

Elektrische Raumheizung
Zentralspeicher für Warmwasserheizung
Gebrauchseigenschaften
Bemessung

DIN
44 578
Teil 4

Electric room heating; electric storage boiler for water piped central heating; characteristics of performance; calculation

Einsprüche bis 31. Dez 1992

Anwendungswarnvermerk auf der letzten Seite beachten!

Zusammenhang mit internationalen Aktivitäten siehe Erläuterungen.

1 Anwendungsbereich und Zweck

Diese Norm gilt für Zentralspeicher mit Heizwiderständen und mit steuerbarer Wärmeabgabe für Wohngebäude und alle anderen Gebäude, deren Benutzung der von Wohngebäuden entspricht oder zumindest ähnlich ist. Sie gilt für Zentralspeicher mit Speichermedium Wasser oder Feststoff (z. B. Keramik oder Gußeisen) für Warmwasserheizungen mit Vorlauftemperatur ϑ_v bis 120°C.

Sie legt Regeln für die Bemessung von Zentralspeichern für Warmwasserheizungen in Gebäuden fest.

Die zugehörigen Begriffe sind in DIN 44 578 Teil 1*) definiert.

Prüfverfahren zur Bestimmung der Gebrauchseigenschaften sind in DIN 44 578 Teil 2*) und die zugehörigen Anforderungen in DIN 44 578 Teil 3*) festgelegt.

2 Grundlagen der Bemessung

Die Grundlagen der Bemessung sind der Norm-Gebäudewärmebedarf, die zugehörigen Tagesvollbenutzungsstunden, Art und Auslegung des Wärmeverteilnetzes, die Ausgangsgrößen des Heizbetriebes, die Ausgangsgrößen für den Bezug elektrischer Arbeit und die Daten der Zentralspeicher.

2.1 Ausgangsgrößen des Gebäudes und der Gebäudenutzung

Der Norm-Gebäudewärmebedarf $\dot{Q}_{N,Geb}$, die zugehörigen Tagesvollbenutzungsstunden t_d und der Heizbetrieb sind die Ausgangsgrößen des Gebäudes und dessen Nutzung.

2.1.1 Ermittlung des Norm-Gebäudewärmebedarfs

Der Norm-Gebäudewärmebedarf $\dot{Q}_{N,Geb}$ wird nach DIN 4701 Teil 1 und 2, berechnet. Weiterhin wird zur Ermittlung der Tagesvollbenutzungsstunden benötigt:

- Summe des Norm-Wärmebedarfs aller Räume für Vollbeheizung $\sum \dot{Q}_N$
- Summe des Norm-Wärmebedarfs aller Räume für teilweise eingeschränkte Beheizung $\sum \dot{Q}_{teb}$
- Summe des Norm-Lüftungswärmebedarfs aller Räume $\sum \dot{Q}_L$

*) Z.Z. Entwurf

Fortsetzung Seite 2 bis 18

Deutsche Elektrotechnische Kommission im DIN und VDE (DKE)

Der Norm-Wärmebedarf $\dot{Q}_N$ für vollbeheizte Gebäude gliedert sich je Raum in zwei Anteile:

- den Norm-Transmissionswärmebedarf $\dot{Q}_T$ und
- den Norm-Lüftungswärmebedarf $\dot{Q}_L$

Der Norm-Wärmebedarf für teilweise eingeschränkt beheizte Gebäude, zur besseren Unterscheidung nachfolgend als $\dot{Q}_{\text{teb}}$ bezeichnet, beinhaltet gegebenenfalls zusätzlich je Raum einen

- inneren Transmissionswärmebedarf $\dot{Q}_\Pi$

Bei der Berechnung des Norm-Gebäudewärmebedarfs für fußbodenbeheizte Gebäude muß der Wärmestrom durch die unterste, mit Heizung belegte Geschoßtrennfläche mit der erhöhten Temperaturdifferenz zwischen Heizebene und den darunterliegenden unbeheizten Räumen oder dem Erdreich gerechnet werden.

