

Zentrale Wassererwärmungsanlagen

Begriffe und Berechnungsgrundlagen

DIN
4708
Teil 1

ICS 91.140.60; 01.040.91

Central heat-water-installations; terms and calculation-basis

Ersatz für Ausgabe 10.79

Inhalt

	Seite		Seite
1 Anwendungsbereich	1	2.12 Spitzenverteilungszeit $2t_N$	2
2 Begriffe	1	2.13 Wannenfüllzeit z_B	2
2.1 Wassererwärmer	1	3 Grundlagen der Berechnung	2
2.2 Wärmebedarf W_z	1	3.1 Die Häufigkeitsverteilung des Wärmebedarfes zur Erwärmung von Trinkwasser	2
2.3 Wärmebedarf W_B	1	3.2 Berechnungsformeln	2
2.4 Spitzenwärmebedarf W_{zB}	2	4 Anwendung der Berechnung	4
2.5 Stundenwärmebedarf $W_{1,0}$	2	4.1 Die Einheitswohnung als Bedarfskennzahl	4
2.6 Periodenwärmebedarf W_p oder W_{2TN}	2	4.2 Die Leistungskennzahl der Wassererwärmer	4
2.7 Bedarfszeit z	2	Anhang A Zusammenstellung der Formelzeichen	6
2.8 Bedarfsperiode $2T_N$	2	Zitierte Normen	8
2.9 Bedarfskennzahl N	2	Erläuterungen	8
2.10 Einheitswohnung	2		
2.11 Leistungskennzahl N_L	2		

1 Anwendungsbereich

Diese Norm gilt als Grundlage zur einheitlichen Berechnung des Wärmebedarfs für zentrale Anlagen zur Erwärmung von Trinkwasser oder von Betriebswasser, sofern Spitzenbedarfszeiten von weniger als 10 Minuten nicht gefordert werden.

2 Begriffe

Weitere Begriffe siehe DIN 1988 Teil 2, DIN 4708 Teil 2 und Teil 3 sowie DIN 4753 Teil 1.

2.1 Wassererwärmer

Wassererwärmer sind Behälter oder Rohranordnungen, in denen durch unmittelbare und/oder mittelbare Beheizung Wassertemperaturen bis zu 95 °C erreicht werden. Sie können für offene Wassererwärmungsanlagen mit ständiger Verbindung zur Atmosphäre bzw. für geschlossene Wassererwärmungsanlagen mit nicht ständiger Verbindung zur Atmosphäre ausgerüstet sein.

Bei dem zu erwärmenden Wasser kann es sich um Trinkwasser oder um Betriebswasser handeln.

Wassererwärmer werden nach zwei Grundbauarten, mit denen Kombinationen möglich sind, unterschieden.

2.1.1 Speicher-Wassererwärmer

Speicher-Wassererwärmer sind Wassererwärmer, in denen das Trink- oder Betriebswasser im wesentlichen vor der Entnahme erwärmt und zur Verwendung bereit gehalten wird. Nach ihrem Aufheizverhalten werden unterschieden:

2.1.1.1 Speicher-Wassererwärmer mit ständiger Beheizung

Speicher-Wassererwärmer mit ständiger Beheizung sind dadurch gekennzeichnet, daß auch während der Wasserentnahme eine Beheizung erfolgt. Ihre Leistungscharakteristik setzt sich aus der Speicherkapazität und der Heizflächenleistung während der Wasserentnahme zusammen.

2.1.1.2 Vorrats-Wassererwärmer mit nichtständiger Beheizung

Vorrats-Wassererwärmer mit nichtständiger Beheizung sind dadurch gekennzeichnet, daß ihre Aufheizung vorwiegend vor der Wasserentnahme erfolgt.

2.1.2 Durchfluß-Wassererwärmer

Durchfluß-Wassererwärmer sind Wassererwärmer, in denen das Trink- oder Betriebswasser im wesentlichen während der Entnahme (des Durchflusses) erwärmt wird.

2.2 Wärmebedarf W_z

Der Wärmebedarf W_z ist die Wärmemenge, die für eine Anzahl Einheitswohnungen in der Bedarfszeit z benötigt wird.

