

Wärmeschutznachweis

Berechnung für Wohngebäude
nach DIN V 4108-6 und DIN V 4701-10
gemäß der ab 1. Mai 2014 gültigen EnEV 2014
Energieeinsparverordnung 2014

Ersetzt den Nachweis vom 09.08.2016

Auftrag Nr. : 138216

Bauvorhaben: Neubau Wohnhaus
Autostr. 1
91154 Roth

Bauherr: Christa und Wolfgang Lutz
Buchleite 28
91154 Roth

ges. Bauherr

Architekt: HUF HAUS GmbH & Co.KG
Franz-Huf-Strasse
56244 Hartenfels

ges. Architekt / Planer

Aufsteller: Ingenieurbüro
Peter Winkens
Hohlbeinstr.20a
56626 Andernach

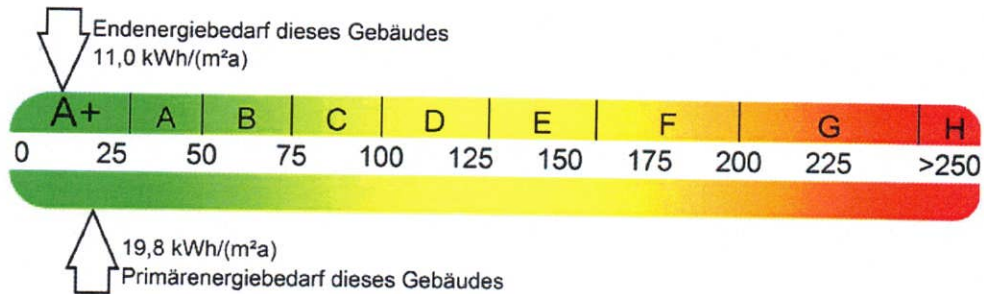
Ingenieurbüro Winkens
Statik - Bauen im Bestand
Wärmeschutz - Schallschutz
Hohlbeinstr. 20 a
56626 Andernach



Dipl.-Ing. (FH) Peter Winkens

Andernach, den 05.12.2016

Endenergiebedarf und Primärenergiebedarf



Übersicht der Berechnungsparameter des Projektes

Die Berechnungen des Wohngebäudes nach DIN V 4108-6 und DIN V 4701-10 werden unter der Annahme folgender Randbedingungen geführt:

- Berechnung mit Monatsbilanzverfahren und allgemeinen Randbedingungen der EnEV 2014
- die Dauer der Heizperiode in der Berechnung der Anlage nach DIN V 4701-10 wird mit 185 Tagen angesetzt
- solare Gewinne von opaken Bauteilen (auch transparente Wärmedämmungen) werden nicht berücksichtigt
- Berechnung des Luftvolumens V mit der Näherung $V = 0,76 \cdot V_e$
- Berechnung der Gebäudenutzfläche A_N mit der Näherung nach EnEV 2014
- Wärmekapazität $C_{\text{wirk}} = 50 \text{ Wh/m}^3\text{K}$ (schweres Gebäude)

Die Temperaturkorrekturfaktoren von Bauteilen gegen das Erdreich werden unter folgenden Randbedingungen ermittelt:

- Bodenplatte ohne Randdämmung
- Kellerdecken und Kellerwände zum unbeheizten Keller ohne Perimeterdämmung
- Grundwassereinfluss wird nicht berücksichtigt
- Wärmebrücken werden detailliert berechnet und deswegen explizit angegeben

Für die Nachweise nach der EnEV 2014 gelten folgende Bedingungen:

- das Gebäude ist ein reines Wohngebäude
- die Gebäudedichtheit wurde nachgewiesen ($n_{50} \leq 3 \text{ h}^{-1}$ ohne Lüftungsanlage)
- es wird der Standardluftwechsel nach EnEV 2014 angesetzt
- EnEV Anlage 1 Nr. 1.1 Satz 2 wird für das Referenzgebäude nicht angewendet

Planstand:

a001l vom 09.05.2016
a002m vom 10.05.2016
a003g vom 26.04.2016

Übersicht über die Bauteilaufbauten

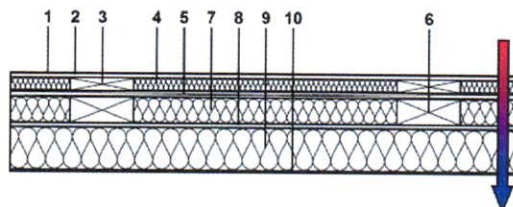
Bauteil: Außenwand (U = 0,15 W/m²K)

Bereich 1: Breite: 20,0 cm

Schicht Nr.	Dicke [cm]	Baustoff
1	0,15	Innenputz
2	1,25	Gipskarton-Platten DIN 18180
3	4,20	Nadelholz
5	1,80	OSB-Platte
6	8,00	Nadelholz
8	1,25	Gipskartonplatten nach DIN 18180
9	13,00	Polystyrol-Extruderschaum 032
10	0,60	Außenputz

Bereich 2: Breite: 80,0 cm

Schicht Nr.	Dicke [cm]	Baustoff
1	0,15	Innenputz
2	1,25	Gipskarton-Platten DIN 18180
4	4,20	Holzfaserdämmplatte WLG039
5	1,80	OSB-Platte
7	8,00	Holzfaserdämmplatte WLG039
8	1,25	Gipskartonplatten nach DIN 18180
9	13,00	Polystyrol-Extruderschaum 032
10	0,60	Außenputz



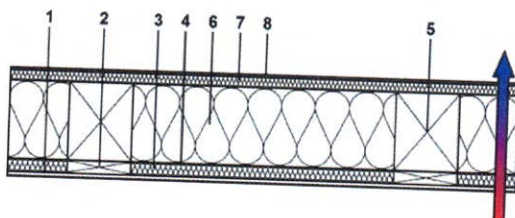
Bauteil: Dach (U = 0,15 W/m²K)

Bereich 1: Breite: 20,0 cm

Schicht Nr.	Dicke [cm]	Baustoff
1	1,25	Gipskartonplatten nach DIN 18180
2	4,00	Nadelholz
4	0,10	PE-Folie
5	24,00	Nadelholz
7	3,50	Holzfaserdämmplatte WLG039
8	0,60	Unterspannbahn, diffusionsoffen (sd,e<=0,1)

Bereich 2: Breite: 80,0 cm

Schicht Nr.	Dicke [cm]	Baustoff
1	1,25	Gipskartonplatten nach DIN 18180
3	4,00	Holzfaserdämmplatte WLG039
4	0,10	PE-Folie
6	24,00	Mineralwolle (MW) 035 nach DIN EN 13162
7	3,50	Holzfaserdämmplatte WLG039
8	0,60	Unterspannbahn, diffusionsoffen (sd,e<=0,1)

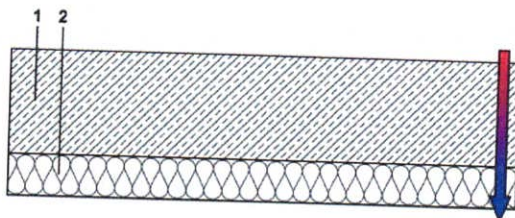


Bauteil: Haustür ($U = 0,90 \text{ W/m}^2\text{K}$)

(pauschal eingetragener U-Wert des Bauteilaufbaus, es sind keine Baustoffe eingetragen)

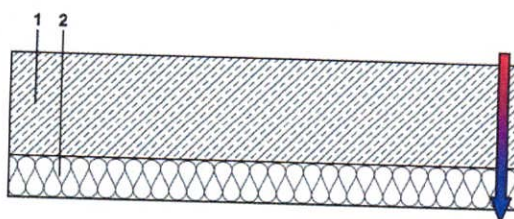
Bauteil: Kelleraußenwand Erdreich ($U = 0,32 \text{ W/m}^2\text{K}$)

Schicht Nr.	Dicke [cm]	Baustoff
1	25,00	Beton armiert 2% Stahl
2	10,00	Polystyrol-Extruderschaum 035



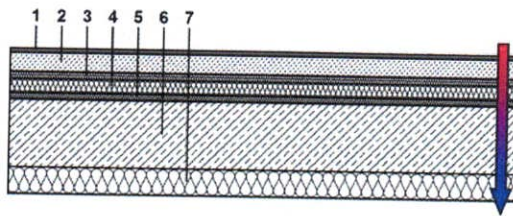
Bauteil: Kelleraußenwand ($U = 0,32 \text{ W/m}^2\text{K}$)

Schicht Nr.	Dicke [cm]	Baustoff
1	25,00	Beton armiert 2% Stahl
2	10,00	Polystyrol-Extruderschaum 035



Bauteil: Bodenplatte ($U = 0,17 \text{ W/m}^2\text{K}$)

Schicht Nr.	Dicke [cm]	Baustoff
1	1,80	Fliesen
2	6,90	Gipsestrich
3	3,00	Polystyrol-Extruderschaum 040
4	5,00	Polystyrol-Extruderschaum 035
5	2,50	Polystyrol-Extruderschaum 035
6	25,00	Beton armiert 2% Stahl
7	10,00	Polystyrol-Extruderschaum 040



Bauphysikalische Berechnungen der Bauteile

Bauteilaufbau: Außenwand

Berechnung des oberen Grenzwertes des Wärmedurchgangswiderstandes R_T'

Bereich 1 Breite: 20,0 cm (f=0,200)	Dicke d	λ	R	maßg. μ	äquiv. Dicke	Temp.- Verlauf	Satt- dampf- druck
Baustoffe	[cm]	[W/mK]	[m²K/W]	[-]	[m]	[°C]	[Pa]
Wärmeübergang innen			0,130				
Innenputz	0,15	0,700	0,002				
Gipskarton-Platten DIN 18180	1,3	0,250	0,050				
Nadelholz	4,2	0,130	0,323				
OSB-Platte	1,8	0,180	0,100				
Nadelholz	8,0	0,130	0,615				
Gipskartonplatten nach DIN 18180	1,3	0,250	0,050				
Polystyrol-Extruderschäum 032	13,0	0,032	4,063				
Außenputz	0,60	0,870	0,007				
Wärmeübergang außen			0,040				
$R_T = \Sigma(d/\lambda_i) =$			5,380				

Bereich 2 Breite: 80,0 cm (f=0,800)	Dicke d	λ	R	maßg. μ	äquiv. Dicke	Temp.- Verlauf	Satt- dampf- druck
Baustoffe	[cm]	[W/mK]	[m²K/W]	[-]	[m]	[°C]	[Pa]
Wärmeübergang innen			0,130				
Innenputz	0,15	0,700	0,002				
Gipskarton-Platten DIN 18180	1,3	0,250	0,050				
Holzfaserdämmplatte WLG039	4,2	0,039	1,077				
OSB-Platte	1,8	0,180	0,100				
Holzfaserdämmplatte WLG039	8,0	0,039	2,051				
Gipskartonplatten nach DIN 18180	1,3	0,250	0,050				
Polystyrol-Extruderschäum 032	13,0	0,032	4,063				
Außenputz	0,60	0,870	0,007				
Wärmeübergang außen			0,040				
$R_T = \Sigma(d/\lambda_i) =$			7,570				

$$R_T' = 1/\Sigma(f/R) = 7,000 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Berechnung des unteren Grenzwertes des Wärmedurchgangswiderstandes R_T''

Schicht Nr.	d [cm]	λ_a [W/mK]	f_a [%]	λ_b [W/mK]	f_b [%]	λ_c [W/mK]	f_c [%]	λ_d [W/mK]	f_d [%]	R_j [m²K/W]
1	0,15	0,700	20,0	0,700	80,0					0,002
2	1,25	0,250	20,0	0,250	80,0					0,050
3	4,20	0,130	20,0	0,039	80,0					0,734
4	1,80	0,180	20,0	0,180	80,0					0,100
5	8,00	0,130	20,0	0,039	80,0					1,399
6	1,25	0,250	20,0	0,250	80,0					0,050
7	13,00	0,032	20,0	0,032	80,0					4,062
8	0,60	0,870	20,0	0,870	80,0					0,007

$$R_T'' = R_{si} + \Sigma R_j + R_{se} = 6,574 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten U

$$R_T = (R_{T'} + R_{T''}) / 2 = (7,000 + 6,574) / 2 = 6,787 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$U = 1/R_T = 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Der Mindestwärmeschutz nach DIN 4108-2:2013-02 beträgt min $R = 1,20 \text{ m}^2\text{K/W}$.
Diese Anforderung ist mit vorh. $R = 6,62 \text{ m}^2\text{K/W}$ erfüllt.

Wirksame Wärmekapazität des Bauteils (10-cm-Regel)

$$C_{\text{wirk},i} = 10,15 \text{ Wh/m}^2\text{K}$$

$$C_{\text{wirk},e} = 3,65 \text{ Wh/m}^2\text{K}$$

Wirksame Wärmekapazität des Bauteils für die Berechnung der Nachtabsenkung (3-cm-Regel)

$$C_{\text{wirk},i} = 5,20 \text{ Wh/m}^2\text{K}$$

$$C_{\text{wirk},e} = 3,17 \text{ Wh/m}^2\text{K}$$

Bauteilaufbau: Dach

Berechnung des oberen Grenzwertes des Wärmedurchgangswiderstandes $R_{T'}$

Bereich 1
Breite: 20,0 cm ($f=0,200$)

Baustoffe	Dicke d [cm]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	maßg. μ [-]	äquiv. Dicke [m]	Temp.- Verlauf [°C]	Satt- dampf- druck [Pa]
Wärmeübergang innen			0,100				
Gipskartonplatten nach DIN 18180	1,3	0,250	0,050				
Nadelholz	4,0	0,130	0,308				
PE-Folie	0,10	0,170	0,006				
Nadelholz	24,0	0,130	1,846				
Holzfaserdämmplatte WLG039	3,5	0,039	0,897				
Unterspannbahn, diffusionsoffen (sd,e<=0,1)	0,60	0,250	0,024				
Wärmeübergang außen			0,040				
$R_T = \Sigma(d/\lambda_i) =$			3,271				

Bereich 2
Breite: 80,0 cm ($f=0,800$)

Baustoffe	Dicke d [cm]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	maßg. μ [-]	äquiv. Dicke [m]	Temp.- Verlauf [°C]	Satt- dampf- druck [Pa]
Wärmeübergang innen			0,100				
Gipskartonplatten nach DIN 18180	1,3	0,250	0,050				
Holzfaserdämmplatte WLG039	4,0	0,039	1,026				
PE-Folie	0,10	0,170	0,006				
Mineralwolle (MW) 035 nach DIN EN 13162	24,0	0,035	6,857				
Holzfaserdämmplatte WLG039	3,5	0,039	0,897				
Unterspannbahn, diffusionsoffen (sd,e<=0,1)	0,60	0,250	0,024				
Wärmeübergang außen			0,040				
$R_T = \Sigma(d/\lambda_i) =$			9,000				

$$R_{T'} = 1/\Sigma(f/R) = 6,665 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Berechnung des unteren Grenzwertes des Wärmedurchgangswiderstandes $R_{T''}$

Schicht Nr.	d [cm]	λ_a [W/mK]	f_a [%]	λ_b [W/mK]	f_b [%]	λ_c [W/mK]	f_c [%]	λ_d [W/mK]	f_d [%]	R_j [m²K/W]
1	1,25	0,250	20,0	0,250	80,0					0,050
2	4,00	0,130	20,0	0,039	80,0					0,699
3	0,10	0,170	20,0	0,170	80,0					0,006
4	24,00	0,130	20,0	0,035	80,0					4,444
5	3,50	0,039	20,0	0,039	80,0					0,897
6	0,60	0,250	20,0	0,250	80,0					0,024

$$R_{T''} = R_{si} + \sum R_j + R_{se} = 6,261 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten U

$$R_T = (R_{T'} + R_{T''}) / 2 = (6,665 + 6,261) / 2 = 6,463 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$U = 1/R_T = 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Der Mindestwärmeschutz nach DIN 4108-2:2013-02 beträgt min $R = 1,20 \text{ m}^2\text{K/W}$.
Diese Anforderung ist mit vorh. $R = 6,32 \text{ m}^2\text{K/W}$ erfüllt.