2.1.2 Ermittlung der Tagesnutzwärme

Die erforderliche Tagesnutzwärme Q_d errechnet sich:

$$Q_d = \dot{Q}_{N,\text{Geb}} \cdot t_d \quad \text{in kWh (1)}$$

Hierin bedeuten:

$\dot{Q}_{N,\text{Geb}}$	Norm-Gebäudewärmebedarf in kW
t_d	Tagesvollbenutzungsstunden in h

2.1.3 Tagesvollbenutzungsstunden

Tagesvollbenutzungsstunden t_d sind fiktive Rechengrößen für den Zeitraum, während dem für den Bemessungsfall der Norm-Gebäudewärmebedarf $\dot{Q}_{N,\text{Geb}}$ benötigt wird, um die Tagesnutzwärme Q_d zu decken. Die Tagesvollbenutzungsstunden sind nicht identisch mit der Benutzungsdauer des Gebäudes.

2.1.3.1 Ausführliche Ermittlung der Tagesvollbenutzungsstunden

Die Tagesvollbenutzungsstunden t_d sind nach Bild 4 in Abhängigkeit von der Außentemperaturkorrektur $\Delta\vartheta_a$ und den Quotienten $\Sigma\dot{Q}_{\text{teb}}/\dot{Q}_{N,\text{Geb}}$ sowie $\Sigma\dot{Q}_N/\Sigma\dot{Q}_L$ zu ermitteln.

2.1.3.2 Überschlägige Ermittlung der Tagesvollbenutzungsstunden

Bei Gebäuden mit üblichen Geschoßhöhen, in denen die einzelnen Raumzonen, wie Wohnen, Kochen, Schlafen u.ä., nicht ständig offen miteinander verbunden sind, kann überschlägig die Zahl der Tagesvollbenutzungsstunden nach Tabelle 1 gewählt werden.

2.1.4 Tageswärme

Die Wärmeverteilung erfolgt über ein Wärmeverteilnetz, dessen Verluste im Verteilungsnutzungsgrad η_V berücksichtigt werden.

Die Tagesnutzwärme Q_d und die Verteilungsverluste werden im Betrieb des Zentralspeichers teils unmittelbar, teils aus dem Speicher dem Wärmeverteilnetz zugeführt. Der Anteil der Wärmebedarfsdeckung aus dem Speicher wird durch den Speicherfaktor f_s festgelegt.

Die im Speicher bereitzustellende Wärmemenge enthält zusätzlich die Speicherverluste. Diese werden durch den Speichernutzungsgrad η_s berücksichtigt.

Die erforderliche Tageswärme Q_e ist vom Lademodell abhängig und wird nach Gleichung (2) errechnet.

$$Q_e = \frac{Q_d}{\eta_v} \cdot \left(1 + f_s \cdot \left(\frac{1}{\eta_s} - 1 \right) \right) \quad \text{in kWh (2)}$$

Hierin bedeuten:

η_v Verteilungsnutzungsgrad
 η_s Speichernutzungsgrad
 f_s Speicherfaktor

Der Verteilungsnutzungsgrad η_v beträgt für Warmwasserheizungen

Zweirohrsystem = 0,96
 Fußbodenheizung = 0,96
 Einrohrsystem = 0,88

Der Speichernutzungsgrad η_s ist vom Hersteller anzugeben. Ohne definierte Fabrikatwahl kann mit $\eta_s = 0,88$ gerechnet werden.

Der Speicherfaktor f_s wird aus den Tabellen 4 bzw. 5 für das jeweilige Lademodell entnommen. Im Einzelfall kann eine Berechnung entsprechend Abschnitt 2.4.3 erforderlich werden.

2.2 Ausgangsgrößen für den Bezug elektrischer Arbeit

Das Lademodell muß für den vorgesehenen Einsatzort des Zentralspeichers bekannt sein.

2.3 Ausgangsgrößen des Heizbetriebes

Die Heizungsanlage ist nach den gültigen Regeln der Technik und der Heizungsanlagen-Verordnung auszuführen und entsprechend der Heizungsbetriebs-Verordnung zu betreiben.

Die Beheizung des Gebäudes muß mit den der Wärmebedarfsberechnung zugrundegelegten Raumtemperaturen erfolgen.

Die tägliche Absenkdauer soll nicht länger als 8 h betragen und der Wert der Temperaturabsenkung während dieses Zeitraumes nicht größer als 3 K sein.

