

## Energetische Bewertung von Gebäuden - Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung - Teil 5: Endenergiebedarf von Heizsystemen

---

Inhalt	Seite
Vorwort.....	7
Einleitung.....	9
1 Anwendungsbereich .....	10
2 Normative Verweisungen.....	11
3 Begriffe, Symbole und Einheiten .....	14
3.1 Begriffe.....	14
3.2 Symbole, Einheiten, Indizes .....	19
4 Verknüpfung der Teile der Vornormenreihe DIN V 18599.....	24
4.1 Allgemeines .....	24
4.2 Eingangsgrößen aus anderen Teilen der Vornormenreihe DIN V 18599.....	24
4.3 Ausgangsgrößen für andere Teile der Vornormenreihe DIN V 18599 .....	27
4.3.1 Allgemeines .....	27
4.3.2 Erzeugernutzwärmeabgabe.....	28
4.3.3 Endenergie Wärme.....	29
4.3.4 Hilfsenergie.....	30
4.3.5 Ungeregelte Wärmeeinträge durch das Heizsystem.....	30
5 Randbedingungen für die einzelnen Prozessbereiche .....	31
5.1 Allgemeines .....	31
5.2 Belastung .....	31
5.2.1 Wärmeübergabe .....	31
5.2.2 Wärmeverteilung .....	32
5.2.3 Speicher .....	32
5.2.4 Wärmeerzeugung .....	32
5.3 Temperaturen .....	33
5.3.1 Allgemeines .....	33
5.3.2 Temperaturadaption.....	34
5.3.3 Überströmventil / Hydraulische Weiche.....	35
5.4 Nennleistung des Wärmeerzeugers.....	35
5.4.1 Laufzeiten.....	36
5.4.2 Aufteilung jährlich ermittelter Werte auf einzelne Monate .....	38
6 Ermittlung der Energieaufwendungen .....	39
6.1 Allgemeines .....	39
6.2 Wärmeübergabe .....	39
6.2.1 Allgemeines .....	39
6.2.2 Wirkung von Einzelraumregelungssystemen.....	41
6.2.3 Nutzungsgrade für Heizungsanlagen bei freien Heizflächen (Heizkörper); lichte Raumhöhe $\leq 4$ m.....	41
6.2.4 Nutzungsgrade für Heizungsanlagen mit bauteilintegrierten Heizflächen (Flächenheizungen) (lichte Raumhöhe $\leq 4$ m) .....	42
6.2.5 Nutzungsgrade für Elektroheizung (lichte Raumhöhe $\leq 4$ m) .....	44
6.2.6 Nutzungsgrade für Luftheizung/Wohnungslüftung (lichte Raumhöhen $\leq 4$ m).....	45
6.2.7 Nutzungsgrade für Luftheizung (RLT Anlagen) (lichte Raumhöhe $\leq 4$ m) .....	45
6.2.8 Nutzungsgrade für Heizsysteme in Räumen mit einer Höhe $\geq 4$ m (Hallenbauten).....	46
6.2.9 Hilfsenergie $W_{h,ce}$ .....	51
6.3 Verteilung der Wärme $Q_{h,d}$ – Zentrale Warmwasserheizungs-Rohrnetze.....	54
6.3.1 Wärmeverlust zentraler Warmwasserheizungs-Rohrnetze .....	54
6.3.2 Hilfsenergiebedarf zentraler Warmwasserheizungs-Rohrnetze.....	59
6.4 Speicher .....	64
6.4.1 Wärmeverlust.....	64
6.4.2 Randbedingungen für die Standardwerte .....	65
6.4.3 Hilfsenergie zum Laden eines Pufferspeichers.....	65