Wirksame Wärmekapazität des Bauteils (10-cm-Regel)

$$C_{\text{wirk,i}} = 9,82 \text{ Wh/m}^2\text{K}$$

$$C_{\text{wirk,e}} = 6,42 \text{ Wh/m}^2\text{K}$$

Wirksame Wärmekapazität des Bauteils für die Berechnung der Nachtabsenkung (3-cm-Regel)

$$C_{\text{wirk,i}} = 4,41 \text{ Wh/m}^2\text{K}$$

$$C_{\text{wirk,e}} = 6,10 \text{ Wh/m}^2\text{K}$$

Bauteilaufbau: Haustür

pauschal eingetragener U-Wert des Bauteilaufbaus (ohne Berechnung): $0,90 \text{ W/m}^2\text{K}$

Bauteilaufbau: Kelleraußenwand Erdreich

Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten U

Baustoffe	Dicke d [cm]	λ [W/mK]	R [m²K/W]	maßg. μ [-]	äquiv. Dicke [m]	Temp.- Verlauf [°C]	Satt- dampf- druck [Pa]
Wärmeübergang innen			0,130				
Beton armiert 2% Stahl	25,0	2,500	0,100				
Polystyrol-Extruderschäum 035	10,0	0,035	2,857				
Wärmeübergang außen			0,000				
$R_T = \sum(d_i/\lambda_i) =$			3,087				

$$U = 1/\sum R_i = 0,32 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Der Mindestwärmeschutz nach DIN 4108-2:2013-02 beträgt min $R = 1,20 \text{ m}^2\text{K/W}$.
Diese Anforderung ist mit vorh. $R = 2,96 \text{ m}^2\text{K/W}$ erfüllt.

Wirksame Wärmekapazität des Bauteils (10-cm-Regel)

$$C_{\text{wirk,i}} = 66,67 \text{ Wh/m}^2\text{K}$$

$$C_{\text{wirk,e}} = 0,69 \text{ Wh/m}^2\text{K}$$

Wirksame Wärmekapazität des Bauteils für die Berechnung der Nachtabsenkung (3-cm-Regel)

$$C_{\text{wirk,i}} = 20,00 \text{ Wh/m}^2\text{K}$$

$$C_{\text{wirk,e}} = 0,21 \text{ Wh/m}^2\text{K}$$

Bauteilaufbau: Kelleraußenwand

Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten U

Baustoffe	Dicke d [cm]	λ [W/mK]	R [m²K/W]	maßg. μ [-]	äquiv. Dicke [m]	Temp.- Verlauf [°C]	Satt- dampf- druck [Pa]
Wärmeübergang innen			0,130				
Beton armiert 2% Stahl	25,0	2,500	0,100				
Polystyrol-Extruderschaum 035	10,0	0,035	2,857				
Wärmeübergang außen			0,040				
$R_T = \Sigma(d_i/\lambda_i) =$			3,127				

$$U = 1/\Sigma R_i = 0,32 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Der Mindestwärmeschutz nach DIN 4108-2:2013-02 beträgt min $R = 1,20 \text{ m}^2\text{K/W}$.
Diese Anforderung ist mit vorh. $R = 2,96 \text{ m}^2\text{K/W}$ erfüllt.

Wirksame Wärmekapazität des Bauteils (10-cm-Regel)

$$C_{\text{wirk},i} = 66,67 \text{ Wh/m}^2\text{K}$$

$$C_{\text{wirk},e} = 0,69 \text{ Wh/m}^2\text{K}$$

Wirksame Wärmekapazität des Bauteils für die Berechnung der Nachtabenkung (3-cm-Regel)

$$C_{\text{wirk},i} = 20,00 \text{ Wh/m}^2\text{K}$$

$$C_{\text{wirk},e} = 0,21 \text{ Wh/m}^2\text{K}$$

Bauteilaufbau: Bodenplatte

Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten U

Baustoffe	Dicke d [cm]	λ [W/mK]	R [m²K/W]	maßg. μ [-]	äquiv. Dicke [m]	Temp.- Verlauf [°C]	Satt- dampf- druck [Pa]
Wärmeübergang innen			0,170				
Fliesen	1,8	1,000	0,018				
Gipsestrich	6,9	1,200	0,057				
Polystyrol-Extruderschaum 040	3,0	0,040	0,750				
Polystyrol-Extruderschaum 035	5,0	0,035	1,429				
Polystyrol-Extruderschaum 035	2,5	0,035	0,714				
Beton armiert 2% Stahl	25,0	2,500	0,100				
Polystyrol-Extruderschaum 040	10,0	0,040	2,500				
Wärmeübergang außen			0,000				
$R_T = \Sigma(d_i/\lambda_i) =$			5,738				

$$U = 1/\Sigma R_i = 0,17 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Der Mindestwärmeschutz nach DIN 4108-2:2013-02 beträgt min $R = 0,90 \text{ m}^2\text{K/W}$.
Diese Anforderung ist mit vorh. $R = 5,57 \text{ m}^2\text{K/W}$ erfüllt.

Wirksame Wärmekapazität des Bauteils (10-cm-Regel)

$$C_{\text{wirk},i} = 50,34 \text{ Wh/m}^2\text{K}$$

$$C_{\text{wirk},e} = 0,69 \text{ Wh/m}^2\text{K}$$

Wirksame Wärmekapazität des Bauteils für die Berechnung der Nachtabenkung (3-cm-Regel)

$$C_{\text{wirk},i} = 17,00 \text{ Wh/m}^2\text{K}$$

$$C_{\text{wirk},e} = 0,21 \text{ Wh/m}^2\text{K}$$

Übersicht der opaken Bauteile

Bauteil: Außenwand Giebel NO

Bauteilaufbau: Außenwand

U-Wert	0,15 W/m²K	Verschattungsfaktor	0,90
C _i	10,15 Wh/m²K	C _a	3,65 Wh/K
Absorption α	50,0 %	Abstrahlung ε	80,0 %
R _{si}	0,13 m²K/W	R _{se}	0,04 m²K/W
Orientierung	NO	Neigung	90,0° gegen d. Horizontale
Zone innen	Wohnbereich	Zone außen	Außenluft

Flächen-Berechnung:

Erker	10,1*(5,05+8,33)/2*1	67,57 m²
Haustür	1,2*(4,271+5,05)/2*1	5,59 m²
DK-Fenster 1.073-0.33 NO	(Siehe opake Bauteile)	-2,14 m²
DK-Fenster 1.073-2.06 NO	(Siehe transparente Bauteile)	-0,71 m²
Festverglasung Giebel NO	(Siehe transparente Bauteile)	-4,42 m²
Gesamtfläche		-28,33 m²
		37,56 m²

Bauteil: Außenwand Giebel SW

Bauteilaufbau: Außenwand

U-Wert	0,15 W/m²K	Verschattungsfaktor	0,90
C _i	10,15 Wh/m²K	C _a	3,65 Wh/K
Absorption α	50,0 %	Abstrahlung ε	80,0 %
R _{si}	0,13 m²K/W	R _{se}	0,04 m²K/W
Orientierung	SW	Neigung	90,0° gegen d. Horizontale
Zone innen	Wohnbereich	Zone außen	Außenluft

Flächen-Berechnung:

Erker	10,1*(5,05+8,33)/2*1	67,57 m²
DK-Fenster 1.04-2.06 SW	1,2*(4,271+5,05)/2*1	5,59 m²
Festverglasung Giebel SW	(Siehe transparente Bauteile)	-2,14 m²
Gesamtfläche	(Siehe transparente Bauteile)	-26,97 m²
		44,05 m²

Bauteil: Außenwand Traufe NW

Bauteilaufbau: Außenwand

U-Wert	0,15 W/m²K	Verschattungsfaktor	0,90
C _i	10,15 Wh/m²K	C _a	3,65 Wh/K
Absorption α	50,0 %	Abstrahlung ε	80,0 %
R _{si}	0,13 m²K/W	R _{se}	0,04 m²K/W
Orientierung	NW	Neigung	90,0° gegen d. Horizontale
Zone innen	Wohnbereich	Zone außen	Außenluft

Flächen-Berechnung:

	3,6*5,05*1	18,18 m²
	4,1*4,271*1	17,51 m²
	4,8*5,05*1	24,24 m²
DK-Fenster 0.88-2.06 NW	(Siehe transparente Bauteile)	-1,81 m²
DK-Fenster 2.08-2.06 NW	(Siehe transparente Bauteile)	-4,28 m²
Festverglasung Traufe NW	(Siehe transparente Bauteile)	-10,32 m²
Gesamtfläche		43,51 m²

Bauteil: Außenwand Traufe SO

Bauteilaufbau: Außenwand

U-Wert	0,15 W/m²K	Verschattungsfaktor	0,90
C _i	10,15 Wh/m²K	C _a	3,65 Wh/K
Absorption α	50,0 %	Abstrahlung ε	80,0 %
R _{si}	0,13 m²K/W	R _{se}	0,04 m²K/W
Orientierung	SO	Neigung	90,0° gegen d. Horizontale
Zone innen	Wohnbereich	Zone außen	Außenluft

Flächen-Berechnung:

	12,5*5,05*1	63,13 m²
DK-Fenster 1.073-0.33 SO	(Siehe transparente Bauteile)	-0,71 m²
Festverglasung Traufe SO	(Siehe transparente Bauteile)	-7,37 m²
Gesamtfläche		55,04 m²

Bauteil: Bodenplatte

Bauteilaufbau: Bodenplatte

U-Wert	0,17 W/m²K	Verschattungsfaktor	0,90
C _i	50,34 Wh/m²K	C _a	0,69 Wh/K
Absorption α	50,0 %	Abstrahlung ε	80,0 %
R _{si}	0,17 m²K/W	R _{se}	0,00 m²K/W
Orientierung	horizontal	Neigung	0,0° gegen d. Horizontale
Zone innen	Wohnbereich	Zone außen	Erdreich

Flächen-Berechnung:

	10,04*12,44*1	124,90 m²
	1,2*4,04*1	4,85 m²
Gesamtfläche		129,75 m²

Bauteil: Dach NW

Bauteilaufbau: Dach

U-Wert	0,15 W/m²K	Verschattungsfaktor	0,90
C _i	9,82 Wh/m²K	C _a	6,42 Wh/K
Absorption α	50,0 %	Abstrahlung ε	80,0 %
R _{si}	0,10 m²K/W	R _{se}	0,04 m²K/W
Orientierung	NW	Neigung	33,0° gegen d. Horizontale
Zone innen	Wohnbereich	Zone außen	Außenluft

Flächen-Berechnung:

	5,05*12,5/0,839*1	75,24 m²
	1,2*4,1/0,839*1	5,86 m²
Gesamtfläche		81,10 m²

Bauteil: Dach SO

Bauteilaufbau: Dach

U-Wert	0,15 W/m²K	Verschattungsfaktor	0,90
C _i	9,82 Wh/m²K	C _a	6,42 Wh/K
Absorption α	50,0 %	Abstrahlung ε	80,0 %
R _{si}	0,10 m²K/W	R _{se}	0,04 m²K/W
Orientierung	SO	Neigung	33,0° gegen d. Horizontale
Zone innen	Wohnbereich	Zone außen	Außenluft

Flächen-Berechnung:

	5,05*12,5/0,839*1	75,24 m ²
Dachfenster	(Siehe transparente Bauteile)	-1,11 m ²
Gesamtfläche		74,13 m ²

Bauteil: Haustür

Bauteilaufbau: Haustür

U-Wert	0,90 W/m ² K	Verschattungsfaktor	0,90
C _i	0,00 Wh/m ² K	C _a	0,00 Wh/K
Absorption α	50,0 %	Abstrahlung ε	80,0 %
R _{si}	0,13 m ² K/W	R _{se}	0,04 m ² K/W
Orientierung	horizontal	Neigung	90,0° gegen d. Horizontale
Zone innen	Wohnbereich	Zone außen	Außenluft

Flächen-Berechnung:

1,04*2,06*1	2,14 m ²
-------------	---------------------

Bauteil: Kelleraußenwand (Erdreich)

Bauteilaufbau: Kelleraußenwand Erdreich

U-Wert	0,32 W/m ² K	Verschattungsfaktor	0,90
C _i	66,67 Wh/m ² K	C _a	0,69 Wh/K
Absorption α	50,0 %	Abstrahlung ε	80,0 %
R _{si}	0,13 m ² K/W	R _{se}	0,00 m ² K/W
Orientierung	horizontal	Neigung	90,0° gegen d. Horizontale
Zone innen	Wohnbereich	Zone außen	Erdreich

Flächen-Berechnung:

	11,24*2,95*2	66,32 m ²
	12,44*2,95*2	73,40 m ²
Abzug Fenster	1*0,75*5	-3,75 m ²
Abzug Fenster/frei	5,5*1,75*1	-9,63 m ²
Gesamtfläche		126,34 m ²

Bauteil: Kelleraußenwand (Fenster)

Bauteilaufbau: Kelleraußenwand

U-Wert	0,32 W/m ² K	Verschattungsfaktor	0,90
C _i	66,67 Wh/m ² K	C _a	0,69 Wh/K
Absorption α	50,0 %	Abstrahlung ε	80,0 %
R _{si}	0,13 m ² K/W	R _{se}	0,04 m ² K/W
Orientierung	horizontal	Neigung	90,0° gegen d. Horizontale
Zone innen	Wohnbereich	Zone außen	Außenluft

Flächen-Berechnung:

Fenster	1*0,75*5	3,75 m ²
Kellerfenster	(Siehe transparente Bauteile)	-3,75 m ²
Gesamtfläche		0,00 m ²

Bauteil: Kelleraußenwand frei

Bauteilaufbau: Kelleraußenwand

U-Wert	0,32 W/m²K	Verschattungsfaktor	0,90
C _i	66,67 Wh/m²K	C _a	0,69 Wh/K
Absorption α	50,0 %	Abstrahlung ε	80,0 %
R _{si}	0,13 m²K/W	R _{se}	0,04 m²K/W
Orientierung	SW	Neigung	90,0° gegen d. Horizontale
Zone innen	Wohnbereich	Zone außen	Außenluft

Flächen-Berechnung:

Kellerfenster SW	5,5*1,75*1	9,63 m²
	(Siehe transparente Bauteile)	-4,82 m²
Gesamtfläche		4,80 m²

Übersicht der transparenten Bauteile

Fenster: Dachfenster

Fensteraufbau: Dachfenster HUF

Orientierung	NO	Neigung	33,0° gegen d. Horizontale
Rahmenanteil	30,0 %		
U_g	keine Angabe	U_w	1,00 W/(m²K)
Energiedurchlassgrad g_f	0,51	Sonnenschutz F_c	kein Sonnenschutz
Verschattung $F_{s,Winter}$	0,90		
Abminderungsfaktor F_v	1,00		
Zone innen	Wohnbereich	Zone außen	Außenluft

Flächen-Berechnung:

0,94*1,18*1

1,11 m²

Fenster: DK-Fenster 0.88-2.06 NW

Fensteraufbau: DK-Fenster HUF

Orientierung	SW	Neigung	90,0° gegen d. Horizontale
Rahmenanteil	35,7 %		
U_g	0,70 W/(m²K)	U_w	1,00 W/(m²K)
Energiedurchlassgrad g_f	0,47	Sonnenschutz F_c	0,06
Verschattung $F_{s,Winter}$	0,90		
Abminderungsfaktor F_v	1,00		
Zone innen	Wohnbereich	Zone außen	Außenluft

Flächen-Berechnung:

Fensterfläche 1 0,88*2,060

1,81 m²

Fenster: DK-Fenster 1.04-2.06 SW

Fensteraufbau: DK-Fenster HUF

Orientierung	O	Neigung	90,0° gegen d. Horizontale
Rahmenanteil	32,0 %		
U_g	0,70 W/(m²K)	U_w	0,93 W/(m²K)
Energiedurchlassgrad g_f	0,47	Sonnenschutz F_c	0,06
Verschattung $F_{s,Winter}$	0,90		
Abminderungsfaktor F_v	1,00		
Zone innen	Wohnbereich	Zone außen	Außenluft

Flächen-Berechnung:

Fensterfläche 1 1,040*2,060

2,14 m²

Fenster: DK-Fenster 1.073-0.33 NO

Fensteraufbau: DK-Fenster HUF

Orientierung	W	Neigung	90,0° gegen d. Horizontale
Rahmenanteil	78,8 %		
U_g	0,70 W/(m²K)	U_w	1,20 W/(m²K)
Energiedurchlassgrad g_f	0,47	Sonnenschutz F_c	0,06
Verschattung $F_{s,Winter}$	0,90		
Abminderungsfaktor F_v	1,00		
Zone innen	Wohnbereich	Zone außen	Außenluft

Dieses Fenster wird 2-mal berücksichtigt.

