

## NACHTABSSENKUNG (HEIZUNTERBRECHUNG):

[<Wärmeverluste mit Berücksichtigung der NA>](#)
[<Berechnungswerte>](#)
[<Temperaturen>](#)
[<Temperaturverlauf>](#)

Unter dem Projektknoten <Jahresheizwärmebedarf> werden die Berechnungsergebnisse zur Bestimmung der Nachtabsenkung zusammengefasst. Ein Doppelklick auf den Knoten **<Nachtabsenkung>** öffnet das Formular (Formular nur zugänglich, falls im Formular → **<Variante / Heizunterbrechung>** die Option Heizunterbrechung ausgewählt wurde).

Alle Angaben zur Nachtabsenkung (Heizunterbrechung) haben nur informativen Charakter und dienen dem versierten Nutzer zur Information.

→ [zurück](#)

### Formularseite **Wärmeverluste mit Berücksichtigung der Nachtabsenkung:**

**Ausgangsdaten:**

Zeit der Heizunterbrechungsphase:  [h]

Luftwechselrate während Heizunterbrechung:  [1/h]

spez. Lüftungswärmeverlust:  [W/K]

spez. Wärmeverlust der Bauteile und der Innenluft (vereinfachte Berechnung  $H_{ic} = 4A_n / 0.13$ ):  [W/K]

spez. Transmissionswärmeverlust der leichten Bauteile (Fenster, Türen):  [W/K]

direkter spezifischer Wärmeverlust:  [W/K]

anzurechnende Speicherfähigkeit (für max. 30m Dicke) (pauschale Berechnung der Speicherfähigkeit):  [Wh/K]

**Ergebnisse:**

Monat	$\Delta Q_i$ [kWh]	$Q_{i,NA}$ [kWh]	$F_{Hu}$
Jan	210.7	4757	0.97
Feb	163.6	3903	0.97
März	135.7	3510	0.97
Apr	79.2	2171	0.97
Mai	52.5	1440	0.97
Juni	27.5	754	0.97
Juli	8.6	236	0.97
Aug	6.0	165	0.97
Sep	38.3	1051	0.97
Ok	95.3	2337	0.97
Nov	124.7	3252	0.97
Dez	171.2	4180	0.97

**Hilfe Projektbaum**

- Beispiel DIN 4108-6 (Anh. F)
  - Fall A1: Monatsbilanz-Verfahren
    - AUSSENBAUTEILE
    - BAUTEILE ZUM ERDREICH
    - UNBEHEIZTE RÄUME
    - SONDERBAUTEILE
    - Wärmebrücken
    - Speicherbauteile
    - Luftwechsel
    - Interne Gewinne
    - Din 4701
    - Sommerlicher Wärmeschutz
    - Ergebnisse
      - Primärenergiebedarf
      - Jahresheizwärmebedarf
        - Nachtabsenkung
        - Wirtschaftlichkeit

(Ansicht Projektbaum)

Eine genauere Angabe der Bezeichnungen (Symbole) wird eingeblendet, falls der Mauszeiger auf die Bezeichnung (Symbol) geführt wird.

→ [zurück](#)

### Formularseite **Berechnungswerte:**

**Berechnungswerte:**

Monat	$H_T$ [W/K]	$H_{ab}$ [W/K]	$H_{ce}$ [t]	$\zeta$ [t]	$\xi$ [t]	$\tau_P$ [h]	$\tau_T$ [h]	$\Phi_{pp}$ [W]	$\Phi_{id}$ [W]
Januar	210.3	328.9	174.4	0.977	0.979	40.7	1.7	14374.7	0.0
Februar	210.3	328.9	174.4	0.977	0.979	40.7	1.7	14374.7	0.0
März	210.3	328.9	174.4	0.977	0.979	40.7	1.7	14374.7	0.0
April	210.3	328.9	174.4	0.977	0.979	40.7	1.7	14374.7	0.0
Mai	210.3	328.9	174.4	0.977	0.979	40.7	1.7	14374.7	0.0
Juni	210.3	328.9	174.4	0.977	0.979	40.7	1.7	14374.7	0.0
Juli	210.3	328.9	174.4	0.977	0.979	40.7	1.7	14374.7	0.0
August	210.3	328.9	174.4	0.977	0.979	40.7	1.7	14374.7	0.0
September	210.3	328.9	174.4	0.977	0.979	40.7	1.7	14374.7	0.0
Oktober	210.3	328.9	174.4	0.977	0.979	40.7	1.7	14374.7	0.0
November	210.3	328.9	174.4	0.977	0.979	40.7	1.7	14374.7	0.0
Dezember	210.3	328.9	174.4	0.977	0.979	40.7	1.7	14374.7	0.0

