

# Energieeinsparnachweis

nach dem Gebäudeenergiegesetz GEG 2023

vom 28.07.2022

"Wohngebäude"

## BEG/KfW-Effizienzhaus 40 (GEG 2023)

Fertighausnachweis (solare Gewinne O/W)

öffentlich rechtlicher Nachweis

nach DIN V 18599 : 2018-09

28.Aug 2023

Projekt Kurzbeschreibung: Neubau eines Mehrfamilienhauses

Bauvorhaben : Neubau eines Mehrfamilienhauses mit Luft-Wasser-Wärmepumpe zur Beheizung und WW-Bereitung sowie 5,81kWp PV-System

Bearbeiter : Christoph Benkendorff

Objektstandort

Straße/Hausnr. : Trierer Straße 40

Plz/Ort : 54298 Igel

Gemarkung : Igel

Baujahr 2023

Flurstücknummer: -----

Hauseigentümer/Bauherr

Name/Firma : Drina Projektmanagement Trier GmbH & Co. KG

Straße/Hausnr. : Hawstraße 1a

Plz/Ort : 54290 Trier

Telefon / Fax :

Hinweise

Hiermit wird bestätigt, dass bei plangerechter Bauausführung (Bauantragsplan vom 16.06.2023) und unter Berücksichtigung dieses Wärmeschutznachweises die energetischen Anforderungen des aktuell gültigen Gebäudeenergiegesetz erfüllt werden.

Bei vom Nachweis abweichender Ausführung ist die Berechnung ungültig und neu zu erstellen!  
Auf diesen Nachweis basierende Bestätigungen (z.B. KfW) verlieren dann ebenfalls Ihre Gültigkeit!

LBO RLP

Der Aufsteller des GEG-Nachweises hat hiermit

1. veranlasst, dass der vorliegende Nachweis auf der Baustelle vorgehalten und der Bauaufsichtsbehörde auf Verlangen vorgelegt wird und

2. die Bauherrin/den Bauherrn darüber informiert, dass der vorliegende Nachweis dauerhaft aufzubewahren ist.

3. Der GEG-Nachweis ist gem. §63 Abs. 3 der LBO Rheinland-Pfalz von Bauherren und Entwurfsverfasser jeweils mit Tagesangabe zu unterschreiben.

Datum/Unterschrift: Bauherr

Datum/Unterschrift, ggf. Stempel: Entwurfsverfasser/\*Architekt

Name, Anschrift und Funktion des Ausstellers	Datum und Unterschrift, ggf. Stempel/Firmenzeichen
Christoph Benkendorff Planungsbüro für Bauphysik RHM Schulstr. 14 55469 Simmern	 <b>Planungsbüro für Bauphysik Rhein-Hunsrück-Mosel</b> Schulstraße 14 55469 Simmern info@bauphysik-rhm.de 27.Sep 2023



### Tabelle der verwendeten Bauteile

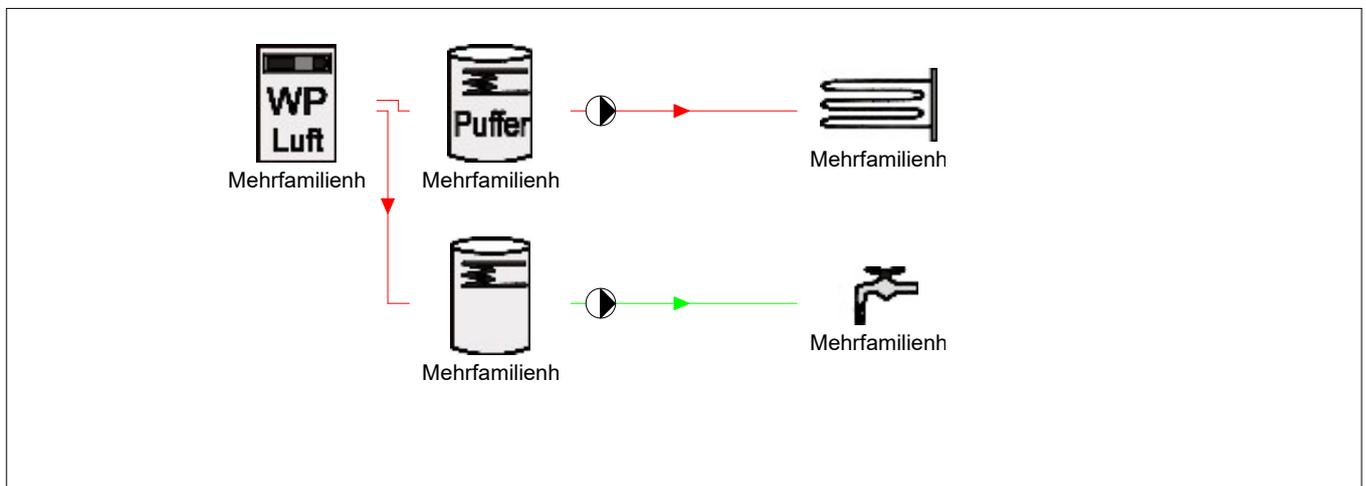
	Bauteil	Bezeich	Ri.	Fläche [m²]	U-Wert [W/m²K]	Fak	Gewinn [kWh/a]	Verlust [kWh/a]	
1	Wand								
1.1	Außenwand Leicht mit Putzfas.	AwOst	O	99.88	0.108	1.00	77	891	
1.2	Außenwand Leicht Gaube	AwGaube	O	5.00	0.174	1.00	6	72	
1.3	Außenwand Leicht Gaube	AwGaube2	W	5.00	0.174	1.00	6	72	
1.4	Außenwand Leicht mit Putzfas.	AwNord	N	38.92	0.108	1.00	30	347	
1.5	Außenwand Leicht mit Putzfas.	AwSüd	S	52.21	0.108	1.00	40	466	
				<b>201.01</b>	<b>0.111</b>		<b>159</b>	<b>1847</b>	
2	Fenster, Fenstertüren								
2.1	Fenster U=0,87 g=0,58	AwOst	O	13.65	0.870	1.00	0.58	1338	984
2.2	Fenster U=0,87 g=0,58	AwOst	O	5.35	0.870	1.00	0.58	524	385
2.3	Fenster U=0,87 g=0,58	AwNord	N	23.96	0.870	1.00	0.58	2348	1726
2.4	Fenster U=0,87 g=0,58	AwSüd	S	13.41	0.870	1.00	0.58	394	966
2.5	Haustür ohne Fenster 1,1	AwSüd	S	3.35	1.100	1.00	---	---	305
2.6	Bodentreppe	Decke	-	0.93	1.800	0.80	---	---	111
				<b>60.65</b>	<b>0.891</b>		<b>4604</b>	<b>4478</b>	
3	Decke zum Dachge., Dach								
3.1	24cm-Sparren Dach Däm24	DaNord	N	20.30	0.174	1.00		24	293
3.2	24cm-Sparren Dach Däm24	DaSüd	S	9.05	0.174	1.00		11	131
3.3	24cm-Sparren Dach Däm24	DaWest	W	22.01	0.174	1.00		26	318
3.4	24cm-Sparren Dach Däm24	DaOst	O	22.01	0.174	1.00		26	318
3.5	Oberste Geschossdecke	Decke	-	74.57	0.212	0.80		---	1046
3.6	Flachdach Balkon	Balkon	-	4.34	0.198	1.00		17	71
				<b>152.27</b>	<b>0.173</b>		<b>105</b>	<b>2176</b>	
4	Grundfläche, Kellerdecke								
4.1	Bodenplatte 15cm FbHzg.	Grundfläche	-	103.04	0.121	0.80		---	826
				<b>103.04</b>	<b>0.097</b>		<b>-----</b>	<b>826</b>	
5	Decke gegen Außenluft unten								
5.1	Kragdecke 18cm FbHzg.	FB OG		51.97	0.086	1.00		---	371
				<b>51.97</b>	<b>0.086</b>		<b>-----</b>	<b>371</b>	
		Summe:		<b>568.94</b>					

Jahresprimärenergiebedarf Q<sup>p</sup> = 27.2 [kWh/m²a]  
 Q<sup>p</sup>max = 27.7 [kWh/m²a]  
 spezifischer Transmissionswärmeverlust H<sup>T</sup> = 0.221 [W/m²K]  
 H<sup>T</sup>max = 0.225 [W/m²K]

## Übersicht der Projekteinstellungen und Eingabedaten

Nr.	Komponente	Einstellung
1	Berechnungsmodus	BEG/KfW-Effizienzhaus 40 GEG 2023, öffentlich rechtlich, nach DIN 18599 Neubau Reihenhaus(einseitig angebaut)
2	Gebäudetyp	WG MFH (Wohngebäude Mehrfamilienhaus), 4 Wohneinheiten, Nutzfläche 374 m <sup>2</sup> Dach: teilweise beheizt, 2 Vollgeschosse, Keller: kein Keller vorhanden
3	Wärmebrücken	detailliert mit 0.015 W/m <sup>2</sup> K
4	Dichtheitsnachweis	ohne Dichtheitsprüfung
5	Innenraumtemperaturen	mit 21°C
6	Kühlung	ohne Kühlung
7	Zonen-Raumhöhe	<=4 Meter
8	PV Anlage	Fläche: 35.0 m <sup>2</sup> Richtung: Süden Neigung: 45° Baujahr Module ab 2017 ohne Stromspeicher angerechneter Jahres-Stromertrag nach GEG §23 (4): 2651 kWh/a
9	Referenzgebäude	Das Referenzgebäude wurde durch den IBP 18599-Rechenkern des Fraunhofer Institut automatisch nach der GEG Anlage 1 mit KfW Anpassungen konfiguriert und berechnet und ist nicht durch den Anwender veränderbar.

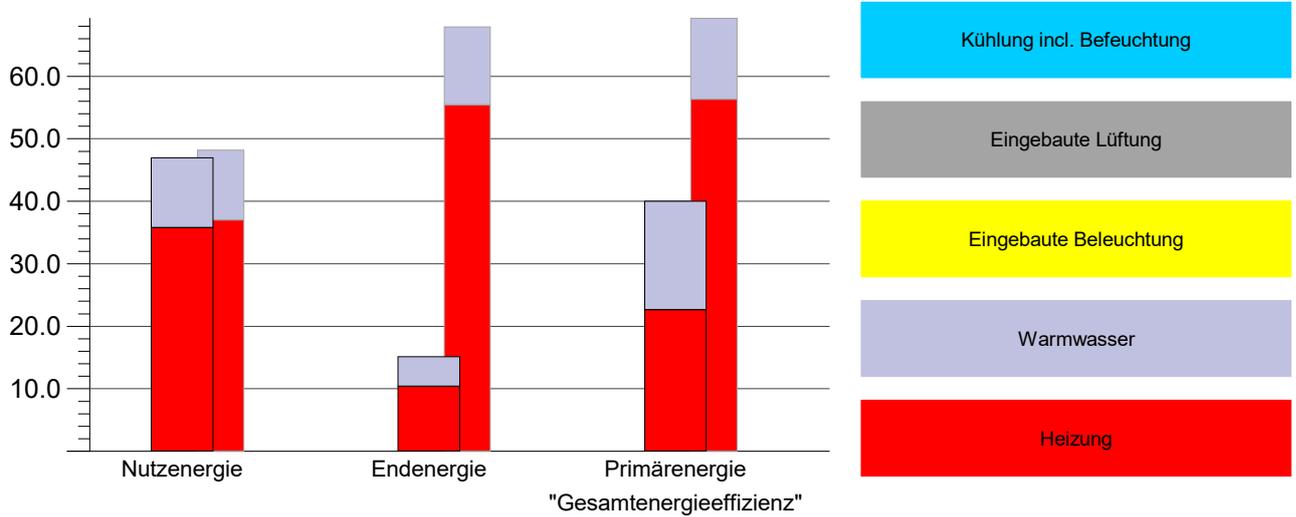
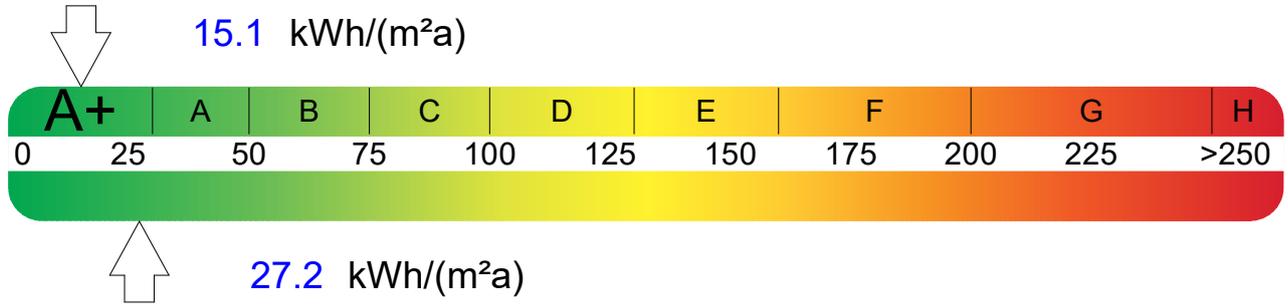
## Grafische Darstellung der Anlagentechnik



## Einstellung der Teilbeheizung bei nur einer Zone

Im öffentlich rechtlichen Nachweis erfolgt die Berechnung bei Wohngebäuden immer mit Teilbeheizung nach DIN 18599-2 6.1.1.3 (atb nach DIN 18599-10 Tabelle 3)

## G E G - E N D E R G E B N I S



Im Vordergrund sind die Energieanteile des berechneten Gebäudes zu sehen. Die Balken im Hintergrund sind zum Vergleich die Werte des Referenzgebäudes.

