A}$ die Luftkanalfläche außerhalb des Gebäudes in m²;
- $t_{C^*,op,mth}$ die Kühlzeit Wärmeübertrager RLT-Anlage (im Monat) (siehe 5.5.4).

Soweit die Zulufttemperatur nur gering unter dem Raumtemperatursollwert liegt (< –10 K), kann der Wärmeaufwand durch Leckagen im Kanalnetz vernachlässigt werden.

Die planerische Festlegung der Luftvolumenströme für das Lüftungszentralgerät ergibt sich als Summe der notwendigen Luftvolumenströme für die Zonen/Nutzungseinheiten. Ein Aufschlag für mögliche Leckagen erfolgt nicht.

5.5.4 Kühlzeit Wärmeübertrager RLT-Anlage

Die monatliche Kühlzeit der zentralen Wärmeübertrager der RLT-Anlage berechnet sich aus der jährlichen zu

$$t_{C^*,op,mth} = t_{C,r} \cdot b_{VC^*,mth} / b_{VC^*,a} \quad (10)$$

$$b_{VC^*,mth} = Q_{VC^*,b} / \dot{Q}_{C^*,max} \quad (11)$$

$$b_{VC^*,a} = \sum_1^{12} b_{VC^*,mth} \quad (12)$$

Dabei ist

$t_{C,r}$ die jährliche Komponentenlaufzeit Kühler (siehe DIN V 18599-3);

$\dot{Q}_{C^*,max}$ die maximale Kühlleistung der RLT-Anlage (siehe DIN V 18599-3);

b_{VC^*} die Vollbenutzungsstunden RLT-Kühlung (monatlich, jährlich).

5.6 Nutzkältebedarf Raumkühlung

5.6.1 Nutzkältebedarf, allgemein

Der Nutzkältebedarf in der Gebäudezone $Q_{C,b}$ wird in DIN V 18599-2 berechnet.

5.6.2 Kühlzeit Raumkühlung

Die Kühlzeit für die Raumkühlung wird berechnet nach DIN V 18599-2:2016-10, Anhang D.

Als Standardwert für die monatliche Kühlzeit $t_{C,op}$ wird die saisonale Betriebsweise mit Mindestauslastung $\beta_{c,grenz} = 0,15$ berechnet. Für bedarfsorientierte Betriebsweise der Raumkühlung ist die Berechnung in DIN V 18599-2 mit den in Tabelle 10 angegebenen Mindestauslastungen durchzuführen.

Tabelle 10 — Mindestauslastung für bedarfsorientierte Betriebsweise Raumkühlung

Klimasystem	Mindestauslastung $\beta_{c,grenz}$
Zusätzliche Raumkühlung in Kombination mit Außenluft-Klimasystem (z. B. Luft-Wasser-Klimasysteme oder Raumklimasysteme mit zusätzlichem Außenluft-Klimasystem)	0,6
Raumkühlung ohne Außenluft-Klimasystem (z. B. Raumklimasysteme mit Fensterlüftung, Ventilator-konvektoren mit Fensterlüftung)	0,3

5.7 Nutzenergie Befeuchtung

Die Energie für die zentrale Luftbefeuchtung berechnet sich für die beiden Fälle

- Luftbefeuchtung mit Wasser (Sprüh-, Riesel, Kontaktbefeuchter),
- Luftbefeuchtung mit Dampf (Strom, Gas, Öl, Ferndampf)

aus den Simulationskennwerten im Allgemeinen zu:

$$Q_{m^*,b} = Q_{vm^*,b} \quad (13)$$

Dabei ist

$Q_{m*,b}$ die Nutzenergie Dampf für den Dampferzeuger;

$Q_{vm*,b}$ der Nutzdampf/die Nutzfeuchte Luftaufbereitung.

Für den Fall Luftbefeuchtung mit Wasser ist der notwendige Wärmeenergiebedarf bereits in den Kennwerten für die Prozessführung in DIN V 18599-3 im Nutzenergiebedarf des Heizregisters enthalten.

Für die Dampfluftbefeuchtung wird für die Übergabe/Erzeugung ein vereinfachtes Verfahren (siehe 7.4) angewendet.

5.8 Bedarfsabhängige Luftvolumenstromregelung

5.8.1 Bedarfsabhängige Luftvolumenstromregelung bei RLT-Anlagen

Nach DIN EN 16798-3 können RLT-Anlagen bedarfsabhängig gesteuert und geregelt werden. Die DIN EN 16798-1 definiert den notwendigen Außenluftvolumenstrom als personen- und gebäudeabhängige Komponente. Für die Bewertung nach DIN V 18599 wurden in Anlehnung an die DIN EN 16798-1 in DIN V 18599-10:2016-10, Tabelle 5, die gebäudeabhängigen Mindestaußenluftvolumenströme $\dot{V}_{A,Geb}$ für die Kategorie II (nicht schadstoffarmes Gebäude) definiert. Dieser ist unabhängig von der Steuerung und Regelung während der Nutzungszeit sicherzustellen. Die Differenz $\dot{V}_A - \dot{V}_{A,Geb}$ ist der personenabhängige Teil. Dieser kann in Abhängigkeit des Regelkonzeptes verringert werden.

$$\dot{V}_{dc} = [\dot{V}_{A,Geb} + (\dot{V}_A - \dot{V}_{A,Geb}) \times F_{RLT}] \times (1 - c_{RLT}) + \dot{V}_{A,Geb} \times c_{RLT} \quad (14)$$

Dabei ist

$\dot{V}_{dc}$ der mittlere Außenluftvolumenstrom bei bedarfsabhängige Regelung;

F_{RLT} der Teilbetriebsfaktor der Gebäudebetriebszeit RLT (DIN V 18599-10:2016-10, Tabelle 5);

c_{RLT} die relative Abwesenheit RLT-Anlage (Lüftung) (DIN V 18599-10:2016-10, Tabelle 5).

Der Außenluftvolumenstrom kann mit Hilfe von Sensoren (Präsenzmelder, Personenzähler, Gassensoren usw.) bedarfsabhängig geregelt werden. Dadurch ergeben sich im Mittel geringere Außenluftvolumenströme während der Anlagenbetriebszeit.

