

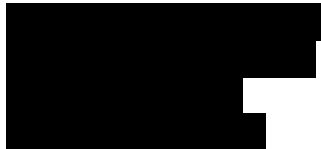
Nachweis des energiesparenden Wärmeschutzes

gemäß der ab 1. Mai 2014 gültigen
Energieeinsparverordnung (EnEV 2014)

Berechnung für Wohngebäude nach
DIN V 4108-6 und DIN V 4701-10

Gebäude: Neubau eines Doppelhauses
rts

Bauherr:



Ersteller:



Projekt: H 153/11/18
Datum: 04.04.2019

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis
Übersicht der Berechnungsparameter des Projektes
Übersicht über die Bauteilaufbauten
Übersicht der opaken Bauteile
Bauphysikalische Berechnungen opaker Bauteile
Übersicht der transparenten Bauteile
Bauphysikalische Berechnungen der Fenster
Übersicht der Grundlagen der Zonen
Berechnung der einzelnen Zonen
Übersicht der Anlagentechnik
Nachweis nach EEWärmeG
Berechnung des Heizwärmebedarfes
Berechnung der Gebäudeheizlast
Berechnung der Anlagentechnik
Nachweise nach EnEV

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 mit waagrechtem Randdämmstreifen (min. 5m breit)
- Grundwassereinfluss wird nicht berücksichtigt
- Wärmebrücken werden über einen Zuschlag $\Delta U_{WB} = 0,05 \text{ W/m}^2\text{K}$ berücksichtigt

Für die Nachweise nach der EnEV 2014 gelten folgende Bedingungen:

- das Gebäude ist ein reines Wohngebäude
- die Gebäudedichtheit wurde nachgewiesen ($n_{50} \leq 1,5 \text{ h}^{-1}$ bei Vorhandensein einer Lüftungsanlage)
- es wird der Standardluftwechsel nach EnEV 2014 angesetzt
- EnEV Anlage 1 Nr. 1.1 Satz 2 wird für das Referenzgebäude nicht angewendet

Übersicht über die Bauteilaufbauten

Bauteil: Bodenplatte ($U = 0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$)

(pauschal eingetragener U-Wert des Bauteilaufbaus, gemäß Anlage)

Bauteil: Außenwand ($U = 0,23 \text{ W/m}^2\text{K}$)

(pauschal eingetragener U-Wert des Bauteilaufbaus, gemäß Anlage)

Bauteil: KSV Wand 17,5cm mit WDVS ($U = 0,23 \text{ W/m}^2\text{K}$)

(pauschal eingetragener U-Wert des Bauteilaufbaus, gemäß Anlage)

Bauteil: KSV Wand 24cm mit WDVS ($U = 0,23 \text{ W/m}^2\text{K}$)

(pauschal eingetragener U-Wert des Bauteilaufbaus, gemäß Anlage)

Bauteil: Flachdach ($U = 0,19 \text{ W/m}^2\text{K}$)

(pauschal eingetragener U-Wert des Bauteilaufbaus, gemäß Anlage)

Bauteil: Decke nach unten ($U = 0,19 \text{ W/m}^2\text{K}$)

(pauschal eingetragener U-Wert des Bauteilaufbaus, gemäß Anlage)

Bauteil: Steildach ($U = 0,21 \text{ W/m}^2\text{K}$)

(pauschal eingetragener U-Wert des Bauteilaufbaus, gemäß Anlage)

Bauteil: Gaubenaußenwände ($U = 0,21 \text{ W/m}^2\text{K}$)

(pauschal eingetragener U-Wert des Bauteilaufbaus, gemäß Anlage)

Übersicht der opaken Bauteile

Bauteil: Flachdach

Bauteilaufbau: Flachdach

U-Wert	0,19 W/m²K	Verschattungsfakt	0,90
		or	
C _i	0,00 Wh/m²K	C _a	0,00 Wh/K
Absorption α	50,0 %	Abstrahlung ε	80,0 %
R _{si}	0,17 m²K/W	R _{se}	0,04 m²K/W
Orientierung	horizontal	Neigung	0,0° gegen d. Horizontale
Zone innen	Wohnbereich	Zone außen	Außenluft
Fläche	36,0 m²		

Bauteil: Bodenplatte

Bauteilaufbau: Bodenplatte

U-Wert	0,20 W/m²K	Verschattungsfakt	0,90
		or	
C _i	0,00 Wh/m²K	C _a	0,00 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
Fläche	156,3 m²		

Bauteil: Außenwand N

Bauteilaufbau: Außenwand

U-Wert	0,23 W/m²K	Verschattungsfakt	0,90
		or	
C _i	0,00 Wh/m²K	C _a	0,00 Wh/K
Absorption α	50,0 %	Abstrahlung ε	80,0 %
R _{si}	0,13 m²K/W	R _{se}	0,04 m²K/W
Orientierung	N	Neigung	90,0° gegen d. Horizontale
Zone innen	Wohnbereich	Zone außen	Außenluft

Flächen-Berechnung:

Brutto-Fläche		75,49 m²
H1, OG, Flur N (1)	(Siehe transparente Bauteile)	-6,23 m²
H1, EG, Diele N (1)	(Siehe transparente Bauteile)	-6,23 m²
Gesamtfläche		63,02 m²

Bauteil: Außenwand O

Bauteilaufbau: Außenwand

U-Wert	0,23 W/m²K	Verschattungsfakt	0,90
		or	
C _i	0,00 Wh/m²K	C _a	0,00 Wh/K
Absorption α	50,0 %	Abstrahlung ε	80,0 %
R _{si}	0,13 m²K/W	R _{se}	0,04 m²K/W
Orientierung	O	Neigung	90,0° gegen d. Horizontale
Zone innen	Wohnbereich	Zone außen	Außenluft

Flächen-Berechnung:

Brutto-Fläche		117,96 m ²
H2, EG, Diele O (1)	(Siehe transparente Bauteile)	-4,11 m ²
H2, EG + OG, Kochen, Schlafen O (1)	(Siehe transparente Bauteile)	-3,78 m ²
H2, DG, Speicher O (1)	(Siehe transparente Bauteile)	-0,63 m ²
H2, EG + OG, WC + Bad O (1)	(Siehe transparente Bauteile)	-1,90 m ²
H1, EG, Diele, HT O (1)	(Siehe transparente Bauteile)	-3,94 m ²
H1, OG, Flur O (1)	(Siehe transparente Bauteile)	-3,94 m ²
H1, EG + OG, HAR, Gard., WC, Ankleide, B	(Siehe transparente Bauteile)	-6,08 m ²
Gesamtfläche		93,59 m ²

Bauteil: Außenwand S

Bauteilaufbau: Außenwand

U-Wert	0,23 W/m ² K	Verschattungsfakt	0,90
		or	
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	S	Neigung	90,0° gegen d. Horizontale
Zone innen	Wohnbereich	Zone außen	Außenluft

Flächen-Berechnung:

Brutto-Fläche		70,13 m ²
H2, EG, Diele S (1)	(Siehe transparente Bauteile)	-3,28 m ²
H2, OG, Schlafen S (1)	(Siehe transparente Bauteile)	-1,26 m ²
H2, OG, Kind 2 S (1)	(Siehe transparente Bauteile)	-2,20 m ²
H2, EG, Kochen S (1)	(Siehe transparente Bauteile)	-1,26 m ²
H2, EG, Essen S (1)	(Siehe transparente Bauteile)	-4,52 m ²
Gesamtfläche		57,60 m ²

Bauteil: Außenwand W

Bauteilaufbau: Außenwand

U-Wert	0,23 W/m ² K	Verschattungsfakt	0,90
		or	
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	W	Neigung	90,0° gegen d. Horizontale
Zone innen	Wohnbereich	Zone außen	Außenluft

Flächen-Berechnung:

Brutto-Fläche		121,29 m ²
H2, DG, Studio W (1)	(Siehe transparente Bauteile)	-5,96 m ²
H2, OG, Kind 1 + Kind 2 W (1)	(Siehe transparente Bauteile)	-6,80 m ²
H2, EG, Wohnen W (1)	(Siehe transparente Bauteile)	-6,77 m ²
H1, EG, Essen W (1)	(Siehe transparente Bauteile)	-8,70 m ²
H1, EG, Kochen + Essen W (1)	(Siehe transparente Bauteile)	-5,01 m ²
H1, OG, Schlafen + Kind W (1)	(Siehe transparente Bauteile)	-6,59 m ²
Gesamtfläche		81,46 m ²

Bauteil: Außenwand N WDVS

Bauteilaufbau: KSV Wand 17,5cm mit WDVS

U-Wert	0,23 W/m ² K	Verschattungsfakt	0,90
--------	-------------------------	-------------------	------

C_i	0,00 Wh/m ² K	or	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	N		Neigung	90,0° gegen d. Horizontale
Zone innen	Wohnbereich		Zone außen	Außenluft
Fläche	8,3 m ²			

Bauteil: Außenwand S WDVS

Bauteilaufbau: KSV Wand 17,5cm mit WDVS

U-Wert	0,23 W/m²K	Verschattungsfakt	0,90
C _i	0,00 Wh/m²K	or	
Absorption α	50,0 %	C _a	0,00 Wh/K
R _{si}	0,13 m²K/W	Abstrahlung ε	80,0 %
Orientierung	S	R _{se}	0,04 m²K/W
Zone innen	Wohnbereich	Neigung	90,0° gegen d. Horizontale
Fläche	12,6 m²	Zone außen	Außenluft

Bauteil: Steildach N

Bauteilaufbau: Steildach

U-Wert	0,21 W/m²K	Verschattungsfakt	0,90
C _i	0,00 Wh/m²K	or	
Absorption α	50,0 %	C _a	0,00 Wh/K
R _{si}	0,10 m²K/W	Abstrahlung ε	80,0 %
Orientierung	N	R _{se}	0,10 m²K/W
		Neigung	45,0° gegen d. Horizontale
Zone innen	Wohnbereich	Zone außen	Außenluft
Fläche	45,8 m²		

