DIN V 18599-7:2011-12 (D)

Energetische Bewertung von Gebäuden - Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung - Teil 7: Endenergiebedarf von Raumlufttechnik- und Klimakältesystemen für den Nichtwohnungsbau; mit CD-ROM

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 ... 19
4.1 Allgemeines ... 19
4.2 Eingangsgrößen aus anderen Teilen der Vornormenteile DIN V 18599 ... 19
4.3 Ausgangsgrößen für andere Teile der Vornormenreihe DIN V 18599 ... 21
4.4 Berechnungsverfahren ... 22
4.4.1 Allgemeine Darstellung ... 22
4.4.2 Schnittstellen mit der Heizungstechnik ... 23

5 Nutzenergie (Energieaufwand) der Luftaufbereitung ... 25
5.1 Allgemeines ... 25
5.2 Standardwerte für Komponenten der RLT-Anlagen ... 25
5.2.1 Ventilatoren ... 25
5.2.2 Wärmerückgewinnung ... 25
5.3 Hinweise für die Auswahl des RLT-Anlagensystems ... 26
5.4 Nutzenergie für das Heizregister RLT ... 27
5.4.1 Allgemeines ... 27
5.4.2 Verluste der Übergabe für das RLT-Luftsystem (Wärmeverluste der Luftführung) ... 27
5.4.3 Verluste der Verteilung für das RLT-Luftsystem (Wärmeverluste durch Lufttransport) ... 27
5.4.4 Leckraten ... 28
5.4.5 Systemtemperaturen Warmwasser am Wärmeübertrager RLT ... 28
5.4.6 Heizzeit RLT-Wärmeübertrager Zuluft und Sorptionstrockner RLT ... 28
5.5 Nutzenergie für das Kühlregister ... 29
5.5.1 Allgemeines ... 29
5.5.2 Wärmeaufwand der Übergabe der Luft an den Raum (Wärmeverluste der Luftführung) ... 29
5.5.3 Wärmeaufwand der Verteilung der Luft (Wärmeverluste durch Lufttransport) ... 29
5.5.4 Kühlzeit Wärmeübertrager RLT-Anlage ... 30
5.6 Nutzkältebedarf Raumkühlung ... 30
5.6.1 Nutzkältebedarf, allgemein ... 30
5.6.2 Kühlzeit Raumkühlung ... 30
5.7 Nutzenergie Befeuchtung ... 31
5.8 Bedarfsabhängige Luftvolumenstromregelung ... 31
5.8.1 Bedarfsabhängige Luftvolumenstromregelung bei RLT-Anlagen ... 31
5.8.2 Bedarfsabhängige Luftvolumenstromregelung bei Fensterlüftung ... 33

6 Übergabe, Verteilung, Speicherung ... 33
6.1 Heizung für Lüftungsanlage ... 33
6.2 Erzeugernutzkälteabgabe ... 33
6.2.1 Kälteversorgung RLT-Anlage ... 33
6.2.2 Kälteversorgung Raumkühlung ... 34
6.3 Hilfsenergieaufwand Raumkühlung ... 36
6.4 Dampf für Befeuchtung ... 37
6.5 Hilfsenergie Kühl- und Kaltwasserverteilung ... 37
6.5.1 Elektrischer Energieaufwand ... 37
6.5.2 Hydraulischer Energieaufwand der Verteilung ... 40
6.5.3 Aufwandszahlen ... 46

6.6 Sonstige Hilfsenergien (Nebenantriebe) 48
6.6.1 Pumpen Heizregister 48
6.6.2 Pumpen und Antriebe Wärmerückgewinnung 48
6.6.3 Pumpen Wasserbefeuchter 49
6.6.4 Elektrischer Aufwand für die Regelung des Klimazentralgerätes 50
6.7 Kältespeicherung 50

