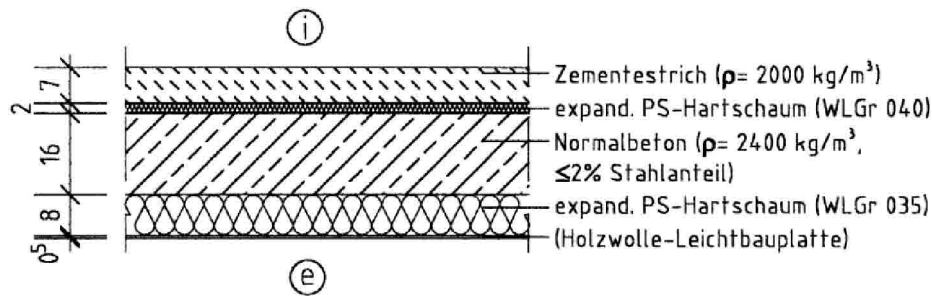


zu 6.1–6.4 Beispielaufgaben

Beispiel 1:

U-Wert-Berechnung und Nachweis des Mindestwärmeschutzes für eine Massivdecke über einem unbeheizten Kellergeschoss

1 Aufbau des Bauteils



2 Wärmedurchgangswiderstände und Wärmedurchgangskoeffizient

Schicht Nr.	Bauteilaufbau (von innen nach außen)	d in m	Dichte ρ in kg/m^3	Wärmeleitfähigkeit λ in W/mK	Wärmedurchlasswiderstand $R = d/\lambda$ in $\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$
1	Zement-Estrich	0,0700	2000	1,400	0,050
2	EPS	0,0200	30	0,040	0,500
3	Beton, armiert ($\leq 2\%$ Stahl)	0,1600	2400	2,500	0,064
4	EPS	0,0800	20	0,035	2,286
5	(Holzwolle-Leichtbauplatte vernachlässigt)				
Wärmedurchlasswiderstand vorh $R = \sum(d/\lambda)$					2,900
Wärmeübergangswiderstand innen R_{si}					0,17
Wärmeübergangswiderstand außen R_{se}					0,17
Wärmedurchgangswiderstand vorh $R_T = R_{si} + \text{vorh } R + R_{se}$					3,240
Wärmedurchgangskoeffizient vorh $U = 1/\text{vorh } R_T$ in $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$					0,309

3 Flächenbezogene Masse (nur bei Außenwänden, Dächern und Decken unter nicht ausgebauten Dachräumen)

Entfällt, da keine Außenwand, kein Dach und keine Decke unter nicht ausgebauten Dachräumen vorhanden ist.

4 Nachweis des Mindestwärmeschutzes

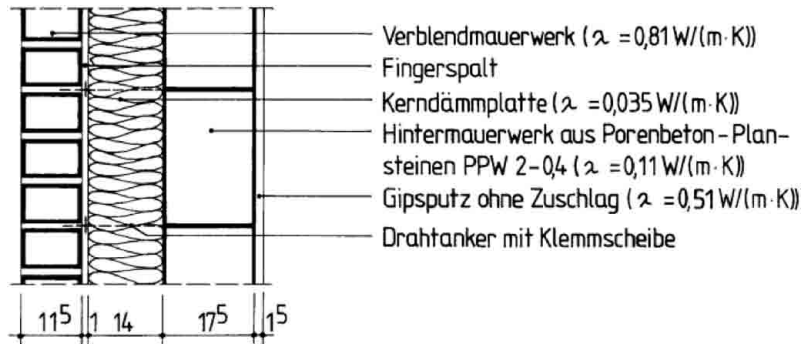
$$\text{vorh } R = 2,90 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W} \geq 0,9 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$$

Das untersuchte Bauteil erfüllt damit die Anforderungen des Mindestwärmeschutzes nach DIN 4108-2: 2003-07, Tabelle 3.

Beispiel 2:

U-Wert-Berechnung und Nachweis des Mindestwärmeschutzes für eine Außenwand aus zweischaligem Mauerwerk mit Kerndämmung

1 Aufbau des Bauteils



Außenwand aus zweischaligem Mauerwerk mit Kerndämmung, es sind 7 Drahtanker $\varnothing 4 \text{ mm}$ pro m^2 aus nichtrostendem Stahl vorgesehen.

Hinweis: Reine Entwässerungsöffnungen in Form offener Stoßfugen sind bei zweischaligem Mauerwerk mit Kerndämmung nicht als Lüftungsöffnungen anzusehen, d. h., hier liegt eine *ruhende* Luftschicht vor.

2 Wärmedurchgangswiderstände und Wärmedurchgangskoeffizient

Schicht Nr.	Bauteilaufbau (von innen nach außen)	d in m	ρ in kg/m^3	Wärmeleitfähigkeit λ in W/mK	Wärmedurchlasswiderstand $R = d/\lambda$ in $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$
1	Gipsputz ohne Zuschlag	0,0150	1200	0,510	0,029
2	PPW 2-0,4	0,1750	400	0,110	1,591
3	Kerndämmplatte	0,1400		0,035	4,000
4	ruhende Luft	0,0100		0,067	0,150
5	Verblendmauerwerk	0,1150	1800	0,810	0,142
Wärmedurchlasswiderstand vorh $R = \sum(d/\lambda)$					5,912
Wärmeübergangswiderstand innen R_{si}					0,13
Wärmeübergangswiderstand außen R_{se}					0,04
Wärmedurchgangswiderstand vorh $R_T = R_{si} + \text{vorh } R + R_{se}$					6,082
Wärmedurchgangskoeffizient vorh $U = 1/\text{vorh } R_T$ in $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$					0,164

3 Flächenbezogene Masse (nur bei Außenwänden, Dächern und Decken unter nicht ausgebauten Dachräumen)

$$\text{vorh } m' = \sum(d \cdot \rho) = 295,000 \text{ kg}/\text{m}^2 \geq 100 \text{ kg}/\text{m}^2$$

Damit liegt ein *schweres* Bauteil vor.

4 Nachweis des Mindestwärmeschutzes

$$\text{vorh } R = 5,91 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W} \geq 1,2 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$$

Das untersuchte Bauteil erfüllt damit die Anforderungen des Mindestwärmeschutzes nach DIN 4108-2: 2003-07, Tabelle 3.

Korrektur für mechanische Befestigungsteile nach Gl. (6.17):

Mit

$$A_f = 3,141 \cdot 0,004^2 / 4 = 0,000\,012\,6 \text{ m}^2$$

wird

$$\Delta U_f = 6 \cdot 17 \cdot 7 \cdot 0,000\,012\,6 = 0,009\,00 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

damit

$$\Delta U_f / U = 0,009 / 0,164 = 0,055 = 5,5 \% > 3 \%$$

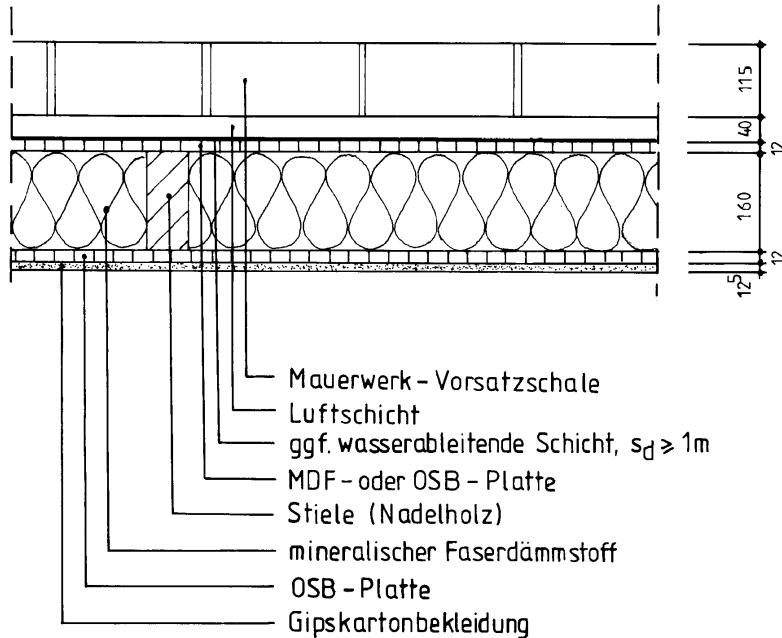
d. h., es wird eine Korrektur von U erforderlich auf

$$\text{korr } U = U + \Delta U_f = 0,164 + 0,009 = 0,173 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

Beispiel 3:

U-Wert-Berechnung und Nachweis des Mindestwärmeschutzes für eine Außenwand in Holzrahmenbauweise mit Mauerwerk-Vorsatzschale

1 Aufbau des Bauteils



Außenwand in Holzrahmenbauweise mit Mauerwerk-Vorsatzschale, Rastermaß (Stielabstand) 62,5 cm.

Hinweis: Drahtanker zwischen Mauerwerk und Holz dürfen vernachlässigt werden (siehe EN ISO 6946 Anhang D.3).

2 Teilflächen (Flächenanteile der Abschnitte a und b)

Abschnitt a (Sparren/Stiel): Breite 6 cm

Abschnitt b (Gefach): Breite 56,5 cm

$$f_a = a / (a + b) = 0,096$$

$$f_b = b / (a + b) = 0,904$$

3 Wärmedurchgangswiderstände der Abschnitte a und b

Schicht Nr.	Bauteilaufbau (von innen nach außen)	d in m	Dichte ρ in kg/m ³	Wärmeleitfähigkeit λ in W/mK	Wärmedurchlasswiderstand $R_a = d/\lambda$ in m ² · K/W	Wärmedurchlasswiderstand $R_b = d/\lambda$ in m ² · K/W
1	Gipskarton	0,0125	900	0,250	0,050	0,050
2	OSB (nach DIN EN 12 524)	0,0120	650	0,130	0,092	0,092
3	MDF (WP50 nach Z-9.1-442)	0,0120	500	0,090	0,133	0,133
4	(Verblendschale stark belüftet)					
k_{1a}	Konstruktionsholz	0,1600	500	0,130	1,231	
k_{1b}	Mineralwolle	0,1600		0,035		4,571
Wärmedurchlasswiderstand vorh $R_{a,b} = \sum(d/\lambda)$					1,506	4,846
Wärmeübergangswiderstand innen R_{si}					0,13	0,13
Wärmeübergangswiderstand außen R_{se}					0,13	0,13
Wärmedurchgangswiderstand vorh $R_{T,a,b} = R_{si} + \text{vorh } R_{a,b} + R_{se}$					1,766	5,106

4 Oberer Grenzwert des Wärmedurchgangswiderstandes R'_T

$$1/R'_T = f_a/R_{ta} + f_b/R_{tb} = 0,231 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

$$R'_T = 1/(1/R'_T) = 4,329 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$$

5 Wärmedurchlasswiderstand R_{k1} der thermisch inhomogenen Schicht k_1

$$1/R_{k1} = f_a/R_{a,k1} + f_b/R_{b,k1} = 0,276 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

$$R_{k1} = 1/(1/R_{k1}) = 3,623 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$$

6 Unterer Grenzwert des Wärmedurchgangswiderstandes R''_T

$$R''_T = R_{si} + d_1/\lambda_1 + \dots + \sum(R_k) + R_{se} = 4,162 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$$

7 Wärmedurchgangswiderstand R_T und Wärmedurchgangskoeffizient U

$$R_T = (R'_T + R''_T)/2 = 4,242 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$$

$$U = 1/R_T = 0,236 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

$$\mathbf{U = 0,24 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})}$$

8 Flächenbezogene Masse (nur bei Außenwänden, Dächern und Decken unter nicht ausgebauten Dachräumen)

$$\text{vorh } m' = \sum(d \cdot \rho) = 32,7 \text{ kg}/\text{m}^2 \geq 100 \text{ kg}/\text{m}^2$$

Damit liegt ein *leichtes* Bauteil vor.

9 Nachweis des Mindestwärmeschutzes

$$\text{vorh } R = 3,98 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W} \geq 1,00 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$$

Bei leichten Bauteilen zusätzlich im Gefach:

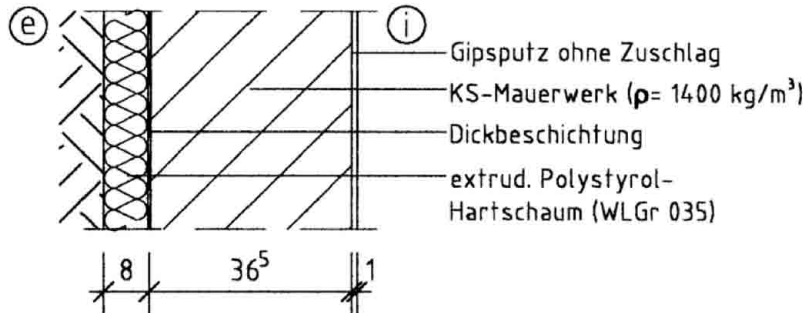
$$\text{vorh } R_b = 4,85 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W} \geq 1,75 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$$

Das untersuchte Bauteil erfüllt damit die Anforderungen des Mindestwärmeschutzes nach DIN 4108-2: 2003-07, Tabelle 3.

Beispiel 4:

U-Wert-Berechnung und Nachweis des Mindestwärmeschutzes für eine gemauerte Außenwand eines beheizten Kellers

1 Aufbau des Bauteils



2 Wärmedurchgangswiderstände und Wärmedurchgangskoeffizient

Schicht Nr.	Bauteilaufbau (von innen nach außen)	d in m	Dichte ρ in kg/m ³	Wärmeleitfähigkeit λ in W/mK	Wärmedurchlasswiderstand $R = d/\lambda$ in m ² · K/W
1	Gipsputz ohne Zuschlag	0,0100	1200	0,510	0,020
2	Kalksandstein-Mauerwerk	0,3650	1400	0,700	0,521
3	XPS	0,0800	20	0,035	2,286
4	(Dickbeschichtung = KMB vernachlässigt)				
Wärmedurchlasswiderstand vorh $R = \sum(d/\lambda)$					2,827
Wärmeübergangswiderstand innen R_{si}					0,13
Wärmeübergangswiderstand außen R_{se}					0,00
Wärmedurchgangswiderstand vorh $R_T = R_{si} + \text{vorh } R + R_{se}$					2,957
Wärmedurchgangskoeffizient vorh $U = 1/\text{vorh } R_T$ in W/(m² · K)					0,338

3 Flächenbezogene Masse (nur bei Außenwänden, Dächern und Decken unter nicht ausgebauten Dachräumen)

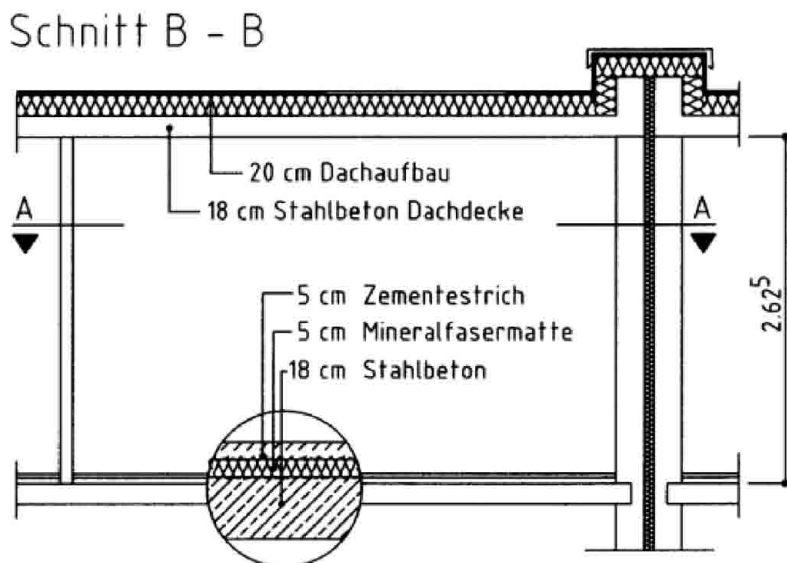
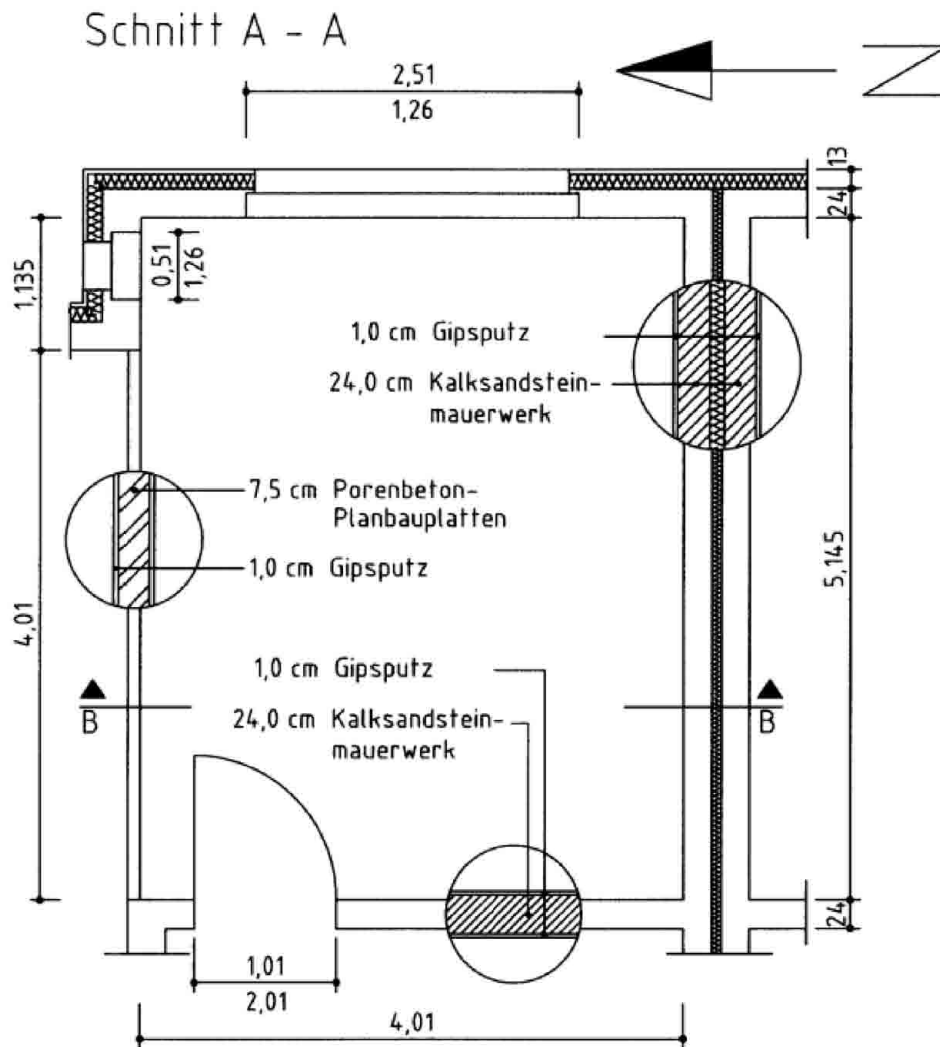
Entfällt, da keine Außenwand, kein Dach und keine Decke unter nicht ausgebauten Dachräumen vorhanden ist.

4 Nachweis des Mindestwärmeschutzes

$$\text{vorh } R = 2,83 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W} \geq 1,2 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$$

Das untersuchte Bauteil erfüllt damit die Anforderungen des Mindestwärmeschutzes nach DIN 4108-2: 2003-07, Tabelle 3.

Beispiel 5:
Vereinfachter Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes



1 Aufgabe

Für den im Bild dargestellten Raum ist der vereinfachte Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes nach DIN 4108-2 zu führen.

Bei dem nachzuweisenden Raum handle es sich

- um einen (nicht klimatisierten) Wohnraum in einem Mehrfamilienhaus
- in einem Gebäude in Massivbauart
- in Hamburg
- mit Wärmeschutzverglasung 4/16/4 ($g = g_0 = 0,58$) in den Fenstern,
- vor denen kein Sonnenschutz vorgesehen ist.

2 Geometrie

		$b \cdot$ in m	$h, l +$ in m	$b \cdot$ in m	h, l in m	=	A in m ²
Fensterfläche:	$A_{w1} =$	2,510	1,260			=	3,163
	$A_{w2} =$	0,510	1,260			=	0,643
						$\sum A_w =$	3,806
Außenwandfläche:	$A_{AW} =$	4,620	3,005	1,135	3,005	$-\sum A_w =$	13,489
Dachfläche:	$A_D =$	4,620	1,135	4,288	4,500	=	24,537
Grundfläche:	$A_G =$	3,990	5,125			=	20,449

Grundflächenbezogener Fensterflächenanteil

$$f_{AG} = \sum A_w / A_G = 0,1861 = 18,61 \% > 10 \%$$

d. h., Nachweis erforderlich.