Flächen-Berechnung:

Fensterfläche 1	1,073*0,330	0,35 m ²
-----------------	-------------	---------------------

Fenster: DK-Fenster 1.073-0.33 SO

Fensteraufbau: DK-Fenster HUF

Orientierung	NO	Neigung	90,0° gegen d. Horizontale
Rahmenanteil	78,8 %		
U _g	0,70 W/(m ² K)	U _w	1,20 W/(m ² K)
Energiedurchlassgrad g _f	0,47	Sonnenschutz F _c	0,06
Verschattung F _{s, Winter}	0,90		
Abminderungsfaktor F _v	1,00		
Zone innen	Wohnbereich	Zone außen	Außenluft

Dieses Fenster wird 2-mal berücksichtigt.

Flächen-Berechnung:

Fensterfläche 1	1,073*0,330	0,35 m ²
-----------------	-------------	---------------------

Fenster: DK-Fenster 1.073-2.06 NO

Fensteraufbau: DK-Fenster HUF

Orientierung	W	Neigung	90,0° gegen d. Horizontale
Rahmenanteil	31,4 %		
U _g	0,70 W/(m ² K)	U _w	0,92 W/(m ² K)
Energiedurchlassgrad g _f	0,47	Sonnenschutz F _c	0,06
Verschattung F _{s, Winter}	0,90		
Abminderungsfaktor F _v	1,00		
Zone innen	Wohnbereich	Zone außen	Außenluft

Dieses Fenster wird 2-mal berücksichtigt.

Flächen-Berechnung:

Fensterfläche 1	1,073*2,060	2,21 m ²
-----------------	-------------	---------------------

Fenster: DK-Fenster 2.08-2.06 NW

Fensteraufbau: DK-Fenster HUF

Orientierung	SW	Neigung	90,0° gegen d. Horizontale
Rahmenanteil	21,8 %		
U _g	0,70 W/(m ² K)	U _w	0,86 W/(m ² K)
Energiedurchlassgrad g _f	0,47	Sonnenschutz F _c	0,06
Verschattung F _{s, Winter}	0,90		
Abminderungsfaktor F _v	1,00		
Zone innen	Wohnbereich	Zone außen	Außenluft

Flächen-Berechnung:

Fensterfläche 1	2,08*2,060	4,28 m ²
-----------------	------------	---------------------

Fenster: Festverglasung Giebel NO

Fensteraufbau: Festverglasung HUF

Orientierung	W	Neigung	90,0° gegen d. Horizontale
Rahmenanteil	30,0 %		
U_g	keine Angabe	U_w	0,50 W/(m²K)
Energiedurchlassgrad g_f	0,47	Sonnenschutz F_c	kein Sonnenschutz
Verschattung $F_{s,Winter}$	0,90		
Abminderungsfaktor F_v	1,00		
Zone innen	Wohnbereich	Zone außen	Außenluft

Flächen-Berechnung:

EG	0,5*2,06*2	2,06 m²
EG	2,24*0,85*1	1,90 m²
EG	2,24*1,05*1	2,35 m²
EG	2,08*0,85*1	1,77 m²
EG	2,08*1,05*1	2,18 m²
Erker	0,82*2,06*1	1,69 m²
Erker OL	0,82*0,33*1	0,27 m²
EG OL	1,007*0,33*1	0,33 m²
EG OL	2,24*0,33*1	0,74 m²
EG OL	1,167*0,33*1	0,39 m²
EG OL	2,08*0,33*1	0,69 m²
DG	1,167*2,06*2	4,81 m²
DG OL Trapez	2,24*(0,873+2,328)/2*2	7,17 m²
Erker Trapez	0,82*(1+1,533)/2*1	1,04 m²
DG OL Dreieck	1,226*0,769/2*2	0,94 m²
Gesamtfläche		28,33 m²

Fenster: Festverglasung Giebel SW

Fensteraufbau: Festverglasung HUF

Orientierung	O	Neigung	90,0° gegen d. Horizontale
Rahmenanteil	30,0 %		
U_g	keine Angabe	U_w	0,50 W/(m²K)
Energiedurchlassgrad g_f	0,47	Sonnenschutz F_c	kein Sonnenschutz
Verschattung $F_{s,Winter}$	0,90		
Abminderungsfaktor F_v	1,00		
Zone innen	Wohnbereich	Zone außen	Außenluft

Flächen-Berechnung:

EG	2,24*2,06*2	9,23 m²
Erker	0,82*2,06*1	1,69 m²
Erker OL	0,82*0,33*1	0,27 m²
EG OL	2,24*0,33*2	1,48 m²
EG OL	2,08*0,33*2	1,37 m²
DG	1,04*2,06*2	4,28 m²
DG OL Trapez	1,04*(0,873+1,549)/2*2	2,52 m²
DG OL Trapez	1,04*(1,653+2,328)/2*2	4,14 m²
DG OL Dreieck	1,226*0,769/2*2	0,94 m²
Erker Trapez	0,82*(1+1,533)/2*1	1,04 m²
Gesamtfläche		26,96 m²

Fenster: Festverglasung Traufe NW

Fensteraufbau: Festverglasung HUF

Orientierung	SW	Neigung	90,0° gegen d. Horizontale
Rahmenanteil	30,0 %		
U_g	keine Angabe	U_w	0,50 W/(m²K)
Energiedurchlassgrad g_f	0,47	Sonnenschutz F_c	kein Sonnenschutz
Verschattung $F_{s, Winter}$	0,90		
Abminderungsfaktor F_v	1,00		
Zone innen	Wohnbereich	Zone außen	Außenluft

Flächen-Berechnung:

EG	3*2,06*1	6,18 m²
EG OL	2,24*0,33*1	0,74 m²
EG OL	3*0,33*1	0,99 m²
EG OL	2,08*0,33*1	0,69 m²
DG	3*0,575*1	1,73 m²
Gesamtfläche		10,33 m²

Fenster: Festverglasung Traufe SO

Fensteraufbau: Festverglasung HUF

Orientierung	NO	Neigung	90,0° gegen d. Horizontale
Rahmenanteil	30,0 %		
U_g	keine Angabe	U_w	0,50 W/(m²K)
Energiedurchlassgrad g_f	0,47	Sonnenschutz F_c	kein Sonnenschutz
Verschattung $F_{s, Winter}$	0,90		
Abminderungsfaktor F_v	1,00		
Zone innen	Wohnbereich	Zone außen	Außenluft

Flächen-Berechnung:

EG	2,24*2,06*1	4,61 m²
EG OL	1,04*0,33*1	0,34 m²
EG OL	1,167*0,33*2	0,77 m²
EG OL	1,99*0,33*1	0,66 m²
EG OL	0,79*0,33*1	0,26 m²
EG OL	0,907*0,33*1	0,30 m²
EG OL	1,30*0,33*1	0,43 m²
Gesamtfläche		7,37 m²

Fenster: Kellerfenster

Fensteraufbau: Kellerfenster

Orientierung	-	Neigung	90,0° gegen d. Horizontale
Rahmenanteil	30,0 %		
U_g	1,10 W/(m²K)	U_w	0,70 W/(m²K)
Energiedurchlassgrad g_f	0,63	Sonnenschutz F_c	kein Sonnenschutz
Verschattung $F_{s, Winter}$	0,90		
Abminderungsfaktor F_v	1,00		
Zone innen	Wohnbereich	Zone außen	Außenluft

Flächen-Berechnung:

1*0,75*1	0,75 m²
----------	---------

Fenster: Kellerfenster SW

Fensteraufbau: Kellerfenster

Orientierung	O	Neigung	90,0° gegen d. Horizontale
Rahmenanteil	30,0 %		
U_g	1,10 W/(m²K)	U_w	0,70 W/(m²K)
Energiedurchlassgrad g_f	0,63	Sonnenschutz F_c	kein Sonnenschutz
Verschattung $F_{s, Winter}$	0,90		
Abminderungsfaktor F_v	1,00		
Zone innen	Wohnbereich	Zone außen	Außenluft
Dieses Fenster wird 2-mal berücksichtigt.			

Flächen-Berechnung:

2,41*1*1

2,41 m²

Bauphysikalische Berechnungen der Fenster

Fenster: Dachfenster

pauschal eingetragener U-Wert des Standard-Fensters (ohne Berechnung): 1,00 W/m²K

Fenster: DK-Fenster 0.88-2.06 NW

Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten U_w

Wärmedurchgang Verglasung U_g	0,7 W/m²K	Wärmebrücke Glasrand Ψ_g	0,040 W/mK
Wärmedurchgang Paneele U_p	-	Wärmebrücke Paneelrand Ψ_p	-
Wärmedurchgang Rahmen U_r	1,1 W/m²K		
Rahmenanteil	36 %	Paneelanteil	0 %
Länge Glasrand l_g	7,64 m	Länge Paneelrand l_p	-
Fensterfläche $A_g + A_p + A_r$	1,81 m²		
Wärmedurchgang U_w	1,00 W/m²K		

Flächen-Berechnung Rahmenfläche:

Rahmenfläche 1	$2 \cdot 2,060 \cdot 0,120 + (0,88 - 2 \cdot 0,120) \cdot (0,120 + 0,120)$	0,65 m²
----------------	--	---------

Berechnung der Länge des Glasrandes:

Länge 1	$2 \cdot (2,240 + 2,060 - (3 \cdot 0,120) - 0,120)$	7,64 m
---------	---	--------

Fenster: DK-Fenster 1.04-2.06 SW

Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten U_w

Wärmedurchgang Verglasung U_g	0,7 W/m²K	Wärmebrücke Glasrand Ψ_g	0,040 W/mK
Wärmedurchgang Paneele U_p	-	Wärmebrücke Paneelrand Ψ_p	-
Wärmedurchgang Rahmen U_r	1,1 W/m²K		
Rahmenanteil	32 %	Paneelanteil	0 %
Länge Glasrand l_g	5,24 m	Länge Paneelrand l_p	-
Fensterfläche $A_g + A_p + A_r$	2,14 m²		
Wärmedurchgang U_w	0,93 W/m²K		

Flächen-Berechnung Rahmenfläche:

Rahmenfläche 1	$2 \cdot 2,060 \cdot 0,120 + (1,040 - 2 \cdot 0,120) \cdot (0,120 + 0,120)$	0,69 m²
----------------	---	---------

Berechnung der Länge des Glasrandes:

Länge 1	$2 \cdot (1,040 + 2,060 - (3 \cdot 0,120) - 0,120)$	5,24 m
---------	---	--------

Fenster: DK-Fenster 1.073-0.33 NO

Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten U_w

Wärmedurchgang Verglasung U_g	0,7 W/m ² K	Wärmebrücke Glasrand Ψ_g	0,040 W/mK
Wärmedurchgang Paneele U_p	-	Wärmebrücke Paneelrand Ψ_p	-
Wärmedurchgang Rahmen U_f	1,1 W/m ² K		
Rahmenanteil	79 %	Paneelanteil	0 %
Länge Glasrand l_g	1,85 m	Länge Paneelrand l_p	-
Fensterfläche $A_g + A_p + A_f$	0,35 m ²		
Wärmedurchgang U_w	1,20 W/m²K		

Flächen-Berechnung Rahmenfläche:

Rahmenfläche 1	$2 \cdot 0,330 \cdot 0,120 + (1,073 - 2 \cdot 0,120) \cdot (0,120 + 0,120)$	0,28 m ²
----------------	---	---------------------

Berechnung der Länge des Glasrandes:

Länge 1	$2 \cdot (1,073 + 0,330 - (3 \cdot 0,120) - 0,120)$	1,85 m
---------	---	--------

Fenster: DK-Fenster 1.073-0.33 SO

Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten U_w

Wärmedurchgang Verglasung U_g	0,7 W/m ² K	Wärmebrücke Glasrand Ψ_g	0,040 W/mK
Wärmedurchgang Paneele U_p	-	Wärmebrücke Paneelrand Ψ_p	-
Wärmedurchgang Rahmen U_f	1,1 W/m ² K		
Rahmenanteil	79 %	Paneelanteil	0 %
Länge Glasrand l_g	1,85 m	Länge Paneelrand l_p	-
Fensterfläche $A_g + A_p + A_f$	0,35 m ²		
Wärmedurchgang U_w	1,20 W/m²K		

Flächen-Berechnung Rahmenfläche:

Rahmenfläche 1	$2 \cdot 0,330 \cdot 0,120 + (1,073 - 2 \cdot 0,120) \cdot (0,120 + 0,120)$	0,28 m ²
----------------	---	---------------------

Berechnung der Länge des Glasrandes:

Länge 1	$2 \cdot (1,073 + 0,330 - (3 \cdot 0,120) - 0,120)$	1,85 m
---------	---	--------

Fenster: DK-Fenster 1.073-2.06 NO

Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten U_w

Wärmedurchgang Verglasung U_g	0,7 W/m ² K	Wärmebrücke Glasrand Ψ_g	0,040 W/mK
Wärmedurchgang Paneele U_p	-	Wärmebrücke Paneelrand Ψ_p	-
Wärmedurchgang Rahmen U_f	1,1 W/m ² K		
Rahmenanteil	31 %	Paneelanteil	0 %
Länge Glasrand l_g	5,31 m	Länge Paneelrand l_p	-
Fensterfläche $A_g + A_p + A_f$	2,21 m ²		
Wärmedurchgang U_w	0,92 W/m²K		

Flächen-Berechnung Rahmenfläche:

Rahmenfläche 1	$2 \cdot 2,060 \cdot 0,120 + (1,073 - 2 \cdot 0,120) \cdot (0,120 + 0,120)$	0,69 m ²
----------------	---	---------------------

Berechnung der Länge des Glasrandes:

Länge 1	$2 \cdot (1,073 + 2,060 - (3 \cdot 0,120) - 0,120)$	5,31 m
---------	---	--------

