

## Wärmebedarfsberechnung für ENERGIEAUSWEIS

**Projekt** 3936 Eulenhardtweg  
**Gebäudeteil** Wohnhaus  
**Ort** 53604 Bad Honnef  
**Straße** Eulenhardtweg 10  
**Gemarkung** Bad Honnef  
**Flurstück** 3 und 9  
**Baujahr** 1965 (san. 2015)

---

**Bauherr** Monika Reske  
**Straße** Im Erlengrund 6  
**Plz Ort** 53757 Sankt Augustin

**Entwurfsverfasser** Dipl.-Ing. Till Robin Kurz  
**Straße** Paulstraße 20  
**Plz Ort** 50676 Köln

---

**Aufsteller** Ertl Tragwerk GmbH & Co. KG  
Dipl.-Ing. Oliver Faulhaber  
Thomas-Mann-Straße 44a  
53111 Bonn

aufgestellt den 06.06.2016

  
Dipl.-Ing. Oliver Faulhaber



### Inhalt

- |                        |  |
|------------------------|--|
| 1. Titel               | zu " Projektinfos.dw"                        |
| 2. EnEV 4108-6         | zu " 3936 Wärmebedarf für EA 2016-06-06.dwe" |
| 3. Haustechnik 4701-10 | zu " 3936 Wärmebedarf für EA 2016-06-06.dwe" |
| 4. Bauteile            | zu " (01)Außenwand.DWB"                      |
| 5. Bauteile            | zu " (02)Dach.DWB"                           |
| 6. Bauteile            | zu " (03)Aussentür.DWB"                      |
| 7. Bauteile            | zu " (04)Bodenplatte.DWB"                    |
| 8. Bauteile            | zu " (05)AWgegenErdreich.DWB"                |
| 9. Bauteile            | zu " (06)Decke unter Loggia.DWB"             |
| 10. Bauteile           | zu " (07)Decke über Eingang.DWB"             |
| 11. Bauteile           | zu " (08)AußenwandEingang.DWB"               |
| 12. Bauteile           | zu " (11)Fenster.DWB"                        |

## Heizwärme- und Primärenergiebedarf

Projekt: 3936 Eulenhardtweg

Maßgebende Normen und Verordnungen:

EnEV 2014 (Oktober 2013)

DIN V 4108-6:2003, Berechnung des Jahresheizwärme- und des Jahresheizenergiebedarfs

DIN V 4108-2:2013, Mindestanforderungen an den Wärmeschutz

DIN V 4701-10:2003, Energetische Bewertung heiz- und raumluftechnischer Anlagen

DIN V 4701-12:2004, Energetische Bewertung heiz- und raumluftechnischer Anlagen im Bestand

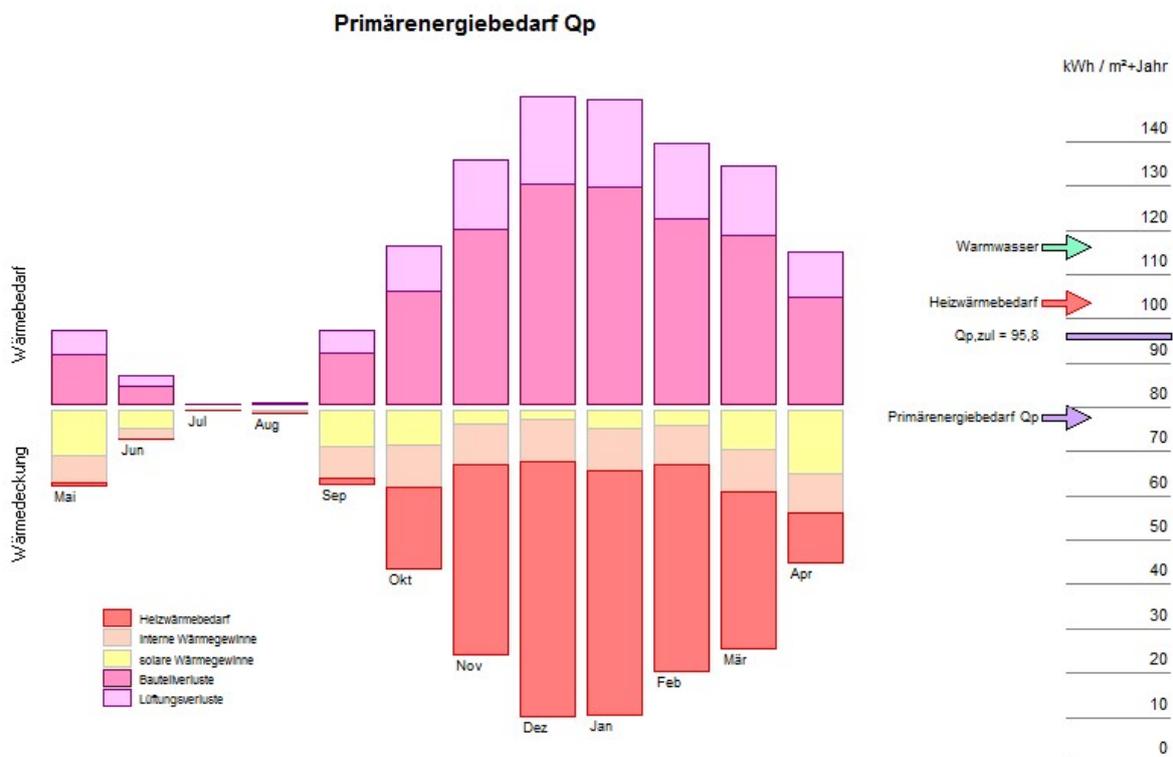
DIN EN ISO 6946:2007, Bauteile - Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient

DIN EN ISO 13789:2007, Spezifischer Transmissionswärmeverlustkoeffizient

DIN EN ISO 13370:2007, Wärmeübertragung über das Erdreich

DIN EN ISO 10077-1:2007, Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen und Abschlüssen

### Gebäudeberechnung "3936 Wärmebedarf für EA 2016-06-06"



Nachweisverfahren **Referenzwertverfahren** für den öffentlich-rechtlichen Nachweis nach EnEV '14 §9 und A1, 2.1.2 zur Begrenzung des Jahres-Primärenergiebedarfs und des spezifischen Transmissionswärmeverlustes der thermischen Hülle  
 Verfahren nach DIN V 4108-6 / DIN V 4701-10, Änderung von Wohngebäuden (140%-Regel)  
 Primärenergiefaktor für Hilfeenergie  $f_{p,HE} = 1.8$  (EnEV 2014, A1, Abs.2.1.1, ab 2016)

Allgemeine Hinweise und Erläuterungen

Die nachfolgende Berechnung wird für ein gleichmäßig beheiztes Gebäude durchgeführt (DIN V 4108-6, 5.3).

Die Wärmebrückeneinflüsse werden mit einem pauschalen, spezifischen Wärmebrückenzuschlag für alle Hüllflächen berücksichtigt.

Die Dichtheit des gesamten Gebäudes genügt den Anforderungen der EnEV, Anlage 4.

Wärmeverteilungs- und Warmwasserleitungen erhalten eine Dämmschicht entsprechend Anlage 5 der EnEV.

Kälteverteilungs- und Kaltwasserleitungen sowie Armaturen von Raumlufttechnik- und Klimakältesystemen erhalten nach EnEV A5, Tab.1 eine 6 mm dicke Dämmschicht der Wlg 035. Flächen und Längenangaben beziehen sich auf die Außenmaße.

Standort "Deutschland (Potsdam)", 50°,00' nördl. Breite, Region 4,  $T_{a(im\ Jahresmittel)} = 9,5^{\circ}C$

Sollinnentemperatur = 19,0 °C

Wärmebrückeneinflüsse werden pauschal berücksichtigt  $L_D = A \cdot (U \cdot F_x + 0,15)$

#### Ausstellung des Energieausweises

Der Energieausweis ist nach dem berechneten Energiebedarf auszustellen, weil Änderungen am Gebäude vorgenommen wurden oder die Nutzfläche um mehr als die Hälfte erweitert wurde und dabei für das gesamte Gebäude Berechnungen nach EnEV 2014, § 9 durchgeführt wurden.

#### Wärmeverluste der thermischen Gebäudehülle

Hüllfläche		A m <sup>2</sup>	U W / (m <sup>2</sup> K)	F <sub>x</sub>	Anmerkung	L <sub>D</sub> W/K
(01)Außenwand	01 NW	67,6	0,59	1,00 F <sub>AW</sub>	02 57	50,1
(01)Außenwand	01 SO	64,0	0,59	1,00 F <sub>AW</sub>	02 57	47,4
(01)Außenwand	01 NO	25,0	0,59	1,00 F <sub>AW</sub>	02 57	18,6
(01)Außenwand	01 SW	70,4	0,59	1,00 F <sub>AW</sub>	02 57	52,2
(02)Dach	02 -	142,3	0,22	1,00 F <sub>D</sub>	02 57	53,1
(02)Dach	02 SW	93,0	0,22	1,00 F <sub>D</sub>	02 57	34,7
(02)Dach	02 SW	19,7	0,22	1,00 F <sub>D</sub>	02 57	7,4
(03)Aussentür	03 NW	4,2	1,80	1,00 F <sub>AW</sub>	02 57	8,1
(04)Bodenplatte	04 -	242,0	0,39	0,60 F <sub>G</sub>	57 25 14	93,3
(05)AWgegenErdreich	05 SO	0,5	3,16	0,40 F <sub>bw</sub>	57 25 13	0,7
(05)AWgegenErdreich	05 NO	95,0	3,16	0,40 F <sub>bw</sub>	57 25 13	134,2
(06)De_unt_Loggia	06 -	13,7	0,78	1,00 F <sub>D</sub>	02 57	12,7
(07)De_ü_Eingang	07 -	4,6	0,21	1,00 F <sub>D</sub>	02 57	1,7
(08)Außenwand Eingang	08 SW	5,0	0,34	1,00 F <sub>AW</sub>	02 57	2,5
(11)Fenster	N-W 11 NW	7,7	1,30	1,00 F <sub>F</sub>	57 02	11,2
(11)Fenster	S-O 11 SO	14,7	1,30	1,00 F <sub>F</sub>	57 02	21,3
(11)Fenster	N-O 11 NO	22,7	1,30	1,00 F <sub>F</sub>	57 02	32,9
(11)Fenster	S-W 11 SW	37,4	1,30	1,00 F <sub>F</sub>	57 02	54,3

$$\Sigma A [m^2] = 929,4 \quad \Sigma L_D + H_u + L_S [W/K] = 636,4$$

darin enthaltene Wärmebrückenzuschläge  $L_{D,WB} = 139,4 W/K$  (21,9%)