2.3 Wärmebedarf W_B

Der Wärmebedarf W_B ist die für ein Wannenbad erforderliche und auf eine definierte Zapftemperatur bezogene Wärmemenge, die für eine Einheitswohnung in die Bedarfsformel eingesetzt wird.

Fortsetzung Seite 2 bis 8

Normenausschuß Heiz- und Raumlufttechnik (NHRS) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.

2.4 Spitzenwärmebedarf W_{zB}

Der Spitzenwärmebedarf W_{zB} ist die Wärmemenge, die zur Erwärmung von Trinkwasser für eine Anzahl von Einheitswohnungen in der Zeitdauer der Wannenfüllzeit z_B benötigt wird.

2.5 Stundenwärmebedarf $W_{1,0}$

Der Stundenwärmebedarf $W_{1,0}$ ist die Wärmemenge, die zur Erwärmung von Trinkwasser für eine Anzahl Einheitswohnungen in der Bedarfszeit $z = 1,0$ h benötigt wird.

2.6 Periodenwärmebedarf W_p oder W_{2TN}

Der Periodenwärmebedarf W_p oder W_{2TN} ist die Wärmemenge, die zur Erwärmung von Trinkwasser für eine Anzahl Einheitswohnungen für eine Bedarfsperiode $2T_N$ benötigt wird.

2.7 Bedarfszeit z

Die Bedarfszeit z ist die Zeitspanne, in welcher erwärmtes Wasser gezapft wird. Sie liegt nach der Bedarfstheorie immer symmetrisch um den Punkt $\tau = 0$ der Gauß-Verteilung (siehe Bilder 1 und 2).

2.8 Bedarfsperiode $2T_N$

Die Bedarfsperiode $2T_N$ ist die Zeitspanne eines maximalen Wärmebedarfes zur Erwärmung von Trinkwasser für eine Anzahl Einheitswohnungen.

2.9 Bedarfskennzahl N

Die Bedarfskennzahl N ist die Anzahl der zu versorgenden Einheitswohnungen (siehe auch DIN 4708 Teil 2).

2.10 Einheitswohnung

Die Einheitswohnung ist eine aus statistischen Werten ermittelte Größe (siehe auch DIN 4708 Teil 2).

2.11 Leistungskennzahl N_L

Die Leistungskennzahl N_L gibt an, für wieviele Einheitswohnungen mit dem Wärmebedarf W_B für ein Wannenbad oder eine Wannenfüllung z_B ein Wassererwärmer geeignet ist.

2.12 Spitzenverteilungszeit $2t_N$

Die Spitzenverteilungszeit $2t_N$ ist die Summe der Spitzenbedarfszeiten innerhalb der Bedarfsperiode $2T_N$ für eine Anzahl Einheitswohnungen.

2.13 Wannenfüllzeit z_B

Die Wannenfüllzeit z_B ist die vereinbarte Zapfdauer von 10 min für ein Wannenbad mit dem Wärmebedarf W_B .

3 Grundlagen der Berechnung

Die nachfolgend aufgeführten Berechnungsgrundlagen sind für die Leistungsprüfung nach DIN 4708 Teil 3 erforderlich. Für die Anlagenplanung (Ermittlung des Wärmebedarfs nach DIN 4708 Teil 2) wird eine Kenntnis dieser Berechnungsgrundlagen nicht vorausgesetzt.

3.1 Die Häufigkeitsverteilung des Wärmebedarfs zur Erwärmung von Trinkwasser

Der Wärmebedarf zur Erwärmung von Trinkwasser von Wohnbauten unterliegt zeitlich und mengenmäßig starken Schwankungen. Eine Anhäufung der Zapfungen ist stets während der Badeperiode zu verzeichnen. Die Häufig-

keitsverteilung während dieser Bedarfsperioden wird mittels mathematischer Verteilungsgesetze der Wahrscheinlichkeitslehre berechnet und als Funktion einer Bedarfskennzahl N formelmäßig erfaßt.

