

Energetische Bewertung von Gebäuden

Wärmepumpenanlagen

Willich, den
7. November 2019



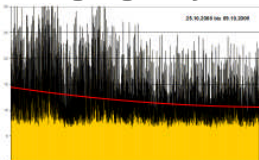
Dorsch und Hoffmann Institut für Energieeffizienz

Dorsch und Hoffmann GmbH Institut für Energieeffizienz | Bussardweg 1 | 41468 Neuss
Fon 02131 29 16 928 | post@i-f-ee.de | www.i-f-ee.de



Planen & Bewerten

Lastganganalysen



Messen

*Our Target:
To bring theory
into the field.*

Lutz Dorsch
Dipl.-Ing. (FH) M.BP.
Geschäftsführer



Die Vornormenreihe

DIN V 18599 Energetische Bewertung von Gebäuden - Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung

Aktuelle Fassung

DIN V 18599:2018-09

In der Praxis angewendete Fassung

DIN V 18599:2011-12 mit Berichtigung 1:2013-05 (Teile 1 bis 11)

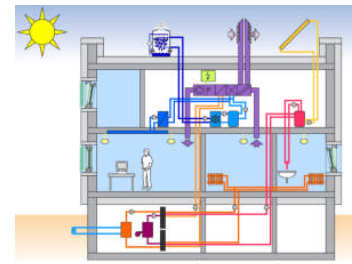
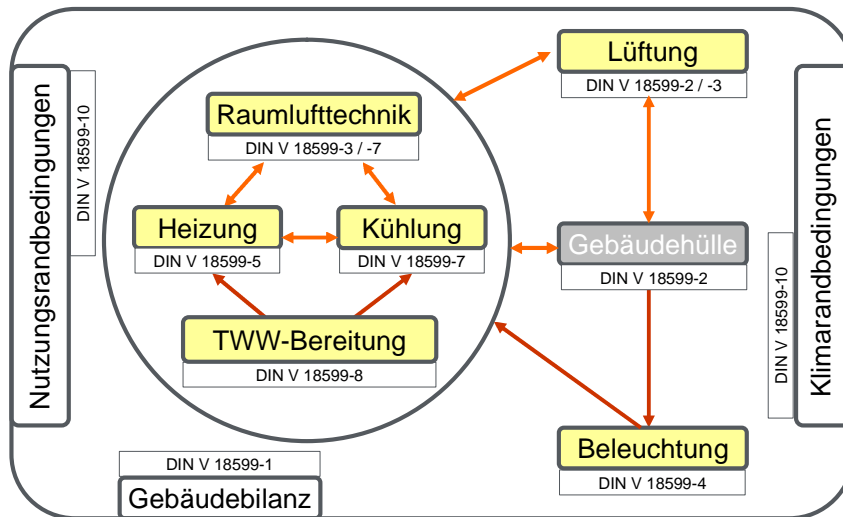
Von der EnEV in Bezug genommene Fassungen

- Juli 2005 → keine Anwendung im Energiesparrecht
- Februar 2007 → Anwendung im Rahmen der EnEV 2007 und EnEV 2009
- Dezember 2011 → Anwendung im Rahmen der EnEV 2014
- Oktober 2016 → keine Anwendung in der Praxis und im Energiesparrecht

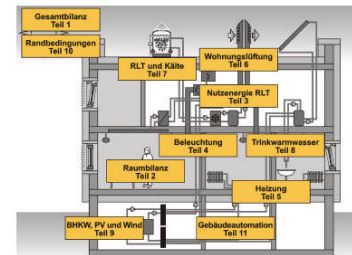
Die Normenteile der DIN V 18599

Normenteil	Inhalt
DIN V 18599-1	Allgemeine Bilanzierungsverfahren, Begriffe, Zonierung und Bewertung der Energieträger
DIN V 18599-2	Nutz energiebedarf für Heizen und Kühlen von Gebäudezonen
DIN V 18599-3	Nutz energiebedarf für die energetische Luftaufbereitung
DIN V 18599-4	Nutz- und End energiebedarf für Beleuchtung
DIN V 18599-5	End energiebedarf von Heizsystemen
DIN V 18599-6	End energiebedarf von Wohnungslüftungsanlagen und Luftheizungsanlagen für den <i>Wohnungsbau</i>
DIN V 18599-7	End energiebedarf von Raumlufttechnik- und Klimakältesystemen für den <i>Nichtwohnungsbau</i>
DIN V 18599-8	Nutz- und End energiebedarf von Warmwasserbereitungssystemen
DIN V 18599-9	End- und Primär energiebedarf von stromproduzierenden Anlagen
DIN V 18599-10	Nutzungsrandbedingungen, Klimadaten
DIN V 18599-11	Gebäudeautomation
DIN V 18599-12	Tabellenverfahren für Wohngebäude (nur Fassung 2016)

Energiebilanz nach DIN V 18599



Quelle: DIN V 18599



Grundlagen des Bilanzierungsverfahrens

- Die Berechnung erfolgt für einen durchschnittlichen Tag je Monat (jeweils der 15. eines Monats).
- Die klimatischen Randbedingungen werden als durchschnittliche Tagesmittelwerte eingesetzt.
- Die Wärmequellen und -senken werden für jeden Monat als Tageswerte berechnet.
- Es erfolgt eine Aufteilung in Nutzungs- und Nichtnutzungszeiten.
- Die Bilanzierung erfolgt für 365 Tage.
- Die in der Bilanzierung anzusetzende Raumtemperaturen sind räumlich und zeitlich gemittelte Temperaturen.
- Berücksichtigung der Nacht- und Wochenendabsenkung.