Energieart	Heizung	Warmwasser	Beleuchtung	Lüftung	Kühlung	Gesamt
Ist-Nutzenergie Ref-Nutzenergie	13373 kWh 13820 kWh	4186 kWh 4186 kWh	0 kWh 0 kWh	0 kWh 0 kWh	0 kWh 0 kWh	17558 kWh 18006 kWh
Ist-Endenergie Ref-Endenergie	3882 kWh 20715 kWh	1771 kWh 4668 kWh	0 kWh 0 kWh	0 kWh 0 kWh	0 kWh 0 kWh	5654 kWh 25383 kWh
Ist-Primärenergie Ref-Primärenergie	8462 kWh 21042 kWh	6487 kWh 4856 kWh	0 kWh 0 kWh	0 kWh 0 kWh	0 kWh 0 kWh	14949 kWh 25898 kWh

Neubau eines Mehrfamilienhauses

27.Sep 2023 10:32:47

Jahres-Primärenergiebedarf $Q^*_{p}$ : bezogen auf die Gebäudenutzfläche	27.2 [kWh/m <sup>2</sup> a]	28.6% besser als Neubau
maximal zulässiger Jahres-Primärenergiebedarf:	27.7 [kWh/m <sup>2</sup> a] 38.1 [kWh/m <sup>2</sup> a]	für BEG/KfW-Effizienzhaus 40 nach GEG
spezifischer Transmissionswärmeverlust $H^*_{T}$ : der Gebäudehüllfläche	0.221 [W/m <sup>2</sup> K]	46.0% besser als Neubau 46.0% besser Ref-Gebäude
maximal zulässiger spezifischer Transmissionswärmeverlust:	0.225 [W/m <sup>2</sup> K] 0.409 [W/m <sup>2</sup> K] 0.409 [W/m <sup>2</sup> K]	für BEG/KfW-Effizienzhaus 40 vom Referenzgebäude nach GEG

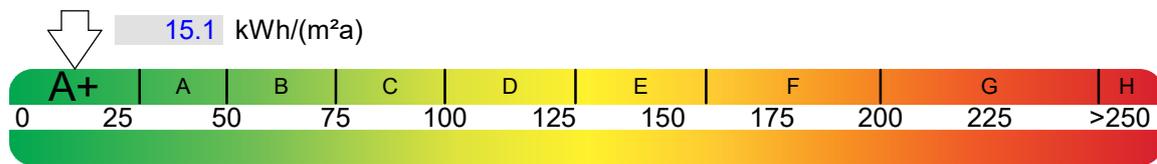
die maximal zulässigen Grenzwerte werden eingehalten.

## Effizienzlevel

Grundvariante  
optimiert

CO<sub>2</sub>-Emissionen 8.5 [kg/(m<sup>2</sup>\*a)]

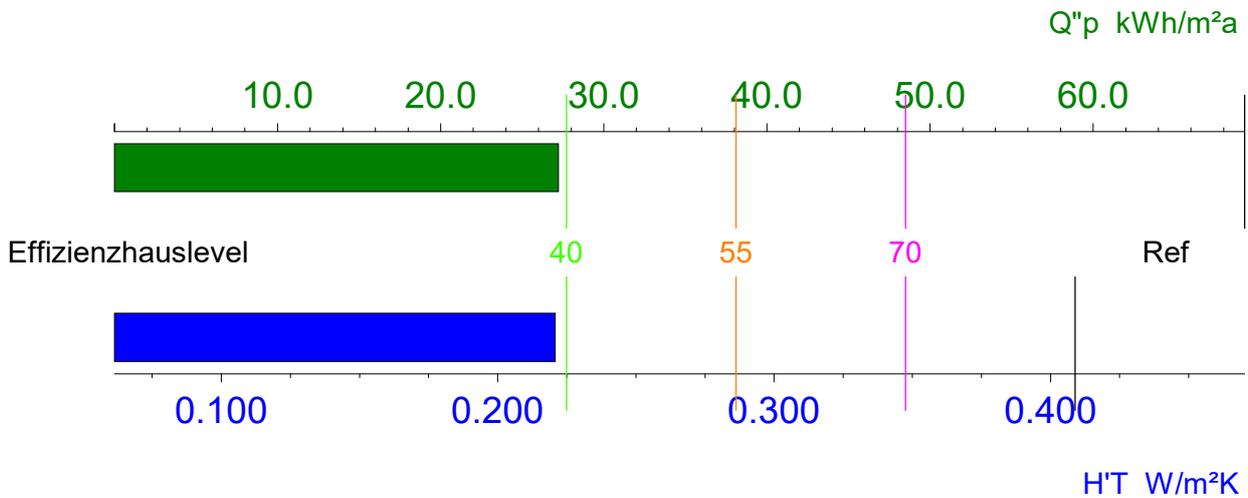
### Endenergiebedarf



### Primärenergiebedarf



## KfW Effizienzhauslevel



## Randbedingungen

### Strom aus erneuerbaren Energien nach §23 des GEG 2023

#### Berechnung der PV-Anlage über die DIN 18599-9

Art des Photovoltaikmoduls: Polykristallines Silizium Baujahr der Module ab 2017

PV-Kollektorfläche:

Peak-Leistung der PV Anlage:

Systemleistungsfaktor: Mäßig belüftete Module, <0,5m aufs Dach gesetzt

Ausrichtung des PV Kollektors (0°= Nord, 180°=SÜD):

Neigung des PV Kollektors (0°= waagrecht, 90°=senkrecht):

$K_{pk}$	0.166 kW/m <sup>2</sup>
	35.0 m <sup>2</sup>
	5.81 kW
$f_{perf}$	0.75 [-]
	180 °
	45 °

Jahresleistung erneuerbarer Stromproduktion / PV Anlage:

4686 kWh/a

**anrechenbarer erneuerbarer Anteil (wurde von der Endenergie abgezogen):**

**2651 kWh/a**

	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
monatl. regenerative Leistung in KWh	89	118	288	539	647	681	612	529	364	231	89	51
monatl. regenerative Leistung in %	3.5	3.1	7.7	12.9	13.6	13.5	12.1	12.0	9.6	7.4	2.7	1.8
angerechneter Strom in KWh	89	118	288	486	292	238	233	235	301	231	89	51

## Sommerlicher Wärmeschutz:

Der sommerliche Wärmeschutz wird mit den angegebenen Sonnenschutzvorrichtungen erfüllt.

## Zonenübersicht

Zonenname	Profil	NGF m <sup>2</sup>	Anteil %	Vol m <sup>3</sup>	netto Vol. m <sup>3</sup>
Mehrfamilienhaus	Mehrfamilienhaus	373.8	100.0	1168.0	887.7

## Einstellungen des Gebäudes

Volumen brutto:	1168.0 [m <sup>3</sup> ]	Volumen netto:	887.7 [m <sup>3</sup> ]
Nettogrundfläche:	373.8 [m <sup>2</sup> ]	EnEV Bezugsfläche:	373.8 [m <sup>2</sup> ]

charakteristische Gebäudegeometrie (beheizte Gebäude- bz. Versorgungsbereich)

LG:	18.12 [m]	Bg:	10.00 [m]	Geschossanzahl:	2	mittlere Geschosshöhe:	3.00 [m]
-----	-----------	-----	-----------	-----------------	---	------------------------	----------

### normal beheizt

Volumen brutto $V_e$ :	1168.0 [m <sup>3</sup> ]	Hüllfläche A:	568.9 [m <sup>2</sup> ]	A/V:	0.487 [1/m]
Volumen netto V:	887.7 [m <sup>3</sup> ]	Nettogrundfläche NGF:	373.8 [m <sup>2</sup> ]		
Außenwandfläche $A_{AW}$ :	260.7 [m <sup>2</sup> ]	Fensterfläche $A_w$ :	59.7 [m <sup>2</sup> ]	Fensterflächenanteil:	22.91 [%]

### niedrig beheizt

----- nicht vorhanden -----

### unbeheizt

----- nicht vorhanden -----

## Einstellungen der Gebäudezone "Mehrfamilienhaus"

Nettogrundfläche:	373.8 [m <sup>2</sup> ]		
Volumen brutto:	1168.0 [m <sup>3</sup> ]		
Volumen netto:	887.7 [m <sup>3</sup> ]		
Bauart:	leichte Zone	$C_{Wirk}$	50.0 [W/hK]
Wärmebrücken:	berechneter Wert	$càU$	0.0150 [W/m <sup>2</sup> K]

### Konditionierung der Gebäudezone "Mehrfamilienhaus"

statische Systeme:	Zone wird nur beheizt
RLT-Systeme:	Zone hat kein Lüftungssystem
Nutzungstage:	gemäß Profil
reduzierter Betrieb an Nutzungstagen:	Nachtabenkung
reduzierter Betrieb an Nicht-Nutzungstagen::	Temperaturabsenkung

### Nutzungsprofil "Mehrfamilienhaus"

Profil Nr: w2                      Mehrfamilienhaus

Nutzungszeiten	Uhr	von	bis
tägliche Nutzungszeit		7:00	18:00
jährliche Nutzungstage $d_{nutz,a}$	d/a		250
jährliche Nutzungsstunden zur Tagzeit $t_{Tag}$	h/a		2543
jährliche Nutzungsstunden zur Nachtzeit $t_{Nacht}$	h/a		207
tägliche Betriebszeit RLT und Kühlung	h/d		13.0
jährliche Betriebsstage für jeweils RLT und Kühlung und Heizung $d_{op,a}$	d/a		250
tägliche Betriebszeit Heizung	h/d		13.0
<b>Raumkonditionen (sofern Konditionierung vorgesehen)</b>			
Raum-Solltemperatur Heizung $\vartheta_{i,h,soll}$	°C		21.0
Raum-Solltemperatur Kühlung $\vartheta_{i,c,soll}$	°C		24.0
Minimaltemperatur Auslegung Heizung $\vartheta_{i,h,min}$	°C		20.0
Maximaltemperatur Auslegung Kühlung $\vartheta_{i,c,max}$	°C		26.0
Temperaturabsenkung reduzierter Betrieb $\Delta\vartheta_{i,NA}$	K		4.0
Feuchteanforderung	-		hohe Toleranz
<b>interne Wärmequellen</b>			
Personen $q_{l,p}$	Wh/(m <sup>2</sup> d)		30.0
Arbeitshilfen $q_{l,fac}$	Wh/(m <sup>2</sup> d)		42.0
Wärmezufuhr je Tag ( $q_{l,p+ac}$ )	Wh/(m <sup>2</sup> d)		72.0

### Luftwechseleinstellungen der Gebäudezone "Mehrfamilienhaus"

Verbindung zur Außenluft:	mit Fenstern und Durchlässen
Außenluftdurchlässe (ALD):	nein
Windabschirmklasse:	mittlere Abschirmung
	Es sind mehrere Fassaden der Zone dem Wind ausgesetzt.
Gebäudedichtheit:	keine Dichtheitsprüfung für zu errichtende Gebäude

## Warmwassereinstellungen der Gebäudezone "Mehrfamilienhaus"

Der Warmwasserbedarf nach DIN 18599-10  $q_{w,b} = 12.22 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$   
 bei 4 Wohneinheiten und einer Nettogrundfläche pro Wohneinheit von  $\text{ANGF}_{\text{WE,m}} 85.7 \text{ m}^2$ .

## Wärmebrücken detailliert

Die Wärmebrücken wurden separat nachgewiesen. Der Wärmebrückenaufschlag beträgt  $8.319 \text{ W/K}$  ( $0.0146 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$ )

**Gesamt-Wärmebrückenverlust pro Jahr  $Q_{wb} = 689 \text{ kWh/a}$**

## Begrenzung der Leitungsverluste

Die Wärmeabgabe der Wärme- und Warmwasserverteilungsleitungen ist gem. § 69 u.70 i.V.m.Anlage 8 des GEG wie folgt zu begrenzen:

Zeile	Art der Leitungen/Armaturen	Mindestdicke der Dämmschicht, bezogen auf eine Wärmeleitfähigkeit von $0,035 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
aa	Innendurchmesser bis 22 mm	20 mm
bb	Innendurchmesser über 22 mm bis 35 mm	30 mm
cc	Innendurchmesser über 35 mm bis 100 mm	gleich Innendurchmesser
dd	Innendurchmesser über 100 mm	100 mm
ee	Leitungen und Armaturen nach den Zeilen aa bis ee in Wand- und Deckendurchbrüchen, im Kreuzungsbereich von Leitungen, an Leitungsverbindungsstellen, bei zentralen Leitungsnetzverteilern	1/2 der Anforderungen der Zeilen aa bis dd
ff	Leitungen von Zentralheizungen nach den Zeilen aa bis ee, die nach dem 31.Januar 2002 in Bauteilen zwischen beheizten Räumen verschiedener Nutzer verlegt werden.	1/2 der Anforderungen der Zeilen aa bis dd
gg	Leitungen nach Zeile ff im Fußbodenaufbau	6 mm
hh	Soweit in den Fällen des §60 Wärme- und Warwasserleitungen an die Aussenluft Grenzen	Doppelte Anforderungen der Zeilen aa bis dd
2	Kälteverteilungs- und Kaltwasserleitungen sowie Armaturen von Raumlufttechnik- und Klimakältesystemen nach §70	6 mm

Liegen die Wärmeverteilungsleitungen in oder zwischen beheizten Räumen, so ist im Fall §69 aa bis dd nicht anzuwenden falls ihre Wärmeabgabe durch frei liegende Absperrreinrichtungen beeinflusst werden kann.  
 Es bestehen im Fall §69 auch keine Anforderungen an Warmwasserleitungen mit einem Wasserinhalt bis 3 Liter die weder in den Zirkulationskreislauf noch mit einer elektrischen Begleitheizung ausgestattet sind (Stichleitungen) und sich in beheizten Räumen befinden.