	Seite
<b>6.5 Wärmerezeuger</b> .....	<b>66</b>
<b>6.5.1 Allgemeines</b> .....	<b>66</b>
<b>6.5.2 Solaranlagen zur Trinkwassererwärmung und Heizungsunterstützung (Kombianlagen)</b> .....	<b>67</b>
<b>6.5.3 Motorisch angetriebene Wärmepumpen</b> .....	<b>75</b>
<b>6.5.4 Konventionelle Heizkessel</b> .....	<b>108</b>
<b>6.5.5 Sorptions-Gaswärmepumpen</b> .....	<b>135</b>
<b>6.5.6 Elektrische beheizte Wärmerezeuger</b> .....	<b>139</b>
<b>6.5.7 Fern- und Nahwärme</b> .....	<b>140</b>
<b>6.5.8 Dezentrale KWK</b> .....	<b>141</b>
<b>Anhang A (normativ) Erforderliche Energieaufnahme zur Deckung des Heizwärmebedarfs</b> .....	<b>142</b>
<b>A.1 Elektrisch betriebene Wärmepumpen</b> .....	<b>142</b>
<b>A.2 Gasmotorische Wärmepumpen</b> .....	<b>143</b>
<b>A.3 Standardwerte für die Wärmepumpenberechnung</b> .....	<b>144</b>
<b>A.4 Standardwerte der Leistung und Leistungszahl für gasmotorangetriebene Wärmepumpen</b> .....	<b>148</b>
<b>A.4.1 Luft-Wasser-Wärmepumpen</b> .....	<b>148</b>
<b>A.4.2 Gasmotorangetriebene Luft-Wasser-Wärmepumpen</b> .....	<b>148</b>
<b>A.4.3 Luft-Luft-Wärmepumpen</b> .....	<b>149</b>
<b>Anhang B (normativ) Korrekturfaktoren und Leistungszahlen</b> .....	<b>150</b>
<b>B.1 Korrekturfaktor für Teillastbetrieb <math>f_{P_{int}}</math> für elektrische angetriebenen Außenluft-Raumluft-Wärmepumpen</b> .....	<b>150</b>
<b>B.2 Korrekturfaktor für Teillastbetrieb <math>f_{P_{int}}</math> für elektrisch betriebene Wärmepumpen</b> .....	<b>150</b>
<b>B.3 Berechnungsverfahren für Quellen- und Senkentemperaturkorrekturen mit festem exergetischen Wirkungsgrad</b> .....	<b>151</b>
<b>Anhang C (normativ) Netztypen in Heizungsverteilsystemen für die Bestimmung der Leitungslängen</b> .....	<b>155</b>
<b>Anhang D (informativ) Gekoppelte Betrachtung wärmephysiologischer und energetischer Kennwerte</b> .....	<b>158</b>
<b>D.1 Allgemeines</b> .....	<b>158</b>
<b>D.2 Intermittierende Betriebsweise</b> .....	<b>159</b>
<b>D.3 Bewertung von P-Reglern</b> .....	<b>161</b>
<b>Literaturhinweise</b> .....	<b>163</b>

## Bilder

<b>Bild 1 — Übersicht über die Teile von DIN V 18599</b> .....	<b>9</b>
<b>Bild 2 — Inhalt und Umfang von DIN V 18599-5 (schematisch)</b> .....	<b>11</b>
<b>Bild 3 — Schema der Indizierung</b> .....	<b>24</b>
<b>Bild 4 — Bezeichnung der Leitungen für Warmwasserheizungs-Rohrnetze</b> .....	<b>56</b>
<b>Bild 5 — Summenhäufigkeitsverteilung der Außenlufttemperatur</b> .....	<b>78</b>
<b>Bild 6 — Klasseneinteilung und Anteile für Wärmepumpe und zweiten Wärmerezeuger (Nachheizung) bei Alternativbetrieb</b> .....	<b>87</b>
<b>Bild 7 — Klasseneinteilung und Anteile für Wärmepumpe und zweiten Wärmerezeuger (Nachheizung) bei Parallelbetrieb</b> .....	<b>88</b>
<b>Bild 8 — Klasseneinteilung und Anteile für Wärmepumpe und zweiten Wärmerezeuger (Nachheizung) bei Teilparallelbetrieb</b> .....	<b>89</b>