3 Zulässiger Höchstwert des Sonneneintragskennwerts

Berechnung der wirksamen Wärmespeicherfähigkeit

Bauteilschicht	A m ²	d m	$\lambda_{D\ddot{a}}$ W/(m·K)	$d_{D\ddot{a}}/\lambda_{D\ddot{a}}$ m ² ·K/W	c_p W·h/(kg·K)	ρ kg/m ³	$c \cdot \rho \cdot d \cdot A$ W·h/K
Dachdecke: – Normalbeton	24,54 (s. o.)	0,10	–	–	1000/3600	2400	1636
Fußboden: – Estrich – Dämmung	20,45 (s. o.)	0,05 0,05	– 0,040 < 0,1	– 1,25 \geq 0,25	1000/3600	2000	568
Außenwand: – Gipsputz – KS-Mauerwerk	13,49 (s. o.)	0,01 0,09	– –	– –	1000/3600 1000/3600	1200 1200	45 405
Gebäudetrennwand: – Gipsputz – KS-Mauerwerk	5,125 · 2,525 = 12,94	0,01 0,09	– –	– –	1000/3600 1000/3600	1200 1200	43 388
schwere Innenwand: – Gipsputz – KS-Mauerwerk	3,99 · 2,525 – 2,01 · 1,01 = 8,04	0,01 0,09	– –	– –	1000/3600 1000/3600	1200 1200	27 241
leichte Trennwand: – Gipsputz – KS-Mauerwerk	4,00 · 2,525 = 10,10	0,01 0,038	– 0,16 \geq 0,1	– –	1000/3600 1000/3600	1200 500	34 53
$C_{\text{wirk}} =$							3440

Grundflächenbezogene wirksame Wärmespeicherfähigkeit $C_{\text{wirk}}/A_G = 168,19$, d. h. *schwere* Bauart.

4 Zulässiger Höchstwert des Sonneneintragskoeffizienten

Klimaregion:

$$S_{x1} = 0,030$$

$$f_{\text{gew}} = (3,805 + 0,3 \cdot 13,489 + 0,1 \cdot 24,537)/20,449 = 0,504$$

schwere Bauart:

$$S_{x2} = 0,115 \cdot 0,504 = 0,058$$

erhöhte Nachtlüftung:

$$S_{x3} = 0,030$$

Sonnenschutzverglasung mit $g < 0,4$:

$$S_{x4} = 0,00$$

$$f_{\text{neig}} = 0,00/20,449 = 0,00$$

geneigte Fensterausrichtung:

$$S_{x5} = -0,120 \cdot 0,00 = 0,00$$

$$f_{\text{nord}} = 0,643/3,805 = 0,169$$

nordorientierte Fenster:

$$S_{x6} = 0,100 \cdot 0,169 = 0,017$$

$$S_{\text{max}} = \sum S_{xi} = \mathbf{0,135}$$

5 Max. Abminderungsfaktor für die Sonnenschutzvorrichtung

Bemessungswert des Gesamtenergiedurchlassgrads der Verglasung

$$g = g_0 \cdot c = 0,58 \cdot 1,00 = 0,58$$

g_0, c siehe Erläuterungen zu Gl. (6.19)

d. h.

$$\max F_C = A_G \cdot \sum S_x / (g \cdot \sum A_w) = 1,249$$

Mit $\max F_C = 1,249 > 1,00$ ist keine Sonnenschutzvorrichtung erforderlich.

ENERGIEAUSWEIS

für Wohngebäude
gemäß den §§ 16 ff. Energieeinsparverordnung (EnEV)

Gültig bis: 15.01.2023

1

Gebäude

Gebäudetyp	Wohngebäude (Nachweis eines Reihendhauses gem. EnEV 2009)		
Adresse	Beispielstraße 1, 21614 Buxtehude		
Gebäudeteil			
Baujahr Gebäude	2013	Gebäudefoto (freiwillig)	
Baujahr Anlagentechnik ¹⁾	2013		
Anzahl Wohnungen	1		
Gebäudenutzfläche (A _N)	121 m ²		
Erneuerbare Energien	Beheizung mit Holzpellets		
Lüftung			
Anlass der Ausstellung des Energieausweises	<input checked="" type="checkbox"/> Neubau <input type="checkbox"/> Vermietung/Verkauf	<input type="checkbox"/> Modernisierung (Änderung/Erweiterung)	<input type="checkbox"/> Sonstiges (freiwillig)

Hinweise zu den Angaben über die energetische Qualität des Gebäudes

Die energetische Qualität eines Gebäudes kann durch die Berechnung des **Energiebedarfs** unter standardisierten Randbedingungen oder durch die Auswertung des **Energieverbrauchs** ermittelt werden. Als Bezugsfläche dient die energetische Gebäudenutzfläche nach der EnEV, die sich in der Regel von den allgemeinen Wohnflächenangaben unterscheidet. Die angegebenen Vergleichswerte sollen überschlägige Vergleiche ermöglichen (**Erläuterungen** – siehe Seite 4).

- Der Energieausweis wurde auf der Grundlage von Berechnungen des **Energiebedarfs** erstellt. Die Ergebnisse sind auf Seite 2 dargestellt. Zusätzliche Informationen zum Verbrauch sind freiwillig.
- Der Energieausweis wurde auf der Grundlage von Auswertungen des **Energieverbrauchs** erstellt. Die Ergebnisse sind auf Seite 3 dargestellt.
- Datenerhebung Bedarf/Verbrauch durch: Eigentümer Aussteller
- Dem Energieausweis sind zusätzliche Informationen zur energetischen Qualität beigelegt (freiwillige Angabe).

Hinweise zur Verwendung des Energieausweises

Der Energieausweis dient lediglich der Information. Die Angaben im Energieausweis beziehen sich auf das gesamte Wohngebäude oder den oben bezeichneten Gebäudeteil. Der Energieausweis ist lediglich dafür gedacht, einen überschlägigen Vergleich von Gebäuden zu ermöglichen.

Aussteller

Prof. Dr.-Ing. Helmut Marquardt
hochschule 21
Harburger Str. 6
21614 Buxtehude

16.01.2013

Datum

Unterschrift des Ausstellers

¹⁾ Mehrfachangaben möglich

ENERGIEAUSWEIS für Wohngebäude

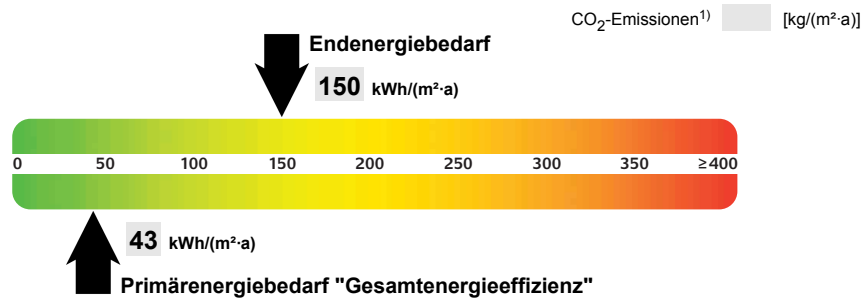
gemäß den §§ 16 ff. Energieeinsparverordnung (EnEV)

Berechneter Energiebedarf des Gebäudes

Beispielstraße 1, 21614 Buxtehude

2

Energiebedarf



Anforderungen gemäß EnEV²⁾

Primärenergiebedarf

Ist-Wert 43 kWh/(m²·a) Anforderungswert 84 kWh/(m²·a)

Energetische Qualität der Gebäudehülle H_T

Ist-Wert 0,43 W/(m²·K) Anforderungswert 0,45 W/(m²·K)

Sommerlicher Wärmeschutz (bei Neubau) eingehalten

Für Energiebedarfsberechnungen

verwendetes Verfahren

Verfahren nach DIN V 4108-6 und DIN V 4701-10

Verfahren nach DIN V 18599

Vereinfachungen nach § 9 Abs. 2 EnEV

Endenergiebedarf

Energieträger	Jährlicher Endenergiebedarf in kWh/(m ² ·a) für			Gesamt in kWh/(m ² ·a)
	Heizung	Warmwasser	Hilfsgeräte ⁴⁾	
Holz-Pellets	102,6	41,9		144,5
Strommix	4,1	1,4		5,5

Ersatzmaßnahmen³⁾

Anforderungen nach § 7 Nr. 2 EEWärmeG

Die um 15% verschärften Anforderungswerte sind eingehalten.

Anforderungen nach § 7 Nr. 2 i. V. m. § 8 EEWärmeG

Die Anforderungswerte der EnEV sind um % verschärft.

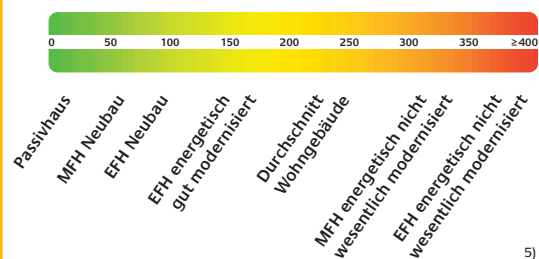
Primärenergiebedarf

Verschärfter Anforderungswert: kWh/(m²·a)

Transmissionswärmeverlust H_T

Verschärfter Anforderungswert: W/(m²·K)

Vergleichswerte Endenergiebedarf



Erläuterungen zum Berechnungsverfahren

Die Energieeinsparverordnung lässt für die Berechnung des Energiebedarfs zwei alternative Berechnungsverfahren zu, die im Einzelfall zu unterschiedlichen Ergebnissen führen können. Insbesondere wegen standardisierter Randbedingungen erlauben die angegebenen Werte keine Rückschlüsse auf den tatsächlichen Energieverbrauch. Die ausgewiesenen Bedarfswerte sind spezifische Werte nach der EnEV pro Quadratmeter Gebäudenutzfläche (A_N).

1) Freiwillige Angabe 2) bei Neubau sowie bei Modernisierung im Fall des § 16 Abs. 1 Satz 2 EnEV 3) nur bei Neubau im Falle der Anwendung von § 7 Nr. 2 Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz 4) Ggf. einschließlich Kühlung 5) EFH: Einfamilienhäuser, MFH: Mehrfamilienhäuser

ENERGIEAUSWEIS für Wohngebäude

gemäß den §§ 16 ff. Energieeinsparverordnung (EnEV)

Erfasster Energieverbrauch des Gebäudes

3

Energieverbrauchskennwert



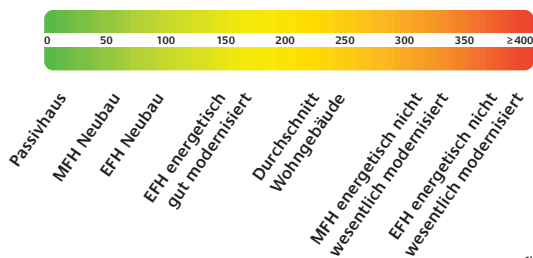
Energieverbrauch für Warmwasser: enthalten nicht enthalten

Das Gebäude wird auch gekühlt; der typische Energieverbrauch für Kühlung beträgt bei zeitgemäßen Geräten etwa 6 kWh je m² Gebäudenutzfläche und Jahr und ist im Energieverbrauchskennwert nicht enthalten.

Verbrauchserfassung – Heizung und Warmwasser

Energieträger	Zeitraum		Energieverbrauch [kWh]	Anteil Warmwasser [kWh]	Klimafaktor	Energieverbrauchskennwert in kWh/(m ² ·a) (zeitlich bereinigt, klimabereinigt)		
	von	bis				Heizung	Warmwasser	Kennwert
Durchschnitt								

Vergleichswerte Endenergiebedarf



Die modellhaft ermittelten Vergleichswerte beziehen sich auf Gebäude, in denen die Wärme für Heizung und Warmwasser durch Heizkessel im Gebäude bereitgestellt wird.

Soll ein Energieverbrauchskennwert verglichen werden, der keinen Warmwasseranteil enthält, ist zu beachten, dass auf die Warmwasserbereitung je nach Gebäudegröße 20–40 kWh/(m²·a) entfallen können.

Soll ein Energieverbrauchskennwert eines mit Fern- oder Nahwärme beheizten Gebäudes verglichen werden, ist zu beachten, dass hier normalerweise ein um 15–30% geringerer Energieverbrauch als bei vergleichbaren Gebäuden mit Kesselheizung zu erwarten ist.

Erläuterungen zum Verfahren

Das Verfahren zur Ermittlung von Energieverbrauchskennwerten ist durch die Energieeinsparverordnung vorgegeben. Die Werte sind spezifische Werte pro Quadratmeter Gebäudenutzfläche (A_N) nach Energieeinsparverordnung. Der tatsächliche Verbrauch einer Wohnung oder eines Gebäudes weicht insbesondere wegen des Witterungseinflusses und sich ändernden Nutzerverhaltens vom angegebenen Energieverbrauchskennwert ab.

1) EFH: Einfamilienhäuser, MFH: Mehrfamilienhäuser

ENERGIEAUSWEIS für Wohngebäude

gemäß den §§ 16 ff. Energieeinsparverordnung (EnEV)

Erläuterungen

4

Energiebedarf – Seite 2

Der Energiebedarf wird in diesem Energieausweis durch den Jahres-Primärenergiebedarf und den Endenergiebedarf dargestellt. Diese Angaben werden rechnerisch ermittelt. Die angegebenen Werte werden auf der Grundlage der Bauunterlagen bzw. gebäudebezogener Daten und unter Annahme von standardisierten Randbedingungen (z. B. standardisierte Klimadaten, definiertes Nutzerverhalten, standardisierte Innentemperatur und innere Wärmegevinne usw.) berechnet. So lässt sich die energetische Qualität des Gebäudes unabhängig vom Nutzerverhalten und der Wetterlage beurteilen. Insbesondere wegen standardisierter Randbedingungen erlauben die angegebenen Werte keine Rückschlüsse auf den tatsächlichen Energieverbrauch.

Primärenergiebedarf – Seite 2

Der Primärenergiebedarf bildet die Gesamtenergieeffizienz eines Gebäudes ab. Er berücksichtigt neben der Endenergie auch die so genannte „Vorkette“ (Erkundung, Gewinnung, Verteilung, Umwandlung) der jeweils eingesetzten Energieträger (z. B. Heizöl, Gas, Strom, erneuerbare Energien etc.). Kleine Werte signalisieren einen geringen Bedarf und damit eine hohe Energieeffizienz und eine die Ressourcen und die Umwelt schonende Energienutzung. Zusätzlich können die mit dem Energiebedarf verbundenen CO₂-Emissionen des Gebäudes freiwillig angegeben werden.

Energetische Qualität der Gebäudehülle – Seite 2

Angaben ist der spezifische, auf die wärmeübertragende Umfassungsfläche bezogene Transmissionswärmeverlust (Formelzeichen in der EnEV H'_{tr}). Er ist ein Maß für die durchschnittliche energetische Qualität aller wärmeübertragenden Umfassungsflächen (Außenwände, Decken, Fenster etc.) eines Gebäudes. Kleine Werte signalisieren einen guten baulichen Wärmeschutz. Außerdem stellt die EnEV Anforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz (Schutz vor Überhitzung) eines Gebäudes.

Endenergiebedarf – Seite 2

Der Endenergiebedarf gibt die nach technischen Regeln berechnete, jährlich benötigte Energiemenge für Heizung, Lüftung und Warmwasserbereitung an. Er wird unter Standardklima- und Standardnutzungsbedingungen errechnet und ist ein Maß für die Energieeffizienz eines Gebäudes und seiner Anlagentechnik. Der Endenergiebedarf ist die Energiemenge, die dem Gebäude bei standardisierten Bedingungen unter Berücksichtigung der Energieverluste zugeführt werden muss, damit die standardisierte Innentemperatur, der Warmwasserbedarf und die notwendige Lüftung sichergestellt werden können. Kleine Werte signalisieren einen geringen Bedarf und damit eine hohe Energieeffizienz. Die Vergleichswerte für den Energiebedarf sind modellhaft ermittelte Werte und sollen Anhaltspunkte für grobe Vergleiche der Werte dieses Gebäudes mit den Vergleichswerten ermöglichen. Es sind ungefähre Bereiche angegeben, in denen die Werte für die einzelnen Vergleichskategorien liegen. Im Einzelfall können diese Werte auch außerhalb der angegebenen Bereiche liegen.

Energieverbrauchskennwert – Seite 3

Der ausgewiesene Energieverbrauchskennwert wird für das Gebäude auf der Basis der Abrechnung von Heiz- und ggf. Warmwasserkosten nach der Heizkostenverordnung und/oder auf Grund anderer geeigneter Verbrauchsdaten ermittelt. Dabei werden die Energieverbrauchsdaten des gesamten Gebäudes und nicht der einzelnen Wohn- oder Nuteinheiten zugrunde gelegt. Über Klimafaktoren wird der erfasste Energieverbrauch für die Heizung hinsichtlich der konkreten örtlichen Wetterdaten auf einen deutschlandweiten Mittelwert umgerechnet. So führen beispielsweise hohe Verbräuche in einem einzelnen harten Winter nicht zu einer schlechteren Beurteilung des Gebäudes. Der Energieverbrauchskennwert gibt Hinweise auf die energetische Qualität des Gebäudes und seiner Heizungsanlage. Kleine Werte signalisieren einen geringen Verbrauch. Ein Rückschluss auf den künftig zu erwartenden Verbrauch ist jedoch nicht möglich; insbesondere können die Verbrauchsdaten einzelner Wohneinheiten stark differieren, weil sie von deren Lage im Gebäude, von der jeweiligen Nutzung und vom individuellen Verhalten abhängen.

Gemischt genutzte Gebäude

Für Energieausweise bei gemischt genutzten Gebäuden enthält die Energieeinsparverordnung besondere Vorgaben. Danach sind – je nach Fallgestaltung – entweder ein gemeinsamer Energieausweis für alle Nutzungen oder zwei getrennte Energieausweise für Wohnungen und die übrigen Nutzungen auszustellen; dies ist auf Seite 1 der Ausweise erkennbar (ggf. Angabe „Gebäudeteil“).

Modernisierungsempfehlungen zum Energieausweis

gemäß § 20 Energieeinsparverordnung (EnEV)

Gebäude

Adresse/ Gebäudeteil	Beispielstraße 1, 21614 Buxtehude	Hauptnutzung/ Gebäudekategorie	Wohngebäude (Reihenendhaus)
-------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------	--------------------------------

Empfehlungen zur kostengünstigen Modernisierung

Maßnahmen zur kostengünstigen Verbesserung der Energieeffizienz	<input type="checkbox"/> sind möglich <input checked="" type="checkbox"/> sind nicht möglich
--	---

Empfohlene Modernisierungsmaßnahmen		
Nr.	Bau- oder Anlagenteile	Maßnahmenbeschreibung

Weitere Empfehlungen auf gesondertem Blatt

Hinweis: Modernisierungsempfehlungen für das Gebäude dienen lediglich der Information.
Sie sind nur kurz gefasste Hinweise und kein Ersatz für eine Energieberatung.