Tabelle 11 — Ermittlung der Teilbetriebsfaktoren RLT

Kategorie nach DIN EN 16798-3	Beschreibung	F_{RLT}	c_{RLT}
IDA-C1	Die Anlage läuft konstant	1	0
IDA-C2	Manuelle Steuerung (zonenweise)	1	0
	Manuelle Steuerung, raumweise wenn die Nutzer individuell im jeweiligen Raum den Luftvolumenstrom ein- und ausschalten können (z. B. über raumseitige Klappen, Einzelraumlüftungsgeräte, individuelle Fensterlüftung)	DIN V 18599-10:2016-10, Tabelle 5	0
IDA-C3	Zeitabhängige Steuerung (zonenweise)	1	0
	Zeitabhängige Steuerung, (raumweise) wenn die Nutzer individuell im jeweiligen Raum den Luftvolumenstrom ein- und ausschalten können (z. B. über raumseitige Klappen, Einzelraumlüftungsgeräte, individuelle Fensterlüftung)	DIN V 18599-10:2016-10, Tabelle 5	0
IDA-C4	Präsenzmelder (integriert in der Anlagenautomation)	DIN V 18599-10:2016-10, Tabelle 5	0
IDA-C5	Personenzähler (integriert in der Anlagenautomation)	DIN V 18599-10:2016-10, Tabelle 5	DIN V 18599-10:2016-10, Tabelle 5
IDA-C6	Gassensoren (z. B. CO ₂ , VOC, Mischgas) [Hinweis: die geeigneten Sensoren sind nach planerischen Grundsätzen festzulegen]	DIN V 18599-10:2016-10, Tabelle 5	DIN V 18599-10:2016-10, Tabelle 5

Bei klassischen VVS-Anlagen mit Volumenstromerhöhung durch die thermischen Randbedingungen ist übergeordnet monatsweise der Volumenstrom zur thermischen Lastabführung nach DIN V 18599-3:2016-10, 6.2 zu bestimmen. Monatweise ist der größere Wert aus $\dot{V}_{dc}$ und $\dot{V}_{mech,m}$ zu verwenden.

5.8.2 Bedarfsabhängige Luftvolumenstromregelung bei Fensterlüftung

Für Nichtwohngebäude mit individueller Fensterlüftung wird der mittlere Außenluftvolumenstrom $\dot{V}_{dc}$ für die Kategorie IDA C2 nach Tabelle 11 berechnet.

Die Berechnung des mittleren Außenluftvolumenstroms $\dot{V}_{dc}$ ist sinngemäß auch für die automatisierte, bedarfsgeregelte Fensterlüftung mit motorisierten Beschlägen oder Klappen und Sensoren nach Tabelle 11 anwendbar, wenn bei Kategorien IDA-C4 und IDA-C5 der Außenluftvolumenstrom durch eine geeignete Messgröße quantifiziert werden kann. Bei den Kategorien IDA-C6 ist der Ansatz uneingeschränkt anwendbar.

6 Übergabe, Verteilung, Speicherung

6.1 Heizung für Lüftungsanlage

Die Erzeugernutzwärme $Q_{h*,outg}$ für die Heizfunktion der RLT-Anlage wird berechnet in DIN V 18599-5. Direkt befeuerte Klimazentralgeräte werden in diesem Dokument nicht behandelt.

6.2 Erzeugernutzkälteabgabe

Die Berechnung der Erzeugernutzkälteabgabe für die RLT-Kühlfunktion und der Erzeugernutzkälteabgabe an das Raumkühlssystem erfolgt für jede Bedarfsdeckung getrennt und die Werte werden im Anschluss für die jeweiligen Verteilsysteme und die jeweiligen Erzeugungseinheiten zusammengefasst.

6.2.1 Kälteversorgung RLT-Anlage

Die Erzeugernutzkälteabgabe für die Kälteversorgung der RLT-Anlage berechnet sich allgemein aus Gleichung (15):

$$Q_{c*,outg} = Q_{c*,b} + Q_{c*,ce} + Q_{c*,d} + Q_{c*,s} \quad (15)$$

Dabei ist

$Q_{c*,outg}$ die Erzeugernutzkälteabgabe Klimakälte RLT-System;

$Q_{c*,b}$ die Nutzenergie für Kühlregister nach 5.5;

$Q_{c*,ce}$ die Kälteabgabe der Übergabe Klimakälte RLT;

$Q_{c*,d}$ die Kälteabgabe der Verteilung Klimakälte RLT;

$Q_{c*,s}$ die Kälteabgabe der Speicherung Klimakälte RLT.

Im Rahmen des Kurzverfahrens Kälte werden die einzelnen Terme nach der in Tabelle 12 dargestellten Weise bewertet:

$$Q_{c*,ce} = ((1 - \eta_{c*,ce}) + (1 - \eta_{c*,ce,sens})) \cdot Q_{c*,b} \quad \text{Kälteabgabe der Übergabe Klimakälte RLT.} \quad (16)$$

Dabei ist

$\eta_{c*,ce}$ der Nutzungsgrad der Übergabe Kälte RLT (konstant);

$\eta_{c*,ce,sens}$ der sensible Nutzungsgrad der Übergabe Kälte (RLT). Dieser berücksichtigt die ungewollte Entfeuchtung in realen Luftkühlern. Dieser Einfluss ist in den Kennwerten nach DIN V 18599-3 nicht enthalten.

$$Q_{c*,d} = (1 - \eta_{c*,d}) \cdot Q_{c*,b} \quad \text{Kälteabgabe der Verteilung Klimakälte RLT.} \quad (17)$$

Dabei ist

$\eta_{c*,d}$ der Nutzungsgrad der Verteilung.

$$Q_{c^*,s} = Q_{c,s} \cdot \frac{Q_{c^*,b}}{Q_{c,b} + Q_{c^*,b}} \quad (18)$$

Dabei ist

$Q_{c^*,s}$ die anteilige Kälteabgabe der Speicherung Klimakälte RLT;

$Q_{c,s}$ die Gesamtkälteabgabe der Speicherung (6.7).

Bei der Kombination von Kühlung und Entfeuchtung im RLT-Gerät und Raumkühlung durch Kaltwassersysteme (mit der Option Entfeuchtung) oder Raumklimageräte ist der jeweils ungünstigere (kleinere) Faktor $\eta_{c^*,ce,sens}$ aus Raumkühlung und RLT-Kühlung nur einmal für die RLT-Kühlung (Außenluft) zu verwenden. Bei der Raumkühlung ist der Faktor $\eta_{c,ce,sens}$ dann gleich 1 zu setzen.

Tabelle 12 — Faktoren (Jahresmittelwert) Kälte RLT Anlage

Kältesystem	$\eta_{c^*,ce,sens}$			$\eta_{c^*,ce}$	$\eta_{c^*,d}$
	keine	mit Toleranz	ohne Toleranz		
Feuchteanforderung					
Kaltwasser 6/12	0,87	0,94	1	0,90	0,95 (Leitung innerhalb Gebäude) 0,90 (Leitung außerhalb Gebäude)
Kaltwasser 14/18	1	1	1	0,90	0,95 (Leitung innerhalb Gebäude) 0,90 (Leitung außerhalb Gebäude)
Kaltwasser 18/20	1	1	1	1,0	1,0
Direktverdampfung	0,87	0,94	1	0,90	0,95 (Leitung innerhalb Gebäude) 0,90 (Leitung außerhalb Gebäude)

Zwischenwerte der Kaltwasservorlauftemperatur sind zu interpolieren.

Bei mehreren Erzeugerkreisen ist die notwendige Erzeugernutzkälteabgabe für die RLT-Kühlfunktion für jedes Kältesystem getrennt zu ermitteln und nach 8.1 endenergetisch zu bewerten.

