

Prof. Dr. Ing. Klaus Sommer

Zusätzliche Aufheizleistung bei unterbrochenem Heizbetrieb – eine Planungshilfe im Rahmen der Heizlastberechnung nach DIN EN 12831

1. Einleitung

Dass bei Gebäudeheizungen durch Anwendung der Nacht- bzw. Wochenendabsenkung Energie eingespart werden kann, ist allseits bekannt, hat sich bewährt und hat auch Eingang in die damalige Wärmeschutzverordnung und heutige Energieeinsparverordnung [1] gefunden. Für die Heizungstechnik gehört diese Betriebsweise ganz klar zum Stand der Technik.

Gewisse Irritationen sind aber jüngst mit der Einführung der europäischen Heizlastberechnung nach DIN EN 12831 [2],[3],[4] aufgekommen, da mit dieser Norm erstmals der unterbrochene Heizbetrieb bei der Berechnung der Norm-Heizlast standardmäßig Berücksichtigung findet. Beim ersten Anwenden der neuen Rechenvorschriften stellt man dann überraschend fest, dass durch das „zwangsweise“ Einbeziehen einer zusätzlichen Aufheizleistung die Norm-Heizlast zum Teil ganz beachtlich über die eigenen Erfahrungswerte hinaus ansteigen kann. Solche Resultate lassen dann schnell die Frage aufkommen, ob überhaupt ein Zuschlag für Heizunterbrechung anzusetzen ist und wie hoch dieser Zuschlag dann überhaupt sein muss.

Der vorliegende Beitrag soll eine Planungshilfe sein im Rahmen der Heizlastberechnung nach DIN EN 12831, wobei insbesondere der Frage nachgegangen wird, ob ein Zuschlag für Heizunterbrechung zukünftig berücksichtigt werden muss oder nicht und wie man diesen Zuschlag ermittelt.

2. Energieeinsparung bei zeitlich eingeschränktem Heizbetrieb

Die Wärmeverluste eines Gebäudes sind bekanntermaßen proportional der Temperaturdifferenz zwischen innen und außen. Gelingt es, diese Differenz außerhalb der Nutzungszeiten zu verkleinern, dann verringert sich der Wärmebedarf mit kleiner werdender Temperaturdifferenz immer weiter. Allerdings sind diesen theoretischen Überlegungen praktische Grenzen gesetzt, da Gebäudetemperaturen nicht beliebig abgesenkt werden können.

Bild 1 gibt hier eine Orientierung über das mögliche Einsparpotential durch zeitlich eingeschränkten Heizbetrieb. Danach lässt sich der Jahres-Heizwärmebedarf bei Gebäuden mit täglich 8-stündiger Nachtabsenkung je nach Bauartschwere und Wärmebedarf zwischen ca. 4% bis 10% gegenüber dem durchgehenden Heizbetrieb senken. Besonders interessant sind die Einsparungen bei Gebäuden, die täglich 12 Stunden abgesenkt werden können und zusätzlich auch noch an den Wochenenden, da hierbei die Einsparungen mehr als 20% betragen können.

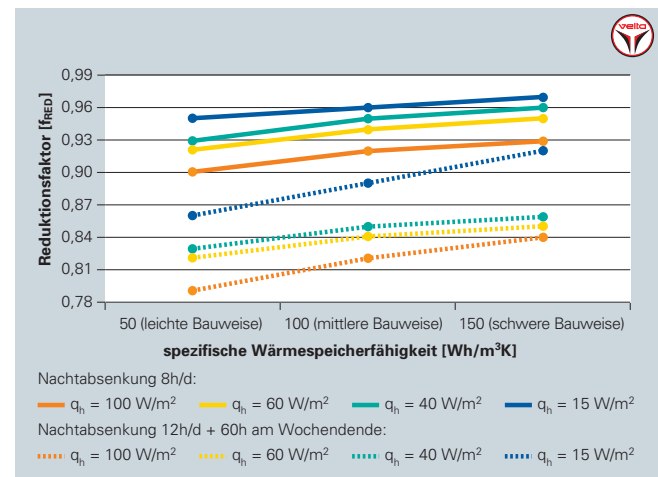


Bild 1: Reduktionsfaktoren f_{RED} für die Gradtagszahlen $G_{k,y}$ durch zeitlich eingeschränkten Heizbetrieb [5]

Interessant ist in diesem Zusammenhang allerdings auch, wie sich die Jahresheizarbeit ganz allgemein bei Wohngebäuden über die Heizzeit verteilt. Hierzu liefert Bild 2 einen Hinweis, hergeleitet aus der Häufigkeitsverteilung der Außentemperaturen nach DIN 4710 [6] für Essen.

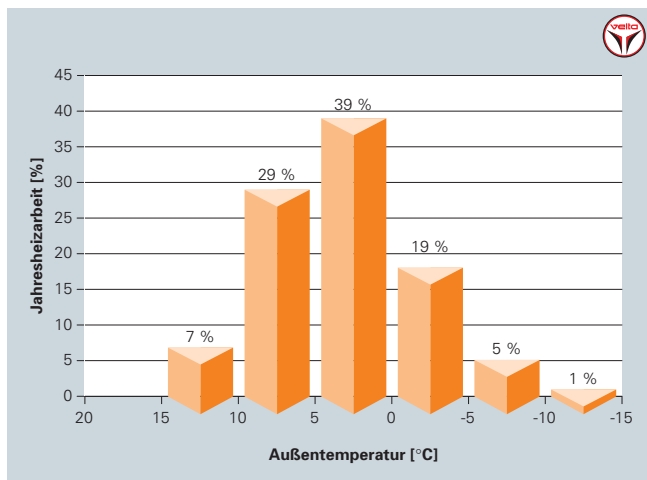


Bild 2: Verteilung der prozentualen Heizarbeit in der Heizperiode.
Hergeleitet aus der „mittleren Anzahl der Fälle (Lufttemperatur) für die Monate September bis Mai für Essen nach DIN 4710 Bbl 1 (2003-01) [6]

Festzustellen ist, dass die Heizarbeit in der Heizperiode zu fast 90% bei Außentemperaturen zwischen -5° C und +10° C anfällt, während die Heizarbeit im Bereich der Auslegungsaußentemperatur von -15° C bzw. -10° C bis hin zu -5° C insgesamt betrachtet so gut wie keine Rolle spielt. Dies lässt den Schluss zu, dass Maßnahmen zur energetischen Optimierung des Heizbetriebs sich insbesondere auf den Betrieb bei Außentemperaturen zwischen -5° C und +10° C konzentrieren sollten. Diese Tatsache kann auch für die Anwendung des zeitlich eingeschränkten Heizbetriebs während der Heizperiode von Bedeutung sein.