7 Endenergie für die Erzeugung von Kälte und Dampf 51
7.1 Endenergiebedarf für die Kälteerzeugung 51
7.1.1 Allgemeines 51
7.1.2 Erzeugernutzkälteabgabe 52
7.1.3 Endenergie Kompressionskältemaschine 54
7.1.4 Erzeugernutzenergie Wärmeversorgung Absorptionskältemaschine 62
7.1.5 Gasbetriebene Kälteerzeuger 65
7.1.6 Berechnung monatlicher Energie-Kennzahlen für die Kälteerzeugung als Übergabevariablen an andere Teile der Vornormenreihe DIN V 18599 66
7.1.7 Endenergie Rückkühlung 67
7.1.8 Bestandteile der Endenergie Kälteerzeugung und -verteilung 70
7.2 Freie Kühlung 71
7.2.1 Freie Kühlung mit Rückkühlwerken im Alternativbetrieb 71
7.2.2 Freie Kühlung mit luftgekühlten Kältemaschinen mit integrierten Freikühlregistern 74
7.3 Geothermische Kühlung 76
7.3.1 Allgemeines 76
7.3.2 Kühlung mit Grundwasser 76
7.3.3 Kühlung über ein Erdsondenfeld 77
7.4 Endenergie für die Dampfversorgung 79
7.5 Mehrerzeugeranlagen 80
7.6 Kältespeicherung 81

8 Endenergien und Regenerativanteile 81
8.1 Endenergien für Kälteerzeuger 81
8.1.1 Allgemeines 81
8.1.2 Strom für Kompressionskältemaschinen 81
8.1.3 Dampf für Absoptionskälteanlagen 82
8.2 Regenerative Energien bei der Kälteerzeugung 82
8.2.1 Allgemeines 82
8.2.2 Wärmesenke Außenluft 82
8.3 Dampferzeuger für Befeuchtung 85
8.3.1 Allgemeines 85
8.4 Hilfsenergien für Raumlufttechnik und Klimakälte (Strom) 85
8.4.1 Hilfsenergien Dampfbereitstellung 85
8.4.2 Weitere Hilfsenergien und zurück gewonnene Energien 85

Anhang A (normativ) Kennwerte für Kälteerzeugung 86
A.1 Allgemeines 86
A.2 Teillastkennwerte für Raumklimageräte 86
A.3 Teillastkennwerte für die Kälteerzeugung 86

Anhang B (normativ) Verfahren zur Ermittlung der Teillastfaktoren Kälteerzeugung 105
B.1 Allgemeines 105
B.2 Teillastkennwerte für Raumklimasysteme, luftgekühlt 106
B.3 Teillastkennwerte luftgekühlter Kältemaschinen 107
B.4 Teillastkennwerte wassergekühlter Kältemaschinen 109
B.5 Teillastkennwerte Rückkühlung 112

Anhang C (normativ) Wärmequellen und Wärmesenken 115
C.1 Allgemeines 115
C.2 Wärmequellen 115
C.3 Wärmesenken 115

Seite

Anhang D (normativ) **Kurzverfahren zur Berechnung des elektrischen Energieaufwands der Kühl- und Kaltwasserverteilung** ... 116
D.1 Allgemeines ... 116
D.2 Spezifischer Volumenstrom im Verteilkreis ... 116
D.3 Differenzdruck im Auslegungspunkt – Δp_Z ... 117
D.4 Jährliche Betriebszeit der Pumpen – $\sum t_{d,l}$ ... 117
D.5 Spezifische elektrische Leistung der Verteilung ... 117
D.6 Elektrischer Energieaufwand der Verteilung ... 118
D.7 Vereinfachtes Verfahren zur Bewertung der Kaltwasserhydraulik ... 119

Anhang E (normativ) **Standardwerte für die Kälteerzeugung in Bestandsanlagen** ... 121
E.1 Bestandsanlagen ab 1995 ... 121
E.2 Bestandsanlagen vor 1995 ... 121

Anhang F (normativ) **Abschätzung der Wärmerückgewinnung** ... 122
F.1 Abschätzung der Wärmerückgewinnung für Bestandsanlagen ... 122
F.2 Abschätzung der Temperaturänderungsgrade bei Plattenwärmeübertragern ... 122
F.3 Abschätzung der Temperaturänderungsgrade bei Rotationswärmeübertragern ... 123
F.4 Rotationswärmeübertrager mit Sorptionsmaterialien ... 124
F.5 Abschätzung der Temperaturänderungsgrade bei Kreislaufverbundsystemen ... 124

Anhang G (normativ) **Außenluftvolumenstrom und spezifische Leistungsaufnahme der Ventilatoren bei Bestandsanlagen** ... 126
G.1 Bewertung des Energiebedarfs ... 126
G.2 Verwendung der ermittelten Werte ... 126

Anhang H (normativ) **Teilkennwerte** ... 127
H.1 Allgemeines ... 127
H.2 Teilkennwert für Außenluftaufbereitungssysteme ... 127
H.3 Teilkennwert für Kälteerzeugungssysteme ... 128
H.4 Teilkennwert für Kalt- und Kühlwasserverteilsysteme ... 128