## Anlagentechnik

### Wärmeerzeuger

#### Wärmepumpe 1:

Baujahr: 2023  
zugeordnete Zone: Mehrfamilienhaus  
Heizungstyp: Wärmepumpe  
Energieträger: Strom-Mix  
 Standard Randbedingungen für Kennwerte

Temperaturen  
Vorlauf: 35 °C  
Rücklauf: 28 °C

Allgemeine Daten  
Antrieb der WP: Elektrisch  
Medium Quelle-/Senke-seite: Luft-Wasser  
zurückgewonnener Anteil des Brennstoffs : 0.00 -

#### Bivalenz

integrierter Zusatzheizer Heizung  
 integrierter Zusatzheizer Warmwasser  
 bivalenter Betrieb Heizung  
 bivalenter Betrieb Warmwasser  
Art des bivalenten Betriebs: Parallel  
Bivalenzaußentemperatur: -7 °C  
Einsatzgrenzaußentemperatur der WP: -10 °C

#### Verteilssystem

Art des Verteilsystems: Flächenheizung  
Eigenschaft Flächenheizung: schwer  
Abstand der Rohre: 15 cm  
Heizgrenztemperatur: 12 °C

#### Wärmequelle (Luft)

Luftquelle: Außenluft  
 WRG vor Abluftwärmepumpe geschaltet  
 Erdreichzuluftübertrager vorhanden  
Wirkungsgrad WRG: 0 %

#### Hilfsenergien

Leistungsbedarf Primärkreis: 0.00 kW  
Volumenstrom Primärkreis: 35.0 m³/h  
Druckabfall Primärseite: 40.0 kPa  
Leistungsbedarf Sekundärkreis: 0.14 kW  
Volumenstrom Sekundärkreis: 15.0 m³/h  
Druckabfall Sekundärseite: 10.0 kPa  
Nennleistung: 8.1 kW

### Wärmeübergabesysteme

#### Flächenheizung 1:

zugeordnete Zone: Mehrfamilienhaus  
Radiatortyp: Flächenheizung  
Wärmeträgermedium: Wasser  
Art der Dämmung: doppelte Mindestdämmung  
Regelung: Zweipunktregler  
Systemart: Fußbodenheizung Nasssystem  
Anzahl Antriebe elektronische Regelung: 0 -  
Standard Leistung Regelung: 0.1 W  
Anzahl Ventilatoren und Gebläse: 0 -  
Standard Leistung Ventilatoren /Gebl.: 10.0 W  
Anzahl zusätzlicher Pumpen: 0 -  
Standard Leistung zusätzlicher Pumpen: 0.0 W  
Deckungsanteil: 100%

### Wasseranschlüsse

#### Zapfstelle 1:

zugeordnete Zone: Mehrfamilienhaus

## Pumpen

### Pumpe 1:

Pumpenauslegung: bedarfsausgelegt

Pumpenregelung: geregelt

Wasserinhalt des Erzeugers < 150ml / kW

intermittierende Betriebsweise

Dimensionierung Pumpe: 9.55 W

Differenzdruck WE: 0.00 kPa

Korrekturfaktor für Absenkung: 0.00

### Pumpe 2:

Pumpenauslegung: bedarfsausgelegt

Pumpenregelung: delta\_p = variabel

Überstromventil vorhanden

Überströmung: 0.000

Hydraulischer Abgleich: maximal 8 Heizkörper

Wasserinhalt des Erzeugers < 150ml / kW

intermittierende Betriebsweise

Dimensionierung Pumpe: 54.4 W

Differenzdruck WE: 1.00 kPa

Korrekturfaktor für Absenkung: 0.60

Wärmemengenzähler

Strangarmaturen (Differenzdruckregler)

## Speicher

### TWW-Speicher 1:

Baujahr: 2023

zugeordnete Zone: Mehrfamilienhaus

Speichertype: indirekt beheizter TWW-Speicher

Randbedingungen

Bereitschaftswärmeverlust: 2.12 kWh/d

Speichernenninhalt: 231.69 l

Umwälzpumpe erforderlich

Nennleistungsaufnahme der Pumpe: 0.00 W

Speicher ist integriert in Wärmepumpe

### Pufferspeicher 1:

Baujahr: 2023

zugeordnete Zone: Mehrfamilienhaus

Speichertype: Pufferspeicher(Heizung)

Randbedingungen

Bereitschaftswärmeverlust: 2.61 kWh/d

Speichernenninhalt: 248.09 l

Umwälzpumpe erforderlich

Nennleistungsaufnahme der Pumpe: 50.28 W

Speicher ist integriert in Wärmepumpe

## Verteilkreise

### Kreis 1: Warmwasserkreis

Der Kreis verbindet folgende Elemente:

Speicher: TWW-Speicher 1

Wasserhahn: Zapfstelle 1

Zone: Mehrfamilienhaus

Leitung: Leitung 2, Type: Trinkwasser

Temperaturabsenkung: nein

Art: Verteilung, U-Wert = 0.20 W/mK, Länge = 50.00 m,

Art: Strang, U-Wert = 0.25 W/mK, Länge = 10.63 m,

Art: Anbindung, U-Wert = 0.25 W/mK, Länge = 10.00 m,

Verlegung gemeinsame Installationswand

### Kreis 2: Heizkreis

Der Kreis verbindet folgende Elemente:

Speicher: Pufferspeicher 1

Radiator: Flächenheizung 1

Zone: Mehrfamilienhaus

Leitung: Leitung 4, Type: Heizwasser

Temperaturabsenkung: nein

Art: Verteilung, U-Wert = 0.20 W/mK, Länge = 30.00 m,

Art: Strang, U-Wert = 0.25 W/mK, Länge = 5.52 m,

## DETAILERGEBNISSE DIN 18599

### Detailergebnisse der Anlagentechnik

Heizung Wärmepumpe 1	Jan. [kWh]	Feb. [kWh]	März [kWh]	April [kWh]	Mai [kWh]	Juni [kWh]	Juli [kWh]	Aug. [kWh]	Sept. [kWh]	Okt. [kWh]	Nov. [kWh]	Dez. [kWh]	Total [kWh]
Nutzenergie	2699.80	2259.79	1708.26	563.66	76.22	0.00	0.00	0.00	126.97	941.15	2155.65	2841.06	13372.56
Endenergie	893.45	730.57	534.55	175.13	25.88	0.00	0.00	0.00	42.62	285.96	666.29	920.31	4274.76
Speicherung	16.01	13.58	11.00	4.58	2.66	0.00	0.00	0.00	2.57	6.81	13.21	16.70	87.12
Verteilung	33.61	28.09	21.73	8.34	1.33	0.00	0.00	0.00	2.21	12.36	26.35	35.11	169.13
Übergabe	295.70	259.82	232.35	108.61	26.88	0.00	0.00	0.00	46.36	186.53	282.14	309.54	1747.92
Wärme/Kälteabg.	3045.13	2561.28	1973.34	685.19	107.09	0.00	0.00	0.00	178.11	1146.85	2477.35	3202.41	15376.74
Regener. Energie	2151.67	1830.71	1438.79	510.06	81.20	0.00	0.00	0.00	135.50	860.89	1811.06	2282.10	11101.98
Hilfse Erzeuger	60.92	50.72	36.96	12.06	1.79	0.00	0.00	0.00	2.95	19.71	46.02	64.39	295.51
Hilfse Übergabe	23.90	20.36	16.91	8.37	1.81	0.00	0.00	0.00	3.02	11.52	20.08	24.93	130.90

Warmwasser Wärmepumpe 1_U...	Jan. [kWh]	Feb. [kWh]	März [kWh]	April [kWh]	Mai [kWh]	Juni [kWh]	Juli [kWh]	Aug. [kWh]	Sept. [kWh]	Okt. [kWh]	Nov. [kWh]	Dez. [kWh]	Total [kWh]
Nutzenergie	355.52	321.11	355.52	344.05	355.52	344.05	355.52	355.52	344.05	355.52	344.05	355.52	4185.92
Endenergie	377.46	338.37	339.75	284.88	256.95	232.93	227.92	230.05	247.38	291.78	335.68	377.78	3540.93
Speicherung	62.76	56.63	62.51	60.20	61.87	59.70	61.53	61.56	59.86	62.18	60.53	62.77	732.12
Verteilung	290.33	261.93	288.92	277.95	285.35	275.18	283.48	283.63	276.07	287.10	279.82	290.37	3380.13
Wärme/Kälteabg.	708.61	639.67	706.95	682.19	702.73	678.93	700.53	700.71	679.97	704.80	684.41	708.66	8298.16
Regener. Energie	331.15	301.30	367.20	397.31	445.78	446.00	472.61	470.66	432.60	413.02	348.73	330.88	4757.23
Hilfse Übergabe	5.35	4.83	5.35	5.18	5.35	5.18	5.35	5.35	5.18	5.35	5.18	5.35	62.99

### Referenzgebäude

Heizung GEG Referenzan...	Jan. [kWh]	Feb. [kWh]	März [kWh]	April [kWh]	Mai [kWh]	Juni [kWh]	Juli [kWh]	Aug. [kWh]	Sept. [kWh]	Okt. [kWh]	Nov. [kWh]	Dez. [kWh]	Total [kWh]
Nutzenergie	2865.89	2394.22	1714.42	534.06	70.47	0.00	0.00	0.00	108.83	862.81	2216.72	3052.32	13819.73
Endenergie	4086.36	3427.03	2513.61	850.54	125.68	0.00	0.00	0.00	195.39	1338.29	3202.69	4340.52	20080.12
Erzeugung	291.16	241.70	171.74	57.69	8.52	0.00	0.00	0.00	13.17	88.67	221.62	310.73	1404.99
Verteilung	669.62	563.38	434.54	173.65	26.14	0.00	0.00	0.00	40.52	245.34	524.33	702.33	3379.85
Übergabe	259.69	227.74	192.92	85.14	20.56	0.00	0.00	0.00	32.87	141.47	240.03	275.13	1475.55
Wärme/Kälteabg.	3795.21	3185.33	2341.87	792.85	117.17	0.00	0.00	0.00	182.22	1249.62	2981.07	4029.79	18675.13
Hilfse Erzeuger	38.32	32.84	27.89	16.53	11.96	10.80	11.16	11.16	11.93	20.02	32.05	39.98	264.64
Hilfse Übergabe	18.67	16.19	14.60	10.04	1.87	0.00	0.00	0.00	2.90	11.59	16.17	19.34	111.36

Warmwasser GEG Referenzan...	Jan. [kWh]	Feb. [kWh]	März [kWh]	April [kWh]	Mai [kWh]	Juni [kWh]	Juli [kWh]	Aug. [kWh]	Sept. [kWh]	Okt. [kWh]	Nov. [kWh]	Dez. [kWh]	Total [kWh]
Nutzenergie	355.52	321.11	355.52	344.05	355.52	344.05	355.52	355.52	344.05	355.52	344.05	355.52	4185.92
Endenergie	632.72	600.17	443.41	26.76	162.18	0.00	245.96	242.55	321.30	361.05	636.40	710.20	4382.70
Erzeugung	3.58	3.56	1.76	0.01	107.69	0.00	131.69	131.78	89.19	1.17	3.74	4.50	478.68
Speicherung	34.71	31.32	34.56	33.27	34.18	32.98	33.98	34.00	33.07	34.37	33.47	34.71	404.62
Verteilung	336.10	303.16	334.23	321.25	329.48	317.58	327.01	327.21	318.76	331.81	323.74	336.15	3906.47
Wärme/Kälteabg.	726.32	655.59	724.31	698.57	719.18	694.61	716.51	716.73	695.88	721.69	701.26	726.38	8497.01
Regener. Energie	97.18	58.98	282.66	671.82	664.70	694.61	602.24	605.96	463.77	361.81	68.59	20.68	4592.99
Hilfse Erzeuger	7.62	6.40	10.71	17.02	26.08	28.17	27.09	27.16	20.93	12.01	6.93	6.34	196.46
Hilfse Speicher	1.83	1.65	1.83	1.76	1.81	1.75	1.81	1.81	1.75	1.82	1.77	1.83	21.42
Hilfse Übergabe	5.70	5.14	5.70	5.51	5.70	5.51	5.70	5.70	5.51	5.70	5.51	5.70	67.06

### Energieverteilung nach Energieträger

Gebäude Strom-Mix	Total [kWh]	Jan. [kWh]	Feb. [kWh]	März [kWh]	April [kWh]	Mai [kWh]	Juni [kWh]	Juli [kWh]	Aug. [kWh]	Sept. [kWh]	Okt. [kWh]	Nov. [kWh]	Dez. [kWh]
Gesamtenergie Referenzgebäude	5654 920	1272 99	1027 86	646 87	0 76	0 74	0 72	0 46	0 46	0 69	383 78	984 88	1341 100
Heizung Referenzgebäude	3882.34 634.95	914.53 83.48	719.10 72.95	407.07 68.98	0.00 52.21	0.00 40.33	0.00 36.44	0.00 11.16	0.00 11.16	0.00 40.47	197.87 58.10	671.37 73.86	972.40 85.81
Warmwasser Referenzgebäude	1771.28 284.94	357.86 15.15	307.86 13.19	238.74 18.23	0.00 24.29	0.00 33.59	0.00 35.43	0.00 34.59	0.00 34.66	0.00 28.20	185.36 19.53	312.46 14.21	369.00 13.87

Gebäude Umweltenergie	Total [kWh]	Jan. [kWh]	Feb. [kWh]	März [kWh]	April [kWh]	Mai [kWh]	Juni [kWh]	Juli [kWh]	Aug. [kWh]	Sept. [kWh]	Okt. [kWh]	Nov. [kWh]	Dez. [kWh]

Gebäude Erzeugter Strom innerhalb Bauwerksgrenzen	Total [kWh]	Jan. [kWh]	Feb. [kWh]	März [kWh]	April [kWh]	Mai [kWh]	Juni [kWh]	Juli [kWh]	Aug. [kWh]	Sept. [kWh]	Okt. [kWh]	Nov. [kWh]	Dez. [kWh]

Gebäude Eingespeist: PV oder Wind	Total [kWh]	Jan. [kWh]	Feb. [kWh]	März [kWh]	April [kWh]	Mai [kWh]	Juni [kWh]	Juli [kWh]	Aug. [kWh]	Sept. [kWh]	Okt. [kWh]	Nov. [kWh]	Dez. [kWh]