Bauteil: Steildach O

Bauteilaufbau: Steildach

U-Wert	0,21 W/m²K	Verschattungsfakt	0,90
C _i	0,00 Wh/m²K	or	
Absorption α	50,0 %	C _a	0,00 Wh/K
R _{si}	0,10 m²K/W	Abstrahlung ε	80,0 %
Orientierung	O	R _{se}	0,10 m²K/W
		Neigung	33,0° gegen d. Horizontale
Zone innen	Wohnbereich	Zone außen	Außenluft

Flächen-Berechnung:

Brutto-Fläche	54,03 m ²
H1, DG, DU, DFF O (1) (Siehe transparente Bauteile)	-0,76 m ²
Gesamtfläche	53,27 m ²

Bauteil: Steildach S

Bauteilaufbau: Steildach

U-Wert	0,21 W/m²K	Verschattungsfakt	0,90
		or	
C _i	0,00 Wh/m²K	C _a	0,00 Wh/K

Absorption α	50,0 %	Abstrahlung ε	80,0 %
R_{si}	0,10 m ² K/W	R_{se}	0,10 m ² K/W
Orientierung	S	Neigung	45,0° gegen d. Horizontale
Zone innen	Wohnbereich	Zone außen	Außenluft
Fläche	36,7 m ²		

Bauteil: Steildach W

Bauteilaufbau: Steildach

U-Wert	0,21 W/m ² K	Verschattungsfakt	0,90 or
C_i	0,00 Wh/m ² K	C_a	0,00 Wh/K
Absorption α	50,0 %	Abstrahlung ε	80,0 %
R_{si}	0,10 m ² K/W	R_{se}	0,10 m ² K/W
Orientierung	W	Neigung	33,0° gegen d. Horizontale
Zone innen	Wohnbereich	Zone außen	Außenluft
Fläche	33,9 m ²		

Bauteil: Gaubenwange/-front S

Bauteilaufbau: Gaubenaußenwände

U-Wert	0,21 W/m ² K	Verschattungsfakt	0,90 or
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	S	Neigung	90,0° gegen d. Horizontale
Zone innen	Wohnbereich	Zone außen	Außenluft

Flächen-Berechnung:

Brutto-Fläche		10,68 m ²
H2, DG, DU S (1)	(Siehe transparente Bauteile)	-1,01 m ²
H2, DG, Studio S (1)	(Siehe transparente Bauteile)	-1,76 m ²
Gesamtfläche		7,91 m ²

Bauteil: Gaubenwange/-front O

Bauteilaufbau: Gaubenaußenwände

U-Wert	0,21 W/m ² K	Verschattungsfakt	0,90 or
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	O	Neigung	90,0° gegen d. Horizontale
Zone innen	Wohnbereich	Zone außen	Außenluft
Fläche	4,0 m ²		

Bauteil: Gaubenwange/-front W

Bauteilaufbau: Gaubenaußenwände

U-Wert	0,21 W/m ² K	Verschattungsfakt	0,90 or
C_i	0,00 Wh/m ² K	C_a	0,00 Wh/K
Absorption α	50,0 %	Abstrahlung ε	80,0 %

Projekt H 153/11/18
Neubau eines Doppelhauses mit je 1 ETW und Carports

R_{si}	0,13 m ² K/W	R_{se}	0,04 m ² K/W
Orientierung	W	Neigung	90,0° gegen d. Horizontale
Zone innen	Wohnbereich	Zone außen	Außenluft

Flächen-Berechnung:

Brutto-Fläche		14,90 m ²
H1, DG, Studio W (1)	(Siehe transparente Bauteile)	-5,26 m ²
Gesamtfläche		9,63 m ²

Bauphysikalische Berechnungen der Bauteile

Bauteilaufbau: Bodenplatte

pauschal eingetragener U-Wert des Bauteilaufbaus (Berechnung siehe Anlage): 0,20 W/m²K

Bauteilaufbau: Außenwand

pauschal eingetragener U-Wert des Bauteilaufbaus (Berechnung siehe Anlage): 0,23 W/m²K

Bauteilaufbau: KSV Wand 17,5cm mit WDVS

pauschal eingetragener U-Wert des Bauteilaufbaus (Berechnung siehe Anlage): 0,23 W/m²K

Bauteilaufbau: KSV Wand 24cm mit WDVS

pauschal eingetragener U-Wert des Bauteilaufbaus (Berechnung siehe Anlage): 0,23 W/m²K

Bauteilaufbau: Flachdach

pauschal eingetragener U-Wert des Bauteilaufbaus (Berechnung siehe Anlage): 0,19 W/m²K

Bauteilaufbau: Decke nach unten

pauschal eingetragener U-Wert des Bauteilaufbaus (Berechnung siehe Anlage): 0,19 W/m²K

Bauteilaufbau: Steildach

pauschal eingetragener U-Wert des Bauteilaufbaus (Berechnung siehe Anlage): 0,21 W/m²K

Bauteilaufbau: Gaubenaußenwände

pauschal eingetragener U-Wert des Bauteilaufbaus (Berechnung siehe Anlage): 0,21 W/m²K

Übersicht der transparenten Bauteile

Fenster: H2, EG, Diele S (1)

Fensteraufbau: 3-fach Verglasung 0.7 mit Kunststofffenster

Orientierung	S	Neigung	90,0° gegen d. Horizontale
Rahmenanteil	40,2 %		
U_g	0,70 W/(m²K)	U_w	0,94 W/(m²K)
Energiedurchlassg	0,58	Sonnenschutz F_c	kein Sonnenschutz
rad g_f			
Verschattung	0,90		
$F_{s,Winter}$			
Abminderungsfakt	1,00		
or F_v			
Zone innen	Wohnbereich	Zone außen	Außenluft

Flächen-Berechnung:

Fensterfläche 1	1,250*2,625	3,28 m²
-----------------	-------------	---------

Fenster: H2, DG, DU S (1)

Fensteraufbau: 3-fach Verglasung 0.7 mit Kunststofffenster

Orientierung	S	Neigung	90,0° gegen d. Horizontale
Rahmenanteil	45,1 %		
U_g	0,70 W/(m²K)	U_w	1,00 W/(m²K)
Energiedurchlassg	0,58	Sonnenschutz F_c	kein Sonnenschutz
rad g_f			
Verschattung	0,90		
$F_{s,Winter}$			
Abminderungsfakt	1,00		
or F_v			
Zone innen	Wohnbereich	Zone außen	Außenluft

Flächen-Berechnung:

Fensterfläche 1	1,010*1,000	1,01 m²
-----------------	-------------	---------

Fenster: H2, DG, Studio S (1)

Fensteraufbau: 3-fach Verglasung 0.7 mit Kunststofffenster

Orientierung	S	Neigung	90,0° gegen d. Horizontale
Rahmenanteil	42,7 %		
U_g	0,70 W/(m²K)	U_w	1,00 W/(m²K)
Energiedurchlassg	0,58	Sonnenschutz F_c	kein Sonnenschutz
rad g_f			
Verschattung	0,90		
$F_{s,Winter}$			
Abminderungsfakt	1,00		
or F_v			
Zone innen	Wohnbereich	Zone außen	Außenluft

Flächen-Berechnung:

Fensterfläche 1	1,760*1,000	1,76 m²
-----------------	-------------	---------

Fenster: H2, OG, Schlafen S (1)

Fensteraufbau: 3-fach Verglasung 0.7 mit Kunststofffenster

Orientierung	S	Neigung	90,0° gegen d. Horizontale
Rahmenanteil	40,8 %		
U_g	0,70 W/(m²K)	U_w	0,97 W/(m²K)
Energiedurchlassg	0,58	Sonnenschutz F_c	kein Sonnenschutz
rad g_f			
Verschattung	0,90		
$F_{s,Winter}$			
Abminderungsfakt	1,00		
or F_v			
Zone innen	Wohnbereich	Zone außen	Außenluft

Flächen-Berechnung:

Fensterfläche 1	1,010*1,250	1,26 m²
-----------------	-------------	---------

Fenster: H2, OG, Kind 2 S (1)

Fensteraufbau: 3-fach Verglasung 0.7 mit Kunststofffenster

Orientierung	S	Neigung	90,0° gegen d. Horizontale
Rahmenanteil	38,3 %		
U_g	0,70 W/(m²K)	U_w	0,97 W/(m²K)
Energiedurchlassg	0,58	Sonnenschutz F_c	kein Sonnenschutz
rad g_f			
Verschattung	0,90		
$F_{s,Winter}$			
Abminderungsfakt	1,00		
or F_v			
Zone innen	Wohnbereich	Zone außen	Außenluft

Flächen-Berechnung:

Fensterfläche 1	1,760*1,250	2,20 m²
-----------------	-------------	---------

Fenster: H2, EG, Kochen S (1)

Fensteraufbau: 3-fach Verglasung 0.7 mit Kunststofffenster

Orientierung	S	Neigung	90,0° gegen d. Horizontale
Rahmenanteil	40,8 %		
U_g	0,70 W/(m²K)	U_w	0,97 W/(m²K)
Energiedurchlassg	0,58	Sonnenschutz F_c	kein Sonnenschutz
rad g_f			
Verschattung	0,90		
$F_{s,Winter}$			
Abminderungsfakt	1,00		
or F_v			
Zone innen	Wohnbereich	Zone außen	Außenluft

Flächen-Berechnung:

Fensterfläche 1	1,010*1,250	1,26 m²
-----------------	-------------	---------

Fenster: H2, EG, Essen S (1)

Fensteraufbau: 3-fach Verglasung 0.7 mit Kunststofffenster

Orientierung	S	Neigung	90,0° gegen d. Horizontale
Rahmenanteil	31,0 %		

U_g	0,70 W/(m²K)	U_w	0,92 W/(m²K)
Energiedurchlassg	0,58	Sonnenschutz F_c	kein Sonnenschutz
rad g_f			
Verschattung	0,90		
$F_{s,Winter}$			
Abminderungsfakt	1,00		
or F_v			
Zone innen	Wohnbereich	Zone außen	Außenluft