Die Bedarfstheorie basiert auf der Grundlage der Häufigkeitsanalyse und ist aus mehreren möglichen Verfahren, der Gauß-Verteilung mit Spitzenbedarfsanhebung und der Gauß-Verteilung mit Bernoulli-Spitzenanhebung, entstanden. Dadurch ist es möglich, den grundsätzlichen funktionellen Aufbau der beiden Methoden zu übernehmen und sich im übrigen auf vereinbarte Leistungspunkte bei bestimmten Leistungskennzahlen zu beziehen, die einen Mittelwert aus den Ergebnissen der beiden vorgenannten Methoden darstellen.

Die Darstellung der zeitlichen und mengenmäßigen Häufigkeitsverteilung des durch Zapfungen verursachten Wärmebedarfes erfolgt durch das mathematische Modell eines Kollektivs aus zwei zentrisch übereinandergelagerten, glockenförmig verlaufenden Gaußschen Verteilungsfunktionen (siehe Bilder 1 und 2). Durch die untere, N -abhängige Grundfunktion wird die zeitabhängige Größe des Bedarfsmittelwertes und durch die überlagernde $\sqrt{N}$ -abhängige Funktion die Größe der über den Mittelwert hinausragenden Bedarfsspitzen erfaßt.

3.2 Berechnungsformeln

Die allgemeingültige Gleichung für die Berechnung der Häufigkeitsverteilung des Wärmebedarfs W_z während einer Bedarfszeitspanne z lautet:

$$W_z = W_B \cdot [N \cdot K(u_1) + \sqrt{N} \cdot K(u_2)] \text{ in Wh} \quad (1)$$

mit

W_B spezifischer Wärmebedarf zur Erwärmung von Trinkwasser für eine Einheitswohnung ($N = 1$), in Wh

N dimensionslose Bedarfskennzahl als Anzahl von Einheitswohnungen,

$K(u_1)$ zeitabhängiger, dimensionsloser Integralwert der N -abhängigen Mittelwertfunktion,

$K(u_2)$ zeitabhängiger, dimensionsloser Integralwert der $\sqrt{N}$ -abhängigen Spitzenbedarfsverteilung

Die Verteilungszeit des $\sqrt{N}$ -abhängigen Kollektivteiles ergibt sich aus der Füllzeit einer Badewanne. Für die normalerweise üblichen Wassererwärmer, die mit der Leistungskennzahl N_L gekennzeichnet werden sollen, ist die Wannenfüllzeit z_B mit $0,166 \text{ h} \approx 10 \text{ min}$ vereinbart.

Für die Bedarfsberechnung werden zunächst die Zeitfunktionen u_1 und $u_2 = f(z)$ nach den Gleichungen (2) und (3) ermittelt und die zugehörigen Integralwerte $K(u_1)$ und $K(u_2)$ der Tabelle 1 entnommen und in Gleichung (1) eingesetzt. Der Wärmebedarf W_B einer Einheitswohnung in Wh sowie die Zeitgleichung für die Periodendauer $2T_N$ (4) und die Spitzenverteilungszeit $2t_N$ (5) zugrundeliegenden physikalischen Randbedingungen für $N \rightarrow \infty$ und $N = 1$ wurden statistischen Unterlagen entnommen.

Für Zeitspannen, für die u_1 bzw. u_2 größer als 1,81 wird, wird $K(u_1)$ bzw. $K(u_2) = 1$ gesetzt. Damit ergeben sich u. a. vereinfachte Bestimmungsgleichungen für den maximalen Stundenbedarf $W_{1,0}$ und den Periodenbedarf W_p über den Zeitspannen $z = 1,0 \text{ h}$ und $z = 2T_N$ mit Gleichung (8) und (9).

In Tabelle 2 sind die für die Berechnung der Zeiten und des Wärmebedarfs für die Erwärmung von Trinkwasser erforderlichen spezifischen Ausgangsgrößen und wichtigsten Arbeitsformeln zusammengestellt. Vielfach genügt als Arbeitsunterlage die Genauigkeit des Bedarfsschaubildes in Bild 3, das nach den Formeln für Leistungskennzahlen $N_L = 1$ bis $N_L = 300$ erstellt wurde.