Gebäude Eingespeist: KWK	Total [kWh]	Jan. [kWh]	Feb. [kWh]	März [kWh]	April [kWh]	Mai [kWh]	Juni [kWh]	Juli [kWh]	Aug. [kWh]	Sept. [kWh]	Okt. [kWh]	Nov. [kWh]	Dez. [kWh]

### Primärenergie aufgelistet nach Zonen

Mehrfamilien... Primärenergie	Total [kWh]	Jan. [kWh]	Feb. [kWh]	März [kWh]	April [kWh]	Mai [kWh]	Juni [kWh]	Juli [kWh]	Aug. [kWh]	Sept. [kWh]	Okt. [kWh]	Nov. [kWh]	Dez. [kWh]
Gesamtenergie Referenzgebäude	14949 25898	2450 4854	2061 4146	1680 3087	874 1007	525 418	429 129	420 326	424 323	542 636	1106 1824	1932 3963	2507 5185
Heizung Referenzgebäude	7694.56 19899.21	1608.21 4049.55	1315.03 3396.16	962.18 2490.97	315.24 842.88	46.59 124.55	0.00 0.00	0.00 0.00	0.00 0.00	76.71 193.63	514.72 1326.23	1199.31 3173.84	1656.56 4301.42
Warmwasser Referenzgebäude	6373.67 4343.22	679.43 627.02	609.06 594.77	611.54 439.42	512.79 26.52	462.52 160.72	419.27 0.00	410.26 243.74	414.08 240.37	445.28 318.41	525.20 357.79	604.22 630.67	680.00 703.80

Gebäude	Total [kWh]	Jan. [kWh]	Feb. [kWh]	März [kWh]	April [kWh]	Mai [kWh]	Juni [kWh]	Juli [kWh]	Aug. [kWh]	Sept. [kWh]	Okt. [kWh]	Nov. [kWh]	Dez. [kWh]
Primärenergie													
Gesamtenergie	14949	2450	2061	1680	874	525	429	420	424	542	1106	1932	2507
Heizung	8462.11	1760.90	1442.97	1059.15	352.02	53.06	0.00	0.00	0.00	87.45	570.93	1318.29	1817.33
Warmwasser	6487.05	689.05	617.76	621.17	522.11	472.15	428.59	419.89	423.71	454.60	534.83	613.54	689.63

### Endenergie aufgelistet nach Zonen

Mehrfamilien... Endenergie	Total [kWh]	Jan. [kWh]	Feb. [kWh]	März [kWh]	April [kWh]	Mai [kWh]	Juni [kWh]	Juli [kWh]	Aug. [kWh]	Sept. [kWh]	Okt. [kWh]	Nov. [kWh]	Dez. [kWh]
Gesamtenergie Referenzgebäude	24164 29976	3844 4915	3277 4172	2740 3327	1393 1626	819 1026	684 766	706 894	706 894	869 1049	1888 2139	3233 3996	4006 5171
Heizung Referenzgebäude	15376.74 20080.12	3045.13 4086.36	2561.28 3427.03	1973.34 2513.61	685.19 850.54	107.09 125.68	0.00 0.00	0.00 0.00	0.00 0.00	178.11 195.39	1146.85 1338.29	2477.35 3202.69	3202.41 4340.52
Warmwasser Referenzgebäude	8298.16 8975.69	708.61 729.90	639.67 659.15	706.95 726.07	682.19 698.57	702.73 826.87	678.93 694.61	700.53 848.19	700.71 848.51	679.97 785.07	704.80 722.86	684.41 705.00	708.66 730.88

Gebäude Endenergie	Total [kWh]	Jan. [kWh]	Feb. [kWh]	März [kWh]	April [kWh]	Mai [kWh]	Juni [kWh]	Juli [kWh]	Aug. [kWh]	Sept. [kWh]	Okt. [kWh]	Nov. [kWh]	Dez. [kWh]
Gesamtenergie	5654	1272	1027	646	0	0	0	0	0	0	383	984	1341
Heizung	3882.34	914.53	719.10	407.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	197.87	671.37	972.40
Warmwasser	1771.28	357.86	307.86	238.74	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	185.36	312.46	369.00

### Nutzenergie aufgelistet nach Zonen

Mehrfamilien... Nutzenergie	Total [kWh]	Jan. [kWh]	Feb. [kWh]	März [kWh]	April [kWh]	Mai [kWh]	Juni [kWh]	Juli [kWh]	Aug. [kWh]	Sept. [kWh]	Okt. [kWh]	Nov. [kWh]	Dez. [kWh]
Gesamtenergie Referenzgebäude	17558 18006	3055 3221	2581 2715	2064 2070	908 878	432 426	344 344	356 356	356 356	471 453	1297 1218	2500 2561	3197 3408
Heizung Referenzgebäude	13372.56 13819.73	2699.80 2865.89	2259.79 2394.22	1708.26 1714.42	563.66 534.06	76.22 70.47	0.00 0.00	0.00 0.00	0.00 0.00	126.97 108.83	941.15 862.81	2155.65 2216.72	2841.06 3052.32
Warmwasser Referenzgebäude	4185.91 4185.91	355.52 355.52	321.11 321.11	355.52 355.52	344.05 344.05	355.52 355.52	344.05 344.05	355.52 355.52	355.52 355.52	344.05 344.05	355.52 355.52	344.05 344.05	355.52 355.52

Gebäude Nutzenergie	Total [kWh]	Jan. [kWh]	Feb. [kWh]	März [kWh]	April [kWh]	Mai [kWh]	Juni [kWh]	Juli [kWh]	Aug. [kWh]	Sept. [kWh]	Okt. [kWh]	Nov. [kWh]	Dez. [kWh]
Gesamtenergie	17558	3055	2581	2064	908	432	344	356	356	471	1297	2500	3197
Heizung	13372.56	2699.80	2259.79	1708.26	563.66	76.22	0.00	0.00	0.00	126.97	941.15	2155.65	2841.06
Warmwasser	4185.91	355.52	321.11	355.52	344.05	355.52	344.05	355.52	355.52	344.05	355.52	344.05	355.52

## Überprüfung des Mindestwärmeschutz der Bauteile nach DIN 4108-2 2013-02

Bauteil	Flächengewicht kg/m <sup>2</sup>	Innenraumtemp	R m <sup>2</sup> K/W	Grenzwert m <sup>2</sup> K/W	Art	Ergebnis
Außenwand Leicht mit Putzfas.	199.5	normal	5.14	1.20	*1	OK
Außenwand Leicht Gaube	126.7	normal	3.96	1.20	*1	OK
24cm-Sparren Dach Däm24	44.5	normal	7.01	1.75	*8	OK
Oberste Geschossdecke	90.8	normal	6.01	1.75	*8	OK
Flachdach Balkon	56.5	normal	4.77	1.75	*8	OK
Bodenplatte 15cm FbHzg.	756.0	normal	8.10	0.90	*1	OK
Kragdecke 18cm FbHzg.	261.1	normal	7.51	1.75	*1	OK

Art der Berechnung: nach DIN 4108-2:2013-02:

\*1 Tabelle 3, normale Bauteile >=100kg/m<sup>2</sup>

\*8 Gefachbauteil mit weniger als 100 kg Flächengewicht

## Sommerlicher Wärmeschutz nach DIN 4108-2 2013-02

Solarzone : sommerheiß (Grenzwert Innentemperatur 27°C)

Ebene: Obergeschoss	Grundfläche Ag:	29.63 qm	
Raum: <b>Wohnen/Essen</b>	Fensterfläche Aw:	7.60 qm	
	Bauart:	leicht	
	Nachtlüftung:	ohne	
Fensterflächenanteil fwG: 25.7 %	Überprüfung ab 10.0 % erforderlich.		
<b>Sonneneintragskennwert S: 0.045</b>	<b>S<sub>max</sub>: 0.072</b>	<b>Anforderung ist erfüllt</b>	

Fenster: "FENSTER" -- Fenster U=0,87 g=0,58  
 BauteilNr: 2.4 Kurzbezeichnung: AwSüd Energiedurchlassgrad: 58.00 %  
 Fläche: 7.60 qm feststehender Sonnenschutz außenliegend: Jalousien, Rollläden 3/4 geschlossen, Fensterläden  
 Orientierung: S

## Zwischenergebnisse sommerlicher Wärmeschutz nach DIN 4108-2 2013-02

Raum	AG m <sup>2</sup>	Aw m <sup>2</sup>	g	Fc	Fs	Bauart	Nacht Lüft.	S1	fwG %	S2	S3 g <sub>tot</sub> <=0.4	f <sub>neig</sub>	S4	f <sub>nord</sub>	S5	S6	S	S <sub>max</sub>	OK?
Wohnen/Essen	29.6	7.6	0.58	0.30	1.00	leicht	ohne	0.041	25.7	0.001	0.030	---	---	---	---	---	0.045	0.072	OK

OK\*=der Fensterflächenanteil ist so klein, daß auf eine Überprüfung verzichtet werden kann

AG=netto Raumgrundfläche Aw=brutto Fensterfläche g=Energiedurchlassgrad der Verglasung Fc=Multiplikator für Verschattungseinrichtung (--- keine vorhanden)

Bauart=leicht,mittel,schwer Nachtlüftung=ohne, erhöhte Nachtlüftung mit n>=2/h, hohe Nachtlüftung mit n>=5/h S1=Tabellenwert Bauart,Nachtlüftung,Klimaregion

fwG=Fensterflächenanteil bezogen auf die Raumgrundfläche S2 = aus grundflächenbezogener Fensterflächenanteil S3 g<sub>tot</sub><=0.4=Bonus für Sonnenschutzverglasung oder

feststehende Verschattung f<sub>neig</sub>=Mallus geneigte Fenster <60° S4=-0,035\*f<sub>neig</sub> f<sub>nord</sub>=Bonus Nordfenster S5=+0,10\*f<sub>nord</sub> S6=passive Kühlung

S=berechneter Sonneneintragskennwert S<sub>max</sub>=maximal zulässiger Sonneneintragskennwert

## Dampfdiffusionsnachweis

Bauteil	Fall	Tauw. kg/m <sup>2</sup>	Verd. kg/m <sup>2</sup>	Rest kg/m <sup>2</sup>	Schicht	OK
Außenwand Leicht mit Putzfas.	A 1	----	----	----	----	OK
Balkenbereich	A 1	----	----	----	----	OK
Außenwand Leicht Gaube	A 1	----	----	----	----	OK
Balkenbereich	A 1	----	----	----	----	OK
24cm-Sparren Dach Däm24	A 3	----	----	----	----	OK
Balkenbereich	A 3	----	----	----	----	OK
Oberste Geschossdecke	A 3	----	----	----	----	OK
Balkenbereich	A 3	----	----	----	----	OK
Flachdach Balkon	B 3	0.022	0.070	----	6/7	OK
Balkenbereich	B 3	0.018	0.065	----	7/8	OK
Kragdecke 18cm FbHzg.	A 1	----	----	----	----	OK
Balkenbereich	A 1	----	----	----	----	OK

### Randbedingungen der Dampfdiffusionsberechnung

R-Type	°C warm	°C kalt	% warm	% kalt	Stunden	°C Dach
Type 1 normale Außenwand						
Tauperiode	20	-5	50	80	2160	
Verdunstungsperiode	12	12	70	70	2160	
Type 3 Dach/Decke gegen Außenluft						
Tauperiode	20	-5	50	80	2160	
Verdunstungsperiode	12	12	70	70	2160	20

## Bauteilverwendung und Flächenberechnung

### Bauteile der Bauteilart: Wand

BAUTEIL 1.1	:	Außenwand Leicht mit Putzfas.
Kategorie	:	Aussenwand Leichtbau

R<sub>si</sub> : 0.13 m<sup>2</sup>K/W  
 R<sub>se</sub> : 0.04 m<sup>2</sup>K/W  
 Einsatzart : normale Außenwand beheizter Räume  
 Strahlungsabsorptionsgrad α : 0.50 heller Anstrich (öffentlich rechtlich)  
 Emissionsgrad ε : 0.80  
 Kurzbez. : AwOst  
 Zone : Mehrfamilienhaus  
 Transmissions-Gewichtungsfaktor: 1.00 (Temperatur-Reduktionsfaktor)

Der Schichtaufbau besitzt einen Feld- und Balkenbereich

Flächenanteilsberechnung des Feldes in %:

$$54,4 \cdot 100 / 60,5 = 89,9$$

$$= 0,0$$

$$\text{Feldanteil} = 89,9 \%$$

ges.U-Wert = 0.108 W/m<sup>2</sup>K      Feld U-Wert: 0.095 W/m<sup>2</sup>K ( 89.9% )      Balken U-Wert: 0.188 W/m<sup>2</sup>K ( 10.1% )

Flächengewicht : 199.5 kg/m<sup>2</sup>  
 Bauteilorientierung  
 Neigung : 90.0° senkrecht  
 Richtung : ==> 90.0° Osten

Flächenberechnung: m<sup>2</sup>

Breite 12,88 \* 1 \* Geschosshöhe 3.00 = 38.6

Breite 18.12 \* 1 \* Geschosshöhe 3.00 = 54.4

Giebel 25,88 = 25.9

Brutto-Bauteilfläche = 118.9

zugeordnete Fenster	Firma	Type	W/m <sup>2</sup> K	m <sup>2</sup>
"FENSTER"		Fenster U=0,87 g=0,58	0.870	13.7
"FENSTER"		Fenster U=0,87 g=0,58	0.870	5.3
		Fensterfläche =		19.0
		Netto-Bauteilfläche m <sup>2</sup> =		99.9

BAUTEIL 2.1	: "FENSTER"
Glastype	: Fenster U=0,87 g=0,58

U-Wert Fenster : 0.87 W/m²K inklusiv Rahmen (Herstellerangabe)  
 Energiedurchlassgrad : 58.0 %  
 Lichtdurchlassgrad  $\tau_{D65}$  : 71.0 %  
 Berechnungsmethode Fertighaus: solare Gewinne werden immer über die Ost/West-Richtung ermittelt