Beispielhafter Variantenvergleich (Angaben freiwillig)

	Ist-Zustand	Modernisierungsvariante 1	Modernisierungsvariante 2
Modernisierung gemäß Nummern:	 		
Primärenergiebedarf [kWh/(m ² ·a)]	43		
Einsparung gegenüber Ist-Zustand [%]	 		
Endenergiebedarf [kWh/(m ² ·a)]	150		
Einsparung gegenüber Ist-Zustand [%]	 		
CO ₂ -Emissionen [kg/(m ² ·a)]			
Einsparung gegenüber Ist-Zustand [%]	 		

Aussteller

Prof. Dr.-Ing. Helmut Marquardt
hochschule 21
Harburger Str. 6
21614 Buxtehude

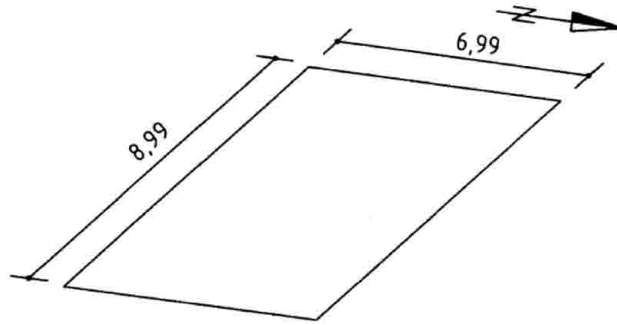
16.01.2013

Datum

Unterschrift des Ausstellers

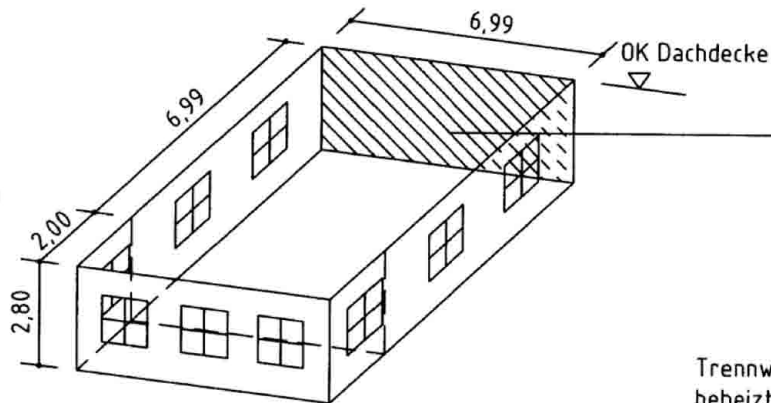
Beispiel 6:
Nachweis eines Reihendhauses gemäß EnEV 2009

Dach:



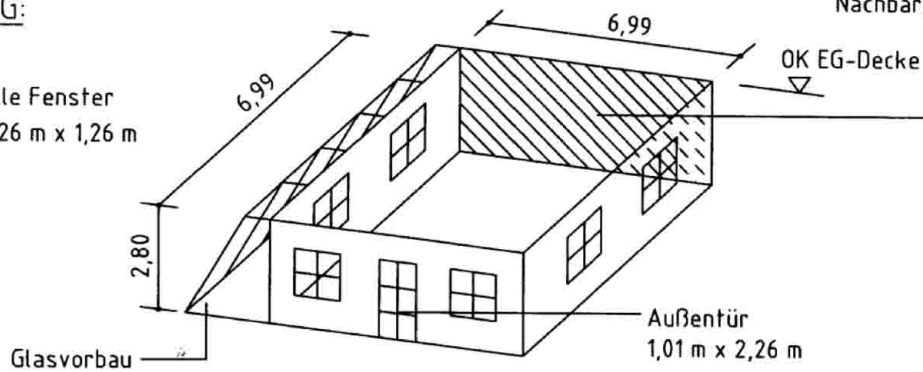
OG:

alle Fenster
 1,26 m x 1,26 m



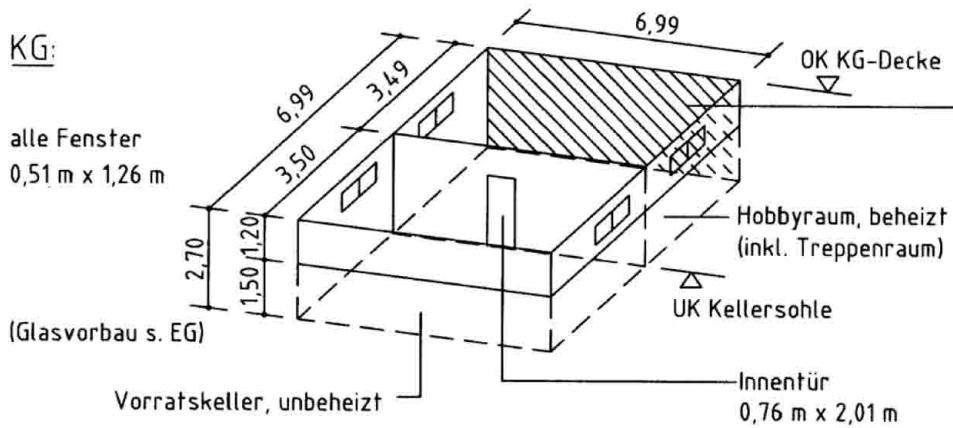
EG:

alle Fenster
 1,26 m x 1,26 m



KG:

alle Fenster
 0,51 m x 1,26 m



1 Aufgabe

Für das dargestellte Reihenendhaus sind die erforderlichen öffentlich-rechtlichen Nachweise gemäß EnEV 2009 mit DIN V 4108-6 und DIN V 4701-10 zu führen.

Bauteile:

- Die Fenster und die Außentür werden angesetzt mit
 - $U_{w,BW} = 1,3 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ und
 - $g = g_0 = 0,60$ nach EN 410;
- die Außenwände bestehen aus zweischaligem Mauerwerk mit $U_{AW} = 0,36 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$,
- die erdberührten Außenwände bestehen aus Mauerwerk mit Perimeterdämmung mit $U_{G1} = 0,34 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$,
- die Kellerdecke zum unbeheizten Keller sei unterseitig gedämmt mit $U_{G2} = 0,31 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$,
- die Kellersohle unter dem beheizten Keller habe $U_{G3} = 0,32 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$,
- die Decke nach unten gegen Außenluft habe $U_{DL} = 0,32 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$,
- das Flachdach sei hochgedämmt mit $U_D = 0,17 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$,
- die Wand zum Raum mit wesentlich niedrigerer Innentemperatur im KG sei ungedämmt mit $U_u = 1,85 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ und
- die Tür in dieser Wand bestehe aus Holz/Holzwerkstoff/Kunststoff.

Der unbeheizte Glasvorbau sei verglast mit einer Wärmeschutzverglasung.

Alle Wärmebrücken sollen DIN 4108 Beiblatt 2 genügen oder als gleichwertig nachgewiesen sein. Es soll eine Luftdichtheitsprüfung durchgeführt werden.

Die Heizungsanlage besteht

- aus einem Biomasse-Wärmeerzeuger (Holzpellettheizung) innerhalb der thermischen Hülle mit direkter und indirekter Wärmeabgabe bei Vor-/Rücklauftemperaturen von $70^\circ\text{C}/55^\circ\text{C}$ ohne Solarunterstützung,
- es wird ein Pufferspeicher vorgesehen, er sei indirekt beheizt und innerhalb der thermischen Hülle aufgestellt;
- die Wärmeverteilung erfolgt innerhalb der thermischen Hülle mit Hilfe einer geregelten Pumpe,
- zur Wärmeübergabe sind Radiatoren mit Thermostatventilen (Proportionalbereich 1 K) vorgesehen.

Die Trinkwassererwärmung

- soll innerhalb der thermischen Hülle zentral durch die Heizanlage erfolgen und mit einer Zirkulationsleitung versehen sein,
- die Trinkwasserspeicherung erfolgt in einem indirekt beheizten Speicher innerhalb der thermischen Hülle.

Eine Lüftungsanlage ist nicht vorgesehen.

2 Nachweis nach EEWärmeG

Die Anforderungen des EEWärmeG mit einem Deckungsanteil von $\geq 50\%$ beim Einsatz von fester Biomasse werden durch die gewählte Holzpellettheizung für Heizung und Trinkwassererwärmung erfüllt.

Wärmeübertragende Umfassungsfläche

Index	<i>n</i>	<i>b</i> in m	<i>h, l</i> in m	<i>A_i</i> in m ²	<i>A_i</i> in m ²
W1,N	5	1,26	1,26	7,94	
	1	1,26	0,51	0,64	8,58
W1,O	5	1,26	1,26	7,94	
	1	1,01	2,26	2,28	10,22
W1,S	3	1,26	1,26	4,76	<u>4,76</u>
					23,56
W2,S	2	1,26	1,26	3,18	
	1	1,26	0,51	0,64	3,82
AW1,N	1	2,80	8,99	25,17	
	1	2,80	6,99	19,57	
	1	1,20	3,49	4,19	
				-8,58	40,35
AW1,O	1	2,80	6,99	19,57	
	1	2,80	6,99	19,57	
				-10,22	28,92
AW1,S	1	2,80	8,99	25,17	
				-4,76	<u>20,41</u>
					89,68
AW2,S	1	2,80	6,99	19,57	
	1	1,20	3,49	4,19	
				-3,82	19,94
D	1	6,99	8,99	62,84	62,84
na1 (T)	1			0,00	0,00
na2	1			0,00	
				0,00	0,00
DL	1	2,00	6,99	13,98	13,98
G1 (AW)	2	1,50	3,49	10,47	10,47
G2 (DE)	1	3,50	6,99	24,47	24,47
G3 (SO)	1	3,49	6,99	24,40	24,40
u1 (T)	1	0,76	2,01	1,53	1,53
u2	1	2,70	6,99	18,87	
				-1,53	<u>17,35</u>

$$A = 292,03$$

Beheiztes Gebäudevolumen

	<i>n</i>	<i>b</i> in m	<i>h, l</i> in m	<i>h, l</i> in m	<i>V_i</i> in m ³
OG	1	6,99	8,99	2,80	175,95
EG	1	6,99	6,99	2,80	136,81
KG	1	6,99	3,49	2,70	65,87

$$V_e = 378,63$$

Gebäudenutzfläche in m²

$$A_N = 0,32 \cdot V_e = 121,16$$

Temperatur-Korrekturfaktoren für unteren Gebäudeabschluss

Bodengrundfläche A_G	in m ²	24,40
Umfang der Bodengrundfläche P	in m	13,97
Kenngröße $B' = A_G / (0,5 \cdot P)$	in m	3,49
Wärmedurchlasswiderstand Bodenplatte R_{bf} bzw. der Kellerwand R_{bw} (der ungünstigere = größere Wert)	in m ² · K/W	2,91

Spezifischer Transmissionswärmeverlust des realen Gebäudes

Index	F_{xi}	U_i	A_i	$F_{xi} \cdot U_i \cdot A_i$
W1	1,0	1,30	23,56	30,63
W2	0,5	1,30	3,82	2,48
AW1	1,0	0,36	89,68	32,29
AW2	0,5	0,36	19,94	3,59
D	1,0	0,14	62,84	8,80
DL	1,0	0,32	13,98	4,47
na1 (T) ¹⁾	0,8	2,90	0,00	0,00
na2	0,8		0,00	0,00
nb1 (T) ¹⁾	0,35	2,90	0,00	0,00
nb2	0,35		0,00	0,00
u1 (T) ¹⁾	0,55	2,90	1,53	2,44
u2	0,55	1,85	17,35	17,65
G1 (AW)	0,60	0,34	10,47	2,14
G2 (DE)	0,55	0,31	24,47	4,17
G3 (SO)	0,45	0,32	24,40	3,51
		ΔU_{WB}	A	$\Delta U_{WB} \cdot A$
Wärmebr.:		0,05	292,03	14,60
H_T	(in W/K) =			126,77
H'_T	(in W/(m ² · K)) =	$H_T / A =$		0,434
$H'_{T,max}$	(in W/(m ² · K)) =	(Wogebäude einseitig angebg.)		0,450

¹⁾ $U_D = 2,9 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ nach DIN V 4108-4: 2007

Damit ist der Nachweis des spezifischen Transmissionswärmeverlustes erfüllt!

Spezifischer Lüftungswärmeverlust des realen Gebäudes

H_V (in W/K) =	$0,34 \cdot n \cdot V =$	(mit Luftdichtheitsprfg.)	58,70
------------------	--------------------------	---------------------------	--------------

($V = 0,76 \cdot V_e$ bei EFH und ZFH ≤ 3 Vollgeschossen,
 $V = 0,80 \cdot V_e$ in allen anderen Fällen)

Spezifischer Transmissionswärmeverlust des Referenzgebäudes

Index	F_{xi}	U_i	A_i	$F_{xi} \cdot U_i \cdot A_i$
W1	1,0	1,30	23,56	30,63
W2	0,5	1,30	3,82	2,48
AW1	1,0	0,28	89,68	25,11
AW2	0,5	0,28	19,94	2,79
D	1,0	0,20	62,84	12,57
DL	1,0	0,28	13,98	3,91
na1 (T)	0,8	1,80	0,00	0,00
na2	0,8		0,00	0,00
nb1 (T)	0,35	1,80	0,00	0,00
nb2	0,35		0,00	0,00
u1 (T)	0,55	0,35	1,53	0,29
u2	0,55	0,35	17,35	3,34
G1 (AW)	0,60	0,35	10,47	2,20
G2 (DE)	0,55	0,35	24,47	4,71
G3 (SO)	0,45	0,35	24,40	3,84
		ΔU_{WB}	A	$\Delta U_{WB} \cdot A$
Wärmebr.:		0,05	292,03	14,60
$H_{T,ref}$	(in W/K) =			106,49
$H'_{T,ref}$	(in W/(m ² · K)) =	$H_{T,ref}/A =$		0,365

Spezifischer Lüftungswärmeverlust des Referenzgebäudes

$H_{V,ref}$ (in W/K) =	$0,34 \cdot n \cdot V =$	(mit Abluftanlage)	53,81
------------------------	--------------------------	--------------------	--------------

($V = 0,76 \cdot V_e$ bei EFH und ZFH ≤ 3 Vollgeschossen,

$V = 0,80 \cdot V_e$ in allen anderen Fällen)

Heizwärmebedarf im JANUAR für das reale Gebäude

JANUAR mit $\theta_{e,M} = -1,3^\circ\text{C}$
 und mit $t_M = 31 \text{ d/Monat}$

Nachtabschaltung

Annahme: *schweres* Gebäude o. w. N.

H_{ic} (in W/K) =	$4 \cdot A_N/R_{si} =$	3728
H_d (in W/K) =	$H_W + H_V$ (aus Tabelle $H_T + H_V$) =	89,34
H_{ce} (in W/K) =	$H_{ic} \cdot (H_T + H_V - H_d)/(H_{ic} - (H_T + H_V - H_d)) =$	98,68
ζ (-) =	$H_{ic}/(H_{ic} + H_{ce}) =$	0,97
ξ (-) =	$H_{ic}/(H_{ic} + H_d) =$	0,98
τ_P (in h) =	$\zeta \cdot C_{\text{wirk,NA}}/(\xi \cdot (H_T + H_V)) =$	37
$\theta_{c0,M}$ (in °C) =	$\theta_{e,M} + \zeta \cdot (\theta_{i0} - \theta_{e,M}) =$	18,5
$\Phi_{pp,M}$ (in W) =	$1,5 \cdot (H_T + H_{V,05}) \cdot 31 \text{ K} =$	8169
$\theta_{ipp,M}$ (in °C) =	$\theta_{e,M} + \Phi_{pp,M}/(H_T + H_V) =$	42,7
$\theta_{cpp,M}$ (in °C) =	$\theta_{e,M} + \zeta \cdot (\theta_{ipp,M} - \theta_{e,M}) =$	41,6
$\theta_{il,M}$ (in °C) =	$\theta_{e,M} + \xi \cdot (\theta_{c0,M} - \theta_{e,M}) \cdot e^{(-t_u/\tau_P)} =$	14,7
$\theta_{c1,M}$ (in °C) =	$\theta_{c2,M} = \theta_{e,M} + (\theta_{il,M} - \theta_{e,M})/\xi =$	15,0
$t_{bh,M}$ (in h) =	$\tau_P \cdot \ln(\xi \cdot (\theta_{cpp,M} - \theta_{c2,M})/(\theta_{ipp,M} - \theta_{i0})) =$	3,3
$\theta_{c3,M}$ (in °C) =	$\theta_{cpp,M} + (\theta_{i0} - \theta_{ipp,M})/\xi =$	17,3
$\Delta Q_{L,M}$ (in kWh) =		130

Wärmeverluste aus Transmission und Lüftung

$Q_{L,M}$ (in kWh) =	$0,024 \cdot (H_T + H_V) \cdot (\theta_i - \theta_{e,M}) \cdot t_M - \Delta Q_{L,M} =$	2671
----------------------	--	-------------

Solare Wärmegewinne der transparenten Bauteile

	$I_{s,j,M}$	g_j	A_{sj}	$Q_{s,j,M}$
Nordorient.:	14	0,60	8,58	30
Ostorient.:	25	0,60	10,22	65
Westorient.:	25	0,60	0,00	0
Südorient.:	56	0,60	4,76	<u>68</u>
vorh $Q_{S,M}$ (in kWh) =				163

Interne Wärmegewinne

$Q_{I,M}$ (in kWh) =	$0,024 \cdot q_i \cdot A_N \cdot t_M =$	451
----------------------	---	------------

(mit $A_N = 121,16 \text{ m}^2$)

Ausnutzungsgrad

Annahme: *schweres* Gebäude o. w. N.

τ_M (in h) =	$C_{\text{wirk},\eta}/(H_T + H_V) =$	102
γ_M (-) =	$(Q_{S,M} + Q_{I,M})/Q_{L,M} =$	0,23
a_M (-) =	$a_0 + \tau_M/\tau_0 =$	7,38
η_M (-) =	$(1 - \gamma_M^{a_M})/(1 - \gamma_M^{a_M+1})$ für $\gamma_M \neq 1$	1,00

Heizwärmebedarf

$Q_{h,M}$ (in kWh) =	$Q_{L,M} - \eta_M \cdot (Q_{S,M} + Q_{I,M}) =$	2058
----------------------	--	-------------

Heizwärmebedarf im JANUAR für das Referenzgebäude

Nachtabschaltung

Annahme: *schweres* Gebäude o. w. N.

H_{ic} (in W/K) =	$4 \cdot A_N / R_{si} =$	3728
H_d (in W/K) =	$H_W + H_V$ (aus Tabelle $H_T + H_V$) =	84,44
H_{ce} (in W/K) =	$H_{ic} \cdot (H_T + H_V - H_d) / (H_{ic} - (H_T + H_V - H_d)) =$	77,43
ζ (-) =	$H_{ic} / (H_{ic} + H_{ce}) =$	0,98
ξ (-) =	$H_{ic} / (H_{ic} + H_d) =$	0,98
τ_P (in h) =	$\zeta \cdot C_{\text{wirk,NA}} / (\xi \cdot (H_T + H_V)) =$	43
$\theta_{c0,M}$ (in °C) =	$\theta_{e,M} + \zeta \cdot (\theta_{i0} - \theta_{e,M}) =$	18,6
$\Phi_{pp,M}$ (in W) =	$1,5 \cdot (H_T + H_{V,05}) \cdot 31 \text{ K} =$	7226
$\theta_{ipp,M}$ (in °C) =	$\theta_{e,M} + \Phi_{pp,M} / (H_T + H_V) =$	43,8
$\theta_{cpp,M}$ (in °C) =	$\theta_{e,M} + \zeta \cdot (\theta_{ipp,M} - \theta_{e,M}) =$	42,9
$\theta_{i1,M}$ (in °C) =	$\theta_{e,M} + \xi \cdot (\theta_{c0,M} - \theta_{e,M}) \cdot e^{(-t_u/\tau_P)} =$	15,2
$\theta_{c1,M}$ (in °C) =	$\theta_{c2,M} = \theta_{e,M} + (\theta_{i1,M} - \theta_{e,M}) / \xi =$	15,6
$t_{bh,M}$ (in h) =	$\tau_P \cdot \ln(\xi \cdot (\theta_{cpp,M} - \theta_{c2,M}) / (\theta_{ipp,M} - \theta_{i0})) =$	3,2
$\theta_{c3,M}$ (in °C) =	$\theta_{cpp,M} + (\theta_{i0} - \theta_{ipp,M}) / \xi =$	17,5
$\Delta Q_{L,M}$ (in kWh) =		97

Wärmeverluste aus Transmission und Lüftung

$Q_{L,M}$ (in kWh) =	$0,024 \cdot (H_T + H_V) \cdot (\theta_i - \theta_{e,M}) \cdot t_M - \Delta Q_{L,M} =$	2324
----------------------	--	-------------

Solare Wärmegewinne der transparenten Bauteile

	$I_{s,j,M}$	g_j	A_{sj}	$Q_{s,j,M}$
Nordorient.:	14	0,60	8,58	30
Ostorient.:	25	0,60	10,22	65
Westorient.:	25	0,60	0,00	0
Südorient.:	56	0,60	4,76	<u>68</u>
vorh $Q_{S,M}$ (in kWh) =				163

Interne Wärmegewinne

$Q_{I,M}$ (in kWh) =	$0,024 \cdot q_i \cdot A_N \cdot t_M =$	451
----------------------	---	------------

(mit $A_N = 121,16 \text{ m}^2$)

Ausnutzungsgrad

Annahme: *schweres* Gebäude o. w. N.

τ_M (in h) =	$C_{\text{wirk},\eta} / (H_T + H_V) =$	118
γ_M (-) =	$(Q_{S,M} + Q_{I,M}) / Q_{L,M} =$	0,26
a_M (-) =	$a_0 + \tau_M / \tau_0 =$	8,38
η_M (-) =	$(1 - \gamma_M^{a_M}) / (1 - \gamma_M^{a_M+1})$ für $\gamma_M \neq 1$	1,00

Heizwärmebedarf

$Q_{h,M}$ (in kWh) =	$Q_{L,M} - \eta_M \cdot (Q_{S,M} + Q_{I,M}) =$	1711
----------------------	--	-------------

Heizwärmebedarf im FEBRUAR für das reale Gebäude

FEBRUAR mit $\theta_{e,M} = 0,6^\circ\text{C}$
 und mit $t_M = 28 \text{ d/Monat}$

Nachtabschaltung

Annahme: *schweres* Gebäude o. w. N.