Auslegung zur DIN V 18599 durch NABau

» Mitwirken » Normenausschüsse

NA 005

DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau)

Über NABau Projekte Entwürfe DIN SPEC Normen Ersatzlose Zurückziehungen Nationale Gremien Europäische Gremien Inter >

DIN EN DE Login



Auslegungen zu Normen des NABau
 Antworten zu Auslegungs-Anfragen



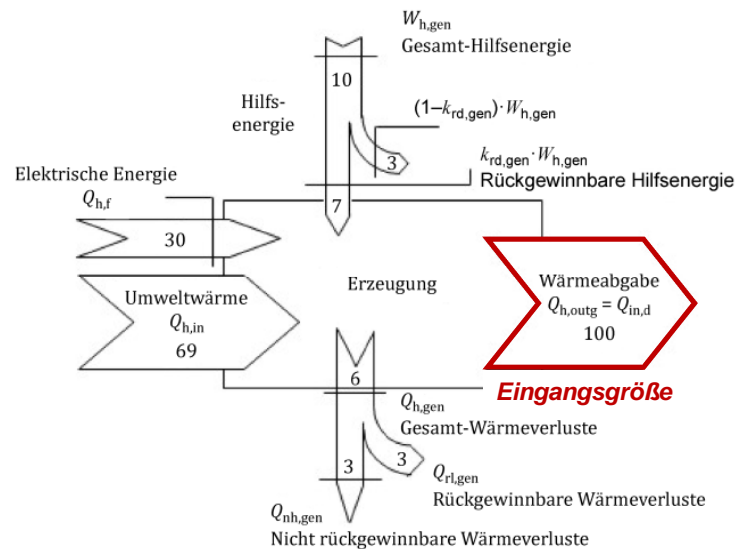
DIN V 18599 Energetische Bewertung von Gebäuden
 Auslegungshinweise und Kommentare



Formblatt für Auslegungsanfragen
 Auslegungstabelle zum Download

Energieaufwendungen für die Wärmeerzeugung

Energiebilanz des Erzeugerteilsystems (elektrisch betriebene Wärmepumpe)

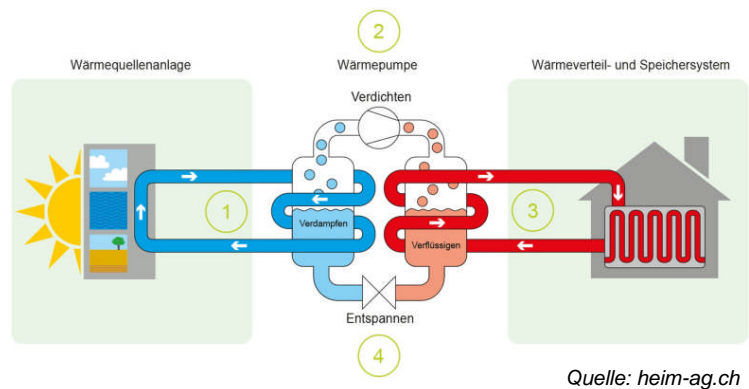


Quelle: DIN V 18599-5

Energieaufwendungen für die Wärmeerzeugung

Antriebsarten

- ⊗ Elektrisch angetriebene Wärmepumpen
- ⊗ Gasmotorisch angetriebene Wärmepumpen
- ⊗ Sorbtions-Gaswärmepumpen



Energieaufwendungen für die Wärmeerzeugung

Systemkonfiguration

- ⊗ Vorrangschaltung der Trinkwarmwassererwärmung vor der Raumheizung
- ⊗ Kombibetrieb mit gleichzeitiger Raumheizung und Trinkwarmwassererwärmung
- ⊗ Ausschließliche Trinkwarmwassererwärmung

Art der Wärmepumpe

- ⊗ Luft/Wasser
- ⊗ Sole/Wasser
- ⊗ Wasser/Wasser
- ⊗ Direktkondensation ohne Lüftungsfunktion
- ⊗ Abluft/Wasser

Energieaufwendungen für die Wärmeerzeugung

Bewertung der Quellentemperaturen

Außenluft

Das Berechnungsverfahren beruht auf einer monatlichen Bewertung der Außenlufttemperaturverteilung in Zehntelstunden in 1-K-BINs und anschließend in Temperaturklassen.

Diese Temperaturklassen entsprechen den Außenlufttemperaturbedingungen der Prüfpunkte.

Abluft

Die Abluft weist eine gleichmäßige Temperatur auf. Aus diesem Grund wird für Abluftwärmepumpen nur eine Temperaturklasse, die der Ablufttemperatur entspricht, verwendet.