Flächen-Berechnung:

Fensterfläche 1	2,010*2,250	4,52 m²
-----------------	-------------	---------

Fenster: H2, DG, Studio W (1)

Fensteraufbau: 3-fach Verglasung 0.7 mit Kunststofffenster

Orientierung	W	Neigung	90,0° gegen d. Horizontale
Rahmenanteil	36,3 %		
U_g	0,70 W/(m²K)	U_w	0,97 W/(m²K)
Energiedurchlassg	0,58	Sonnenschutz F_c	kein Sonnenschutz
rad g_f			
Verschattung	0,90		
$F_{s,Winter}$			
Abminderungsfakt	1,00		
or F_v			
Zone innen	Wohnbereich	Zone außen	Außenluft

Flächen-Berechnung:

Fensterfläche 1	3,010*1,980	5,96 m²
-----------------	-------------	---------

Fenster: H2, OG, Kind 1 + Kind 2 W (1)

Fensteraufbau: 3-fach Verglasung 0.7 mit Kunststofffenster

Orientierung	W	Neigung	90,0° gegen d. Horizontale
Rahmenanteil	40,1 %		
U_g	0,70 W/(m²K)	U_w	1,00 W/(m²K)
Energiedurchlassg	0,58	Sonnenschutz F_c	kein Sonnenschutz
rad g_f			
Verschattung	0,90		
$F_{s,Winter}$			
Abminderungsfakt	1,00		
or F_v			
Zone innen	Wohnbereich	Zone außen	Außenluft

Dieses Fenster wird 2-mal berücksichtigt.

Flächen-Berechnung:

Fensterfläche 1	1,510*2,250	3,40 m²
-----------------	-------------	---------

Fenster: H2, EG, Wohnen W (1)

Fensteraufbau: 3-fach Verglasung 0.7 mit Kunststofffenster

Orientierung	W	Neigung	90,0° gegen d. Horizontale
Rahmenanteil	29,4 %		
U_g	0,70 W/(m²K)	U_w	0,91 W/(m²K)
Energiedurchlassg	0,58	Sonnenschutz F_c	kein Sonnenschutz
rad g_f			
Verschattung	0,90		
$F_{s,Winter}$			

Projekt H 153/11/18
Neubau eines Doppelhauses mit je 1 ETW und Carports

Abminderungsfakt 1,00

or F_v

Zone innen	Wohnbereich	Zone außen	Außenluft
------------	-------------	------------	-----------

Flächen-Berechnung:

Fensterfläche 1	3,010*2,250	6,77 m ²
-----------------	-------------	---------------------

Fenster: H1, EG, Essen W (1)

Fensteraufbau: 3-fach Verglasung 0.7 mit Kunststofffenster

Orientierung	W	Neigung	90,0° gegen d. Horizontale
Rahmenanteil	23,3 %		
U_g	0,70 W/(m ² K)	U_w	0,86 W/(m ² K)
Energiedurchlassg	0,58	Sonnenschutz F_c	kein Sonnenschutz
rad g_f			
Verschattung	0,90		
$F_{s,Winter}$			
Abminderungsfakt 1,00			
or F_v			
Zone innen	Wohnbereich	Zone außen	Außenluft

Flächen-Berechnung:

Fensterfläche 1	3,510*2,480	8,71 m ²
-----------------	-------------	---------------------

Fenster: H1, EG. Kochen + Essen W (1)

Fensteraufbau: 3-fach Verglasung 0.7 mit Kunststofffenster

Orientierung	W	Neigung	90,0° gegen d. Horizontale
Rahmenanteil	34,8 %		
U_g	0,70 W/(m ² K)	U_w	0,93 W/(m ² K)
Energiedurchlassg	0,58	Sonnenschutz F_c	kein Sonnenschutz
rad g_f			
Verschattung	0,90		
$F_{s,Winter}$			
Abminderungsfakt 1,00			
or F_v			
Zone innen	Wohnbereich	Zone außen	Außenluft

Dieses Fenster wird 2-mal berücksichtigt.

Flächen-Berechnung:

Fensterfläche 1	1,010*2,480	2,51 m ²
-----------------	-------------	---------------------

Fenster: H1, OG, Schlafen + Kind W (1)

Fensteraufbau: 3-fach Verglasung 0.7 mit Kunststofffenster

Orientierung	W	Neigung	90,0° gegen d. Horizontale
Rahmenanteil	33,0 %		
U_g	0,70 W/(m ² K)	U_w	0,93 W/(m ² K)
Energiedurchlassg	0,58	Sonnenschutz F_c	kein Sonnenschutz
rad g_f			
Verschattung	0,90		
$F_{s,Winter}$			
Abminderungsfakt 1,00			
or F_v			
Zone innen	Wohnbereich	Zone außen	Außenluft

Dieses Fenster wird 2-mal berücksichtigt.

Flächen-Berechnung:

Fensterfläche 1	2,635*1,250	3,29 m ²
-----------------	-------------	---------------------

Fenster: H1, DG, Studio W (1)

Fensteraufbau: 3-fach Verglasung 0.7 mit Kunststofffenster

Orientierung	W	Neigung	90,0° gegen d. Horizontale
Rahmenanteil	29,8 %		
U _g	0,70 W/(m ² K)	U _w	0,92 W/(m ² K)
Energiedurchlassg	0,58	Sonnenschutz F _c	kein Sonnenschutz
rad g _f			
Verschattung	0,90		
F _{s,Winter}			
Abminderungsfakt	1,00		
or F _v			
Zone innen	Wohnbereich	Zone außen	Außenluft

Flächen-Berechnung:

Fensterfläche 1	3,510*1,500	5,27 m ²
-----------------	-------------	---------------------

Fenster: H1, OG, Flur N (1)

Fensteraufbau: 3-fach Verglasung 0.7 mit Kunststofffenster

Orientierung	N	Neigung	90,0° gegen d. Horizontale
Rahmenanteil	18,3 %		
U _g	0,70 W/(m ² K)	U _w	0,83 W/(m ² K)
Energiedurchlassg	0,58	Sonnenschutz F _c	kein Sonnenschutz
rad g _f			
Verschattung	0,90		
F _{s,Winter}			
Abminderungsfakt	1,00		
or F _v			
Zone innen	Wohnbereich	Zone außen	Außenluft

Flächen-Berechnung:

Fensterfläche 1	2,375*2,625	6,23 m ²
-----------------	-------------	---------------------

Fenster: H1, EG, Diele N (1)

Fensteraufbau: 3-fach Verglasung 0.7 mit Kunststofffenster

Orientierung	N	Neigung	90,0° gegen d. Horizontale
Rahmenanteil	22,4 %		
U _g	0,70 W/(m ² K)	U _w	0,85 W/(m ² K)
Energiedurchlassg	0,58	Sonnenschutz F _c	kein Sonnenschutz
rad g _f			
Verschattung	0,90		
F _{s,Winter}			
Abminderungsfakt	1,00		
or F _v			
Zone innen	Wohnbereich	Zone außen	Außenluft

Flächen-Berechnung:

Fensterfläche 1	2,375*2,625	6,23 m ²
-----------------	-------------	---------------------

Fenster: H2, EG, Diele O (1)

Fensteraufbau: 3-fach Verglasung 0.7 mit Kunststofffenster

Orientierung	O	Neigung	90,0° gegen d. Horizontale
Rahmenanteil	26,9 %		
U_g	0,70 W/(m²K)	U_w	0,88 W/(m²K)
Energiedurchlassg	0,58	Sonnenschutz F_c	kein Sonnenschutz
rad g_f			
Verschattung	0,90		
$F_{s,Winter}$			
Abminderungsfakt	1,00		
or F_v			
Zone innen	Wohnbereich	Zone außen	Außenluft

Flächen-Berechnung:

Fensterfläche 1	1,565*2,625	4,11 m²
-----------------	-------------	---------

Fenster: H2, EG + OG, Kochen, Schlafen O (1)

Fensteraufbau: 3-fach Verglasung 0.7 mit Kunststofffenster

Orientierung	O	Neigung	90,0° gegen d. Horizontale
Rahmenanteil	40,9 %		
U_g	0,70 W/(m²K)	U_w	0,99 W/(m²K)
Energiedurchlassg	0,58	Sonnenschutz F_c	kein Sonnenschutz
rad g_f			
Verschattung	0,90		
$F_{s,Winter}$			
Abminderungsfakt	1,00		
or F_v			
Zone innen	Wohnbereich	Zone außen	Außenluft
Dieses Fenster wird 2-mal berücksichtigt.			

Flächen-Berechnung:

Fensterfläche 1	1,510*1,250	1,89 m²
-----------------	-------------	---------

Fenster: H2, DG, Speicher O (1)

Fensteraufbau: 3-fach Verglasung 0.7 mit Kunststofffenster

Orientierung	O	Neigung	90,0° gegen d. Horizontale
Rahmenanteil	55,2 %		
U_g	0,70 W/(m²K)	U_w	1,10 W/(m²K)
Energiedurchlassg	0,58	Sonnenschutz F_c	kein Sonnenschutz
rad g_f			
Verschattung	0,90		
$F_{s,Winter}$			
Abminderungsfakt	1,00		
or F_v			
Zone innen	Wohnbereich	Zone außen	Außenluft

Flächen-Berechnung:

Fensterfläche 1	0,635*1,000	0,64 m²
-----------------	-------------	---------

Fenster: H2, EG + OG, WC + Bad O (1)

Fensteraufbau: 3-fach Verglasung 0.7 mit Kunststofffenster

Orientierung	O	Neigung	90,0° gegen d. Horizontale
Rahmenanteil	46,9 %		
U_g	0,70 W/(m²K)	U_w	1,00 W/(m²K)
Energiedurchlassg	0,58	Sonnenschutz F_c	kein Sonnenschutz
rad g_f			
Verschattung	0,90		
$F_{s,Winter}$			
Abminderungsfakt	1,00		
or F_v			
Zone innen	Wohnbereich	Zone außen	Außenluft
Dieses Fenster wird 2-mal berücksichtigt.			