Fenster: DK-Fenster 2.08-2.06 NW

Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten U_w

Wärmedurchgang Verglasung U_g	0,7 W/m ² K	Wärmebrücke Glasrand Ψ_g	0,040 W/mK
Wärmedurchgang Paneele U_p	-	Wärmebrücke Paneelrand Ψ_p	-
Wärmedurchgang Rahmen U_f	1,1 W/m ² K		
Rahmenanteil	22 %	Paneelanteil	0 %
Länge Glasrand l_g	7,64 m	Länge Paneelrand l_p	-
Fensterfläche $A_g + A_p + A_f$	4,28 m ²		
Wärmedurchgang U_w	0,86 W/m²K		

Flächen-Berechnung Rahmenfläche:

Rahmenfläche 1	$2 \cdot 2,060 \cdot 0,120 + (2,08 - 2 \cdot 0,120) \cdot (0,120 + 0,120)$	0,94 m ²
----------------	--	---------------------

Berechnung der Länge des Glasrandes:

Länge 1	$2 \cdot (2,240 + 2,060 - (3 \cdot 0,120) - 0,120)$	7,64 m
---------	---	--------

Fenster: Festverglasung Giebel NO

pauschal eingetragener U-Wert des Standard-Fensters (ohne Berechnung): 0,50 W/m²K

Fenster: Festverglasung Giebel SW

pauschal eingetragener U-Wert des Standard-Fensters (ohne Berechnung): 0,50 W/m²K

Fenster: Festverglasung Traufe NW

pauschal eingetragener U-Wert des Standard-Fensters (ohne Berechnung): 0,50 W/m²K

Fenster: Festverglasung Traufe SO

pauschal eingetragener U-Wert des Standard-Fensters (ohne Berechnung): 0,50 W/m²K

Fenster: Kellerfenster

pauschal eingetragener U-Wert des Standard-Fensters (ohne Berechnung): 0,70 W/m²K

Fenster: Kellerfenster SW

pauschal eingetragener U-Wert des Standard-Fensters (ohne Berechnung): 0,70 W/m²K

Übersicht der Grundlagen der Zonen

Zone: Wohnbereich

Allgemeine Grundlagen

beheiztes Volumen V_e	1250,3 m ³
Luftvolumen V	950,2 m ³ (näherungsweise $0,76 \cdot V_e$)
Nutzfläche A_N	400,1 m ² (näherungsweise $0,32 \cdot V_e$)

Berechnung beheiztes Volumen V_e :

Erker	$10,1 \cdot 12,5 \cdot (5,05 + 8,33) / 2 \cdot 1$	844,6 m ³
KG	$1,2 \cdot 4,1 \cdot (4,271 + 5,05) / 2 \cdot 1$	22,9 m ³
KG	$10,04 \cdot 12,44 \cdot 2,95 \cdot 1$	368,5 m ³
Gesamtvolumen	$1,2 \cdot 4,04 \cdot 2,95 \cdot 1$	14,3 m ³
Monatliche Grundlagen		1250,3 m³

Monat	ϑ_i [°C]	n_L [1/h]	$\Phi_{i,M}$ [W]
Januar	19,0	0,60	2000,5
Februar	19,0	0,60	2000,5
März	19,0	0,60	2000,5
April	19,0	0,60	2000,5
Mai	19,0	0,60	2000,5
Juni	19,0	0,60	2000,5
Juli	19,0	0,60	2000,5
August	19,0	0,60	2000,5
September	19,0	0,60	2000,5
Oktober	19,0	0,60	2000,5
November	19,0	0,60	2000,5
Dezember	19,0	0,60	2000,5

Bei der Berechnung der Wärmeverluste wird eine Nachtabstaltung der Heizung berücksichtigt:

Dauer der Nachtabstaltung t_u	7 h
spezifischer Wärmeverlust der Bauteile und der Innenluft H_{ic}	12310,6 W/K
spezifischer Wärmeverlust aller leichten Bauteile H_w	56,9 W/K
Auslegungsheizleistung Φ_{pp}	16688 W

Berechnungen der einzelnen Zonen

Zone: Wohnbereich

Netto-Grundfläche A_N	400,1 m ²
Brutto-Volumen V_e	1250,3 m ³
Netto-Volumen V	950,2 m ³
wirksame Wärmekapazität C_{wirk}	62515 Wh/K (Standardwert schweres Gebäude: 50 Wh/m ³ K)

Spezifische Wärmeverluste

Bauteil	zu Zone	Fläche [m ²]	U-Wert [W/m ² K]	Faktor [-]	$H_{T,FH}$ [W/K]	H_T [W/K]
Außenwand Giebel NO	Außenluft	37,56	0,150	1,00	0,00	5,63
Außenwand Giebel SW	Außenluft	44,05	0,150	1,00	0,00	6,61
Außenwand Traufe NW	Außenluft	43,51	0,150	1,00	0,00	6,53
Außenwand Traufe SO	Außenluft	55,04	0,150	1,00	0,00	8,26
Bodenplatte	Erdreich	129,75	0,170	0,40	0,00	8,82
Dach NW	Außenluft	81,10	0,150	1,00	0,00	12,17
Dach SO	Außenluft	74,13	0,150	1,00	0,00	11,12
Haustür	Außenluft	2,14	0,900	1,00	0,00	1,93
Kelleraußenwand (Erdreich)	Erdreich	126,34	0,320	0,60	0,00	24,26
Kelleraußenwand frei	Außenluft	4,80	0,320	1,00	0,00	1,54
Dachfenster	Außenluft	1,11	1,000	1,00	0,00	1,11
DK-Fenster 0.88-2.06 NW	Außenluft	1,81	1,000	1,00	0,00	1,81
DK-Fenster 1.04-2.06 SW	Außenluft	2,14	0,930	1,00	0,00	1,99
DK-Fenster 1.073-0.33 NO	Außenluft	0,71	1,200	1,00	0,00	0,85
DK-Fenster 1.073-0.33 SO	Außenluft	0,71	1,200	1,00	0,00	0,85
DK-Fenster 1.073-2.06 NO	Außenluft	4,42	0,920	1,00	0,00	4,07
DK-Fenster 2.08-2.06 NW	Außenluft	4,28	0,860	1,00	0,00	3,68
Festverglasung Giebel NO	Außenluft	28,33	0,500	1,00	0,00	14,17
Festverglasung Giebel SW	Außenluft	26,97	0,500	1,00	0,00	13,48
Festverglasung Traufe NW	Außenluft	10,32	0,500	1,00	0,00	5,16
Festverglasung Traufe SO	Außenluft	7,37	0,500	1,00	0,00	3,69
Kellerfenster	Außenluft	3,75	0,700	1,00	0,00	2,63
Kellerfenster SW	Außenluft	4,82	0,700	1,00	0,00	3,37
Gesamt		695,18			0,00	143,72

Wärmebrücke	zu Zone	Länge [m]	WBV-Faktor [W/mK]	H _T [W/K]
H-3.1.1: Pfosten G-G	Außenluft	31,76	0,098	3,11
H-3.1.2: Pfosten W-G	Außenluft	33,16	0,096	3,18
H-3.1.3: Pfosten W-W	Außenluft	13,14	-0,020	-0,26
H-3.2.1: Ecke G-G	Außenluft	8,54	0,143	1,22
H-3.2.2: Ecke G-W	Außenluft	6,08	0,082	0,50
H-3.2.3: Ecke W-W	Außenluft	14,12	-0,071	-1,00
B-4.3.2-Ecke-B-AW6	Außenluft	17,70	-0,040	-0,71
H-3.3.1: Ecke Innen G-G	Außenluft	10,60	0,276	2,93
B-2.5.1-KG-EG-Gb-AW6	Außenluft	26,90	0,210	5,65
B-2.5.2-KG-EG-Wb-AW6	Außenluft	20,70	0,050	1,04
B-3.1.6-BP-B-Erdreich-AW6-FB2	Außenluft	47,76	-0,111	-5,30
H-4.3.1: OL G-G	Außenluft	26,90	0,099	2,66
H-4.3.2: OL W-G	Außenluft	20,70	0,064	1,32
H-4.3.3: OL G-G DG	Außenluft	24,30	0,175	4,25
H-4.4.1: EG-DG G-G	Außenluft	9,60	0,207	1,99
H-4.4.2: EG-DG G-W	Außenluft	31,50	0,163	5,13
H-5.0.1: Giebel G	Außenluft	22,28	-0,027	-0,60
H-5.0.2: Giebel W	Außenluft	6,01	-0,083	-0,50
H-5.0.3: Traufe G	Außenluft	4,10	0,102	0,42
H-5.0.4: Traufe W	Außenluft	20,90	-0,059	-1,23
H-5.0.5: First	Außenluft	12,50	-0,199	-2,49
Gesamt				21,31

**Solare Wärmegewinne
(Fenster)**

Bauteil	zu Zone	Fläche [m²]	Orient.	g _f [-]	Faktor [-]	Σ Q _{S,M} [kWh]
Dachfenster	Außenluft	1,11	SO	0,51	0,567	377,1
DK-Fenster 0.88-2.06 NW	Außenluft	1,81	NW	0,47	0,520	200,3
DK-Fenster 1.04-2.06 SW	Außenluft	2,14	SW	0,47	0,550	426,5
DK-Fenster 1.073-0.33 NO	Außenluft	0,71	NO	0,47	0,171	28,1
DK-Fenster 1.073-0.33 SO	Außenluft	0,71	SO	0,47	0,171	47,9
DK-Fenster 1.073-2.06 NO	Außenluft	4,42	NO	0,47	0,556	568,1
DK-Fenster 2.08-2.06 NW	Außenluft	4,28	NW	0,47	0,633	575,9
Festverglasung Giebel NO	Außenluft	28,33	NO	0,47	0,567	3715,8
Festverglasung Giebel SW	Außenluft	26,97	SW	0,47	0,567	5529,6
Festverglasung Traufe NW	Außenluft	10,32	NW	0,47	0,567	1242,5
Festverglasung Traufe SO	Außenluft	7,37	SO	0,47	0,567	1648,5
Kellerfenster	Außenluft	3,75	horizontal	0,63	0,567	1434,9
Kellerfenster SW	Außenluft	4,82	SW	0,63	0,567	1324,9
Gesamt		96,75				17120,2

**Solare Wärmegewinne
(opake Bauteile und TWD)**

Bauteil	zu Zone	Fläche [m²]	Orient.	g _{eq} [-]	φ _E [W]	Σ Q _{S,M} [kWh]
Keine Wärmegewinne						

Monatliche Gesamtwärmeverluste

Monat	Stunden [h]	$\theta_{e,M}$ [°C]	$\Delta\theta_M$ [K]	$Q_{T,M}$ [kWh]	$Q_{V,M}$ [kWh]	$\Delta Q_{H,M}$ [kWh]	$Q_{S,op,M}$ [kWh]	$Q_{i,M,Z}$ [kWh]	$Q_{i,M}$ [kWh]
Januar	744	1,0	18,0	2210	2596	-125	0	0	4681
Februar	672	1,9	17,1	1896	2228	-105	0	0	4019
März	744	4,7	14,3	1756	2062	-92	0	0	3726
April	720	9,2	9,8	1164	1368	-59	0	0	2473
Mai	744	14,1	4,9	602	707	-31	0	0	1278
Juni	720	16,7	2,3	273	321	-14	0	0	580
Juli	744	19,0	0,0	0	0	0	0	0	0
August	744	18,6	0,4	49	58	-3	0	0	104
September	720	14,3	4,7	558	656	-28	0	0	1186
Oktober	744	9,5	9,5	1166	1370	-59	0	0	2477
November	720	4,1	14,9	1770	2080	-94	0	0	3756
Dezember	744	0,9	18,1	2222	2610	-126	0	0	4707

Monatliche Gesamtwärmegewinne

Monat	$Q_{S,tr,M}$ [kWh]	$Q_{S,TWD,M}$ [kWh]	$Q_{Ss,M}$ [kWh]	$Q_{S,M}$ [kWh]	$Q_{i,M}$ [kWh]	$Q_{g,M,Z}$ [kWh]	$Q_{g,M}$ [kWh]
Januar	505,2	0,0	0,0	505	1488	0	1994
Februar	502,7	0,0	0,0	503	1344	0	1847
März	1237,3	0,0	0,0	1237	1488	0	2726
April	2185,0	0,0	0,0	2185	1440	0	3625
Mai	2450,6	0,0	0,0	2451	1488	0	3939
Juni	2499,2	0,0	0,0	2499	1440	0	3940
Juli	2348,6	0,0	0,0	2349	1488	0	3837
August	2060,9	0,0	0,0	2061	1488	0	3549
September	1546,0	0,0	0,0	1546	1440	0	2986
Oktober	1083,5	0,0	0,0	1084	1488	0	2572
November	420,3	0,0	0,0	420	1440	0	1861
Dezember	280,9	0,0	0,0	281	1488	0	1769

Monatlicher Wirkungsgrad der Wärmegewinne

Monat	θ_e [°C]	θ_{ed} [°C]	t_{HP} [d]	t_M [d]	$t_{HP/M}$ [-]	τ_M [h]	η_M [-]
Januar	1,0	12,1	31	31	1,00	174,2	1,00
Februar	1,9	11,9	28	28	1,00	174,2	1,00
März	4,7	9,6	31	31	1,00	174,2	0,99
April	9,2	6,1	3	30	0,10	174,2	0,68
Mai	14,1	5,4	0	31	0,00	174,2	0,32
Juni	16,7	4,9	0	30	0,00	174,2	0,15
Juli	19,0	5,7	0	31	0,00	174,2	0,00
August	18,6	6,7	0	31	0,00	174,2	0,03
September	14,3	8,3	0	30	0,00	174,2	0,40
Oktober	9,5	10,1	15	31	0,48	174,2	0,90
November	4,1	12,4	30	30	1,00	174,2	1,00
Dezember	0,9	12,9	31	31	1,00	174,2	1,00
Gesamt			169				

Monatliche Wärmebilanz

Monat	$Q_{T,M}$ [kWh]	$Q_{V,M}$ [kWh]	$\eta \cdot Q_{i,M}$ [kWh]	$\eta \cdot Q_{s,M}$ [kWh]	$Q_{i,M}$ [kWh]	$\eta \cdot Q_{g,M}$ [kWh]	$Q_{H,M}$ [kWh]
Januar	2210	2596	1488	505	4681	1994	2688
Februar	1896	2228	1344	503	4019	1847	2172
März	1756	2062	1478	1229	3726	2707	1018
April	1164	1368	979	1485	2473	2465	8
Mai	602	707	483	795	1278	1278	0
Juni	273	321	212	368	580	580	0
Juli	0	0	0	0	0	0	0
August	49	58	44	61	104	104	0
September	558	656	572	614	1186	1186	0
Oktober	1166	1370	1345	979	2477	2325	152
November	1770	2080	1440	420	3756	1860	1895
Dezember	2222	2610	1488	281	4707	1769	2938
Gesamt	13668	16055	10875	7241	28987	18115	10871

Übersicht der Wärmebrücken

Wärmebrücke: H-3.1.1: Pfosten G-G

Pfosten Glas-Glas

Anzahl	1	Länge	31,76
Ψ	0,0980 W/mK	Verlust	3,11 W/K
Zone innen	Wohnbereich	Zone außen	Außenluft

Längen-Berechnung:

$$3.04 \cdot 4 + 4.51 \cdot 2 + 5.29 \cdot 2 \quad 31,76 \text{ m}$$

Wärmebrücke: H-3.1.2: Pfosten W-G

Pfosten Wand-Glas

Anzahl	1	Länge	33,16
Ψ	0,0960 W/mK	Verlust	3,18 W/K
Zone innen	Wohnbereich	Zone außen	Außenluft