Vorhangfassade : nein

Verschattungswinkel	:		Verbauungswinkel: 0°	Überhangwinkel: 0°	Seitenwinkel: 0°
Verschattungsfaktoren	:	F <sub>s</sub> 0.900	F <sub>h</sub> 1.000	F <sub>o</sub> 1.000	F <sub>r</sub> 1.000
Rahmenverschattung	:	F <sub>F</sub> 0.700			
Sonnenschutzverschattung	:	F <sub>c</sub> 1.000			

Bruttofläche								
Breite :	2.58 m	Höhe :	2.29 m	Anzahl :	1 Stück	==>	5.91 m²	
Breite :	0.76 m	Höhe :	2.29 m	Anzahl :	2 Stück	==>	3.48 m²	
Breite :	0.60 m	Höhe :	1.35 m	Anzahl :	4 Stück	==>	3.24 m²	
Breite :	0.76 m	Höhe :	1.35 m	Anzahl :	1 Stück	==>	1.03 m²	
							Gesamtfensterfläche:	13.65 m²

BAUTEIL 2.2	: "FENSTER"
Glastype	: Fenster U=0,87 g=0,58

U-Wert Fenster : 0.87 W/m²K inklusiv Rahmen (Herstellerangabe)  
 Energiedurchlassgrad : 58.0 %  
 Lichtdurchlassgrad  $\tau_{D65}$  : 71.0 %  
 Berechnungsmethode Fertighaus: solare Gewinne werden immer über die Ost/West-Richtung ermittelt

Vorhangfassade : nein

Verschattungswinkel	:		Verbauungswinkel: 0°	Überhangwinkel: 0°	Seitenwinkel: 0°
Verschattungsfaktoren	:	F <sub>s</sub> 0.900	F <sub>h</sub> 1.000	F <sub>o</sub> 1.000	F <sub>r</sub> 1.000
Rahmenverschattung	:	F <sub>F</sub> 0.700			
Sonnenschutzverschattung	:	F <sub>c</sub> 1.000			

Bruttofläche								
Breite :	0.56 m	Höhe :	1.35 m	Anzahl :	1 Stück	==>	0.76 m²	
Breite :	0.76 m	Höhe :	2.24 m	Anzahl :	2 Stück	==>	3.40 m²	
Breite :	0.44 m	Höhe :	1.35 m	Anzahl :	2 Stück	==>	1.19 m²	
							Gesamtfensterfläche:	5.35 m²

BAUTEIL 1.2	: Außenwand Leicht Gaube
Kategorie	: Aussenwand Leichtbau

R<sub>si</sub> : 0.13 m²K/W  
 R<sub>se</sub> : 0.04 m²K/W  
 Einsatzart : normale Außenwand beheizter Räume  
 Strahlungsabsorptionsgrad  $\alpha$  : 0.50 heller Anstrich (öffentlich rechtlich)  
 Emissionsgrad  $\epsilon$  : 0.80  
 Kurzbez. : AwGaube  
 Zone : Mehrfamilienhaus  
 Transmissions-Gewichtungsfaktor: 1.00 (Temperatur-Reduktionsfaktor)

Der Schichtaufbau besitzt einen Feld- und Balkenbereich

Flächenanteilsberechnung des Feldes in %:

54,4*100/60,5	=	89.9
	=	0.0
	Feldanteil =	89.9 %

ges.U-Wert = 0.174 W/m²K      Feld U-Wert: 0.161 W/m²K ( 89.9% )      Balken U-Wert: 0.242 W/m²K ( 10.1% )

Flächengewicht : 126.7 kg/m²  
 Bauteilorientierung  
 Neigung : 90.0° senkrecht  
 Richtung : ==> 90.0° Osten

Flächenberechnung:		m²
5	=	5.0
	Fläche =	5.0

BAUTEIL 1.3	:	Außenwand Leicht Gaube
Kategorie	:	Aussenwand Leichtbau

R<sub>si</sub> : 0.13 m<sup>2</sup>K/W  
 R<sub>se</sub> : 0.04 m<sup>2</sup>K/W  
 Einsatzart : normale Außenwand beheizter Räume  
 Strahlungsabsorptionsgrad α : 0.50 heller Anstrich (öffentlich rechtlich)  
 Emissionsgrad ε : 0.80  
 Kurzbez. : AwGaube2  
 Zone : Mehrfamilienhaus  
 Transmissions-Gewichtungsfaktor: 1.00 (Temperatur-Reduktionsfaktor)

Der Schichtaufbau besitzt einen Feld- und Balkenbereich

Flächenanteilsberechnung des Feldes in %:

54,4\*100/60,5 = 89.9  
 = 0.0  
 Feldanteil = 89.9 %

ges.U-Wert = 0.174 W/m<sup>2</sup>K      Feld U-Wert: 0.161 W/m<sup>2</sup>K ( 89.9% )      Balken U-Wert: 0.242 W/m<sup>2</sup>K ( 10.1% )

Flächengewicht : 126.7 kg/m<sup>2</sup>  
 Bauteilorientierung  
 Neigung : 90.0° senkrecht  
 Richtung : ==> -90.0° Westen

Flächenberechnung: m<sup>2</sup>  
 5 = 5.0  
 Fläche = 5.0

BAUTEIL 1.4	:	Außenwand Leicht mit Putzfas.
Kategorie	:	Aussenwand Leichtbau

R<sub>si</sub> : 0.13 m<sup>2</sup>K/W  
 R<sub>se</sub> : 0.04 m<sup>2</sup>K/W  
 Einsatzart : normale Außenwand beheizter Räume  
 Strahlungsabsorptionsgrad α : 0.50 heller Anstrich (öffentlich rechtlich)  
 Emissionsgrad ε : 0.80  
 Kurzbez. : AwNord  
 Zone : Mehrfamilienhaus  
 Transmissions-Gewichtungsfaktor: 1.00 (Temperatur-Reduktionsfaktor)

Der Schichtaufbau besitzt einen Feld- und Balkenbereich

Flächenanteilsberechnung des Feldes in %:

54,4\*100/60,5 = 89.9  
 = 0.0  
 Feldanteil = 89.9 %

ges.U-Wert = 0.108 W/m<sup>2</sup>K      Feld U-Wert: 0.095 W/m<sup>2</sup>K ( 89.9% )      Balken U-Wert: 0.188 W/m<sup>2</sup>K ( 10.1% )

Flächengewicht : 199.5 kg/m<sup>2</sup>  
 Bauteilorientierung  
 Neigung : 90.0° senkrecht  
 Richtung : ==> 0.0° Norden

Flächenberechnung: m<sup>2</sup>

Länge 8.00 \* 1 \* Geschosshöhe 3.00 = 24.0  
 Länge 10.00 \* 1 \* Geschosshöhe 3.00 = 30.0  
 Länge 2,54 \* 3,00 + 0,70 \* 0,90 \* 2 = 8.9  
 Brutto-Bauteilfläche = 62.9

zugeordnete Fenster  
 Firma      Type      W/m<sup>2</sup>K      m<sup>2</sup>  
 "FENSTER"      Fenster U=0,87 g=0,58      0.870      24.0  
 Fensterfläche = 24.0  
 Netto-Bauteilfläche m<sup>2</sup> = 38.9

BAUTEIL 2.3	: "FENSTER"
Glastype	: Fenster U=0,87 g=0,58

U-Wert Fenster : 0.87 W/m²K inklusiv Rahmen (Herstellerangabe)  
 Energiedurchlassgrad : 58.0 %  
 Lichtdurchlassgrad  $\tau_{D65}$  : 71.0 %  
 Berechnungsmethode Fertighaus: solare Gewinne werden immer über die Ost/West-Richtung ermittelt

Vorhangfassade : nein

Verschattungswinkel	:		Verbauungswinkel: 0°	Überhangwinkel: 0°	Seitenwinkel: 0°
Verschattungsfaktoren	:	Fs 0.900	F <sub>h</sub> 1.000	F <sub>o</sub> 1.000	F <sub>f</sub> 1.000
Rahmenverschattung	:	F <sub>F</sub> 0.700			
Sonnenschutzverschattung	:	F <sub>C</sub> 1.000			

Bruttofläche								
Breite :	0.76 m	Höhe :	1.35 m	Anzahl :	2 Stück	==>	2.05 m²	
Breite :	0.76 m	Höhe :	2.29 m	Anzahl :	8 Stück	==>	13.92 m²	
Breite :	3.00 m	Höhe :	2.24 m	Anzahl :	1 Stück	==>	6.72 m²	
Breite :	0.70 m	Höhe :	0.90 m	Anzahl :	2 Stück	==>	1.26 m²	
							Gesamtfensterfläche:	23.96 m²

BAUTEIL 1.5	:	Außenwand Leicht mit Putzfas.
Kategorie	:	Aussenwand Leichtbau

R<sub>si</sub> : 0.13 m²K/W  
 R<sub>se</sub> : 0.04 m²K/W  
 Einsatzart : normale Außenwand beheizter Räume  
 Strahlungsabsorptionsgrad  $\alpha$  : 0.50 heller Anstrich (öffentlich rechtlich)  
 Emissionsgrad  $\epsilon$  : 0.80  
 Kurzbez. : AwSüd  
 Zone : Mehrfamilienhaus  
 Transmissions-Gewichtungsfaktor: 1.00 (Temperatur-Reduktionsfaktor)

Der Schichtaufbau besitzt einen Feld- und Balkenbereich

Flächenanteilsberechnung des Feldes in %:

54,4*100/60,5	=	89.9
	=	0.0
	Feldanteil =	89.9 %

ges.U-Wert = 0.108 W/m²K	Feld U-Wert: 0.095 W/m²K ( 89.9% )	Balken U-Wert: 0.188 W/m²K ( 10.1% )
Flächengewicht : 199.5 kg/m²		
Bauteilorientierung		
Neigung : 90.0° senkrecht		
Richtung : ==> 180.0° Süden		

Flächenberechnung: m²

Länge 8.00 * 1 * Geschosshöhe 3.00	=	24.0
Länge 10.00 * 1 * Geschosshöhe 3.00	=	30.0
14,97	=	15.0
	Brutto-Bauteilfläche =	69.0

zugeordnete Fenster			
Firma	Type	W/m²K	m²
"FENSTER"	Fenster U=0,87 g=0,58	0.870	13.4
"TÜREN"	Haustür ohne Fenster 1,1	1.100	3.4
	Fensterfläche =		16.8
	Netto-Bauteilfläche m² =		52.2



BAUTEIL 3.2	:	24cm-Sparren Dach Däm24
Kategorie	:	Dach Wohngebäude

Rsi : 0.10 m<sup>2</sup>K/W  
 Rse : 0.04 m<sup>2</sup>K/W  
 Einsatzart : Dach/Decke gegen Außenluft  
 Strahlungsabsorptionsgrad  $\alpha$  : 0.50 ziegelrot (öffentlich rechtlich)  
 Emissionsgrad  $\epsilon$  : 0.80  
 Kurzbez. : DaSüd  
 Zone : Mehrfamilienhaus  
 Transmissions-Gewichtungsfaktor: 1.00 (Temperatur-Reduktionsfaktor)

Der Schichtaufbau besitzt einen Feld- und Balkenbereich

Flächenanteilsberechnung des Feldes in %:

90 = 90.0  
 = 0.0  
 Feldanteil = 90.0 %

ges.U-Wert = 0.174 W/m<sup>2</sup>K      Feld U-Wert: 0.140 W/m<sup>2</sup>K ( 90.0% )      Balken U-Wert: 0.468 W/m<sup>2</sup>K ( 10.0% )

Flächengewicht : 44.5 kg/m<sup>2</sup>  
 Bauteilorientierung  
 Neigung : 35.0°  
 Richtung : ==> 180.0° Süden

Flächenberechnung:

3,00\*3,015 = m<sup>2</sup>  
 = 9.0  
 Fläche = 9.0

BAUTEIL 3.3	:	24cm-Sparren Dach Däm24
Kategorie	:	Dach Wohngebäude

Rsi : 0.10 m<sup>2</sup>K/W  
 Rse : 0.04 m<sup>2</sup>K/W  
 Einsatzart : Dach/Decke gegen Außenluft  
 Strahlungsabsorptionsgrad  $\alpha$  : 0.50 ziegelrot (öffentlich rechtlich)  
 Emissionsgrad  $\epsilon$  : 0.80  
 Kurzbez. : DaWest  
 Zone : Mehrfamilienhaus  
 Transmissions-Gewichtungsfaktor: 1.00 (Temperatur-Reduktionsfaktor)

Der Schichtaufbau besitzt einen Feld- und Balkenbereich

Flächenanteilsberechnung des Feldes in %:

90 = 90.0  
 = 0.0  
 Feldanteil = 90.0 %

ges.U-Wert = 0.174 W/m<sup>2</sup>K      Feld U-Wert: 0.140 W/m<sup>2</sup>K ( 90.0% )      Balken U-Wert: 0.468 W/m<sup>2</sup>K ( 10.0% )

Flächengewicht : 44.5 kg/m<sup>2</sup>  
 Bauteilorientierung  
 Neigung : 32.0°  
 Richtung : ==> -90.0° Westen

Flächenberechnung:

4,20\*5,24 = m<sup>2</sup>  
 = 22.0  
 Fläche = 22.0

BAUTEIL 3.4	:	24cm-Sparren Dach Däm24
Kategorie	:	Dach Wohngebäude

R<sub>si</sub> : 0.10 m<sup>2</sup>K/W  
 R<sub>se</sub> : 0.04 m<sup>2</sup>K/W  
 Einsatzart : Dach/Decke gegen Außenluft  
 Strahlungsabsorptionsgrad α : 0.50 ziegelrot (öffentlich rechtlich)  
 Emissionsgrad ε : 0.80  
 Kurzbez. : DaOst  
 Zone : Mehrfamilienhaus  
 Transmissions-Gewichtungsfaktor: 1.00 (Temperatur-Reduktionsfaktor)