Bodenplattenmaß  $B' = A_G / (0,5 P) = 0 / 0 = 0,00 m$  (DIN V 4108-6, E.3)

#### Anmerkungen

- 01 Fx-Werte nach DIN V 4108-6, Tab.3 (Regelfall)
- 02 Die solaren Gewinne werden gesondert ermittelt (siehe unten).
- 13 Wand des beheizten Kellers.
- 14 Bodenplatte auf Erdreich ohne Randdämmung.
- 25 Fx-Tabellenwert für das Bodenplattenmaß  $B' = 0,0 / 0,0 = 0,00$ .
- 57 Der Einfluss der Wärmebrücken wird mit einem U-Wert-Zuschlag von 0,15 W/(m<sup>2</sup>K) pauschal berücksichtigt. Die Fassade wird zu mehr als 50% mit einer Innendämmung versehen (EnEV 2007).

spezifischer Transmissionswärmeverlust (DIN 4108-6, Gl.28)

$$H_T = \sum U_i \cdot A_i + H_u + L_s + H_{WB} + \Delta H_{T, FH} = \mathbf{636,4 W/K} \quad (0,68 W/(m^2K))$$

Wärmeverluste der thermischen Gebäudehülle

Bauteil	U-Wert W/(m <sup>2</sup> K)	Fläche A m <sup>2</sup>	L <sub>D</sub> W/K
Außenwand (01)	01 0,59	227 24 %	168 26 %
Dach (02)	02 0,22	255 27 %	95 15 %
Aussentür (03)	03 1,80	4 0 %	8 1 %
Bodenplatte (04)	04 0,39	242 26 %	93 15 %
Kellerwand gegen Erdreich (05)	05 3,16	95 10 %	135 21 %
Decke unter loggia (06)	06 0,78	14 1 %	13 2 %
Decke über Eingang (07)	07 0,21	5 0 %	2 0 %
Außenwand Eingang (08)	08 0,34	5 1 %	2 0 %
Fenster (11)	11 1,30	83 9 %	120 19 %
		929 100 %	636 100 %

Interne Berechnung mit reellen Zahlen, Zwischenergebnisse sind auf ganze Zahlen gerundet.

### Beheiztes Gebäude- und Luftvolumen

Bezeichnung	Volumenermittlung	V [m <sup>3</sup> ]
1 gesamt	(55,80+19,81+3,60)*17,98	1424,2
2 abzgl. Eingang	-1,92*2,62*2,335	-11,7
3 abzgl. Loggia EG+KG	(-19,81-3,60)*3,425	-80,2
4		

Beheiztes Gebäudevolumen

$$V_e = 1.332 \text{ m}^3$$

Gebäudenutzfläche

$$A_N = 0,32 * V_e = 426 \text{ m}^2$$

beheiztes Luftvolumen

$$V_L = 0,76 * V_e = 1.013 \text{ m}^3$$

### Lüftungswärmeverluste

Luftvolumen

$$\text{Netto-Luftvolumen } V_N = V_L = 1013 \text{ m}^3$$

Lüftung

$$\text{freie Lüftung, } n = 0,70 \text{ h}^{-1}$$

Spezifischer Lüftungswärmeverlust  $H_V = 0.34 * n * V_N = \mathbf{241,0 W/K}$  (DIN V 4108-6, 6.2)

### Interne Wärmegewinne

Nutzfläche

$$A_N = 0,32 * V = 426 \text{ m}^2$$

Wärmeleistung

$$\text{Wohngebäude (Anhang D.3), } q_{i,M} = 5,0 \text{ W/m}^2$$

Brutto-Wärmegewinne  $\Phi_{i,M} = q_{i,M} * A_N = \mathbf{2.132 W}$  (DIN V 4108-6, 6.3)

**Solare Wärmegewinne**

Effektive Kollektorflächen  $A_S$  für Deutschland (Potsdam), nördliche Breite 50°,00'

Kollektorfläche	A [m <sup>2</sup> ]		g <sub>l</sub>	F <sub>F</sub>	F <sub>C</sub>	F <sub>h</sub>	F <sub>O</sub>	F <sub>f</sub>	A <sub>S</sub>
Fenster									
(11)Fenster	7,7	N-W	90°	0,60	0,70		0,90		2,6
(11)Fenster	14,7	S-O	90°	0,60	0,70		0,90		5,0
(11)Fenster	22,7	N-O	90°	0,60	0,70		0,90		7,7
(11)Fenster	37,4	S-W	90°	0,60	0,70		0,90		12,7
andere									
(01)Außenwand	67,6	N-W	90°		1,00				opak
(01)Außenwand	64,0	S-O	90°		1,00				opak
(01)Außenwand	25,0	N-O	90°		1,00				opak
(01)Außenwand	70,4	S-W	90°		1,00				opak
(02)Dach	142,3	-	0°		1,00				opak
(02)Dach	93,0	S-W	30°		1,00				opak
(02)Dach	19,7	S-W	90°		1,00				opak
(03)Aussentür	4,2	N-W	90°		1,00				opak
(06)De_unt_Loggi	13,7	-	0°		1,00				opak
(07)De_ü_Eingang	4,6	-	0°		1,00				opak
(08)Außenwand Ei	5,0	S-W	90°		1,00				opak

$A_S$  [m<sup>2</sup>] = A \* 0,90 \* g<sub>l</sub> \* F<sub>F</sub> \* F<sub>C</sub> \* F<sub>S</sub> mit F<sub>S</sub> = F<sub>h</sub> \* F<sub>O</sub> \* F<sub>f</sub> (DIN V 4108-6, Gl.54)  
 F<sub>F</sub> berücksichtigt den Rahmenanteil der Fenster. Abminderungsfaktor F<sub>C</sub> für permanente Sonnenschutzvorrichtungen,  
 Teilbestrahlungsfaktoren F<sub>h</sub> für Horizontwinkel der Verbauung, F<sub>O</sub> für horizontale Überhänge und F<sub>f</sub> für seitliche  
 Abschattungsflächen nach DIN V 4108-6, Tab.7 ff.

Die Summe der Teilbestrahlungsfaktoren F<sub>s</sub> wird für den öffentlich-rechtlichen Nachweis mit 0.9 angenommen

solare Wärmegewinne über opake Bauteile werden bilanziert:  
 ... 7 weitere, opake Bauteile mit solaren Gewinnen

Strahlungsintensitäten I<sub>s</sub> für Deutschland (Potsdam) DIN V 4108-6, Tab A.1

[W/m <sup>2</sup> ]	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mrz	Apr
- 0°	180	127	77	31	17	29	44	97	189
Süd 90°	127	123	106	39	29	59	47	98	147
West 90°	105	79	47	19	11	17	24	60	114
Nord 90°	57	41	25	13	7	10	18	31	58
Ost 90°	115	83	55	20	12	25	29	68	134
Kollektorfläche			Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mrz	Apr
Fenster									
(11)Fenster	N-W		74	34	18	29	47	100	205
(11)Fenster	S-O		456	160	115	250	210	451	781
(11)Fenster	N-O		224	100	54	85	147	316	671
(11)Fenster	S-W		1018	395	280	509	458	1057	1731
andere									
(01)Außenwand (opak)			-10	-22	-26	-23	-18	-2	30
(01)Außenwand (opak)			38	-6	-13	8	2	38	88
(01)Außenwand (opak)			-3	-8	-10	-9	-6	0	14
(01)Außenwand (opak)			33	-7	-15	0	-3	36	80
(02)Dach (opak)			-2	-31	-39	-32	-23	11	68
(02)Dach (opak)			7	-18	-23	-16	-13	12	49
(02)Dach (opak)			3	-1	-2	0	0	4	8
(03)Aussentür (opak)			-2	-4	-5	-4	-3	0	6
(06)De_unt_Loggia (opak)			-1	-10	-13	-11	-8	4	23
(07)De_ü_Eingang (opak)			0	-1	-1	-1	-1	0	2

Kollektorfläche		Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mrz	Apr
(08)Außenwand Eingang (opak)		1	0	-1	0	0	1	3
solare Wärmeströme $\Sigma\Phi_S$ [W]		1771	689	468	873	862	1923	3389
$\Sigma\Phi_S * t$ [kWh]		1318	496	348	650	580	1431	2440
opake Bauteile $\Sigma\Phi_S$ [W]		66	-108	-148	-89	-73	104	372

Die solaren Wärmegewinne werden monatlich berechnet (sh. unten).  
 Die solaren Wärmegewinne über opake Bauteile werden als negative Wärmeverluste mit  $\eta = 1$  berechnet und in  $\Sigma L_D * \Delta T * d$  berücksichtigt.

### Wirksame Wärmespeicherfähigkeit

Vereinfachter Ansatz für schwere Gebäude mit massiven Innen- und Außenbauteilen ohne untergehängte Decken

$c_{\text{wirk}} = 50,0 \text{ Wh/(m}^3\text{K)}$ ,  $c_{\text{wirk}} * V_e = 66.614 \text{ Wh/K}$   
 Parameter  $a = a_0 + c_{\text{wirk}} / (H * \tau_0) = 1 + c_{\text{wirk}} / (H * 16) = 1 + 4163 / H$  (Gl.75, monatlich)

### Heizunterbrechung

Abschaltbetrieb während der Nachtstunden (DIN V 4108-6, D.3 und Anhang C)

Nachtabenkung für  $t_u = 7,0$  Stunden  
 Mindest-Innentemperatur  $\theta_{\text{isb}} = 15,0 \text{ }^\circ\text{C}$   
 Heizungsanlage mit Nennleistung  $\Phi_{\text{pp}} = 1.5 * (H_T + H_V) * 31 = 37.595 \text{ W}$  (automatisch aktualisiert, darin  $H_V$  mit Luftwechselrate  $n = 0.5$ )  
 Abschaltbetrieb  
 Interne Gewinne während der Nachtabenkung  $\Phi_g = 2132 \text{ W}$ , Luftwechselrate  $n = 0,50$   
 Wirksame Wärmespeicherfähigkeit  $C_{\text{wirk, Heizunterbrechung}} = 18,0 * V_e = 23.981 \text{ Wh/K}$