<b>Bild 9 — Heizleistungen stufig oder stetig geregelter Wärmepumpen in Abhängigkeit der Außentemperatur für eine bestimmte Vorlauftemperatur .....</b>	<b>96</b>
<b>Bild 10 — Gesamt-Wärmeübergangszahl <math>\alpha</math> durch Strahlung und freie Konvektion an horizontalen und vertikalen Flächen bei einer Mindest-Umgebungstemperatur <math>\theta_l = 20\text{ °C}</math> in Abhängigkeit von der mittleren Oberflächentemperatur <math>\theta_{env,av}</math> .....</b>	<b>123</b>
<b>Bild A.1 — Energiebilanz des Erzeugerteilsystems (elektrisch betriebene Wärmepumpe) .....</b>	<b>142</b>
<b>Bild A.2 — Energiebilanz des Erzeugerteilsystems (Wärmepumpe mit Verbrennungsantrieb) .....</b>	<b>143</b>
<b>Bild 7 — Heizleistung der gasmotorangetriebenen Luft-Wasser-Wärmepumpen bei verschiedenen Quellen- und Senktemperaturen .....</b>	<b>148</b>
<b>Bild 4 — Standard-Leistungszahlen gasmotorangetriebener Luft-Wasser-Wärmepumpen bei verschiedenen Quellen- und Senktemperaturen .....</b>	<b>148</b>
<b>Bild 5 — Heizleistung von gasmotorangetriebenen Luft-Luft-Wärmepumpen .....</b>	<b>149</b>
<b>Bild 6 — Standard-Leistungszahl gasmotorangetriebener Luft-Luft-Wärmepumpen .....</b>	<b>149</b>
<b>Bild D.1 — Relativer Heizwärmemehraufwand infolge erhöhter Raumtemperaturen (Beispiel für Bezugs- Raumtemperatur <math>20\text{ °C}</math>) .....</b>	<b>159</b>
<b>Bild D.2 — Prinzipieller Verlauf der Raumtemperatur und des Heizenergiebedarfs über der Außentemperatur bei mit TRV geregelten Räumen .....</b>	<b>161</b>

## Tabellen

<b>Tabelle 1 — Symbole und Einheiten .....</b>	<b>19</b>
<b>Tabelle 2 — Indizes .....</b>	<b>20</b>
<b>Tabelle 3 — Eingangsgrößen aus anderen Teilen der Vornormenreihe DIN V 18599 .....</b>	<b>25</b>
<b>Tabelle 4 — Ausgangsgrößen für andere Teile der Vornormenreihe DIN V 18599 .....</b>	<b>27</b>
<b>Tabelle 5 — Heizlastverhältnisse und Auslegungstemperaturen .....</b>	<b>35</b>
<b>Tabelle 6 — Hydraulischer Abgleich .....</b>	<b>40</b>
<b>Tabelle 7 — Nutzungsgrade für Heizungsanlagen bei freien Heizflächen (Heizkörper); lichte Raumhöhe <math>\leq 4\text{ m}</math> .....</b>	<b>41</b>
<b>Tabelle 8 — Nutzungsgrade für Heizungsanlagen mit bauteilintegrierten Heizflächen (Flächenheizungen); lichte Raumhöhe <math>\leq 4\text{ m}</math> .....</b>	<b>43</b>
<b>Tabelle 9 — Nutzungsgrade für Heizungsanlagen mit bauteilintegrierte Heizflächen (TABS); lichte Raumhöhe <math>\leq 4\text{ m}</math> .....</b>	<b>44</b>
<b>Tabelle 10 — Nutzungsgrade für Elektroheizung (lichte Raumhöhe <math>\leq 4\text{ m}</math>) .....</b>	<b>45</b>
<b>Tabelle 11 — Nutzungsgrade für Luftheizung (RLT-Anlagen) (lichte Raumhöhe <math>\leq 4\text{ m}</math>) .....</b>	<b>46</b>
<b>Tabelle 12 — Teilnutzungsgrade der Raumtemperaturregelung .....</b>	<b>46</b>
<b>Tabelle 13 — vertikale Lufttemperaturanstiege und Teilnutzungsgrade der spezifischen Außenbauteilverluste .....</b>	<b>48</b>
<b>Tabelle 14 — <math>f_{\text{Radiant}}</math> für Heizsysteme in hohen Räumen .....</b>	<b>49</b>
<b>Tabelle 15 — Standardwerte Strahlungsfaktor <math>R_F</math> für Hell-/Dunkelstrahler .....</b>	<b>50</b>
<b>Tabelle 16 — Standardwerte für die Hilfsenergie zur Regelung .....</b>	<b>52</b>