Längen-Berechnung:

$$3.04 \cdot 6 + 3.731 \cdot 4 \quad 3.04 \cdot 6 + 3.731 \cdot 4 \quad 33,16 \text{ m}$$

Wärmebrücke: H-3.1.3: Pfosten W-W

Pfosten Wand-Wand

Anzahl	1	Länge	13,14
Ψ	-0,0200 W/mK	Verlust	-0,26 W/K
Zone innen	Wohnbereich	Zone außen	Außenluft

Längen-Berechnung:

$$3.04 \cdot 3 + 2.01 \cdot 2 \quad 3.04 \cdot 3 + 2.01 \cdot 2 \quad 13,14 \text{ m}$$

Wärmebrücke: H-3.2.1: Ecke G-G

Außenecke Glas-Glas

Anzahl	1	Länge	8,54
Ψ	0,1430 W/mK	Verlust	1,22 W/K
Zone innen	Wohnbereich	Zone außen	Außenluft

Längen-Berechnung:

$$4.271 \cdot 2 \quad 8,54 \text{ m}$$

Wärmebrücke: H-3.2.2: Ecke G-W
Außenecke Glas-Wand

Anzahl	1	Länge	6,08
Ψ	0,0820 W/mK	Verlust	0,50 W/K
Zone innen	Wohnbereich	Zone außen	Außenluft

Längen-Berechnung:

3.04*2

6,08 m

Wärmebrücke: H-3.2.3: Ecke W-W
Außenecke Wand-Wand

Anzahl	1	Länge	14,12
Ψ	-0,0710 W/mK	Verlust	-1,00 W/K
Zone innen	Wohnbereich	Zone außen	Außenluft

Längen-Berechnung:

3.04*2+2.01*4

14,12 m

Wärmebrücke: B-4.3.2-Ecke-B-AW6
Ecke Beton-Beton Keller

Anzahl	1	Länge	17,70
Ψ	-0,0400 W/mK	Verlust	-0,71 W/K
Zone innen	Wohnbereich	Zone außen	Außenluft

Längen-Berechnung:

2.95*6

17,70 m

Wärmebrücke: H-3.3.1: Ecke Innen G-G
Innenecke zu Erker Glas-Glas

Anzahl	1	Länge	10,60
Ψ	0,2760 W/mK	Verlust	2,93 W/K
Zone innen	Wohnbereich	Zone außen	Außenluft

Längen-Berechnung:

5.3*2

10,60 m

Wärmebrücke: B-2.5.1-KG-EG-Gb-AW6
Übergang beheizter Keller zu EG-Glas

Anzahl	1	Länge	26,90
Ψ	0,2100 W/mK	Verlust	5,65 W/K
Zone innen	Wohnbereich	Zone außen	Außenluft

Längen-Berechnung:

$$7.45+7.2+1.2*2+7.45+2.4$$

26,90 m

Wärmebrücke: B-2.5.2-KG-EG-Wb-AW6

Übergang beheizter Keller zu EG-Wand

Anzahl	1	Länge	20,70
Ψ	0,0500 W/mK	Verlust	1,04 W/K
Zone innen	Wohnbereich	Zone außen	Außenluft

Längen-Berechnung:

$$2.65+5.3+2.65+10.1$$

20,70 m

Wärmebrücke: B-3.1.6-BP-B-Erdreich-AW6-FB2

Anzahl	1	Länge	47,76
Ψ	-0,1110 W/mK	Verlust	-5,30 W/K
Zone innen	Wohnbereich	Zone außen	Außenluft

Längen-Berechnung:

$$11.44*2+12.44*2$$

47,76 m

Wärmebrücke: H-4.3.1: OL G-G

Erdgeschoss Riegel Glas-Glas

Anzahl	1	Länge	26,90
Ψ	0,0990 W/mK	Verlust	2,66 W/K
Zone innen	Wohnbereich	Zone außen	Außenluft

Längen-Berechnung:

$$7.45+7.2+1.2*2+7.45+2.4$$

$$7.45+7.2+1.2*2+7.45+2.4$$

26,90 m

Wärmebrücke: H-4.3.2: OL W-G

Erdgeschoss Riegel Wand-Glas

Anzahl	1	Länge	20,70
Ψ	0,0640 W/mK	Verlust	1,32 W/K
Zone innen	Wohnbereich	Zone außen	Außenluft

Längen-Berechnung:

$$2.65+5.3+2.65+10.1$$

20,70 m

Wärmebrücke: H-4.3.3: OL G-G DG
Dachgeschoss Riegel Glas-Glas

Anzahl	1	Länge	24,30
Ψ	0,1750 W/mK	Verlust	4,25 W/K
Zone innen	Wohnbereich	Zone außen	Außenluft

Längen-Berechnung:

$$8.9*2+1.2*2+4.1 \quad 24,30 \text{ m}$$

Wärmebrücke: H-4.4.1: EG-DG G-G
Deckenanschluss EG-Decke an Glas im DG

Anzahl	1	Länge	9,60
Ψ	0,2070 W/mK	Verlust	1,99 W/K
Zone innen	Wohnbereich	Zone außen	Außenluft

Längen-Berechnung:

$$4.8*2 \quad 9,60 \text{ m}$$

Wärmebrücke: H-4.4.2: EG-DG G-W
Deckenanschluss EG-Decke an Wand im DG

Anzahl	1	Länge	31,50
Ψ	0,1630 W/mK	Verlust	5,13 W/K
Zone innen	Wohnbereich	Zone außen	Außenluft

Längen-Berechnung:

$$5.3+3.6+4.8+5.3+12.5 \quad 5.3+3.6+4.8+5.3+12.5 \quad 31,50 \text{ m}$$

Wärmebrücke: H-5.0.1: Giebel G
Dachanschluss an Giebel Glas

Anzahl	1	Länge	22,28
Ψ	-0,0270 W/mK	Verlust	-0,60 W/K
Zone innen	Wohnbereich	Zone außen	Außenluft

Längen-Berechnung:

$$8.9*2/0.799 \quad 22,28 \text{ m}$$

Wärmebrücke: H-5.0.2: Giebel W
Dachanschluss an Giebel Wand

Anzahl	1	Länge	6,01
Ψ	-0,0830 W/mK	Verlust	-0,50 W/K
Zone innen	Wohnbereich	Zone außen	Außenluft

Längen-Berechnung:

$$1.2 \cdot 4 / 0.799$$

6,01 m

Wärmebrücke: H-5.0.3: Traufe G
Dachanschluss an Traufe Glas

Anzahl	1	Länge	4,10
Ψ	0,1020 W/mK	Verlust	0,42 W/K
Zone innen	Wohnbereich	Zone außen	Außenluft

Längen-Berechnung:

$$4.1$$

4,10 m

Wärmebrücke: H-5.0.4: Traufe W
Dachanschluss an Traufe Wand

Anzahl	1	Länge	20,90
Ψ	-0,0590 W/mK	Verlust	-1,23 W/K
Zone innen	Wohnbereich	Zone außen	Außenluft

Längen-Berechnung:

$$12.5 + 3.6 + 4.8$$

20,90 m

Wärmebrücke: H-5.0.5: First
Dach First

Anzahl	1	Länge	12,50
Ψ	-0,1990 W/mK	Verlust	-2,49 W/K
Zone innen	Wohnbereich	Zone außen	Außenluft

Längen-Berechnung:

$$12.5$$

12,50 m

Berechnung des Nutzwärmebedarfes Heizung

Heizwärmebedarf der beheizten Zonen

Zone

$\Sigma Q_{H,M}$
[kWh/a]

Wohnbereich

10871

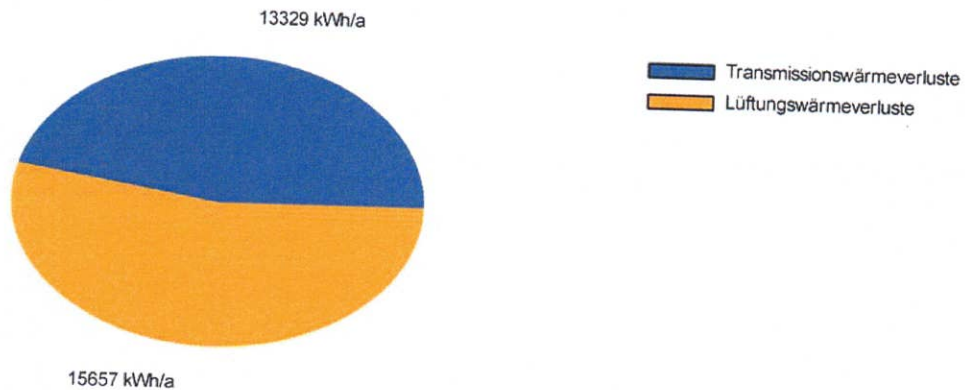
Monatlicher Heizwärmebedarf

Monat	Stunden [h]	ϑ_a [°C]	$Q_{H,M}$ [kWh/a]
Januar	744	1,0	2688
Februar	672	1,9	2172
März	744	4,7	1018
April	720	9,2	8
Mai	744	14,1	0
Juni	720	16,7	0
Juli	744	19,0	0
August	744	18,6	0
September	720	14,3	0
Oktober	744	9,5	152
November	720	4,1	1895
Dezember	744	0,9	2938

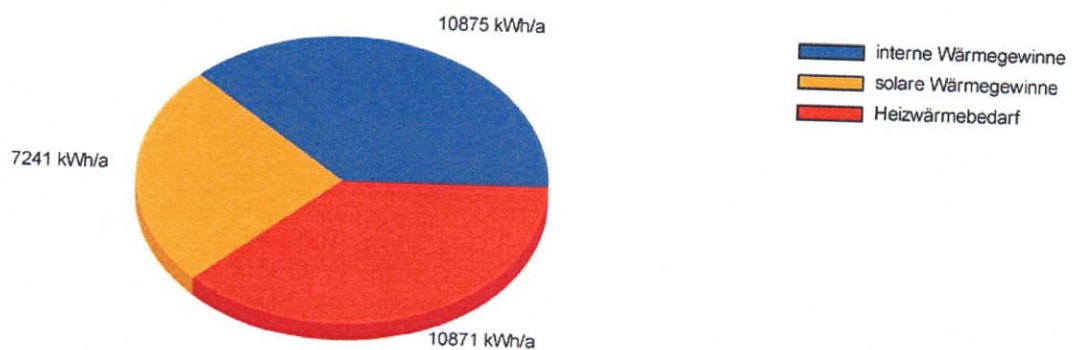
Gesamter Heizwärmebedarf

Jährlicher Heizwärmebedarf des Gebäudes Q_h	10871	kWh/a
Heizwärmebedarf für Warmwasser-Bereitung Q_{hw}	5001	kWh/a
Jährlicher Gesamtwärmebedarf Q_{ges}	15873	kWh/a

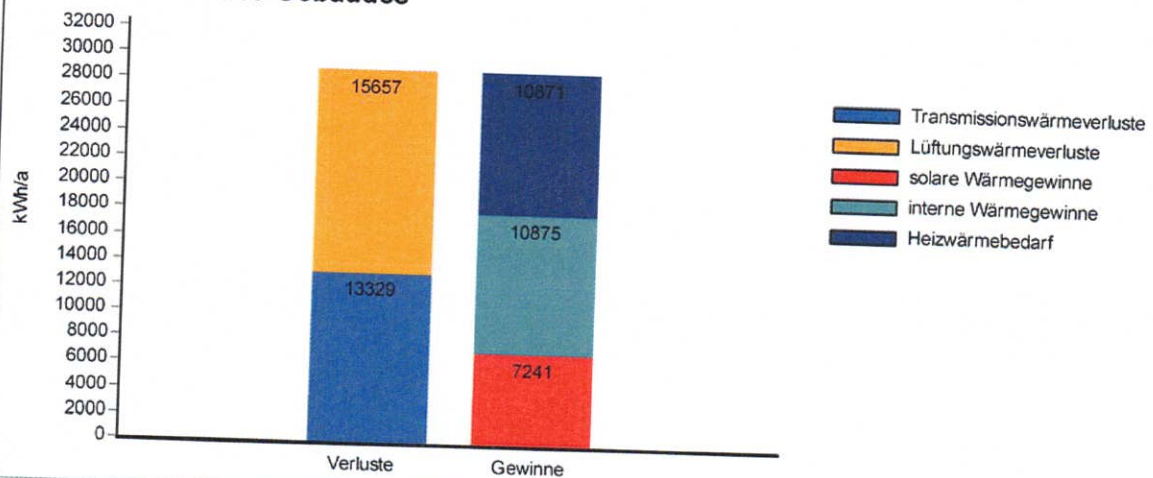
Aufteilung der Verluste



Aufteilung der Gewinne



Wärmebilanz des Gebäudes



Übersicht der gesamten Wärmeverluste

Wärmeverluste des Gebäudes

Bauteil / Art	spezifischer Verlust	absoluter Verlust	Anteil am Gesamtverlust
	[W/K]	[kWh/a]	[%]
Außenwand Giebel NO	5,63	455	1,6
Außenwand Giebel SW	6,61	534	1,8
Außenwand Traufe NW	6,53	527	1,8
Außenwand Traufe SO	8,26	667	2,3
Bodenplatte	8,82	713	2,5
Dach NW	12,17	983	3,4
Dach SO	11,12	898	3,1
Haustür	1,93	156	0,5
Kelleraußenwand (Erdreich)	24,26	1959	6,8
Kelleraußenwand frei	1,54	124	0,4
Dachfenster	1,11	90	0,3
DK-Fenster 0.88-2.06 NW	1,81	146	0,5
DK-Fenster 1.04-2.06 SW	1,99	161	0,6
DK-Fenster 1.073-0.33 NO	0,85	69	0,2
DK-Fenster 1.073-0.33 SO	0,85	69	0,2
DK-Fenster 1.073-2.06 NO	4,07	329	1,1
DK-Fenster 2.08-2.06 NW	3,68	298	1,0
Festverglasung Giebel NO	14,17	1144	3,9
Festverglasung Giebel SW	13,48	1089	3,8
Festverglasung Traufe NW	5,16	417	1,4
Festverglasung Traufe SO	3,69	298	1,0
Kellerfenster	2,63	212	0,7
Kellerfenster SW	3,37	273	0,9
H-3.1.1: Pfosten G-G	3,11	251	0,9
H-3.1.2: Pfosten W-G	3,18	257	0,9
H-3.1.3: Pfosten W-W	-0,26	-21	-0,1
H-3.2.1: Ecke G-G	1,22	99	0,3
H-3.2.2: Ecke G-W	0,50	40	0,1
H-3.2.3: Ecke W-W	-1,00	-81	-0,3
B-4.3.2-Ecke-B-AW6	-0,71	-57	-0,2
H-3.3.1: Ecke Innen G-G	2,93	236	0,8
B-2.5.1-KG-EG-Gb-AW6	5,65	456	1,6
B-2.5.2-KG-EG-Wb-AW6	1,04	84	0,3
B-3.1.6-BP-B-Erdreich-AW6-FB2	-5,30	-428	-1,5
H-4.3.1: OL G-G	2,66	215	0,7
H-4.3.2: OL W-G	1,32	107	0,4
H-4.3.3: OL G-G DG	4,25	343	1,2
H-4.4.1: EG-DG G-G	1,99	161	0,6
H-4.4.2: EG-DG G-W	5,13	415	1,4
H-5.0.1: Giebel G	-0,60	-49	-0,2
H-5.0.2: Giebel W	-0,50	-40	-0,1
H-5.0.3: Traufe G	0,42	34	0,1
H-5.0.4: Traufe W	-1,23	-100	-0,3
H-5.0.5: First	-2,49	-201	-0,7
Lüftungswärmeverluste Wohnbereich	---	15657	54,0
Gesamt		28987	100,0

Übersicht der Anlagentechnik DIN V 4701-10/12

Alle mit (*) gekennzeichneten Werte wurden gemäß DIN V 4701-10:2003-08 Abs. 5 i.V.m. Randbedingungen des Tabellenverfahrens nach Anlage C bestimmt.
Bei Bestandsanlagen wurden die Angaben und Randbedingungen der DIN V 4701-12:2004-02 und der PAS 1027:2004-02 zusätzlich berücksichtigt.