	$\theta_e$ °C	$\theta_{\text{inh}}$ °C	$\theta_{\text{il}}$ °C	$t_{\text{nh}}$ h	$t_{\text{sb}}$ h	$t_{\text{bh}}$ h	$\theta_{\text{co}}$ °C	$\theta_{\text{c1}}$ °C	$\theta_{\text{c2}}$ °C	$\theta_{\text{c3}}$ °C	$\Delta Q_{\text{ilj}}$ kWh	$\Delta Q_{\text{il}}$ kWh
Jan	1,0	1,0	14,3	5,5	1,5	1,4	18,3	15,3	14,8	16,4	17,2	533
Feb	1,9	1,9	14,5	6,0	1,0	1,2	18,3	15,3	14,9	16,4	16,4	460
Mär	4,7	4,7	15,3	7,0	0,0	0,6	18,4	15,5	15,5	16,3	13,5	419
Apr	9,2	9,2	16,4	7,0	0,0	0,0	18,6	16,6	16,6	16,6	9,1	274
Mai	14,1	14,1	17,7	7,0	0,0	0,0	18,8	17,8	17,8	17,8	4,6	141
Jun	16,7	16,7	18,4	7,0	0,0	0,0	18,9	18,4	18,4	18,4	2,1	64
...												
Aug	18,6	18,6	18,9	7,0	0,0	0,0	19,0	18,9	18,9	18,9	0,4	12
Sep	14,3	14,3	17,8	7,0	0,0	0,0	18,8	17,9	17,9	17,9	4,4	131
Okt	9,5	9,5	16,5	7,0	0,0	0,0	18,6	16,7	16,7	16,7	8,8	274
Nov	4,1	4,1	15,1	7,0	0,0	0,8	18,4	15,4	15,4	16,3	14,2	425
Dez	0,9	0,9	14,3	5,5	1,5	1,4	18,3	15,3	14,8	16,4	17,3	536

Reduzierung der Wärmeverluste durch eine Heizunterbrechung  
 $\Delta Q_{\text{ilj}} = H_{\text{sb}} * [(\theta_{\text{io}} - \theta_{\text{inh}}) * t_{\text{nh}} + (\theta_{\text{io}} - \theta_{\text{sb}}) * t_{\text{isb}} + (\theta_{\text{io}} - \theta_{\text{ipp}}) * t_{\text{bh}}] - C * \zeta * (\theta_{\text{co}} - \theta_{\text{c1}} + \theta_{\text{c2}} - \theta_{\text{c3}})$   
 Reduzierung der Wärmeverluste in einem Monat  $\Delta Q_{\text{il}} = \Delta Q_{\text{ilj}} * \dots \text{ Tage}$   
 Reduzierung der Wärmeverluste in einem Jahr  $Q_{\text{NA}} = \Sigma \Delta Q_{\text{il}} = 3269,4 \text{ kWh/a}$

$H_V$  Spezifischer Lüftungswärmeverlust während der Heizunterbrechung =  $0.34 * 0.50 * V_L = 172 \text{ W/K}$   
 $H_{\text{sb}}$  Spezifischer Wärmeverlust während der Heizunterbrechung =  $H_T + H_V = 808 \text{ W/K}$   
 $H_{\text{ic}}$  Spezifischer Wärmeverlust zwischen den Bauteilen und dem Innenraum =  $4 * A_N / 0.13 = 13.118 \text{ W/K}$

$H_W$  Spezifischer Wärmeverlust aller leichten Bauteile (60 kg/m<sup>2</sup>)

$H_W = 8,1 + 11,2 + 21,3 + 32,9 + 54,3 = 128 \text{ W/K}$

$H_{ce}$  Spezifischer Wärmeverlust zwischen den Innenbauteilen und außen

$H_{ce} = H_{ic} \cdot (H_{sb} - H_W - H_v) / (H_{ic} - H_{sb} + H_W + H_v) = 529 \text{ W/K}$

$\zeta$  Wirksamer Anteil der Wärmespeicherfähigkeit =  $H_{ic} / (H_{ic} + H_{ce}) = 0,96$

$\xi$  Verhältniswert =  $H_{ic} / (H_{ic} + H_W + H_v) = 0,96$

$\tau_p$  Reaktionszeit der Bauteiltemperatur auf einen Wechsel der Heizleistung =  $\zeta \cdot C / (\xi \cdot H_{sb}) = 29,16$

$\tau_T$  Ansprechzeit der Bauteiltemperatur auf einen Wechsel der Lufttemperatur =  $\zeta \cdot C / (H_{ce} + H_{ic}) = 1,69$

$\theta_e$  Außentemperatur

$\theta_{inh}$  niedrigste, erreichbare Innentemperatur (im Abschaltbetrieb  $\theta_e$ , abgesenkt  $\theta_e \cdot \Phi_{rp} / H_{sb}$ )

$\theta_{ipp}$  höchstmögliche Innentemperatur ( $\theta_e + (\Phi_{pp} + \Phi_g) / H_{sb}$ )

$\theta_{i1}$  Innentemperatur am Ende der Nichtheizphase ohne Regelphase =  $\theta_{inh} + \xi \cdot (\theta_{co} - \theta_{cnh}) \cdot \exp(r \cdot \text{Div}(-t_{nh} / \tau_p))$

$t_{nh}$  Zeit in der nicht geheizt wird (Gl. C.18, 20, 23)

$t_{sb}$  Zeit mit (abgesenktem) Regelbetrieb (Gl. C.26)

$t_{bh}$  Zeit der Aufheizphase (Gl. C.29 / EN 832 J.28)

$\theta_{co}$  Bauteiltemperatur zu Beginn der Absenkung ( $\theta_e + \zeta \cdot (\theta_{i0} - \theta_e)$ )

$\theta_{c1}$  Bauteiltemperatur am Ende der Nichtheizphase (Gl. C.21, 25)

$\theta_{c2}$  Bauteiltemperatur am Ende der Regelphase (Gl. C.28)

$\theta_{c3}$  Bauteiltemperatur am Ende der Aufheizphase (Gl. C.31)

$\Delta Q_{ij}$  Reduzierung des Wärmeverlustes infolge intermittierender Beheizung [kWh] (Gl. C.32)

### Heizwärmebedarf

Transmissionsverluste  $Q_t = (\Sigma L_D) \cdot \Delta T \cdot d - Q_{S,op} \cdot d - \Delta Q_{il}$

Transmissionswärmeverluste  $\Sigma L_D = 636 \text{ W/K}$

Heizunterbrechung  $\Delta Q_{il}$  monatlich

Lüftungswärmeverluste  $H_v = 241 \text{ W/K}$

Interne Gewinne  $\Phi_{i,M} = 2132 \text{ W}$

Solare Gewinne  $\Phi_s$  [W] (monatlich)

Ausnutzungsgrad  $\eta = (1 - \gamma^a) / (1 - \gamma^{a+1})$  (a sh.  $c_{wirk}$ )

$\gamma = Q_g / Q_i$  (monatlich, DIN V 4108-6, 6.5)

	$t_A$ °C	$Q_t$ kWh	$H_v \cdot \Delta T \cdot d$ kWh	$\Phi_{i,M} \cdot d \cdot \eta$ kWh	$\Phi_s \cdot d \cdot \eta$ kWh	$\eta$	$Q_h$ kWh
Jan	1,0	8.055	3.227	1.586	650	1,00	9.046
Feb	1,9	6.901	2.769	1.432	580	1,00	7.659
Mär	4,7	6.274	2.564	1.584	1.429	1,00	5.825
Apr	9,2	3.949	1.700	1.468	2.334	0,96	1.847
Mai	14,1	1.865	879	1.003	1.654	0,63	87
Jun	16,7	659	399	392	667	0,26	0
Jul	19,0	-	-	-	-	0,00	-
Aug	18,6	-	72	30	42	0,02	0
Sep	14,3	1.879	815	1.154	1.335	0,75	205
Okt	9,5	4.174	1.703	1.572	1.306	0,99	3.000
Nov	4,1	6.480	2.585	1.535	496	1,00	7.034
Dez	0,9	8.144	3.245	1.586	348	1,00	9.455
	9,5	48.380	19.959	13.341	10.840		44.158

Jahres-Heizwärmebedarf  $Q_h = 44.158 \text{ kWh/a}$  ( $q_h = 103,6 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$ )

Heizzeit vom 3.10. bis 27.4. (206 Tage, Gl.27, Orientierungsgröße informativ)

erforderliche Heizleistung, Orientierungswert 38 kW (kein Bemessungswert)

Berechnungsgang für den Monat Januar

$Q_t = (636,4) \cdot 18,0 \cdot 31 \cdot 24 / 1000 + 88,6 \cdot 31 \cdot 24 / 1000 - 533,2 = 8055,4 \text{ kWh}$

$$H_V \cdot \Delta T \cdot d = 241,0 \cdot 18,0 \cdot 31 \cdot 24 / 1000 = 3227,5 \text{ kWh}$$

$$\Phi_{i,M} \cdot d = 2131,6 \cdot 31 \cdot 24 / 1000 = 1585,9 \text{ kWh}$$

$$\Phi_S \cdot d = 873,4 \cdot 31 \cdot 24 / 1000 = 649,8 \text{ kWh}$$

$$\gamma = (1585,9 + 649,8) / (8054,8 + 3227,2) = 0,20 \quad a = 1 + 66614 / (636,4 + 241,0) / 16 = 5,75$$

$$\eta = (1 - \gamma^a) / (1 - \gamma^{a+1}) = 1,000 / 1,000 / 0,999 / 0,957 / 0,632 \text{ (Jan / Feb / Mrz / Apr / Mai)}$$

---

### Wärmebedarf für Warmwasserbereitung

pauschaler Ansatz 12,5 kWh/(m²a) (öffentlich-rechtlicher Nachweis)

$$Q_{tw} = A_N \cdot q_{tw} = 426 \cdot 12,5 = 5.329 \text{ kWh/a}$$

---

### Anlagentechnik (DIN V 4701-10)

Anlagen-Aufwandszahl aus der Anlagenberechnung (siehe Haustechnik)

Heizung: Elt-Wärmepumpe ... freie Lüftung ... Warmwasser: Heizungs-WP mit Zirkulation -  
Energieträger: [Strom]

---

Anlagen-Aufwandszahl  $e_p = 0,67$

Gesamt-Endenergie ohne Hilfsenergie, lokal  $Q_{WE,E} = 21.840 \text{ kWh/a}$  (51,2 kWh/(m²a))

Hilfsenergie, lokal  $Q_{HE,E} = 3.413 \text{ kWh/a}$  ( 8,0 kWh/(m²a))

---

### EnEV-Nachweis (2014)

Referenzberechnung = "3936 Wärmebedarf für EA 2016-06-06-Referenz2016"

zulässiger, spezifischer Transmissionswärmeverlust für ein Wohngebäude nach EnEV '14  
zul  $H'_T = 0,70 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ , 140%-Regel, freistehende Wohngebäude über 350 m² (A1, Tab.2)

vorh  $H'_T = H_T / \Sigma A = 636,4 / 929,4 = 0,68 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

vorh  $H'_T = 0,68 \leq 0,70 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ , **Grenzwert wird eingehalten** (140%-Regel)

Höchstwert des grundflächenbezogenen Jahres-Primärenergiebedarfs nach EnEV '14

zul  $q_{P,Ref} = 68,46 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$  aus der Referenzberechnung

