

**mathias nauerz**  
dipl ing fh architekt  
+  
energieberater

hechtstrasse 2  
67655 kaiserslautern  
fon 0631-696408  
fax 0631-3605576  
mail mnauerz@aol.com

## **VORABZUG** Nachweis des energiesparenden Wärmeschutzes

nach der Energieeinsparverordnung (EnEV), Berechnung für Wohngebäude nach DIN 4108-6 und DIN 4701-10/12

Gebäude: Umbau + Sanierung Wohnhaus  
Triftstraße 1  
67817 Imsbach

Auftraggeber: Barbara Scheidel-Schulz und Timo Schultz  
Gartenstraße 20a  
67817 Imsbach

Ersteller: Nauerz Mathias Dipl. Ing. FH  
Architekt + Energieberater BAFA / DENA  
Hechtstraße 2  
67655 Kaiserslautern

Datum: 29.11.2018

## Übersicht der Berechnungsparameter des Projektes

Variante: V3 Dä+Hz

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

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

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

- Bodenplatte ohne Randdämmung
- Kellerdecken und Kellerwände zum unbeheizten Keller ohne Perimeterdämmung
- Grundwassereinfluss wird nicht berücksichtigt
- Wärmebrücken werden über einen Zuschlag  $\Delta U_{\text{WB}} = 0,10 \text{ W/m}^2\text{K}$  berücksichtigt

**Für die Nachweise nach der EnEV 2014 gelten folgende Bedingungen:**

- das Gebäude ist ein reines Wohngebäude
- wegen Änderung eines Gebäudes werden um 40% erhöhte zulässige Werte angesetzt
- die Gebäudedichtheit wurde nicht nachgewiesen
- es wird der Standardluftwechsel nach EnEV 2014 angesetzt
- EnEV Anlage 1 Nr. 1.1 Satz 2 wird für das Referenzgebäude nicht angewendet

## Nachweis nach EnEV 2014 für Wohngebäude

Variante: V3 Dä+Hz

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

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

Die Bauteile des bestehenden Gebäudes werden in wesentlichen Teilen (siehe EnEV §9 Abs. 1) geändert. Der Nachweis erfolgt daher gem. EnEV §9 Abs. 1 mit um 40% erhöhten zulässigen Werten der EnEV Anlage 1 Tabelle 1.

zul.  $H_T' = 1,4 \cdot 0,400 = 0,560 \text{ W/m}^2\text{K}$   
(zul.  $H_T'$  nach EnEV Anlage 1 Tabelle 2  
mit 40% Zuschlag für Umbau)

vorh.  $H_T' = 158,42/337,01 =$   
 $0,470 \text{ W/m}^2\text{K} (-16,1 \%)$

**Der Nachweis wurde erfüllt!**

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

$A_N = 215,6 \text{ m}^2$

Wohngebäude:

zul.  $q_P = 1,4 \cdot 52,5 = 73,5 \text{ kWh/m}^2\text{a}$   
( $q_P$  Referenzgebäude mit 40% Zuschlag für Umbau)

vorh.  $q_P = 18006/215,6 =$   
 $83,5 \text{ kWh/m}^2\text{a} (13,6 \%)$

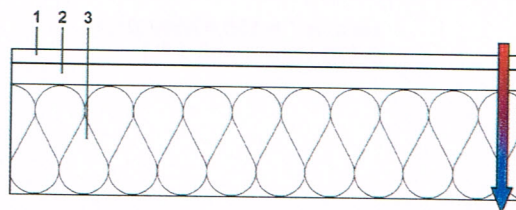
**Der Nachweis wurde nicht erfüllt!**

## Übersicht über die Bauteilaufbauten

Variante: V3 Dä+Hz

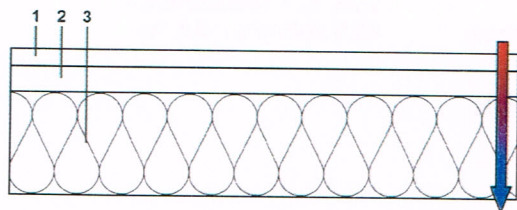
### Bauteil: Aufbau AW-OG Bestand-Fachwerk (U = 0,39 W/m²K)

Schicht Nr.	Dicke [cm]	Baustoff
1	1,00	Schicht mit pausch. $1/\Lambda = 0,495$
2	1,50	Innenputz
3	8,00	Holzfaserdämmstoff (WF) 042 nach DIN EN 13171