Eine genauere Angabe der Bezeichnungen (Symbole) wird eingeblendet, falls der Mauszeiger auf die Bezeichnung (Symbol) geführt wird.

→ [zurück](#)**Formularseite *Temperaturen:***

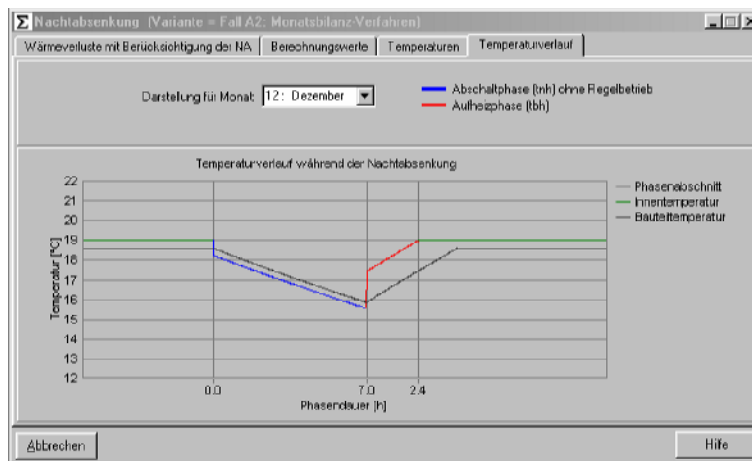
Nachabsenkung (Variante = Fall A2: Monatsbilanz-Verfahren)

Wärmeverluste mit Berücksichtigung der NA Berechnungswerte Temperaturen Temperaturverlauf

Monat	Heizphase / Beginn der Heizunterbrechung					Heizunterbrechungsphase / keine Regelphase										Aufheizphase	
	$\theta_a$	$\theta_i$	$\theta_{pp}$	$\theta_{cpp}$	$\theta_{c0}$	$\theta_{sb}$	$\theta_{inh}$	$\theta_{i1}$	$\theta_{csb}$	$\theta_{cnh}$	$\theta_{c1}$	$\theta_{c2}$	$t_{nh}$	$t_{sb}$	$\theta_{s3}$	$t_{bh}$	
	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[h]	[h]	[°C]	[h]	
Januar	-1.30	19.00	42.41	41.42	18.54	-1.30	-1.30	15.05	-1.30	-1.30	15.40	15.40	7.00	0.00	17.52	3.450	
Februar	0.60	19.00	44.31	43.32	18.58	0.60	0.60	15.43	0.60	0.60	15.74	15.74	7.00	0.00	17.48	2.649	
März	4.10	19.00	47.81	46.82	18.66	4.10	4.10	16.11	4.10	4.10	16.36	16.36	7.00	0.00	17.40	1.420	
April	9.50	19.00	53.21	52.22	18.78	9.50	9.50	17.15	9.50	9.50	17.32	17.32	7.00	0.00	17.32	0.000	
Mai	12.90	19.00	56.61	55.62	18.86	12.90	12.90	17.82	12.90	12.90	17.92	17.92	7.00	0.00	17.92	0.000	
Juni	15.70	19.00	59.41	58.42	18.93	15.70	15.70	18.36	15.70	15.70	18.42	18.42	7.00	0.00	18.42	0.000	
Juli	18.00	19.00	61.71	60.72	18.98	18.00	18.00	18.81	18.00	18.00	18.82	18.82	7.00	0.00	18.82	0.000	
August	18.30	19.00	62.01	61.02	18.98	18.30	18.30	18.95	18.30	18.30	18.98	18.98	7.00	0.00	18.98	0.000	
September	14.40	19.00	58.11	57.12	18.90	14.40	14.40	18.11	14.40	14.40	18.18	18.18	7.00	0.00	18.18	0.000	
Oktober	9.10	19.00	52.81	51.82	18.78	9.10	9.10	17.09	9.10	9.10	17.25	17.25	7.00	0.00	17.30	0.064	
November	4.70	19.00	48.41	47.42	18.68	4.70	4.70	16.22	4.70	4.70	16.47	16.47	7.00	0.00	17.39	1.236	
Dezember	1.30	19.00	45.01	44.02	18.60	1.30	1.30	15.55	1.30	1.30	15.86	15.86	7.00	0.00	17.46	2.360	