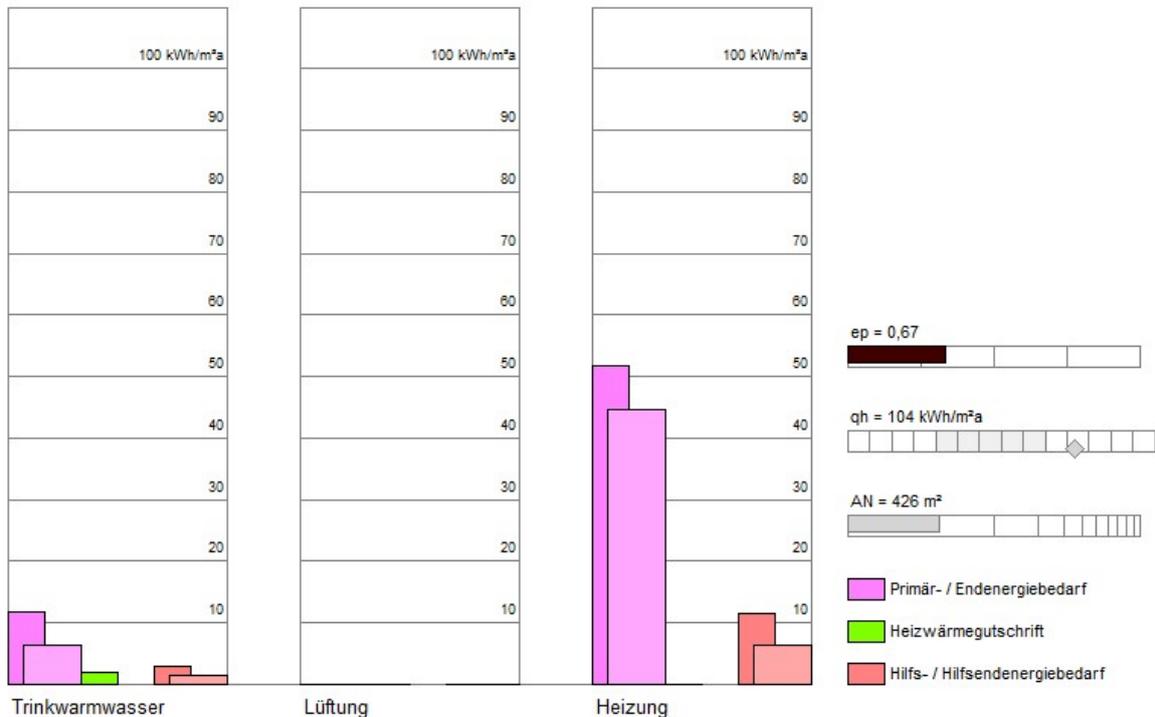
vorh.  $q_p = (Q_h + Q_w) \cdot e_p / A_N = 33156 / 426,3 = 77,8 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$

vorh  $q_p = 77,8 \leq 68,5 \cdot 1,4 = 95,8 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$ , **Grenzwert wird eingehalten** (140%-Regel)

## Haus- und Anlagentechnik (Wohngebäude)

zur Gebäudeberechnung "3936 Wärmebedarf für EA 2016-06-06"

### Primär- und Endenergiebedarf



### Anlagenkurzbeschreibung

mit Endenergie versorgter Bereich  $A_N = 426 \text{ m}^2$

Heizwärmebedarf  $q_h = 103,6 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ , Trinkwasserwärmebedarf  $q_{tw} = 12,5 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$

Tabellenverfahren nach DIN V 4701-10 Anhang C.3

Heizung: Elt-Wärmepumpe ... freie Lüftung ... Warmwasser: Heizungs-WP mit Zirkulation ...

Energieträger: [Strom]

### Ermittlung der Anlagenaufwandszahl ep

Aufwandszahlen  $e_i$  und Energieverluste der Erzeugung, Speicherung und Verteilung, Wärmegutschriften, Hilfsenergiebedarf, Deckungsanteile  $\alpha$  und Primärenergiefaktoren  $f_p$ .

Verwendete Indizes: P-Primärenergie, E-Endenergie, HE-Hilfsenergie, TW-Trinkwarmwasser, L-Lüftung, H-Heizung.

Zur Berechnung der Anlagenaufwandszahl nach DIN V 4701-10 mit Tabellenwerten wird eine Heizzeit von 185 Tagen zu Grunde gelegt.

Detailliert berechnete Anlagen-Kenngrößen liegen nicht vor.

**Anlage zur Warmwasserbereitung**

mit Trinkwarmwasser versorgter Bereich  $A_N = 426 \text{ m}^2$

Trinkwasserwärmebedarf  $q_{tw} = 12,5 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$

Anlagenteil	Aufwandszahl [-]	Verlust kWh/ (m <sup>2</sup> a)	Gutschrift kWh/ (m <sup>2</sup> a)	Hilfsenergie kWh/ (m <sup>2</sup> a)	$\alpha$ [%]	$f_p$	Anm.
Erzeuger I	0,30				95	1,80	60
Speicher		2,2		0,04			36
Verteilung		8,0	1,9	0,40			22
Erzeuger II							
		10,2	1,9	0,44	95		

60) Heizungswärmepumpe Luft/Wasser, Aufwandszahl  $e_{TW,g}$  nach DIN V 4701-10, Tab. C.1-4d [Strom]

36) Indirekt beheizter Speicher außen, Wärmeverlust  $q_{TW,s}$  und Hilfsenergiebedarf  $q_{TW,s,HE}$  nach DIN V 4701-10, Tab. C.1-3a

22) Gebäudezentrale TW-Verteilung mit Zirkulation, Verteilungen außen, Wärmeverlust  $q_{TW,d}$ , Wärmegutschrift  $q_{h,TW,d}$  und Hilfsenergiebedarf  $q_{TW,d,HE}$  nach DIN V 4701-10, Tab. C.1-2a / C.1-2b

Die Trinkwassererwärmung wird mit einer elektrischen Zusatzheizung unterstützt. Der Hilfsenergiebedarf  $q_{TW,HE}$  wird erhöht um  $0,05 * (12,5 + 10,2) = 1,1 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ .

*Primär- und Endenergiebedarf für Trinkwasserbereitung*

Gl. 4.2-3, Aufwandszahl \* Primärenergiefaktor  $\Sigma(e_{TW,g,i} * \alpha_{TW,g,i} * f_{p,i})$  0,51  
 Gl. 4.2-3, Primärenergiebedarf  $q_{TW,P} = (12,5 + 10,2) * 0,51$  11,7 kWh/(m<sup>2</sup>a)  
 Gl. 4.2-4, Heizwärmegutschrift  $q_{h,TW} = 1,9$  1,9 kWh/(m<sup>2</sup>a)  
 Gl. 4.2-5, Hilfsenergiebedarf  $q_{TW,HE} = +0,04+0,40+1,14$  1,6 kWh/(m<sup>2</sup>a)  
 Gl. 4.2-5, Hilfsenergiebedarf  $q_{TW,HE,P} = 1,6 * 1,8$  2,8 kWh/(m<sup>2</sup>a)

Endenergiebedarf  $Q_{TW,E} = (12,5 + 10,2) * (0,28 + 0,00) * 426$  2.763 kWh/a  
 Hilfsendenergiebedarf  $Q_{TW,HE,E} = 1,6 * 426$  672 kWh/a

**Heizungsanlage**

beheizter Bereich  $A_N = 426 \text{ m}^2$

Heizwärmebedarf  $q_h = 103,6 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$

verbleibender Bedarf  $q_{h,0} = 103,6 - 1,9 = 101,7 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$

Anlagenteil	Aufwandszahl [-]	Verlust kWh/ (m <sup>2</sup> a)	Hilfsenergie kWh/ (m <sup>2</sup> a)	$\alpha$ %	$f_p$	Anm.
Erzeuger I	0,30			85	1,80	195
Erzeuger II	1,72		0,05	10	0,20	913
Speicher		0,5	0,19			209
Verteilung		1,5	1,15			217
Übergabe		1,1				257
		3,1	1,39	95		

195) Elektro-Wärmepumpe Luft/Wasser, 35/28°C, Aufwandszahl  $e_g$  und Hilfsenergiebedarf  $q_{g,HE}$  nach DIN V 4701-10 Tab. C.3-4c [Strom]

913) Stückholz-Feuerung, Aufwandszahl  $e_{H,g,Bio}$  und Hilfsenergiebedarf  $q_{H,g,HE,Bio}$  nach DIN V 4701-10, Tab. C.3-4f + g [Holz]

209) Pufferspeicher des Wärmeerzeugers außen, Systemtemperatur 35/28 °C, Wärmeverlust  $q_{H,s}$  und Hilfsenergiebedarf  $q_{H,s,HE}$  nach DIN V 4701-10, Tab. C.3-3

217) horizontale Verteilung außen, Steiger innenliegend, Systemtemperaturen 35/28 °C, geregelte Pumpe, Wärmeverluste der Verteilleitungen  $q_d$  und Hilfsenergiebedarf  $q_{d,HE}$  nach DIN V 4701-10, Tab. C.3-2

257) Fußboden- und andere Flächenheizungen, Einzelraumregelung mit Zweipunktregler, Schaltdifferenz 0.5 K, Wärmeverlust  $q_{ce}$  nach DIN V 4701-10 Tab. C.3-1

Die Heizung wird mit einer elektrischen Zusatzheizung unterstützt. Der Hilfsenergiebedarf  $q_{H,HE}$  wird erhöht um  $0,05 \cdot 101,7 = 5,1 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ .

*Primär- und Endenergiebedarf für Heizung*

Gl. 4.2-18, benötigte Heizwärme  $q_{h,0} = q_h - q_{h,TW} - q_{h,L} = 103,6 - 1,9 \quad 101,7 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$

Gl. 4.2-18, Aufwandszahl \* Primärenergiefaktor  $\Sigma(e_{H,g,i} \cdot \alpha_{H,g,i} \cdot f_{P,i}) \quad 0,49$

Gl. 4.2-18, Primärenergiebedarf  $q_{H,P} = (101,7 + 3,1) \cdot 0,49 \quad 51,7 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$

Gl. 4.2-19, Hilfsenergiebedarf  $q_{H,HE,P} = (+0,0+0,2+1,1+5,1) \cdot 1,8 \quad 11,6 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$

Endenergiebedarf  $Q_{H,E} = (101,7 + 3,1) \cdot (0,26 + 0,17) \cdot 426 \quad 19.078 \text{ kWh/a}$

Hilfsendenergiebedarf  $Q_{H,HE,E} = 6,4 \cdot 426 \quad 2.741 \text{ kWh/a}$

**Anlagen-Aufwandszahl**

Strom aus erneuerbaren Energiequellen steht nicht zur Verfügung.