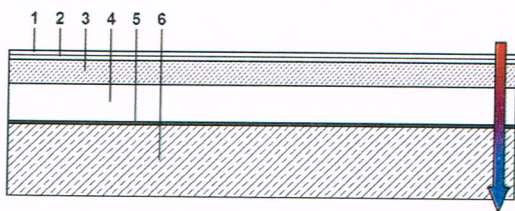
### Bauteil: Aufbau AW-EG Bestand-Bruchstein (U = 0,48 W/m²K)

Schicht Nr.	Dicke [cm]	Baustoff
1	1,00	Schicht mit pausch. $1/\Lambda = 0,495$
2	1,50	Innenputz
3	6,00	Holzfaserdämmstoff (WF) 042 nach DIN EN 13171



### Bauteil: Aufbau Boden Bestand (U = 0,30 W/m²K)

Schicht Nr.	Dicke [cm]	Baustoff
1	1,00	Schicht mit pausch. $1/\Lambda = 0,455$
2	1,00	Bodenbelag
3	5,00	Zement-Estrich
4	8,00	Polystyrol-Hartschaum 032
5	0,60	Bitumen
6	15,00	Beton armiert 2% Stahl





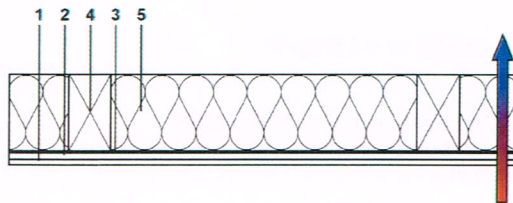
**Bauteil: Aufbau Dach Bestand** ( $U = 0,29 \text{ W/m}^2\text{K}$ )

Bereich 1: Breite: 8,0 cm

Schicht Nr.	Dicke [cm]	Baustoff
1	1,00	Schicht mit pausch. $1/\Lambda = 0,245$
2	1,20	Gipskarton-Platten
3	0,40	Dampfbremse Klimamembran
4	14,00	Nadelholz

Bereich 2: Breite: 55,0 cm

Schicht Nr.	Dicke [cm]	Baustoff
1	1,00	Schicht mit pausch. $1/\Lambda = 0,245$
2	1,20	Gipskarton-Platten
3	0,40	Dampfbremse Klimamembran
5	14,00	Faserdämmstoff 035



## Bauphysikalische Berechnungen der Bauteile

Variante: V3 Dä+Hz

### Bauteilaufbau: Aufbau AW-OG Fachwerk

Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten U

Baustoffe	Dicke d [cm]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	maßg. $\mu$ [-]	äquiv. Dicke [m]	Temp.- Verlauf [°C]	Satt- dampf- druck [Pa]
Wärmeübergang innen			0,130				
Schicht mit pausch. $1/\Lambda = 0,495$	1,00	0,020	0,495				
Innenputz	1,5	50,000	0,000				
Holzfaserdämmstoff (WF) 042 nach DIN EN 13171	8,0	0,042	1,905				
Wärmeübergang außen			0,040				
			$R_T = \Sigma(d_i/\lambda_i) =$	2,570			

$$U = 1/\Sigma R_i = 0,39 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Die mittlere flächenbezogene Masse des Bauteils beträgt  $m' = 4,0 \text{ kg/m}^2$ .  
 (Die Masse der pauschal eingegebenen Schicht ist nicht bekannt und muss gesondert berücksichtigt werden.)

Der Mindestwärmeschutz nach DIN 4108-2:2013-02 beträgt  $\min R = 1,75 \text{ m}^2\text{K/W}$ .  
 (DIN 4108-2 Abs. 5.1.2: flächenbezogene Masse des homogenen Bauteils  $< 100 \text{ kg/m}^2$ )  
 Diese Anforderung ist mit vorh.  $R = 2,40 \text{ m}^2\text{K/W}$  erfüllt.