<b>Tabelle 17 — Standardwerte für die Hilfsenergie von Gebläsen zur Luftförderung in Räumen <math>h_R \leq 4</math> m</b> .....	<b>52</b>
<b>Tabelle 18 — Hilfsenergiefaktoren dezentraler Hallenheizsysteme</b> .....	<b>53</b>
<b>Tabelle 19 — Hilfsenergiefaktoren der Wärmeübergabe, Hallenheizungen mit zentralem Wärmeerzeuger</b> .....	<b>54</b>
<b>Tabelle 20 — Temperaturwerte</b> .....	<b>55</b>
<b>Tabelle 21 — Gruppenzugehörigkeiten bei Heizungsnetzen</b> .....	<b>56</b>
<b>Tabelle 22 — Leitungslängen</b> .....	<b>57</b>
<b>Tabelle 23 — Annahmen für Wärmedurchgangszahlen <math>U_i</math> in <math>W/(m \cdot K)</math></b> .....	<b>59</b>
<b>Tabelle 24 — Konstanten <math>C_{P1}, C_{P2}</math> zur Berechnung der Aufwandszahl von Heizungspumpen</b> .....	<b>63</b>
<b>Tabelle 25 — Monatsanteile zur Aufteilung des Jahresertrags <math>f_{part,h,mth,Ref}</math></b> .....	<b>71</b>
<b>Tabelle 26 — Korrekturfaktor für Neigung und Ausrichtung</b> .....	<b>72</b>
<b>Tabelle 27 — Korrekturfaktor für die Auslastung der Solaranlage (<math>f_{slr}</math>)</b> .....	<b>73</b>
<b>Tabelle 28 — Korrekturfaktor für die Wärmeverlustrate des bzw. der Speicher(s) (<math>f_{s,ls}</math>)</b> .....	<b>74</b>
<b>Tabelle 29 — Korrekturfaktor für das Temperaturniveau der Raumheizung <math>f_{h,HK,A}</math></b> .....	<b>74</b>
<b>Tabelle 30 — Stundenhäufigkeit der Außentemperatur für das TRY04</b> .....	<b>83</b>
<b>Tabelle 31 — Monatliche Stundensumme in den einzelnen Temperaturklassen, aufgeteilt auf die Prüfpunkte nach DIN EN 14511 Teile 1 bis 5</b> .....	<b>85</b>
<b>Tabelle 32 — Abhängigkeit der mittleren Quelltemperatur für Erdreich und Grundwasser von der mittleren Außentemperatur</b> .....	<b>92</b>
<b>Tabelle 33 — Mittlere Quelltemperatur für Erdreich und Grundwasser in Abhängigkeit von der mittleren monatlichen Außentemperatur</b> .....	<b>92</b>
<b>Tabelle 34 — Korrekturfaktor <math>f_{\Delta\theta}</math> für unterschiedliche Temperaturdifferenzen bei Messung und Betrieb der Wärmepumpe</b> .....	<b>94</b>
<b>Tabelle 35 — Eckpunkte zur Berechnung des Kennfeldes der WP</b> .....	<b>97</b>
<b>Tabelle 36 — Heizkesseltemperaturen</b> .....	<b>118</b>
<b>Tabelle 37 — Temperaturkorrekturfaktoren</b> .....	<b>118</b>
<b>Tabelle 38 — Brennstoffkonstante für Abgasmessung in Abhängigkeit der Siegerfaktoren</b> .....	<b>121</b>
<b>Tabelle 39 — Koeffizienten für Biomasse</b> .....	<b>121</b>
<b>Tabelle 40 — Koeffizienten für Braunkohle</b> .....	<b>121</b>
<b>Tabelle 41 — Koeffizienten für Steinkohle und Koks</b> .....	<b>121</b>
<b>Tabelle 42 — Berechnungsfaktoren für handelsübliche Brennstoffe</b> .....	<b>122</b>
<b>Tabelle 43 — Standardwerte für den Abgasverlust bei Brennerstillstand</b> .....	<b>124</b>
<b>Tabelle 44 — Sättigungsfeuchte in Abhängigkeit von der Temperatur</b> .....	<b>125</b>
<b>Tabelle 45 — Brennstoff-Vorgabewerte zur Berechnung der Rückgewinnung der Kondensationswärme</b> .....	<b>127</b>
<b>Tabelle 46 — Vorgabewerte zur Berechnung von <math>Q_{cond}</math></b> .....	<b>127</b>
<b>Tabelle 47 — Wirkungsgradfaktoren</b> .....	<b>130</b>