Aufteilung in Bereiche

Bereich: Gesamtbereich

Anteil an der Gebäudefläche: 100,0 %
Multiplikator: 1
flächenbezogener Wärmebedarf für TW-Bereitung: 12,5 kWh/m²

Trinkwasser-Bereitung

Strang: TW-Strang

zugehöriger Bereich: Gesamtbereich
Anteil an der Bereichsfläche: 100,0 %

Verteilung: Zentrales Trinkwasserrohrnetz

zugehöriger Strang: TW-Strang
- Gebäudezentrale Trinkwasserverteilung mit Zirkulation
- horizontale Verteilung außerhalb der thermischen Hülle
Länge der Verteiler-Leitungen L_V : 20,0 m
längenspezifischer Wärmedurchgangskoeffizient U von L_V : 0,20 W/mK *
Länge der Strang-Leitungen L_S : 6,0 m
längenspezifischer Wärmedurchgangskoeffizient U von L_S : 0,20 W/mK *
Länge der Stich-Leitungen L_{SL} : 10,0 m
längenspezifischer Wärmedurchgangskoeffizient U von L_{SL} : 0,20 W/mK *
Pumpenleistung der Zirkulationspumpe P_{Pumpe} : 4 W

Speicherung: Indirekt beheizter TW-Speicher

zugehöriger Strang: TW-Strang
Indirekt beheizter Trinkwasserspeicher
Ort: innerhalb der thermischen Hülle
Bereitschaftswärmeverlust des Speichers $q_{B,S}$: 3,50 kWh/d
Speicher-Nenninhalt $V_{Speicher}$: 300 l
Pumpenleistung P_{Pumpe} : 30 W
Laufzeit der Pumpe t_p : 270,0 h/a *

Erzeugung: Wärmepumpe

zugehöriger Strang: TW-Strang
Elektro-Heizungs-Wärmepumpe (Typ: Luft-Wasser-WP)

Lüftung

Keine Eintragungen!

Heizung

Strang: H-Strang

zugehöriger Bereich:	Gesamtbereich
Anteil an der Bereichsfläche:	100,0 %
Heizkreis-Auslegungstemperatur:	35/28°C

Übergabe: Fußbodenheizung

zugehöriger Strang:	H-Strang
Wasserheizung - integrierte Heizflächen	
- Einzelraumregelung mit Zweipunktreger; Schaltdifferenz 0,5K	

Verteilung: Heizungsrohrnetz

zugehöriger Strang:	H-Strang
Zentrales Warmwasserheizungs-Rohrnetz	
- horizontale Verteilung in der thermischen Hülle	
- geregelte Pumpe	
- Strangleitungen überwiegend innen	
Länge der Verteiler-Leitungen L_V :	10,0 m
längenspezifischer Wärmedurchgangskoeffizient U von L_V :	0,200 W/mK
Länge der Strang-Leitungen L_S :	6,0 m
längenspezifischer Wärmedurchgangskoeffizient U von L_S :	0,255 W/mK *
Länge der Anbinde-Leitungen L_A :	10,0 m
längenspezifischer Wärmedurchgangskoeffizient U von L_A :	0,255 W/mK *
Pumpenleistung der Umwälzpumpe P_{Pumpe} :	30,0 W

Speicherung: Heizkreis-Pufferspeicher

zugehöriger Strang:	H-Strang
Heizkreis-Pufferspeicher	
Ort: innerhalb der thermischen Hülle	
Bereitschaftswärmeverlust des Heizkreis-Pufferspeichers $q_{B,s}$:	3,50 kWh/d
Speicher-Nenninhalt $V_{Speicher}$:	300 l
Pumpenleistung P_{Pumpe} :	30,0 W
Betriebsdauer der Umwälzpumpe t_p :	1465 h/a *

Erzeugung: Wärmepumpe

zugehöriger Strang:	H-Strang
elektrische Wärmepumpe (Luft-Wasser)	
Arbeitszahl nach EN 255 bei A-7/W35 $\epsilon_{(A-7/W35)}$:	2,7
Arbeitszahl nach EN 255 bei A2/W35 $\epsilon_{(A2/W35)}$:	4,0
Arbeitszahl nach EN 255 bei A10/W35 $\epsilon_{(A10/W35)}$:	5,1
Korrekturfaktor für abweichende Temperaturdifferenzen bei Messung und Betrieb $F_{\Delta\theta}$:	1,020

Berechnung der Anlage nach DIN V 4701-10:2003-08

Trinkwassererwärmung

Strang: TW-Strang

Gebäudezentrale Trinkwasserverteilung mit Zirkulation: Zentrales Trinkwasserrohrnetz

Laufzeit der Zirkulationspumpe:	15,1 h/d
mittl. Temperatur der Zirkulationsleitung $\vartheta_{TW,m}$:	50 °C
mittl. Umgebungstemperatur der Verteiler-Leitungen $\vartheta_{u,m}$:	13 °C
Wärmeverlustfaktor der Verteiler-Leitungen f_a :	1,00
Wärmeverlustfaktor der Strang-Leitungen f_a :	0,15
Wärmeverlustfaktor der Stich-Leitungen f_a :	0,15
Wärmeverlust Verteiler-Leitungen:	2,25 kWh/m ² a
Wärmeverlust Strang-Leitungen:	0,53 kWh/m ² a
Wärmeverlust Stich-Leitungen:	0,50 kWh/m ² a
Wärmeverlust aller Leitungen $q_{TW,d,we}$:	3,29 kWh/m ² a
Hilfsenergie (Zirkulationspumpe) $q_{TW,d,he}$:	0,06 kWh/m ² a
Heizwärmegutschrift $q_{h,TW,d}$:	0,47 kWh/m ² a

Indirekt beheizter Trinkwasserspeicher: Indirekt beheizter TW-Speicher

mittl. Temperatur des Warmwassers $\vartheta_{TW,m}$:	50 °C
mittl. Umgebungstemperatur des Speichers $\vartheta_{u,m}$:	20 °C
Wärmeverlustfaktor des Speichers f_a :	0,15
Wärmeverlust Speicher $q_{TW,s,we}$:	2,45 kWh/m ² a
Hilfsenergie Pumpe $q_{TW,s,he}$:	0,02 kWh/m ² a
Heizwärmegutschrift $q_{h,TW,s}$:	1,10 kWh/m ² a

Heizungs-Wärmepumpe Luft-Wasser: Wärmepumpe

Korrekturfaktor F_{J-7} :	0,103
Korrekturfaktor F_{J2} :	0,903
Korrekturfaktor F_{J10} :	0,061
Jahresarbeitszahl β_{WP} :	4,27
Erzeuger-Aufwandszahl $e_{TW,g}$:	0,23
Hilfsenergie $q_{TW,g,he}$:	0,00 kWh/m ² a

Heizung

Strang: H-Strang

Integrierte Heizflächen: Fußbodenheizung

Wärmeverluste $q_{H,ce,we}$:

1,10 kWh/m²a

Zentrale Warmwasser-Heizungsverteilung: Heizungsrohrnetz

mittl. Temperatur der Heizungs-Leitungen $\vartheta_{HK,m}$:	26 °C
mittl. Umgebungstemperatur der Verteiler-Leitungen $\vartheta_{u,m}$:	20 °C
Wärmeverlustfaktor der Verteiler-Leitungen f_a :	0,15
Wärmeverlustfaktor der Strang-Leitungen f_a :	0,15
Wärmeverlust Verteiler-Leitungen:	0,02 kWh/m ² a
Wärmeverlust Strang-Leitungen:	0,02 kWh/m ² a
Wärmeverlust Anbinde-Leitungen:	0,01 kWh/m ² a
Wärmeverlust Heizungsverteilung $q_{H,d,we}$:	0,05 kWh/m ² a
Korrekturfaktor für regelbare Pumpen f_p :	1,35
Hilfsenergiebedarf der Umwälzpumpe $q_{H,d,he}$:	0,25 kWh/m ² a

Heizkreis-Pufferspeicher: Heizkreis-Pufferspeicher

mittl. Temperatur des Heizkreises $\vartheta_{HK,m}$:	26 °C
mittl. Umgebungstemperatur des Speichers $\vartheta_{u,m}$:	20 °C
Wärmeverlustfaktor des Speichers f_a :	0,15
Wärmeverlust Speicher $q_{H,s,we}$:	0,04 kWh/m ² a
Hilfsenergie Pumpe $q_{H,s,he}$:	0,11 kWh/m ² a

Heizungs-Wärmepumpe Luft-Wasser: Wärmepumpe

Korrekturfaktor $F_{\vartheta-7}$:	0,103
Korrekturfaktor $F_{\vartheta-2}$:	0,903
Korrekturfaktor F_{J10} :	0,061
Jahresarbeitszahl β_{WP} :	4,27
Erzeuger-Aufwandszahl e_g :	0,23
Hilfsenergie $q_{H,g,he}$:	0,00 kWh/m ² a

Anlagenbewertung nach DIN V 4701-10:2003-08

Jahres-Bedarfsgröße	Nutzflächenbezo- gene Werte kWh/m²a	absolute Werte kWh/a
Heizwärmebedarf für Raumwärme	$q_h = 27,17$	$Q_h = 10871$
Heizenergiebedarf für Raumwärme	$q_{H,WE,E} = 6,28$	$Q_{H,WE,E} = 2513$
Elektrische Hilfsenergie zur Erzeugung der Raumwärme	$q_{H,HE,E} = 0,36$	$Q_{H,HE,E} = 143$
Energiebedarf für Raumwärme incl. Hilfsenergie	$q_{H,E} = 6,64$	$Q_{H,E} = 2655$
Primärenergiebedarf für Raumwärme	$q_{H,P} = 11,95$	$Q_{H,P} = 4779$
Heizwärmebedarf für Warmwasser	$q_{tw} = 12,50$	$Q_{tw} = 5001$
Heizenergiebedarf für Warmwassererzeugung	$q_{TW,WE,E} = 4,28$	$Q_{TW,WE,E} = 1710$
Elektrische Hilfsenergie zur Erzeugung von Warmwasser	$q_{TW,HE,E} = 0,08$	$Q_{TW,HE,E} = 31$
Energiebedarf für Warmwasserbereitung incl. Hilfsenergie	$q_{TW,E} = 4,35$	$Q_{TW,E} = 1741$
Primärenergiebedarf für Warmwasserbereitung	$q_{TW,P} = 7,83$	$Q_{TW,P} = 3134$
Gesamtenergiebedarf für Raumerwärmung und Warmwasserbereitung	$q_E = 10,99$	$Q_E = 4397$
Heizenergiebedarf für Lüftungsanlage	$q_{L,WE,E} = 0,00$	$Q_{L,WE,E} = 0$
Elektrische Hilfsenergie für Lüftungsanlage	$q_{L,HE,E} = 0,00$	$Q_{L,HE,E} = 0$
Energiebedarf für Lüftung incl. Hilfsenergie	$q_{L,E} = 0,00$	$Q_{L,E} = 0$
Primärenergiebedarf für Lüftungsanlage	$q_{L,P} = 0,00$	$Q_{L,P} = 0$
Gesamter Primärenergiebedarf für Heizung und Warmwasser incl. Hilfsenergie nach DIN 4701-10	$q_P = 19,78$	$Q_P = 7914$
Gesamt-Anlagenaufwandszahl $e_p = 0,50$		

Bereich: Gesamtbereich
Straße: Autostr. 1
Flurstücknummer:

40

TRINKWASSERERWÄRMUNG

Bereich:	Gesamtbereich
TW-Strang:	TW-Strang

$Q_{TW} = 5001 \text{ kWh/a}$	$q_{TW} \times A_N$
$A_N = 400,1 \text{ m}^2$	aus DIN 4108-6
$q_{TW} = 12,50 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	aus EnEV

Wärme (WE)

	Rechenvorschrift/Quelle	Dimension			
q_{TW}	aus EnEV	[kWh/m ² a]		12,50	
$q_{TW,ce}$		[kWh/m ² a]		0,00	
$q_{TW,d}$		[kWh/m ² a]	+	3,29	
$q_{TW,s}$		[kWh/m ² a]		2,45	
Σ	$(q_{TW} + q_{TW,ce} + q_{TW,d} + q_{TW,s})$	[kWh/m ² a]		18,24	
			Erzeuger 1	Erzeuger 2	Erzeuger 3
$\alpha_{TW,g}$		[-]	1,000		
$e_{TW,g}$		[-]	0,234		
$q_{TW,E}$	$\Sigma q_{TW} \times (e_{TW,g,i} \times \alpha_{TW,g,i})$	[kWh/m ² a]	4,28		
f_P		[-]	1,80		
$q_{TW,P}$	$\Sigma q_{TW,E,i} \times f_{P,i}$	[kWh/m ² a]	7,70		

Heizwärmegutschriften

$q_{h,TW,d}$	0,47	
$q_{h,TW,s}$	1,10	
$q_{h,TW}$	1,57	$\Sigma q_{h,TW,d} + q_{h,TW,s}$

4,28 kWh/m²a Endenergie

7,70 kWh/m²a Primärenergie

Hilfsenergie (HE)

(Strom)	Rechenvorschrift/Quelle	Dimension			
$q_{TW,ce,HE}$		[kWh/m ² a]		0,00	
$q_{TW,d,HE}$		[kWh/m ² a]	+	0,06	
$q_{TW,s,HE}$		[kWh/m ² a]		0,02	
			Erzeuger 1	Erzeuger 2	Erzeuger 3
$\alpha_{TW,g}$		[-]	1,00		
$q_{TW,g,HE}$		[kWh/m ² a]	0,00		
$\alpha_g \times q_{g,HE}$		[kWh/m ² a]	0,00		
$\Sigma q_{TW,HE,E}$		[kWh/m ² a]		0,08	
f_P		[-]		1,80	
$q_{TW,HE,P}$	$\Sigma q_{TW,HE,E} \times f_{P,i}$	[kWh/m ² a]		0,1	

0,08 kWh/m²a Endenergie

0,14 kWh/m²a Primärenergie

$Q_{TW,E}$	$\Sigma q_{TW,E} \times A_N$	Wärme	1710 kWh/a
	$\Sigma q_{TW,HE,E} \times A_N$	Hilfsenergie	31 kWh/a

ENDENERGIE

$Q_{TW,P}$	$(\Sigma q_{TW,P} + \Sigma q_{TW,HE,P}) \times A_N$		3134 kWh/a
------------	---	--	------------

PRIMÄRENERGIE

HEIZUNG

Bereich:	Gesamtbereich
Heiz-Strang:	H-Strang

$Q_h = 10871 \text{ kWh/a}$	nach Abs. 4.1
$A_N = 400,1 \text{ m}^2$	aus DIN V 4108-6
$q_h = 27,17 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	

Wärme (WE)