Bei der Bemessung des Zentralspeichers sind für den Heizbetrieb folgende Ausgangsgrößen anzusetzen:

Heizdauer $t_H = 16$ h in der Zeit von 6⁰⁰ bis 22⁰⁰
 Absenkdauer $t_{ab} = 8$ h in der Zeit von 22⁰⁰ bis 6⁰⁰
 Absenkfaktor $f_{ab} = 0,5$ (dimensionslos)

Bei Gebäuden mit hohem Wärmeschutz und großen speichernden Massen sollte aufgrund der hohen Wärmespeicherung und der thermischen Trägheit auf eine Raumtemperaturabsenkung verzichtet werden. Dies gilt besonders für derartige Gebäude mit Fußbodenheizungen und Heizestrich.

Andere Ausgangsgrößen des Heizbetriebes sind zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer jeweils gesondert zu vereinbaren.

2.4 Ausgangsgrößen für die Bemessung und Auswahl eines Zentralspeichers

Bei der Bemessung des Zentralspeichers sind Heizsystem und Ausleuchtungstemperaturen des Wärmeverteilnetzes zu berücksichtigen.

Für die Auswahl eines Zentralspeichers sind zu berechnen:

erforderliche Heizleistung	P_{He} in kW
erforderliche Leistungsaufnahme	P_{Se} in kW
erforderlicher nutzbarer Wärmeinhalt	W_{Se} in kWh
ggf. erforderliches nutzbares Speichervolumen	V_{Se} in m ³

2.4.1 Erforderliche Heizleistung

Die erforderliche Heizleistung P_{He} des Zentralspeichers ist gleich dem Norm-Gebäudewärmebedarf $\dot{Q}_{N,Geb}$ zuzüglich der Verluste im Wärmeerteilnetz. Sie ist für die Dauer der Tagesvollbenutzungsstunden t_d zu erbringen.

$$P_{He} = \frac{\dot{Q}_{N,Geb}}{\eta_v} \quad \text{in kW (3)}$$

η_v Verteilungsnutzungsgrad

2.4.2 Berechnung der erforderlichen Leistungsaufnahme

Die erforderliche Leistungsaufnahme P_{Se} wird wie folgt berechnet:

$$P_{Se} = \frac{Q_e}{t_F + f_R \cdot t_{ZF}} \quad \text{in kW (4)}$$

Hierin bedeuten:

t_F	Freigabedauer	in h
t_{ZF}	Zusatzfreigabedauer	in h
f_R	Leistungsverhältnissfaktor	(dimensionslos)

Der Leistungsverhältnissfaktor f_R errechnet sich:

$$f_R = \frac{\text{Nennaufnahme während der Zusatzfreigabedauer}}{\text{Nennaufnahme während der Freigabedauer}}$$

2.4.3 Ermittlung des Speicherfaktors

Der Speicherfaktor f_s wird aus dem verlustfreien Heizbetrieb über eine Bilanzierung von Auf- und Entladung des Zentralspeichers ermittelt. Da die allgemeine Darstellung in Gleichungen sehr umfangreich ist, wird diese Berechnung unter Abschnitt 3 "Beispiel einer Bemessung von Zentralspeichern für Gebäude" erläutert. Die Wärmeverluste des Wärmeverteilnetzes und des Speichers finden im Verteilungsnutzungsgrad η_v und im Speichernutzungsgrad η_s Berücksichtigung.

Bei gleichrangiger Zusatzfreigabedauer t_{ZF} wird der erforderliche nutzbare Wärmeinhalt W_{Se} für die Außentemperatur ϑ_a nach DIN 4701 Teil 2/03.83,, Tabelle 1 bestimmt.

Bei nachrangiger Zusatzfreigabedauer t_{ZF} ist der erforderliche nutzbare Wärmeinhalt W_{Se} sowohl für die Außentemperatur ϑ'_a als auch für die Grenztemperatur ϑ_{agr} aus einem 24-Stundenzyklus aus Auf- und Entladung zu ermitteln. Der höhere Wert ist Grundlage der Bemessung des Zentralspeichers.

Eine Nachrangigkeit der Zusatzfreigabedauer t_{ZF} ergibt sich bei unterschiedlichen Energiepreisen während der Freigabe- und der Zusatzfreigabedauer aus dem Wunsch des Betreibers nach günstigeren Heizkosten. Ebenso können energiewirtschaftliche Belange des Elektrizitätsversorgungsunternehmens für die nachrangige Inanspruchnahme der Zusatzfreigabedauer maßgeblich sein.