Energieaufwendungen für die Wärmeerzeugung

Bewertung der Quellentemperaturen

Erdreich

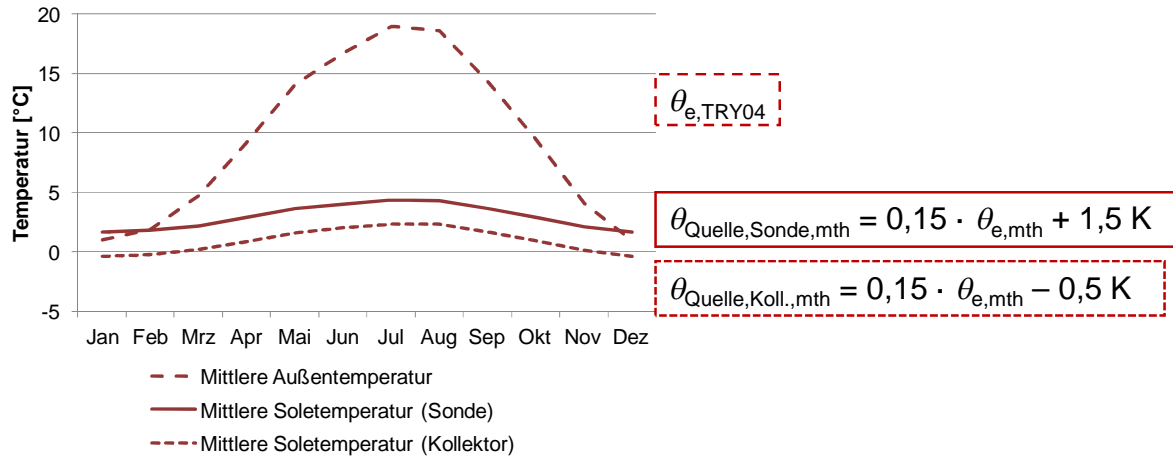
Die Erdreichtemperaturen unterliegen durch deren hohe Speicherkapazität deutlich geringeren Schwankungen als die Außenlufttemperatur.

Die wesentlichen Einflüsse auf die Erdreichtemperatur entstehen bei *Kollektoren* einerseits durch deren Wärmeentzug und andererseits durch die Regeneration bei höheren Außenlufttemperaturen, Niederschläge, geothermischer Wärmestrom und solare Einstrahlung.

Bei Sonden wird die Umgebungstemperatur durch den Wärmeentzug der *Sonde* und die Regeneration durch den geothermischen Wärmestrom sowie grundwasserführende Schichten beeinflusst.

Energieaufwendungen für die Wärmeerzeugung

Die Erdreichtemperaturen korrelieren zeitlich verzögert und mehr oder weniger mit den Außentemperaturen. Aus diesem Grund wird vereinfachend für die monatliche Quellentemperatur ein funktionaler Zusammenhang zur monatsmittleren Außentemperatur angegeben.

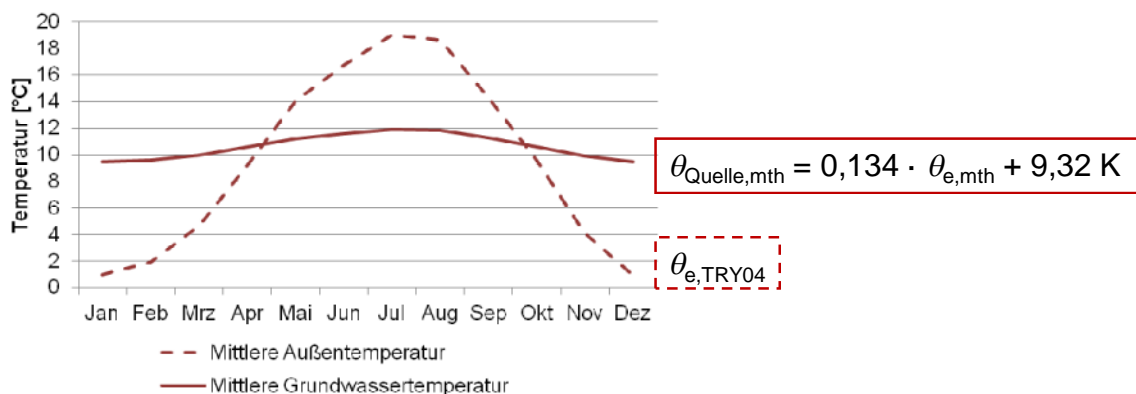


Energieaufwendungen für die Wärmeerzeugung

Bewertung der Quellentemperaturen

Grundwasser

Grundwassertemperaturen schwanken jahreszeitlich sehr wenig. Sie werden in Abhängigkeit der mittleren monatlichen Außentemperaturen angegeben.



Energieaufwendungen für die Wärmeerzeugung

Bewertung der Quellentemperaturen

Kalte Wärmenetze

Elektrisch angetriebene Wärmepumpen, welche ein kaltes Wärmenetz als Wärmequelle verwenden, das vollständig aus erneuerbaren Energiequellen gespeist wird, dürfen als Wasser-Wasser-Wärmepumpen berechnet werden.

Für alle anderen Varianten ist die Berechnung eines Primärenergiefaktors wie in DIN V 18599-1:2018-09 beschrieben vorzunehmen.

Energieaufwendungen für die Wärmeerzeugung

Vorgehensweise

Das Verfahren zur energetischen Bewertung von Wärmepumpen gliedert sich in folgende Teilschritte:

- Bewertung der Quellentemperaturen (Ermittlung von Temperaturklassen, möglichen maximalen Heizzeiten und Gradtagstunden aus den Wetterdaten);
- Minderung der Erzeugernutzwärmeabgabe der Wärmepumpe durch Betriebsweise;
- Zuordnung der Erzeugernutzwärmeabgabe zu den Temperaturklassen;
- Korrektur der Prüfpunkte (monatliche Quellen- und mittlere monatliche Senkentemperatur, Auslegungsbedingungen);
- Berücksichtigung des Teillastverhaltens (Bestimmung des regelbaren Bereiches, regelbarer und taktender Teillastbereich);
- ...