Welche Rolle der durchgehende und der unterbrochene Heizbetrieb bei der alten Wärmebedarfsrechnung nach DIN 4701 spielte und neuerdings bei der neu eingeführten europäischen Heizlastberechnung nach DIN EN 12831 soll nachfolgend erläutert werden.

3. Inwieweit berücksichtigte die alte Wärmebedarfsrechnung DIN 4701 (1983-03) den zeitlich eingeschränkten Heizbetrieb?

Die Wärmebedarfsberechnung nach DIN 4701 [7], [8] unterschied zwischen dem Berechnungsverfahren für übliche Fälle und denen für Sonderfälle. Zu den üblichen Fällen zählte die überwiegende Mehrzahl aller in der Praxis vorkommenden Gebäude, wie zum Beispiel Wohngebäude, Büro- und Verwaltungsgebäude, Schulen, Krankenhäuser und Geschäftshäuser.

Zu den Sonderfällen zählten zum Beispiel die Kirchen, die in der Norm im Abschnitt „selten beheizte Räume“ erfasst waren.

3.1 Die „üblichen Fälle“ nach der alten DIN 4701 [7], [8]

In Abschnitt 1 „Anwendungsbereich“ hieß es wie folgt: „Diese Norm gilt für Räume in **durchgehend** ... beheizten Gebäuden.“

Der Norm-Wärmebedarf wurde für jeden beheizten Raum nach folgendem Aufbau berechnet:

$$\dot{Q}_N = \dot{Q}_T + \dot{Q}_L \quad (1)$$

Hierin bedeuten:

\dot{Q}_N = Norm-Wärmebedarf des beheizten Raumes

\dot{Q}_T = Norm-Transmissionswärmebedarf

\dot{Q}_L = Norm-Lüftungswärmebedarf.

Der Norm-Gebäudewärmebedarf $\dot{Q}_{N,Geb}$ wurde wie folgt berechnet:

$$\dot{Q}_{N,Geb} = \sum_j \dot{Q}_{T,j} + \zeta \cdot \sum_j \dot{Q}_{L,j} \quad (2)$$

mit

$\dot{Q}_{T,j}$ = Norm-Transmissionswärmebedarf des Raumes j

$\dot{Q}_{L,j}$ = Norm-Lüftungswärmebedarf des Raumes j

ζ = gleichzeitig wirksamer Lüftungswärmeanteil.

Dieser Berechnung wurde für die Außentemperatur eines Ortes der niedrigste Zweitagesmittelwert zugrunde gelegt, der in 20 Jahren zehn mal erreicht oder unterschritten wurde.

Für die Berechnung wurde stationärer Zustand, also zeitliche Konstanz aller Berechnungsgrößen (bauphysikalische Größen, Rauminnentemperatur, Temperaturen der Bauteile, Außenlufttemperatur und Luftvolumenströme zur Berücksichtigung der Lüftungsverluste) zugrunde gelegt.

Damit war klar, dass die alte Wärmebedarfsberechnung nach DIN 4701 [7], [8] den zeitlich eingeschränkten Heizbetrieb bei „normalen“ Gebäuden nicht berücksichtigte.

In diesem Zusammenhang ist noch die folgende Textpassage im Abschnitt 1 „Anwendungsbereich“ interessant:

„Heiztechnische Anlagen, die entsprechend dem nach dieser Norm ermittelten Wärmebedarf ausgelegt sind, können bei mildereren Witterungsbedingungen, als sie der Normberechnung zugrunde liegen, auch dann eine befriedigende Beheizung ermöglichen, wenn sie zeitweise (z. B. nachts) mit gewissen Einschränkungen oder Unterbrechungen betrieben werden.“

3.2 Die „Sonderfälle“ nach der alten DIN 4701 [7], [8]

Die Norm wies generell darauf hin, dass der ermittelte Wärmebedarf für die Sonderfälle nicht als Norm-Wärmebedarf bezeichnet werden durfte. Unter den Sonderfällen wurde mit der Berechnung des Wärmebedarfs von Kirchen der zeitlich eingeschränkte Heizbetrieb in der DIN 4701 für den Auslegungsfall behandelt.

Der Wärmebedarf für selten beheizte Kirchen erfolgte nach folgendem Ansatz:

$$\dot{Q} = \dot{Q}_F + \dot{Q}_w + \dot{Q}_L \quad (3)$$

mit

\dot{Q}_F = Wärmebedarf für Fenster und andere nichtspeichernde Bauteile

\dot{Q}_w = Wärmebedarf zum Aufheizen speichernder Bauteile

\dot{Q}_L = Lüftungswärmebedarf.

Für den Aufheizwärmebedarf ist die gesamte innere Oberfläche des Raumes, soweit sie aus wärmespeicherndem Material besteht, also Wände, Decken, Fußböden und zum Beispiel auch Säulen, maßgebend. Berechnet wird dieser Aufheizwärmebedarf wie folgt:

$$\dot{Q}_w = \sum \frac{A_w}{R_z} \cdot (\vartheta_i - \vartheta_0) \quad (4)$$

Hierin bedeuten:

A_w = Oberfläche des wärmespeichernden Bauteils

R_z = von der Aufheizdauer Z abhängiger mittlerer Aufheizwiderstand, siehe nachfolgendes Bild 3

ϑ_i = Innentemperatur nach Aufheizdauer

ϑ_0 = Innentemperatur vor dem Aufheizen.