Abbrechen Hilfe

Eine genauere Angabe der Bezeichnungen (Symbole) wird eingeblendet, falls der Mauszeiger auf die Bezeichnung (Symbol) geführt wird.

→ [zurück](#)**Formularseite *Temperaturverlauf:***

Im Formular Temperaturverlauf wurde versucht die mittlerer tägliche Abschalt- bzw. Aufheizphase während der Heizunterbrechung (Nachabschaltung) in Abhängigkeit des ausgewählten Monats darzustellen. Hierzu mussten die Gleichungen der DIN 4108-6 zum Teil abgeändert und erweitert werden. Eine Validierung dieser Änderungen ist bislang nicht erfolgt.

**Einfluß der Heizunterbrechung:**

Durch eine Heizunterbrechung bzw. intermittierende Heizung kann der Heizwärmebedarf vermindert werden. Bei der Nachabschaltung der Heizung sinkt die geregelte Soll-Innenraumtemperatur  $\theta_c$  (control) während der Heizunterbrechungszeit  $t_u$  unkontrolliert auf immer tiefere Werte ab, während bei der Nachabsenkung nach einer Nichtheizzeit  $t_{nh}$  durch einen abgesenkten Nachtheizbetrieb die Innentemperatur in der Regelzeit  $t_{sb}$  auf einer Mindest-Sollinnentemperatur  $\theta_{isb}$  gehalten wird. Im Anschluss an die Heizunterbrechungsphase folgt jeweils eine Aufheizphase der Dauer  $t_{bh}$  bis zur Norm-Sollinnentemperatur  $\theta_{isp}$ .

Der Zeitverlauf der Innentemperatur während der Heizunterbrechung und Aufheizungsphase hängt zum einen vom Auskühlverhalten der Gebäudebauweise und zum anderen von der Heizungsdynamik ab. Das Auskühlverhalten bestimmen die spezifischen Transmissions- und Lüftungswärmeverluste und die Wärmespeicherefähigkeit der Baukonstruktion. Die Anheizphase hängt davon ab, welche kurzfristige Spitzenheizleistung das Heizungssystem in die beheizte Zone abgeben kann.

Durch die Heizunterbrechung wird die mittlere Innentemperatur  $\theta_{im}$  im Vergleich zur Norm-Innentemperatur  $\theta_i$  abgesenkt. Dadurch vermindern sich die Transmissions- und Lüftungs-Heizwärmeverluste. Durch einen Heizunterbrechungsfaktor  $F_{HU}$  läßt sich formal die Reduktion der Wärmeverluste durch die Heizunterbrechung beschreiben:  $H_{HU} = F_{HU} \cdot (H_T + H_V)$   
Dabei ist  $F_{HU}$  als Temperatur-Reduktionsfaktor definiert.

Im vereinfachten Jahres-Heizperiodenverfahren werden die baulichen Einflüsse auf die Innentemperaturabsenkung durch den Heizunterbrechungsfaktor  $F_{HU} = f_{NA} = 0,95$  abgeschätzt; für das Monatsverfahren sind in DIN V 4108-6 die Algorithmen und Randbedingungen formuliert, mit denen auf die Monatsdauer  $t_M$  bezogen die Reduzierung  $\Delta Q_{il}$  des Wärmeverlustes infolge intermittierender Beheizung (Nachtabenkung, Nachtabstaltung, Wochenendabsenkung) berechnet werden können.