6.2.2 Kälteversorgung Raumkühlung

Die Erzeugernutzkälteabgabe für die Kälteversorgung der Raumkühlung berechnet sich allgemein zu:

$$Q_{c,outg} = Q_{c,b} + Q_{c,ce} + Q_{c,d} + Q_{c,s} \quad (19)$$

Dabei ist

$Q_{c,outg}$ die Erzeugernutzkälteabgabe an das Raumkühlsystem;

$Q_{c,b}$ die Nutzenergie für Raumkühlung aus 5.6;

$Q_{c,ce}$ die Kälteabgabe der Übergabe für das Raumkühlsystem;

$Q_{c,d}$ die Kälteabgabe der Verteilung für das Raumkühlsystem;

$Q_{c,s}$ die Kälteabgabe der Speicherung für das Raumkühlsystem.

Im Rahmen des Kurzverfahrens Kälte werden die einzelnen Terme nach der in Tabelle 13 dargestellten Weise bewertet:

$$Q_{c,ce} = ((1 - \eta_{c,ce}) + (1 - \eta_{c,ce,sens})) \cdot Q_{c,b} \quad \text{Kälteabgabe der Übergabe für das Kühlsystem.} \quad (20)$$

Dabei ist

$\eta_{c,ce}$ der Nutzungsgrad der Übergabe Kälte Raumkühlsystem (siehe Tabelle 13);

$\eta_{c,ce,sens}$ der sensible Nutzungsgrad der Übergabe Raumkühlsystem (siehe Tabelle 13). Dieser berücksichtigt die ungewollte Entfeuchtung in realen Luftkühlern.

$$Q_{c,d} = (1 - \eta_{c,d}) \cdot Q_{c,b} \quad \text{Kälteabgabe der Verteilung für das Kühlsystem.} \quad (21)$$

Dabei ist

$\eta_{c,d}$ der Nutzungsgrad der Verteilung (siehe Tabelle 13);

$$Q_{c,s} = Q_{c,s} \cdot \frac{Q_{c,b}}{Q_{c,b} + Q_{c*,b}} \quad (22)$$

Dabei ist

$Q_{c,s}$ die anteilige Kälteabgabe der Speicherung für das Raumkühlsystem;

$Q_{c,s}$ die Gesamtkälteabgabe der Speicherung (6.7).

Tabelle 13 — Faktoren (Jahresmittelwert) Raumkühlung

Kältesystem	$\eta_{c,ce,sens}$	$\eta_{c,ce}$	$\eta_{c,d}$
Kaltwasser 6/12	0,87	1,00	0,90
Kaltwasser 8/14 (z. B. Ventilator-konvektor)	0,90	1,00	0,90
Kaltwasser 14/18 (z. B. Ventilator-konvektor, Induktion)	1,00	1,00	1,00
Kaltwasser 16/18 (z. B. Kühldecke)	1,00	1,00	1,00
Kaltwasser 18/20 (z. B. Bauteilaktivierung)	1,00	0,90	1,00
Direktverdampfung	0,87	1,00	0,90 = 1, wenn in der Maschine schon berücksichtigt

Zwischenwerte der Kaltwasservorlauftemperatur sind zu interpolieren.

Bei mehreren Erzeugerkreisen ist die notwendige Erzeugernutzkälteabgabe an das Raumkühlsystem für jedes Kältesystem getrennt zu ermitteln und nach 8.1 endenergetisch zu bewerten. Die Anteile innere Fremdwärme aus dem Kältesystem sind gering und werden im Weiteren nicht berücksichtigt.

6.3 Hilfsenergieaufwand Raumkühlung

Der elektrische Energieaufwand für die Sekundärluftventilatoren der Raumkühlung $W_{c,ce,aux}$ wird in Abhängigkeit von den Gerätebauarten und der individuellen Ausführung der Geräte berechnet. Der angegebene Energieaufwand bezieht sich auf Geräte mit mehrstufiger Drehzahlsteuerung (Basis 1 000 Stunden Betrieb der Ventilator-konvektoren und 500 Vollbenutzungsstunden Kälte).

$$W_{c,ce,} = f_{c,ce,aux} \cdot Q_{c,outg} \cdot t_{C,op} / 1\,000\text{ h} \quad (23)$$

Dabei ist

$f_{c,ce,aux}$ der auf die Erzeugernutzkälteabgabe bezogene Energieaufwand für Sekundärluftventilatoren (siehe Tabelle 14);

$Q_{c,outg}$ die Erzeugerkälteabgabe Raumkühlung (siehe Abschnitt 7);

$t_{C,op}$ die Kühlzeit Raum (siehe 5.6.2).

Tabelle 14 — Standardwerte für den auf die Erzeugernutzkälteabgabe bezogenen Energieaufwand für Sekundärluftventilatoren

Übergabesystem	Wirkleistung der Ventilatoren, bezogen auf die Kälteleistung der Geräte kW _{el} /kW _{Kälte}	$f_{c,ce,aux}$ kWh/kWh
Raumklimageräte: DX-Inneneinheiten mit Luftverteilung über Kanäle und individuelle Luftdurchlässe	0,030	0,060
Raumklimageräte: DX-Inneneinheiten Deckenkassetten	0,020	0,040
Raumklimageräte: DX-Inneneinheiten Wand- und Brüstungsgeräte	0,020	0,040
Kaltwasser Ventilator-konvektoren Brüstungs- und Deckengeräte Kaltwasser 6 °C	0,020	0,040
Kaltwasser Ventilator-konvektoren Brüstungs- und Deckengeräte Kaltwasser 14 °C	0,035	0,070
Kaltwasser Ventilator-konvektoren Deckengeräte mit Luftverteilung über Kanäle Kaltwasser 14 °C	0,040	0,080

Für sonstige Ausführungen (z. B. Präzisionsklimageräte, Klimaschränke usw.) sind die entsprechenden Herstellerunterlagen zu verwenden und die elektrische Leistung der Ventilatoren auf die Kühlleistung zu beziehen (Nenndaten) und auf der Grundlage von 1 000 Betriebsstunden energetisch zu bewerten.

6.4 Dampf für Befeuchtung

Soweit keine Berechnungsverfahren für die Erzeugernutzwärmeabgabe für die Dampfversorgung der RLT-Anlage vorliegen, kann die Erzeugernutzwärmeabgabe im Folgenden vereinfacht berechnet werden:

$$Q_{m^*,outg} = Q_{m^*,b} + Q_{m^*,ce} + Q_{m^*,d} \quad (24)$$

Dabei ist

- $Q_{m^*,outg}$ die Erzeugernutzwärmeabgabe der Dampfversorgung;
- $Q_{m^*,b}$ die Nutzenergie Dampf (siehe 5.7);
- $Q_{m^*,ce} = 0$ die Wärmeabgabe der Übergabe Dampfversorgung;
- $Q_{m^*,d} = 0$ die Wärmeabgabe der Verteilung für die Dampfversorgung.