$Q_P = (11,7+2,8) \cdot 426 + (51,7+11,6) \cdot 426 \quad 33.156 \text{ kWh/a}$

Heizwärmebedarf  $Q_h = q_h \cdot A_N = 103,6 \cdot 426 \quad 44.158 \text{ kWh/a}$

Trinkwasserwärmebedarf  $Q_{tw} = q_{tw} \cdot A_N = 12,5 \cdot 426 \quad 5.329 \text{ kWh/a}$

Anlagen-Aufwandszahl  $e_p = Q_P / (Q_h + Q_{tw}) = 33.156 / (44.158 + 5.329) \quad \mathbf{0,67}$

Primärenergie  $Q_P = 33.156 \text{ kWh/a}$  (77,8 kWh/(m²a))

Endenergie ohne Hilfsenergie, lokal  $Q_{WE,E} = 2.763 + 19.078 = 21.840 \text{ kWh/a}$  (51,2 kWh/(m²a))

Hilfsendenergie, lokal  $Q_{HE,E} = 672 + 2.741 = 3.413 \text{ kWh/a}$  ( 8,0 kWh/(m²a))

Effizienzklasse auf Basis des Endenergiebedarfs  $(21840 + 3413) / 426,3 = 59,2 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$

**Effizienzklasse B** (EnEV '2014, A10)

**Energiebedarf nach Energieträgern**

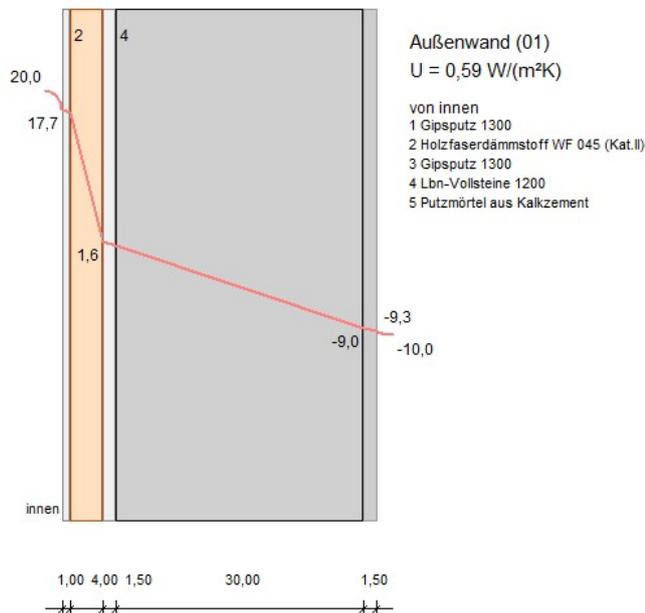
Bedarfswerte auch für den Energieausweis

Energieträger	Endenergie kWh/a		$f_p$	Primärenergie kWh/a	
[Strom]	14.153	56 %	1,8	25.475	77 %
[Holz]	7.688	30 %	0,2	1.538	5 %
Hilfsenergie (Strom)	3.413	14 %	1,8	6.144	19 %
erneuerbare Energie		25.254	100 %	33.157	100 %
		7.688	30 %		

Endenergie nach Energieträgern	Heizung kWh/ (m²a)	Warmwasser kWh/ (m²a)	Lüftung kWh/ (m²a)	Summe kWh/ (m²a)
[Strom]	26,7	6,5	0,0	33,2
[Holz]	18,0	0,0	0,0	18,0
Hilfsenergie Strom	6,4	1,6	0,0	8,0

## Bauteilquerschnitt

### Bauteil: Außenwand (01)



### Bauteiltyp "Außenwand"

mit den Wärmeübergangswiderständen  $R_{si} = 0,13$  und  $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$

### Querschnitt

von innen	s cm	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>	kg/m <sup>2</sup>	$\lambda$ W/(mK)	R m <sup>2</sup> K/W	
$R_{si}$					0,13	
01 Gipsputz 1300	1,00	1300	13,0	0,570	0,02	
02 Holzfaserdämmstoff WF 045 (Kat.I	4,00	160	6,4	0,045	0,89	
03 Gipsputz 1300	1,50	1300	19,5	0,570	0,03	
04 Lbn-Vollsteine 1200	30,00	1200	360,0	0,523	0,57	
05 Putzmörtel aus Kalkzement	1,50	1800	27,0	1,000	0,01	
$R_{se}$					0,04	
$d = 38,00$					$G = 425,9$	$R_T = 1,69$

Wärmedurchgangskoeffizient  $U = 0,59 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  (ohne Korrekturen)

### Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

Außenwand in Gebäuden mit normalen Innentemperaturen. Mindestanforderungen nach Tabelle 3.

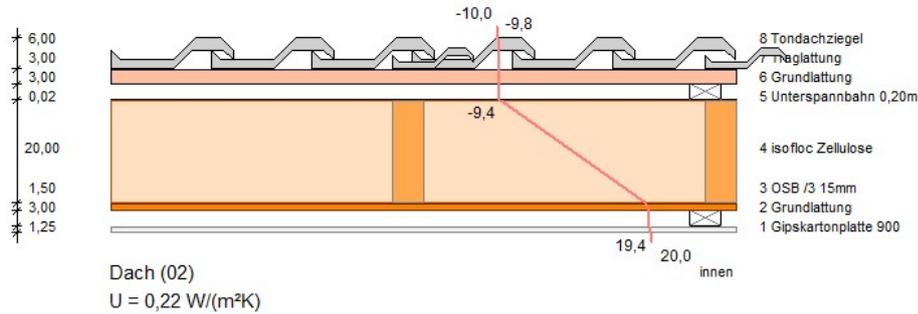
$R = 1,52 \geq 1,20 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$  erfüllt die Anforderungen

### $U_{max}$ bei erstmaligem Einbau, Ersatz und Erneuerung von Bauteilen (EnEV 2014 Anl. 3)

Anforderung: keine bei Maßnahmen an Außenwänden von Gebäuden/Zonen mit  $T_i \geq 19 \text{ °C}$ , sofern die technisch mögliche Dämmschicht begrenzt ist: Einbau der höchstmöglichen Dämmschichtdicke mit  $W_{if} 0,035 \text{ W}/(\text{mK})$ . Bei Einblasdämmung oder Dämmstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen genügt  $W_{if} 0,045$ .

## Bauteilquerschnitt

### Bauteil: Dach (02)



### Bauteiltyp "Dachdecke"

mit den Wärmeübergangswiderständen  $R_{si} = 0,10$  und  $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$

### Querschnitt

von innen	s cm	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>	kg/m <sup>2</sup>	$\lambda$ W/(mK)	R m <sup>2</sup> K/W
$R_{si}$					0,10
01 Gipskartonplatte 900	1,25	900	11,3	0,250	0,05
02 Grundlattung	3,00	-	-	-	-
03 OSB /3 15mm	1,50	630	9,4	0,130	0,12
04 isofloc Zellulose	20,00	60	12,0	0,040	5,00
05 Unterspannbahn 0,20m	0,02	-	-	-	-
06 Grundlattung	3,00	-	-	-	-
07 Traglattung	3,00	-	2,0	-	-
08 Tondachziegel	6,00	2000	80,0	1,000	0,06
$R_{se}$					0,04
d = 37,77      G = 114,7 $R_T = 5,37$					

$U_{Gefach} = 0,19 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

### Rahmenbereich

Rahmenbreite	Achsabstand	zusammengesetztes Bauteil			
6,0 cm	60,0 cm	10,0 %	123,5 kg/m <sup>2</sup>		
Rahmenanteil von innen	s cm	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>	kg/m <sup>2</sup>	$\lambda$ W/(mK)	R m <sup>2</sup> K/W
$R_{si}$					0,10
01 Gipskartonplatte 900	1,25	900	11,3	0,250	0,05
02 Grundlattung	3,00	-	-	-	-
03 OSB /3 15mm	1,50	630	9,4	0,130	0,12
04 Nutzholz 500	20,00	500	100,0	0,130	1,54
05 Unterspannbahn 0,20m	0,02	-	-	-	-
06 Grundlattung	3,00	-	-	-	-
07 Traglattung	3,00	-	2,0	-	-
08 Tondachziegel	4,00	2000	80,0	1,000	-
$R_{se}$					0,04
35,77      202,7 $R_T = 1,84$					

$$U_{(R)} = 0,54 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

$$R'_{T} = 1 / (90,00\% * 1/5,365 + 10,00\% * 1/1,844) = 4,50 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R''_{T} = 0,10 + 1/(0,900/0,050+0,100/0,050) + 1/(0,900/0,115+0,100/0,115) + \\ 1/(0,900/5,000+0,100/1,538) + 1/(0,900/0,040+0,10/0,17) + 1/(0,900/0,020+0,10/0,17) + 0,04 = \\ 4,45 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R_{T} = (R'_{T} + R''_{T})/2 = 4,48 \text{ m}^2\text{K/W (maximaler Fehler} = R'_{T} - R''_{T} / 2 * R_{T} = 1 \%)$$

$$\text{Wärmedurchgangskoeffizient } U_{c} = \mathbf{0,22 \text{ W/(m}^2\text{K)}}$$

0,000 Korrektur für Luftspalte, Dämmschicht dicht gestoßen.

$$U\text{-Wert Gesamtkorrektur} < 3\% \Rightarrow U = 0,223 \text{ W/(m}^2\text{K) (EN ISO 6946, Nr.7)}$$

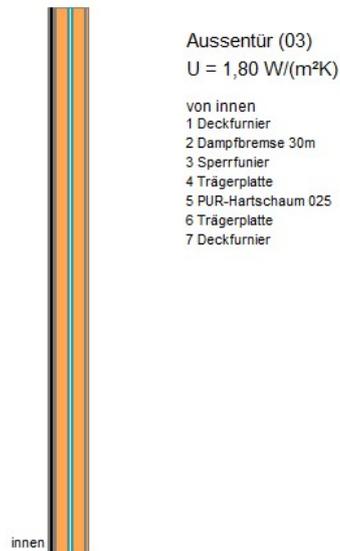
.....  
**U<sub>max</sub> bei erstmaligem Einbau, Ersatz und Erneuerung von Bauteilen (EnEV 2014 Anl. 3)**