Energieaufwendungen für die Wärmeerzeugung

Vorgehensweise

Das Verfahren zur energetischen Bewertung von Wärmepumpen gliedert sich in folgende Teilschritte:

- ⊗ ...
- ⊗ Berechnung der Laufzeiten (Berücksichtigung Trinkwassererwärmung als Kombi- oder Einzelbetrieb, EVU-Sperrzeiten, Nichtnutzungszeiten, Einsatzgrenzen);
- ⊗ Berechnung der tatsächlichen Erzeugernutzwärmeabgabe, Hilfsenergie und Gesamtenergieaufnahme;
- ⊗ Berechnung Erzeugernutzwärmeabgabe 2. Wärmeerzeuger;
- ⊗ Bestimmung des regenerativen Energieertrages;
- ⊗ Ermittlung der Arbeitszahl.

Energieaufwendungen für die Wärmeerzeugung

Elektrisch angetriebene Wärmepumpen

Folgende Betriebsweisen können bewertet werden:

- ⊗ Monovalenter Betrieb
- ⊗ Bivalenter Betrieb
 - Alternativbetrieb → Bivalenztemperatur
 - Parallelbetrieb → Bivalenztemperatur
 - Teilparallelbetrieb → Bivalenztemperatur und Einsatzgrenze

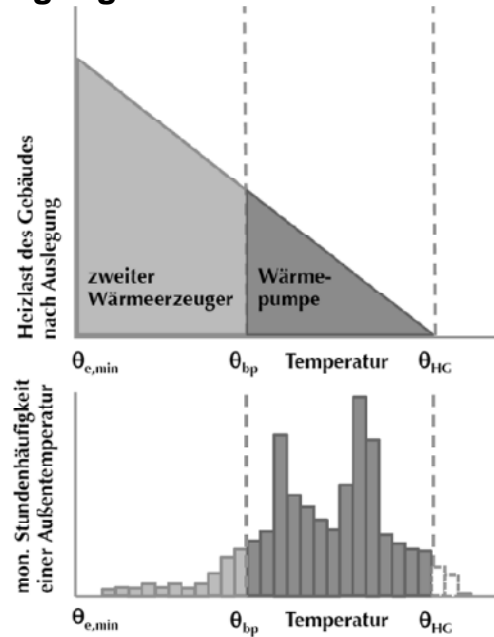
Energieaufwendungen für die Wärmeerzeugung

Elektrisch angetriebene Wärmepumpen

Alternativbetrieb

Die Wärmepumpe wird im Temperaturbereich zwischen Heizgrenztemperatur θ_{HG} und Bivalenztemperatur θ_{bp} alleine betrieben.

Wird die Bivalenztemperatur θ_{bp} unterschritten, übernimmt ein zweiter Wärmeerzeuger (z.B. elektrischer Heizstab oder Spitzenlastkessel) die alleinige Wärmeerzeugung.



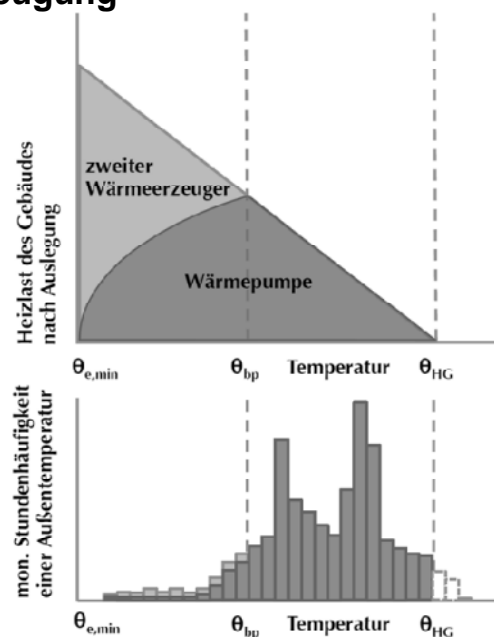
Energieaufwendungen für die Wärmeerzeugung

Elektrisch angetriebene Wärmepumpen

Parallelbetrieb

Die Wärmepumpe wird im Temperaturbereich zwischen Heizgrenztemperatur θ_{HG} und Bivalenztemperatur θ_{bp} allein betrieben.

Wird die Bivalenztemperatur θ_{bp} unterschritten, schaltet sich ein zweiter Wärmeerzeuger (z.B. elektrischer Heizstab oder Heizkessel) hinzu. Der Leistungsanteil der Wärmepumpe nimmt kontinuierlich ab.