6.5 Hilfsenergie Kühl- und Kaltwasserverteilung

6.5.1 Elektrischer Hilfsenergieaufwand

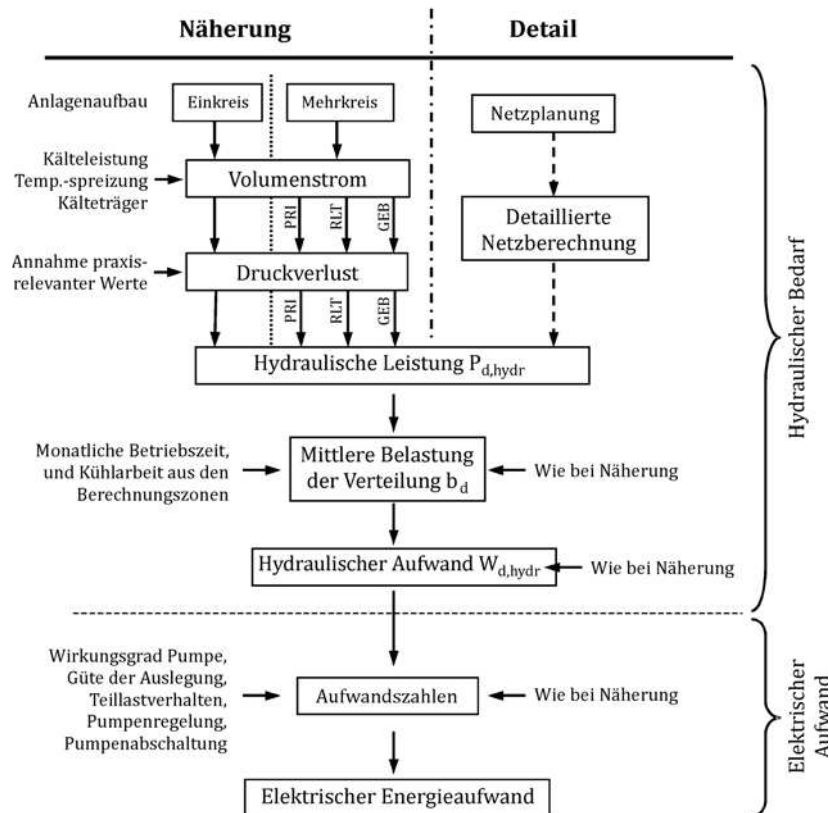
6.5.1.1 Allgemeines

In Tabelle 15 werden die wesentlichen Parameter für den elektrischen Energieaufwand bei Kühl- und Kaltwasser-Netzen angegeben.

Tabelle 15 — Wesentliche Parameter für den elektrischen Energieaufwand bei Kühl- und Kaltwassernetzen

Parameter	Kaltwassernetz	Kühlwassernetz
Kälteerzeugung	Nennleistung der Kälteanlage ($\dot{Q}_{C,outg}$)	Nennleistung der Kälteanlage ($\dot{Q}_{C,outg}$)
		Leistungszahl bzw. Wärmeverhältnis Kältemaschine <i>EER</i>
Kälteregelung	Aufteilung von $\dot{Q}_{C,outg}$ auf Kältemaschinen und Teilabschaltung einzelner Verdampfer	Aufteilung von $\dot{Q}_{C,outg}$ auf Kältemaschinen und Teilabschaltung einzelner Kondensatoren
	Regelung der Kältemaschine im Teillastfall	Regelung der Kältemaschine im Teillastfall
	Einsatz von Kältespeichersystemen	Regelstrategie Kälteanlage, Kühlturmventilator, Pumpe
	Mindestwassermenge Verdampfer	Mindestwassermengen Kondensator
Fluidförderung	Temperaturspreizung VL/RL	Temperaturspreizung VL/RL
	Druckverluste – längster Wasserweg – Rohrnetzquerschnitte – Armaturen, Wärmeübertrager – hydraulischer Abgleich	Druckverluste – längster Wasserweg – Rohrnetzquerschnitte – Armaturen, Wärmeübertrager – Bauart (offen oder geschlossen)
	Kälteträger (z. B. Wasser, Glykol, usw.)	Wärmeträger (z. B. Wasser, Glykol, usw.)
Pumpenauswahl	Güte der Auslegung ^a	Güte der Auslegung
	Pumpenbauart und -wirkungsgrad	Pumpenbauart und -wirkungsgrad
	Einsatz ungeregelter oder geregelter Pumpen	Einsatz ungeregelter oder geregelter Pumpen
	Regelungsart der Pumpen	Regelungsart der Pumpen
Aufbau der Verteilkreise ^b	Zuordnung Kältemaschine – Verbrauchernetze	Zuordnung Kältemaschine – Kühlturm
	Einkreisysteme oder Zweikreisysteme (mit Primär-, Sekundärkreisen)	-
	Aufteilung der Verbraucherkreise entsprechend dem Kühlbedarf (Strang- oder Zonenregelung)	-

Parameter	Kaltwassernetz	Kühlwassernetz
	Durchführung eines hydraulischen Abgleichs	-
	Abmischungen und Überströmungen im Verteilkreis	-
Betriebszeit / Lastprofile	Kühllaststunden des Gebäudes	Betriebsstunden der Kälteanlage
	Pumpenabschaltung, wenn kein Kühlbedarf: – räumlich: RLT sowie Gebäudezonen – zeitlich: Saisonal sowie Nacht- und Wochenendabschaltung bzw. –absenkung ^c	Pumpenabschaltung, wenn kein Kühlbedarf: – über Kältemaschine Nutzung des Kühlturms zur freien Kühlung
	Einbindung in die Gebäudeautomation	Einbindung in die Gebäudeautomation
Leistungsregelung im Verteilkreis	Massenstromregelung mit – Zwei-Wege-Drosselventilen oder – Drei-Wege-Umlenkventilen oder – geregelter Pumpe	Massenstromregelung mit – Zwei-Wege-Drosselventilen oder – geregelter Pumpe
	Temperaturregelung mit Drei-Wege-Beimischung	Temperaturregelung mit Drei-Wege-Beimischung
	Zusammenspiel zwischen Regelung Verbraucher + Pumpe	Zusammenspiel zwischen Regelung Kühlturm + Pumpe
Weitere Hilfsenergien	Pumpen zur – Luftbefeuchtung – indirekten Verdunstungskühlung	Umlaufsprühpumpen
	Pumpen in KVS-Wärmerückgewinnen	Frostschutzheizung
	Systeme zur Druckhaltung und Entgasung	Wasseraufbereitung, Dosierpumpen
	Kondensatpumpen	-
	Elektromotorische, -thermische Ventile	-
^a	Abweichung des Betriebspunktes vom Auslegungspunkt.	
^b	Der Systemaufbau beeinflusst die erforderliche Pumpenleistung, die Betriebszeit und die Möglichkeit zur Pumpenregelung.	
^c	Intermittierender Betrieb.	