Anforderung: Ersatz oder erstmaliger Einbau von Dachflächen sowie Decken und Wände zum unbeheizten Dachraum in Gebäuden/Zonen mit  $T_i \geq 19 \text{ }^\circ\text{C}$

$$U \quad 0,22 \leq 0,24 \text{ W/(m}^2\text{K)} \quad \text{OK}$$

## Bauteilquerschnitt

### Bauteil: Aussentür (03)



### Bauteiltyp "Außentür"

mit den Wärmeübergangswiderständen  $R_{si} = 0,13$  und  $R_{se} = 0,04$  m²K/W

### Querschnitt

von innen	s cm	ρ kg/m³	kg/m²	λ W/(mK)	R m²K/W
$R_{si}$					0,13
01 Deckfurnier	0,20	800	1,6	0,200	0,01
02 Dampfbremse 30m	0,03	-	-	-	-
03 Sperrfurnier	0,20	800	1,6	0,200	0,01
04 Trägerplatte	1,50	800	12,0	0,200	0,07
05 PUR-Hartschaum 025	0,52	30	0,2	0,025	0,21
06 Trägerplatte	1,50	800	12,0	0,200	0,07
07 Deckfurnier	0,20	800	1,6	0,200	0,01
$R_{se}$					0,04
d = 4,15      G = 29,0 $R_T = 0,56$					

Wärmedurchgangskoeffizient U = **1,80 W/(m²K)** (ohne Korrekturen)

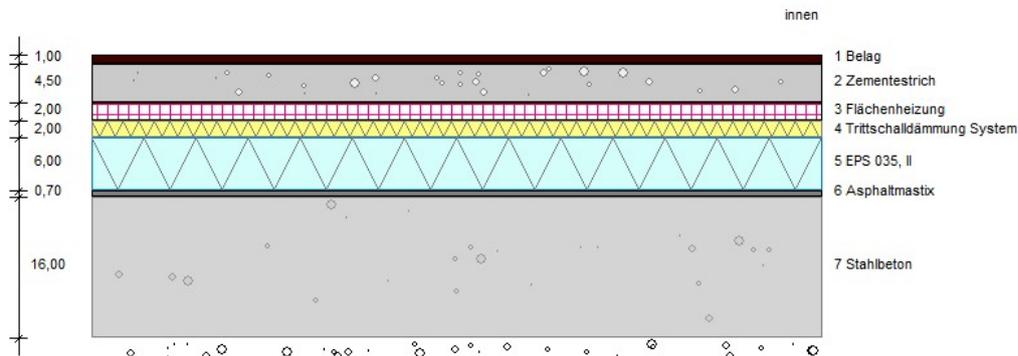
### $U_{max}$ bei erstmaligem Einbau, Ersatz und Erneuerung von Bauteilen (EnEV 2014 Anl. 3)

Anforderung: Erneuerung der Außentüren von Gebäuden/Zonen mit  $T_i \geq 19$  °C,  $U_{max}$  gilt für die Türfläche

U      1,80 ≤ 1,80 W/(m²K)      OK

## Bauteilquerschnitt

### Bauteil: Bodenplatte (04)



Bodenplatte (04)  
 $U = 0,39 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Bauteiltyp "Fußboden gegen Erdreich"

mit den Wärmeübergangswiderständen  $R_{si} = 0,17$  und  $R_{se} = 0,00 \text{ m}^2\text{K/W}$

### Querschnitt

von innen	s cm	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>	kg/m <sup>2</sup>	$\lambda$ W/(mK)	R m <sup>2</sup> K/W
$R_{si}$					0,17
01 Belag	1,00	500	5,0	-	-
02 Zementestrich	4,50	2000	90,0	1,400	0,03
03 Flächenheizung	2,00	2000	40,0	1,400	0,01
04 Trittschalldämmung System	2,00	90	1,8	0,040	0,50
05 EPS 035, II	6,00	20	1,2	0,035	1,71
06 Asphaltmastix	0,70	2000	14,0	0,170	0,04
07 Stahlbeton	16,00	2400	384,0	2,100	0,08
$R_{se}$					0,00
d = 32,20      G = 536,0 $R_T = 2,55$					

Wärmedurchgangskoeffizient  $U = 0,39 \text{ W/(m}^2\text{K)}$  (ohne Korrekturen)

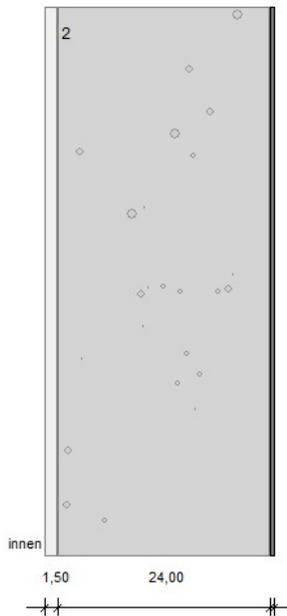
### $U_{max}$ bei erstmaligem Einbau, Ersatz und Erneuerung von Bauteilen (EnEV 2014 Anl. 3)

Anforderung: Erneuerung des Fußbodenaufbaus einer Decke nach unten gegen Erdreich oder zu unbeheizten Räumen in Gebäuden/Zonen mit  $T_i \geq 19 \text{ °C}$

$U = 0,39 \leq 0,50 \text{ W/(m}^2\text{K)}$  OK

## Bauteilquerschnitt

### Bauteil: Kellerwand gegen Erdreich (05)



Kellerwand gegen Erdreich (05)

$U = 3,16 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

von innen

1 Gipsputz

2 Normalbeton bewehrt nach DIN 1045

3 Bitumenanstrich

Bauteiltyp "Außenwand gegen Erdreich"

mit den Wärmeübergangswiderständen  $R_{Si} = 0,13$  und  $R_{Se} = 0,00 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$

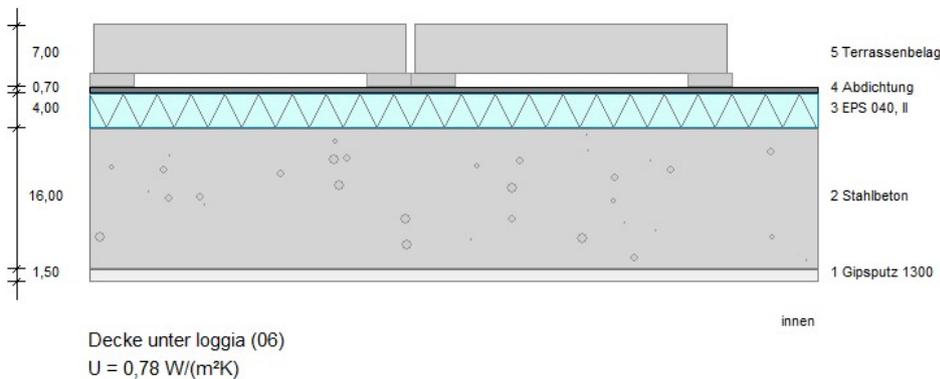
### Querschnitt

von innen	s cm	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>	kg/m <sup>2</sup>	$\lambda$ W/(mK)	R m <sup>2</sup> K/W
$R_{Si}$					0,13
01 Gipsputz	1,50	1200	18,0	0,350	0,04
02 Normalbeton bewehrt nach DIN 104	24,00	2400	576,0	2,100	0,11
03 Bitumenanstrich	0,50	1100	5,5	0,170	0,03
$R_{Se}$					0,00
$d = 26,00$				$G = 599,5$	
				$R_T = 0,32$	

Wärmedurchgangskoeffizient  $U = 3,16 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  (ohne Korrekturen)

## Bauteilquerschnitt

### Bauteil: Decke unter Loggia (06)



Bauteiltyp "Decke gegen die Außenluft"

mit den Wärmeübergangswiderständen  $R_{si} = 0,10$  und  $R_{se} = 0,04$  m²K/W

### Querschnitt

von innen	s cm	$\rho$ kg/m³	kg/m²	$\lambda$ W/(mK)	R m²K/W
$R_{si}$					0,10
01 Gipsputz 1300	1,50	1300	19,5	0,570	0,03
02 Stahlbeton	16,00	2400	384,0	2,100	0,08
03 EPS 040, II	4,00	20	0,8	0,040	1,00
04 Abdichtung	0,70	2000	14,0	0,170	0,04
05 Terrassenbelag	7,00	1550	108,5	-	-
$R_{se}$					0,04
d = 29,20      G = 526,8 $R_T = 1,28$					

Wärmedurchgangskoeffizient U = **0,78 W/(m²K)** (ohne Korrekturen)

### Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

Decken beheizter Räume nach oben gegen Außenluft (DIN 4108-2:2013). Mindestanforderungen nach Tabelle 3.

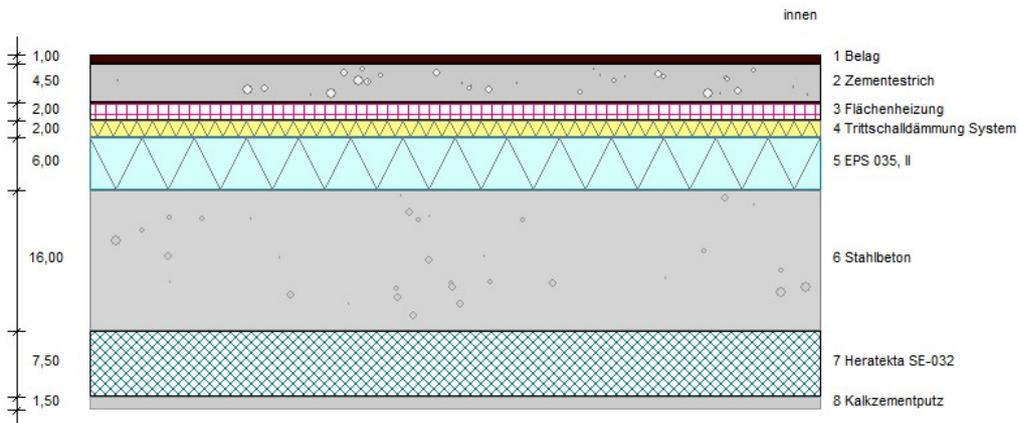
$$R \quad 1,14 < 1,20 \quad \text{m}^2\text{K/W}$$

### Wärmeschutznachweis nach DIN 4108-2:1981 für beheizte Aufenthaltsräume (veraltet)

$$U \quad 0,78 \leq 0,79 \quad \text{erfüllt die Anforderungen nach DIN 4108, T2.}$$

## Bauteilquerschnitt

### Bauteil: Decke über Eingang (07)



Decke über Eingang (07)  
 $U = 0,21 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Bauteiltyp "Decke nach unten gegen die Außenluft"  
 mit den Wärmeübergangswiderständen  $R_{si} = 0,17$  und  $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$

### Querschnitt

von innen	s cm	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>	kg/m <sup>2</sup>	$\lambda$ W/(mK)	R m <sup>2</sup> K/W
$R_{si}$					0,17
01 Belag	1,00	500	5,0	-	-
02 Zementestrich	4,50	2000	90,0	1,400	0,03
03 Flächenheizung	2,00	2000	40,0	1,400	0,01
04 Trittschalldämmung System	2,00	90	1,8	0,040	0,50
05 EPS 035, II	6,00	20	1,2	0,035	1,71
06 Stahlbeton	16,00	2400	384,0	2,100	0,08
07 Heratekta SE-032	7,50	18	1,3	0,035	2,14
08 Kalkzementputz	1,50	1800	27,0	0,870	0,02
$R_{se}$					0,04
d = 40,50      G = 550,3 $R_T = 4,71$					