Tabelle 1: Werte der Gaußschen Normalverteilung

$K(u) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \left[u + \sum_{k=1}^{\infty} \frac{(-1)^k \cdot u^{(2k+1)}}{k! (2k+1)} \right]$ $= \frac{2}{\sqrt{\pi}} \left[u - \frac{u^3}{1 \cdot 3} + \frac{u^5}{1 \cdot 2 \cdot 5} - \frac{u^7}{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 7} + \frac{u^9}{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 9} - \dots \right]$						für $u = 0,01 : K(u) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \cdot u$		
u	$K(u)$	u	$K(u)$	u	$K(u)$	u	$K(u)$	
0,01	0,011 284	0,15	0,167 995	0,75	0,711 16	1,45	0,959 69	
0,02	0,022 565	0,16	0,179 012	0,80	0,742 10	1,50	0,966 11	
0,03	0,033 841	0,18	0,200 935	0,85	0,770 67	1,55	0,971 62	
0,04	0,045 111	0,20	0,222 704	0,90	0,796 91	1,60	0,976 35	
0,05	0,056 373	0,25	0,276 326	0,95	0,820 89	1,65	0,980 38	
0,06	0,067 621	0,30	0,328 63	1,00	0,842 70	1,70	0,983 79	
0,07	0,078 858	0,35	0,378 81	1,05	0,862 44	1,75	0,986 67	
0,08	0,090 078	0,40	0,428 39	1,10	0,880 20	1,80	0,989 09	
0,09	0,101 280	0,45	0,475 48	1,15	0,896 12	1,81	0,990 00	
0,10	0,112 463	0,50	0,520 50	1,20	0,910 31	$\geq 1,81$	1,000 00	vereinbart
0,11	0,123 623	0,55	0,563 32	1,25	0,922 90			
0,12	0,134 758	0,60	0,603 86	1,30	0,934 01			
0,13	0,145 867	0,65	0,642 03	1,35	0,943 76			
0,14	0,156 947	0,70	0,677 80	1,40	0,952 29			

Tabelle 2: Berechnungsformeln für Leistungskennzahl N_L

Wannenbad-Wärmebedarf	$W_B = 5\,820 \text{ Wh}$	
Wannenfüllzeit	$z_B = 0,166 \text{ h}$	
Gültigkeitsbereich	$1 \leq N \leq \infty$	$z_B \leq z \leq 2T_N$
Zeitfunktionen	$u_1 = z \cdot 0,244 \cdot \frac{1 + \sqrt{N}}{\sqrt{N}} \quad (2)$	$u_3 = \frac{1}{6} \cdot 0,244 \cdot \frac{1 + \sqrt{N}}{\sqrt{N}} \quad (2a)$
	$u_2 = z \cdot 3,599 \cdot \frac{1 + \sqrt{N}}{\sqrt{N}} \quad (3)$	$u_4 = \frac{1}{6} \cdot 3,599 \cdot \frac{1 + \sqrt{N}}{\sqrt{N}} \quad (3a)$
Bedarfsperiode/Spitzenverteilungszeit in h	$2T_N = 7,42 \cdot \frac{\sqrt{N}}{1 + \sqrt{N}} \quad (4)$	$2t_N = 0,5 \cdot \frac{\sqrt{N}}{1 + \sqrt{N}} \quad (5)$
Wärmebedarf W_z in Wh	$W_z = 5820 \cdot [N \cdot K(u_1) + \sqrt{N} \cdot K(u_2)] \quad (6)$	
Spitzenwärmebedarf W_{zB} in Wh	$W_{zB} = 5820 \cdot [N \cdot K(u_3) + \sqrt{N} \cdot K(u_4)] \quad (7)$	
Max. Stundenwärmebedarf $W_{1,0}$ in Wh	$W_{1,0} = 5820 \cdot [N \cdot K(u_1) + \sqrt{N}] \quad \text{mit } z = 1 \quad (8)$	
Periodenwärmebedarf W_{2TN} in Wh	$W_{2TN} = 5820 \cdot N \left[\frac{1 + \sqrt{N}}{\sqrt{N}} \right] \quad (9)$	