Die Berechnung des erforderlichen nutzbaren Wärmeinhaltes wird dann zusätzlich für die Grenztemperatur ϑ_{agr} durchgeführt. Bis zu dieser Grenztemperatur wird die Tageswärme $Q_e(\vartheta_{agr})$ ausschließlich über Aufladungen während der Freigabedauer t_F gedeckt.

Bei bekannter Norm-Innentemperatur ϑ_i und Außentemperatur ϑ'_a wird diese Grenztemperatur ϑ_{agr} nach Gleichung (5) berechnet.

$$\vartheta_{agr} = \vartheta_i - \frac{t_F}{t_F + f_R \cdot t_{ZF}} \cdot (\vartheta_i - \vartheta'_a) \quad \text{in } ^\circ\text{C} \quad (5)$$

Der Speicherfaktor f_s ist für gleichrangige Zusatzfreigabedauer (Variante A) und für nachrangige Zusatzfreigabedauer (Variante B) für die gebräuchlichen Lademodelle und den Heizbetrieb nach 2.3 "Ausgangsgrößen des Heizbetriebes" der Tabelle 4 zu entnehmen.

Für Gebäude mit hohem Wärmeschutz und großen speichernden Massen, die über eine Fußbodenheizung mit Heizestrich beheizt werden, kann der Speicherfaktor f_s nach Tabelle 4 gewählt werden, wenn während des Heizbetriebes auf eine Raumtemperaturabsenkung verzichtet wird.

Anmerkung: Der Verzicht auf die Raumtemperaturabsenkung läßt sich aus der thermischen Trägheit des Wärmeverteilnetzes und mit dem Gang der Raumtemperatur als Folge des dämpfenden Einflusses der Wärmespeicherung begründen. Dieser Verzicht steht unter den vorgenannten Bedingungen nicht im Widerspruch zur Heizungsbebetriebs-Verordnung.

2.4.3.1 Heizleistung während der Heizdauer

Die Heizleistung P_{th} während der Heizdauer t_H wird nach Gleichung (6) berechnet:

$$P_{th} = \frac{24 \text{ h} - f_{ab} \cdot t_{ab}}{24 \text{ h} - t_{ab}} \cdot \frac{Q_d}{24 \text{ h}} \quad \text{in kW (6)}$$

Die Heizleistung P_{th} kann als Zahlenwert vom Norm-Gebäudewärmebedarf $\dot{Q}_{N,Geb}$ abweichen.

2.4.3.2 Heizleistung während der Absenkdauer

Die Heizleistung P_{tab} während der Absenkdauer t_{ab} wird nach Gleichung (7) berechnet:

$$P_{tab} = f_{ab} \cdot \frac{Q_d}{24 \text{ h}} \quad \text{in kW (7)}$$

2.5 Ermittlung des erforderlichen nutzbaren Wärmeinhaltes

Der erforderliche nutzbare Wärmeinhalt W_{Se} wird nach Gleichung (8) berechnet:

$$W_{Se} = \frac{f_s}{\eta_v} \cdot Q_d \quad \text{in kWh (8)}$$

2.6 Ermittlung des erforderlichen Speichervolumens bei Wasser-Zentralspeichern

Das erforderliche Speichervolumen V_{Se} bei einem Wasser-Zentralspeicher wird nach Gleichung (9) berechnet:

$$V_{Se} = \frac{W_{Se}}{c_W \cdot \rho_W \cdot \Delta \vartheta_W \cdot \eta_s} \quad \text{in m}^3 \quad (9)$$

Hierin bedeuten:

- W_{Se} Erforderlicher nutzbarer Wärmeinhalt in kWh
- $\Delta \vartheta_W$ Nutzbarer Temperaturdifferenz im Wasser-Zentralspeicher als Differenz der maximalen Speichertemperatur und der max. Rücklaufstemperatur im Wärmeverteilnetz in K (im Auslegungsfall)
- c_W Spezifische Wärmekapazität (Wasser: $c_W = 1,163 \cdot 10^{-3} \text{ kWh/(kgK)}$)
- ρ_W Dichte in kg/m^3 (Wasser: $\rho_W = 1000 \text{ kg/m}^3$)
- η_s Speichernutzungsgrad