Tabelle 48 — Bereitschaftswärmefaktoren .....	131
Tabelle 49 — Hilfsenergiefaktoren.....	132
Tabelle 50 — Erzeugerwirkungsgrade dezentraler Hallenheizungen mit direkter Abgasabfuhr .....	135
Tabelle 51 — Prüfbedingungen und ermittelte thermische Nutzungsgrade als Produktwerte der Gaswärmepumpe.....	137
Tabelle 52 — Standardwerte zur Bewertung der Gaswärmepumpe in Abhängigkeit von Auslegungstemperaturen.....	139
Tabelle 53 — $D_{DS}$ in Abhängigkeit von Primärtemperatur und der Art der Fernwärme-Hausstation .....	141
Tabelle 54 — Koeffizient $B_{DS}$ als Funktion der Dämmklasse und der Art der Fernwärme-Versorgung.....	141
Tabelle A.1 — Luft-Wasser-Wärmepumpen mit Vorlauftemperatur 35 °C.....	144
Tabelle A.2 — Luft-Wasser-Wärmepumpen mit Vorlauftemperatur 45 °C.....	145
Tabelle A.3 — Luft-Wasser-Wärmepumpen mit Vorlauftemperatur 55 °C.....	145
Tabelle A.4 — Sole-Wasser Wärmepumpen mit Vorlauftemperaturen 35 °C, 45 °C und 55 °C .....	145
Tabelle A.5 — Wasser- Wasser Wärmepumpen mit Vorlauftemperaturen 35 °C und 50 °C .....	146
Tabelle A.6 — Außenluft-Raumluft-Wärmepumpen — Kompaktgeräte (Fenster oder Wand).....	146
Tabelle A.7 — Außenluft-Raumluft-Wärmepumpen – Split-Systeme (auch Simultan Multi) .....	146
Tabelle A.8 — Außenluft-Raumluft-Wärmepumpen – Multi- Split-Systeme .....	147
Tabelle A.9 — Außenluft-Raumluft-Wärmepumpen – VRF-Systeme .....	147
Tabelle B.1 — Korrekturfaktor für Teillastbetrieb $f_{Pint}$ für elektrisch angetriebene Außenluft-Raumluft- Wärmepumpen mit Direktverdampfung .....	150
Tabelle B.2 — Korrekturfaktor für Teillastbetrieb $f_{Pint}$ elektrisch angetriebener Wärmepumpen mit Heizkörpern .....	150
Tabelle B.3 — Korrekturfaktor für Teillastbetrieb $f_{Pint}$ elektrisch angetriebener Wärmepumpen mit Flächenheizsystemen.....	151
Tabelle C.1 — Netztypen in Heizungsverteilsystemen für die Bestimmung der Leitungslängen.....	155
Tabelle C.2 — Gruppenzugehörigkeit für die Heiznetze und Trinkwassernetze .....	157
Tabelle D.1 — Kategorien des Umgebungsklimas, verkürzte Darstellung nach DIN EN ISO 7730.....	158
Tabelle D.2 — Exemplarische Konsequenzen intermittierender Betriebsweise, Abschätzung der Bilanz- Innentemperatur und relative Heizenergieeinsparung für 7 % je 1 K Temperaturabsenkung und Berücksichtigung von gemittelt 1 h Wiederanheizzeit; Außentemperatur 0 °C .....	160
Tabelle D.3 — Teilnutzungsgrad Raumtemperaturregelung und Raumtemperaturänderung in Abhängigkeit des Nutzereingriffes am TRV.....	162
Tabelle D.4 — Teilnutzungsgrad Raumtemperaturregelung für alte und defekte TRV .....	162