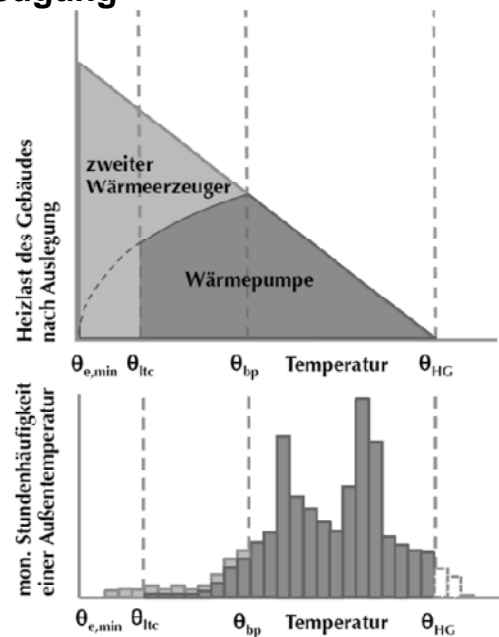
Energieaufwendungen für die Wärmeerzeugung

Elektrisch angetriebene Wärmepumpen

Teilparallelbetrieb

Die Wärmepumpe wird im Temperaturbereich zwischen Heizgrenztemperatur θ_{HG} und Bivalenztemperatur θ_{bp} allein betrieben.

Wird die Bivalenztemperatur θ_{bp} unterschritten, schaltet sich ein zweiter Wärmeerzeuger hinzu, wobei der Leistungsanteil der Wärmepumpe kontinuierlich abnimmt. Mit Erreichen der Einsatzgrenze θ_{itc} wird die Wärmepumpe abgeschaltet.



Energieaufwendungen für die Wärmeerzeugung

Elektrisch angetriebene Luft/wasser-Wärmepumpen

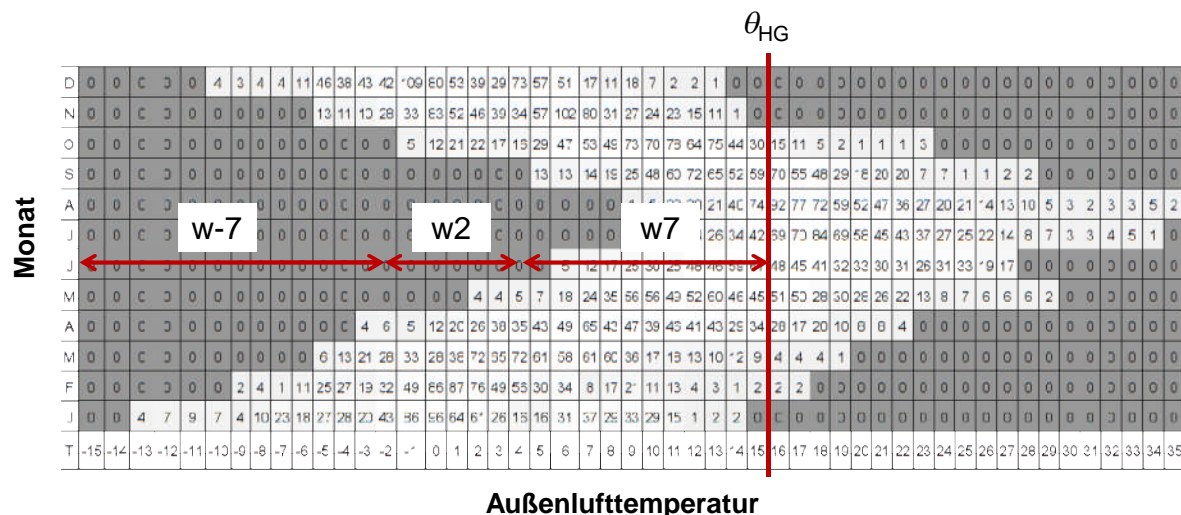
Stundenhäufigkeit und Einteilung in Temperaturklassen

Die (gerundeten) Stundenhäufigkeiten der Außentemperaturen für das Referenzklima in Deutschland (TRY 04 von 2010) werden als Standardwerte verwendet.

Für andere Standorte können die entsprechenden Test-Referenzjahre (TRY) oder äquivalente Wetterdatensätze herangezogen und nach dem in DIN V 18599-5 Anhang B.1 beschriebenen Verfahren aufbereitet werden.

Energieaufwendungen für die Wärmeerzeugung Elektrisch angetriebene Luft/wasser-Wärmepumpen

Stundenhäufigkeit des Referenzklimas und Einteilung in Temperaturklassen



Energieaufwendungen für die Wärmeerzeugung Elektrisch angetriebene Luft/wasser-Wärmepumpen

Stundenhäufigkeit des Referenzklimas ($\Sigma_{\text{Jahr}} = 8.760 \text{ h}$) im monovalenten Betrieb
in Abhängigkeit der Heizgrenztemperatur θ_{HG}

$\theta_{HG} = 10 \text{ °C}$: Standardwert für hochwärmegedämmte Gebäude

$\theta_{HG} = 12 \text{ °C}$: Standardwert für Gebäude ab EnEV 2002

$\theta_{HG} = 15 \text{ °C}$: Standardwert für alle anderen Gebäude

θ_{HG}	w-7	w2	w7	Summe
15 °C	567	1.908	4.029	6.503
12 °C	567	1.908	2.984	5.458
10 °C	567	1.908	2.262	4.736

Energieaufwendungen für die Wärmeerzeugung

Elektrisch angetriebene Luft/Wasser-Wärmepumpen

Standardwerte für Leistungszahlen

Vorlauftemperatur	35 °C			45 °C			55 °C		
Außentemperatur	-7 °C	2 °C	7 °C	-7 °C	2 °C	7 °C	-7 °C	2 °C	7 °C
Relative Heizleistung	0,69	0,85	1,00	0,66	0,82	0,97	0,64	0,80	0,95
Leistungszahl (COP)									
nach 2010 (DIN EN 14511)	2,8	3,2	3,8	2,3	2,7	3,2	1,9	2,1	2,6
von 1994 bis 2009 (DIN EN 255-2)	2,7	3,1	3,7	2,2	2,6	3,1	1,8	2,0	2,5
von 1979 bis 1994 (DIN EN 255-2)	2,4	2,8	3,3	2,0	2,3	2,8	1,6	1,9	2,2
vor 1979 (DIN EN 255-2)	2,2	2,5	3,0	1,8	2,1	2,5	1,4	1,7	2,1