Der Schichtaufbau besitzt einen Feld- und Balkenbereich

Flächenanteilsberechnung des Feldes in %:

90 = 90.0  
 = 0.0  
 Feldanteil = 90.0 %

ges.U-Wert = 0.174 W/m<sup>2</sup>K      Feld U-Wert: 0.140 W/m<sup>2</sup>K ( 90.0% )      Balken U-Wert: 0.468 W/m<sup>2</sup>K ( 10.0% )

Flächengewicht : 44.5 kg/m<sup>2</sup>  
 Bauteilorientierung  
 Neigung : 32.0°  
 Richtung : ==> 90.0° Osten

Flächenberechnung:

4,20\*5,24 = m<sup>2</sup>  
 = 22.0  
 Fläche = 22.0

BAUTEIL 3.5	:	Oberste Geschossdecke
Kategorie	:	Dach Wohngebäude

R<sub>si</sub> : 0.10 m<sup>2</sup>K/W  
 R<sub>se</sub> : 0.10 m<sup>2</sup>K/W  
 Einsatzart : Decke gegen Dachgeschoß kalt  
 Kurzbez. : Decke  
 Zone : Mehrfamilienhaus  
 Transmissions-Gewichtungsfaktor: 0.80 (Temperatur-Reduktionsfaktor)

Der Schichtaufbau besitzt einen Feld- und Balkenbereich

Flächenanteilsberechnung des Feldes in %:

86 = 86.0  
 = 0.0  
 Feldanteil = 86.0 %

ges.U-Wert = 0.212 W/m<sup>2</sup>K      Feld U-Wert: 0.161 W/m<sup>2</sup>K ( 86.0% )      Balken U-Wert: 0.493 W/m<sup>2</sup>K ( 14.0% )

Flächengewicht : 90.8 kg/m<sup>2</sup>  
 Bauteilorientierung  
 Neigung : 0.0° waagerecht  
 Richtung : ----

Flächenberechnung:

7,55\*10 = m<sup>2</sup>  
 = 75.5  
 Brutto-Bauteilfläche = 75.5

zugeordnete Fenster	Type	W/m <sup>2</sup> K	m <sup>2</sup>
Firma		1.800	0.9
"TÜREN"	Bodentreppe		0.9
			Netto-Bauteilfläche m <sup>2</sup> = 74.6

BAUTEIL 2.6	: "TÜREN"
Glastype	: Bodentreppe

U-Wert Fenster : 1.80 W/m²K inklusiv Rahmen  
 Energiedurchlassgrad : 0.0 %  
 Lichtdurchlassgrad  $\tau_{D65}$  : 0.0 %  
 Vorhangfassade : nein

Verschattungswinkel :  
 Verschattungsfaktoren :  $F_s$  0.900  
 Rahmenverschattung :  $F_f$  0.700  
 Sonnenschutzverschattung :  $F_c$  1.000

Verbauungswinkel: 0°  $F_h$  1.000  
 Überhangwinkel: 0°  $F_o$  1.000  
 Seitenwinkel: 0°  $F_r$  1.000

Bruttofläche  
 Breite : 0.76 m Höhe : 1.22 m Anzahl : 1 Stück ==> 0.93 m²  
 Gesamtfensterfläche: 0.93 m²

BAUTEIL 3.6	: Flachdach Balkon
Kategorie	: Dach, Flachdach

R<sub>si</sub> : 0.10 m²K/W  
 R<sub>se</sub> : 0.04 m²K/W  
 Einsatzart : Dach/Decke gegen Außenluft  
 Strahlungsabsorptionsgrad  $\alpha$  : 0.80 dunkle Oberfläche (öffentlich rechtlich)  
 Emissionsgrad  $\epsilon$  : 0.80  
 Kurzbez. : Balkon  
 Zone : Mehrfamilienhaus  
 Transmissions-Gewichtungsfaktor: 1.00 (Temperatur-Reduktionsfaktor)

Der Schichtaufbau besitzt einen Feld- und Balkenbereich

Flächenanteilsberechnung des Feldes in %:  
 80

= 80.0  
 = 0.0  
 Feldanteil = 80.0 %

ges.U-Wert = 0.198 W/m²K Feld U-Wert: 0.204 W/m²K ( 80.0% ) Balken U-Wert: 0.159 W/m²K ( 20.0% )  
 Flächengewicht : 56.5 kg/m²  
 Bauteilorientierung  
 Neigung : 0.0° waagerecht  
 Richtung : ----

Flächenberechnung: m²  
 3,00\*1,445 = 4.3  
 Fläche = 4.3

### Bauteile der Bauteilart: Grundfläche, Kellerdecke

BAUTEIL 4.1	: Bodenplatte 15cm FbHzg.
Kategorie	: Bodenplatte_geplant

R<sub>si</sub> : 0.17 m²K/W  
 R<sub>se</sub> : 0.00 m²K/W  
 Einsatzart : gedämmte Fußböden beheizter Aufenthaltsr. auf dem Erdreich  
 Kurzbez. : Grundfläche  
 Zone : Mehrfamilienhaus  
 Randdämmung : keine  
 B'=A<sub>G</sub>/(0,5P) : 4.9 m  
 Transmissions-Gewichtungsfaktor: 0.80 (Temperatur-Reduktionsfaktor)  
 U-Wert : 0.121 W/m²K  
 Flächengewicht : 756.0 kg/m²  
 Bauteilorientierung  
 Neigung : 0.0° waagerecht  
 Richtung : ----

Flächenberechnung: m²  
 Breite 12,88 \* Länge 8,00 = 103.0  
 Fläche = 103.0

## Bauteile der Bauteilart: Decke gegen Außenluft unten

BAUTEIL 5.1	:	Kragdecke 18cm FbHzg.
Kategorie	:	Bodenplatte_geplant

Rsi : 0.17 m<sup>2</sup>K/W  
 Rse : 0.04 m<sup>2</sup>K/W  
 Einsatzart : Decke gegen Außenluft unten  
 Kurzbez. : FB OG  
 Zone : Mehrfamilienhaus  
 Transmissions-Gewichtungsfaktor: 1.00 (Temperatur-Reduktionsfaktor)

Der Schichtaufbau besitzt einen Feld- und Balkenbereich

Flächenanteilsberechnung des Feldes in %:

90	=	90.0
	=	0.0
	Feldanteil =	90.0 %

ges.U-Wert = 0.086 W/m<sup>2</sup>K      Feld U-Wert: 0.079 W/m<sup>2</sup>K ( 90.0% )      Balken U-Wert: 0.129 W/m<sup>2</sup>K ( 10.0% )

Flächengewicht : 261.1 kg/m<sup>2</sup>  
 Bauteilorientierung  
 Neigung : 0.0° waagrecht  
 Richtung : ----

Flächenberechnung:

		m <sup>2</sup>
10,00*18,12	=	181.2
-(2*2,945+5,24*3,015+3,00*1,50)	=	-26.2
-8*12,88	=	-103.0
Fläche =	=	52.0

## Volumenberechnung des beheizten Gebäudes

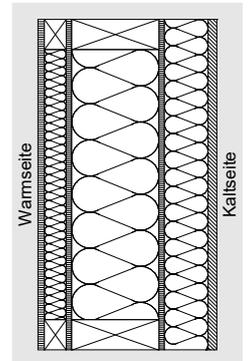
Geschosse: EG Breite 8,00 * Länge 12,88 * Geschosshöhe 3.00	=	309.1 m <sup>3</sup>
Geschosse: OG Breite 10,00 * Länge 18,12 * Geschosshöhe 3.00	=	543.6 m <sup>3</sup>
Abzug: OG Breite -(2,00*2,945+3,015*5,24+3,00*1,50) * Geschosshöhe 3.00	=	-78.6 m <sup>3</sup>
Dach: 25,88*10,00+2,66*3,59+2,66*3,41	=	277.4 m <sup>3</sup>
Dach: 14,97 * 7,78	=	116.5 m <sup>3</sup>

1168.0 m <sup>3</sup>
-----------------------

## Schichtaufbau und U-Werte der verwendeten Bauteile

Außenwand Leicht mit Putzfas.	191.01 m <sup>2</sup>	U-Wert = 0.108 W/m <sup>2</sup> K
-------------------------------	-----------------------	-----------------------------------

Material		Das Bauteil besitzt 2 Schichtbereiche				Diff. - Wid.
		Dichte [kg/m <sup>3</sup> ]	Dicke s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	
Aufbau des Feldbereichs		89.9 %				
Luftübergang Warmseite R <sub>Si</sub> 0.13						
F1	Fermacell-Platte	2000.0	15.00	0.580	0.026	20 / 50
F2	Glaswolle 035	250.0	50.00	0.035	1.429	1
F3	Fermacell-Platte	2000.0	12.50	0.580	0.022	20 / 50
F4	Dampfbremse PE-Folie	1100.0	0.20	0.200	0.001	100000
F5	Glaswolle 035	250.0	200.00	0.035	5.714	1
F6	Fermacell-Platte	2000.0	12.50	0.580	0.022	20 / 50
F7	Polystyrolhartschaum 035	D 120.0	100.00	0.032	3.125	35
F8	Kalkzementputz	D 1800.0	20.00	0.870	0.023	15 / 35
Luftübergang Kaltseite R <sub>Se</sub> 0.04						
Aufbau des Balkenbereichs		10.1 %				
Luftübergang Warmseite R <sub>Si</sub> 0.13						
B1	Fermacell-Platte	2000.0	15.00	0.580	0.026	20 / 50
B2	Holz (Fichte, Kiefer, Tanne)	D 600.0	50.00	0.130	0.385	40
B3	Fermacell-Platte	2000.0	12.50	0.580	0.022	20 / 50
B4	Dampfbremse PE-Folie	1100.0	0.20	0.200	0.001	100000
B5	Fichte, Kiefer, Tanne	D 600.0	200.00	0.130	1.538	40
B6	Fermacell-Platte	2000.0	12.50	0.580	0.022	20 / 50
B7	Polystyrolhartschaum 035	D 120.0	100.00	0.032	3.125	35
B8	Kalkzementputz	D 1800.0	20.00	0.870	0.023	15 / 35
Luftübergang Kaltseite R <sub>Se</sub> 0.04						



## U-Wert-Berechnung inhomogener Bauteile nach DIN EN ISO 6946

Bauteildicke	Feldanteil	Flächengewicht	U-Wert	R <sub>T</sub>	R <sub>T</sub> '	R <sub>T</sub> ''
410.20 mm	89.9 %	199.5 kg/m <sup>2</sup>	0.108 W/m <sup>2</sup> K	9.29 m <sup>2</sup> K/W	9.58 m <sup>2</sup> K/W	9.00 m <sup>2</sup> K/W

## Wärmedurchgangsberechnung Feldbereich

Berechnete Daten:

Wärmedurchlaßwiderstand R	10.36 [m <sup>2</sup> K/W]
Wärmedurchgangswiderstand R <sub>T</sub>	10.65 [m <sup>2</sup> K/W]

Wärmedurchgangskoeffizient U-Wert	0.09 [W/m <sup>2</sup> K]
-----------------------------------	---------------------------

## Entstehung von Oberflächenkondensat Feldbereich

Bei den derzeitigen Randbedingungen beträgt die rel. Luftfeuchte an der Oberfläche Warmseite:

51.9%

Bei gegebener Temperatur von 20.0 °C auf der Warmseite tritt Oberflächenkondensat ab:

96.4 % Raumluftfeuchte auf.

## Wärmedurchgangsberechnung Balkenbereich

Berechnete Daten:

Wärmedurchlaßwiderstand R	5.14 [m <sup>2</sup> K/W]
Wärmedurchgangswiderstand R <sub>T</sub>	5.43 [m <sup>2</sup> K/W]

Wärmedurchgangskoeffizient U-Wert	0.18 [W/m <sup>2</sup> K]
-----------------------------------	---------------------------

## Entstehung von Oberflächenkondensat Balkenbereich

Bei den derzeitigen Randbedingungen beträgt die rel. Luftfeuchte an der Oberfläche Warmseite:

53.7%

Bei gegebener Temperatur von 20.0 °C auf der Warmseite tritt Oberflächenkondensat ab:

93.1 % Raumluftfeuchte auf.

**Überprüfung des Mindestwärmeschutzes nach DIN 4108-2:2013-2 Tabelle 3, normale Bauteile ( $\geq 100\text{kg/m}^2$ ):**

Einsatzart:	normale Außenwand beheizter Räume		
zur Berechnung herangezogenes Flächengewicht	: 199.5	kg/m <sup>2</sup>	
R an der ungünstigsten Stelle	: 5.141	m <sup>2</sup> K/W	(Balkenbereich)
Grenzwert (Mindestwert) für R	: 1.200	m <sup>2</sup> K/W	

die Anforderungen sind nach DIN 4108-2:2013-2 erfüllt

## Randbedingungen der Dampfdiffusion

	Warmseite		Kaltseite
Luftübergang R <sub>si</sub>	0.25 m <sup>2</sup> K/W		
Tauperiode:			
Lufttemperatur	20.0 °C		-5.0 °C
relative Feuchte	50.0 %		80.0 %
Dauer der Tauperiode	2160 Stunden		
Verdunstungsperiode:			
Dampfdruck	1200 Pa		1200 Pa
Dampfdruck Ausfallstelle		1700 Pa	
Dauer der Verdunstungsperiode	2160 Stunden		

das Bauteil wird als Wand berechnet.