	Rechenvorschrift/Quelle	Dimension		
q_h	nach Abschnitt 4.1	[kWh/m ² a]		27,17
$q_{h,TW}$	Berechnungsblatt TW	[kWh/m ² a]	-	1,57
$q_{h,L}$	Berechnungsblatt L	[kWh/m ² a]		0,00
q_{ce}		[kWh/m ² a]		1,10
q_d		[kWh/m ² a]	+	0,05
q_s		[kWh/m ² a]		0,04
Σ	$q_h - q_{h,TW} + q_{h,L} + q_{ce} + q_d + q_s$	[kWh/m ² a]		26,79
			Erzeuger 1	Erzeuger 2
α_g		[-]	1,000	
e_g		[-]	0,234	
q_E	$\Sigma q \times (e_{g,i} \times \alpha_{g,i})$	[kWh/m ² a]	6,28	
f_P		[-]	1,80	
q_P	$\Sigma q_{E,i} \times f_{P,i}$	[kWh/m ² a]	11,30	

6,28 kWh/m²a Endenergie

11,30 kWh/m²a Primärenergie

Hilfsenergie (HE)

(Strom)	Rechenvorschrift/Quelle	Dimension			
$q_{ce,HE}$		[kWh/m²a]	+	0,00	
$q_{d,HE}$		[kWh/m²a]		0,25	
$q_{s,HE}$		[kWh/m²a]		0,11	
			Erzeuger 1	Erzeuger 2	Erzeuger 3
α_g		[-]	1,00		
$q_{g,HE}$		[kWh/m²a]	0,00		
$\alpha_g \times q_{g,HE}$		[kWh/m²a]	0,00		
$\Sigma q_{HE,E}$		[kWh/m²a]		0,36	
f_P		[-]		1,80	
$q_{HE,P}$	$\Sigma q_{HE,E} \times f_{P,i}$	[kWh/m²a]		0,6	

0,36 kWh/m²a Endenergie

0,64 kWh/m²a Primärenergie

$$Q_{H,E} = \Sigma q_E \times A_N$$

$$\Sigma q_{HE,E} \times A_N$$

Wärme 2513 kWh/a
Hilfsenergie 143 kWh/a

ENDENERGIE

$$Q_{H,P} = (\Sigma q_P + \Sigma q_{HE,P}) \times A_N$$

4779 kWh/a

PRIMÄRENERGIE

Berechnung des Referenzgebäudes

Berechnungen gemäß EnEV 2014 mit den Normen DIN V 4108-6 und DIN V 4701-10

Geometrie:

beheiztes Volumen V_e	1250,3 m ³
Gebäudenutzfläche A_N	400,1 m ²
Verhältnis A/V_e	0,56 1/m
Luftvolumen V	950,2 m ³
Fläche Gebäudehülle A	695,2 m ²
Fläche Außenwände A_{AW}	313,5 m ²
Fläche Außentüren $A_{Tür}$	2,1 m ²
Fläche Fenster A_F	96,7 m ²
Fensterflächenanteil $A_F/(A_{AW} + A_F)$	23 %

Zwischenergebnisse:

wirksame Wärmekapazität C_{wirk}	62515 Wh/K
angesetzte Luftwechselrate n	0,55 1/h

Bei der Berechnung der Wärmeverluste wird eine Nachtabstaltung der Heizung berücksichtigt:

Dauer der Nachtabstaltung t_u	7 h
spezifischer Wärmeverlust der Bauteile und der Innenluft H_{ic}	12310,6 W/K
spezifischer Wärmeverlust aller leichten Bauteile H_w	125,8 W/K
Auslegungsheizleistung Φ_{pp}	21837 W

Spezifischer Transmissionswärmetransferkoeffizient

Bauteil	zu Zone	Fläche [m ²]	U-Wert [W/(m ² K)]	F_x [-]	$F_x \cdot H_{T,H}$ [W/K]
Außenwand Giebel NO	Außenluft	37,56	0,280	1,00	10,52
Außenwand Giebel SW	Außenluft	44,05	0,280	1,00	12,34
Außenwand Traufe NW	Außenluft	43,51	0,280	1,00	12,18
Außenwand Traufe SO	Außenluft	55,04	0,280	1,00	15,41
Bodenplatte	Erdreich	129,75	0,350	0,40	18,16
Dach NW	Außenluft	81,10	0,200	1,00	16,22
Dach SO	Außenluft	74,13	0,200	1,00	14,83
Haustür	Außenluft	2,14	1,800	1,00	3,86
Kelleraußenwand (Erdreich)	Erdreich	126,34	0,350	0,60	26,53
Kelleraußenwand frei	Außenluft	4,80	0,280	1,00	1,35
Dachfenster	Außenluft	1,11	1,300	1,00	1,44
DK-Fenster 0.88-2.06 NW	Außenluft	1,81	1,300	1,00	2,36
DK-Fenster 1.04-2.06 SW	Außenluft	2,14	1,300	1,00	2,79
DK-Fenster 1.073-0.33 NO	Außenluft	0,71	1,300	1,00	0,92
DK-Fenster 1.073-0.33 SO	Außenluft	0,71	1,300	1,00	0,92
DK-Fenster 1.073-2.06 NO	Außenluft	4,42	1,300	1,00	5,75
DK-Fenster 2.08-2.06 NW	Außenluft	4,28	1,300	1,00	5,57
Festverglasung Giebel NO	Außenluft	28,33	1,300	1,00	36,83
Festverglasung Giebel SW	Außenluft	26,97	1,300	1,00	35,05
Festverglasung Traufe NW	Außenluft	10,32	1,300	1,00	13,42
Festverglasung Traufe SO	Außenluft	7,37	1,300	1,00	9,59
Kellerfenster	Außenluft	3,75	1,300	1,00	4,88
Kellerfenster SW	Außenluft	4,82	1,300	1,00	6,27
Wärmebrückenzuschlag	Außenluft			1,00	34,76
Gesamt		695,18			291,92

Solare Warmegewinne (Fenster)

Bauteil	zu Zone	Fläche [m²]	Orient.	g _r [-]	Faktor [-]	Σ Q _{S,M} [kWh]
Dachfenster	Außenluft	1,11	SO	0,60	0,567	443,7
DK-Fenster 0.88-2.06 NW	Außenluft	1,81	NW	0,60	0,520	255,7
DK-Fenster 1.04-2.06 SW	Außenluft	2,14	SW	0,60	0,550	544,5
DK-Fenster 1.073-0.33 NO	Außenluft	0,71	NO	0,60	0,171	35,9
DK-Fenster 1.073-0.33 SO	Außenluft	0,71	SO	0,60	0,171	61,1
DK-Fenster 1.073-2.06 NO	Außenluft	4,42	NO	0,60	0,556	725,3
DK-Fenster 2.08-2.06 NW	Außenluft	4,28	NW	0,60	0,633	735,2
Festverglasung Giebel NO	Außenluft	28,33	NO	0,60	0,567	4743,5
Festverglasung Giebel SW	Außenluft	26,97	SW	0,60	0,567	7059,1
Festverglasung Traufe NW	Außenluft	10,32	NW	0,60	0,567	1586,1
Festverglasung Traufe SO	Außenluft	7,37	SO	0,60	0,567	2104,4
Kellerfenster	Außenluft	3,75	horizontal	0,60	0,567	1366,6
Kellerfenster SW	Außenluft	4,82	SW	0,60	0,567	1261,8
Gesamt		96,75				20923,0

Monatliche Gesamtwärmeverluste

Monat	Stunden [h]	θ _{e,M} [°C]	Δθ _M [K]	Q _{T,M} [kWh]	Q _{V,M} [kWh]	ΔQ _{H,M} [kWh]	Q _{S,op,M} [kWh]	Q _{i,M,Z} [kWh]	Q _{i,M} [kWh]
Januar	744	1,0	18,0	3909	2380	-209	0	0	6080
Februar	672	1,9	17,1	3355	2042	-176	0	0	5220
März	744	4,7	14,3	3106	1890	-156	0	0	4841
April	720	9,2	9,8	2060	1254	-100	0	0	3213
Mai	744	14,1	4,9	1064	648	-52	0	0	1660
Juni	720	16,7	2,3	483	294	-23	0	0	754
Juli	744	19,0	0,0	0	0	0	0	0	0
August	744	18,6	0,4	87	53	-4	0	0	136
September	720	14,3	4,7	988	601	-48	0	0	1541
Oktober	744	9,5	9,5	2063	1256	-100	0	0	3219
November	720	4,1	14,9	3132	1906	-158	0	0	4880
Dezember	744	0,9	18,1	3931	2393	-211	0	0	6113

Monatliche Gesamtwärmegewinne

Monat	Q _{S,tr,M} [kWh]	Q _{S,TWD,M} [kWh]	Q _{SS,M} [kWh]	Q _{S,M} [kWh]	Q _{i,M} [kWh]	Q _{g,M,Z} [kWh]	Q _{g,M} [kWh]
Januar	617,8	0,0	0,0	618	1488	0	2106
Februar	614,3	0,0	0,0	614	1344	0	1959
März	1510,9	0,0	0,0	1511	1488	0	2999
April	2670,7	0,0	0,0	2671	1440	0	4111
Mai	2994,7	0,0	0,0	2995	1488	0	4483
Juni	3055,3	0,0	0,0	3055	1440	0	4496
Juli	2875,5	0,0	0,0	2876	1488	0	4364
August	2517,0	0,0	0,0	2517	1488	0	4005
September	1887,0	0,0	0,0	1887	1440	0	3327
Oktober	1322,6	0,0	0,0	1323	1488	0	2811
November	513,6	0,0	0,0	514	1440	0	1954
Dezember	343,4	0,0	0,0	343	1488	0	1832

Monatlicher Wirkungsgrad der Wärmegewinne

Monat	θ_e [°C]	θ_{ed} [°C]	t_{HP} [d]	t_M [d]	$t_{HP/M}$ [-]	τ_M [h]	η_M [-]
Januar	1,0	13,6	31	31	1,00	133,1	1,00
Februar	1,9	13,4	28	28	1,00	133,1	1,00
März	4,7	11,2	31	31	1,00	133,1	1,00
April	9,2	8,0	8	30	0,27	133,1	0,76
Mai	14,1	7,4	0	31	0,00	133,1	0,37
Juni	16,7	7,0	0	30	0,00	133,1	0,17
Juli	19,0	7,7	0	31	0,00	133,1	0,00
August	18,6	8,6	0	31	0,00	133,1	0,03
September	14,3	10,1	0	30	0,00	133,1	0,46
Oktober	9,5	11,7	20	31	0,65	133,1	0,95
November	4,1	13,8	30	30	1,00	133,1	1,00
Dezember	0,9	14,3	31	31	1,00	133,1	1,00
Gesamt			179				

Monatliche Wärmebilanz

Monat	$Q_{T,M}$ [kWh]	$Q_{V,M}$ [kWh]	$\eta \cdot Q_{i,M}$ [kWh]	$\eta \cdot Q_{s,M}$ [kWh]	$Q_{i,M}$ [kWh]	$\eta \cdot Q_{g,M}$ [kWh]	$Q_{H,M}$ [kWh]
Januar	3909	2380	1488	618	6080	2106	3974
Februar	3355	2042	1344	614	5220	1959	3262
März	3106	1890	1482	1504	4841	2986	1855
April	2060	1254	1099	2038	3213	3137	77
Mai	1064	648	551	1109	1660	1660	0
Juni	483	294	242	513	754	754	0
Juli	0	0	0	0	0	0	0
August	87	53	50	85	136	136	0
September	988	601	667	874	1541	1541	1
Oktober	2063	1256	1418	1260	3219	2677	542
November	3132	1906	1440	513	4880	1954	2926
Dezember	3931	2393	1488	343	6113	1832	4281
Gesamt	24178	14717	11269	9471	0	20740	16916

Wärmebilanz:

Nutzwärmebedarf Heizung Q_h	16916 kWh/a
spezifischer Heizwärmebedarf q_h	42 kWh/m²a
Transmissionswärmeverluste Q_t	23408 kWh/a
Lüftungswärmeverluste Q_v	14249 kWh/a
solare Wärmegewinne Q_s	9471 kWh/a
interne Wärmegewinne Q_i	11269 kWh/a
Warmwasserwärmebedarf Q_{tw}	5001 kWh/a

Ergebnisse End- und Primärenergie:

Endenergiebedarf Kühlung $Q_{c,e}$	0 kWh/a
Primärenergiebedarf Kühlung $Q_{c,p}$	0 kWh/a
Endenergiebedarf Q_e	21714 kWh/a
Primärenergiebedarf Q_p	24678 kWh/a
Anlagenverluste Q_a	3846 kWh/a
Anlagenaufwandszahl e_p	1,13

Anlagenbewertung Referenzgebäude nach DIN V 4701-10:2003-08

Jahres-Bedarfsgröße	Nutzflächenbezo- gene Werte kWh/m²a	absolute Werte kWh/a
Heizwärmebedarf für Raumwärme	$q_h = 42,28$	$Q_h = 16916$
Heizenergiebedarf für Raumwärme	$q_{H,WE,E} = 39,77$	$Q_{H,WE,E} = 15913$
Elektrische Hilfsenergie zur Erzeugung der Raumwärme	$q_{H,HE,E} = 1,02$	$Q_{H,HE,E} = 406$
Energiebedarf für Raumwärme incl. Hilfsenergie	$q_{H,E} = 40,79$	$Q_{H,E} = 16319$
Primärenergiebedarf für Raumwärme	$q_{H,P} = 45,58$	$Q_{H,P} = 18235$
Heizwärmebedarf für Warmwasser	$q_{tw} = 12,50$	$Q_{tw} = 5001$
Heizenergiebedarf für Warmwassererzeugung	$q_{TW,WE,E} = 11,67$	$Q_{TW,WE,E} = 4669$
Elektrische Hilfsenergie zur Erzeugung von Warmwasser	$q_{TW,HE,E} = 0,70$	$Q_{TW,HE,E} = 282$
Energiebedarf für Warmwasserbereitung incl. Hilfsenergie	$q_{TW,E} = 12,37$	$Q_{TW,E} = 4951$
Primärenergiebedarf für Warmwasserbereitung	$q_{TW,P} = 14,11$	$Q_{TW,P} = 5644$
Gesamtenergiebedarf für Raumerwärmung und Warmwasserbereitung	$q_E = 53,16$	$Q_E = 21270$
Heizenergiebedarf für Lüftungsanlage	$q_{L,WE,E} = 0,00$	$Q_{L,WE,E} = 0$
Elektrische Hilfsenergie für Lüftungsanlage	$q_{L,HE,E} = 1,11$	$Q_{L,HE,E} = 444$
Energiebedarf für Lüftung incl. Hilfsenergie	$q_{L,E} = 1,11$	$Q_{L,E} = 444$
Primärenergiebedarf für Lüftungsanlage	$q_{L,P} = 2,00$	$Q_{L,P} = 799$
Gesamter Primärenergiebedarf für Heizung und Warmwasser incl. Hilfsenergie nach DIN 4701-10	$q_P = 61,68$	$Q_P = 24678$
Gesamt-Anlagenaufwandszahl Referenzgebäude $e_P = 1,13$		

Anlagenbewertung nach DIN 4701-10 für ein Gebäude mit normalen Innentemperaturen

Bezeichnung Gebäude: Neubau Wohnhaus
Ort: Roth
Gemarkung:

Bereich: Referenzgebäude
Straße: Autostr. 1
Flurstücknummer:

I. Eingaben

$A_N = 400,1 \text{ m}^2$ $t_{HP} = 185 \text{ d/a}$

	TRINKWASSER- ERWÄRMUNG	HEIZUNG	LÜFTUNG
absoluter Bedarf	$Q_{tw} = 5001 \text{ kWh/a}$	$Q_h = 16916 \text{ kWh/a}$	
bezogener Bedarf	$q_{tw} = 12,50 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	$q_h = 42,28 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	