Energieaufwendungen für die Wärmeerzeugung

Elektrisch angetriebene Luft/Wasser-Wärmepumpen

Stundenhäufigkeit des Referenzklimas ($\Sigma_{\text{Jahr}} = 8.760 \text{ h}$) im Alternativbetrieb in Abhängigkeit der Bivalenztemperatur θ_{bp} (Heizgrenztemperatur $\theta_{\text{HG}} = 15 \text{ °C}$)

Bivalenztemperatur $\theta_{\text{bp}} = -2 \text{ °C}$ (Standardwert)

θ_{bp}	w-7	w2	w7	Summe
-7 °C	509	1.908	4.029	6.445
-2 °C	90	1.908	4.029	6.026
0 °C	0	1.499	4.029	5.527

Energieaufwendungen für die Wärmeerzeugung Elektrisch angetriebene Sole/Wasser-Wärmepumpen

Standardwerte für Leistungszahlen

Vorlauftemperatur	35 °C			45 °C			55 °C		
	-5 °C	0 °C	5 °C	-5 °C	0 °C	5 °C	-5 °C	0 °C	5 °C
Relative Heizleistung	0,88	1,00	1,12	0,86	0,99	1,10	0,84	0,97	1,08
Leistungszahl (COP)									
nach 2010 (DIN EN 14511)	3,7	4,3	4,9	3,0	3,4	3,9	2,2	2,6	2,9
von 1994 bis 2009 (DIN EN 255-2)	3,7	4,3	4,9	3,0	3,4	3,9	2,2	2,6	2,9
von 1979 bis 1994 (DIN EN 255-2)	3,0	3,5	4,0	2,4	2,8	3,2	1,8	2,0	2,4
vor 1979 (DIN EN 255-2)	2,7	3,1	3,5	2,2	2,5	2,8	1,6	1,9	2,2

Energieaufwendungen für die Wärmeerzeugung Elektrisch angetriebene Wasser/Wasser-Wärmepumpen

Standardwerte für Leistungszahlen

Vorlauftemperatur	35 °C		45 °C		55 °C	
	10°C	15 °C	10°C	15 °C	10°C	15 °C
Relative Heizleistung	1,00	1,12	0,96	1,08	0,91	1,03
Leistungszahl (COP)						
nach 2010 (DIN EN 14511)	5,5	6,0	4,4	4,7	3,2	3,5
von 1994 bis 2009 (DIN EN 255-2)	5,5	6,0	4,4	4,7	3,2	3,5
von 1979 bis 1994 (DIN EN 255-2)	4,6	5,0	3,7	3,9	2,7	2,9
vor 1979 (DIN EN 255-2)	3,9	4,3	3,1	3,4	2,3	2,4

Energieaufwendungen für die Wärmeerzeugung

Bewertung Teillastverhalten

Der Korrekturfaktor f_{Pint} berücksichtigt die thermische Trägheit des Verteilsystems und der Wärmepumpe, sowie die Laufzeit der Wärmepumpe und wird in Abhängigkeit des Lastfaktors FC und der Art der Heizungsanlage bestimmt.

Als wichtige Kenngröße im Teillastbereich gilt der Lastfaktor FC . Ist der Lastfaktor gleich 1, dann läuft die Wärmepumpe im Dauerbetrieb. Ist der Lastfaktor kleiner als 1, taktet die Wärmepumpe.

Energieaufwendungen für die Wärmeerzeugung

Berechnung des Lastfaktors FC für wasserbasierte Heizungsanlagen

$$FC = \frac{\sum_i (t_{\text{gen,op,combi},i} + t_{\text{h,gen,op,sng},i})}{\sum_i (\Delta t_{\text{op,EVU,TK},i} + t_{\text{w,gen,op,sng,cor},i})}$$

$t_{\text{gen,op,combi},i}$ monatliche Laufzeit der Wärmepumpe im Kombibetrieb in Temperaturklasse i

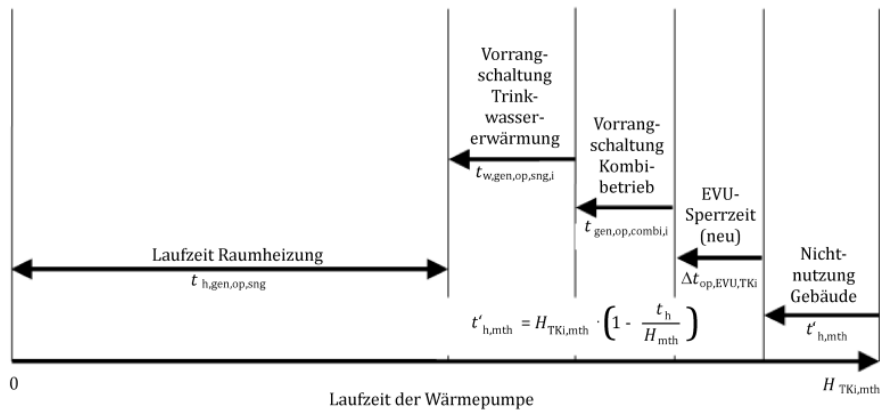
$t_{\text{h,gen,op,sng},i}$ tatsächliche monatliche Laufzeit der Wärmepumpe im Einzelbetrieb „Raumheizung“ in Temperaturklasse i