#### Wirksame Wärmekapazität des Bauteils (10-cm-Regel)

$$C_{\text{wirk,i}} = 0,00 \text{ Wh/m}^2\text{K}$$

$$C_{\text{wirk,e}} = 2,33 \text{ Wh/m}^2\text{K}$$

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

$$C_{\text{wirk,i}} = 0,00 \text{ Wh/m}^2\text{K}$$

$$C_{\text{wirk,e}} = 0,87 \text{ Wh/m}^2\text{K}$$

### Bauteilaufbau: Aufbau AW-EG Bruchstein

Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten U

Baustoffe	Dicke d [cm]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	maßg. $\mu$ [-]	äquiv. Dicke [m]	Temp.- Verlauf [°C]	Satt- dampf- druck [Pa]
Wärmeübergang innen			0,130				
Schicht mit pausch. $1/\Lambda = 0,495$	1,00	0,020	0,495				
Innenputz	1,5	50,000	0,000				
Holzfaserdämmstoff (WF) 042 nach DIN EN 13171	6,0	0,042	1,429				
Wärmeübergang außen			0,040				
			$R_T = \Sigma(d_i/\lambda_i) =$	2,094			

$$U = 1/\Sigma R_i = 0,48 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Die mittlere flächenbezogene Masse des Bauteils beträgt  $m' = 3,0 \text{ kg/m}^2$ .  
 (Die Masse der pauschal eingegebenen Schicht ist nicht bekannt und muss gesondert berücksichtigt werden.)

Der Mindestwärmeschutz nach DIN 4108-2:2013-02 beträgt  $\min R = 1,75 \text{ m}^2\text{K/W}$ .  
 (DIN 4108-2 Abs. 5.1.2: flächenbezogene Masse des homogenen Bauteils  $< 100 \text{ kg/m}^2$ )  
 Diese Anforderung ist mit vorh.  $R = 1,92 \text{ m}^2\text{K/W}$  erfüllt.

**Wirksame Wärmekapazität des Bauteils (10-cm-Regel)**

$C_{\text{wirkt,i}} = 0,00 \text{ Wh/m}^2\text{K}$   
 $C_{\text{wirkt,e}} = 1,75 \text{ Wh/m}^2\text{K}$

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

$C_{\text{wirkt,i}} = 0,00 \text{ Wh/m}^2\text{K}$   
 $C_{\text{wirkt,e}} = 0,87 \text{ Wh/m}^2\text{K}$

**Bauteilaufbau: Aufbau Boden**

**Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten U**

Baustoffe	Dicke d [cm]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	maßg. $\mu$ [-]	äquiv. Dicke [m]	Temp.- Verlauf [°C]	Satt- dampf- druck [Pa]
Wärmeübergang innen			0,170				
Schicht mit pausch. $1/\Lambda = 0,455$	1,00	0,022	0,455				
Bodenbelag	1,00	0,230	0,043				
Zement-Estrich	5,0	1,400	0,036				
Polystyrol-Hartschaum 032	8,0	0,032	2,500				
Bitumen	0,60	0,170	0,035				
Beton armiert 2% Stahl	15,0	2,500	0,060				
Wärmeübergang außen			0,000				
			$R_T = \Sigma(d/\lambda_i) =$	3,299			

$U = 1/\Sigma R_i = 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$

Die mittlere flächenbezogene Masse des Bauteils beträgt  $m' = 482,5 \text{ kg/m}^2$ .  
 (Die Masse der pauschal eingegebenen Schicht ist nicht bekannt und muss gesondert berücksichtigt werden.)

Der Mindestwärmeschutz nach DIN 4108-2:2013-02 beträgt  $\text{min } R = 0,90 \text{ m}^2\text{K/W}$ .  
 Diese Anforderung ist mit vorh.  $R = 3,13 \text{ m}^2\text{K/W}$  erfüllt.

**Wirksame Wärmekapazität des Bauteils (10-cm-Regel)**

$C_{\text{wirkt,i}} = 0,00 \text{ Wh/m}^2\text{K}$   
 $C_{\text{wirkt,e}} = 66,67 \text{ Wh/m}^2\text{K}$

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

$C_{\text{wirkt,i}} = 0,00 \text{ Wh/m}^2\text{K}$   
 $C_{\text{wirkt,e}} = 20,00 \text{ Wh/m}^2\text{K}$



## Bauteilaufbau: Aufbau Dach

### Berechnung des oberen Grenzwertes des Wärmedurchgangswiderstandes $R_T'$

Bereich 1 Breite: 8,0 cm (f=0,127)	Dicke d	$\lambda$	R	maßg. $\mu$	äquiv. Dicke	Temp.- Verlauf	Satt- dampf- druck
Baustoffe	[cm]	[W/mK]	[m <sup>2</sup> K/W]	[-]	[m]	[°C]	[Pa]
Wärmeübergang innen			0,100				
Schicht mit pausch. $1/\Lambda = 0,245$	1,00	0,041	0,245				
Gipskarton-Platten	1,2	0,250	0,048				
Dampfbremse Klimamembran	0,40	0,220	0,018				
Nadelholz	14,0	0,130	1,077				
Wärmeübergang außen			0,040				
			$R_T = \Sigma(d/\lambda_i) =$	1,528			