II. Systembeschreibung

Übergabe				freie Heizflächen					
Verteilung	zentrale TW-Verteilung mit Zirkulation			zentr. WW-Heizungsverteilung					
Speicher	bivalenter Solar-Speicher								
Erzeugung	Erzeuger 1	Erzeuger 2	Erzeuger 3	Erzeuger 1	Erzeuger 2	Erzeuger 3	Erzeuger WÜT	Erzeuger L/L-WP	Erzeuger Heizreg.
Deckungs- anteil	0,50	0,50		1,00			Abluft/ Zuluft ohne WRG		
Erzeuger	Solaranl. (klein)	Brennwert- Kessel verbessert		Brennwert- Kessel verbessert					

III. Ergebnisse

Deckung von Q_h	$q_{h,TW} = 3,5 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	$q_{h,H} = 38,8 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	$q_{h,L} = 0,0 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
Σ Wärme	$Q_{TW,E} = 4669 \text{ kWh/a}$	$Q_{H,E} = 15913 \text{ kWh/a}$	$Q_{L,E} = 0 \text{ kWh/a}$
Σ Hilfs- energie	$Q_{TW,HE} = 282 \text{ kWh/a}$	$Q_{H,HE} = 406 \text{ kWh/a}$	$Q_{L,HE} = 444 \text{ kWh/a}$
Σ Primär- energie	$Q_{TW,P} = 5644 \text{ kWh/a}$	$Q_{H,P} = 18235 \text{ kWh/a}$	$Q_{L,P} = 799 \text{ kWh/a}$

ENDENERGIE

$Q_E = 20582 \text{ kWh/a}$ Σ Wärme
 1132 kWh/a Σ Hilfsenergie

PRIMÄRENERGIE

$Q_P = 24678 \text{ kWh/a}$ Σ Primärenergie

ANLAGEN- AUFWANDSZAHL

$e_P = 1,13 [-]$

TRINKWASSERERWÄRMUNG

Bereich:	Referenzgebäude
TW-Strang:	TW-Strang

$Q_{TW} = 5001 \text{ kWh/a}$	$q_{TW} \times A_N$
$A_N = 400,1 \text{ m}^2$	aus DIN 4108-6
$q_{TW} = 12,50 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	aus EnEV

Wärme (WE)

	Rechenvorschrift/Quelle	Dimension			
q_{TW}	aus EnEV	[kWh/m ² a]		12,50	
$q_{TW,ce}$		[kWh/m ² a]		0,00	
$q_{TW,d}$		[kWh/m ² a]	+	6,69	
$q_{TW,s}$		[kWh/m ² a]		1,11	
Σ	$(q_{TW} + q_{TW,ce} + q_{TW,d} + q_{TW,s})$	[kWh/m ² a]		20,30	
			Erzeuger 1	Erzeuger 2	Erzeuger 3
$\alpha_{TW,g}$		[-]	0,499	0,501	
$e_{TW,g}$		[-]	0,000	1,146	
$q_{TW,E}$	$\Sigma q_{TW} \times (e_{TW,g,i} \times \alpha_{TW,g,i})$	[kWh/m ² a]	0,00	11,67	
f_P		[-]	0,0	1,1	
$q_{TW,P}$	$\Sigma q_{TW,E,i} \times f_{P,i}$	[kWh/m ² a]	0,00	12,84	

Heizwärmegutschriften

$q_{h,TW,d}$	3,00	
$q_{h,TW,s}$	0,50	
$q_{h,TW}$	3,51	$\Sigma q_{h,TW,d} + q_{h,TW,s}$

11,67 kWh/m²a Endenergie

12,84 kWh/m²a Primärenergie

Hilfsenergie (HE)

(Strom)	Rechenvorschrift/Quelle	Dimension			
$q_{TW,ce,HE}$		[kWh/m ² a]		0,00	
$q_{TW,d,HE}$		[kWh/m ² a]	+	0,40	
$q_{TW,s,HE}$		[kWh/m ² a]		0,05	
			Erzeuger 1	Erzeuger 2	Erzeuger 3
$\alpha_{TW,g}$		[-]	0,50	0,50	
$q_{TW,g,HE}$		[kWh/m ² a]	0,44	0,08	
$\alpha_g \times q_{g,HE}$		[kWh/m ² a]	0,22	0,04	
$\Sigma q_{TW,HE,E}$		[kWh/m ² a]		0,70	
f_P		[-]		1,8	
$q_{TW,HE,P}$	$\Sigma q_{TW,HE,E} \times f_{P,i}$	[kWh/m ² a]		1,3	

0,70 kWh/m²a Endenergie

1,27 kWh/m²a Primärenergie

$Q_{TW,E}$	$\Sigma q_{TW,E} \times A_N$	Wärme	4669 kWh/a
	$\Sigma q_{TW,HE,E} \times A_N$	Hilfsenergie	282 kWh/a

ENDENERGIE

$Q_{TW,P}$	$(\Sigma q_{TW,P} + \Sigma q_{TW,HE,P}) \times A_N$		5644 kWh/a
------------	---	--	------------

PRIMÄRENERGIE

LÜFTUNG

Bereich:	Referenzgebäude
Lüftungs-Strang:	L-Strang

$A_N = 400,1 \text{ m}^2$	aus DIN V 4108-6
$F_{GT} = 69,6 \text{ kWh/a}$	Tab. 5.2 / DIN V 4108-6
$n_A = 0,40$	
$f_g = 0,0$	Tab. 5.2-3

Wärme (WE)

			Erzeugung								Q _h				
Rechenvorschrift/Quelle	Dimension	Erzeuger WRG mit WÜT		Erzeuger L/L-WP		Erzeuger Heizreg.									
q _{L,g}		[kWh/m²a]	0,000	+	0,000	+	0,000	-	0,0	-	0,0	-	0,0	=	0,0
e _{L,g}		[kWh/m²a]	0,000		0,000		0,000								
							q _{L,d} [kWh/m²a]	q _{L,ce} [kWh/m²a]	q _{h,n} [kWh/m²a]	q _{h,L} [kWh/m²a]					
q _{L,g,E}	q _{L,g,i} x e _{L,g,i}	[kWh/m²a]			0,00	+	0,00	0,00 kWh/m²a Endenergie							
f _P		[-]			0,0		0,0								
q _{L,P}	q _{L,g,E,i} x f _{P,i}	[kWh/m²a]			0,00	+	0,00	0,00 kWh/m²a Primärenergie							

HEIZUNG

Bereich: Referenzgebäude
Heiz-Strang: H-Strang

$Q_h = 16916 \text{ kWh/a}$	nach Abs. 4.1
$A_N = 400,1 \text{ m}^2$	aus DIN V 4108-6
$q_h = 42,28 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	

Wärme (WE)

	Rechenvorschrift/Quelle	Dimension		
q_h	nach Abschnitt 4.1	[kWh/m ² a]		42,28
$q_{h,TW}$	Berechnungsblatt TW	[kWh/m ² a]	—	3,51
$q_{h,L}$	Berechnungsblatt L	[kWh/m ² a]		0,00
q_{ce}		[kWh/m ² a]		1,10
q_d		[kWh/m ² a]	+	1,41
q_s		[kWh/m ² a]		0,00
Σ	$q_h - q_{h,TW} + q_{h,L} + q_{ce} + q_d + q_s$	[kWh/m ² a]		41,29
			Erzeuger 1	Erzeuger 2
α_g		[—]	1,000	
e_g		[—]	0,963	
q_E	$\Sigma q \times (e_{g,i} \times \alpha_{g,i})$	[kWh/m ² a]	39,77	
f_p		[—]	1,1	
q_P	$\Sigma q_{E,i} \times f_{p,i}$	[kWh/m ² a]	43,75	

39,77 kWh/m²a Endenergie

43,75 kWh/m²a Primärenergie

Hilfsenergie (HE)

(Strom)	Rechenvorschrift/Quelle	Dimension		
$q_{ce,HE}$		[kWh/m ² a]	+	0,00
$q_{d,HE}$		[kWh/m ² a]		0,65
$q_{s,HE}$		[kWh/m ² a]		0,00
			Erzeuger 1	Erzeuger 2
α_g		[—]	1,00	
$q_{g,HE}$		[kWh/m ² a]	0,37	
$\alpha_g \times q_{g,HE}$		[kWh/m ² a]	0,37	
$\Sigma q_{HE,E}$		[kWh/m ² a]		1,02
f_p		[—]		1,8
$q_{HE,P}$	$\Sigma q_{HE,E} \times f_{p,i}$	[kWh/m ² a]		1,8

1,02 kWh/m²a Endenergie

1,83 kWh/m²a Primärenergie

$$Q_{H,E} = \Sigma q_E \times A_N$$

$$\Sigma q_{HE,E} \times A_N$$

Wärme 15913 kWh/a
Hilfsenergie 406 kWh/a

ENDENERGIE

$$Q_{H,P} = (\Sigma q_P + \Sigma q_{HE,P}) \times A_N$$

18235 kWh/a

PRIMÄRENERGIE

Kurzergebnisse

BKI Energieplaner Version 15.0.11

Berechnungsmodus: Energieausweis und EnEV-Nachweis nach EnEV §16 Abs. 1 (Neubau, Umbau)

Klimaregion: Referenzklima EnEV 2014

Berechnungsvorschrift: EnEV 2014 mit DIN V 4108-6 und DIN V 4701-10

Zonen:	Zone Wohnbereich (beheizte Zone)	
	beheiztes Volumen V_e	1250,3 m ³
	Luftvolumen V	950,2 m ³
	Gebäudenutzfläche A_N	400,1 m ²
	Innentemperatur	19,0 °C
	Luftwechselrate	0,60 1/h
Bauphysik:	beheiztes Volumen V_e	1250,3 m ³
	Gebäudenutzfläche A_N	400,1 m ²
	Verhältnis A/V_e	0,56 1/m
	Luftvolumen V	950,2 m ³
	Fläche Gebäudehülle A	695,2 m ²
	Fläche Außenwände A_{AW}	313,5 m ²
	Fläche Außentüren $A_{Tür}$	2,1 m ²
	Fläche Fenster A_F	96,7 m ²
	Fensterflächenanteil $A_F/(A_{AW} + A_F)$	23 %
Wärmebilanz:	spezifischer Transmissionswärmeverlust H_T' :	0,237 W/(m ² K)
	spezifischer Wärmebrückenverlust $H_{T,WB}'$:	0,031 W/(m ² K)
	Nutzwärmebedarf Heizung Q_h	10871 kWh/a
	spezifischer Heizwärmebedarf q_h	27 kWh/m ² a
	Transmissionswärmeverluste Q_t	13329 kWh/a
	Lüftungswärmeverluste Q_v	15657 kWh/a
	solare Warmegewinne Q_s	7241 kWh/a
	interne Warmegewinne Q_i	10875 kWh/a
	Warmwasserwärmebedarf Q_{tw}	5001 kWh/a
Ergebnisse:	Endenergiebedarf Q_e	4397 kWh/a
	Primärenergiebedarf Q_p	7914 kWh/a
	Anlagenverluste Q_a	2318 kWh/a
	Anlagenaufwandszahl e_p	0,50
	spezifischer Transmissionswärmeverlust H_T'	0,24 W/m ² K
	zulässiger spez. Transmissionswärmeverlust zul. H_T'	0,42 W/m ² K
	spezifischer Primärenergiebedarf Q_p''	19,8 kWh/m ² a
	spezifischer Primärenergiebedarf Q_p'	6,3 kWh/m ² a
	zulässiger spez. Primärenergiebedarf zul. Q_p''	46,3 kWh/m ² a
	zulässiger spez. Primärenergiebedarf zul. Q_p'	14,8 kWh/m ² a
Ergebnisse für das Referenzgebäude:		
Wärmebilanz: (Referenzgebäude)	spezifischer Transmissionswärmeverlust Ref. H_T' :	0,420 W/(m ² K)
	Nutzwärmebedarf Heizung Q_h	16916 kWh/a
	spezifischer Heizwärmebedarf q_h	42 kWh/m ² a
	Transmissionswärmeverluste Q_t	23408 kWh/a
	Lüftungswärmeverluste Q_v	14249 kWh/a
	solare Warmegewinne Q_s	9471 kWh/a
	interne Warmegewinne Q_i	11269 kWh/a
	Warmwasserwärmebedarf Q_{tw}	5001 kWh/a
Ergebnisse: (Referenzgebäude)	Endenergiebedarf Kühlung $Q_{c,e}$	0 kWh/a
	Primärenergiebedarf Kühlung $Q_{c,p}$	0 kWh/a
	Endenergiebedarf Q_e	21714 kWh/a
	Primärenergiebedarf Referenzgebäude Q_p	24678 kWh/a
	Faktor Primärenergiebedarf für EnEV	0,75
	Anlagenverluste Q_a	3846 kWh/a
	Anlagenaufwandszahl e_p	1,13

Nachweis nach EnEV 2014 für Wohngebäude

Der Nachweis wird mit den ab 1. Januar 2016 geltenden Anforderungen der EnEV geführt.

Nachweis des spez. Transmissionswärmeverlustes nach der EnEV 2014 (Monatsbilanzverfahren)

zul. $H_T' = 0,420 \text{ W/m}^2\text{K}$
(zul. H_T' aus H_T' Referenzgebäude)

vorh. $H_T' = 165,03/695,18 =$
 $0,237 \text{ W/m}^2\text{K} (-43,5 \%)$

Der Nachweis wurde erfüllt!

Nachweis des Jahres-Primärenergiebedarfes nach der EnEV 2014 (Monatsbilanzverfahren)

$A_N = 400,1 \text{ m}^2$

Wohngebäude:

zul. $Q_p'' = 0,75 \cdot 61,7 = 46,3 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
(75% von Q_p'' Referenzgebäude nach EnEV Anlage 1
Tabelle 1)

vorh. $Q_p'' = 7914/400,1 =$
 $19,8 \text{ kWh/m}^2\text{a} (-57,2 \%)$

Der Nachweis wurde erfüllt!

Nachweis nach EEWärmeG

Der folgende Nachweis der Verwendung von erneuerbaren Energien wird nach dem ab 1. Januar 2009 gültigen EEWärmeG in der Fassung vom 21. Juli 2014 geführt. Die römischen Ziffern beziehen sich auf die Anlage des Gesetzes.

III. Geothermie und Umweltwärme Elektrische Wärmepumpe

- ☒ Die Wärmepumpe (Quelle Luft, ohne Warmwasserbereitung) weist eine Jahresarbeitszahl von mindestens 3,5 auf.
- ☒ Die Wärmepumpe verfügt über einen Wärmemengen- und Stromzähler, deren Messwerte die Berechnung der Jahresarbeitszahl der Wärmepumpen ermöglichen. Satz 1 gilt nicht bei Sole/Wasser und Wasser/Wasser-Wärmepumpen, wenn die Vorlauftemperatur der Heizungsanlage nachweislich bis zu 35°C beträgt.

Der Wärmeenergiebedarf Heizung, Kühlung und Warmwasser des Gebäudes beträgt 18017 kWh/a. Durch die Wärmepumpe werden 18017 kWh/a gedeckt. Der Anteil Wärmeenergie des Gebäudes, welcher durch die Wärmepumpe gedeckt wird, beträgt damit 100,0 %.

Die vorhandene Wärmepumpe ist damit als Nachweis der Maßnahme III ausreichend.

Mit den angegebenen Maßnahmen ist das EEWärmeG erfüllt.

Aussteller:
Ingenieurbüro
Peter Winkens
Hohlbeinstr.20a
56626 Andernach

5.12.16
Datum, Unterschrift