H_{ic} (in W/K) =	$4 \cdot A_N / R_{si} =$	3728
H_d (in W/K) =	$H_W + H_V$ (aus Tabelle $H_T + H_V$) =	89,34
H_{ce} (in W/K) =	$H_{ic} \cdot (H_T + H_V - H_d) / (H_{ic} - (H_T + H_V - H_d)) =$	98,68
ζ (-) =	$H_{ic} / (H_{ic} + H_{ce}) =$	0,97
ξ (-) =	$H_{ic} / (H_{ic} + H_d) =$	0,98
τ_P (in h) =	$\zeta \cdot C_{\text{wirk,NA}} / (\xi \cdot (H_T + H_V)) =$	37
$\theta_{c0,M}$ (in °C) =	$\theta_{e,M} + \zeta \cdot (\theta_{i0} - \theta_{e,M}) =$	18,5
$\Phi_{pp,M}$ (in W) =	$1,5 \cdot (H_T + H_{V,05}) \cdot 31\text{K} =$	8169
$\theta_{ipp,M}$ (in °C) =	$\theta_{e,M} + \Phi_{pp,M} / (H_T + H_V) =$	44,6
$\theta_{cpp,M}$ (in °C) =	$\theta_{e,M} + \zeta \cdot (\theta_{ipp,M} - \theta_{e,M}) =$	43,5
$\theta_{i1,M}$ (in °C) =	$\theta_{e,M} + \xi \cdot (\theta_{c0,M} - \theta_{e,M}) \cdot e^{(-t_u/\tau_P)} =$	15,1
$\theta_{c1,M}$ (in °C) =	$\theta_{c2,M} = \theta_{e,M} + (\theta_{i1,M} - \theta_{e,M}) / \xi =$	15,4
$t_{bh,M}$ (in h) =	$\tau_P \cdot \ln(\xi \cdot (\theta_{cpp,M} - \theta_{c2,M}) / (\theta_{ipp,M} - \theta_{i0})) =$	2,5
$\theta_{c3,M}$ (in °C) =	$\theta_{cpp,M} + (\theta_{i0} - \theta_{ipp,M}) / \xi =$	17,2
$\Delta Q_{L,M}$ (in kWh) =		101

Wärmeverluste aus Transmission und Lüftung

$Q_{L,M}$ (in kWh) =	$0,024 \cdot (H_T + H_V) \cdot (\theta_i - \theta_{e,M}) \cdot t_M - \Delta Q_{L,M} =$	2192
----------------------	--	-------------

Solare Wärmegewinne der transparenten Bauteile

	$I_{s,j,M}$	g_j	A_{sj}	$Q_{s,j,M}$
Nordorient.:	23	0,60	8,58	45
Ostorient.:	37	0,60	10,22	86
Westorient.:	37	0,60	0,00	0
Südorient.:	61	0,60	4,76	<u>66</u>
vorh $Q_{S,M}$ (in kWh) =				198

Interne Wärmegewinne

$Q_{I,M}$ (in kWh) =	$0,024 \cdot q_i \cdot A_N \cdot t_M =$	407
----------------------	---	------------

(mit $A_N = 121,16 \text{ m}^2$)

Ausnutzungsgrad

Annahme: *schweres* Gebäude o. w. N.

τ_M (in h) =	$C_{\text{wirk},\eta}/(H_T + H_V) =$	102
γ_M (-) =	$(Q_{S,M} + Q_{I,M})/Q_{L,M} =$	0,28
a_M (-) =	$a_0 + \tau_M/\tau_0 =$	7,38
η_M (-) =	$(1 - \gamma_M^{a_M})/(1 - \gamma_M^{a_M+1})$ für $\gamma_M \neq 1$	1,00

Heizwärmebedarf

$Q_{h,M}$ (in kWh) =	$Q_{L,M} - \eta_M \cdot (Q_{S,M} + Q_{I,M}) =$	1587
----------------------	--	-------------

Heizwärmebedarf im FEBRUAR für das Referenzgebäude

Nachtabschaltung

Annahme: *schweres* Gebäude o. w. N.

H_{ic} (in W/K) =	$4 \cdot A_N / R_{si} =$	3728
H_d (in W/K) =	$H_W + H_V$ (aus Tabelle $H_T + H_V$) =	84,44
H_{ce} (in W/K) =	$H_{ic} \cdot (H_T + H_V - H_d) / (H_{ic} - (H_T + H_V - H_d)) =$	77,43
ζ (-) =	$H_{ic} / (H_{ic} + H_{ce}) =$	0,98
ξ (-) =	$H_{ic} / (H_{ic} + H_d) =$	0,98
τ_P (in h) =	$\zeta \cdot C_{\text{wirk,NA}} / (\xi \cdot (H_T + H_V)) =$	43
$\theta_{c0,M}$ (in °C) =	$\theta_{e,M} + \zeta \cdot (\theta_{i0} - \theta_{e,M}) =$	18,6
$\Phi_{pp,M}$ (in W) =	$1,5 \cdot (H_T + H_{V,05}) \cdot 31 \text{ K} =$	7226
$\theta_{ipp,M}$ (in °C) =	$\theta_{e,M} + \Phi_{pp,M} / (H_T + H_V) =$	45,7
$\theta_{cpp,M}$ (in °C) =	$\theta_{e,M} + \zeta \cdot (\theta_{ipp,M} - \theta_{e,M}) =$	44,8
$\theta_{i1,M}$ (in °C) =	$\theta_{e,M} + \xi \cdot (\theta_{c0,M} - \theta_{e,M}) \cdot e^{(-t_u/\tau_P)} =$	15,6
$\theta_{c1,M}$ (in °C) =	$\theta_{c2,M} = \theta_{e,M} + (\theta_{i1,M} - \theta_{e,M}) / \xi =$	15,9
$t_{bh,M}$ (in h) =	$\tau_P \cdot \ln(\xi \cdot (\theta_{cpp,M} - \theta_{c2,M}) / (\theta_{ipp,M} - \theta_{i0})) =$	2,4
$\theta_{c3,M}$ (in °C) =	$\theta_{cpp,M} + (\theta_{i0} - \theta_{ipp,M}) / \xi =$	17,5
$\Delta Q_{L,M}$ (in kWh) =		76

Wärmeverluste aus Transmission und Lüftung

$Q_{L,M}$ (in kWh) =	$0,024 \cdot (H_T + H_V) \cdot (\theta_i - \theta_{e,M}) \cdot t_M - \Delta Q_{L,M} =$	1906
----------------------	--	-------------

Solare Wärmegewinne der transparenten Bauteile

	$I_{s,j,M}$	g_j	A_{sj}	$Q_{s,j,M}$
Nordorient.:	23	0,60	8,58	45
Ostorient.:	37	0,60	10,22	86
Westorient.:	37	0,60	0,00	0
Südorient.:	61	0,60	4,76	66
vorh $Q_{S,M}$ (in kWh) =				198

Interne Wärmegewinne

$Q_{I,M}$ (in kWh) =	$0,024 \cdot q_i \cdot A_N \cdot t_M =$	407
----------------------	---	------------

(mit $A_N = 121,16 \text{ m}^2$)

Ausnutzungsgrad

Annahme: *schweres* Gebäude o. w. N.

τ_M (in h) =	$C_{\text{wirk},\eta} / (H_T + H_V) =$	118
γ_M (-) =	$(Q_{S,M} + Q_{I,M}) / Q_{L,M} =$	0,32
a_M (-) =	$a_0 + \tau_M / \tau_0 =$	8,38
η_M (-) =	$(1 - \gamma_M^{a_M}) / (1 - \gamma_M^{a_M+1})$ für $\gamma_M \neq 1$	1,00

Heizwärmebedarf

$Q_{h,M}$ (in kWh) =	$Q_{L,M} - \eta_M \cdot (Q_{S,M} + Q_{I,M}) =$	1301
----------------------	--	-------------

Heizwärmebedarf im MÄRZ für das reale Gebäude

MÄRZ mit $\theta_{e,M} = 4,1\text{ °C}$
 und mit $t_M = 31\text{ d/Monat}$

Nachtabschaltung

Annahme: *schweres* Gebäude o. w. N.

H_{ic} (in W/K) =	$4 \cdot A_N / R_{si} =$	3728
H_d (in W/K) =	$H_W + H_V$ (aus Tabelle $H_T + H_V$) =	89,34
H_{ce} (in W/K) =	$H_{ic} \cdot (H_T + H_V - H_d) / (H_{ic} - (H_T + H_V - H_d)) =$	98,68
ζ (-) =	$H_{ic} / (H_{ic} + H_{ce}) =$	0,97
ξ (-) =	$H_{ic} / (H_{ic} + H_d) =$	0,98
τ_P (in h) =	$\zeta \cdot C_{\text{wirk,NA}} / (\xi \cdot (H_T + H_V)) =$	37
$\theta_{c0,M}$ (in °C) =	$\theta_{e,M} + \zeta \cdot (\theta_{i0} - \theta_{e,M}) =$	18,6
$\Phi_{pp,M}$ (in W) =	$1,5 \cdot (H_T + H_{V,05}) \cdot 31\text{ K} =$	8169
$\theta_{ipp,M}$ (in °C) =	$\theta_{e,M} + \Phi_{pp,M} / (H_T + H_V) =$	48,1
$\theta_{cpp,M}$ (in °C) =	$\theta_{e,M} + \zeta \cdot (\theta_{ipp,M} - \theta_{e,M}) =$	47,0
$\theta_{i1,M}$ (in °C) =	$\theta_{e,M} + \xi \cdot (\theta_{c0,M} - \theta_{e,M}) \cdot e^{(-t_u/\tau_P)} =$	15,8
$\theta_{c1,M}$ (in °C) =	$\theta_{c2,M} = \theta_{e,M} + (\theta_{i1,M} - \theta_{e,M}) / \xi =$	16,1
$t_{bh,M}$ (in h) =	$\tau_P \cdot \ln(\xi \cdot (\theta_{cpp,M} - \theta_{c2,M}) / (\theta_{ipp,M} - \theta_{i0})) =$	1,3
$\theta_{c3,M}$ (in °C) =	$\theta_{cpp,M} + (\theta_{i0} - \theta_{ipp,M}) / \xi =$	17,2
$\Delta Q_{L,M}$ (in kWh) =		84

Wärmeverluste aus Transmission und Lüftung

$Q_{L,M}$ (in kWh) =	$0,024 \cdot (H_T + H_V) \cdot (\theta_i - \theta_{e,M}) \cdot t_M - \Delta Q_{L,M} =$	1972
----------------------	--	-------------

Solare Wärmegewinne der transparenten Bauteile

	$I_{s,j,M}$	g_j	A_{sj}	$Q_{s,j,M}$
Nordorient.:	34	0,60	8,58	74
Ostorient.:	53	0,60	10,22	137
Westorient.:	53	0,60	0,00	0
Südorient.:	80	0,60	4,76	<u>96</u>
vorh $Q_{s,M}$ (in kWh) =				307

Interne Wärmegewinne

$Q_{i,M}$ (in kWh) =	$0,024 \cdot q_i \cdot A_N \cdot t_M =$	451
----------------------	---	------------

(mit $A_N = 121,16\text{ m}^2$)

Ausnutzungsgrad

Annahme: *schweres* Gebäude o. w. N.

τ_M (in h) =	$C_{\text{wirk},\eta}/(H_T + H_V) =$	102
γ_M (-) =	$(Q_{S,M} + Q_{I,M})/Q_{L,M} =$	0,38
a_M (-) =	$a_0 + \tau_M/\tau_0 =$	7,38
η_M (-) =	$(1 - \gamma_M^{a_M})/(1 - \gamma_M^{a_M+1})$ für $\gamma_M \neq 1$	1,00

Heizwärmebedarf

$Q_{h,M}$ (in kWh) =	$Q_{L,M} - \eta_M \cdot (Q_{S,M} + Q_{I,M}) =$	1214
----------------------	--	-------------

Heizwärmebedarf im MÄRZ für das Referenzgebäude

Nachtabschaltung

Annahme: *schweres* Gebäude o. w. N.

H_{ic} (in W/K) =	$4 \cdot A_N / R_{si} =$	3728
H_d (in W/K) =	$H_W + H_V$ (aus Tabelle $H_T + H_V$) =	84,44
H_{ce} (in W/K) =	$H_{ic} \cdot (H_T + H_V - H_d) / (H_{ic} - (H_T + H_V - H_d)) =$	77,43
ζ (-) =	$H_{ic} / (H_{ic} + H_{ce}) =$	0,98
ξ (-) =	$H_{ic} / (H_{ic} + H_d) =$	0,98
τ_P (in h) =	$\zeta \cdot C_{\text{wirk,NA}} / (\xi \cdot (H_T + H_V)) =$	43
$\theta_{c0,M}$ (in °C) =	$\theta_{e,M} + \zeta \cdot (\theta_{i0} - \theta_{e,M}) =$	18,7
$\Phi_{pp,M}$ (in W) =	$1,5 \cdot (H_T + H_{V,05}) \cdot 31 \text{ K} =$	7226
$\theta_{ipp,M}$ (in °C) =	$\theta_{e,M} + \Phi_{pp,M} / (H_T + H_V) =$	49,2
$\theta_{cpp,M}$ (in °C) =	$\theta_{e,M} + \zeta \cdot (\theta_{ipp,M} - \theta_{e,M}) =$	48,3
$\theta_{i1,M}$ (in °C) =	$\theta_{e,M} + \xi \cdot (\theta_{c0,M} - \theta_{e,M}) \cdot e^{(-t_u/\tau_P)} =$	16,2
$\theta_{c1,M}$ (in °C) =	$\theta_{c2,M} = \theta_{e,M} + (\theta_{i1,M} - \theta_{e,M}) / \xi =$	16,5
$t_{bh,M}$ (in h) =	$\tau_P \cdot \ln(\xi \cdot (\theta_{cpp,M} - \theta_{c2,M}) / (\theta_{ipp,M} - \theta_{i0})) =$	1,2
$\theta_{c3,M}$ (in °C) =	$\theta_{cpp,M} + (\theta_{i0} - \theta_{ipp,M}) / \xi =$	17,4
$\Delta Q_{L,M}$ (in kWh) =		63

Wärmeverluste aus Transmission und Lüftung

$Q_{L,M}$ (in kWh) =	$0,024 \cdot (H_T + H_V) \cdot (\theta_i - \theta_{e,M}) \cdot t_M - \Delta Q_{L,M} =$	1714
----------------------	--	-------------

Solare Wärmegewinne der transparenten Bauteile

	$I_{s,j,M}$	g_j	A_{sj}	$Q_{s,j,M}$
Nordorient.:	34	0,60	8,58	74
Ostorient.:	53	0,60	10,22	137
Westorient.:	53	0,60	0,00	0
Südorient.:	80	0,60	4,76	96
vorh $Q_{S,M}$ (in kWh) =				307

Interne Wärmegewinne

$Q_{I,M}$ (in kWh) =	$0,024 \cdot q_i \cdot A_N \cdot t_M =$	451
----------------------	---	------------

(mit $A_N = 121,16 \text{ m}^2$)

Ausnutzungsgrad

Annahme: *schweres* Gebäude o. w. N.

τ_M (in h) =	$C_{\text{wirk},\eta} / (H_T + H_V) =$	118
γ_M (-) =	$(Q_{S,M} + Q_{I,M}) / Q_{L,M} =$	0,44
a_M (-) =	$a_0 + \tau_M / \tau_0 =$	8,38
η_M (-) =	$(1 - \gamma_M^{a_M}) / (1 - \gamma_M^{a_M+1})$ für $\gamma_M \neq 1$	1,00

Heizwärmebedarf

$Q_{h,M}$ (in kWh) =	$Q_{L,M} - \eta_M \cdot (Q_{S,M} + Q_{I,M}) =$	956
----------------------	--	------------

Heizwärmebedarf im APRIL für das reale Gebäude

APRIL mit $\theta_{e,M} = 9,5^\circ\text{C}$
 und mit $t_M = 30 \text{ d/Monat}$

Nachtabschaltung

Annahme: *schweres* Gebäude o. w. N.

H_{ic} (in W/K) =	$4 \cdot A_N/R_{si} =$	3728
H_d (in W/K) =	$H_W + H_V$ (aus Tabelle $H_T + H_V$) =	89,34
H_{ce} (in W/K) =	$H_{ic} \cdot (H_T + H_V - H_d)/(H_{ic} - (H_T + H_V - H_d)) =$	98,68
ζ (-) =	$H_{ic}/(H_{ic} + H_{ce}) =$	0,97
ξ (-) =	$H_{ic}/(H_{ic} + H_d) =$	0,98
τ_P (in h) =	$\zeta \cdot C_{\text{wirk,NA}}/(\xi \cdot (H_T + H_V)) =$	37
$\theta_{c0,M}$ (in °C) =	$\theta_{e,M} + \zeta \cdot (\theta_{i0} - \theta_{e,M}) =$	18,8
$\Phi_{pp,M}$ (in W) =	$1,5 \cdot (H_T + H_{V,05}) \cdot 31 \text{ K} =$	8169
$\theta_{ipp,M}$ (in °C) =	$\theta_{e,M} + \Phi_{pp,M}/(H_T + H_V) =$	53,5
$\theta_{cpp,M}$ (in °C) =	$\theta_{e,M} + \zeta \cdot (\theta_{ipp,M} - \theta_{e,M}) =$	52,4
$\theta_{i1,M}$ (in °C) =	$\theta_{e,M} + \xi \cdot (\theta_{c0,M} - \theta_{e,M}) \cdot e^{(-t_u/\tau_P)} =$	17,0
$\theta_{c1,M}$ (in °C) =	$\theta_{c2,M} = \theta_{e,M} + (\theta_{i1,M} - \theta_{e,M})/\xi =$	17,1
$t_{bh,M}$ (in h) =	$\tau_P \cdot \ln(\xi \cdot (\theta_{cpp,M} - \theta_{c2,M})/(\theta_{ipp,M} - \theta_{i0})) =$	0,0
$\theta_{c3,M}$ (in °C) =	$\theta_{cpp,M} + (\theta_{i0} - \theta_{ipp,M})/\xi =$	17,1
$\Delta Q_{L,M}$ (in kWh) =		50

Wärmeverluste aus Transmission und Lüftung

$Q_{L,M}$ (in kWh) =	$0,024 \cdot (H_T + H_V) \cdot (\theta_i - \theta_{e,M}) \cdot t_M - \Delta Q_{L,M} =$	1219
----------------------	--	-------------

Solare Wärmegewinne der transparenten Bauteile

	$I_{s,j,M}$	g_j	A_{sj}	$Q_{s,j,M}$
Nordorient.:	64	0,60	8,58	135
Ostorient.:	125	0,60	10,22	313
Westorient.:	125	0,60	0,00	0
Südorient.:	137	0,60	4,76	<u>160</u>
vorh $Q_{S,M}$ (in kWh) =				607

Interne Wärmegewinne

$Q_{I,M}$ (in kWh) =	$0,024 \cdot q_i \cdot A_N \cdot t_M =$	436
----------------------	---	------------

(mit $A_N = 121,16 \text{ m}^2$)

Ausnutzungsgrad

Annahme: *schweres* Gebäude o. w. N.

τ_M (in h) =	$C_{\text{wirk},\eta}/(H_T + H_V) =$	102
γ_M (-) =	$(Q_{S,M} + Q_{I,M})/Q_{L,M} =$	0,86
a_M (-) =	$a_0 + \tau_M/\tau_0 =$	7,38
η_M (-) =	$(1 - \gamma_M^{a_M})/(1 - \gamma_M^{a_M+1})$ für $\gamma_M \neq 1$	0,94

Heizwärmebedarf

$Q_{h,M}$ (in kWh) =	$= Q_{L,M} - \eta_M \cdot (Q_{S,M} + Q_{I,M}) =$	241
----------------------	--	------------

Heizwärmebedarf im APRIL für das Referenzgebäude

Nachtabschaltung

Annahme: *schweres* Gebäude o. w. N.

H_{ic} (in W/K) =	$4 \cdot A_N / R_{si} =$	3728
H_d (in W/K) =	$H_W + H_V$ (aus Tabelle $H_T + H_V$) =	84,44
H_{ce} (in W/K) =	$H_{ic} \cdot (H_T + H_V - H_d) / (H_{ic} - (H_T + H_V - H_d)) =$	77,43
ζ (-) =	$H_{ic} / (H_{ic} + H_{ce}) =$	0,98
ξ (-) =	$H_{ic} / (H_{ic} + H_d) =$	0,98
τ_P (in h) =	$\zeta \cdot C_{\text{wirk,NA}} / (\xi \cdot (H_T + H_V)) =$	43
$\theta_{c0,M}$ (in °C) =	$\theta_{e,M} + \zeta \cdot (\theta_{i0} - \theta_{e,M}) =$	18,8
$\Phi_{pp,M}$ (in W) =	$1,5 \cdot (H_T + H_{V,05}) \cdot 31 \text{ K} =$	7226
$\theta_{ipp,M}$ (in °C) =	$\theta_{e,M} + \Phi_{pp,M} / (H_T + H_V) =$	54,6
$\theta_{cpp,M}$ (in °C) =	$\theta_{e,M} + \zeta \cdot (\theta_{ipp,M} - \theta_{e,M}) =$	53,7
$\theta_{i1,M}$ (in °C) =	$\theta_{e,M} + \xi \cdot (\theta_{c0,M} - \theta_{e,M}) \cdot e^{(-t_u/\tau_P)} =$	17,2
$\theta_{c1,M}$ (in °C) =	$\theta_{c2,M} = \theta_{e,M} + (\theta_{i1,M} - \theta_{e,M}) / \xi =$	17,4
$t_{bh,M}$ (in h) =	$\tau_P \cdot \ln(\xi \cdot (\theta_{cpp,M} - \theta_{c2,M}) / (\theta_{ipp,M} - \theta_{i0})) =$	0,0
$\theta_{c3,M}$ (in °C) =	$\theta_{cpp,M} + (\theta_{i0} - \theta_{ipp,M}) / \xi =$	17,4
$\Delta Q_{L,M}$ (in kWh) =		37

Wärmeverluste aus Transmission und Lüftung

$Q_{L,M}$ (in kWh) =	$0,024 \cdot (H_T + H_V) \cdot (\theta_i - \theta_{e,M}) \cdot t_M - \Delta Q_{L,M} =$	1059
----------------------	--	-------------

Solare Wärmegewinne der transparenten Bauteile

	$I_{s,j,M}$	g_j	A_{sj}	$Q_{s,j,M}$
Nordorient.:	64	0,60	8,58	135
Ostorient.:	125	0,60	10,22	313
Westorient.:	125	0,60	0,00	0
Südorient.:	137	0,60	4,76	<u>160</u>
vorh $Q_{S,M}$ (in kWh) =				607

Interne Wärmegewinne

$Q_{I,M}$ (in kWh) =	$0,024 \cdot q_i \cdot A_N \cdot t_M =$	436
----------------------	---	------------

(mit $A_N = 121,16 \text{ m}^2$)

Ausnutzungsgrad

Annahme: *schweres* Gebäude o. w. N.