Der Heizunterbrechungsfaktor  $F_{HU,M}$  ist monatsabhängig und lässt sich aus der monatlichen Wärmeverlust-Reduktion  $\Delta Q_{il,M}$  berechnen:

$$F_{HU} = \frac{\theta_{im} - \theta_e}{\theta_{isp} - \theta_e} \text{ bzw. } F_{HU,M} = 1 - \frac{\Delta Q_{il,M}}{(H_T + H_V) \cdot (\theta_{isp} - \theta_{e,M}) \cdot t_M}$$

### Berechnungsgrundlagen zur Heizunterbrechung:

spezifischer Wärmeverlust  $H_{ic}$  der Bauteile und der Innenluft:

$$H_{ic} = \sum_j \frac{A_j}{R_{si,j}} \text{ bzw. vereinfacht: } H_{ic} = 4 A_N / 0.13$$

direkter spezifischer Wärmeverlust:  $H_d = H_W + H_V$  mit  $H_V = 0.34 \cdot n \cdot V_e$

$H_d$  bezeichnet den direkten spezifischen Wärmeverlust und beinhaltet die spezifischen Verluste von Lüftung und der 'leichten' Bauteile wie Fenster und Türen.

#### ANMERKUNG:

In den Richtlinien erfolgt keine Erläuterung was unter leichten bzw. schweren Bauteilen im Sinne der Berechnung der direkten spezifischen Wärmeverluste zu verstehen ist. Die Bezeichnung 'leichte' Bauteile kann sich jedoch hierbei nicht auf das Flächengewicht der Bauteile beziehen, da in diesem Fall u.U. auch Dächer einbezogen werden müssten und zur Berechnung des direkten Wärmeverlustes beitragen würden. Vielmehr sind als leichte Bauteile solche Aufbauten zu verstehen, die sehr schnell Wärme an die Umgebung abgegeben können. Da es auch hierfür keine Klassifizierung gibt, werden in THERMPLAN alle Außenbauteile mit einem U-Wert  $> 2.0 \text{ W/m}^2\text{K}$  sowie alle Fenster als 'leichte' Bauteile eingestuft.

spezifischer Wärmeverlust des Gebäudes während der Nachtabenkung (mit den Eingangsdaten der Nachtabenkung z.B. reduzierter Luftwechsel)  $H_{sb} = H_T + H_V$

$$\text{spezifischer Wärmeverlust: } H_{ce} = \frac{H_{ic} (H_{sb} - H_d)}{H_{ic} - (H_{sb} - H_d)}$$

wirksamer Anteil der Wärmespeichereffektivität und des Verhältniswertes:

$$\zeta = \frac{H_{ic}}{H_{ic} + H_{ce}} \text{ bzw. } \xi = \frac{H_{ic}}{H_{ic} + H_d}$$

Bauteil-Zeitkonstanten:  $\tau_P = \frac{\zeta \cdot C_{\text{wirk } 3\text{cm}}}{\xi \cdot H_{sb}} \quad \tau_T = \frac{\zeta \cdot C_{\text{wirk } 3\text{cm}}}{H_{ce} + H_{ic}}$

Bauteiltemperatur zu Beginn der Nachtab senkung:  $\theta_{co} = \theta_e + \zeta (\theta_{io} - \theta_e)$

Bauteiltemperatur wenn die Innentemperatur die Mindest-Sollinnentemperatur erreicht hat:

$$\theta_{csb} = \theta_e + \zeta (\theta_{isb} - \theta_e)$$

höchst mögliche Innen- und Bauteiltemperatur:

$$\theta_{ipp} = \theta_e + \frac{\phi_{pp}}{H_{sb}}$$

$$\theta_{cpp} = \theta_e + \zeta (\theta_{ipp} - \theta_e) \quad \text{mit } \phi_{pp} = 1.5 (H_T + H_{V,n=0.5}) 31K$$