$\Delta t_{\text{op,EVU,TK},i}$ Minderung der monatlichen Laufzeit der Wärmepumpe durch die EVU-Sperrzeiten in Temperaturklasse i

$t_{\text{w,gen,op,sng,cor},i}$ korrigierte monatliche Laufzeit der Wärmepumpe im Einzelbetrieb „Trinkwassererwärmung“ in Temperaturklasse i

Energieaufwendungen für die Wärmeerzeugung Laufzeiten von Wärmepumpenanlagen

Abhängigkeit der Laufzeit für den Einzelbetrieb Raumheizung von anderen Betriebszuständen



Energieaufwendungen für die Wärmeerzeugung Elektrisch angetriebene Wärmepumpe

Korrekturen für Teillastbetrieb – Heizkörper – **Fassung 2011**

Tabelle B.2 — Korrekturfaktor für Teillastbetrieb f_{Pint} elektrisch angetriebener Wärmepumpen mit Heizkörpern

Art des Wärmeverteilersystems	Äquivalenter Wassergehalt I/kW	Lastfaktor FC %									
		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Konvektoren/ Radiatoren	5	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	0,71	0,80	0,86	0,92	1,00
	10	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,85	0,89	0,92	0,96	1,00
	15	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,92	0,94	0,96	0,98	1,00
	20	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,94	0,96	0,97	0,98	1,00

Energieaufwendungen für die Wärmeerzeugung

Elektrisch angetriebene Wärmepumpen

Korrekturen für Teillastbetrieb – Fußbodenheizung – **Fassung 2011**

Tabelle B.3 — Korrekturfaktor für Teillastbetrieb f_{Pint} elektrisch angetriebener Wärmepumpen mit Flächenheizsystemen

Art des Verteilersystems	Eigenschaft	Abstand der Rohre cm	Lastfaktor FC %										
			10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
Flächenheizung	leicht	30	0,95	0,95	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,97	0,98	1,00
		20	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,98	0,98	0,98	1,00
		10	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	1,00
	schwer ^a	30	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,97	0,97	0,97	0,98	1,00	
		20	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,99	1,00	
		10	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	1,00	

Zwischenwerte sind zu interpolieren.

^a nassverlegte Systeme (alle anderen Systeme sind als leicht einzustufen)

Energieaufwendungen für die Wärmeerzeugung

Elektrisch angetriebene Wärmepumpen

Korrekturen für Teillastbetrieb – **Fassung 2018**

Tabelle C.11 — Korrekturfaktor für Teillastbetrieb f_{Pint} elektrisch angetriebener Wärmepumpen

Art des Wärmeverteilersystems		Lastfaktor FC %									
		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Konvektoren/-Radiatoren	Ohne Pufferspeicher	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	0,71	0,80	0,86	0,92	1,00
	Mit Pufferspeicher	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,92	0,94	0,96	0,98	1,00
Flächenheizung	-	0,975	0,975	0,975	0,975	0,975	0,975	0,98	0,98	0,985	1,00

Zwischenwerte sind zu interpolieren

Energieaufwendungen für die Wärmeerzeugung

Elektrisch angetriebene Wärmepumpen

Berechnung des Endenergiebedarfs

Die elektrische Energieaufnahme der Wärmepumpe im Heizbetrieb wird durch Addition der elektrischen Energieaufnahmen in den einzelnen Klassen und den einzelnen Betriebsmodi berechnet. Die Energieaufnahme im Kombibetrieb wird hälftig auf den Trinkwasserbetrieb und die Raumheizung aufgeteilt.

Die Energieaufnahme beinhaltet anteilig die Hilfsenergie für Pumpen und Ventilatoren, die in den Prüfpunkten zur Überwindung der internen Druckverluste enthalten ist.

$$Q_{h,f} = \sum_{i=1}^{n_{\text{Klasse}}} \frac{Q_{h,\text{outg},\text{sg},i} - (1 - \kappa_{h,\text{combi},i}) \cdot k_{\text{rd},\text{gen}} \cdot W_{h,\text{gen},i}}{COP_{\text{Pint},\text{sg},i}} + \sum_{i=1}^{n_{\text{Klasse}}} \frac{\frac{Q_{h,\text{outg},\text{combi},i}}{2} - \kappa_{h,\text{combi},i} \cdot k_{\text{rd},\text{gen}} \cdot W_{h,\text{gen},i}}{COP_{\text{Pint},\text{combi},i}}$$

Energieaufwendungen für die Wärmeerzeugung

Elektrisch angetriebene Wärmepumpen

Berechnung des Endenergiebedarfs

$$Q_{h,f} = \sum_{i=1}^{n_{\text{Klasse}}} \frac{Q_{h,\text{outg},\text{sg},i} - (1 - \kappa_{h,\text{combi},i}) \cdot k_{\text{rd},\text{gen}} \cdot W_{h,\text{gen},i}}{COP_{\text{Pint},\text{sg},i}} + \sum_{i=1}^{n_{\text{Klasse}}} \frac{\frac{Q_{h,\text{outg},\text{combi},i}}{2} - \kappa_{h,\text{combi},i} \cdot k_{\text{rd},\text{gen}} \cdot W_{h,\text{gen},i}}{COP_{\text{Pint},\text{combi},i}}$$