τ_M (in h) =	$C_{\text{wirk},\eta} / (H_T + H_V) =$	118
γ_M (-) =	$(Q_{S,M} + Q_{I,M}) / Q_{L,M} =$	0,99
a_M (-) =	$a_0 + \tau_M / \tau_0 =$	8,38
η_M (-) =	$(1 - \gamma_M^{a_M}) / (1 - \gamma_M^{a_M+1})$ für $\gamma_M \neq 1$	0,90

Heizwärmebedarf

$Q_{h,M}$ (in kWh) =	$= Q_{L,M} - \eta_M \cdot (Q_{S,M} + Q_{I,M}) =$	120
----------------------	--	------------

Heizwärmebedarf im MAI für das reale Gebäude

MAI mit $\theta_{e,M} = 12,9^\circ\text{C}$
 und mit $t_M = 31 \text{ d/Monat}$

Nachtabschaltung

Annahme: *schweres* Gebäude o. w. N.

H_{ic} (in W/K) =	$4 \cdot A_N/R_{si} =$	3728
H_d (in W/K) =	$H_W + H_V$ (aus Tabelle $H_T + H_V$) =	89,34
H_{ce} (in W/K) =	$H_{ic} \cdot (H_T + H_V - H_d)/(H_{ic} - (H_T + H_V - H_d)) =$	98,68
ζ (-) =	$H_{ic}/(H_{ic} + H_{ce}) =$	0,97
ξ (-) =	$H_{ic}/(H_{ic} + H_d) =$	0,98
τ_P (in h) =	$\zeta \cdot C_{\text{wirk,NA}}/(\xi \cdot (H_T + H_V)) =$	37
$\theta_{c0,M}$ (in °C) =	$\theta_{e,M} + \zeta \cdot (\theta_{i0} - \theta_{e,M}) =$	18,8
$\Phi_{pp,M}$ (in W) =	$1,5 \cdot (H_T + H_{V,05}) \cdot 31 \text{ K} =$	8169
$\theta_{ipp,M}$ (in °C) =	$\theta_{e,M} + \Phi_{pp,M}/(H_T + H_V) =$	56,9
$\theta_{cpp,M}$ (in °C) =	$\theta_{e,M} + \zeta \cdot (\theta_{ipp,M} - \theta_{e,M}) =$	55,8
$\theta_{i1,M}$ (in °C) =	$\theta_{e,M} + \xi \cdot (\theta_{c0,M} - \theta_{e,M}) \cdot e^{(-t_u/\tau_P)} =$	17,7
$\theta_{c1,M}$ (in °C) =	$\theta_{c2,M} = \theta_{e,M} + (\theta_{i1,M} - \theta_{e,M})/\xi =$	17,8
$t_{bh,M}$ (in h) =	$\tau_P \cdot \ln(\xi \cdot (\theta_{cpp,M} - \theta_{c2,M})/(\theta_{ipp,M} - \theta_{i0})) =$	0,0
$\theta_{c3,M}$ (in °C) =	$\theta_{cpp,M} + (\theta_{i0} - \theta_{ipp,M})/\xi =$	17,8
$\Delta Q_{L,M}$ (in kWh) =		33

Wärmeverluste aus Transmission und Lüftung

$Q_{L,M}$ (in kWh) =	$0,024 \cdot (H_T + H_V) \cdot (\theta_i - \theta_{e,M}) \cdot t_M - \Delta Q_{L,M} =$	809
----------------------	--	------------

Solare Wärmegewinne der transparenten Bauteile

	$I_{s,j,M}$	g_j	A_{sj}	$Q_{s,j,M}$
Nordorient.:	81	0,60	8,58	176
Ostorient.:	131	0,60	10,22	339
Westorient.:	131	0,60	0,00	0
Südorient.:	119	0,60	4,76	<u>143</u>
vorh $Q_{S,M}$ (in kWh) =				658

Interne Wärmegewinne

$Q_{I,M}$ (in kWh) =	$0,024 \cdot q_i \cdot A_N \cdot t_M =$	451
----------------------	---	------------

(mit $A_N = 121,16 \text{ m}^2$)

Ausnutzungsgrad

Annahme: *schweres* Gebäude o. w. N.

τ_M (in h) =	$C_{\text{wirk},\eta}/(H_T + H_V) =$	102
γ_M (-) =	$(Q_{S,M} + Q_{I,M})/Q_{L,M} =$	1,37
a_M (-) =	$a_0 + \tau_M/\tau_0 =$	7,38
η_M (-) =	$(1 - \gamma_M^{a_M})/(1 - \gamma_M^{a_M+1})$ für $\gamma_M \neq 1$	0,71

Heizwärmebedarf

$Q_{h,M}$ (in kWh) =	$Q_{L,M} - \eta_M \cdot (Q_{S,M} + Q_{I,M}) =$	23
----------------------	--	-----------

Heizwärmebedarf im MAI für das Referenzgebäude

Nachtabschaltung

Annahme: *schweres* Gebäude o. w. N.

H_{ic} (in W/K) =	$4 \cdot A_N / R_{si} =$	3728
H_d (in W/K) =	$H_W + H_V$ (aus Tabelle $H_T + H_V$) =	84,44
H_{ce} (in W/K) =	$H_{ic} \cdot (H_T + H_V - H_d) / (H_{ic} - (H_T + H_V - H_d)) =$	77,43
ζ (-) =	$H_{ic} / (H_{ic} + H_{ce}) =$	0,98
ξ (-) =	$H_{ic} / (H_{ic} + H_d) =$	0,98
τ_P (in h) =	$\zeta \cdot C_{\text{wirk,NA}} / (\xi \cdot (H_T + H_V)) =$	43
$\theta_{c0,M}$ (in °C) =	$\theta_{e,M} + \zeta \cdot (\theta_{i0} - \theta_{e,M}) =$	18,9
$\Phi_{pp,M}$ (in W) =	$1,5 \cdot (H_T + H_{V,05}) \cdot 31 \text{ K} =$	7226
$\theta_{ipp,M}$ (in °C) =	$\theta_{e,M} + \Phi_{pp,M} / (H_T + H_V) =$	58,0
$\theta_{cpp,M}$ (in °C) =	$\theta_{e,M} + \zeta \cdot (\theta_{ipp,M} - \theta_{e,M}) =$	57,1
$\theta_{i1,M}$ (in °C) =	$\theta_{e,M} + \xi \cdot (\theta_{c0,M} - \theta_{e,M}) \cdot e^{(-t_u/\tau_P)} =$	17,9
$\theta_{c1,M}$ (in °C) =	$\theta_{c2,M} = \theta_{e,M} + (\theta_{i1,M} - \theta_{e,M}) / \xi =$	18,0
$t_{bh,M}$ (in h) =	$\tau_P \cdot \ln(\xi \cdot (\theta_{cpp,M} - \theta_{c2,M}) / (\theta_{ipp,M} - \theta_{i0})) =$	0,0
$\theta_{c3,M}$ (in °C) =	$\theta_{cpp,M} + (\theta_{i0} - \theta_{ipp,M}) / \xi =$	18,0
$\Delta Q_{L,M}$ (in kWh) =		25

Wärmeverluste aus Transmission und Lüftung

$Q_{L,M}$ (in kWh) =	$0,024 \cdot (H_T + H_V) \cdot (\theta_i - \theta_{e,M}) \cdot t_M - \Delta Q_{L,M} =$	703
----------------------	--	------------

Solare Wärmegewinne der transparenten Bauteile

	$I_{s,j,M}$	g_j	A_{sj}	$Q_{s,j,M}$
Nordorient.:	81	0,60	8,58	176
Ostorient.:	131	0,60	10,22	339
Westorient.:	131	0,60	0,00	0
Südorient.:	119	0,60	4,76	143
vorh $Q_{S,M}$ (in kWh) =				658

Interne Wärmegewinne

$Q_{I,M}$ (in kWh) =	$0,024 \cdot q_i \cdot A_N \cdot t_M =$	451
----------------------	---	------------

(mit $A_N = 121,16 \text{ m}^2$)

Ausnutzungsgrad

Annahme: *schweres* Gebäude o. w. N.

τ_M (in h) =	$C_{\text{wirk},\eta} / (H_T + H_V) =$	118
γ_M (-) =	$(Q_{S,M} + Q_{I,M}) / Q_{L,M} =$	1,58
a_M (-) =	$a_0 + \tau_M / \tau_0 =$	8,38
η_M (-) =	$(1 - \gamma_M^{a_M}) / (1 - \gamma_M^{a_M+1})$ für $\gamma_M \neq 1$	0,63

Heizwärmebedarf

$Q_{h,M}$ (in kWh) =	$Q_{L,M} - \eta_M \cdot (Q_{S,M} + Q_{I,M}) =$	6
----------------------	--	----------

Heizwärmebedarf im JUNI für das reale Gebäude

JUNI mit $\theta_{e,M} = 15,7^\circ\text{C}$
 und mit $t_M = 30 \text{ d/Monat}$

Nachtabschaltung

Annahme: *schweres* Gebäude o. w. N.

H_{ic} (in W/K) =	$4 \cdot A_N/R_{si} =$	3728
H_d (in W/K) =	$H_W + H_V$ (aus Tabelle $H_T + H_V$) =	89,34
H_{ce} (in W/K) =	$H_{ic} \cdot (H_T + H_V - H_d)/(H_{ic} - (H_T + H_V - H_d)) =$	98,68
ζ (-) =	$H_{ic}/(H_{ic} + H_{ce}) =$	0,97
ξ (-) =	$H_{ic}/(H_{ic} + H_d) =$	0,98
τ_P (in h) =	$\zeta \cdot C_{\text{wirk,NA}}/(\xi \cdot (H_T + H_V)) =$	37
$\theta_{c0,M}$ (in °C) =	$\theta_{e,M} + \zeta \cdot (\theta_{i0} - \theta_{e,M}) =$	18,9
$\Phi_{pp,M}$ (in W) =	$1,5 \cdot (H_T + H_{V,05}) \cdot 31 \text{ K} =$	8169
$\theta_{ipp,M}$ (in °C) =	$\theta_{e,M} + \Phi_{pp,M}/(H_T + H_V) =$	59,7
$\theta_{cpp,M}$ (in °C) =	$\theta_{e,M} + \zeta \cdot (\theta_{ipp,M} - \theta_{e,M}) =$	58,6
$\theta_{il,M}$ (in °C) =	$\theta_{e,M} + \xi \cdot (\theta_{c0,M} - \theta_{e,M}) \cdot e^{(-t_u/\tau_P)} =$	18,3
$\theta_{c1,M}$ (in °C) =	$\theta_{c2,M} = \theta_{e,M} + (\theta_{il,M} - \theta_{e,M})/\xi =$	18,4
$t_{bh,M}$ (in h) =	$\tau_P \cdot \ln(\xi \cdot (\theta_{cpp,M} - \theta_{c2,M})/(\theta_{ipp,M} - \theta_{i0})) =$	0,0
$\theta_{c3,M}$ (in °C) =	$\theta_{cpp,M} + (\theta_{i0} - \theta_{ipp,M})/\xi =$	18,4
$\Delta Q_{L,M}$ (in kWh) =		17

Wärmeverluste aus Transmission und Lüftung

$Q_{L,M}$ (in kWh) =	$0,024 \cdot (H_T + H_V) \cdot (\theta_i - \theta_{e,M}) \cdot t_M - \Delta Q_{L,M} =$	423
----------------------	--	------------

Solare Wärmegewinne der transparenten Bauteile

	$I_{s,j,M}$	g_j	A_{sj}	$Q_{s,j,M}$
Nordorient.:	99	0,60	8,58	208
Ostorient.:	150	0,60	10,22	376
Westorient.:	150	0,60	0,00	0
Südorient.:	130	0,60	4,76	<u>152</u>
vorh $Q_{S,M}$ (in kWh) =				735

Interne Wärmegewinne

$Q_{I,M}$ (in kWh) =	$0,024 \cdot q_i \cdot A_N \cdot t_M =$	436
----------------------	---	------------

(mit $A_N = 121,16 \text{ m}^2$)

Ausnutzungsgrad

Annahme: *schweres* Gebäude o. w. N.

τ_M (in h) =	$C_{\text{wirk},\eta}/(H_T + H_V) =$	102
γ_M (-) =	$(Q_{S,M} + Q_{I,M})/Q_{L,M} =$	2,77
a_M (-) =	$a_0 + \tau_M/\tau_0 =$	7,38
η_M (-) =	$(1 - \gamma_M^{a_M})/(1 - \gamma_M^{a_M+1})$ für $\gamma_M \neq 1$	0,36

Heizwärmebedarf

$Q_{h,M}$ (in kWh) =	$Q_{L,M} - \eta_M \cdot (Q_{S,M} + Q_{I,M}) =$	0
----------------------	--	----------

Heizwärmebedarf im JUNI für das Referenzgebäude

Nachtabschaltung

Annahme: *schweres* Gebäude o. w. N.

H_{ic} (in W/K) =	$4 \cdot A_N / R_{si} =$	3728
H_d (in W/K) =	$H_W + H_V$ (aus Tabelle $H_T + H_V$) =	84,44
H_{ce} (in W/K) =	$H_{ic} \cdot (H_T + H_V - H_d) / (H_{ic} - (H_T + H_V - H_d)) =$	77,43
ζ (-) =	$H_{ic} / (H_{ic} + H_{ce}) =$	0,98
ξ (-) =	$H_{ic} / (H_{ic} + H_d) =$	0,98
τ_P (in h) =	$\zeta \cdot C_{\text{wirk,NA}} / (\xi \cdot (H_T + H_V)) =$	43
$\theta_{c0,M}$ (in °C) =	$\theta_{e,M} + \zeta \cdot (\theta_{i0} - \theta_{e,M}) =$	18,9
$\Phi_{pp,M}$ (in W) =	$1,5 \cdot (H_T + H_{V,05}) \cdot 31 \text{ K} =$	7226
$\theta_{ipp,M}$ (in °C) =	$\theta_{e,M} + \Phi_{pp,M} / (H_T + H_V) =$	60,8
$\theta_{cpp,M}$ (in °C) =	$\theta_{e,M} + \zeta \cdot (\theta_{ipp,M} - \theta_{e,M}) =$	59,9
$\theta_{i1,M}$ (in °C) =	$\theta_{e,M} + \xi \cdot (\theta_{c0,M} - \theta_{e,M}) \cdot e^{(-t_u/\tau_P)} =$	18,4
$\theta_{c1,M}$ (in °C) =	$\theta_{c2,M} = \theta_{e,M} + (\theta_{i1,M} - \theta_{e,M}) / \xi =$	18,4
$t_{bh,M}$ (in h) =	$\tau_P \cdot \ln(\xi \cdot (\theta_{cpp,M} - \theta_{c2,M}) / (\theta_{ipp,M} - \theta_{i0})) =$	0,0
$\theta_{c3,M}$ (in °C) =	$\theta_{cpp,M} + (\theta_{i0} - \theta_{ipp,M}) / \xi =$	18,4
$\Delta Q_{L,M}$ (in kWh) =		13

Wärmeverluste aus Transmission und Lüftung

$Q_{L,M}$ (in kWh) =	$0,024 \cdot (H_T + H_V) \cdot (\theta_i - \theta_{e,M}) \cdot t_M - \Delta Q_{L,M} =$	368
----------------------	--	------------

Solare Wärmegewinne der transparenten Bauteile

	$I_{s,j,M}$	g_j	A_{sj}	$Q_{s,j,M}$
Nordorient.:	99	0,60	8,58	208
Ostorient.:	150	0,60	10,22	376
Westorient.:	150	0,60	0,00	0
Südorient.:	130	0,60	4,76	<u>152</u>
vorh $Q_{S,M}$ (in kWh) =				735

Interne Wärmegewinne

$Q_{I,M}$ (in kWh) =	$0,024 \cdot q_i \cdot A_N \cdot t_M =$	436
----------------------	---	------------

(mit $A_N = 121,16 \text{ m}^2$)

Ausnutzungsgrad

Annahme: *schweres* Gebäude o. w. N.

τ_M (in h) =	$C_{\text{wirk},\eta} / (H_T + H_V) =$	118
γ_M (-) =	$(Q_{S,M} + Q_{I,M}) / Q_{L,M} =$	3,18
a_M (-) =	$a_0 + \tau_M / \tau_0 =$	8,38
η_M (-) =	$(1 - \gamma_M^{a_M}) / (1 - \gamma_M^{a_M+1})$ für $\gamma_M \neq 1$	0,31

Heizwärmebedarf

$Q_{h,M}$ (in kWh) =	$= Q_{L,M} - \eta_M \cdot (Q_{S,M} + Q_{I,M}) =$	0
----------------------	--	----------

Heizwärmebedarf im JULI für das reale Gebäude

JULI mit $\theta_{e,M} = 18,0^\circ\text{C}$
 und mit $t_M = 31 \text{ d/Monat}$

Nachtabschaltung

Annahme: *schweres* Gebäude o. w. N.

H_{ic} (in W/K) =	$4 \cdot A_N/R_{si} =$	3728
H_d (in W/K) =	$H_W + H_V$ (aus Tabelle $H_T + H_V$) =	89,34
H_{ce} (in W/K) =	$H_{ic} \cdot (H_T + H_V - H_d)/(H_{ic} - (H_T + H_V - H_d)) =$	98,68
ζ (-) =	$H_{ic}/(H_{ic} + H_{ce}) =$	0,97
ξ (-) =	$H_{ic}/(H_{ic} + H_d) =$	0,98
τ_P (in h) =	$\zeta \cdot C_{\text{wirk,NA}}/(\xi \cdot (H_T + H_V)) =$	37
$\theta_{c0,M}$ (in °C) =	$\theta_{e,M} + \zeta \cdot (\theta_{i0} - \theta_{e,M}) =$	19,0
$\Phi_{pp,M}$ (in W) =	$1,5 \cdot (H_T + H_{V,05}) \cdot 31 \text{ K} =$	8169
$\theta_{ipp,M}$ (in °C) =	$\theta_{e,M} + \Phi_{pp,M}/(H_T + H_V) =$	62,0
$\theta_{cpp,M}$ (in °C) =	$\theta_{e,M} + \zeta \cdot (\theta_{ipp,M} - \theta_{e,M}) =$	60,9
$\theta_{il,M}$ (in °C) =	$\theta_{e,M} + \xi \cdot (\theta_{c0,M} - \theta_{e,M}) \cdot e^{(-t_u/\tau_P)} =$	18,8
$\theta_{c1,M}$ (in °C) =	$\theta_{c2,M} = \theta_{e,M} + (\theta_{il,M} - \theta_{e,M})/\xi =$	18,8
$t_{bh,M}$ (in h) =	$\tau_P \cdot \ln(\xi \cdot (\theta_{cpp,M} - \theta_{c2,M})/(\theta_{ipp,M} - \theta_{i0})) =$	0,0
$\theta_{c3,M}$ (in °C) =	$\theta_{cpp,M} + (\theta_{i0} - \theta_{ipp,M})/\xi =$	18,8
$\Delta Q_{L,M}$ (in kWh) =	5	

Wärmeverluste aus Transmission und Lüftung

$Q_{L,M}$ (in kWh) =	$0,24 \cdot (H_T + H_V) \cdot (\theta_i - \theta_{e,M}) \cdot t_M - \Delta Q_{L,M} =$	133
----------------------	---	------------

Solare Wärmegewinne der transparenten Bauteile

	$I_{s,j,M}$	g_j	A_{sj}	$Q_{s,j,M}$
Nordorient.:	100	0,60	8,58	217
Ostorient.:	156	0,60	10,22	404
Westorient.:	156	0,60	0,00	0
Südorient.:	135	0,60	4,76	<u>163</u>
vorh $Q_{S,M}$ (in kWh) =				783

Interne Wärmegewinne

$Q_{I,M}$ (in kWh) =	$0,024 \cdot q_i \cdot A_N \cdot t_M =$	451
----------------------	---	------------

(mit $A_N = 121,16 \text{ m}^2$)

Ausnutzungsgrad

Annahme: *schweres* Gebäude o. w. N.