$$\text{mit } \Phi_{pp} = 1.5 (H_T + H_{V,n=0.5}) \cdot 31K$$

niedrigste Innentemperatur die erreicht werden kann:

$$\text{falls Regelphase nicht erreicht wird: } \theta_{inh} = \theta_e$$

$$\text{falls Regelphase vorhanden: } \theta_{inh} = \theta_e + \frac{\phi_{rp}}{H_{sb}}$$

mit  $\phi_{rp}$  = reduzierte Leistung während der Regelphase

$$\text{niedrigste Bauteilinnentemperatur: } \theta_{cnh} = \theta_e + \zeta (\theta_{inh} - \theta_e)$$

Zeit in der nicht geheizt wird:  $t_{nh} = t_u$

$$\text{Innentemperatur am Ende der Nichtheizphase: } \theta_{i1} = \theta_{inh} + \zeta (\theta_{co} - \theta_{cnh}) \exp\left(-\frac{t_{nh}}{\tau_P}\right)$$

Falls keine Regelphase vorhanden d.h.  $\theta_{isb} < \theta_{i1}$ :

$$\text{falls } t_{nh} = 0: \theta_{c1} = \theta_{c0} \quad \text{andernfalls: } \theta_{c1} = \theta_{cnh} + \left( \frac{\theta_{i1} - \theta_{inh}}{\xi} \right)$$

Bauteiltemperatur am Ende der Abschaltphase ohne Regelbetrieb:  $\theta_{c2} = \theta_{c1}$  mit  $t_{sb} = 0$

$$\text{Falls Regelphase vorhanden: } t_{nh} = \tau_P \cdot \max \left[ 0; \ln \left( \frac{\xi (\theta_{co} - \theta_{cnh})}{\theta_{isb} - \theta_{inh}} \right) \right]$$

$$\text{falls } t_{nh} = 0: \theta_{c1} = \theta_{c0} \quad \text{andernfalls: } \theta_{c1} = \theta_{cnh} + \frac{\theta_{isb} - \theta_{inh}}{\xi}$$

Zeit der Regelphase:  $t_{sb} = t_u - t_{nh}$

Bauteiltemperatur am Ende der Regelphase:

$$\text{falls } t_{bh} < 0: \theta_{c2} = \theta_{c1} \quad \text{andernfalls: } \theta_{c2} = \theta_{csb} + (\theta_{c1} - \theta_{csb}) \exp\left(-\frac{t_{sb}}{\tau_T}\right)$$

Berechnung der Zeit für die Aufheizphase:  $t_{bh} = \max \left[ 0; \tau_P \cdot \ln \left( \frac{\xi (\theta_{cpp} - \theta_{c2})}{\theta_{ipp} - \theta_{i0}} \right) \right]$

Berechnung der Bauteiltemperatur am Ende der Aufheizphase:

falls  $t_{bh} = 0$ :  $\theta_{c3} = \theta_{c2}$  andernfalls:  $\theta_{c3} = \theta_{cpp} + \frac{\theta_{i0} - \theta_{ipp}}{\xi}$

Reduzierung des Wärmeverlustes:

$$\Delta Q_i = H_{sb} \left[ (\theta_{i0} - \theta_{inh}) t_{nh} + (\theta_{i0} - \theta_{isb}) t_{sb} + (\theta_{i0} - \theta_{ipp}) t_{bh} \right] - C_{wirk3cm} \cdot \xi (\theta_{c0} - \theta_{c1} + \theta_{c2} - \theta_{c3})$$

Wärmeverlust bei Berücksichtigung der Nachtabstaltung (Heizunterbrechung)

$$Q_i = H_{sp} (\theta_{i0} - \theta_{inh}) (t_{i=24h} - t_{u,i}) + H_{sb} (\theta_{i0} - \theta_e) t_{u,i} - \Delta Q_i$$

<u>Zeichen:</u>	<u>Bezeichnung:</u>
$\theta_e$	Außentemperatur
$\theta_c$	Temperatur der Innenbauteile
$\theta_i$	Innentemperatur

<u>Einheit:</u>
[°C]
[°C]
[°C]