Wärmedurchgangskoeffizient  $U = 0,21 \text{ W/(m}^2\text{K)}$  (ohne Korrekturen)

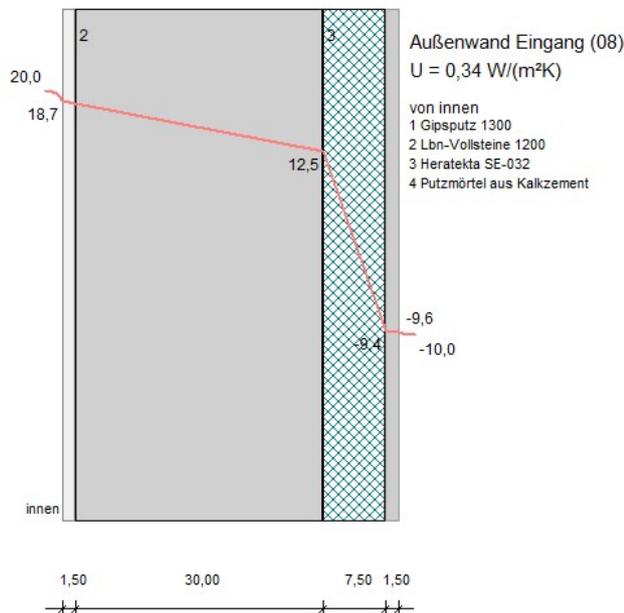
### $U_{max}$ bei erstmaligem Einbau, Ersatz und Erneuerung von Bauteilen (EnEV 2014 Anl. 3)

Anforderung: Einbau einer Deckenbekleidung auf der Kaltseite bei Decken nach unten gegen Außenluft in Gebäuden/Zonen mit  $T_i \geq 19 \text{ °C}$

$U = 0,21 \leq 0,24 \text{ W/(m}^2\text{K)}$  OK

## Bauteilquerschnitt

### Bauteil: Außenwand Eingang (08)



### Bauteiltyp "Außenwand"

mit den Wärmeübergangswiderständen  $R_{si} = 0,13$  und  $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$

### Querschnitt

von innen	s cm	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>	kg/m <sup>2</sup>	$\lambda$ W/(mK)	R m <sup>2</sup> K/W	
$R_{si}$					0,13	
01 Gipsputz 1300	1,50	1300	19,5	0,570	0,03	
02 Lbn-Vollsteine 1200	30,00	1200	360,0	0,523	0,57	
03 Heratekta SE-032	7,50	18	1,3	0,035	2,14	
04 Putzmörtel aus Kalkzement	1,50	1800	27,0	1,000	0,01	
$R_{se}$					0,04	
$d = 40,50$					$G = 407,8$	$R_T = 2,93$

Wärmedurchgangskoeffizient  $U = 0,34 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  (ohne Korrekturen)

### Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

Außenwand in Gebäuden mit normalen Innentemperaturen. Mindestanforderungen nach Tabelle 3.

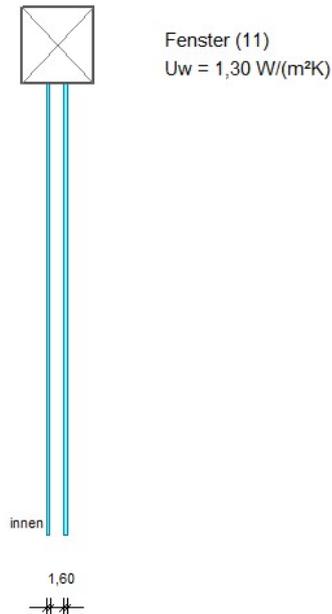
$R \quad 2,76 \geq 1,20 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$  erfüllt die Anforderungen

### $U_{max}$ bei erstmaligem Einbau, Ersatz und Erneuerung von Bauteilen (EnEV 2014 Anl. 3)

Anforderung: keine bei Maßnahmen an Außenwänden von Gebäuden/Zonen mit  $T_i \geq 19 \text{ °C}$ , sofern die technisch mögliche Dämmschicht begrenzt ist: Einbau der höchstmöglichen Dämmschichtdicke mit  $W_{if} 0,035 \text{ W}/(\text{mK})$ . Bei Einblasdämmung oder Dämmstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen genügt  $W_{if} 0,045$ .

## Bauteilquerschnitt

### Bauteil: Fenster (11)



Bauteiltyp "Fenster"

mit den Wärmeübergangswiderständen  $R_{si} = 0,13$  und  $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$

### Fenster

iplus C E, 4/16/4,  $U_g=1.1$ ,  $g=60\%$   
Weichholzrahmen IV 68 mm,  $U_f 1.4$

Wärmedurchgangskoeffizient nach EN ISO 10077-1

Einfachfenster, Tabellenwert  $U_w = 1,30 (1,3) \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

U-Wert des Fensters mit Zwei- / Dreischeibenverglasung, 30% Rahmenanteil, Tab. F.3  
(verbesserter Randverbund)  
mit  $U_g = 1,10$  und  $U_f = 1,40 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

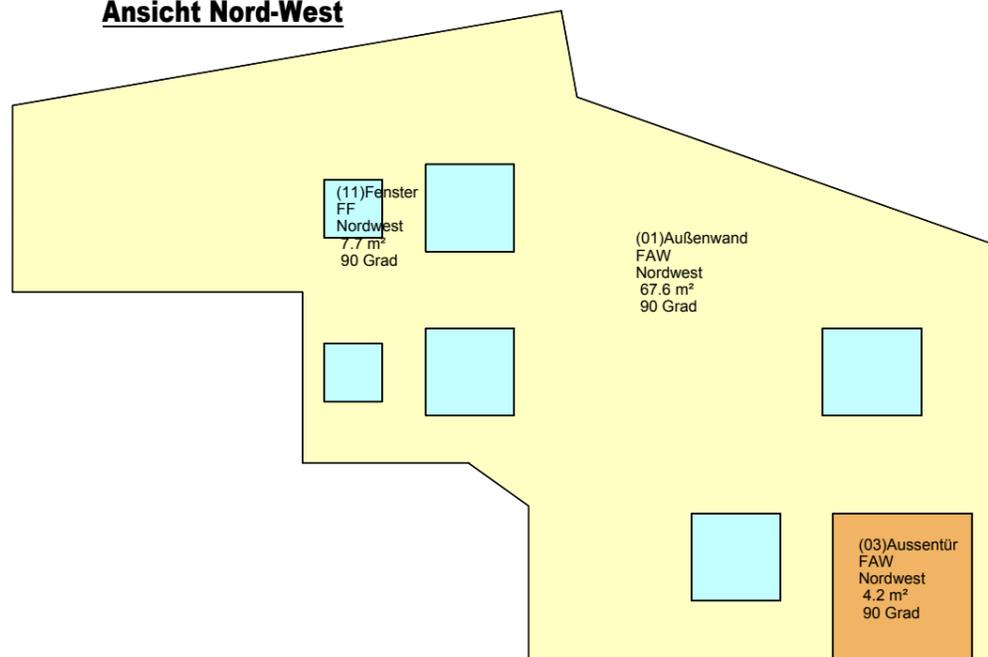
$U_w = 1,30 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  wird für die weiteren Berechnungen angenommen

### $U_{max}$ bei erstmaligem Einbau, Ersatz und Erneuerung von Bauteilen (EnEV 2014 Anl. 3)

Anforderung: Ersatz oder erstmaliger Einbau der Fenster oder Fenstertüren in Gebäuden/Zonen mit  
 $T_i \geq 19 \text{ °C}$

$U \quad 1,30 \leq 1,30 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}) \quad \text{OK}$