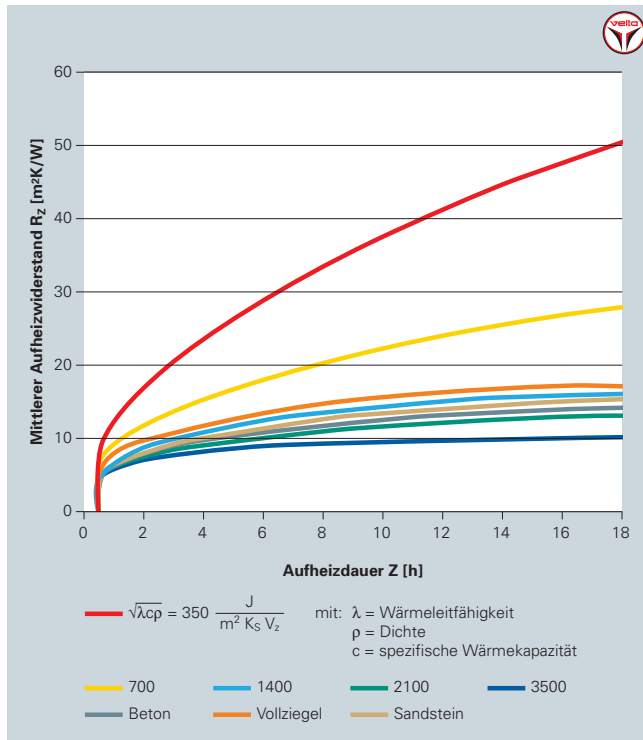


Bild 3: Mittlerer Aufheizwiderstand R_Z nach DIN 4701-2 [8], Bild 7

Mit Bild 3 oder der entsprechenden Formel in der DIN 4701 [7] [8] auf Seite 21 wurde der instationäre Anheizvorgang für den Planer berechenbar gemacht. Der Aufheizwärmebedarf Q_w ist wärmetechnisch betrachtet so etwas wie die zusätzliche Aufheizleistung $\Phi_{RH,i}$ nach DIN EN 12831 [2]. Der Rechenansatz nach Gl. (3) für die Berechnung des Wärmebedarfs von Kirchen hat von der Methode her große Ähnlichkeit mit dem Rechenansatz nach Gl. (5) für die Normheizlast nach DIN EN 12831.

4. Inwieweit berücksichtigt die neue Heizlastberechnung nach DIN EN 12831 den zeitlich eingeschränkten Heizbetrieb?

Die neue und zugleich europaweit gültige Heizlastberechnung nach DIN EN 12831 besteht inzwischen aus den folgenden drei Teilen:

- DIN EN 12831 (August 2003) „Heizungsanlagen in Gebäuden – Verfahren zur Berechnung der Norm-Heizlast“ [2]
- DIN EN 12831 Beiblatt 1 (April 2004) „Heizungssysteme in Gebäuden – Verfahren zur Berechnung der Norm-Heizlast – Nationaler Anhang NA“ [3]
- DIN EN 12831 Bbl 1/A1 (März 2005) Änderungen A1 zum Beiblatt 1 zu DIN EN 12831 „Heizungssysteme in Gebäuden – Verfahren zur Berechnung der Norm-Heizlast – Nationaler Anhang NA“ [4]

DIN EN 12831 [2] enthält die Festlegung des Rechenverfahrens zur Heizlastberechnung. Das Beiblatt 1 [3] enthält Wetterdaten und nationale Festlegungen, jedoch keine Veränderung des Rechenverfahrens.

Die Norm behandelt im wesentlichen die sogenannten Standardfälle. Dazu zählen zum Beispiel Wohngebäude, Büro- und Verwaltungsgebäude, Schulen, Krankenhäuser und Geschäftshäuser.

4.1 Norm-Heizlast

Der Rechenansatz zur Ermittlung der Norm-Heizlast eines beheizten Raumes (i) lautet:

$$\Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} + \Phi_{RH,i} \quad (5)$$

mit

$\Phi_{HL,i}$ = Norm-Transmissionswärmeverlust von Raum (i)

$\Phi_{V,i}$ = Norm-Lüftungswärmeverlust von Raum (i)

$\Phi_{RH,i}$ = Zusatz-Aufheizleistung von Raum (i).

Die Norm-Heizlast für eine Gebäudeeinheit oder ein Gebäude wird wie folgt berechnet:

$$\Phi_{HL} = \sum \Phi_{T,i} + \sum \Phi_{V,i} + \sum \Phi_{RH,i} \quad (6)$$

mit

$\sum \Phi_{T,i}$ = die Summe der Transmissionswärmeverluste aller beheizten Räume, ohne Berücksichtigung des Wärmeflusses zwischen den Gebäudeeinheiten bzw. innerhalb des Gebäudes.

$\sum \Phi_{V,i}$ = die Lüftungswärmeverluste aller beheizten Räume ohne Berücksichtigung des Wärmeflusses zwischen den Gebäudeeinheiten bzw. des Gebäudes. Weitere Details hierzu werden in der Norm aufgeführt.

$\sum \Phi_{RH,i}$ = die Summe der zusätzlich benötigten Aufheizleistungen zum Ausgleich der Auswirkungen durch unterbrochene Beheizung.

Mit den Gleichungen (5) und (6) wird deutlich, dass die neue Heizlastberechnung nach DIN EN 12831 den zeitlich eingeschränkten Heizbetrieb bei der Berechnung der Norm-Heizlast standardmäßig mit einbezieht.

Wichtiger Hinweis in DIN EN 12831 [2]:

- Eine zusätzliche Aufheizleistung ist nicht immer notwendig, zum Beispiel wenn das Regulationssystem die Nachtabsenkung in den kältesten Tagen abschaltet.
- Die zusätzliche Aufheizleistung muss mit dem Auftraggeber vereinbart werden.

4.2 Vereinfachte Methode zur Bestimmung der zusätzlichen Aufheizleistung

Für die nachfolgenden Fälle kann nach DIN EN 12831 [2] eine vereinfachte Berechnungsmethode verwendet werden, um die zusätzliche Aufheizleistung des Wärmeerzeugers und der Wärmeabgabeflächen zu bestimmen:

- für Wohngebäude
 - die Periode der Temperaturabsenkung (Nachtabsenkung) beträgt weniger als 8 Stunden
 - keine leichte Gebäudekonstruktion (Holzrahmenkonstruktion mit Holzfußböden)
- für Nicht-Wohngebäude
 - die Dauer der Unterbrechung der Wärmezufuhr ist unter 48 Stunden (Wochenendabsenkung)
 - die Nutzungsdauer der Räume an Werktagen beträgt etwa 10 Stunden je Tag
 - die Norm-Innentemperatur liegt zwischen 20° C und 22° C.

Die zusätzlich benötigte Leistung zum Ausgleich der Auswirkung durch unterbrochenes Heizen in einem beheizten Raum (i) wird wie folgt bestimmt:

$$\Phi_{RH,i} = A_i \cdot f_{RH} \quad (7)$$

mit

A_i = Fußbodenfläche des beheizten Raumes (i) in m^2
 f_{RH} = Korrekturfaktor in Abhängigkeit der Aufheizzeit und der angenommenen Absenkung der Raumtemperatur während der Absenkperiode in W/m^2 . Dieser Korrekturfaktor ist in DIN EN 12831 Bbl. 1 [3] festgelegt worden.