Bereich 2 Breite: 55,0 cm (f=0,873)	Dicke d	$\lambda$	R	maßg. $\mu$	äquiv. Dicke	Temp.- Verlauf	Satt- dampf- druck
Baustoffe	[cm]	[W/mK]	[m <sup>2</sup> K/W]	[-]	[m]	[°C]	[Pa]
Wärmeübergang innen			0,100				
Schicht mit pausch. $1/\Lambda = 0,245$	1,00	0,041	0,245				
Gipskarton-Platten	1,2	0,250	0,048				
Dampfbremse Klimamembran	0,40	0,220	0,018				
Faserdämmstoff 035	14,0	0,035	4,000				
Wärmeübergang außen			0,040				
			$R_T = \Sigma(d/\lambda_i) =$	4,451			

$R_T' = 1/\Sigma(f/R) = 3,581 \text{ m}^2\text{K/W}$

### Berechnung des unteren Grenzwertes des Wärmedurchgangswiderstandes $R_T''$

Schicht Nr.	d [cm]	$\lambda_a$ [W/mK]	$f_a$ [%]	$\lambda_b$ [W/mK]	$f_b$ [%]	$\lambda_c$ [W/mK]	$f_c$ [%]	$\lambda_d$ [W/mK]	$f_d$ [%]	$R_j$ [m <sup>2</sup> K/W]
1	1,00	0,041	12,7	0,041	87,3					0,245
2	1,20	0,250	12,7	0,250	87,3					0,048
3	0,40	0,220	12,7	0,220	87,3					0,018
4	14,00	0,130	12,7	0,035	87,3					2,975

$$R_T'' = R_{si} + \Sigma R_j + R_{se} = 3,426 \text{ m}^2\text{K/W}$$

### Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten U

$$R_T = (R_T' + R_T'') / 2 = (3,581 + 3,426) / 2 = 3,504 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$U = 1/R_T = 0,29 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Die mittlere flächenbezogene Masse des Bauteils beträgt  $m' = 52,0 \text{ kg/m}^2$ .  
 (Die Masse der pauschal eingegebenen Schicht ist nicht bekannt und muss gesondert berücksichtigt werden.)

Der Mindestwärmeschutz nach DIN 4108-2:2013-02 beträgt  $\min R = 1,00 \text{ m}^2\text{K/W}$ .

(DIN 4108-2 Abs. 5.1.3: inhomogene Bauteile)

Diese Anforderung ist mit vorh.  $R = 3,36 \text{ m}^2\text{K/W}$  erfüllt.

Der Mindestwärmeschutz des Gefachbereiches beträgt  $\min R = 1,75 \text{ m}^2\text{K/W}$ . (DIN 4108-2 Abs. 5.1.3)

Diese Anforderung ist mit vorh.  $R = 4,31 \text{ m}^2\text{K/W}$  erfüllt.

### Wirksame Wärmekapazität des Bauteils (10-cm-Regel)

$$C_{\text{wirk},i} = 0,00 \text{ Wh/m}^2\text{K}$$

$$C_{\text{wirk},e} = 10,51 \text{ Wh/m}^2\text{K}$$

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

$$C_{\text{wirk},i} = 0,00 \text{ Wh/m}^2\text{K}$$

$$C_{\text{wirk},e} = 3,15 \text{ Wh/m}^2\text{K}$$



## Bauphysikalische Berechnungen der Fenster

**Variante: V3 Dä+Hz**

**Fenster: Fe N-OG**

pauschal eingetragener U-Wert des Fensters (ohne Berechnung): 1,30 W/m<sup>2</sup>K

**Fenster: Fe N-EG**

pauschal eingetragener U-Wert des Fensters (ohne Berechnung): 1,30 W/m<sup>2</sup>K

**Fenster: Fe S-OG**

pauschal eingetragener U-Wert des Fensters (ohne Berechnung): 1,30 W/m<sup>2</sup>K

**Fenster: Fe O-DG**

pauschal eingetragener U-Wert des Fensters (ohne Berechnung): 1,30 W/m<sup>2</sup>K