τ_M (in h) =	$C_{\text{wirk},\eta}/(H_T + H_V) =$	102
γ_M (-) =	$(Q_{S,M} + Q_{I,M})/Q_{L,M} =$	9,31
a_M (-) =	$a_0 + \tau_M/\tau_0 =$	7,38
η_M (-) =	$(1 - \gamma_M^{a_M})/(1 - \gamma_M^{a_M+1})$ für $\gamma_M \neq 1$	0,11

Heizwärmebedarf

$Q_{h,M}$ (in kWh) =	$Q_{L,M} - \eta_M \cdot (Q_{S,M} + Q_{I,M}) =$	0
----------------------	--	----------

Heizwärmebedarf im JULI für das Referenzgebäude

Nachtabschaltung

Annahme: *schweres* Gebäude o. w. N.

H_{ic} (in W/K) =	$4 \cdot A_N / R_{si} =$	3728
H_d (in W/K) =	$H_W + H_V$ (aus Tabelle $H_T + H_V$) =	84,44
H_{ce} (in W/K) =	$H_{ic} \cdot (H_T + H_V - H_d) / (H_{ic} - (H_T + H_V - H_d)) =$	77,43
ζ (-) =	$H_{ic} / (H_{ic} + H_{ce}) =$	0,98
ξ (-) =	$H_{ic} / (H_{ic} + H_d) =$	0,98
τ_P (in h) =	$\zeta \cdot C_{\text{wirk,NA}} / (\xi \cdot (H_T + H_V)) =$	43
$\theta_{c0,M}$ (in °C) =	$\theta_{e,M} + \zeta \cdot (\theta_{i0} - \theta_{e,M}) =$	19,0
$\Phi_{pp,M}$ (in W) =	$1,5 \cdot (H_T + H_{V,05}) \cdot 31 \text{ K} =$	7226
$\theta_{ipp,M}$ (in °C) =	$\theta_{e,M} + \Phi_{pp,M} / (H_T + H_V) =$	63,1
$\theta_{cpp,M}$ (in °C) =	$\theta_{e,M} + \zeta \cdot (\theta_{ipp,M} - \theta_{e,M}) =$	62,2
$\theta_{i1,M}$ (in °C) =	$\theta_{e,M} + \xi \cdot (\theta_{c0,M} - \theta_{e,M}) \cdot e^{(-t_u/\tau_P)} =$	18,8
$\theta_{c1,M}$ (in °C) =	$\theta_{c2,M} = \theta_{e,M} + (\theta_{i1,M} - \theta_{e,M}) / \xi =$	18,8
$t_{bh,M}$ (in h) =	$\tau_P \cdot \ln(\xi \cdot (\theta_{cpp,M} - \theta_{c2,M}) / (\theta_{ipp,M} - \theta_{i0})) =$	0,0
$\theta_{c3,M}$ (in °C) =	$\theta_{cpp,M} + (\theta_{i0} - \theta_{ipp,M}) / \xi =$	18,8
$\Delta Q_{L,M}$ (in kWh) =		4

Wärmeverluste aus Transmission und Lüftung

$Q_{L,M}$ (in kWh) =	$0,024 \cdot (H_T + H_V) \cdot (\theta_i - \theta_{e,M}) \cdot t_M - \Delta Q_{L,M} =$	115
----------------------	--	------------

Solare Wärmegewinne der transparenten Bauteile

	$I_{s,j,M}$	g_j	A_{sj}	$Q_{s,j,M}$
Nordorient.:	100	0,60	8,58	217
Ostorient.:	156	0,60	10,22	404
Westorient.:	156	0,60	0,00	0
Südorient.:	135	0,60	4,76	<u>163</u>
vorh $Q_{S,M}$ (in kWh) =				783

Interne Wärmegewinne

$Q_{I,M}$ (in kWh) =	$0,024 \cdot q_i \cdot A_N \cdot t_M =$	451
----------------------	---	------------

(mit $A_N = 121,16 \text{ m}^2$)

Ausnutzungsgrad

Annahme: *schweres* Gebäude o. w. N.

τ_M (in h) =	$C_{\text{wirk},\eta} / (H_T + H_V) =$	118
γ_M (-) =	$(Q_{S,M} + Q_{I,M}) / Q_{L,M} =$	10,71
a_M (-) =	$a_0 + \tau_M / \tau_0 =$	8,38
η_M (-) =	$(1 - \gamma_M^{a_M}) / (1 - \gamma_M^{a_M+1})$ für $\gamma_M \neq 1$	0,09

Heizwärmebedarf

$Q_{h,M}$ (in kWh) =	$Q_{L,M} - \eta_M \cdot (Q_{S,M} + Q_{I,M}) =$	0
----------------------	--	----------

Heizwärmebedarf im AUGUST für das reale Gebäude

AUGUST mit $\theta_{e,M} = 18,3^\circ\text{C}$
 und mit $t_M = 31 \text{ d/Monat}$

Nachtabschaltung

Annahme: *schweres* Gebäude o. w. N.

H_{ic} (in W/K) =	$4 \cdot A_N/R_{si} =$	3728
H_d (in W/K) =	$H_W + H_V$ (aus Tabelle $H_T + H_V$) =	89,34
H_{ce} (in W/K) =	$H_{ic} \cdot (H_T + H_V - H_d)/(H_{ic} - (H_T + H_V - H_d)) =$	98,68
ζ (-) =	$H_{ic}/(H_{ic} + H_{ce}) =$	0,97
ξ (-) =	$H_{ic}/(H_{ic} + H_d) =$	0,98
τ_P (in h) =	$\zeta \cdot C_{\text{wirk,NA}}/(\xi \cdot (H_T + H_V)) =$	37
$\theta_{c0,M}$ (in °C) =	$\theta_{e,M} + \zeta \cdot (\theta_{i0} - \theta_{e,M}) =$	19,0
$\Phi_{pp,M}$ (in W) =	$1,5 \cdot (H_T + H_{V,05}) \cdot 31 \text{ K} =$	8169
$\theta_{ipp,M}$ (in °C) =	$\theta_{e,M} + \Phi_{pp,M}/(H_T + H_V) =$	62,3
$\theta_{cpp,M}$ (in °C) =	$\theta_{e,M} + \zeta \cdot (\theta_{ipp,M} - \theta_{e,M}) =$	61,2
$\theta_{i1,M}$ (in °C) =	$\theta_{e,M} + \xi \cdot (\theta_{c0,M} - \theta_{e,M}) \cdot e^{(-t_u/\tau_P)} =$	18,9
$\theta_{c1,M}$ (in °C) =	$\theta_{c2,M} = \theta_{e,M} + (\theta_{i1,M} - \theta_{e,M})/\xi =$	18,9
$t_{bh,M}$ (in h) =	$\tau_P \cdot \ln(\xi \cdot (\theta_{cpp,M} - \theta_{c2,M})/(\theta_{ipp,M} - \theta_{i0})) =$	0,0
$\theta_{c3,M}$ (in °C) =	$\theta_{cpp,M} + (\theta_{i0} - \theta_{ipp,M})/\xi =$	18,9
$\Delta Q_{L,M}$ (in kWh) =		4

Wärmeverluste aus Transmission und Lüftung

$Q_{L,M}$ (in kWh) =	$0,024 \cdot (H_T + H_V) \cdot (\theta_i - \theta_{e,M}) \cdot t_M - \Delta Q_{L,M} =$	93
----------------------	--	-----------

Solare Wärmegewinne der transparenten Bauteile

	$I_{s,j,M}$	g_j	A_{sj}	$Q_{s,j,M}$
Nordorient.:	70	0,60	8,58	152
Ostorient.:	115	0,60	10,22	297
Westorient.:	115	0,60	0,00	0
Südorient.:	112	0,60	4,76	<u>135</u>
vorh $Q_{S,M}$ (in kWh) =				585

Interne Wärmegewinne

$Q_{I,M}$ (in kWh) =	$0,024 \cdot q_i \cdot A_N \cdot t_M =$	451
----------------------	---	------------

(mit $A_N = 121,16 \text{ m}^2$)

Ausnutzungsgrad

Annahme: *schweres* Gebäude o. w. N.

τ_M (in h) =	$C_{\text{wirk},\eta}/(H_T + H_V) =$	102
γ_M (-) =	$(Q_{S,M} + Q_{I,M})/Q_{L,M} =$	11,15
a_M (-) =	$a_0 + \tau_M/\tau_0 =$	7,38
η_M (-) =	$(1 - \gamma_M^{a_M})/(1 - \gamma_M^{a_M+1})$ für $\gamma_M \neq 1$	0,09

Heizwärmebedarf

$Q_{h,M}$ (in kWh) =	$Q_{L,M} - \eta_M \cdot (Q_{S,M} + Q_{I,M}) =$	0
----------------------	--	----------

Heizwärmebedarf im AUGUST für das Referenzgebäude

Nachtabschaltung

Annahme: *schweres* Gebäude o. w. N.

H_{ic} (in W/K) =	$4 \cdot A_N / R_{si} =$	3728
H_d (in W/K) =	$H_W + H_V$ (aus Tabelle $H_T + H_V$) =	84,44
H_{ce} (in W/K) =	$H_{ic} \cdot (H_T + H_V - H_d) / (H_{ic} - (H_T + H_V - H_d)) =$	77,43
ζ (-) =	$H_{ic} / (H_{ic} + H_{ce}) =$	0,98
ξ (-) =	$H_{ic} / (H_{ic} + H_d) =$	0,98
τ_P (in h) =	$\zeta \cdot C_{\text{wirk,NA}} / (\xi \cdot (H_T + H_V)) =$	43
$\theta_{c0,M}$ (in °C) =	$\theta_{e,M} + \zeta \cdot (\theta_{i0} - \theta_{e,M}) =$	19,0
$\Phi_{pp,M}$ (in W) =	$1,5 \cdot (H_T + H_{V,05}) \cdot 31 \text{ K} =$	7226
$\theta_{ipp,M}$ (in °C) =	$\theta_{e,M} + \Phi_{pp,M} / (H_T + H_V) =$	63,4
$\theta_{cpp,M}$ (in °C) =	$\theta_{e,M} + \zeta \cdot (\theta_{ipp,M} - \theta_{e,M}) =$	62,5
$\theta_{i1,M}$ (in °C) =	$\theta_{e,M} + \xi \cdot (\theta_{c0,M} - \theta_{e,M}) \cdot e^{(-t_u/\tau_P)} =$	18,9
$\theta_{c1,M}$ (in °C) =	$\theta_{c2,M} = \theta_{e,M} + (\theta_{i1,M} - \theta_{e,M}) / \xi =$	18,9
$t_{bh,M}$ (in h) =	$\tau_P \cdot \ln(\xi \cdot (\theta_{cpp,M} - \theta_{c2,M}) / (\theta_{ipp,M} - \theta_{i0})) =$	0,0
$\theta_{c3,M}$ (in °C) =	$\theta_{cpp,M} + (\theta_{i0} - \theta_{ipp,M}) / \xi =$	18,9
$\Delta Q_{L,M}$ (in kWh) =		3

Wärmeverluste aus Transmission und Lüftung

$Q_{L,M}$ (in kWh) =	$0,024 \cdot (H_T + H_V) \cdot (\theta_i - \theta_{e,M}) \cdot t_M - \Delta Q_{L,M} =$	81
----------------------	--	-----------

Solare Wärmegewinne der transparenten Bauteile

	$I_{s,j,M}$	g_j	A_{sj}	$Q_{s,j,M}$
Nordorient.:	70	0,60	8,58	152
Ostorient.:	115	0,60	10,22	297
Westorient.:	115	0,60	0,00	0
Südorient.:	112	0,60	4,76	<u>135</u>
vorh $Q_{S,M}$ (in kWh) =				585

Interne Wärmegewinne

$Q_{I,M}$ (in kWh) =	$0,024 \cdot q_i \cdot A_N \cdot t_M =$	451
----------------------	---	------------

(mit $A_N = 121,16 \text{ m}^2$)

Ausnutzungsgrad

Annahme: *schweres* Gebäude o. w. N.

τ_M (in h) =	$C_{\text{wirk},\eta} / (H_T + H_V) =$	118
γ_M (-) =	$(Q_{S,M} + Q_{I,M}) / Q_{L,M} =$	12,84
a_M (-) =	$a_0 + \tau_M / \tau_0 =$	8,38
η_M (-) =	$(1 - \gamma_M^{a_M}) / (1 - \gamma_M^{a_M+1})$ für $\gamma_M \neq 1$	0,08

Heizwärmebedarf

$Q_{h,M}$ (in kWh) =	$Q_{L,M} - \eta_M \cdot (Q_{S,M} + Q_{I,M}) =$	0
----------------------	--	----------

Heizwärmebedarf im SEPTEMBER für das reale Gebäude

SEPTEMBER mit $\theta_{e,M} = 14,4^\circ\text{C}$
 und mit $t_M = 30 \text{ d/Monat}$

Nachtabschaltung

Annahme: *schweres* Gebäude o. w. N.

H_{ic} (in W/K) =	$4 \cdot A_N/R_{si} =$	3728
H_d (in W/K) =	$H_W + H_V$ (aus Tabelle $H_T + H_V$) =	89,34
H_{ce} (in W/K) =	$H_{ic} \cdot (H_T + H_V - H_d)/(H_{ic} - (H_T + H_V - H_d)) =$	98,68
ζ (-) =	$H_{ic}/(H_{ic} + H_{ce}) =$	0,97
ξ (-) =	$H_{ic}/(H_{ic} + H_d) =$	0,98
τ_P (in h) =	$\zeta \cdot C_{\text{wirk,NA}}/(\xi \cdot (H_T + H_V)) =$	37
$\theta_{c0,M}$ (in °C) =	$\theta_{e,M} + \zeta \cdot (\theta_{i0} - \theta_{e,M}) =$	18,9
$\Phi_{pp,M}$ (in W) =	$1,5 \cdot (H_T + H_{V,05}) \cdot 31 \text{ K} =$	8169
$\theta_{ipp,M}$ (in °C) =	$\theta_{e,M} + \Phi_{pp,M}/(H_T + H_V) =$	58,4
$\theta_{cpp,M}$ (in °C) =	$\theta_{e,M} + \zeta \cdot (\theta_{ipp,M} - \theta_{e,M}) =$	57,3
$\theta_{i1,M}$ (in °C) =	$\theta_{e,M} + \xi \cdot (\theta_{c0,M} - \theta_{e,M}) \cdot e^{(-t_u/\tau_P)} =$	18,0
$\theta_{c1,M}$ (in °C) =	$\theta_{c2,M} = \theta_{e,M} + (\theta_{i1,M} - \theta_{e,M})/\xi =$	18,1
$t_{bh,M}$ (in h) =	$\tau_P \cdot \ln(\xi \cdot (\theta_{cpp,M} - \theta_{c2,M})/(\theta_{ipp,M} - \theta_{i0})) =$	0,0
$\theta_{c3,M}$ (in °C) =	$\theta_{cpp,M} + (\theta_{i0} - \theta_{ipp,M})/\xi =$	18,1
$\Delta Q_{L,M}$ (in kWh) =		24

Wärmeverluste aus Transmission und Lüftung

$Q_{L,M}$ (in kWh) =	$0,024 \cdot (H_T + H_V) \cdot (\theta_i - \theta_{e,M}) \cdot t_M - \Delta Q_{L,M} =$	590
----------------------	--	------------

Solare Wärmegewinne der transparenten Bauteile

	$I_{s,j,M}$	g_j	A_{sj}	$Q_{s,j,M}$
Nordorient.:	48	0,60	8,58	101
Ostorient.:	90	0,60	10,22	225
Westorient.:	90	0,60	0,00	0
Südorient.:	115	0,60	4,76	<u>134</u>
vorh $Q_{S,M}$ (in kWh) =				460

Interne Wärmegewinne

$Q_{I,M}$ (in kWh) =	$0,024 \cdot q_i \cdot A_N \cdot t_M =$	436
----------------------	---	------------

(mit $A_N = 121,16 \text{ m}^2$)

Ausnutzungsgrad

Annahme: *schweres* Gebäude o. w. N.

τ_M (in h) =	$C_{\text{wirk},\eta}/(H_T + H_V) =$	102
γ_M (-) =	$(Q_{S,M} + Q_{I,M})/Q_{L,M} =$	1,52
a_M (-) =	$a_0 + \tau_M/\tau_0 =$	7,38
η_M (-) =	$(1 - \gamma_M^{a_M})/(1 - \gamma_M^{a_M+1})$ für $\gamma_M \neq 1$	0,65

Heizwärmebedarf

$Q_{h,M}$ (in kWh) =	$Q_{L,M} - \eta_M \cdot (Q_{S,M} + Q_{I,M}) =$	10
----------------------	--	-----------

Heizwärmebedarf im SEPTEMBER für das Referenzgebäude

Nachtabschaltung

Annahme: *schweres* Gebäude o. w. N.

H_{ic} (in W/K) =	$4 \cdot A_N / R_{si} =$	3728
H_d (in W/K) =	$H_W + H_V$ (aus Tabelle $H_T + H_V$) =	84,44
H_{ce} (in W/K) =	$H_{ic} \cdot (H_T + H_V - H_d) / (H_{ic} - (H_T + H_V - H_d)) =$	77,43
ζ (-) =	$H_{ic} / (H_{ic} + H_{ce}) =$	0,98
ξ (-) =	$H_{ic} / (H_{ic} + H_d) =$	0,98
τ_P (in h) =	$\zeta \cdot C_{\text{wirk,NA}} / (\xi \cdot (H_T + H_V)) =$	43
$\theta_{c0,M}$ (in °C) =	$\theta_{e,M} + \zeta \cdot (\theta_{i0} - \theta_{e,M}) =$	18,9
$\Phi_{pp,M}$ (in W) =	$1,5 \cdot (H_T + H_{V,05}) \cdot 31 \text{ K} =$	7226
$\theta_{ipp,M}$ (in °C) =	$\theta_{e,M} + \Phi_{pp,M} / (H_T + H_V) =$	59,5
$\theta_{cpp,M}$ (in °C) =	$\theta_{e,M} + \zeta \cdot (\theta_{ipp,M} - \theta_{e,M}) =$	58,6
$\theta_{i1,M}$ (in °C) =	$\theta_{e,M} + \xi \cdot (\theta_{c0,M} - \theta_{e,M}) \cdot e^{(-t_u/\tau_P)} =$	18,1
$\theta_{c1,M}$ (in °C) =	$\theta_{c2,M} = \theta_{e,M} + (\theta_{i1,M} - \theta_{e,M}) / \xi =$	18,2
$t_{bh,M}$ (in h) =	$\tau_P \cdot \ln(\xi \cdot (\theta_{cpp,M} - \theta_{c2,M}) / (\theta_{ipp,M} - \theta_{i0})) =$	0,0
$\theta_{c3,M}$ (in °C) =	$\theta_{cpp,M} + (\theta_{i0} - \theta_{ipp,M}) / \xi =$	18,2
$\Delta Q_{L,M}$ (in kWh) =		18

Wärmeverluste aus Transmission und Lüftung

$Q_{L,M}$ (in kWh) =	$0,024 \cdot (H_T + H_V) \cdot (\theta_i - \theta_{e,M}) \cdot t_M - \Delta Q_{L,M} =$	513
----------------------	--	------------

Solare Wärmegewinne der transparenten Bauteile

	$I_{s,j,M}$	g_j	A_{sj}	$Q_{s,j,M}$
Nordorient.:	48	0,60	8,58	101
Ostorient.:	90	0,60	10,22	225
Westorient.:	90	0,60	0,00	0
Südorient.:	115	0,60	4,76	134
vorh $Q_{S,M}$ (in kWh) =				460

Interne Wärmegewinne

$Q_{I,M}$ (in kWh) =	$0,024 \cdot q_i \cdot A_N \cdot t_M =$	436
----------------------	---	------------

(mit $A_N = 121,16 \text{ m}^2$)

Ausnutzungsgrad

Annahme: *schweres* Gebäude o. w. N.

τ_M (in h) =	$C_{\text{wirk},\eta} / (H_T + H_V) =$	118
γ_M (-) =	$(Q_{S,M} + Q_{I,M}) / Q_{L,M} =$	1,75
a_M (-) =	$a_0 + \tau_M / \tau_0 =$	8,38
η_M (-) =	$(1 - \gamma_M^{a_M}) / (1 - \gamma_M^{a_M+1})$ für $\gamma_M \neq 1$	0,57

Heizwärmebedarf

$Q_{h,M}$ (in kWh) =	$Q_{L,M} - \eta_M \cdot (Q_{S,M} + Q_{I,M}) =$	2
----------------------	--	----------

Heizwärmebedarf im OKTOBER für das reale Gebäude

OKTOBER mit $\theta_{e,M} = 9,1\text{ °C}$
 und mit $t_M = 31\text{ d/Monat}$

Nachtabschaltung

Annahme: *schweres* Gebäude o. w. N.