Wichtiger Hinweis im Änderungsblatt A1 zur DIN EN 12831 Beiblatt 1 [4]:

In den Fällen, wo keine Vereinbarung mit dem Auftraggeber erfolgen kann, ist keine zusätzliche Aufheizleistung zu berechnen, d. h. $f_{RH} = 0 W/m^2$ (Regelausführung).

Wieder-aufheiz-zeit	f_{RH} [W/m^2]																	
	Angenommener Innentemperaturabfall $\Delta\theta_{RH}$ während der Absenkung																	
	1K			2 K			3 K			4 K			5 K			7 K		
Gebäudemasse ¹⁾																		
[h]	[l]	[m]	[s]	[l]	[m]	[s]	[l]	[m]	[s]	[l]	[m]	[s]	[l]	[m]	[s]	[l]	[m]	[s]
0,5	12	12	12	27	28	28	39	44	44	50	59	60	-	-	-	-	-	-
1	8	8	8	18	21	21	26	34	34	33	47	48	-	-	-	-	-	-
2	5	5	5	10	15	15	15	25	25	20	34	35	43	81	88	61	117	126
3	3	3	3	7	12	12	9	19	20	14	28	30	33	70	79	47	103	112
4	2	2	2	5	9	10	7	12	19	10	25	27	28	63	72	38	92	102

Tabelle 1: Wiederaufheizfaktor f_{RH} für eine Luftwechselrate $n = 0,1 h^{-1}$ nach [3]

¹⁾ Gebäudemasse: [l] = leicht, [m] = mittelschwer, [s] = schwer

Wieder-aufheiz-zeit	f_{RH} [W/m^2]																	
	Angenommener Innentemperaturabfall $\Delta\theta_{RH}$ während der Absenkung																	
	1K			2 K			3 K			4 K			5 K			7 K		
Gebäudemasse																		
[h]	[l]	[m]	[s]	[l]	[m]	[s]	[l]	[m]	[s]	[l]	[m]	[s]	[l]	[m]	[s]	[l]	[m]	[s]
0,5	14	17	18	29	34	35	44	52	53	58	68	70	-	-	-	-	-	-
1	10	13	14	21	27	28	32	42	44	41	55	57	-	-	-	-	-	-
2	7	10	11	13	21	23	21	21	34	28	42	44	47	29	99	67	125	137
3	5	9	10	10	18	20	15	15	28	21	35	38	37	78	89	53	110	122
4	4	8	9	8	16	18	13	13	26	17	32	31	31	70	81	43	99	111

Tabelle 2: Wiederaufheizfaktor f_{RH} für eine Luftwechselrate $n = 0,5 h^{-1}$ nach [3]

¹⁾ Gebäudemasse: [l] = leicht, [m] = mittelschwer, [s] = schwer

Das Formelzeichen „ f_{RH} “, das in DIN EN 12831 [2] als Korrekturfaktor bezeichnet wird, wird in DIN EN 12831 Bbl.1 [3] „Wiederaufheizfaktor“ genannt. In den Tabellen 1 und 2 der hier vorliegenden Ausarbeitung sind diese Faktoren aufgelistet. Vergleicht man die Werte der Tabelle 1 mit denen der Tabelle 2, dann wird deutlich, dass der Wiederaufheizfaktor zum Teil erheblich mit der Luftwechselrate ansteigt.

Bei den Werten der Tabelle 1 mit einer Luftwechselrate von $n = 0,1 \text{ h}^{-1}$ wird angenommen, dass während der Wiederaufheizphase nur ein sehr geringer Luftwechsel, zum Beispiel über Fugen, gegeben ist.

Bei den Werten von Tabelle 2 mit $n = 0,5 \text{ h}^{-1}$ wird angenommen, dass während der Aufheizphase zum Beispiel eine geringe, zeitlich eingeschränkte Fensterlüftung stattfindet.

Wichtiger Hinweis im Änderungsblatt A1 zur DIN EN 12831 Beiblatt 1 [4]:

Der Luftwechsel während der Wiederaufheizphase ist mit $n_{\text{Aufh}} = 0,1 \text{ h}^{-1}$ anzunehmen (Regelausführung), sofern der entsprechende Raum nicht durch lufttechnische Anlagen versorgt wird und keine Vereinbarung mit dem Auftraggeber hierzu erfolgt ist.

Für die beiden Tabellen 1 und 2 gilt weiter, dass die darin aufgeführten Werte für Räume mit einer mittleren Raumhöhe unter 3,5 m gelten und dass Zwischenwerte linear zu interpolieren sind. Weiterhin wird im Beiblatt 1 zur DIN EN 12831 an verschiedenen Stellen darauf hingewiesen, dass die zusätzliche Aufheizzeit und auch die dabei zugrunde gelegten Annahmen mit dem Auftraggeber vereinbart werden müssen.

Für die Ermittlung des Innentemperaturabfalls $\Delta\theta_{RH}$ nach Heizunterbrechung macht DIN EN 12831 Bbl.1 [3] folgende Anmerkungen:

- Vereinfachte Annahme:
ca. 1 bis 2 K am Ende einer Nachtabsenkung in schweren, gut wärmegeprägten und luftdichten Gebäuden (Wohngebäude, 8h unterbrochener Betrieb)
- Bestimmung nach DIN EN 832, Anhang J.

Die Berechnung des Innentemperaturabfalls kann global für das ganze Gebäude oder raumweise einzeln erfolgen.

Überschlägig kann der Innentemperaturabfall $\delta\varphi_{RH}$ wie folgt ermittelt werden:

$$\Delta\theta_{RH} = (\theta_{\text{int},i} - \theta_e) \cdot \left(1 - e^{-\frac{t_{\text{Abs}}}{\tau}}\right) \quad (8)$$

mit

$\Delta\theta_{RH}$ = Innentemperaturabfall nach der Absenkphase in K

θ_{int} = Norm-Innentemperatur in °C

θ_e = Norm-Außentemperatur in °C

t_{Abs} = Absenkzeitraum in h Nachtabsenkung, Wochenendabschaltung

τ = Gebäude- bzw. Raumzeitkonstante in h.