Flächen-Berechnung:

Fensterfläche 1	0,760*1,250	0,95 m²
-----------------	-------------	---------

Fenster: H1, EG, Diele, HT O (1)

Fensteraufbau: 3-fach Verglasung 0.7 mit Kunststofffenster

Orientierung	O	Neigung	90,0° gegen d. Horizontale
Rahmenanteil	36,2 %		
U_g	0,70 W/(m²K)	U_w	0,91 W/(m²K)
Energiedurchlassg	0,58	Sonnenschutz F_c	kein Sonnenschutz
rad g_f			
Verschattung	0,90		
$F_{s,Winter}$			
Abminderungsfakt	1,00		
or F_v			
Zone innen	Wohnbereich	Zone außen	Außenluft

Flächen-Berechnung:

Fensterfläche 1	1,500*2,625	3,94 m²
-----------------	-------------	---------

Fenster: H1, OG, Flur O (1)

Fensteraufbau: 3-fach Verglasung 0.7 mit Kunststofffenster

Orientierung	O	Neigung	90,0° gegen d. Horizontale
Rahmenanteil	23,7 %		
U_g	0,70 W/(m²K)	U_w	0,87 W/(m²K)
Energiedurchlassg	0,58	Sonnenschutz F_c	kein Sonnenschutz
rad g_f			
Verschattung	0,90		
$F_{s,Winter}$			
Abminderungsfakt	1,00		
or F_v			
Zone innen	Wohnbereich	Zone außen	Außenluft

Flächen-Berechnung:

Fensterfläche 1	1,500*2,625	3,94 m²
-----------------	-------------	---------

Fenster: H1, EG + OG, HAR, Gard., WC, Ankleide, Bad, HWR O (1)

Fensteraufbau: 3-fach Verglasung 0.7 mit Kunststofffenster

Orientierung	O	Neigung	90,0° gegen d. Horizontale
Rahmenanteil	50,7 %		
U_g	0,70 W/(m²K)	U_w	1,00 W/(m²K)
Energiedurchlassg	0,58	Sonnenschutz F_c	kein Sonnenschutz
rad g_f			
Verschattung	0,90		
$F_{s,Winter}$			
Abminderungsfakt	1,00		
or F_v			
Zone innen	Wohnbereich	Zone außen	Außenluft
Dieses Fenster wird 8-mal berücksichtigt.			

Flächen-Berechnung:

Fensterfläche 1	0,760*1,000	0,76 m²
-----------------	-------------	---------

Fenster: H1, DG, DU, DFF O (1)

Fensteraufbau: Wärmeschutzverglasung

Orientierung	O	Neigung	33,0° gegen d. Horizontale
Rahmenanteil	33,5 %		
U_g	1,10 W/(m²K)	U_w	1,50 W/(m²K)
Energiedurchlassg	0,56	Sonnenschutz F_c	kein Sonnenschutz
rad g_f			
Verschattung	0,90		
$F_{s,Winter}$			
Abminderungsfakt	1,00		
or F_v			
Zone innen	Wohnbereich	Zone außen	Außenluft

Flächen-Berechnung:

Fensterfläche 1	0,780*0,980	0,76 m²
-----------------	-------------	---------

Bauphysikalische Berechnungen der Fenster

Fenster: H2, EG, Diele S (1)

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	40 %	Paneelanteil	0 %
Länge Glasrand l_g	6,19 m	Länge Paneelrand l_p	-
Fensterfläche $A_g + A_p + A_f$	3,28 m ²		
Wärmedurchgang U_w	0,94 W/m²K		

Flächen-Berechnung Rahmenfläche:

Rahmenfläche 1	$2 \cdot 2,625 \cdot 0,180 + (1,250 - 2 \cdot 0,180) \cdot (0,180 + 0,240)$	1,32 m ²
----------------	---	---------------------

Berechnung der Länge des Glasrandes:

Länge 1	$2 \cdot (1,250 + 2,625 - (3 \cdot 0,180) - 0,240)$	6,19 m
---------	---	--------

Fenster: H2, DG, DU S (1)

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	45 %	Paneelanteil	0 %
Länge Glasrand l_g	2,98 m	Länge Paneelrand l_p	-
Fensterfläche $A_g + A_p + A_f$	1,01 m ²		
Wärmedurchgang U_w	1,00 W/m²K		

Flächen-Berechnung Rahmenfläche:

Rahmenfläche 1	$2 \cdot 1,000 \cdot 0,120 + (1,010 - 2 \cdot 0,120) \cdot (0,120 + 0,160)$	0,46 m ²
----------------	---	---------------------

Berechnung der Länge des Glasrandes:

Länge 1	$2 \cdot (1,010 + 1,000 - (3 \cdot 0,120) - 0,160)$	2,98 m
---------	---	--------

Fenster: H2, DG, Studio S (1)

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	43 %	Paneelanteil	0 %
Länge Glasrand l_g	5,68 m	Länge Paneelrand l_p	-
Fensterfläche $A_g + A_p + A_f$	1,76 m ²		
Wärmedurchgang U_w	1,00 W/m²K		

Flächen-Berechnung Rahmenfläche:

Rahmenfläche 1	$1,760 \cdot (0,120 + 0,160)$	0,49 m ²
Rahmenfläche 2	$2 \cdot 0,120 \cdot (1,000 - 0,120 - 0,160)$	0,17 m ²
Rahmenfläche 3	$0,120 \cdot (1,000 - 0,120 - 0,160)$	0,09 m ²
Gesamtfläche		0,75 m ²

Berechnung der Länge des Glasrandes:

Länge 1	$2 \cdot (1,760 - 2 \cdot 0,120 - 0,120)$	2,80 m
Länge 2	$4 \cdot (1,000 - 0,120 - 0,160)$	2,88 m
Gesamtlänge		5,68 m

Fenster: H2, OG, Schlafen S (1)

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	41 %	Paneelanteil	0 %
Länge Glasrand l _g	3,48 m	Länge Paneelrand l _p	-
Fensterfläche A _g + A _p + A _f	1,26 m ²		
Wärmedurchgang U_w	0,97 W/m²K		

Flächen-Berechnung Rahmenfläche:

Rahmenfläche 1	$2 \cdot 1,250 \cdot 0,120 + (1,010 - 2 \cdot 0,120) \cdot (0,120 + 0,160)$	0,52 m ²
----------------	---	---------------------

Berechnung der Länge des Glasrandes:

Länge 1	$2 \cdot (1,010 + 1,250 - (3 \cdot 0,120) - 0,160)$	3,48 m
---------	---	--------

Fenster: H2, OG, Kind 2 S (1)

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	38 %	Paneelanteil	0 %
Länge Glasrand l _g	6,68 m	Länge Paneelrand l _p	-
Fensterfläche A _g + A _p + A _f	2,20 m ²		
Wärmedurchgang U_w	0,97 W/m²K		

Flächen-Berechnung Rahmenfläche:

Rahmenfläche 1	$1,760 \cdot (0,120 + 0,160)$	0,49 m ²
Rahmenfläche 2	$2 \cdot 0,120 \cdot (1,250 - 0,120 - 0,160)$	0,23 m ²
Rahmenfläche 3	$0,120 \cdot (1,250 - 0,120 - 0,160)$	0,12 m ²
Gesamtfläche		0,84 m ²

Berechnung der Länge des Glasrandes:

Länge 1	$2 \cdot (1,760 - 2 \cdot 0,120 - 0,120)$	2,80 m
Länge 2	$4 \cdot (1,250 - 0,120 - 0,160)$	3,88 m
Gesamtlänge		6,68 m

Fenster: H2, EG, Kochen S (1)

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	41 %	Paneelanteil	0 %
Länge Glasrand l_g	3,48 m	Länge Paneelrand l_p	-
Fensterfläche $A_g + A_p + A_f$	1,26 m ²		
Wärmedurchgang U_w	0,97 W/m²K		

Flächen-Berechnung Rahmenfläche:

Rahmenfläche 1	$2 \cdot 1,250 \cdot 0,120 + (1,010 - 2 \cdot 0,120) \cdot (0,120 + 0,160)$	0,52 m ²
----------------	---	---------------------

Berechnung der Länge des Glasrandes:

Länge 1	$2 \cdot (1,010 + 1,250 - (3 \cdot 0,120) - 0,160)$	3,48 m
---------	---	--------

Fenster: H2, EG, Essen S (1)

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	10,86 m	Länge Paneelrand l_p	-
Fensterfläche $A_g + A_p + A_f$	4,52 m ²		
Wärmedurchgang U_w	0,92 W/m²K		

Flächen-Berechnung Rahmenfläche:

Rahmenfläche 1	$2,010 \cdot (0,120 + 0,240)$	0,72 m ²
Rahmenfläche 2	$2 \cdot 0,120 \cdot (2,250 - 0,120 - 0,240)$	0,45 m ²
Rahmenfläche 3	$0,120 \cdot (2,250 - 0,120 - 0,240)$	0,23 m ²
Gesamtfläche		1,40 m ²

Berechnung der Länge des Glasrandes:

Länge 1	$2 \cdot (2,010 - 2 \cdot 0,120 - 0,120)$	3,30 m
Länge 2	$4 \cdot (2,250 - 0,120 - 0,240)$	7,56 m
Gesamtlänge		10,86 m

Fenster: H2, DG, Studio W (1)

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	36 %	Paneelanteil	0 %
Länge Glasrand l_g	19,12 m	Länge Paneelrand l_p	-
Fensterfläche $A_g + A_p + A_f$	5,96 m ²		
Wärmedurchgang U_w	0,97 W/m²K		

Flächen-Berechnung Rahmenfläche:

Rahmenfläche 1	$3,010 \cdot (0,120 + 0,240 + 0,120)$	1,45 m ²
----------------	---------------------------------------	---------------------