Legende

PRI = Primärkreis, RLT = Raumlufttechnik, GEB = Gebäudekühlung, Index d = Distribution

Bild 9 — Vorgehen bei der Berechnung des Pumpenenergiebedarfs Kühl- und Kaltwasser

Das Berechnungsverfahren zur Bestimmung des elektrischen Energieaufwandes muss für jeden im System befindlichen Pumpen-Verteilkreis aus der Nennkühlleistung der Berechnungszonen des Gebäudes bzw. der RLT-Anlage bestimmt werden. Dabei werden jeweils die Kälte- bzw. Kühlleistung des betrachteten Verteilkreises sowie die Betriebszeit und zugehörige Kühlarbeit je Zeitperiode (Werte nach DIN V 18599-2 und DIN V 18599-3) zur Berechnung verwendet.

Die Pumpenverteilkreise werden im Folgenden als Kälteversorgungseinheiten bezeichnet und mit dem Index „Z“ beschrieben. In vielen Fällen ist die Kaltwasserverteilung der Zonen im Gebäude derart, dass über eine Kälteversorgungseinheit (Z) mehrere Zonen versorgt werden (z. B. bei Primär- und Sekundärkreisen). Ist dies der Fall, so müssen die Kälteleistungen (z. B. $\dot{Q}_c$ oder $\dot{Q}_{c*}$) und Kältearbeiten (z. B. Q_c oder Q_{c*}) der Einzelzonen innerhalb der Kälteversorgungseinheit (Z) aufaddiert werden. Für die erforderliche Pumpenbetriebszeit innerhalb der Kälteversorgungseinheit (Z) ist die maximale Zeit mit Kühlbedarf anzunehmen.

6.5.1.2 Elektrischer Energieaufwand der Verteilung

Die Bestimmung des jährlichen Energieaufwands erfolgt aus der Summe der Energieaufwände in den Betrachtungszeiträumen nach Gleichung (25). Die Zeitperiode (z. B. Jahresbilanzverfahren = 1 Jahr, Monatsbilanzverfahren = 12 Monate) werden mit dem Buchstaben „l“ indiziert:

$$W_{Z,d,a} = \sum_{l=1}^n W_{Z,d,l} \quad (25)$$

Dabei ist

- $W_{Z,d,a}$ der jährliche elektrische Energieaufwand der Verteilung je Kälteversorgungseinheit, in kWh;
- $W_{Z,d,l}$ der elektrische Energieaufwand der Verteilung je Kälteversorgungseinheit je Zeitperiode, in kWh;
- n die Anzahl der Zeitperioden in einem Jahr.

Der elektrische Energieaufwand zum Betrieb von Kühl- und Kaltwasserverteilsystemen kann vereinfacht über den hydraulischen Bedarf und eine Aufwandszahl zur Bewertung des Pumpenbetriebs bestimmt werden nach Gleichung (26):

$$W_{Z,d,l} = W_{d,hydr,l} \cdot e_{d,l} \quad (26)$$

Dabei ist

- $W_{d,hydr,l}$ der hydraulische Energiebedarf je Zeitperiode, in kWh;
- $e_{d,l}$ die Aufwandszahl für die Verteilung in der Zeitperiode.

6.5.2 Hydraulischer Energieaufwand der Verteilung

6.5.2.1 Allgemeines

Der hydraulische Energiebedarf von Kühl- und Kaltwasserverteilsystemen innerhalb einer Zeitperiode wird für jeden im System befindlichen Pumpen-Verteilkreis aus der hydraulischen Leistung im Auslegungspunkt sowie der Pumpenbetriebszeit und der mittleren Belastung der Verteilung innerhalb der Zeitperiode bestimmt nach Gleichung (27):

$$W_{d,hydr,l} = \frac{P_{d,hydr}}{1\,000} \cdot t_{d,l} \cdot \beta_{d,l} \cdot f_{hydr} \quad (27)$$

Dabei ist

- $P_{d,hydr}$ die hydraulische Leistung der Kälteversorgungseinheit im Auslegungspunkt, in W;
- $t_{d,l}$ die Pumpenbetriebszeit in der Zeitperiode, in h;
- $\beta_{d,l}$ die mittlere Belastung der Verteilung in der Zeitperiode;
- f_{hydr} der Korrekturfaktor hydraulischer Abgleich (siehe 7.5.2.6).

Die hydraulische Leistung im Auslegungspunkt berechnet sich aus:

$$P_{d,hydr} = 1\,000 \cdot \Delta P_Z \cdot \frac{\dot{V}_Z}{3\,600} \quad (28)$$

Dabei ist

$\dot{V}_Z$ der Volumenstrom der Kälteversorgungseinheit im Auslegungspunkt, in m³/h;

Δp_Z der Differenzdruck der Kälteversorgungseinheit im Auslegungspunkt, in kPa.

Der Volumenstrom im Auslegungspunkt ergibt sich aus der Kühlleistung, der Temperaturspreizung zwischen Vor- und Rücklauf und den Stoffwerten des eingesetzten Kälte-trägers des betrachteten Verteilkreises nach Gleichung (29):

$$\dot{V}_Z = 3\,600 \cdot \frac{\dot{Q}_Z}{\Delta\theta_{Z,cl} \cdot c_{cl} \cdot \rho_{cl}} \quad (29)$$

Dabei ist

$\dot{Q}_Z$ die Kühl- bzw. Kälteleistung der Kälteversorgungseinheit im Auslegungsfall, in kW;

$\Delta\theta_{Z,cl}$ die Temperaturspreizung (Vorlauf/Rücklauf) der Kälteversorgungseinheit im Auslegungspunkt, in K;

c_{cl} die spezifische Wärmekapazität des Kälte-trägers (en: coolant), in kJ/(kg · K);
(Wasser 4,180 kJ/(kg K))

ρ_{cl} die Dichte des Kälte-trägers, in kg/m³; (Wasser 1 000 kg/m³)

Bei wassergekühlten Kältemaschinen berechnet sich die Kühlleistung des Kühlkreislaufes nach den Gleichungen (67) bzw. (68) mit $\dot{Q}_Z = \dot{Q}_{R,outg}$

Die Kühlarbeit im Kühlkreislauf berechnet sich nach Gleichung (30)

$$Q_Z = Q_{C,outg} \cdot \left(1 + \frac{1}{SEER}\right) \quad (30)$$

Dabei ist

$Q_{C,outg}$ die Erzeugernutzkälteabgabe der Kältemaschine (im Monat), in kWh (siehe 7.1.2);

$SEER$ die Jahreskälteleistungszahl von Kompressions- bzw. ζ_{av} bei Absorptionskältemaschinen (siehe 7.1.4).