Die Zeitkonstante wird wie folgt ermittelt:

$$\tau = \frac{c_{\text{wirk}}}{\left(\frac{H_T}{V_i}\right) + 0,34 \cdot n} \quad (9)$$

Darin bedeuten:

c_{wirk} = wirksame Gebäude- oder Raummasse in Wh/(m³K):

- = 15 Wh/(m³K) für leichte Gebäudemasse (abgehängte Decken und aufgeständerte Böden, Wände in Leichtbauweise)
- = 35 Wh/(m³K) für mittelschwere Gebäudemasse (Betondecke und -böden mit leichten Wänden)
- = 50 Wh/(m³K) für schwere Gebäudemasse (Betondecke und -böden in Verbindung mit Mauerwerks- oder Betonwänden)

H_T = Transmissionswärmeverlustkoeffizient in W/K:
zum Beispiel dem EnEV-Nachweis (Baugenehmigungsverfahren) oder der Heizlastberechnung zu entnehmen.

H_T = Gebäude- bzw. Raumvolumen in m³

n = Luftwechselrate im Absenkbetrieb in h⁻¹

Das Verhältnis H_T/V_i hat einen großen Einfluß auf den Innentemperaturabfall nach Gl. (8) und damit auch auf die Kurvenverläufe in Bild 4. Je besser das Gebäude wärmege-dämmt ist, um so kleiner wird H_T/V_i und um so langsamer fällt die Innenraumtemperatur nach einer Heizunterbrechung.

Bild 4 zeigt hier den mit Hilfe von Gl. (8) berechneten Innentemperaturabfall für ein gut wärmege-dämmt und luftdichtes 1-Familienhaus in Abhängigkeit von der Bauartschwere, der Norm-Außentemperatur und der Absenkdauer. Die gezeigten Ergebnisse sind genau genommen nur für die hier getroffenen Annahmen gültig. Dennoch können sie für eine erste Orientierung auch etwas allgemeiner genutzt werden.

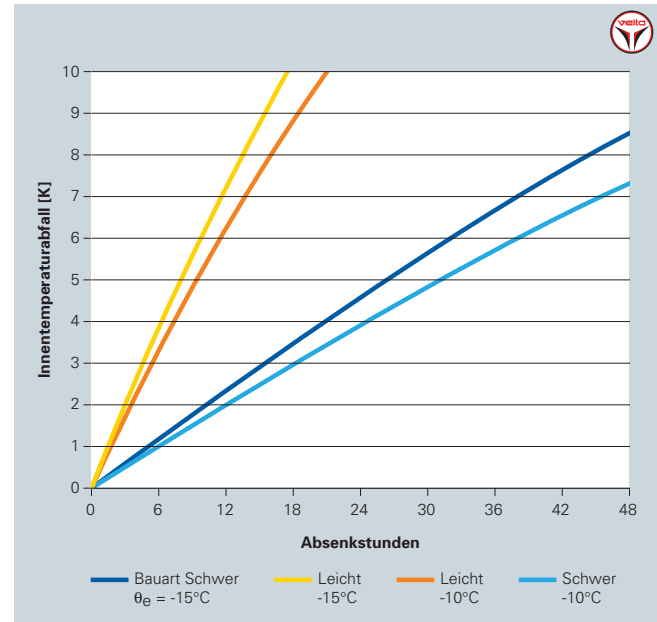


Bild 4: Innentemperaturabfall nach Heizunterbrechung für ein gut wärmege-dämmtes und luftdichtes 1-Familienhaus, berechnet mit Gl. (8)
Annahmen: Außenluftwechsel in der Absenkephase $n = 0,1 \text{ h}^{-1}$; $H_T/V_i = 0,26 \text{ W}/(\text{m}^3 \text{ K})$.
Definition der Bauartschwere nach Gleichung (9).

Bei 8-stündiger Nachtabsenkung beträgt der Innentemperaturabfall im schweren Gebäude ca. 1,5 K; bei Wochenendabschaltung fällt die Innentemperatur um 7,5 bis 9 K, je nach Norm-Außentemperatur.

Bild 4 zeigt außerdem, wie schnell bei leichter Gebäudemasse die Innentemperatur nach einer Heizunterbrechung absinken kann: im Fall der 8-stündigen Nachtabsenkung beträgt der Innentemperaturabfall 4,5 bis 5 K und bei noch längeren Absenkeperioden ist es notwendig, den weiteren Temperaturabfall durch Temperaturstützung aufzuhalten.

5. Schlussfolgerungen für die Planung

5.1 Kein Zuschlag für Heizunterbrechung bei einem geeigneten Regelungssystem

DIN EN 12831 [2] und der nationale Anhang DIN EN 12831 Bbl.1 [3] weisen darauf hin, dass eine zusätzliche Aufheizleistung nicht notwendig ist, wenn die Anlagentechnik sicherstellt, dass die Temperaturabsenkung in den kältesten Tagen nicht stattfindet (durchgehender Heizbetrieb).

Bild 5 zeigt schematisch die Arbeitsweise einer außentemperaturgeführten zentralen Vorlauftemperaturregelung mit Nachtabsenkung im Sinne der DIN EN 12831. Eine solche Regelung kann zum Beispiel bei einer Außentemperatur von -5°C damit beginnen, die Heizkurve aus dem reduzierten Betrieb anzuheben. Entsprechend der weiter sinkenden Außentemperatur wird die Kurve stufenlos weiter in Richtung Normalbetrieb verschoben bis zum Beispiel bei -14°C die für den Tagesbetrieb übliche Heizkurve erreicht wird.

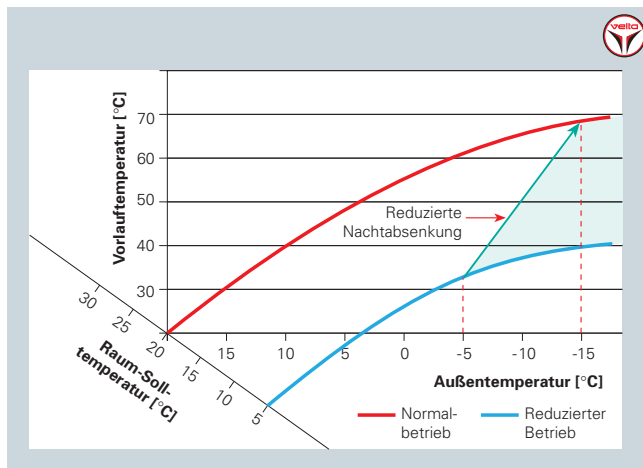


Bild 5: Regelungsstrategie einer zentrale außentemperaturgeführten Vorlauf-Temperaturregelung zur Vermeidung zusätzlicher Aufheizleistung im Sinne der DIN EN 12831 [2], [3]
Quelle: Viessmann Werke GmbH, Allendorf. März 2005.