Literaturhinweise ... 129

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 — Heizung für RLT-Anlage ... 22
Bild 5 — Kälte für RLT-Anlage ... 22
Bild 6 — Kälte für Raumkühlung ... 23
Bild 7 — Dampf für Befeuchtung ... 23
Bild 8 — Vorgehen bei der Berechnung des Pumpenenergiebedarfs Kühl- und Kaltwasser ... 39
Bild D.1 — Beispiel eines Kaltwasser-Mehrkreissystems zur Komfortklimatisierung ... 116
Bild F.1 — Festlegung der Abmessungen des Wärmeübertragers ... 123
Bild F.2 — Rotationswärmeübertrager ohne Sorptionsmaterialien ... 123
Bild F.3 — Rotationswärmeübertrager mit Sorptionsmaterialien ... 124
Bild F.4 — Abschätzung der Temperaturänderungsgrade bei Kreislaufverbundsystemen ... 125

Seite

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 5 — Abgrenzung Raumheizung in DIN V 18599-5 und Raumkühlung in DIN V 18599-7 24
Tabelle 6 — Standardwerte für Ventilatoren 25
Tabelle 7 — Standardwerte für Konstantdruckanteil 25
Tabelle 8 — Standardwerte für Systemlösungen Wärmerückgewinnung 26
Tabelle 9 — Standardwerte Zulufttemperaturdifferenzen je Klimasystem (nur für den energetischen Nachweis und nicht für die Auslegung zu verwenden) 26
Tabelle 10 — Mindestauslastung für bedarfsorientierte Betriebsweise Raumkühlung 31
Tabelle 11 — Ermittlung der Teilbetriebsfaktoren RLT 32
Tabelle 12 — Faktoren (Jahresmittelwert) Kälte RLT-Anlage 34
Tabelle 13 — Faktoren (Jahresmittelwert) Raumkühlung 35
Tabelle 14 — Standardwerte für den auf die Erzeugernutzkälteabgabe bezogenen Energieaufwand für Sekundärluftventilatoren 36
Tabelle 15 — Wesentliche Parameter für den elektrischen Energieaufwand bei Kühl- und Kaltwassernetzen 37
Tabelle 16 — Druckgefälle R in kPa/m und anteilige Einzelwiderstände z in Rohrleitungen 42
Tabelle 17 — Standardwerte für Druckverluste von Komponenten in Verteilerkreisen 43
Tabelle 18 — Betriebsarten 44
Tabelle 19 — Werte für C_{P1} und C_{P2} in Abhängigkeit der Betriebsart der Pumpen 48
Tabelle 20— Elektrische Leistung für Antrieb, Rotor 49
Tabelle 21 — Standardwerte für Wasserbefeuchter (jährliche Mittelwerte) 50
Tabelle 22 — Speichernutzungsgrade für Kälte 51
Tabelle 23 — Übersicht Kälteerzeugungssysteme im Kennwertverfahren 52
Tabelle 24 — Beispiel Zonierung Kälteerzeugung 53
Tabelle 25 — Arten der Teillastregelung für wassergekühlte Kompressionskältemaschinen im Kennwertverfahren 55
Tabelle 26 — Standardwert Nennkälteleistungszahl EER für wassergekühlte Kompressionskältemaschinen 56
Tabelle 27 — Arten der Teillastregelung für luftgekühlte Kompressionskältemaschinen im Kennwertverfahren 57
Tabelle 28 — Standardwert Nennkälteleistungszahl EER für luftgekühlte Kompressionskältemaschinen 58
Tabelle 29 — Arten der Teillastregelung für luftgekühlte Kompressionskältemaschinen im Kennwertverfahren 59
Tabelle 30 — Nennkälteleistungszahl EER für Raumklimasysteme < 12 kW luftgekühlt 60

Seite

Tabelle 31 — Nennkälteleistungszahl EER für Raumklimasysteme > 12 kW luftgekühlt 60

Tabelle 32 — Nutztemperatur, Rückkühltemperatur und Grädigkeit von Wärmeübertragern 61

Tabelle 33 — Nennwärmeverhältnis ζ, Teillastfaktoren PLV und mittlere Nutzungsfaktoren Rückkühlung $f_{R,av}$ für Ab- und Adsorptionskälteanlagen 63