Rahmenfläche 2	$1,980 \cdot (2 \cdot 0,120 + 2 \cdot 0,120)$	0,95 m ²
Rahmenfläche 3	-	-0,23 m ²
	$1 \cdot (2 \cdot 0,120 \cdot 0,120 + 2 \cdot 0,120 \cdot 0,240 + 2 \cdot 0,120 \cdot 0,120 + 2 \cdot 0,120 \cdot 0,120 + 2 \cdot 0,120 \cdot 0,120 + 2 \cdot 0,120 \cdot 0,240)$	
Gesamtfläche		2,16 m ²

Berechnung der Länge des Glasrandes:

Länge 1	$4 \cdot (3,010 - 2 \cdot 0,120 - 2 \cdot 0,120)$	10,12 m
Länge 2	$6 \cdot (1,980 - 0,120 - 0,240 - 0,120)$	9,00 m
Gesamtlänge		19,12 m

Fenster: H2, OG, Kind 1 + Kind 2 W (1)

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	40 %	Paneelanteil	0 %
Länge Glasrand l _g	11,68 m	Länge Paneelrand l _p	-
Fensterfläche A _g + A _p + A _f	3,40 m ²		
Wärmedurchgang U_w	1,00 W/m²K		

Flächen-Berechnung Rahmenfläche:

Rahmenfläche 1	$1,510 \cdot (0,120 + 0,240 + 0,120)$	0,73 m ²
Rahmenfläche 2	$2,250 \cdot (2 \cdot 0,120 + 0,120)$	0,81 m ²
Rahmenfläche 3	-	-0,17 m ²
	$1 \cdot (2 \cdot 0,120 \cdot 0,120 + 2 \cdot 0,120 \cdot 0,240 + 2 \cdot 0,120 \cdot 0,120 + 0,120 \cdot 0,120 + 0,120 \cdot 0,240 + 0,120 \cdot 0,120)$	
Gesamtfläche		1,36 m ²

Berechnung der Länge des Glasrandes:

Länge 1	$4 \cdot (1,510 - 2 \cdot 0,120 - 0,120)$	4,60 m
Länge 2	$4 \cdot (2,250 - 0,120 - 0,240 - 0,120)$	7,08 m
Gesamtlänge		11,68 m

Fenster: H2, EG, Wohnen W (1)

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	29 %	Paneelanteil	0 %
Länge Glasrand l _g	16,40 m	Länge Paneelrand l _p	-
Fensterfläche A _g + A _p + A _f	6,77 m ²		
Wärmedurchgang U_w	0,91 W/m²K		

Flächen-Berechnung Rahmenfläche:

Rahmenfläche 1	$3,010 \cdot (0,120 + 0,240)$	1,08 m ²
Rahmenfläche 2	$2 \cdot 0,120 \cdot (2,250 - 0,120 - 0,240)$	0,45 m ²
Rahmenfläche 3	$2 \cdot 0,120 \cdot (2,250 - 0,120 - 0,240)$	0,45 m ²
Gesamtfläche		1,99 m ²

Berechnung der Länge des Glasrandes:

Länge 1	$2 \cdot (3,010 - 2 \cdot 0,120 - 2 \cdot 0,120)$	5,06 m
Länge 2	$6 \cdot (2,250 - 0,120 - 0,240)$	11,34 m
Gesamtlänge		16,40 m

Fenster: H1, EG, Essen W (1)

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	23 %	Paneelanteil	0 %
Länge Glasrand l_g	14,78 m	Länge Paneelrand l_p	-
Fensterfläche $A_g + A_p + A_f$	8,70 m ²		
Wärmedurchgang U_w	0,86 W/m²K		

Flächen-Berechnung Rahmenfläche:

Rahmenfläche 1	$3,510 \cdot (0,120 + 0,240)$	1,26 m ²
Rahmenfläche 2	$2 \cdot 0,120 \cdot (2,480 - 0,120 - 0,240)$	0,51 m ²
Rahmenfläche 3	$0,120 \cdot (2,480 - 0,120 - 0,240)$	0,25 m ²
Gesamtfläche		2,03 m ²

Berechnung der Länge des Glasrandes:

Länge 1	$2 \cdot (3,510 - 2 \cdot 0,120 - 0,120)$	6,30 m
Länge 2	$4 \cdot (2,480 - 0,120 - 0,240)$	8,48 m
Gesamtlänge		14,78 m

Fenster: H1, EG, Kochen + Essen W (1)

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	35 %	Paneelanteil	0 %
Länge Glasrand l_g	5,78 m	Länge Paneelrand l_p	-
Fensterfläche $A_g + A_p + A_f$	2,50 m ²		
Wärmedurchgang U_w	0,93 W/m²K		

Flächen-Berechnung Rahmenfläche:

Rahmenfläche 1	$2 \cdot 2,480 \cdot 0,120 + (1,010 - 2 \cdot 0,120) \cdot (0,120 + 0,240)$	0,87 m ²
----------------	---	---------------------

Berechnung der Länge des Glasrandes:

Länge 1	$2 \cdot (1,010 + 2,480 - (3 \cdot 0,120) - 0,240)$	5,78 m
---------	---	--------

Fenster: H1, OG, Schlafen + Kind W (1)

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	33 %	Paneelanteil	0 %

Länge Glasrand l_g	8,43 m	Länge Paneelrand l_p	-
Fensterfläche $A_g + A_p + A_f$	3,29 m ²		
Wärmedurchgang U_w	0,93 W/m²K		

Flächen-Berechnung Rahmenfläche:

Rahmenfläche 1	$2,635 \cdot (0,120 + 0,160)$	0,74 m ²
Rahmenfläche 2	$2 \cdot 0,120 \cdot (1,250 - 0,120 - 0,160)$	0,23 m ²
Rahmenfläche 3	$0,120 \cdot (1,250 - 0,120 - 0,160)$	0,12 m ²
Gesamtfläche		1,09 m ²

Berechnung der Länge des Glasrandes:

Länge 1	$2 \cdot (2,635 - 2 \cdot 0,120 - 0,120)$	4,55 m
Länge 2	$4 \cdot (1,250 - 0,120 - 0,160)$	3,88 m
Gesamtlänge		8,43 m

Fenster: H1, DG, Studio W (1)

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	30 %	Paneelanteil	0 %
Länge Glasrand l_g	13,38 m	Länge Paneelrand l_p	-
Fensterfläche $A_g + A_p + A_f$	5,26 m ²		
Wärmedurchgang U_w	0,92 W/m²K		

Flächen-Berechnung Rahmenfläche:

Rahmenfläche 1	$3,510 \cdot (0,120 + 0,160)$	0,98 m ²
Rahmenfläche 2	$2 \cdot 0,120 \cdot (1,500 - 0,120 - 0,160)$	0,29 m ²
Rahmenfläche 3	$2 \cdot 0,120 \cdot (1,500 - 0,120 - 0,160)$	0,29 m ²
Gesamtfläche		1,57 m ²

Berechnung der Länge des Glasrandes:

Länge 1	$2 \cdot (3,510 - 2 \cdot 0,120 - 2 \cdot 0,120)$	6,06 m
Länge 2	$6 \cdot (1,500 - 0,120 - 0,160)$	7,32 m
Gesamtlänge		13,38 m

Fenster: H1, OG, Flur N (1)

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	18 %	Paneelanteil	0 %
Länge Glasrand l_g	9,04 m	Länge Paneelrand l_p	-
Fensterfläche $A_g + A_p + A_f$	6,23 m ²		
Wärmedurchgang U_w	0,83 W/m²K		

Flächen-Berechnung Rahmenfläche:

Rahmenfläche 1	$2 \cdot 2,625 \cdot 0,120 + (2,375 - 2 \cdot 0,120) \cdot (0,120 + 0,120)$	1,14 m ²
----------------	---	---------------------

Berechnung der Länge des Glasrandes:

Länge 1 $2 \cdot (2,375 + 2,625 - (3 \cdot 0,120) - 0,120)$ 9,04 m

Fenster: H1, EG, Diele N (1)

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	8,80 m	Länge Paneelrand l_p	-
Fensterfläche $A_g + A_p + A_f$	6,23 m ²		
Wärmedurchgang U_w	0,85 W/m²K		

Flächen-Berechnung Rahmenfläche:

Rahmenfläche 1 $2 \cdot 2,625 \cdot 0,120 + (2,375 - 2 \cdot 0,120) \cdot (0,120 + 0,240)$ 1,40 m²

Berechnung der Länge des Glasrandes:

Länge 1 $2 \cdot (2,375 + 2,625 - (3 \cdot 0,120) - 0,240)$ 8,80 m

Fenster: H2, EG, Diele O (1)

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	27 %	Paneelanteil	0 %
Länge Glasrand l_g	7,18 m	Länge Paneelrand l_p	-
Fensterfläche $A_g + A_p + A_f$	4,11 m ²		
Wärmedurchgang U_w	0,88 W/m²K		

Flächen-Berechnung Rahmenfläche:

Rahmenfläche 1 $2 \cdot 2,625 \cdot 0,120 + (1,565 - 2 \cdot 0,120) \cdot (0,120 + 0,240)$ 1,11 m²

Berechnung der Länge des Glasrandes:

Länge 1 $2 \cdot (1,565 + 2,625 - (3 \cdot 0,120) - 0,240)$ 7,18 m

Fenster: H2, EG + OG, Kochen, Schlafen O (1)

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	41 %	Paneelanteil	0 %
Länge Glasrand l_g	6,18 m	Länge Paneelrand l_p	-
Fensterfläche $A_g + A_p + A_f$	1,89 m ²		
Wärmedurchgang U_w	0,99 W/m²K		

Flächen-Berechnung Rahmenfläche:

Rahmenfläche 1	$1,510 \cdot (0,120 + 0,160)$	0,42 m ²
Rahmenfläche 2	$2 \cdot 0,120 \cdot (1,250 - 0,120 - 0,160)$	0,23 m ²
Rahmenfläche 3	$0,120 \cdot (1,250 - 0,120 - 0,160)$	0,12 m ²
Gesamtfläche		0,77 m ²