6.5.2.2 Differenzdruck im Auslegungspunkt

Der Differenzdruck im Auslegungspunkt (Δp) ist gegeben durch den Widerstand des Rohrnetzes (mit Einzelwiderständen) und den Anteilen für zusätzliche Widerstände. Die Bestimmung der erforderlichen Druckdifferenz der Pumpe erfolgt für den ungünstigsten Strang bzw. ungünstigsten Verbraucher des Kreises. Die Berechnung erfolgt bei bekannter Anlage detailliert für das Rohrnetz. Alternativ werden für das Näherungsverfahren praxisnahe Werte für die Einzelwiderstände angegeben.

$$\Delta p_Z = R \cdot L_{\max} \cdot (1 + z) + \sum \Delta p_i \quad (31)$$

Dabei ist

- R das Druckgefälle in Rohrleitungen, in kPa/m;
- $L_{\max}$ die maximale Rohrleitungslänge im Verteilkreis, in m;
- z der Anteil der Einzelwiderstände am Rohrreibungsverlust;
- Δp_z der Differenzdruck der Kälteversorgungseinheit im Auslegungspunkt, in kPa;
- Δp_i die Differenzdrücke der Komponenten im Verteilkreis.

6.5.2.3 Δp -Näherungswerte

Die im Folgenden angegebenen Näherungswerte für die Druckverluste von Einzelkomponenten müssen entsprechend dem geplanten Aufbau des jeweiligen Verteilkreises in Gleichung (31) eingesetzt werden. Die angegebenen Werte sind Richtwerte für die Planung. Grundsätzlich ergibt sich bei der Auslegung ein minimaler und ein maximaler Dimensionierungswert, abhängig von den angestrebten Investitions- und Betriebskosten.

Rohrreibungsverluste sind abhängig von der Länge und der Art des Verteilnetzes (Netzform) sowie der mittleren Strömungsgeschwindigkeit und der Rauigkeit der Rohre. Standardwerte für mittlere spezifische Druckgefälle R in kPa/m und anteilige Einzelwiderstände z sind in Tabelle 16 festgelegt:

Tabelle 16 — Druckgefälle R in kPa/m und anteilige Einzelwiderstände z in Rohrleitungen

Druckgefälle R, in kPa/m	0,25
Anteil der Einzelwiderstände z	0,3

Die maximale Leitungslänge für Kühlkreise, Primärkreise und Verteilkreise der RLT wird über die zweifache Entfernung der Kältemaschine zu den betreffenden Wärmeübergabekomponenten bestimmt.

Für Kaltwasserverteilkreise im Gebäude kann die maximale Leitungslänge für ein quaderförmiges Gebäude näherungsweise aus den Außenabmessungen ermittelt werden (Hinweise: siehe auch DIN V 18599-5:2016-10, Anhang B, und DIN V 18599-1):

$$L_{\max} = 2 \cdot \left(L + \frac{B}{2} + h_G \cdot n_G + 10 \right) \quad (32)$$

Dabei ist

- L die Gebäudelänge, in m;
- B die Gebäudebreite, in m;
- h_G die mittlere Geschosshöhe, in m;
- n_G die Anzahl der Geschosse.

Die Standardwerte für Druckverluste von Komponenten in Verteilkreisen sind in Tabelle 17 dargestellt.

Tabelle 17 — Standardwerte für Druckverluste von Komponenten in Verteilerkreisen

Komponente	Druckverluste kPa	
Plattenverdampfer	$\Delta p_{WÜE}$	40
Rohrverdampfer		30
Verflüssiger		45
Kühlturm <u>geschlossen</u>	Δp_{KT}	35
<u>offen</u>		35
Wasser/Wasser	$\Delta p_{WÜ}$	50
Hydraulische Übergabe	$\Delta p_{ÜG}$	5
Rückschlagventile	Δp_{RSV}	5
Zentraler Luftkühler	$\Delta p_{WÜV}$	35
Zentraler Lufterhitzer		20
Induktionsgeräte		35
Kühldecken, -konvektor		35
Drosselventil, AUF/ZU	Δp_{RV}	10
Drosselventil, stetig Ventilautorität, $a = 0,4$ Dreiwegeventil, Umlenk		siehe Gleichung (33) 10

Die Bestimmung des Druckverlustes des stetigen Drosselventils erfolgt nach Gleichung (33):

$$\Delta p_{RV, \text{stetig}} = \frac{a}{(1-a)} \cdot \Delta p_{WÜV} \quad (33)$$

Die Standardwerte sind gültig für Wasser bei 10 °C mit $\nu \approx 1,5 \text{ mm}^2/\text{s}$. Bei der Verwendung von Kälteträgern mit Viskositäten $\nu > 4 \text{ mm}^2/\text{s}$ bzw. Flo-Ice sind die Druckverluste im Verteilnetz und den Wärmeübertragern separat zu bestimmen. Die Bestimmung der Druckverluste von Strangregelventilen kann sinnvoll nur in der Detailplanung erfolgen.

6.5.2.4 Pumpenbetriebszeit

Die Kühlzeiten zur Luftkühlung innerhalb der RLT-Anlage und die Pumpenbetriebszeiten, die zeitgleich mit der Kältemaschine arbeiten (Rückkühlung des Kondensators und Primärkreispumpe im Verdampferkreislauf), werden als Monatswerte für jede Nutzungseinheit/Zone nach 6.5.4 als Monatswerte bestimmt. Die Kühlzeiten zur Gebäudekühlung werden aus dem Bilanzverfahren nach DIN V 18599-2:2016-10, Anhang D, bestimmt. Die Betriebszeit der Pumpen in den Kälteversorgungseinheiten ist abhängig vom Anlagenkonzept und kann größer sein als die ermittelte Kühlzeit in der Kälteversorgungseinheit. Dies ist u. a. dann der Fall, wenn die technischen Voraussetzungen zur bedarfsgesteuerten An- und Abschaltung der Pumpen nicht gegeben sind, bzw. permanente Kältebereithaltung gefordert wird.

Sind mehrere Nutzungseinheiten/Zonen mit unterschiedlichen Betriebszeiten auf einem gemeinsamen Verteilkreis, dann ergibt sich die Betriebszeit der Pumpen in diesem Verteilkreis aus der Nutzungseinheit/Zone mit der maximalen Betriebszeit. Die jeweils notwendige Kühl- und Kälteenergie ergibt sich als Summe der jeweiligen Energien.

Vier Betriebsarten sind zu unterscheiden. Betriebsart 1 bildet den vollständig bedarfsgesteuerten Betrieb ab, die Betriebsarten 2 bis 4 bilden den angebotsgesteuerten Betrieb ab (siehe Tabelle 18).