H_{ic} (in W/K) =	$4 \cdot A_N / R_{si} =$	3728
H_d (in W/K) =	$H_W + H_V$ (aus Tabelle $H_T + H_V$) =	89,34
H_{ce} (in W/K) =	$H_{ic} \cdot (H_T + H_V - H_d) / (H_{ic} - (H_T + H_V - H_d)) =$	98,68
ζ (-) =	$H_{ic} / (H_{ic} + H_{ce}) =$	0,97
ξ (-) =	$H_{ic} / (H_{ic} + H_d) =$	0,98
τ_P (in h) =	$\zeta \cdot C_{\text{wirk,NA}} / (\xi \cdot (H_T + H_V)) =$	37
$\theta_{c0,M}$ (in °C) =	$\theta_{e,M} + \zeta \cdot (\theta_{i0} - \theta_{e,M}) =$	18,7
$\Phi_{pp,M}$ (in W) =	$1,5 \cdot (H_T + H_{V,05}) \cdot 31\text{ K} =$	8169
$\theta_{ipp,M}$ (in °C) =	$\theta_{e,M} + \Phi_{pp,M} / (H_T + H_V) =$	53,1
$\theta_{cpp,M}$ (in °C) =	$\theta_{e,M} + \zeta \cdot (\theta_{ipp,M} - \theta_{e,M}) =$	52,0
$\theta_{i1,M}$ (in °C) =	$\theta_{e,M} + \xi \cdot (\theta_{c0,M} - \theta_{e,M}) \cdot e^{(-t_u/\tau_P)} =$	16,9
$\theta_{c1,M}$ (in °C) =	$\theta_{c2,M} = \theta_{e,M} + (\theta_{i1,M} - \theta_{e,M}) / \xi =$	17,1
$t_{bh,M}$ (in h) =	$\tau_P \cdot \ln(\xi \cdot (\theta_{cpp,M} - \theta_{c2,M}) / (\theta_{ipp,M} - \theta_{i0})) =$	0,0
$\theta_{c3,M}$ (in °C) =	$\theta_{cpp,M} + (\theta_{i0} - \theta_{ipp,M}) / \xi =$	17,1
$\Delta Q_{L,M}$ (in kWh) =		53

Wärmeverluste aus Transmission und Lüftung

$Q_{L,M}$ (in kWh) =	$0,024 \cdot (H_T + H_V) \cdot (\theta_i - \theta_{e,M}) \cdot t_M - \Delta Q_{L,M} =$	1313
----------------------	--	-------------

Solare Wärmegewinne der transparenten Bauteile

	$I_{s,j,M}$	g_j	A_{sj}	$Q_{s,j,M}$
Nordorient.:	33	0,60	8,58	72
Ostorient.:	51	0,60	10,22	132
Westorient.:	51	0,60	0,00	0
Südorient.:	81	0,60	4,76	<u>98</u>
vorh $Q_{S,M}$ (in kWh) =				301

Interne Wärmegewinne

$Q_{I,M}$ (in kWh) =	$0,024 \cdot q_i \cdot A_N \cdot t_M =$	451
----------------------	---	------------

(mit $A_N = 121,16\text{ m}^2$)

Ausnutzungsgrad

Annahme: *schweres* Gebäude o. w. N.

τ_M (in h) =	$C_{\text{wirk},\eta}/(H_T + H_V) =$	102
γ_M (-) =	$(Q_{S,M} + Q_{I,M})/Q_{L,M} =$	0,57
a_M (-) =	$a_0 + \tau_M/\tau_0 =$	7,38
η_M (-) =	$(1 - \gamma_M^{a_M})/(1 - \gamma_M^{a_M+1})$ für $\gamma_M \neq 1$	0,99

Heizwärmebedarf

$Q_{h,M}$ (in kWh) =	$Q_{L,M} - \eta_M \cdot (Q_{S,M} + Q_{I,M}) =$	566
----------------------	--	------------

Heizwärmebedarf im OKTOBER für das Referenzgebäude

Nachtabschaltung

Annahme: *schweres* Gebäude o. w. N.

H_{ic} (in W/K) =	$4 \cdot A_N / R_{si} =$	3728
H_d (in W/K) =	$H_W + H_V$ (aus Tabelle $H_T + H_V$) =	84,44
H_{ce} (in W/K) =	$H_{ic} \cdot (H_T + H_V - H_d) / (H_{ic} - (H_T + H_V - H_d)) =$	77,43
ζ (-) =	$H_{ic} / (H_{ic} + H_{ce}) =$	0,98
ξ (-) =	$H_{ic} / (H_{ic} + H_d) =$	0,98
τ_P (in h) =	$\zeta \cdot C_{\text{wirk,NA}} / (\xi \cdot (H_T + H_V)) =$	43
$\theta_{c0,M}$ (in °C) =	$\theta_{e,M} + \zeta \cdot (\theta_{i0} - \theta_{e,M}) =$	18,8
$\Phi_{pp,M}$ (in W) =	$1,5 \cdot (H_T + H_{V,05}) \cdot 31 \text{ K} =$	7226
$\theta_{ipp,M}$ (in °C) =	$\theta_{e,M} + \Phi_{pp,M} / (H_T + H_V) =$	54,2
$\theta_{cpp,M}$ (in °C) =	$\theta_{e,M} + \zeta \cdot (\theta_{ipp,M} - \theta_{e,M}) =$	53,3
$\theta_{i1,M}$ (in °C) =	$\theta_{e,M} + \xi \cdot (\theta_{c0,M} - \theta_{e,M}) \cdot e^{(-t_u/\tau_P)} =$	17,1
$\theta_{c1,M}$ (in °C) =	$\theta_{c2,M} = \theta_{e,M} + (\theta_{i1,M} - \theta_{e,M}) / \xi =$	17,3
$t_{bh,M}$ (in h) =	$\tau_P \cdot \ln(\xi \cdot (\theta_{cpp,M} - \theta_{c2,M}) / (\theta_{ipp,M} - \theta_{i0})) =$	0,0
$\theta_{c3,M}$ (in °C) =	$\theta_{cpp,M} + (\theta_{i0} - \theta_{ipp,M}) / \xi =$	17,3
$\Delta Q_{L,M}$ (in kWh) =		40

Wärmeverluste aus Transmission und Lüftung

$Q_{L,M}$ (in kWh) =	$0,024 \cdot (H_T + H_V) \cdot (\theta_i - \theta_{e,M}) \cdot t_M - \Delta Q_{L,M} =$	1141
----------------------	--	-------------

Solare Wärmegewinne der transparenten Bauteile

	$I_{s,j,M}$	g_j	A_{sj}	$Q_{s,j,M}$
Nordorient.:	33	0,60	8,58	72
Ostorient.:	51	0,60	10,22	132
Westorient.:	51	0,60	0,00	0
Südorient.:	81	0,60	4,76	98
vorh $Q_{S,M}$ (in kWh) =				301

Interne Wärmegewinne

$Q_{I,M}$ (in kWh) =	$0,024 \cdot q_i \cdot A_N \cdot t_M =$	451
----------------------	---	------------

(mit $A_N = 121,16 \text{ m}^2$)

Ausnutzungsgrad

Annahme: *schweres* Gebäude o. w. N.

τ_M (in h) =	$C_{\text{wirk},\eta} / (H_T + H_V) =$	118
γ_M (-) =	$(Q_{S,M} + Q_{I,M}) / Q_{L,M} =$	0,66
a_M (-) =	$a_0 + \tau_M / \tau_0 =$	8,38
η_M (-) =	$(1 - \gamma_M^{a_M}) / (1 - \gamma_M^{a_M+1})$ für $\gamma_M \neq 1$	0,99

Heizwärmebedarf

$Q_{h,M}$ (in kWh) =	$Q_{L,M} - \eta_M \cdot (Q_{S,M} + Q_{I,M}) =$	397
----------------------	--	------------

Heizwärmebedarf im NOVEMBER für das reale Gebäude

NOVEMBER mit $\theta_{e,M} = 4,7^\circ\text{C}$
 und mit $t_M = 30 \text{ d/Monat}$

Nachtabschaltung

Annahme: *schweres* Gebäude o. w. N.

H_{ic} (in W/K) =	$4 \cdot A_N/R_{si} =$	3728
H_d (in W/K) =	$H_W + H_V$ (aus Tabelle $H_T + H_V$) =	89,34
H_{ce} (in W/K) =	$H_{ic} \cdot (H_T + H_V - H_d)/(H_{ic} - (H_T + H_V - H_d)) =$	98,68
ζ (-) =	$H_{ic}/(H_{ic} + H_{ce}) =$	0,97
ξ (-) =	$H_{ic}/(H_{ic} + H_d) =$	0,98
τ_P (in h) =	$\zeta \cdot C_{\text{wirk,NA}}/(\xi \cdot (H_T + H_V)) =$	37
$\theta_{c0,M}$ (in °C) =	$\theta_{e,M} + \zeta \cdot (\theta_{i0} - \theta_{e,M}) =$	18,6
$\Phi_{pp,M}$ (in W) =	$1,5 \cdot (H_T + H_{V,05}) \cdot 31 \text{ K} =$	8169
$\theta_{ipp,M}$ (in °C) =	$\theta_{e,M} + \Phi_{pp,M}/(H_T + H_V) =$	48,7
$\theta_{cpp,M}$ (in °C) =	$\theta_{e,M} + \zeta \cdot (\theta_{ipp,M} - \theta_{e,M}) =$	47,6
$\theta_{i1,M}$ (in °C) =	$\theta_{e,M} + \xi \cdot (\theta_{c0,M} - \theta_{e,M}) \cdot e^{(-t_u/\tau_P)} =$	15,9
$\theta_{c1,M}$ (in °C) =	$\theta_{c2,M} = \theta_{e,M} + (\theta_{i1,M} - \theta_{e,M})/\xi =$	16,2
$t_{bh,M}$ (in h) =	$\tau_P \cdot \ln(\xi \cdot (\theta_{cpp,M} - \theta_{c2,M})/(\theta_{ipp,M} - \theta_{i0})) =$	1,1
$\theta_{c3,M}$ (in °C) =	$\theta_{cpp,M} + (\theta_{i0} - \theta_{ipp,M})/\xi =$	17,2
$\Delta Q_{L,M}$ (in kWh) =		77

Wärmeverluste aus Transmission und Lüftung

$Q_{L,M}$ (in kWh) =	$0,024 \cdot (H_T + H_V) \cdot (\theta_i - \theta_{e,M}) \cdot t_M - \Delta Q_{L,M} =$	1832
----------------------	--	-------------

Solare Wärmegewinne der transparenten Bauteile

	$I_{s,j,M}$	g_j	A_{sj}	$Q_{s,j,M}$
Nordorient.:	18	0,60	8,58	38
Ostorient.:	28	0,60	10,22	70
Westorient.:	28	0,60	0,00	0
Südorient.:	54	0,60	4,76	<u>63</u>
vorh $Q_{S,M}$ (in kWh) =				171

Interne Wärmegewinne

$Q_{I,M}$ (in kWh) =	$0,024 \cdot q_i \cdot A_N \cdot t_M =$	436
----------------------	---	------------

(mit $A_N = 121,16 \text{ m}^2$)

Ausnutzungsgrad

Annahme: *schweres* Gebäude o. w. N.

τ_M (in h) =	$C_{\text{wirk},\eta}/(H_T + H_V) =$	102
γ_M (-) =	$(Q_{S,M} + Q_{I,M})/Q_{L,M} =$	0,33
a_M (-) =	$a_0 + \tau_M/\tau_0 =$	7,38
η_M (-) =	$(1 - \gamma_M^{a_M})/(1 - \gamma_M^{a_M+1})$ für $\gamma_M \neq 1$	1,00

Heizwärmebedarf

$Q_{h,M}$ (in kWh) =	$Q_{L,M} - \eta_M \cdot (Q_{S,M} + Q_{I,M}) =$	1225
----------------------	--	-------------

Heizwärmebedarf im NOVEMBER für das Referenzgebäude

Nachtabschaltung

Annahme: *schweres* Gebäude o. w. N.

H_{ic} (in W/K) =	$4 \cdot A_N / R_{si} =$	3728
H_d (in W/K) =	$H_W + H_V$ (aus Tabelle $H_T + H_V$) =	84,44
H_{ce} (in W/K) =	$H_{ic} \cdot (H_T + H_V - H_d) / (H_{ic} - (H_T + H_V - H_d)) =$	77,43
ζ (-) =	$H_{ic} / (H_{ic} + H_{ce}) =$	0,98
ξ (-) =	$H_{ic} / (H_{ic} + H_d) =$	0,98
τ_P (in h) =	$\zeta \cdot C_{\text{wirk,NA}} / (\xi \cdot (H_T + H_V)) =$	43
$\theta_{c0,M}$ (in °C) =	$\theta_{e,M} + \zeta \cdot (\theta_{i0} - \theta_{e,M}) =$	18,7
$\Phi_{pp,M}$ (in W) =	$1,5 \cdot (H_T + H_{V,05}) \cdot 31 \text{ K} =$	7226
$\theta_{ipp,M}$ (in °C) =	$\theta_{e,M} + \Phi_{pp,M} / (H_T + H_V) =$	49,8
$\theta_{cpp,M}$ (in °C) =	$\theta_{e,M} + \zeta \cdot (\theta_{ipp,M} - \theta_{e,M}) =$	48,9
$\theta_{i1,M}$ (in °C) =	$\theta_{e,M} + \xi \cdot (\theta_{c0,M} - \theta_{e,M}) \cdot e^{(-t_u/\tau_P)} =$	16,3
$\theta_{c1,M}$ (in °C) =	$\theta_{c2,M} = \theta_{e,M} + (\theta_{i1,M} - \theta_{e,M}) / \xi =$	16,6
$t_{bh,M}$ (in h) =	$\tau_P \cdot \ln(\xi \cdot (\theta_{cpp,M} - \theta_{c2,M}) / (\theta_{ipp,M} - \theta_{i0})) =$	1,1
$\theta_{c3,M}$ (in °C) =	$\theta_{cpp,M} + (\theta_{i0} - \theta_{ipp,M}) / \xi =$	17,4
$\Delta Q_{L,M}$ (in kWh) =		58

Wärmeverluste aus Transmission und Lüftung

$Q_{L,M}$ (in kWh) =	$0,024 \cdot (H_T + H_V) \cdot (\theta_i - \theta_{e,M}) \cdot t_M - \Delta Q_{L,M} =$	1592
----------------------	--	-------------

Solare Wärmegewinne der transparenten Bauteile

	$I_{s,j,M}$	g_j	A_{sj}	$Q_{s,j,M}$
Nordorient.:	18	0,60	8,58	38
Ostorient.:	28	0,60	10,22	70
Westorient.:	28	0,60	0,00	0
Südorient.:	54	0,60	4,76	<u>63</u>
vorh $Q_{S,M}$ (in kWh) =				171

Interne Wärmegewinne

$Q_{I,M}$ (in kWh) =	$0,024 \cdot q_i \cdot A_N \cdot t_M =$	436
----------------------	---	------------

(mit $A_N = 121,16 \text{ m}^2$)

Ausnutzungsgrad

Annahme: *schweres* Gebäude o. w. N.

τ_M (in h) =	$C_{\text{wirk},\eta} / (H_T + H_V) =$	118
γ_M (-) =	$(Q_{S,M} + Q_{I,M}) / Q_{L,M} =$	0,38
a_M (-) =	$a_0 + \tau_M / \tau_0 =$	8,38
η_M (-) =	$(1 - \gamma_M^{a_M}) / (1 - \gamma_M^{a_M+1})$ für $\gamma_M \neq 1$	1,00

Heizwärmebedarf

$Q_{h,M}$ (in kWh) =	$Q_{L,M} - \eta_M \cdot (Q_{S,M} + Q_{I,M}) =$	985
----------------------	--	------------

Heizwärmebedarf im DEZEMBER für das reale Gebäude

DEZEMBER mit $\theta_{e,M} = 1,3^\circ\text{C}$
 und mit $t_M = 31 \text{ d/Monat}$

Nachtabschaltung

Annahme: *schweres* Gebäude o. w. N.

H_{ic} (in W/K) =	$4 \cdot A_N/R_{si} =$	3728
H_d (in W/K) =	$H_W + H_V$ (aus Tabelle $H_T + H_V$) =	89,34
H_{ce} (in W/K) =	$H_{ic} \cdot (H_T + H_V - H_d)/(H_{ic} - (H_T + H_V - H_d)) =$	98,68
ζ (-) =	$H_{ic}/(H_{ic} + H_{ce}) =$	0,97
ξ (-) =	$H_{ic}/(H_{ic} + H_d) =$	0,98
τ_P (in h) =	$\zeta \cdot C_{\text{wirk,NA}}/(\xi \cdot (H_T + H_V)) =$	37
$\theta_{c0,M}$ (in °C) =	$\theta_{e,M} + \zeta \cdot (\theta_{i0} - \theta_{e,M}) =$	18,5
$\Phi_{pp,M}$ (in W) =	$1,5 \cdot (H_T + H_{V,05}) \cdot 31 \text{ K} =$	8169
$\theta_{ipp,M}$ (in °C) =	$\theta_{e,M} + \Phi_{pp,M}/(H_T + H_V) =$	45,3
$\theta_{cpp,M}$ (in °C) =	$\theta_{e,M} + \zeta \cdot (\theta_{ipp,M} - \theta_{e,M}) =$	44,2
$\theta_{i1,M}$ (in °C) =	$\theta_{e,M} + \xi \cdot (\theta_{c0,M} - \theta_{e,M}) \cdot e^{(-t_u/\tau_P)} =$	15,2
$\theta_{c1,M}$ (in °C) =	$\theta_{c2,M} = \theta_{e,M} + (\theta_{i1,M} - \theta_{e,M})/\xi =$	15,5
$t_{bh,M}$ (in h) =	$\tau_P \cdot \ln(\xi \cdot (\theta_{cpp,M} - \theta_{c2,M})/(\theta_{ipp,M} - \theta_{i0})) =$	2,2
$\theta_{c3,M}$ (in °C) =	$\theta_{cpp,M} + (\theta_{i0} - \theta_{ipp,M})/\xi =$	17,2
$\Delta Q_{L,M}$ (in kWh) =		106

Wärmeverluste aus Transmission und Lüftung

$Q_{L,M}$ (in kWh) =	$0,024 \cdot (H_T + H_V) \cdot (\theta_i - \theta_{e,M}) \cdot t_M - \Delta Q_{L,M} =$	2337
----------------------	--	-------------

Solare Wärmegewinne der transparenten Bauteile

	$I_{s,j,M}$	g_j	A_{sj}	$Q_{s,j,M}$
Nordorient.:	10	0,60	8,58	22
Ostorient.:	15	0,60	10,22	39
Westorient.:	15	0,60	0,00	0
Südorient.:	33	0,60	4,76	<u>40</u>
vorh $Q_{S,M}$ (in kWh) =				100

Interne Wärmegewinne

$Q_{I,M}$ (in kWh) =	$0,024 \cdot q_i \cdot A_N \cdot t_M =$	451
----------------------	---	------------

(mit $A_N = 121,16 \text{ m}^2$)

Ausnutzungsgrad

Annahme: *schweres* Gebäude o. w. N.

τ_M (in h) =	$C_{\text{wirk},\eta}/(H_T + H_V) =$	102
γ_M (-) =	$(Q_{S,M} + Q_{I,M})/Q_{L,M} =$	0,24
a_M (-) =	$a_0 + \tau_M/\tau_0 =$	7,38
η_M (-) =	$(1 - \gamma_M^{a_M})/(1 - \gamma_M^{a_M+1})$ für $\gamma_M \neq 1$	1,00

Heizwärmebedarf

$Q_{h,M}$ (in kWh) =	$Q_{L,M} - \eta_M \cdot (Q_{S,M} + Q_{I,M}) =$	1786
----------------------	--	-------------

Heizwärmebedarf im DEZEMBER für das Referenzgebäude

Nachtabschaltung

Annahme: *schweres* Gebäude o. w. N.