Berechnung der Länge des Glasrandes:

Länge 1	$2 \cdot (1,510 - 2 \cdot 0,120 - 0,120)$	2,30 m
Länge 2	$4 \cdot (1,250 - 0,120 - 0,160)$	3,88 m
Gesamtlänge		6,18 m

Fenster: H2, DG, Speicher O (1)

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	55 %	Paneelanteil	0 %
Länge Glasrand l _g	2,23 m	Länge Paneelrand l _p	-
Fensterfläche A _g + A _p + A _f	0,63 m ²		
Wärmedurchgang U_w	1,10 W/m²K		

Flächen-Berechnung Rahmenfläche:

Rahmenfläche 1	$2 \cdot 1,000 \cdot 0,120 + (0,635 - 2 \cdot 0,120) \cdot (0,120 + 0,160)$	0,35 m ²
----------------	---	---------------------

Berechnung der Länge des Glasrandes:

Länge 1	$2 \cdot (0,635 + 1,000 - (3 \cdot 0,120) - 0,160)$	2,23 m
---------	---	--------

Fenster: H2, EG + OG, WC + Bad O (1)

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	47 %	Paneelanteil	0 %
Länge Glasrand l _g	2,98 m	Länge Paneelrand l _p	-
Fensterfläche A _g + A _p + A _f	0,95 m ²		
Wärmedurchgang U_w	1,00 W/m²K		

Flächen-Berechnung Rahmenfläche:

Rahmenfläche 1	$2 \cdot 1,250 \cdot 0,120 + (0,760 - 2 \cdot 0,120) \cdot (0,120 + 0,160)$	0,45 m ²
----------------	---	---------------------

Berechnung der Länge des Glasrandes:

Länge 1	$2 \cdot (0,760 + 1,250 - (3 \cdot 0,120) - 0,160)$	2,98 m
---------	---	--------

Fenster: H1, EG, Diele, HT O (1)

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	Paneelanteil	0 %
Rahmenanteil	36 %	Länge Paneelrand l_p	-
Länge Glasrand l_g	6,69 m		
Fensterfläche $A_g + A_p + A_f$	3,94 m ²		
Wärmedurchgang U_w	0,91 W/m²K		

Flächen-Berechnung Rahmenfläche:

Rahmenfläche 1	$2 \cdot 2,625 \cdot 0,180 + (1,500 - 2 \cdot 0,180) \cdot (0,180 + 0,240)$	1,42 m ²
----------------	---	---------------------

Berechnung der Länge des Glasrandes:

Länge 1	$2 \cdot (1,500 + 2,625 - (3 \cdot 0,180) - 0,240)$	6,69 m
---------	---	--------

Fenster: H1, OG, Flur O (1)

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	Paneelanteil	0 %
Rahmenanteil	24 %	Länge Paneelrand l_p	-
Länge Glasrand l_g	7,29 m		
Fensterfläche $A_g + A_p + A_f$	3,94 m ²		
Wärmedurchgang U_w	0,87 W/m²K		

Flächen-Berechnung Rahmenfläche:

Rahmenfläche 1	$2 \cdot 2,625 \cdot 0,120 + (1,500 - 2 \cdot 0,120) \cdot (0,120 + 0,120)$	0,93 m ²
----------------	---	---------------------

Berechnung der Länge des Glasrandes:

Länge 1	$2 \cdot (1,500 + 2,625 - (3 \cdot 0,120) - 0,120)$	7,29 m
---------	---	--------

Fenster: H1, EG + OG, HAR, Gard., WC, Ankleide, Bad, HWR O (1)

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	Paneelanteil	0 %
Rahmenanteil	51 %	Länge Paneelrand l_p	-
Länge Glasrand l_g	2,48 m		
Fensterfläche $A_g + A_p + A_f$	0,76 m ²		
Wärmedurchgang U_w	1,00 W/m²K		

Flächen-Berechnung Rahmenfläche:

Rahmenfläche 1	$2 \cdot 1,000 \cdot 0,120 + (0,760 - 2 \cdot 0,120) \cdot (0,120 + 0,160)$	0,39 m ²
----------------	---	---------------------

Berechnung der Länge des Glasrandes:

Länge 1	$2 \cdot (0,760 + 1,000 - (3 \cdot 0,120) - 0,160)$	2,48 m
---------	---	--------

Fenster: H1, DG, DU, Dachflächenfenster O (1)

Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten U_w

Wärmedurchgang Verglasung U_g	1,1 W/m ² K	Wärmebrücke Glasrand Ψ_g	0,080 W/mK
Wärmedurchgang Paneele U_p	-	Wärmebrücke Paneelrand Ψ_p	-
Wärmedurchgang Rahmen U_f	1,4 W/m ² K		
Rahmenanteil	33 %	Paneelanteil	0 %
Länge Glasrand l_g	2,88 m	Länge Paneelrand l_p	-
Fensterfläche $A_g + A_p + A_f$	0,76 m ²		
Wärmedurchgang U_w	1,50 W/m²K		

Flächen-Berechnung Rahmenfläche:

Rahmenfläche 1	$2 \cdot 0,980 \cdot 0,080 + (0,780 - 2 \cdot 0,080) \cdot (0,080 + 0,080)$	0,26 m ²
----------------	---	---------------------

Berechnung der Länge des Glasrandes:

Länge 1	$2 \cdot (0,780 + 0,980 - (3 \cdot 0,080) - 0,080)$	2,88 m
---------	---	--------

Übersicht der Grundlagen der Zonen

Zone: Wohnbereich

Allgemeine Grundlagen

beheiztes Volumen V_e	1492,2 m ³
Luftvolumen V	1134,1 m ³ (näherungsweise 0,76 * V_e)
Nutzfläche A_N	477,5 m ² (näherungsweise 0,32 * V_e)

Monatliche Grundlagen

Monat	ϑ_i [°C]	n_L [1/h]	$\Phi_{i,M}$ [W]
Januar	19,0	0,60	2387,6
Februar	19,0	0,60	2387,6
März	19,0	0,60	2387,6
April	19,0	0,60	2387,6
Mai	19,0	0,60	2387,6
Juni	19,0	0,60	2387,6
Juli	19,0	0,60	2387,6
August	19,0	0,60	2387,6
September	19,0	0,60	2387,6
Oktober	19,0	0,60	2387,6
November	19,0	0,60	2387,6
Dezember	19,0	0,60	2387,6

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}	14692,6 W/K
spezifischer Wärmeverlust aller leichten Bauteile H_w	91,1 W/K
Auslegungsheizleistung Φ_{pp}	22784 W

Berechnungen der einzelnen Zonen

Zone: Wohnbereich

Netto-Grundfläche A_N	477,5 m ²
Brutto-Volumen V_e	1492,2 m ³
Netto-Volumen V	1134,1 m ³
wirksame Wärmekapazität C_{wirk}	74611 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 N	Außenluft	63,02	0,230	1,00	0,00	14,49
Außenwand N WDVS	Außenluft	8,25	0,230	1,00	0,00	1,90
Außenwand O	Außenluft	93,59	0,230	1,00	0,00	21,52
Außenwand S	Außenluft	57,60	0,230	1,00	0,00	13,25
Außenwand S WDVS	Außenluft	12,65	0,230	1,00	0,00	2,91
Außenwand W	Außenluft	81,46	0,230	1,00	0,00	18,74
Bodenplatte	Erdreich	156,28	0,200	0,25	0,00	7,81
Flachdach	Außenluft	35,99	0,190	1,00	0,00	6,84
Gaube/wange/-front O	Außenluft	4,00	0,210	1,00	0,00	0,84
Gaube/wange/-front S	Außenluft	7,91	0,210	1,00	0,00	1,66
Gaube/wange/-front W	Außenluft	9,63	0,210	1,00	0,00	2,02
Steildach N	Außenluft	45,79	0,210	1,00	0,00	9,62
Steildach O	Außenluft	53,27	0,210	1,00	0,00	11,19
Steildach S	Außenluft	36,69	0,210	1,00	0,00	7,70
Steildach W	Außenluft	33,91	0,210	1,00	0,00	7,12
H2, EG, Diele S (1)	Außenluft	3,28	0,940	1,00	0,00	3,08
H2, DG, DU S (1)	Außenluft	1,01	1,000	1,00	0,00	1,01
H2, DG, Studio S (1)	Außenluft	1,76	1,000	1,00	0,00	1,76
H2, OG, Schlafen S (1)	Außenluft	1,26	0,970	1,00	0,00	1,22
H2, OG, Kind 2 S (1)	Außenluft	2,20	0,970	1,00	0,00	2,13
H2, EG, Kochen S (1)	Außenluft	1,26	0,970	1,00	0,00	1,22
H2, EG, Essen S (1)	Außenluft	4,52	0,920	1,00	0,00	4,16
H2, DG, Studio W (1)	Außenluft	5,96	0,970	1,00	0,00	5,78
H2, OG, Kind 1 + Kind 2 W (1)	Außenluft	6,80	1,000	1,00	0,00	6,80
H2, EG, Wohnen W (1)	Außenluft	6,77	0,910	1,00	0,00	6,16
H1, EG, Essen W (1)	Außenluft	8,70	0,860	1,00	0,00	7,49
H1, EG, Kochen + Essen W (1)	Außenluft	5,01	0,930	1,00	0,00	4,66
H1, OG, Schlafen + Kind W (1)	Außenluft	6,59	0,930	1,00	0,00	6,13
H1, DG, Studio W (1)	Außenluft	5,26	0,920	1,00	0,00	4,84
H1, OG, Flur N (1)	Außenluft	6,23	0,830	1,00	0,00	5,17
H1, EG, Diele N (1)	Außenluft	6,23	0,850	1,00	0,00	5,30
H2, EG, Diele O (1)	Außenluft	4,11	0,880	1,00	0,00	3,62
H2, EG + OG, Kochen, Schlafen O (1)	Außenluft	3,78	0,990	1,00	0,00	3,74
H2, DG, Speicher O (1)	Außenluft	0,63	1,100	1,00	0,00	0,70
H2, EG + OG, WC + Bad O (1)	Außenluft	1,90	1,000	1,00	0,00	1,90
H1, EG, Diele, HT O (1)	Außenluft	3,94	0,910	1,00	0,00	3,58
H1, OG, Flur O (1)	Außenluft	3,94	0,870	1,00	0,00	3,43
H1, EG + OG, HAR, Gard., WC, Ankleide, Bad, HWR O (1)	Außenluft	6,08	1,000	1,00	0,00	6,08
H1, DG, DU, DFF O (1)	Außenluft	0,76	1,500	1,00	0,00	1,15
Gesamt		798,04			0,00	218,73