Tabelle 34 — Wärmeverhältnis für direkt befeuerte Kältemaschinen 66

Tabelle 35 — Spezifischer Elektroenergiebedarf Rückkühler $q_{R,elektr}$ 68

Tabelle 36 — Bedarfsanteile zur energetischen Bewertung indirekter Systeme (Wasserkühlmaschinen) 70

Tabelle 37 — Bedarfsanteile zur energetischen Bewertung direkter Systeme (Direktverdampferanlagen) 71

Tabelle 38 — Freikühlfaktor für Rückkühlwerke im Alternativbetrieb 73

Tabelle 39 — Freikühlfaktor für luftgekühlte Kältemaschinen mit integrierten Feikühlregistern 75

Tabelle 40 — Kälteleistungszahl von Grundwassernutzungsanlagen EER_{GW} (Grundwassertemperatur 12 °C**, Auslegungsförderhöhe der Pumpen** 400 kPa**)** 77

Tabelle 41 — Standardwerte für die Kälteleistungszahl EER_{GS} (Sondeneintrittstemperatur 18 °C**)** 78

Tabelle 42 — Spez. Entzugsleistung q_{ES} für Erdsonden bei einer Sondeneintrittstemperatur 18 °C 79

Tabelle 43 — Endenergiefaktoren für die Dampferzeugung 79

Tabelle 44 — Standardwerte für Mehrerzeugeranlagen 80

Tabelle 45 — Standardwerte für Speicherfaktoren bei Kälteerzeugung mit Kompressionskälteerzeugern 81

Tabelle A.1 — Teillastkennwert für Raumklimageräte 86

Tabelle A.2 — Zuordnung der Nutzungsart zu den Kennwerttabellen 87

Tabelle A.3 — Teillast-Kennwerte(Nutzungsart 1, 2, 3, 4, 5, 16, 17, 18, 20) 88

Tabelle A.4 — Teillast-Kennwerte (Nutzungsart 6, 7, 28, 29, 30) 89

Tabelle A.5 — Teillast-Kennwerte (Nutzungsart 8) 90

Tabelle A.6 — Teillast-Kennwerte (Nutzungsart 9, 26) 91

Tabelle A.7 — Teillast-Kennwerte (Nutzungsart 10) 92

Tabelle A.8 — Teillast-Kennwerte (Nutzungsart 11) 93

Tabelle A.9 — Teillast-Kennwerte (Nutzungsart 12) 94

Tabelle A.10 — Teillast-Kennwerte (Nutzungsart 13, 14, 15) 95

Tabelle A.11 — Teillast-Kennwerte (Nutzungsart 21) 96

Tabelle A.12 — Teillast-Kennwerte (Nutzungsart 22) 97

Tabelle A.13 — Teillast-Kennwerte (Nutzungsart 23, 24) 98

Tabelle A.14 — Teillast-Kennwerte (Nutzungsart 25) 99

Tabelle A.15 — Teillast-Kennwerte (Nutzungsart 27) 100

Tabelle A.16 — Teillast-Kennwerte (Nutzungsart 31) 101

Tabelle A.17 — Teillast-Kennwerte (Nutzungsart 35) 102

Seite

Tabelle A.18 — Teillast-Kennwerte (Nutzungsart 36) 103

Tabelle A.19 — Teillast-Kennwerte (Nutzungsart 41) 104

Tabelle B.1 — Verteilungsvorschrift Teillastbedarfswerte s_n je Teillaststufe k_n 106

Tabelle B.2 — Korrelation Teillaststufe k_n/Außenlufttemperatur für luftgekühlte Kältemaschinen 106

Tabelle B.3 — Teillastfaktor PLV_n für Raumklimasysteme 107

Tabelle B.4 — Teillastfaktor $f_{1,n}$ für luftgekühlte Kältemaschinen 108

Tabelle B.5 — Teillastfaktoren $f_{1,n}$ für wassergekühlte Kältemaschinen je Teillaststufe k_n 110

Tabelle D.1 — Spezifische Volumenströme 116

Tabelle D.2 — Druckverluste im Auslegungspunkt 117

Tabelle D.3 — Jährliche Betriebszeit der Pumpen 117

Tabelle D.4 — Elektrischer Energieaufwand der Verteilung 118

Tabelle D.5 — Richtwerte für Nutzungszeiten Raumkühlung und RLT-Kühlung bei bedarfsgeregeltem Betrieb 120

Tabelle E.1 — Baualterfaktor der Kälteerzeugung für Bestandsanlagen 121

Tabelle F.1 — Abschätzung des Temperaturänderungsgrades η_t für Plattenwärmeübertrager 122