## Ergebnis der Dampfdiffusionsberechnung (Feldbereich des Bauteils)

Falluntersuchung nach DIN 4108 ergab: FALL A

Aufbau ist OK. Kein Tauwasserausfall

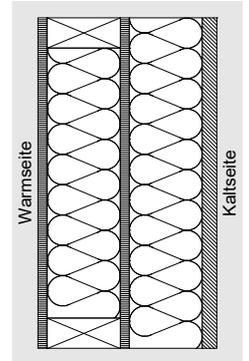
## Ergebnis der Dampfdiffusionsberechnung (Balkenbereich des Bauteils)

Falluntersuchung nach DIN 4108 ergab: FALL A

Aufbau ist OK. Kein Tauwasserausfall

Außenwand Leicht Gaube	10.00 m <sup>2</sup>	U-Wert = 0.174 W/m <sup>2</sup> K
------------------------	----------------------	-----------------------------------

Material		Das Bauteil besitzt 2 Schichtbereiche				Diff. - Wid.
		Dichte [kg/m <sup>3</sup> ]	Dicke s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	
Aufbau des Feldbereichs	89.9 %					
Luftübergang Warmseite R <sub>Si</sub>	0.13					
F1 Fermacell-Platte		2000.0	12.50	0.580	0.022	20 / 50
F2 Dampfbremse PE-Folie		1100.0	0.20	0.200	0.001	100000
F3 Glaswolle 035		250.0	100.00	0.035	2.857	1
F4 Fermacell-Platte		2000.0	12.50	0.580	0.022	20 / 50
F5 Polystyrolhartschaum 035	D	120.0	100.00	0.032	3.125	35
F6 Kalkzementputz	D	1800.0	20.00	0.870	0.023	15 / 35
Luftübergang Kaltseite R <sub>Se</sub>	0.04					
Aufbau des Balkenbereichs	10.1 %					
Luftübergang Warmseite R <sub>Si</sub>	0.13					
B1 Fermacell-Platte		2000.0	12.50	0.580	0.022	20 / 50
B2 Dampfbremse PE-Folie		1100.0	0.20	0.200	0.001	100000
B3 Fichte, Kiefer, Tanne	D	600.0	100.00	0.130	0.769	40
B4 Fermacell-Platte		2000.0	12.50	0.580	0.022	20 / 50
B5 Polystyrolhartschaum 035	D	120.0	100.00	0.032	3.125	35
B6 Kalkzementputz	D	1800.0	20.00	0.870	0.023	15 / 35
Luftübergang Kaltseite R <sub>Se</sub>	0.04					



### U-Wert-Berechnung inhomogener Bauteile nach DIN EN ISO 6946

Bauteildicke	Feldanteil	Flächengewicht	U-Wert	R <sub>T</sub>	R <sub>T'</sub>	R <sub>T''</sub>
245.20 mm	89.9 %	126.7 kg/m <sup>2</sup>	0.174 W/m <sup>2</sup> K	5.76 m <sup>2</sup> K/W	5.92 m <sup>2</sup> K/W	5.61 m <sup>2</sup> K/W

### Wärmedurchgangsberechnung Feldbereich

Berechnete Daten:

Wärmedurchlaßwiderstand R	6.05 [m <sup>2</sup> K/W]
Wärmedurchgangswiderstand R <sub>T</sub>	6.34 [m <sup>2</sup> K/W]

Wärmedurchgangskoeffizient U-Wert	0.16 [W/m <sup>2</sup> K]
-----------------------------------	---------------------------

### Entstehung von Oberflächenkondensat Feldbereich

Bei den derzeitigen Randbedingungen beträgt die rel. Luftfeuchte an der Oberfläche Warmseite: 53.2%

Bei gegebener Temperatur von 20.0 °C auf der Warmseite tritt Oberflächenkondensat ab: 94.1 % Raumluftfeuchte auf.

### Wärmedurchgangsberechnung Balkenbereich

Berechnete Daten:

Wärmedurchlaßwiderstand R	3.96 [m <sup>2</sup> K/W]
Wärmedurchgangswiderstand R <sub>T</sub>	4.25 [m <sup>2</sup> K/W]

Wärmedurchgangskoeffizient U-Wert	0.24 [W/m <sup>2</sup> K]
-----------------------------------	---------------------------

### Entstehung von Oberflächenkondensat Balkenbereich

Bei den derzeitigen Randbedingungen beträgt die rel. Luftfeuchte an der Oberfläche Warmseite: 54.8%

Bei gegebener Temperatur von 20.0 °C auf der Warmseite tritt Oberflächenkondensat ab: 91.3 % Raumluftfeuchte auf.

### Überprüfung des Mindestwärmeschutzes nach DIN 4108-2:2013-2 Tabelle 3, normale Bauteile (>=100kg/m<sup>2</sup>):

Einsatzart:	normale Außenwand beheizter Räume		
zur Berechnung herangezogenes Flächengewicht	: 126.7	kg/m <sup>2</sup>	
R an der ungünstigsten Stelle	: 3.961	m <sup>2</sup> K/W	(Balkenbereich)
Grenzwert (Mindestwert) für R	: 1.200	m <sup>2</sup> K/W	

die Anforderungen sind nach DIN 4108-2:2013-2 erfüllt
---

## Randbedingungen der Dampfdiffusion

	Warmseite		Kaltseite
Luftübergang Rsi	0.25 m <sup>2</sup> K/W		
Tauperiode:			
Lufttemperatur	20.0 °C		-5.0 °C
relative Feuchte	50.0 %		80.0 %
Dauer der Tauperiode	2160 Stunden		
Verdunstungsperiode:			
Dampfdruck	1200 Pa		1200 Pa
Dampfdruck Ausfallstelle		1700 Pa	
Dauer der Verdunstungsperiode	2160 Stunden		

das Bauteil wird als Wand berechnet.

## Ergebnis der Dampfdiffusionsberechnung (Feldbereich des Bauteils)

Falluntersuchung nach DIN 4108 ergab: FALL A

Aufbau ist OK. Kein Tauwasserausfall

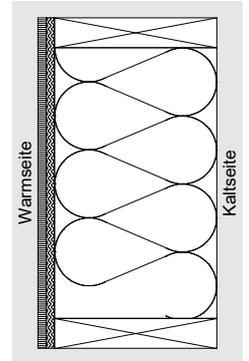
## Ergebnis der Dampfdiffusionsberechnung (Balkenbereich des Bauteils)

Falluntersuchung nach DIN 4108 ergab: FALL A

Aufbau ist OK. Kein Tauwasserausfall

24cm-Sparren Dach Däm24	73.36 m <sup>2</sup>	U-Wert = 0.174 W/m <sup>2</sup> K
-------------------------	----------------------	-----------------------------------

Material		Das Bauteil besitzt 2 Schichtbereiche					Diff. - Wid.
		Dichte [kg/m <sup>3</sup> ]	Dicke s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]		
Aufbau des Feldbereichs		90.0 %					
Luftübergang Warmseite R <sub>Si</sub> 0.10							
F1 Gipskarton DIN 18180	D	900.0	12.50	0.210	0.060	8	
F2 OSB-Platten	D	650.0	12.00	0.130	0.092	30 / 50	
F3 PE-Folie my*s=20m	D	1100.0	0.20	0.300	0.001	100000	
F4 Mineralwolle 035	D	50.0	240.00	0.035	6.857	1	
Luftübergang Kaltseite R <sub>Se</sub> 0.04							
Aufbau des Balkenbereichs		10.0 %					
Luftübergang Warmseite R <sub>Si</sub> 0.10							
B1 Gipskarton DIN 18180	D	900.0	12.50	0.210	0.060	8	
B2 OSB-Platten	D	650.0	12.00	0.130	0.092	30 / 50	
B3 PE-Folie my*s=20m	D	1100.0	0.20	0.300	0.001	100000	
B4 Holz (Fichte,Kiefer,Tanne)	D	600.0	240.00	0.130	1.846	40	
Luftübergang Kaltseite R <sub>Se</sub> 0.04							



### U-Wert-Berechnung inhomogener Bauteile nach DIN EN ISO 6946

Bauteildicke	Feldanteil	Flächengewicht	U-Wert	R <sub>T</sub>	R <sub>T'</sub>	R <sub>T''</sub>
264.70 mm	90.0 %	44.5 kg/m <sup>2</sup>	0.174 W/m <sup>2</sup> K	5.74 m <sup>2</sup> K/W	5.79 m <sup>2</sup> K/W	5.69 m <sup>2</sup> K/W

### Wärmedurchgangsberechnung Feldbereich

Berechnete Daten:	
Wärmedurchlasswiderstand R	7.01 [m <sup>2</sup> K/W]
Wärmedurchgangswiderstand R <sub>T</sub>	7.30 [m <sup>2</sup> K/W]

Wärmedurchgangskoeffizient U-Wert	0.14 [W/m <sup>2</sup> K]
-----------------------------------	---------------------------

### Entstehung von Oberflächenkondensat Feldbereich

Bei den derzeitigen Randbedingungen beträgt die rel. Luftfeuchte an der Oberfläche Warmseite: 52.7%

Bei gegebener Temperatur von 20.0 °C auf der Warmseite tritt Oberflächenkondensat ab: 94.8 % Raumluftfeuchte auf.

### Wärmedurchgangsberechnung Balkenbereich

Berechnete Daten:	
Wärmedurchlasswiderstand R	2.00 [m <sup>2</sup> K/W]
Wärmedurchgangswiderstand R <sub>T</sub>	2.29 [m <sup>2</sup> K/W]

Wärmedurchgangskoeffizient U-Wert	0.44 [W/m <sup>2</sup> K]
-----------------------------------	---------------------------

### Entstehung von Oberflächenkondensat Balkenbereich

Bei den derzeitigen Randbedingungen beträgt die rel. Luftfeuchte an der Oberfläche Warmseite: 59.3%

Bei gegebener Temperatur von 20.0 °C auf der Warmseite tritt Oberflächenkondensat ab: 84.3 % Raumluftfeuchte auf.

### Überprüfung des Mindestwärmeschutzes nach DIN 4108-2:2013-2 leichte Bauteile (<100kg/m<sup>2</sup>):

der Wärmedurchlasswiderstand des Feldbereichs und der mittlere Wärmedurchlasswiderstand wurden überprüft		
zur Berechnung herangezogenes Flächengewicht	: 44.5	kg/m <sup>2</sup>
R an der ungünstigsten Stelle	: 7.010	m <sup>2</sup> K/W (Feldbereich)
Grenzwert (Mindestwert) für R	: 1.750	m <sup>2</sup> K/W
R gesamte Bauteil (Mittelwert)	: 5.599	m <sup>2</sup> K/W
Grenzwert (Mindestwert) für das Gesamtbauteil	: 1.000	m <sup>2</sup> K/W

die Anforderungen sind nach DIN 4108-2:2013-2 erfüllt

## Randbedingungen der Dampfdiffusion

	Warmseite		Kaltseite
Luftübergang Rsi	0.25 m <sup>2</sup> K/W		
Tauperiode:			
Lufttemperatur	20.0 °C		-5.0 °C
relative Feuchte	50.0 %		80.0 %
Dauer der Tauperiode	2160 Stunden		
Verdunstungsperiode:			
Dampfdruck	1200 Pa		1200 Pa
Dampfdruck Ausfallstelle		2000 Pa	
Dauer der Verdunstungsperiode	2160 Stunden		

das Bauteil wird als Dach berechnet.

## Ergebnis der Dampfdiffusionsberechnung (Feldbereich des Bauteils)

Falluntersuchung nach DIN 4108 ergab: FALL A

Aufbau ist OK. Kein Tauwasserausfall

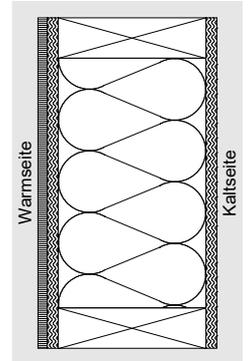
## Ergebnis der Dampfdiffusionsberechnung (Balkenbereich des Bauteils)

Falluntersuchung nach DIN 4108 ergab: FALL A

Aufbau ist OK. Kein Tauwasserausfall

Oberste Geschossdecke	74.57 m <sup>2</sup>	U-Wert = 0.212 W/m <sup>2</sup> K
-----------------------	----------------------	-----------------------------------

Material		Das Bauteil besitzt 2 Schichtbereiche					Diff. - Wid.
		Dichte [kg/m <sup>3</sup> ]	Dicke s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]		
Aufbau des Feldbereichs		86.0 %					
Luftübergang Warmseite R <sub>Si</sub> 0.10							
F1	Gipskarton DIN 18180	D	900.0	12.50	0.210	0.060	8
F2	OSB-Platten	D	650.0	15.00	0.130	0.115	30 / 50
F3	PE-Folie my*s=50m	D	1100.0	0.20	0.300	0.001	250000
F4	Mineralwolle 035	D	250.0	200.00	0.035	5.714	1
F5	OSB-Platten	D	650.0	15.00	0.130	0.115	30 / 50
Luftübergang Kaltseite R <sub>Se</sub> 0.10							
Aufbau des Balkenbereichs		14.0 %					
Luftübergang Warmseite R <sub>Si</sub> 0.10							
B1	Gipskarton DIN 18180	D	900.0	12.50	0.210	0.060	8
B2	OSB-Platten	D	650.0	15.00	0.130	0.115	30 / 50
B3	PE-Folie my*s=50m	D	1100.0	0.20	0.300	0.001	250000
B4	Holz (Fichte, Kiefer, Tanne)	D	600.0	200.00	0.130	1.538	40
B5	OSB-Platten	D	650.0	15.00	0.130	0.115	30 / 50
Luftübergang Kaltseite R <sub>Se</sub> 0.10							



### U-Wert-Berechnung inhomogener Bauteile nach DIN EN ISO 6946

Bauteildicke	Feldanteil	Flächengewicht	U-Wert	R <sub>T</sub>	R <sub>T</sub> '	R <sub>T</sub> ''
242.70 mm	86.0 %	90.8 kg/m <sup>2</sup>	0.212 W/m <sup>2</sup> K	4.72 m <sup>2</sup> K/W	4.82 m <sup>2</sup> K/W	4.63 m <sup>2</sup> K/W

### Wärmedurchgangsberechnung Feldbereich

Berechnete Daten:

Wärmedurchlaßwiderstand R	6.01 [m <sup>2</sup> K/W]
Wärmedurchgangswiderstand R <sub>T</sub>	6.36 [m <sup>2</sup> K/W]

Wärmedurchgangskoeffizient U-Wert	0.16 [W/m <sup>2</sup> K]
-----------------------------------	---------------------------

### Entstehung von Oberflächenkondensat Feldbereich

Bei den derzeitigen Randbedingungen beträgt die rel. Luftfeuchte an der Oberfläche Warmseite: 53.1%

Bei gegebener Temperatur von 20.0 °C auf der Warmseite tritt Oberflächenkondensat ab: 94.1 % Raumluftfeuchte auf.