**Fenster: Fe O-OG**

pauschal eingetragener U-Wert des Fensters (ohne Berechnung): 1,30 W/m<sup>2</sup>K

**Fenster: Fe S-EG**

pauschal eingetragener U-Wert des Fensters (ohne Berechnung): 1,30 W/m<sup>2</sup>K

## Übersicht der Anlagentechnik DIN V 4701-10/12

### Variante: V3 Dä+Hz

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 <sup>2</sup>

### 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 $L_V$ :	15,2 m*
längenspezifischer Wärmedurchgangskoeffizient $U$ von $L_V$ :	0,20 W/mK*
Länge der Strang-Leitungen $L_S$ :	8,1 m*
längenspezifischer Wärmedurchgangskoeffizient $U$ von $L_S$ :	0,20 W/mK*
Länge der Stich-Leitungen $L_{SL}$ :	16,2 m*
längenspezifischer Wärmedurchgangskoeffizient $U$ von $L_{SL}$ :	0,20 W/mK*
Pumpenleistung der Zirkulationspumpe $P_{Pumpe}$ :	29 W

#### Speicherung: Indirekt beheizter TW-Speicher

zugehöriger Strang:	TW-Strang
Indirekt beheizter Trinkwasserspeicher	
Ort: innerhalb der thermischen Hülle	
Bereitschaftswärmeverlust des Speichers $q_{B,s}$ :	2,24 kWh/d*
Speicher-Nenninhalt $V_{Speicher}$ :	258 l*
Pumpenleistung $P_{Pumpe}$ :	10 W
Laufzeit der Pumpe $t_p$ :	243,4 h/a*

#### Erzeugung: Brennwert-Heizkessel verbessert

zugehöriger Strang:	TW-Strang
Brennwert-Kessel verbessert	
- Kessel wird auch zur Heizung verwendet	
Energieträger:	Erdgas H
Wirkungsgrad $\eta_{100}$ :	0,95*
Nennwärmeleistung $Q_n$ :	18,1 kW*
Bereitschaftswärmeverlust bei 70°C $q_{B,70}$ :	0,013*
elektrische Leistungsaufnahme des Kessels bei 100%-Vollast $P_{HE}$ :	0,180 kW*

### Lüftung

Keine Eintragungen!

### Heizung

#### Strang: H-Strang

zugehöriger Bereich:	Gesamtbereich
Anteil an der Bereichsfläche:	100,0 %
Heizkreis-Auslegungstemperatur:	55/45°C

### Übergabe: Heizkörper

zugehöriger Strang: H-Strang  
Wasserheizung - freie Heizflächen  
- Anordnung überwiegend im Außenwandbereich  
- elektronische Regeleinrichtung ohne Optimierungsfunktion

### Verteilung: Heizungsrohrnetz

zugehöriger Strang: H-Strang  
Zentrales Warmwasserheizungs-Rohrnetz  
- horizontale Verteilung in der thermischen Hülle  
- geregelte Pumpe  
- Strangleitungen überwiegend innen  
Länge der Verteiler-Leitungen  $L_V$ : 32,9 m\*  
längenspezifischer Wärmedurchgangskoeffizient U von  $L_V$ : 0,255 W/mK\*  
Länge der Strang-Leitungen  $L_S$ : 16,2 m\*  
längenspezifischer Wärmedurchgangskoeffizient U von  $L_S$ : 0,255 W/mK\*  
Länge der Anbinde-Leitungen  $L_A$ : 118,6 m\*  
längenspezifischer Wärmedurchgangskoeffizient U von  $L_A$ : 0,255 W/mK\*  
Pumpenleistung der Umwälzpumpe  $P_{Pumpe}$ : 10,0 W

### Erzeugung: Brennwert-Heizkessel verbessert

zugehöriger Strang: H-Strang  
Brennwertkessel Gas/Öl verbessert  
- Außenaufstellung  
Energieträger: Erdgas H  
Wirkungsgrad des Kessels bei 30% Teillast  $\eta_{30}$ : 1,04\*  
Bereitschaftsverlust bei einer mittleren Kesseltemperatur von 70°C  $q_{B,70}$ : 0,013\*  
Nenn-Wärmeleistung des Kessels  $Q_n$ : 18,1 kW\*  
elektrische Leistungsaufnahme des Kessels bei 30%-Teillast  $P_{HE}$ : 0,060 kW\*