Von Vorteil ist bei dieser Regelungsstrategie auch noch, dass sich das Übergangsbereich von -5°C bis -15°C aus der Sicht der Jahres-Heizarbeit kaum negativ auswirkt, vergleiche hierzu Bild 2.

5.2 Kein Zuschlag für Heizunterbrechung, wenn die Größe des Wärmeerzeugers nicht vom Gebäudewärmebedarf sondern von Verbrauchern mit großem Wärmebedarf bestimmt wird

Hierzu heißt es in der DIN EN 12831 Bbl.1 [3]: „Die Wiederaufheizfaktoren sind ebenfalls nicht zu berücksichtigen, wenn nach anderen Normen bezüglich der Auslegung der Wärmeleistung diese Heizlast bereits berücksichtigt wurde. In diesen Fällen ist die Nettoheizlast zugrunde zu legen.“

Dazu zählen die vielen Heizungsanlagen in der Praxis, bei denen der Wärmeerzeuger den Gebäudewärmebedarf und den Wärmebedarf für die zentralen Trinkwassererwärmung mit Vorrangschaltung zu decken hat und der Wärmebedarf für Trinkwassererwärmung dominiert. Die Differenz zwischen dem Trinkwasserwärmebedarf und dem Gebäudewärmebedarf steht der Gebäudeheizung zu bestimmten Zeiten für eine zusätzliche Aufheizleistung „kostenlos“ zur Verfügung.

Wieviel von dieser „kostenlosen“ zentralen Leistungsreserve über die Raumheizflächen für den Raum als zusätzliche Aufheizreserve genutzt werden kann, soll nachfolgend am Beispiel der Fußbodenheizung erläutert werden.

5.2.1 Zusätzliche Aufheizleistung durch höhere Vorlauftemperatur

Berücksichtigt man zum Beispiel das in Bild 4 zugrunde liegende gut wärmegeämmte und luftdichte 1-Familienhaus, dann sinkt die Innentemperatur bei einer 8-stündigen

Wieder- aufheiz- zeit	f_{HR} [W/m ²]																	
	Angenommener Innentemperaturabfall $\Delta\theta_{RH}$ während der Absenkung																	
	1K			2 K			3 K			4 K			5 K			7 K		
Gebäudemasse ¹⁾																		
[h]	[l]	[m]	[s]	[l]	[m]	[s]	[l]	[m]	[s]	[l]	[m]	[s]	[l]	[m]	[s]	[l]	[m]	[s]
0,5	12	12	12	27	28	28	39	44	44	50	59	60	-	-	-	-	-	-
1	8	8	8	18	21	21	26	34	34	33	47	48	-	-	-	-	-	-
2	5	5	5	10	15	15	15	25	25	20	34	35	43	81	88	61	117	126
3	3	3	3	7	12	12	9	19	20	14	28	30	33	70	79	47	103	112
4	2	2	2	5	9	10	7	12	19	10	25	27	28	63	72	38	92	102

Tabelle 3:
Wiederaufheizfaktor f_{RH} für
eine Luftwechselrate
 $n = 0,1 \text{ h}^{-1}$ nach [3]

¹⁾ Gebäudemasse: [l] = leicht, [m] = mittelschwer, [s] = schwer

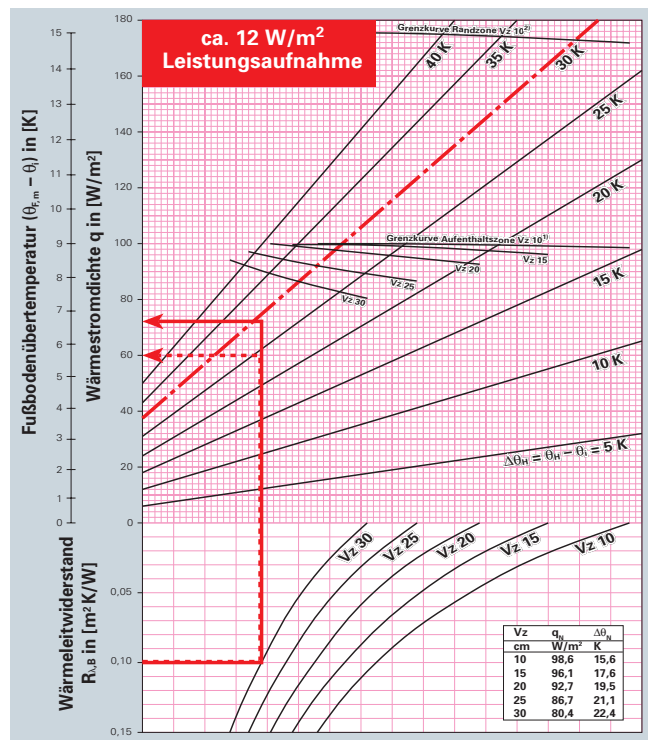


Bild 6: Zusätzliche Aufheizleistung bei einer Fußbodenheizung durch Anhebung der Heizmittel-Übertemperatur.

Nachtabenkung im Auslegungsfall um 1,5 K, wenn schwere Bauart angenommen wird. Bei einer Wiederaufheizzeit von 2 Stunden ergibt sich dann nach Tabelle 3 eine Wiederaufheizleistung von 10 W/m² (lineare Interpolation).

Unterstellt man die in Bild 6 gezeigte Fußbodenheizung, mit einer Auslegungs-Wärmestromdichte von 60 W/m² bei einem Rohrabstand von 30 cm, dann lässt sich durch Anheben der Heizmittel-Übertemperatur von 25 K auf 30 K eine zusätzliche Aufheizleistung von ca. 12 W/m² für den Raum erzielen. Damit wäre die zuvor nach DIN EN 12831 Bbl.1 ermittelte zusätzliche Aufheizleistung von 10 W/m² zu decken.

5.2.2 Zusätzliche Aufheizleistung durch geringeren Rohrabstand und höhere Vorlauftemperatur

Gemäß Bild 4 würde die Innentemperatur im Falle einer leichten Gebäudemasse bei einer 8-stündigen Nachtabenkung im Auslegungsfall um ca. 4,5 K absinken. Bei einer Wiederaufheizzeit von 3 Stunden ergibt sich dann nach Tabelle 4 eine erforderliche Wiederaufheizleistung von 23,5 W/m².