Wärmebrücke	zu Zone	Länge [m]	WBV-Faktor [W/mK]	H_T [W/K]
Zuschlag gem. EnEV Abs. 2.5 b)	Außenluft			39,90

**Solare Wärmegewinne
(Fenster)**

Bauteil	zu Zone	Fläche [m²]	Orient.	g_f [-]	Faktor [-]	$\Sigma Q_{s,M}$ [kWh]
H2, EG, Diele S (1)	Außenluft	3,28	S	0,58	0,484	772,0
H2, DG, DU S (1)	Außenluft	1,01	S	0,58	0,445	218,1
H2, DG, Studio S (1)	Außenluft	1,76	S	0,58	0,464	396,5
H2, OG, Schlafen S (1)	Außenluft	1,26	S	0,58	0,479	293,8
H2, OG, Kind 2 S (1)	Außenluft	2,20	S	0,58	0,500	534,2
H2, EG, Kochen S (1)	Außenluft	1,26	S	0,58	0,479	293,8
H2, EG, Essen S (1)	Außenluft	4,52	S	0,58	0,559	1226,8
H2, DG, Studio W (1)	Außenluft	5,96	W	0,58	0,516	1117,5
H2, OG, Kind 1 + Kind 2 W (1)	Außenluft	6,80	W	0,58	0,485	1198,8
H2, EG, Wohnen W (1)	Außenluft	6,77	W	0,58	0,572	1408,0
H1, EG, Essen W (1)	Außenluft	8,70	W	0,58	0,621	1966,4
H1, EG, Kochen + Essen W (1)	Außenluft	5,01	W	0,58	0,528	961,4
H1, OG, Schlafen + Kind W (1)	Außenluft	6,59	W	0,58	0,543	1299,6
H1, DG, Studio W (1)	Außenluft	5,26	W	0,58	0,569	1088,5
H1, OG, Flur N (1)	Außenluft	6,23	N	0,58	0,662	873,8
H1, EG, Diele N (1)	Außenluft	6,23	N	0,58	0,628	829,9
H2, EG, Diele O (1)	Außenluft	4,11	O	0,58	0,592	997,3
H2, EG + OG, Kochen, Schlafen O (1)	Außenluft	3,78	O	0,58	0,479	741,4
H2, DG, Speicher O (1)	Außenluft	0,63	O	0,58	0,363	94,5
H2, EG + OG, WC + Bad O (1)	Außenluft	1,90	O	0,58	0,430	335,2
H1, EG, Diele, HT O (1)	Außenluft	3,94	O	0,58	0,517	835,3
H1, OG, Flur O (1)	Außenluft	3,94	O	0,58	0,618	998,6
H1, EG + OG, HAR, Gard., WC, Ankleide, Bad, HWR O (1)	Außenluft	6,08	O	0,58	0,399	995,3
H1, DG, DU, DFF O (1)	Außenluft	0,76	O	0,56	0,539	237,9
Gesamt		98,00				19714,7

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

Bauteil	zu Zone	Fläche [m²]	Orient.	g_{eq} [-]	ϕ_E [W]	$\Sigma Q_{s,M}$ [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	3464	3098	-193	0	0	6369
Februar	672	1,9	17,1	2972	2659	-163	0	0	5468
März	744	4,7	14,3	2752	2461	-143	0	0	5070
April	720	9,2	9,8	1825	1632	-92	0	0	3365
Mai	744	14,1	4,9	943	843	-48	0	0	1739
Juni	720	16,7	2,3	428	383	-22	0	0	790
Juli	744	19,0	0,0	0	0	0	0	0	0
August	744	18,6	0,4	77	69	-4	0	0	142
September	720	14,3	4,7	875	783	-44	0	0	1614
Oktober	744	9,5	9,5	1828	1635	-92	0	0	3371
November	720	4,1	14,9	2775	2482	-146	0	0	5111
Dezember	744	0,9	18,1	3483	3116	-195	0	0	6404

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]
-------	-----------------------	------------------------	---------------------	--------------------	--------------------	----------------------	--------------------

Projekt H 153/11/18
Neubau eines Doppelhauses mit je 1 ETW und Carports

Januar	549,7	0,0	0,0	550	1776	0	2326
Februar	574,2	0,0	0,0	574	1604	0	2179
März	1450,3	0,0	0,0	1450	1776	0	3227
April	2563,5	0,0	0,0	2564	1719	0	4283
Mai	2817,1	0,0	0,0	2817	1776	0	4593
Juni	2890,3	0,0	0,0	2890	1719	0	4609
Juli	2671,8	0,0	0,0	2672	1776	0	4448
August	2379,9	0,0	0,0	2380	1776	0	4156
September	1795,4	0,0	0,0	1795	1719	0	3514
Oktober	1245,1	0,0	0,0	1245	1776	0	3021
November	472,9	0,0	0,0	473	1719	0	2192
Dezember	304,5	0,0	0,0	305	1776	0	2081

Monatlicher Wirkungsgrad der Wärmegewinne

Monat	θ_e [°C]	θ_{ed} [°C]	t_{HP} [d]	t_M [d]	t_{HP}/t_M [-]	τ_M [h]	η_M [-]
Januar	1,0	13,2	31	31	1,00	152,3	1,00
Februar	1,9	13,0	28	28	1,00	152,3	1,00
März	4,7	10,9	31	31	1,00	152,3	1,00
April	9,2	7,9	8	30	0,27	152,3	0,77
Mai	14,1	7,5	0	31	0,00	152,3	0,38
Juni	16,7	7,1	0	30	0,00	152,3	0,17
Juli	19,0	7,9	0	31	0,00	152,3	0,00
August	18,6	8,6	0	31	0,00	152,3	0,03
September	14,3	9,9	0	30	0,00	152,3	0,46
Oktober	9,5	11,4	19	31	0,61	152,3	0,95
November	4,1	13,3	30	30	1,00	152,3	1,00
Dezember	0,9	13,8	31	31	1,00	152,3	1,00
Gesamt			178				

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	3464	3098	1776	550	6369	2326	4043
Februar	2972	2659	1604	574	5468	2179	3289
März	2752	2461	1771	1446	5070	3216	1853
April	1825	1632	1326	1978	3365	3304	61
Mai	943	843	672	1066	1739	1739	0
Juni	428	383	295	495	790	790	0
Juli	0	0	0	0	0	0	0
August	77	69	61	81	142	142	0
September	875	783	789	824	1614	1614	0
Oktober	1828	1635	1695	1188	3371	2883	488
November	2775	2482	1719	473	5111	2192	2919
Dezember	3483	3116	1776	305	6404	2081	4323
Gesamt	21421	19162	13485	8980	39441	22465	16976

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/m ²

Trinkwasser-Bereitung

Strang: TW-Strang

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

Verteilung: Zentrales Trinkwasserrohrnetz

zugehöriger Strang:	TW-Strang
- Gebäudezentrale Trinkwasserverteilung ohne Zirkulation	
- horizontale Verteilung in der thermischen Hülle	
Länge der Verteiler-Leitungen L_V :	17,8 m*
längenspezifischer Wärmedurchgangskoeffizient U von L_V :	0,20 W/mK*
Länge der Strang-Leitungen L_S :	17,9 m*
längenspezifischer Wärmedurchgangskoeffizient U von L_S :	0,20 W/mK*
Länge der Stich-Leitungen L_{SL} :	35,8 m*
längenspezifischer Wärmedurchgangskoeffizient U von L_{SL} :	0,20 W/mK*
Pumpenleistung der Zirkulationspumpe P_{Pumpe} :	31 W*

Speicherung: Indirekt beheizter TW-Speicher

zugehöriger Strang:	TW-Strang
Indirekt beheizter Trinkwasserspeicher	
Ort: innerhalb der thermischen Hülle	
Bereitschaftswärmeverlust des Speichers $q_{B,s}$:	2,70 kWh/d*
Speicher-Nenninhalt $V_{Speicher}$:	450 l*
Pumpenleistung P_{Pumpe} :	72 W*
Laufzeit der Pumpe t_p :	279,3 h/a*

Erzeugung: Wärmepumpe

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

Lüftung

Strang: L-Strang

zugehöriger Bereich:	Gesamtbereich Haus 1
Anteil an der Bereichsfläche:	100,0 %

Verteilung: Lüftungsrohre

zugehöriger Strang:	L-Strang
Zu- und Abluftleitungen bei Wärmerückgewinnung durch Wärmeübertrager	
Ort: innerhalb der thermischen Hülle	
Länge der Zuluft-Leitung Bereich V $L_{Zu,V}$:	19,6 m*
Länge der Abluft-Leitung Bereich V $L_{Ab,V}$:	0,0 m*
längenspezifischer Wärmedurchgangskoeffizient U von L_V :	0,85 W/mK*

Länge der Zuluft-Leitung Bereich A $L_{Zu,A}$: 52,5 m
längenspezifischer Wärmedurchgangskoeffizient U von L_A : 0,85 W/mK