H_{ic} (in W/K) =	$4 \cdot A_N / R_{si} =$	3728
H_d (in W/K) =	$H_W + H_V$ (aus Tabelle $H_T + H_V$) =	84,44
H_{ce} (in W/K) =	$H_{ic} \cdot (H_T + H_V - H_d) / (H_{ic} - (H_T + H_V - H_d)) =$	77,43
ζ (-) =	$H_{ic} / (H_{ic} + H_{ce}) =$	0,98
ξ (-) =	$H_{ic} / (H_{ic} + H_d) =$	0,98
τ_P (in h) =	$\zeta \cdot C_{\text{wirk,NA}} / (\xi \cdot (H_T + H_V)) =$	43
$\theta_{c0,M}$ (in °C) =	$\theta_{e,M} + \zeta \cdot (\theta_{i0} - \theta_{e,M}) =$	18,6
$\Phi_{pp,M}$ (in W) =	$1,5 \cdot (H_T + H_{V,05}) \cdot 31 \text{ K} =$	7226
$\theta_{ipp,M}$ (in °C) =	$\theta_{e,M} + \Phi_{pp,M} / (H_T + H_V) =$	46,4
$\theta_{cpp,M}$ (in °C) =	$\theta_{e,M} + \zeta \cdot (\theta_{ipp,M} - \theta_{e,M}) =$	45,5
$\theta_{i1,M}$ (in °C) =	$\theta_{e,M} + \xi \cdot (\theta_{c0,M} - \theta_{e,M}) \cdot e^{(-t_u/\tau_P)} =$	15,7
$\theta_{c1,M}$ (in °C) =	$\theta_{c2,M} = \theta_{e,M} + (\theta_{i1,M} - \theta_{e,M}) / \xi =$	16,0
$t_{bh,M}$ (in h) =	$\tau_P \cdot \ln(\xi \cdot (\theta_{cpp,M} - \theta_{c2,M}) / (\theta_{ipp,M} - \theta_{i0})) =$	2,2
$\theta_{c3,M}$ (in °C) =	$\theta_{cpp,M} + (\theta_{i0} - \theta_{ipp,M}) / \xi =$	17,5
$\Delta Q_{L,M}$ (in kWh) =		79

Wärmeverluste aus Transmission und Lüftung

$Q_{L,M}$ (in kWh) =	$0,024 \cdot (H_T + H_V) \cdot (\theta_i - \theta_{e,M}) \cdot t_M - \Delta Q_{L,M} =$	2032
----------------------	--	-------------

Solare Wärmegewinne der transparenten Bauteile

	$I_{s,j,M}$	g_j	A_{sj}	$Q_{s,j,M}$
Nordorient.:	10	0,60	8,58	22
Ostorient.:	15	0,60	10,22	39
Westorient.:	15	0,60	0,00	0
Südorient.:	33	0,60	4,76	40
vorh $Q_{S,M}$ (in kWh) =				100

Interne Wärmegewinne

$Q_{I,M}$ (in kWh) =	$0,024 \cdot q_i \cdot A_N \cdot t_M =$	451
----------------------	---	------------

(mit $A_N = 121,16 \text{ m}^2$)

Ausnutzungsgrad

Annahme: *schweres* Gebäude o. w. N.

τ_M (in h) =	$C_{\text{wirk},\eta} / (H_T + H_V) =$	118
γ_M (-) =	$(Q_{S,M} + Q_{I,M}) / Q_{L,M} =$	0,27
a_M (-) =	$a_0 + \tau_M / \tau_0 =$	8,38
η_M (-) =	$(1 - \gamma_M^{a_M}) / (1 - \gamma_M^{a_M+1})$ für $\gamma_M \neq 1$	1,00

Heizwärmebedarf

$Q_{h,M}$ (in kWh) =	$Q_{L,M} - \eta_M \cdot (Q_{S,M} + Q_{I,M}) =$	1481
----------------------	--	-------------

Jahres-Heizwärmebedarf reales Gebäude

Monat	$Q_{h,M}$ in kWh
JAN	2058
FEB	1587
MAR	1214
APR	241
MAI	23
JUN	0
JUL	0
AUG	0
SEP	10
OKT	566
NOV	1225
DEZ	1786
Q_h in kWh/a	8710

dito Referenzgebäude

Monat	$Q_{h,M}$ in kWh
JAN	1711
FEB	1301
MAR	956
APR	120
MAI	6
JUN	0
JUL	0
AUG	0
SEP	2
OKT	397
NOV	985
DEZ	1481
Q_h in kWh/a	6958

Gewählte Anlagentechnik reales Gebäude

Trinkwassererwärmung:

Übergabe: —
Verteilung: innerhalb thermischer Hülle mit Zirkulation
Speicherung: indirekt beheizter Kombispeicher (s. u.)
innerhalb thermischer Hülle
Erzeugung: zentral (s. u. bei der Heizung)

Lüftung: (entfällt)

Heizung:

Übergabe: Radiatoren m. Thermostatventilen (1 K Proportionalber.) an den Außenwänden
Verteilung: Vor-/Rücklauf 70/55 °C
horizontale Verteilung innerhalb thermischer Hülle
vertikale Verteilungsstränge innerhalb thermischer Hülle
geregelter Pumpe, hydraul. Abgleich
Speicherung: indirekt beheizter Pufferspeicher
Erzeugung: Biomasse-Wärmeerzeuger mit Pellet-Feuerung
mit Ventilator/elektrischer Zündung,
direkte und indirekte Wärmeabgabe

Referenz-Anlagentechnik

Trinkwassererwärmung:

Übergabe: —
Verteilung: innerhalb thermischer Hülle
mit Zirkulation
Speicherung: indirekt beheizter Solarspeicher
innerhalb thermischer Hülle
Erzeugung: zentral (s. u. bei der Heizung), mit Solarunterstützung
Lüftung: zentrale Abluftanlage, bedarfsgeführt mit DC-Ventilator
(bereits beim spezif. Lüftungswärmeverlust berücksichtigt)

Heizung:

Übergabe: Radiatoren m. Thermostatventilen (1 K Proportionalber.) an den Außenwänden
Verteilung: Vor-/Rücklauf 55/45 °C
Verteilung innerhalb thermischer Hülle
geregelter Pumpe, hydraul. Abgleich
Speicherung: —
Erzeugung: Brennwertkessel verbessert innerhalb thermischer Hülle
mit Heizöl EL betrieben

TRINKWASSERERWÄRMUNG reales Gebäude:

A_N	(in m^2) =	121,16
q_{tw}	(in $kWh/(m^2 \cdot a)$) =	12,50
Q_{tw}	(in kWh/a) =	1515

Wärme (nur EIN Trinkwasserstrang):

q_{tw}	(s. o.)	(in $kWh/(m^2 \cdot a)$) =	12,50
$q_{TW,ce}$	(Tabelle C.1-1)	(in $kWh/(m^2 \cdot a)$) =	0,00
$q_{TW,d}$	(Tabelle C.1-2a, c)	(in $kWh/(m^2 \cdot a)$) =	11,13
$q_{TW,s}$	(Tabelle C.1-3a)	(in $kWh/(m^2 \cdot a)$) =	4,71
$\sum q_{TW}$		(in $kWh/(m^2 \cdot a)$) =	28,34

$\alpha_{TW,g}$	(Tabelle C.1-4a)	(-) =	1,00	0,00
$e_{TW,g}$	(Tabelle C.3-4f)	(-) =	1,48	0,00

$q_{TW,E} =$	$\sum q_{TW} \cdot e_{TW,g} \cdot \alpha_{TW,g} =$		41,94	0,00
$f_{P,j}$	(Tabelle C.4-1)	(-) =	0,20	0,00
$q_{TW,P} =$	$q_{TW,E} \cdot f_{P,j} =$	(in $kWh/(m^2 \cdot a)$) =	8,39	0,00

Heizwärmegutschrift:

$q_{h,TW,d}$	(Tabelle C.1-2a)	(in $kWh/(m^2 \cdot a)$) =	4,98
$q_{h,TW,s}$	(Tabelle C.1-3a)	(in $kWh/(m^2 \cdot a)$) =	2,10
$q_{h,TW}$		(in $kWh/(m^2 \cdot a)$) =	7,08

Hilfsenergie (nur EIN Trinkwasserstrang):

$q_{TW,ce,HE}$	(Tabelle C.1-1)	(in $kWh/(m^2 \cdot a)$) =	0,00
$q_{TW,d,HE}$	(Tabelle C.1-2b)	(in $kWh/(m^2 \cdot a)$) =	1,00
$q_{TW,s,HE}$	(Tabelle C.1-3b)	(in $kWh/(m^2 \cdot a)$) =	0,10

$\alpha_{TW,g}$	(Tabelle C.1-4a)	(-) =	1,00	0,00
$q_{TW,g,HE}$	(Tabelle C.1-4b, ...)	(in $kWh/(m^2 a)$) =	0,27	0,00
		(in $kWh/(m^2 \cdot a)$) =	0,27	0,00

$q_{TW,HE,E} =$	$\sum q_{TW,j,HE} =$		1,37
f_P	(Tabelle C.4-1)	(-) =	2,60
$q_{TW,HE,P} =$	$q_{TW,HE,E} \cdot f_P =$	(in $kWh/(m^2 a)$) =	3,56

Zusammenstellung:

Endenergie	(Wärme)	$Q_{TW,HE,E}$ (in kWh/a) =	5082
	(Hilfsenergie)	$Q_{TW,HE,E}$ (in kWh/a) =	166
Primärenergie		$Q_{TW,P}$ (in kWh/a) =	1448

TRINKWASSERERWÄRMUNG Referenzgebäude:

A_N	(in m^2) =	121,16
q_{tw}	(in $kWh/(m^2 \cdot a)$) =	12,50
Q_{tw}	(in kWh/a) =	1515

Wärme (nur EIN Trinkwasserstrang):

q_{tw}	(s. o.)	(in $kWh/(m^2 \cdot a)$) =	12,50
$q_{TW,ce}$	(Tabelle C.1-1)	(in $kWh/(m^2 \cdot a)$) =	0,00
$q_{TW,d}$	(Tabelle C.1-2a, c)	(in $kWh/(m^2 \cdot a)$) =	11,13
$q_{TW,s}$	(Tabelle C.1-3a)	(in $kWh/(m^2 \cdot a)$) =	4,71
$\sum q_{TW}$		(in $kWh/(m^2 \cdot a)$) =	28,34

$\alpha_{TW,g}$	(Tabelle C.1-4a)	(-) =	0,55	0,45
$e_{TW,g}$	(Tabelle C.1-4b, ...)	(-) =	0,00	1,14

$q_{TW,E} =$	$\sum q_{TW} \cdot e_{TW,g} \cdot \alpha_{TW,g} =$		0,00	14,54
$f_{P,j}$	(Tabelle C.4-1)	(-) =	0,00	1,10
$q_{TW,P} =$	$q_{TW,E} \cdot f_{P,j} =$	(in $kWh/(m^2 \cdot a)$) =	0,00	15,99

Heizwärmegutschrift:

$q_{h,TW,d}$	(Tabelle C.1-2a)	(in $kWh/(m^2 \cdot a)$) =	4,98
$q_{h,TW,s}$	(Tabelle C.1-3a)	(in $kWh/(m^2 \cdot a)$) =	2,10
$q_{h,TW}$		(in $kWh/(m^2 \cdot a)$) =	7,08

Hilfsenergie (nur EIN Trinkwasserstrang):

$q_{TW,ce,HE}$	(Tabelle C.1-1)	(in $kWh/(m^2 \cdot a)$) =	0,00
$q_{TW,d,HE}$	(Tabelle C.1-2b)	(in $kWh/(m^2 \cdot a)$) =	1,00
$q_{TW,s,HE}$	(Tabelle C.1-3b)	(in $kWh/(m^2 \cdot a)$) =	0,10

$\alpha_{TW,g}$	(Tabelle C.1-4a)	(-) =	0,55	0,45
$q_{TW,g,HE}$	(Tabelle C.1-4b, ...)	(in $kWh/(m^2 \cdot a)$) =	0,97	0,27
		(in $kWh/(m^2 \cdot a)$) =	0,53	0,12

$q_{TW,HE,E} =$	$\sum q_{TW,j,HE} =$		1,76
f_P	(Tabelle C.4-1)	(-) =	2,60
$q_{TW,HE,P} =$	$q_{TW,HE,E} \cdot f_P =$	(in $kWh/(m^2 \cdot a)$) =	4,56

Zusammenstellung:

Endenergie	(Wärme)	$Q_{TW,HE,E}$ (in kWh/a) =	1761
	(Hilfsenergie)	$Q_{TW,HE,E}$ (in kWh/a) =	213
Primärenergie		$Q_{TW,P}$ (in kWh/a) =	2490

HEIZUNG reales Gebäude:

A_N	(in m^2) =	121,16
Q_h	(in kWh/a) =	8710
q_h	(in kWh/($m^2 \cdot a$)) =	71,89

Wärme (nur EIN Wärmestrang):

q_h	(s. o.)	(in kWh/($m^2 \cdot a$)) =	71,89
$q_{h,TW}$	(Trinkwutschr.)	(in kWh/($m^2 \cdot a$)) =	-7,08
$q_{h,L}$	(Lüftungsgutschr.)	(in kWh/($m^2 \cdot a$)) =	0,00
$q_{H,ce}$	(Tabelle C.3-1)	(in kWh/($m^2 \cdot a$)) =	1,10
$q_{H,d}$	(Tabelle C.3-2a, b, d)	(in kWh/($m^2 \cdot a$)) =	2,72
$q_{H,s}$	(Tabelle C.3-3)	(in kWh/($m^2 \cdot a$)) =	0,66
$\sum q_H$		(in kWh/($m^2 \cdot a$)) =	69,29

$\alpha_{H,g}$	(Tabelle C.3-4a)	(-) =	1,00	0,00
$e_{H,g}$	(Tabelle C.3-4f)	(-) =	1,48	0,00

$q_{H,E} =$	$\sum q_H \cdot e_g \cdot \alpha_g =$		102,55	0,00
$f_{P,j}$	(Tabelle C.4-1)	(-) =	0,20	0,00
$q_{H,P} =$	$q_E \cdot f_P =$	(in kWh/($m^2 \cdot a$)) =	20,51	0,00

Hilfsenergie (nur EIN Wärmestrang):

$q_{H,ce,HE}$	(Tabelle C.3-1)	(in kWh/($m^2 \cdot a$)) =	0,00
$q_{H,d,HE}$	(Tabelle C.3-2c)	(in kWh/($m^2 \cdot a$)) =	1,59
$q_{H,s,HE}$	(Tabelle C.3-3)	(in kWh/($m^2 \cdot a$)) =	0,55

$\alpha_{H,g}$	(Tabelle C.3-4a)	(-) =	1,00	0,00
$q_{H,g,HE}$	(Tabelle C.3-4g)	(in kWh/($m^2 \cdot a$)) =	1,91	0,00
		(in kWh/($m^2 \cdot a$)) =	1,91	0,00

$q_{H,HE,E} =$	$\sum q_{H,j,HE} =$	(in kWh/($m^2 \cdot a$)) =	4,05
f_P	(Tabelle C.4-1)	(-) =	2,60
$q_{H,HE,P} =$	$q_{HE,E} \cdot f_P =$	(in kWh/($m^2 \cdot a$)) =	10,53

Zusammenstellung:

Endenergie	(Wärme)	$Q_{H,WE,E}$ (in kWh/a) =	12 425
	(Hilfsenergie)	$Q_{H,HE,E}$ (in kWh/a) =	491
Primärenergie		$Q_{H,P}$ (in kWh/a) =	3761

HEIZUNG des Referenzgebäudes:

A_N	(in m^2) =	121,16
Q_h	(in kWh/a) =	6958
q_h	(in kWh/($m^2 \cdot a$)) =	57,43

Wärme (nur EIN Wärmestrang):

q_h	(s. o.)	(in kWh/($m^2 \cdot a$)) =	57,43
$q_{h,TW}$	(Trinkwutschr.)	(in kWh/($m^2 \cdot a$)) =	-7,08
$q_{h,L}$	(Lüftungsgutschr.)	(in kWh/($m^2 \cdot a$)) =	0,00
$q_{H,ce}$	(Tabelle C.3-1)	(in kWh/($m^2 \cdot a$)) =	1,10
$q_{H,d}$	(Tabelle C.3-2a, b, d)	(in kWh/($m^2 \cdot a$)) =	1,97
$q_{H,s}$	(Tabelle C.3-3)	(in kWh/($m^2 \cdot a$)) =	0,00
$\sum q_H$		(in kWh/($m^2 \cdot a$)) =	53,42

$\alpha_{H,g}$	(Tabelle C.3-4a)	(-) =	1,00	0,00
$e_{H,g}$	(Tabelle C.3-4b,...,e)	(-) =	0,97	0,00

$q_{H,E} =$	$\sum q_H \cdot e_g \cdot \alpha_g =$		51,82	0,00
$f_{P,j}$	(Tabelle C.4-1)	(-) =	1,10	0,00
$q_{H,P} =$	$q_E \cdot f_P =$	(in kWh/($m^2 \cdot a$)) =	57,00	0,00

Hilfsenergie (nur EIN Wärmestrang):

$q_{H,ce,HE}$	(Tabelle C.3-1)	(in kWh/($m^2 \cdot a$)) =	0,00
$q_{H,d,HE}$	(Tabelle C.3-2c)	(in kWh/($m^2 \cdot a$)) =	1,71
$q_{H,s,HE}$	(Tabelle C.3-3)	(in kWh/($m^2 \cdot a$)) =	0,00

$\alpha_{H,g}$	(Tabelle C.3-4a)	(-) =	1,00	0,00
$q_{H,g,HE}$	(Tabelle C.3-4b,...,e)	(in kWh/($m^2 \cdot a$)) =	0,73	0,00
		(in kWh/($m^2 \cdot a$)) =	0,73	0,00

$q_{H,HE,E} =$	$\sum q_{H,j,HE} =$	(in kWh/($m^2 \cdot a$)) =	2,44
f_P	(Tabelle C.4-1)	(-) =	2,60
$q_{H,HE,P} =$	$q_{HE,E} \cdot f_P =$	(in kWh/($m^2 \cdot a$)) =	6,34

Zusammenstellung:

Endenergie	(Wärme)	$Q_{H,WE,E}$ (in kWh/a) =	6278
	(Hilfsenergie)	$Q_{H,HE,E}$ (in kWh/a) =	296
Primärenergie		$Q_{H,P}$ (in kWh/a) =	7675

ANLAGENBEWERTUNG reales Gebäude:

I. Eingaben

	$A_N =$	121,16	$t_{HP} =$	185,00	(in m ² bzw. d
abs. Bedarf	$Q_{tw} =$	1515	$Q_h =$	8710	(in kWh/a
bez. Bedarf	$q_{tw} =$	12,50	$q_h =$	71,89	(in kWh/(m ² · a))

II. Systembeschreibung

(s. o.)

III. Ergebnisse

Trinkwasser:		Heizung:		Lüftung:	
Deckung	$q_{h,TW} =$	7,08	$q_{h,H} =$	64,81	$q_{h,L} =$ 0,00
Energieträger:		Endenergie:		Primärenergie:	
Wärme 1	(in kWh/a): Holzpellets	$Q_{WE1,E}$	17 507	$Q_{WE1,P}$	3501
Wärme 2	(in kWh/a):	$Q_{WE2,E}$		$Q_{WE2,P}$	
Wärme 3	(in kWh/a):	$Q_{WE3,E}$		$Q_{WE3,P}$	
Hilfsenergie	(in kWh/a): Strom	$Q_{HE,E} =$	657	$Q_{HE,P} =$	1707
Jahres-Endenergiebedarf Q_E (in kWh/a) =				18 163	
Jahres-Primärenergiebedarf Q_P (in kWh/a) =				5209	
bez. Jahres-Primärenergiebedarf q_P (in kWh/(m² · a) =				42,99	
Anlagen-Aufwandszahl $e_P = Q_P / (Q_{tw} + Q_h) =$				0,509	

ANLAGENBEWERTUNG Referenzgebäude:

I. Eingaben

	$A_N =$	121,16	$t_{HP} =$	185,00	(in m ² bzw. d
abs. Bedarf	$Q_{tw} =$	1515	$Q_h =$	6958	(in kWh/a
bez. Bedarf	$q_{tw} =$	12,50	$q_h =$	57,43	(in kWh/(m ² · a))

II. Systembeschreibung

(s. o.)

III. Ergebnisse

Trinkwasser:		Heizung:		Lüftung:	
Deckung	$q_{h,TW} =$	7,08	$q_{h,H} =$	50,35	$q_{h,L} =$ 0,00
Energieträger:		Endenergie:		Primärenergie:	
Wärme 1	(in kWh/a):	Heizöl EL	$Q_{WE1,E}$	8040	$Q_{WE1,P}$ 8844
Wärme 2	(in kWh/a):		$Q_{WE2,E}$		$Q_{WE2,P}$
Wärme 3	(in kWh/a):		$Q_{WE3,E}$		$Q_{WE3,P}$
Hilfsenergie	(in kWh/a):	Strom	$Q_{HE,E} =$	508	$Q_{HE,P} =$ 1322
Jahres-Endenergiebedarf $Q_{E,ref}$ (in kWh/a) =				8548	
Jahres-Primärenergiebedarf $Q_{P,ref}$ (in kWh/a) =					10 165
bez. Jahres-Primärenergiebedarf $q_{P,ref}$ (in kWh/(m² · a) =					83,90
Anlagen-Aufwandszahl $e_{P,ref} = Q_P/(Q_{tw} + Q_h) =$					1,200

Mit $q_{P,real} < q_{P,ref}$ ist der Nachweis nach EnEV erfüllt!