Wieder-aufheiz-zeit	f_{RH} [W/m ²]																	
	Angenommener Innentemperaturabfall $\Delta\theta_{RH}$ während der Absenkung																	
	1K			2 K			3 K			4 K			5 K			7 K		
Gebäudemasse ¹⁾																		
[h]	[l]	[m]	[s]	[l]	[m]	[s]	[l]	[m]	[s]	[l]	[m]	[s]	[l]	[m]	[s]	[l]	[m]	[s]
0,5	12	12	12	27	28	28	39	44	44	50	59	60	-	-	-	-	-	-
1	8	8	8	18	21	21	26	34	34	33	47	48	-	-	-	-	-	-
2	5	5	5	10	15	15	15	25	25	20	34	35	43	81	88	61	117	126
3	3	3	3	7	12	12	9	19	20	14	28	30	33	70	79	47	103	112
4	2	2	2	5	9	10	7	12	19	10	25	27	28	63	72	38	92	102

Tabelle 4: Wiederaufheizfaktor f_{RH} für eine Luftwechselrate $n = 0,1 \text{ h}^{-1}$ nach [3]

¹⁾ Gebäudemasse: [l] = leicht, [m] = mittelschwer, [s] = schwer

Legt man die in Bild 7 gezeigte Fußbodenheizung nicht mit einem Rohrabstand von 30 cm aus, sondern mit einem Abstand von 20 cm, dann lässt sich ausgehend von der Auslegungs-Wärmestromdichte von 60 W/m² durch Anheben der Heizmittel-Übertemperatur von 25 auf 30 K eine zusätzliche Aufheizleistung von ca. 28 W/m² für den Raum erzielen. Damit wäre die zuvor nach DIN EN 12831 Bbl.1 ermittelte zusätzlich erforderliche Aufheizleistung von 23,5 W/m² auch für das 1-Familienhaus in leichter Bauausführung über die Fußbodenheizung zu decken.

5.3 Kein Zuschlag für Heizunterbrechung bei Wärmepumpen-Betrieb

Bei Wärmepumpen sollte eine zusätzliche Norm-Auslegungsleistung für zeitlich eingeschränkten Heizbetrieb unterbleiben, um so eine zusätzliche Vergrößerung der gesamten Wärmepumpenanlage und damit eine weitere Zunahme der Investitionskosten zu vermeiden. Mit Hilfe einer Außentemperaturgeführten Regelungsstrategie, wie in Bild 5 beschrieben, würde im Sinne der DIN EN 12831 Bbl.1 [3] der Zuschlag für Heizunterbrechung für den Auslegungsfall entfallen.

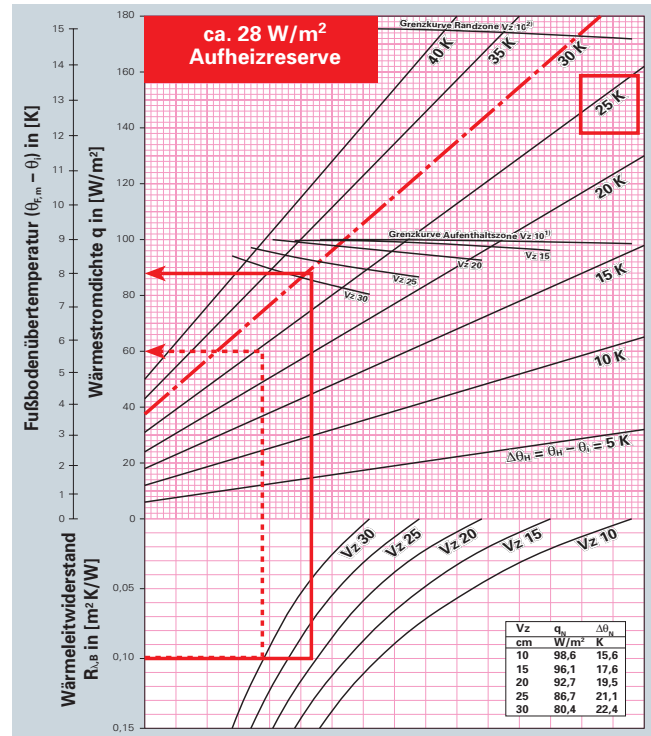


Bild 7: Zusätzliche Aufheizreserve bei einer Fußbodenheizung durch geringeren Rohrabstand und Anhebung der Heizmittel-Übertemperatur.

Besteht allerdings die Möglichkeit, eine gewisse Leistungsreserve auf der Erzeugerseite vielleicht mit Hilfe vorhandener Puffer und entsprechenden Lade-/Entladestrategien zu mobilisieren, ohne dabei die Vorlauftemperatur der Wärmepumpe zusätzlich zu erhöhen, dann sollte ihre Nutzung für einen Zuschlag für Heizunterbrechung im Auslegungsfall geprüft werden.

Wie Bild 8 zeigt, kann die Fußbodenheizung ohne Erhöhung der Vorlauftemperatur durch Verringerung des Rohrabstandes auf der Raumseite eine zusätzliche Wärmestromdichte von ca. 14 W/m² als Aufheizreserve zur Verfügung stellen.

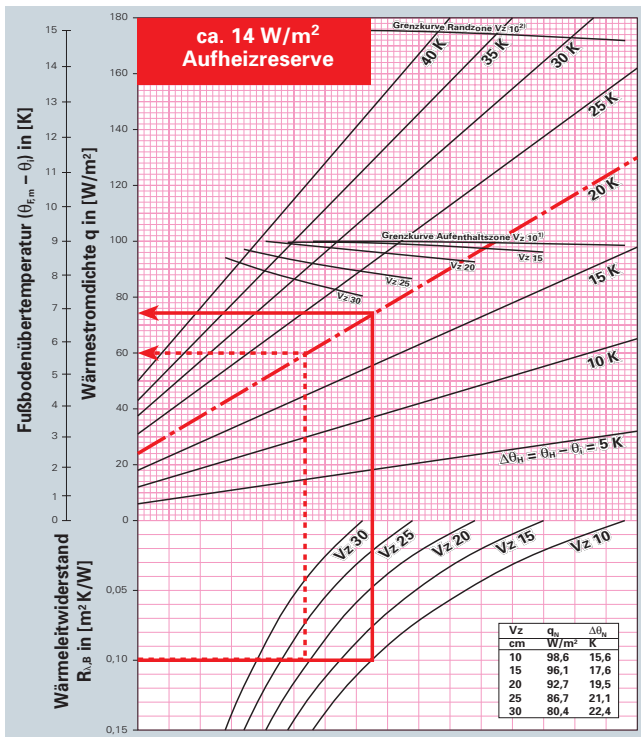


Bild 8: Mögliche Aufheizreserve bei einer Fußbodenheizung in Verbindung mit einer Wärmepumpe ohne Anhebung der Vorlauftemperatur