Erzeugung: Abluftanlage mit WRG

zugehöriger Strang: L-Strang
Abluft/Zuluft Wärmerückgewinnung
Ansaugung über: Außenluft
Vorwärmung zur Frostsicherung: Nein
Stromversorgung der Ventilatoren: DC
Typ der Lüftungsanlage: zentral
Wärmebereitstellungsgrad der Lüftungsanlage η_{WRG} : 0,60
bezogene Leistungsaufnahme der Ventilatoren $p_{el,Vent}$: 0,38 W/(m³/h)
Korrekturfaktor bei intermittierendem Frostschutzbetrieb f_z : 1,00
Leistungsaufnahme der Regelung bei abgeschaltetem Ventilator $P_{el,Reg}$: 0,00 W
Grenz-Außentemperatur für die Luftvorwärmung ϑ_{Grenz} : -10,00 °C

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
- unregelmäßige Pumpe
- Strangleitungen überwiegend außen
Länge der Verteiler-Leitungen L_V : 52,4 m
längenspezifischer Wärmedurchgangskoeffizient U von L_V : 0,255 W/mK
Länge der Strang-Leitungen L_S : 35,8 m
längenspezifischer Wärmedurchgangskoeffizient U von L_S : 0,255 W/mK
Länge der Anbinde-Leitungen L_A : 262,6 m
längenspezifischer Wärmedurchgangskoeffizient U von L_A : 0,255 W/mK
Pumpenleistung der Umwälzpumpe P_{Pumpe} : 151,6 W

Speicherung: Heizkreis-Pufferspeicher

zugehöriger Strang: H-Strang
Heizkreis-Pufferspeicher
Ort: innerhalb der thermischen Hülle
Bereitschaftswärmeverlust des Heizkreis-Pufferspeichers $q_{B,s}$: 2,95 kWh/d
Speicher-Nenninhalt $V_{Speicher}$: 300 l
Pumpenleistung P_{Pumpe} : 54,3 W
Betriebsdauer der Umwälzpumpe t_P : 0 h/a

Erzeugung: Wärmepumpe

zugehöriger Strang: H-Strang
elektrische Wärmepumpe (Luft-Wasser)
Arbeitszahl nach EN 255 bei A-7/W35 $\epsilon_{(A-7/W35)}$: 2,6
Arbeitszahl nach EN 255 bei A2/W35 $\epsilon_{(A2/W35)}$: 3,1
Arbeitszahl nach EN 255 bei A10/W35 $\epsilon_{(A10/W35)}$: 4,0
Korrekturfaktor für abweichende Temperaturdifferenzen bei Messung und Betrieb $F_{\Delta\theta}$: 1,000

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. Der Unterzeichner des Nachweises stellt auch die gem. Anhang EEWärmeG notwendigen Nachweise und Bescheinigungen zusammen und überwacht die ordnungsgemäße Ausführung und Umsetzung. Der Nachweis ist nur zusammen mit diesen Anlagen gültig.

Wärme- und Kälteenergiebedarf (Summe der Erzeugernutzenergieabgaben)

Heizung	$Q_{h,outg}$	16759 kWh/a
Trinkwarmwasser	$Q_{w,outg}$	8167 kWh/a
Summe	Q_{outg}	24926 kWh/a

Deckung durch regenerativer Energie nach EEWärmeG

III. Geothermie und Umweltwärme Elektrische Wärmepumpe

- ☒ Die Wärmepumpe (Quelle Luft, mit Warmwasserbereitung) weist eine Jahresarbeitszahl von mindestens 3,3 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 24926 kWh/a. Durch die Wärmepumpe werden 18485 kWh/a gedeckt. Der Anteil Wärmeenergie des Gebäudes, welcher durch die Wärmepumpe gedeckt wird, beträgt damit 74,2 %.

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

Mit den angegebenen Maßnahmen ist das EEWärmeG erfüllt.

Aussteller:

Datum, Unterschrift

Berechnung des Nutzwärmebedarfes Heizung

Heizwärmebedarf der beheizten Zonen

Zone	$\Sigma Q_{H,M}$ [kWh/a]
Wohnbereich	16976

Monatlicher Heizwärmebedarf

Monat	Stunden [h]	ϑ_a [°C]	$Q_{H,M}$ [kWh/a]
Januar	744	1,0	4043
Februar	672	1,9	3289
März	744	4,7	1853
April	720	9,2	61
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	488
November	720	4,1	2919
Dezember	744	0,9	4323

Gesamter Heizwärmebedarf

Jährlicher Heizwärmebedarf des Gebäudes Q_h	16976	kWh/a
Heizwärmebedarf für Warmwasser-Bereitung Q_{tw}	5969	kWh/a
Jährlicher Gesamtwärmebedarf Q_{ges}	22945	kWh/a

Berechnung der Gebäudeheizlast

Berechnung nach dem vereinfachten Verfahren der DIN EN 12831 Bbl 2

Maßgebenden Außentemperatur	-14,0 °C
Innenraumtemperatur	+20,0 °C
spezifischer Transmissionswärmeverlust $H_{tr'}$	0,324 W/m²K
wärmeübertragende Fläche A	798,0 m²
Gebäudeluftwechsel bei Normaußentemperatur n_{Geb} (Gebäudedichtheit wurde gemäß EnEV nachgewiesen)	0,25 h⁻¹
Luftvolumen V	1134,1 m³
Gebäudeheizlast gemäß DIN EN 12831 Bbl 2:2012-05 Nr. 4.2	12,1 kW

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

Trinkwassererwärmung

Strang: TW-Strang

Gebäudezentrale Trinkwasserverteilung ohne Zirkulation: Zentrales Trinkwasserrohrnetz

mittl. Temperatur der Warmwasserleitungen $\vartheta_{TW,m}$:	32 °C
mittl. Umgebungstemperatur der Verteiler-Leitungen $\vartheta_{u,m}$:	20 °C
Wärmeverlustfaktor der Verteiler-Leitungen f_a :	0,15
Wärmeverlustfaktor der Strang- und Anbinde-Leitungen f_a :	0,15
Wärmeverlust Verteiler-Leitungen:	0,75 kWh/m²a
Wärmeverlust Strang-Leitungen:	0,76 kWh/m²a
Wärmeverlust Anbinde-Leitungen:	1,51 kWh/m²a
Wärmeverlust aller Leitungen $q_{TW,d,we}$:	3,02 kWh/m²a
Heizwärmegutschrift $q_{h,TW,d}$:	1,36 kWh/m²a

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 $q_{TW,s,we}$:	1,59 kWh/m²a
Hilfsenergie Pumpe $q_{TW,s,he}$:	0,04 kWh/m²a
Heizwärmegutschrift $q_{h,TW,s}$:	0,71 kWh/m²a

Heizungs-Wärmepumpe Luft-Wasser: Wärmepumpe

Korrekturfaktor F_{J-7} :	0,103
Korrekturfaktor F_{J2} :	0,903
Korrekturfaktor F_{J10} :	0,061
Jahresarbeitszahl β_{WP} :	3,31
Erzeuger-Aufwandszahl $e_{TW,g}$:	0,30
Hilfsenergie $q_{TW,g,he}$:	0,00 kWh/m²a

Lüftung

Strang: L-Strang

Allgemeines Lüftungs-Rohrnetz: Lüftungsrohre

Laufzeit der Lüftungsanlage t :	24,0 h/d
mittl. Temperatur der Zuluftleitungen ϑ :	20,0 °C
mittl. Umgebungstemperatur der Verteiler-Leitungen $\vartheta_{u,m}$:	20 °C
Wärmeverlustfaktor der Zuluft-Verteiler-Leitungen f_a :	0,15
Wärmeverluste Zuluft-Verteiler-Leitungen:	0,00 kWh/m²a
Wärmeverluste Abluft-Verteiler-Leitungen:	0,00 kWh/m²a
Wärmeverluste des Lüftungs-Rohrnetz $q_{L,d,we}$:	0,00 kWh/m²a

Abluft/Zuluft-Anlage mit WRG: Abluftanlage mit WRG

Max. Heizleistung des Gebäudes Q_{GB} :	6,9 kW
Zuschlag Erdwärmetauscher:	0,0
Hilfsenergiebedarf für Ventilatoren:	1,69 kWh/m²a
Hilfsenergiebedarf für Regelung:	0,00 kWh/m²a
Hilfsenergiebedarf für Vorwärmung:	0,00 kWh/m²a
Wärmegewinn durch WRG $q_{L,g}$:	13,49 kWh/m²a
Erzeuger-Aufwandszahl $e_{L,g}$:	0,00
Hilfsenergiebedarf $q_{L,g,he}$:	1,69 kWh/m²a

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:	0,11 kWh/m²a
Wärmeverlust Strang-Leitungen:	0,08 kWh/m²a
Wärmeverlust Anbinde-Leitungen:	0,30 kWh/m²a
Wärmeverlust Heizungsverteilung $q_{H,d,we}$:	0,49 kWh/m²a
Korrekturfaktor für regelbare Pumpen f_p :	1,00
Hilfsenergiebedarf der Umwälzpumpe $q_{H,d,he}$:	1,41 kWh/m²a

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 $q_{H,s,we}$:	0,03 kWh/m²a
Hilfsenergie Pumpe $q_{H,s,he}$:	0,00 kWh/m²a

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} :	3,31
Erzeuger-Aufwandszahl e_g :	0,30
Hilfsenergie $q_{H,g,he}$:	0,00 kWh/m²a

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. $H_{tr}' = 0,401 \text{ W/m}^2\text{K}$
(zul. H_{tr}' aus H_{tr}' Referenzgebäude)

vorh. $H_{tr}' = 258,63/798,04 =$
 $0,324 \text{ W/m}^2\text{K} (-19,1 \%)$

Der Nachweis wurde erfüllt!

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

$A_N = 477,5 \text{ m}^2$

Wohngebäude:

zul. $q_P = 0,75 \cdot 59,8 = 44,9 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
(75% von q_P Referenzgebäude nach EnEV Anlage 1 Tabelle 1)

vorh. $q_P = 12747/477,5 =$
 $26,7 \text{ kWh/m}^2\text{a} (-40,5 \%)$

Der Nachweis wurde erfüllt!