Tabelle 18 — Betriebsarten

Betriebsarten		Betriebszeit	Mindestvoraussetzung zur Realisierung der Betriebsart
1	Vollautomatisierter, bedarfsgesteuerter Betrieb	$t_{d,l} = t_{c*,op,l}$ bzw. $t_{c,op,l}$	Pumpenschaltung unter Beachtung des aktuellen Kühlbedarfs (z. B. über Regelverfahren oder Gebäudeautomation)
2	Saisonale sowie Nacht- und Wochenendabschaltung	$t_{d,l} = d_m \cdot (24 - t_{Na} - 0,15 \cdot t_{We})$ $t_{d,l} = t_{RLT\text{-Betrieb}}$ (für Zeitperiode $l = 1$ Monat)	Externe An-/Abschaltung der Pumpen durch übergeordnete Gewerke (z. B. Kältemaschine, Zeitschaltung oder Gebäudeautomation)
3	Saisonale Abschaltung in Monaten ohne Kühlbedarf	$t_{d,l} = d_m \cdot 24$ (für Zeitperiode $l = 1$ Monat)	Externe An-/Abschaltung der Pumpen (z. B. von Hand oder automatisiert)
4	Ganzjähriger Betrieb der Pumpen (auch ohne Bedarf) ^a	$t_{d,l} = 8\,760\text{ h}$ (für Zeitperiode $l = 1$ Jahr)	—
		$t_{d,l} = d_m \cdot 24$ (für Zeitperiode $l = 1$ Monat ^a)	
Dabei ist			
$t_{c*,l}$ bzw. $t_{c,l}$ die Zeit mit Kühlbedarf in der Kälteversorgungseinheit, in h; — die Luftkühlung RLT-Anlage: Die Kühlzeiten $t_{c*,op,l}$ (siehe 6.5.4); — die Gebäudekühlung: Die Kühlzeiten $t_{c,op,l}$ (siehe 6.6.2);			
t_{Na} die Stunden mit Nachtabschaltung je Tag, in h/d;			
t_{We} die Stunden mit Abschaltung am Wochenende ohne die Nachtabschaltung, in h/w;			
d_m die Tage je Monat, in d/m.			
^a Der resultierende Energiebedarf in den Monaten ohne Kühlbedarf ist über den im Verteilkreis minimal aufrechtzuerhaltenden Volumenstrom zu bestimmen (siehe Gleichung (35) mit $\beta'_{d,l} = 0$).			

6.5.2.5 Mittlere Belastung der Verteilung

Die Berechnung der mittleren Belastung der Verteilung β_D erfolgt für jeden im System befindlichen Pumpen-Verteilkreis aus der Kühlleistung im Auslegungsfall sowie der Kühlarbeit der Kälteversorgungseinheit und der Betriebszeit in der Zeitperiode:

$$\beta_{d,1} = \frac{Q_{Z,outg,1}}{\dot{Q}_Z \cdot t_{d,1}} \quad (34)$$

Dabei ist

$\dot{Q}_Z$ die Kühl- bzw. Kälteleistung der Kälteversorgungseinheit im Auslegungsfall, in kW;

$Q_{Z,outg,1}$ der Energieaufwand für die Kälteversorgung der Kälteversorgungseinheit.

- Der jährliche Energieaufwand für die Kälteversorgung der RLT-Anlage ($Q_{c*,outg}$); monatliche Werte werden nach 6.2.2 berechnet.
- Der monatliche Energieaufwand für die Kälteversorgung der Gebäudekühlung ($Q_{c,outg}$) wird nach 6.2.2 bestimmt.
- Die jährliche Kältarbeit der Kältemaschine, siehe 7.1.2.

Sind in dem betrachteten Verteilkreis Überströmeinrichtungen (z. B. Ventile, Leitungen usw.) installiert¹⁾, ist der Einfluss auf den mittleren hydraulischen Bedarf nach Gleichung (35) abzuschätzen:

$\beta'_{d,1}$ nach Festlegung der mittleren Belastung

$$\beta_{d,1} = \beta'_{d,1} + \left(1 - \beta'_{d,1}\right) \cdot \frac{\dot{V}_{Z,min}}{\dot{V}_Z} \quad (35)$$

Dabei ist

$\dot{V}_{Z,min}$ der minimale Volumenstrom im Verteilkreis, in m³/h;

$\dot{V}_Z$ der Volumenstrom der Kälteversorgungseinheit im Auslegungsfall, in m³/h, nach Gleichung (29).

Der minimale Volumenstrom ist aus den Erfordernissen des Kälteerzeugers bzw. aus der Überdrucksicherung des Verbraucherkreises abzuleiten²⁾.

Bei einer hydraulischen Entkopplung des Primärkreises³⁾ oder dem Einsatz von Umlenkventilen im Verbraucherkreis kann für die zugehörigen Versorgungspumpen $\beta_D = 1$ angenommen werden.

-
- 1) Beispielsweise zur Sicherstellung einer Minstdurchlaufwassermenge am Verdampfer bzw. zur Begrenzung der Druckdifferenz am Verbraucher oder zur permanenten Kältebereithaltung im Verteilnetz.
 - 2) Die jeweilige Funktion des Überströmventils ergibt sich dabei aus dem Zusammenwirken von Anlagendruckverlust, Pumpenkennlinie und Ansprechdruck des Ventils.
 - 3) Beispielsweise über eine hydraulische Weiche oder einen parallel geschalteten Speicher.

6.5.2.6 Korrektur: Hydraulischer Abgleich f_{Abgl}

- Für hydraulisch abgegliche Netze ist der Faktor $f_{\text{Abgl}} = 1$.
- Für hydraulisch nicht abgegliche Netze ist der Faktor $f_{\text{Abgl}} = 1,25$.

6.5.3 Aufwandszahlen

6.5.3.1 Allgemeines

Die Bewertung des Betriebsverhaltens der im System eingesetzten Pumpen erfolgt über die Aufwandszahl für die Kaltwasserverteilung innerhalb der Zeitperiode:

$$e_{d,l} = f_e \cdot (C_{P1} + C_{P2} \cdot \beta_{d,l}^{-1}) \quad (36)$$

Dabei ist

f_e der Effizienzfaktor der Pumpe nach 6.5.3.2;

C_{P1}, C_{P2} die Konstanten zur Berücksichtigung der Leistungsanpassung nach Tabelle 19.

Die Aufwandszahl berücksichtigt mit diesen Faktoren die wesentlichen Einflussgrößen auf den jährlichen Stromaufwand der Pumpe, die sich aus der Dimensionierung und Effizienz der Pumpe sowie deren Teillast- und Regelverhalten ableiten lassen.

6.5.3.2 Effizienzfaktor der Pumpe: f_e

6.5.3.2.1 Allgemeines

Der Effizienzfaktor berücksichtigt den Gesamtwirkungsgrad der Pumpe und ist der Kehrwert aus dem Produkt aus dem Pumpenwirkungsgrad (Kupplungswirkungsgrad) und dem Motorwirkungsgrad. Bei bekannter elektrischer Aufnahmeleistung der Pumpe im Auslegungspunkt gilt:

$$f_e = \frac{P_{\text{Pumpe}}}{P_{d,\text{hydr}}} \quad (37)$$

Dabei ist

P_{Pumpe} die elektrische Aufnahmeleistung der Pumpe im Auslegungspunkt.