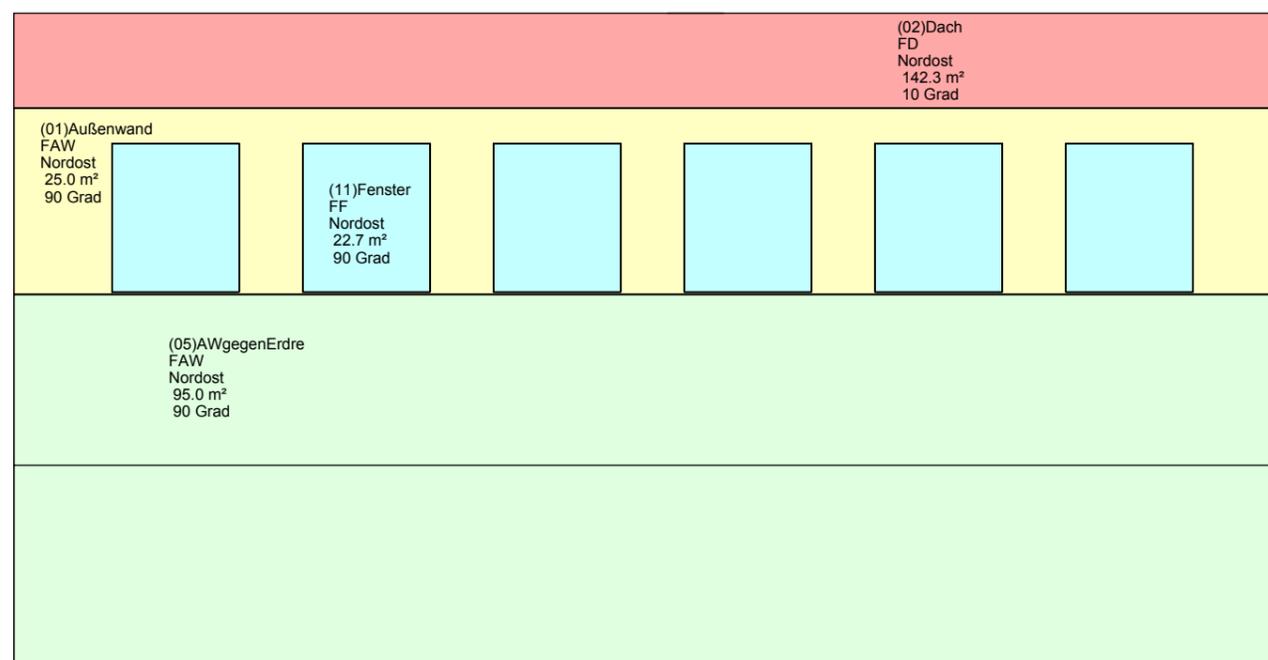
### Ansicht Nord-West



### LEGENDE

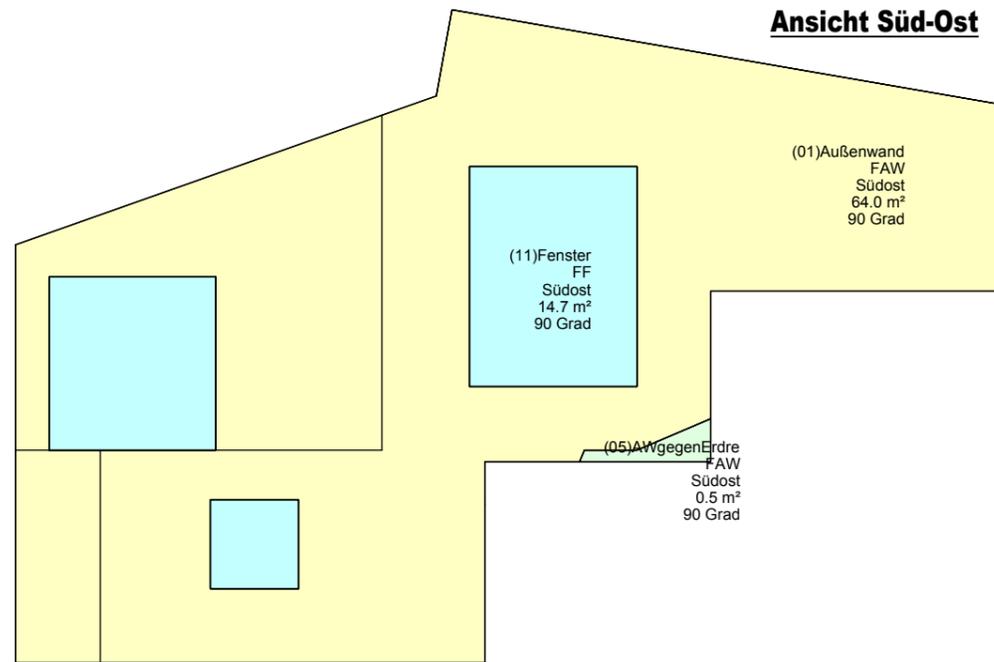
FAW	Nordwest
	(01)Außenwand 67.58 m <sup>2</sup>
	(03)Aussentür 4.18 m <sup>2</sup>
FF	Nordwest
	(11)Fenster 7.72 m <sup>2</sup>

### Ansicht Nord-Ost



### LEGENDE

FAW	Nordost
	(01)Außenwand 25.04 m <sup>2</sup>
	(05)AW gegen Erdreich 94.96 m <sup>2</sup>
FD	Nordost
	(02)Dach 142.27 m <sup>2</sup>
FF	Nordost
	(11)Fenster 22.68 m <sup>2</sup>



### LEGENDE

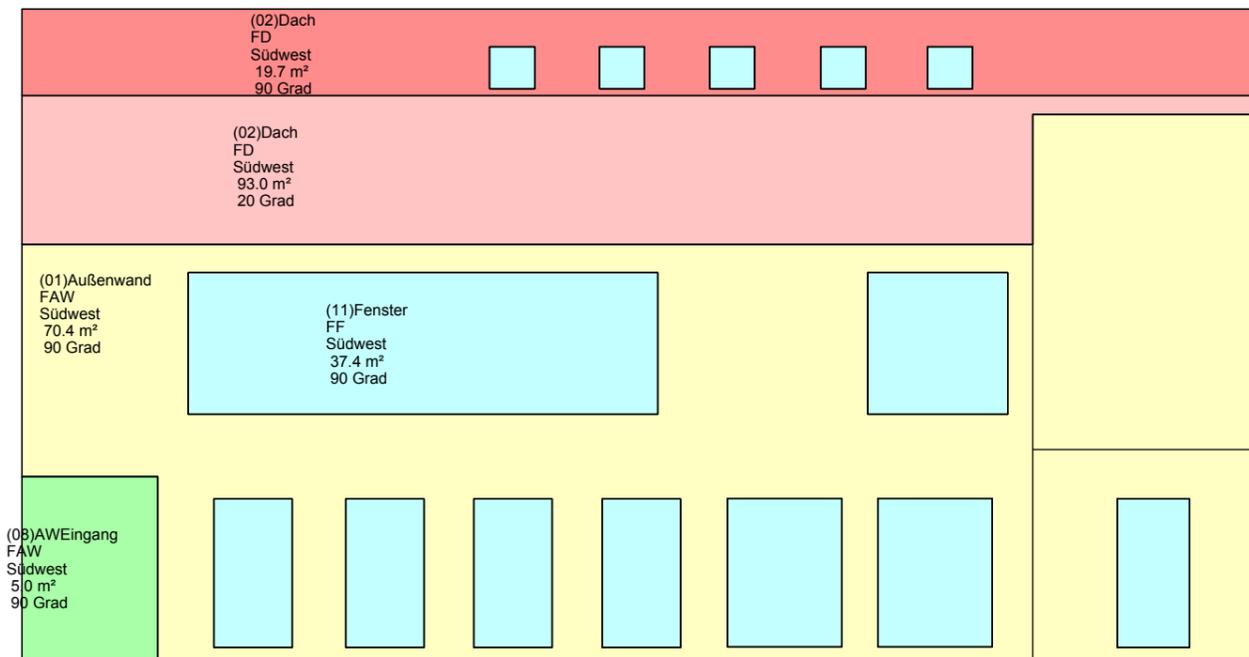
- FAW Südost
- (01)Außenwand 63.97 m<sup>2</sup>
  - (05)AWgegenErdreich 0.53 m<sup>2</sup>

- FD
- (06)De\_unt\_Loggia 13.65 m<sup>2</sup>

- FF Südost
- (11)Fenster 14.72 m<sup>2</sup>



### Ansicht Süd-West



### LEGENDE

- FAW Südwest
- (01)Außenwand 70.43 m<sup>2</sup>
  - (08)AWEingang 5.03 m<sup>2</sup>

- FD Südwest
- (02)Dach 112.69 m<sup>2</sup>

- FF Südwest
- (11)Fenster 37.42 m<sup>2</sup>



Ingenieurbüro für Tragwerksplanung

**Projekt: 3936** Umbau eines Wohnhauses  
Eulenhartweg 10; 53604 Bad Honnef

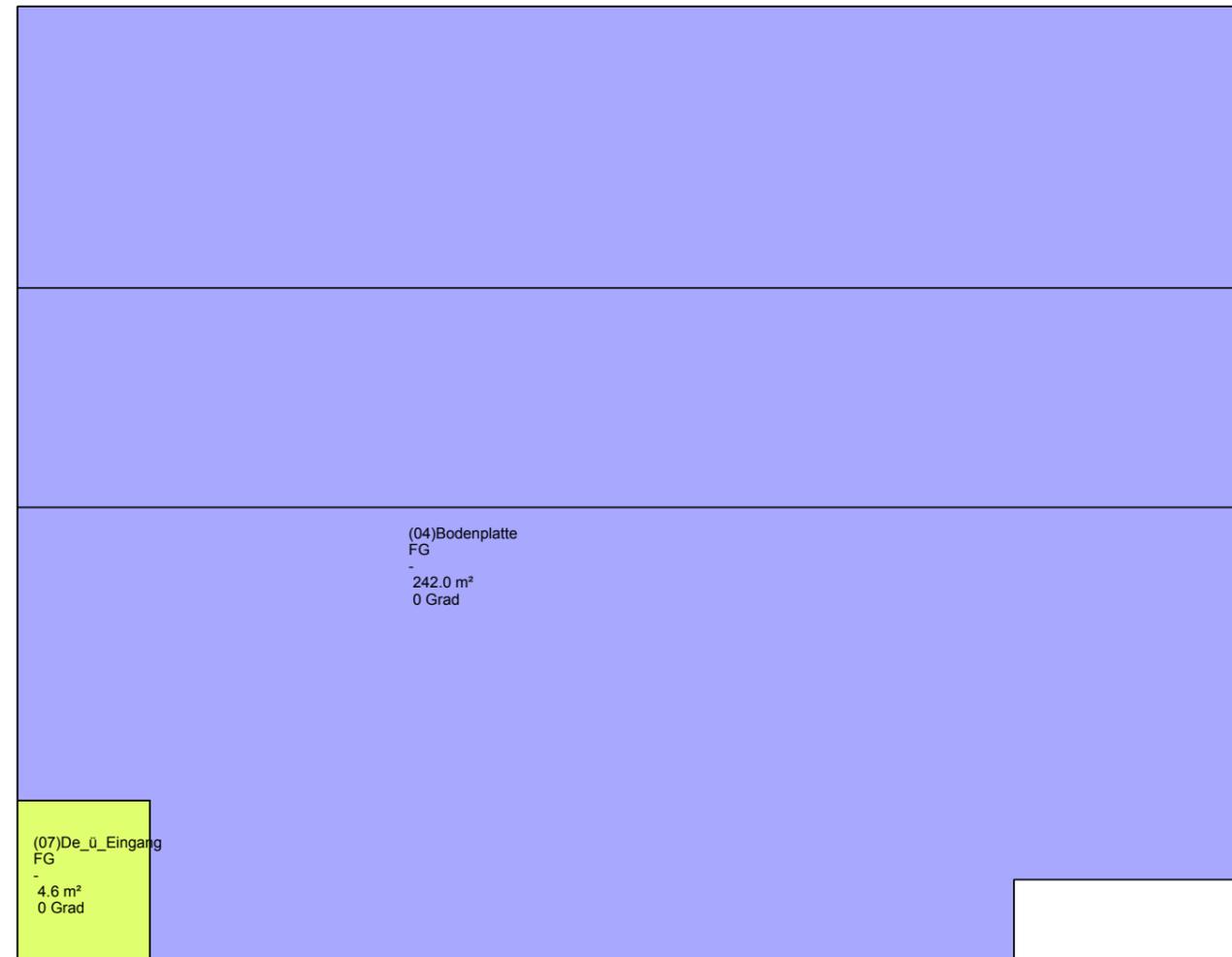
**Bauherr:** Monika Reske  
Im Erlengrund 6; 53757 Sankt Augustin

**Ertl Tragwerk GmbH & Co. KG** - Thomas-Mann-Str. 44a - 53111 Bonn  
T 0228/98143310 - F 0228/98143319 - office@ertl-tragwerk.de

Wärmeschutznachweis Anlage Nr. **A2**  
Ansichten Süd-Ost und Süd-West  
Maßstab 1 : 100

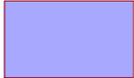
Stand: 06.06.2016

## Grundflächen



## LEGENDE

FG

-  (04)Bodenplatte  
242.00 m<sup>2</sup>
-  (07)De\_ü\_Eingang  
4.56 m<sup>2</sup>