- $Q_{h,f,1}$ Endenergiebedarf zum Betrieb der Wärmepumpe im Heizbetrieb
- $Q_{h,\text{outg},\text{sg},i}$ tatsächliche Erzeugernutzwärmeabgabe in Klasse i die im reinen Heizbetrieb von der Wärmepumpe abgedeckt wird
- $Q_{h,\text{outg},\text{combi},i}$ tatsächliche Erzeugernutzwärmeabgabe in Klasse i, die im kombinierten Heiz- und Trinkwasserbetrieb von der Wärmepumpe abgedeckt wird
- $k_{\text{rd},\text{gen}}$ Anteil der Hilfsenergie, der durch thermische Energie zurückgewonnen wird (**bei elektrisch betriebenen Wärmepumpen: $k_{\text{rd},\text{gen}} = 0$**);
- $W_{h,\text{gen},i}$ Hilfsenergie zum Betrieb der Wärmepumpe im Heizbetrieb in Klasse i
- $COP_{\text{Pint},\text{sg},i}$ Teillast-Leistungszahl der Wärmepumpe im reinen Heizbetrieb in der Klasse i

Energieaufwendungen für die Wärmeerzeugung Elektrisch angetriebene Wärmepumpen

Berechnung des Endenergiebedarfs

$$Q_{h,f} = \sum_{i=1}^{n_{\text{Klasse}}} \frac{Q_{h,outg,sng,i} - (1 - \kappa_{h,combi,i}) \cdot k_{rd,gen} \cdot W_{h,gen,i}}{COP_{Pint,sng,i}} + \sum_{i=1}^{n_{\text{Klasse}}} \frac{Q_{h,outg,combi,i} - \kappa_{h,combi,i} \cdot k_{rd,gen} \cdot W_{h,gen,i}}{COP_{Pint,combi,i}}$$

...

- $COP_{Pint,combi,i}$ Teillast-Leistungszahl der Wärmepumpe für den Heizungsanteil im kombinierten Heiz- und Trinkwasserbetrieb in der Klasse i;
 $\kappa_{h,combi,i}$ Anteil des kombinierten Heiz- und Trinkwasserbetriebs (Simultanbetrieb) je Klasse i
 n_{Klasse} Anzahl der Klassen

Energieaufwendungen für die Wärmeerzeugung Elektrisch angetriebene Wärmepumpen

Berechnung des Hilfsenergieaufwands

$$W_{h,gen,i} = (P_{prim,aux} \cdot t_{h,gen,op,sng,i} + P_{sek,aux} \cdot t_{gen,op,aux,i})$$

- $W_{h,gen,i}$ Gesamt-Hilfsenergieaufwand je Temperaturklasse (im Monat)
 $P_{prim,aux}$ Leistung des Primärkreises (nur externe Hilfsleistung, wenn die Leistungszahl den internen Leistungsanteil berücksichtigt, ansonsten die gesamte Hilfsleistung der Pumpe(n))
 $P_{sek,aux}$ Leistung des Sekundärkreises (nur externe Hilfsleistung, wenn die Leistungszahl den internen Leistungsanteil berücksichtigt, ansonsten die gesamte Hilfsleistung der Pumpe(n))
 $t_{h,gen,op,sng,i}$ tatsächliche Laufzeit der Wärmepumpe im reinen Heizbetrieb in Klasse i (im Monat)
 $t_{gen,op,aux,i}$ Laufzeit der jeweiligen Hilfskomponente je Temperaturklasse (im Monat)

Energieaufwendungen für die Wärmeerzeugung Elektrisch angetriebene Wärmepumpen

Berechnung des Hilfsenergieaufwands – Primärkreis (Wärmequelle)

Luft-Wasser-Wärmepumpe

Sie werden als Einheit geprüft, so dass die Hilfsenergie für das Gebläse auf der Quellenseite bereits ist.

Sole-Wasser- und Wasser-Wasser-Wärmepumpe

Hier ist die Hilfsenergie zur Überwindung des internen Druckabfalls im Verdampfer in der Leistungszahl (*COP*) berücksichtigt.

Sind für die *Hilfsenergie der Quellenpumpe* zur Überwindung des Druckabfalls in der Wärmequellenanlage keine Werte vorhanden, wird ein Druckverlust von 40 kPa eingesetzt und der Volumenstrom mit der Nennleistung der Wärmepumpe bei einer Temperaturdifferenz von 3 K bestimmt.

Energieaufwendungen für die Wärmeerzeugung Elektrisch angetriebene Wärmepumpen

Arbeitszahl des Erzeugungssystems

Informativ darf die Jahresarbeitszahl anhand der Summe des monatlichen Heizwärmebedarfs und des Energieaufwands berechnet werden.

$$SPF_{gen,t,a} = \frac{\sum_{Monate} Q_{h,outg}}{\sum_{Monate} (Q_{h,f,1} + Q_{h,f,bu}) + W_{h,gen}}$$

$Q_{h,f,bu}$ Erzeugernutzwärmeabgabe in Klasse i, die durch den zweiten Wärmeerzeuger (Nachheizung) bereitgestellt wird.