Sind die Pumpendaten nicht bekannt, kann Folgendes angenommen werden:

$$f_e = \left(1,25 + \left(\frac{200}{P_{d,\text{hydr}}} \right)^{0,5} \right) \cdot f_{\text{Adap}} \cdot b \quad (38)$$

Dabei ist

f_{Adap} der Korrekturfaktor: Adaption an den Betriebspunkt;

b der Bewertungsfaktor für Bestand: $b = 1,2$, Neubau: $b = 1,0$.

Die Standardwerte für f_e aus Gleichung (38) sind gültig für:

- Radialkreispumpen (mit Motoren der Effizienzklasse 1 im Nennpunkt der Pumpe. Arbeitet die Pumpe nicht im Nennpunkt bzw. sind der hydraulische Teil und der Motor der Pumpe nicht aufeinander abgestimmt, verschlechtern sich die Werte für f_e);
- maximale Druckdifferenzen $\Delta p \leq 0,6$ bar für $P_{\text{hydr}} < 0,2$ kW; $\Delta p \leq 1,5$ bar für $0,2 \text{ kW} \leq P_{\text{hydr}} \leq 0,5$ kW; bzw. $\Delta p \leq 4,0$ bar für $P_{\text{hydr}} > 0,5$ kW;
- Wasser bei 20 °C mit $\nu \approx 1,0 \text{ mm}^2/\text{s}$.

Bei der Verwendung von Kälteträgern mit Viskositäten $\nu > 4 \text{ mm}^2/\text{s}$ bzw. Flo-Ice sind die Standardwerte für f_e separat zu bestimmen. Für Kälteträger mit $4 \text{ mm}^2/\text{s} \leq \nu \leq 40 \text{ mm}^2/\text{s}$ kann für die oben angegebenen Pumpenbauarten und Förderhöhen ein angepasstes f_e berechnet werden:

Mit f'_e nach Gleichung (38)

$$f_e = f'_e \cdot \left(1 + \left(\frac{\nu_{\text{cl}}^2}{16 \cdot P_{\text{d,hydr}}} \right)^{0,4} \right) \quad (39)$$

Dabei ist

ν_{cl} die kinematische Viskosität des Kälteträgers, in mm^2/s .

6.5.3.2.2 Korrekturfaktor Adaption: f_{Adap}

Der Korrekturfaktor Adaption erfasst die Leistungsaufnahme der ausgeführten Pumpe im tatsächlichen Betriebspunkt. Damit werden die Unterschiede in der Leistungsaufnahme zwischen ausgeführter Pumpe und optimal adaptierter Pumpe unter Auslegungsbedingungen berücksichtigt. Der Betriebspunkt der Pumpe ist immer bezogen auf den Auslegungsvolumenstrom. Für nicht adaptierbare Pumpen ergeben sich mehr oder weniger große Differenzen zwischen Betriebs- und Auslegungspunkt der Pumpe. Die adaptierbaren Pumpen lassen sich üblicherweise besser an den Auslegungspunkt anpassen.

- bekannte/optimal adaptierte Pumpe: $f_{\text{Adap}} = 1,0$.

Sind die realen Pumpendaten nicht bekannt, kann Folgendes angenommen werden:

- für die nicht adaptierte Pumpe: $f_{\text{Adap}} = 1,2$;
- für die elektronisch adaptierte Pumpe $f_{\text{Adap}} = 1,05$.

6.5.3.3 Leistungsanpassung der Pumpe im Betrieb

Durch Anpassung der Pumpenleistung an den hydraulischen Bedarf volumenvariabler Verteilkreise kann der Energieaufwand erheblich reduziert werden. Die Leistungsanpassung der Pumpe kann erfolgen durch:

- Interne Drehzahlregelung: (z. B. $\Delta p = \text{konstant}$ oder $\Delta p = \text{variabel}$);
- externe Drehzahlregelung;
- Teilabschaltung paralleler Pumpen (z. B. Doppelpumpen).

Tabelle 19 gibt die Werte für C_{P1} und C_{P2} nach Gleichung (36) an. Über diese Koeffizienten wird die Leistungsreduktion bei unregelmäßigem bzw. regelmäßigem Pumpenbetrieb berücksichtigt.

Tabelle 19 — Werte für C_{P1} und C_{P2} in Abhängigkeit der Betriebsart der Pumpen

Pumpenbetrieb	unregelmäßig	regelmäßig
C_{P1}	0,25	0,85
C_{P2}	0,75	0,15

6.5.3.4 Teilabschaltung paralleler Pumpen

In volumenvariablen Verteilkreisen mit flachen Anlagenkennlinien kann eine gute Teillastanpassung über den Betrieb von parallel geschalteten Pumpen (z. B. Doppelpumpen) erzielt werden. In solchen Verteilkreisen kann eine bedarfsgesteuerte An- und Abschaltung einzelner Pumpen eine deutliche Reduzierung des Energieaufwandes bewirken. Zur Bestimmung der Aufwandszahl bei Volumenstromanpassung durch Parallelschaltung können in Verteilkreisen, in denen die Werte für $\beta_d < 0,7$ sind, die Koeffizienten für den regelmäßigen Pumpenbetrieb aus Tabelle 19 verwendet werden.

6.6 Sonstige Hilfsenergien (Nebenantriebe)

6.6.1 Pumpen Heizregister

Zusätzliche Pumpen am Vor- und Nachheizregister werden in diesem Dokument nicht bewertet.

6.6.2 Pumpen und Antriebe Wärmerückgewinnung

6.6.2.1 Pumpen Kreislaufverbundsystem

Der jährliche elektrische Energiebedarf für die Pumpe eines Kreislaufverbundsystems $W_{hr,f,aux}$ kann analog dem Verfahren nach 6.5 berechnet werden.

Alternativ kann das folgende Kurzverfahren für das jeweilige RLT-System je Nutzungseinheit/Zone verwendet werden.

$$W_{hr,f,aux,a} = P_{el,av,KVS} \cdot t_{WRG} / 1\,000 \quad (40)$$

mit

$$P_{el,av,KVS} = \dot{V}_{Außenluft} \cdot 0,03 \text{ W}/(\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}), \text{ für unregelmäßige Pumpen}$$

$$P_{el,av,KVS} = \dot{V}_{Außenluft} \cdot 0,015 \text{ W}/(\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}), \text{ für drehzahlgeregelte Pumpen}$$

Dabei ist

$W_{hr,f,aux,a}$ der jährliche Hilfsenergieaufwand für Wärmerückgewinnung, in kWh;

t_{WRG} die Betriebszeit der WRG Pumpe nach DIN V 18599-3:2016-10, Anhang B;

$\dot{V}_{Außenluft}$ der Auslegungs-Außenluftvolumenstrom der Wärmerückgewinnung (im Allgemeinen $\dot{V}_{Zu,mech}$).