5.4 Kein Zuschlag für Heizunterbrechung, wenn keine Vereinbarung mit dem Auftraggeber erfolgen kann

Hierzu heißt es in dem Änderungsblatt A1 zur DIN EN 12831 Bbl.1 [4] wie folgt:

„In den Fällen, wo keine Vereinbarung mit dem Auftraggeber erfolgen kann, ist keine zusätzliche Aufheizleistung zu berechnen, d. h. $f_{RH} = 0 \text{ W/m}^2$ (Regelausführung).“

5.5 Zuschlag für Heizunterbrechung, wenn es der Auftraggeber verlangt

Hierzu heißt es in der DIN EN 12831 Bbl.1 [3] wie folgt:

„Die zusätzliche Aufheizleistung muss mit dem Auftraggeber vereinbart werden“

Verlangt der Auftraggeber die Heizunterbrechung für den Auslegungsfall ausdrücklich, dann sollte der Planer ihn in aller Klarheit über die Konsequenzen aufklären und nach einer moderaten Lösung suchen. Bild 9 kann dabei sicherlich hilfreich sein. So wird zum Beispiel deutlich, dass nach einer Wochenendauslenkung oder einer Urlaubsunterbrechung ein schweres Gebäude bei einer Wiederaufheizzeit von nur 2 Stunden eine zusätzliche Norm-Aufheizleistung von rund 120 W je m² Fußbodenfläche benötigen würde. Ursache hierfür ist die überzogene Forderung, dass das Gebäude nach 2 Stunden wieder aufgeheizt sein soll.

Moderatere Lösungen lassen sich finden, wenn längere Aufheizzeiten und ggf. ein begrenzter Innentemperaturabfall durch Temperaturstützung akzeptiert wird.

Deutlich gemacht werden muss dem Auftraggeber auch, dass mit der Heizunterbrechung im Auslegungsfall größere Anlagenkomponenten und höhere Investitionskosten die Folge sind. Bei leitungsgebundener Energieversorgung ist auch noch mit einer Erhöhung des Leistungspreises zu rechnen. Die Energieeinsparung durch zeitlich eingeschränk-

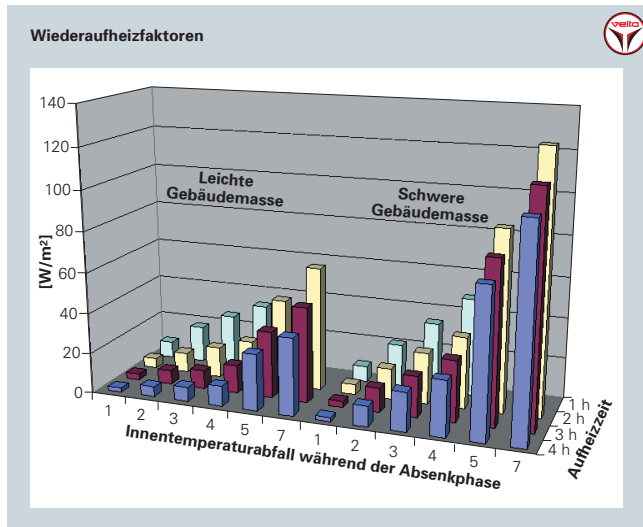


Bild 9: Wiederaufheizfaktoren aus Tabelle 1 (Auszug)

ten Heizbetrieb bei Außentemperaturen um den Auslegungsfall sind als sehr gering einzuschätzen. Bild 2 macht deutlich, dass bei Außentemperaturen zwischen $-5^{\circ}C$ und $-15^{\circ}C$ der Anteil der Heizarbeit bezogen auf die Heizperiode nur rund 6% ausmacht. Diese 6% beziehen sich auf den durchgehenden Heizbetrieb. Alle Bemühungen, durch zeitlich eingeschränktes Heizen bei tiefsten Außentemperaturen, die Heizarbeit zu verringern, können sich nur anteilig auf diese 6% der gesamten Heizarbeit auswirken.

6. Fazit

Dieser Bericht befasst sich ausführlich mit der Frage, ob im Zuge der Heizlast-Berechnung nach DIN EN 12831 ein Zuschlag für Heizunterbrechung zu berücksichtigen ist oder nicht. Dabei kommt heraus, dass es unterschiedliche Gründe gibt, warum in vielen Fällen auf einen Zuschlag für Heizunterbrechung verzichtet werden kann. Außerdem wird am Beispiel der Fußbodenheizung gezeigt, wie Leistungsreserven des Wärmeerzeugers als zusätzliche Aufheizleistung im Raum eingesetzt werden können.

7. Quellen

- [1] EnEV 2004 „Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden“. Bundesgesetzblatt Nr. 64, 2004. Ausgegeben zu Bonn am 02. Dezember 2004.
- [2] DIN EN 12831 (2003-08) „Heizungsanlagen in Gebäuden – Verfahren zur Berechnung der Norm-Heizlast“. Beuth Verlag GmbH, Berlin.
- [3] DIN EN 12831 Beiblatt 1(2004-04) „Heizungssysteme in Gebäuden – Verfahren zur Berechnung der Norm-Heizlast – Nationaler Anhang NA“. Beuth Verlag GmbH, Berlin.
- [4] DIN EN 12831 Bbl 1/A1 (2005-03) Änderungen A1 zum Beiblatt 1 zu DIN EN 12831 „Heizungssysteme in Gebäuden – Verfahren zur Berechnung der Norm-Heizlast – Nationaler Anhang NA“. Beuth Verlag GmbH, Berlin.
- [5] Taschenbuch für Heizung und Klimatechnik 01/02. Oldenbourg Industrieverlag München. 70. Auflage. Seite 1054.
- [6] Beiblatt 1 zu DIN 4710 (2003-01) „Statistiken meteorologischer Daten zur Berechnung des Energiebedarfs von heiz- und raumlufttechnischen Anlagen in Deutschland – Korrelationen zwischen Lufttemperatur t und Wasserdampfgehalt x “. Beuth Verlag GmbH, Berlin.
- [7] DIN 4701 Teil 1 (1983-03) „Regeln für die Berechnung des Wärmebedarfs von Gebäuden – Grundlagen der Berechnung“. Beuth Verlag GmbH, Berlin.
- [8] DIN 4701 Teil 2 (1983-03) „Regeln für die Berechnung des Wärmebedarfs von Gebäuden – Tabellen, Bilder, Algorithmen“. Beuth Verlag GmbH, Berlin.