### Wärmedurchgangsberechnung Balkenbereich

Berechnete Daten:

Wärmedurchlaßwiderstand R	1.83 [m <sup>2</sup> K/W]
Wärmedurchgangswiderstand R <sub>T</sub>	2.18 [m <sup>2</sup> K/W]

Wärmedurchgangskoeffizient U-Wert	0.46 [W/m <sup>2</sup> K]
-----------------------------------	---------------------------

### Entstehung von Oberflächenkondensat Balkenbereich

Bei den derzeitigen Randbedingungen beträgt die rel. Luftfeuchte an der Oberfläche Warmseite: 59.8%

Bei gegebener Temperatur von 20.0 °C auf der Warmseite tritt Oberflächenkondensat ab: 83.6 % Raumluftfeuchte auf.

### Überprüfung des Mindestwärmeschutzes nach DIN 4108-2:2013-2 leichte Bauteile (<100kg/m<sup>2</sup>):

der Wärmedurchlasswiderstand des Feldbereichs und der mittlere Wärmedurchlasswiderstand wurden überprüft zur Berechnung herangezogenes Flächengewicht	: 90.8	kg/m <sup>2</sup>	
R an der ungünstigsten Stelle	: 6.005	m <sup>2</sup> K/W	(Feldbereich)
Grenzwert (Mindestwert) für R	: 1.750	m <sup>2</sup> K/W	
R gesamte Bauteil (Mittelwert)	: 4.525	m <sup>2</sup> K/W	
Grenzwert (Mindestwert) für das Gesamtbauteil	: 1.000	m <sup>2</sup> K/W	

die Anforderungen sind nach DIN 4108-2:2013-2 erfüllt

## Randbedingungen der Dampfdiffusion

	Warmseite		Kaltseite
Luftübergang Rsi	0.25 m <sup>2</sup> K/W		
Tauperiode:			
Lufttemperatur	20.0 °C		-5.0 °C
relative Feuchte	50.0 %		80.0 %
Dauer der Tauperiode	2160 Stunden		
Verdunstungsperiode:			
Dampfdruck	1200 Pa		1200 Pa
Dampfdruck Ausfallstelle		2000 Pa	
Dauer der Verdunstungsperiode	2160 Stunden		

das Bauteil wird als Decke berechnet.

## Ergebnis der Dampfdiffusionsberechnung (Feldbereich des Bauteils)

Falluntersuchung nach DIN 4108 ergab: FALL A

Aufbau ist OK. Kein Tauwasserausfall

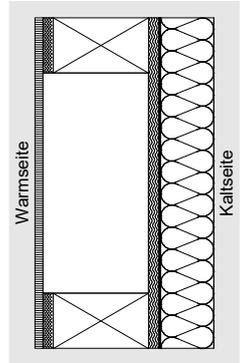
## Ergebnis der Dampfdiffusionsberechnung (Balkenbereich des Bauteils)

Falluntersuchung nach DIN 4108 ergab: FALL A

Aufbau ist OK. Kein Tauwasserausfall

Flachdach Balkon	4.34 m <sup>2</sup>	U-Wert = 0.198 W/m <sup>2</sup> K
------------------	---------------------	-----------------------------------

Material		Das Bauteil besitzt 2 Schichtbereiche					Diff. - Wid.
		Dichte [kg/m <sup>3</sup> ]	Dicke s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]		
Aufbau des Feldbereichs		80.0 %					
Luftübergang Warmseite R <sub>Si</sub> 0.10							
F1	Gipskarton DIN 18180	D	900.0	15.00	0.210	0.071	8
F2	Luft ruhend horizontal	D	1.3	200.00	1.111	0.180	1
F3	Schalung		600.0	20.00	0.130	0.154	40
F4	Bitumenanstrich		1100.0	1.00	0.170	0.006	20000
F5	Dachbahn DIN 52128	D	1200.0	2.00	0.170	0.012	10000 / 80000
F6	PIR Wärmedämmung		30.0	100.00	0.023	4.348	30 / 100
F7	Dachabdichtung PE-Folie	D	1100.0	0.30	0.200	0.002	100000
Luftübergang Kaltseite R <sub>Se</sub> 0.04							
Aufbau des Balkenbereichs		20.0 %					
Luftübergang Warmseite R <sub>Si</sub> 0.10							
B1	Gipskarton DIN 18180	D	900.0	15.00	0.210	0.071	8
B2	Unterkonstruktion		600.0	20.00	0.130	0.154	40
B3	Holz (Fichte, Kiefer, Tanne)	D	600.0	180.00	0.130	1.385	40
B4	Schalung		600.0	20.00	0.130	0.154	40
B5	Bitumenanstrich		1100.0	1.00	0.170	0.006	20000
B6	Dachbahn DIN 52128	D	1200.0	2.00	0.170	0.012	10000 / 80000
B7	PIR Wärmedämmung		30.0	100.00	0.023	4.348	35
B8	Dachabdichtung PE-Folie	D	1100.0	0.30	0.200	0.002	100000
Luftübergang Kaltseite R <sub>Se</sub> 0.04							



### U-Wert-Berechnung inhomogener Bauteile nach DIN EN ISO 6946

Bauteildicke	Feldanteil	Flächengewicht	U-Wert	R <sub>T</sub>	R <sub>T</sub> '	R <sub>T</sub> ''
338.30 mm	80.0 %	56.5 kg/m <sup>2</sup>	0.198 W/m <sup>2</sup> K	5.04 m <sup>2</sup> K/W	5.13 m <sup>2</sup> K/W	4.95 m <sup>2</sup> K/W

### Wärmedurchgangsberechnung Feldbereich

Berechnete Daten:  
 Wärmedurchlaßwiderstand R 4.77 [m<sup>2</sup>K/W]  
 Wärmedurchgangswiderstand R<sub>T</sub> 5.06 [m<sup>2</sup>K/W]

Wärmedurchgangskoeffizient U-Wert	0.20 [W/m <sup>2</sup> K]
-----------------------------------	---------------------------

### Entstehung von Oberflächenkondensat Feldbereich

Bei den derzeitigen Randbedingungen beträgt die rel. Luftfeuchte an der Oberfläche Warmseite: 54.0%

Bei gegebener Temperatur von 20.0 °C auf der Warmseite tritt Oberflächenkondensat ab: 92.6 % Raumluftfeuchte auf.

### Wärmedurchgangsberechnung Balkenbereich

Berechnete Daten:  
 Wärmedurchlaßwiderstand R 6.13 [m<sup>2</sup>K/W]  
 Wärmedurchgangswiderstand R<sub>T</sub> 6.42 [m<sup>2</sup>K/W]

Wärmedurchgangskoeffizient U-Wert	0.16 [W/m <sup>2</sup> K]
-----------------------------------	---------------------------

### Entstehung von Oberflächenkondensat Balkenbereich

Bei den derzeitigen Randbedingungen beträgt die rel. Luftfeuchte an der Oberfläche Warmseite: 53.1%

Bei gegebener Temperatur von 20.0 °C auf der Warmseite tritt Oberflächenkondensat ab: 94.1 % Raumluftfeuchte auf.

**Überprüfung des Mindestwärmeschutzes nach DIN 4108-2:2013-2 leichte Bauteile (<100kg/m³):**

der Wärmedurchlasswiderstand des Feldbereichs und der mittlere Wärmedurchlasswiderstand wurden überprüft  
 zur Berechnung herangezogenes Flächengewicht : 56.5 kg/m²  
 R an der ungünstigsten Stelle : 4.772 m²K/W (Feldbereich)  
 Grenzwert (Mindestwert) für R : 1.750 m²K/W  
 R gesamte Bauteil (Mittelwert) : 4.903 m²K/W  
 Grenzwert (Mindestwert) für das Gesamtbauteil : 1.000 m²K/W

die Anforderungen sind nach DIN 4108-2:2013-2 erfüllt

**Randbedingungen der Dampfdiffusion**

	Warmseite		Kaltseite
Luftübergang R <sub>si</sub>	0.25 m²K/W		
Tauperiode:			
Lufttemperatur	20.0 °C		-5.0 °C
relative Feuchte	50.0 %		80.0 %
Dauer der Tauperiode	2160 Stunden		
Verdunstungsperiode:			
Dampfdruck	1200 Pa		1200 Pa
Dampfdruck Ausfallstelle		2000 Pa	
Dauer der Verdunstungsperiode	2160 Stunden		

das Bauteil wird als Dach berechnet.

**Ergebnis der Dampfdiffusionsberechnung (Feldbereich des Bauteils)**

Falluntersuchung nach DIN 4108 ergab: FALL B

Tauwasser in der Tauperiode: (2160h) 0.022 kg/m²  
 mögliche Verdunstungsmenge: (2160h) 0.070 kg/m²  
 verbleibende Restmenge 0.000 kg/m²

Aufbau ist OK. Es verbleibt kein Wasser im Bauteil

Ausfallpunkt 44.120[m] (µ\*d) 409.0[Pa] an Schichtgrenze 6/7

Vom Ausfall betroffene Schichten:

Nr.	Material	DIN	µ1/µ2	µ
6	PIR Wärmedämmung		µ1	30
7	Dachabdichtung PE-Folie	D	µ1	100000

**Ergebnis der Dampfdiffusionsberechnung (Balkenbereich des Bauteils)**

Falluntersuchung nach DIN 4108 ergab: FALL B

Tauwasser in der Tauperiode: (2160h) 0.018 kg/m²  
 mögliche Verdunstungsmenge: (2160h) 0.065 kg/m²  
 verbleibende Restmenge 0.000 kg/m²

Aufbau ist OK. Es verbleibt kein Wasser im Bauteil

Ausfallpunkt 52.420[m] (µ\*d) 407.5[Pa] an Schichtgrenze 7/8

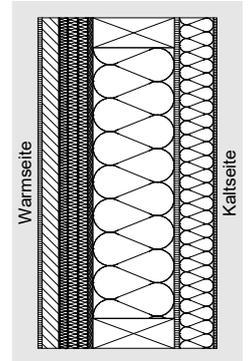
Vom Ausfall betroffene Schichten:

Nr.	Material	DIN	µ1/µ2	µ
7	PIR Wärmedämmung		µ1	35
8	Dachabdichtung PE-Folie	D	µ1	100000



Kragdecke 18cm FbHzg.	51.97 m <sup>2</sup>	U-Wert = 0.086 W/m <sup>2</sup> K
-----------------------	----------------------	-----------------------------------

Material		Das Bauteil besitzt 2 Schichtbereiche					Diff. - Wid.
		Dichte [kg/m <sup>3</sup> ]	Dicke s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]		
Aufbau des Feldbereichs							
Luftübergang Warmseite R <sub>Si</sub> 0.17							
F1 Fliesen	D	2000.0	12.00	1.000	0.012	50	
F2 Estrich (Zement)	D	2000.0	50.00	1.400	0.036	15 / 35	
F3 Dampfbremsfolie sd=100 m		1000.0	0.20	0.300	0.001	500000	
F4 FBH-Verlegeplatte		30.0	25.00	0.040	0.625	40	
F5 EPS 035 DEO		30.0	30.00	0.035	0.857	35	
F6 EPS 035 DEO		30.0	30.00	0.035	0.857	35	
F7 Dampfbremse PE-Folie		1100.0	0.20	0.200	0.001	100000	
F8 OSB-Platten	D	650.0	15.00	0.130	0.115	30 / 50	
F9 Glaswolle 035	D	250.0	240.00	0.035	6.857	1	
F10 Fermacell-Platte		2000.0	15.00	0.580	0.026	20 / 50	
F11 Polystyrolhartschaum 032		80.0	100.00	0.032	3.125	35	
F12 Kalkzementputz	D	1800.0	10.00	0.870	0.011	15 / 35	
Luftübergang Kaltseite R <sub>Se</sub> 0.04							
Aufbau des Balkenbereichs							
Luftübergang Warmseite R <sub>Si</sub> 0.17							
B1 Fliesen	D	2000.0	12.00	1.000	0.012	50	
B2 Estrich (Zement)	D	2000.0	50.00	1.400	0.036	15 / 35	
B3 Dampfbremsfolie sd=100 m		1000.0	0.20	0.300	0.001	500000	
B4 FBH-Verlegeplatte		30.0	25.00	0.040	0.625	40	
B5 EPS 035 DEO		30.0	30.00	0.035	0.857	35	
B6 EPS 035 DEO		30.0	30.00	0.035	0.857	35	
B7 Dampfbremse PE-Folie		1100.0	0.20	0.200	0.001	100000	
B8 OSB-Platten	D	650.0	15.00	0.130	0.115	30 / 50	
B9 Holz (Fichte,Kiefer,Tanne)	D	600.0	240.00	0.130	1.846	40	
B10 Fermacell-Platte		2000.0	15.00	0.580	0.026	20 / 50	
B11 Polystyrolhartschaum 032		80.0	100.00	0.032	3.125	35	
B12 Kalkzementputz	D	1800.0	10.00	0.870	0.011	15 / 35	
Luftübergang Kaltseite R <sub>Se</sub> 0.04							



### U-Wert-Berechnung inhomogener Bauteile nach DIN EN ISO 6946

Bauteildicke	Feldanteil	Flächengewicht	U-Wert	R <sub>T</sub>	R <sub>T'</sub>	R <sub>T''</sub>
527.40 mm	90.0 %	261.1 kg/m <sup>2</sup>	0.086 W/m <sup>2</sup> K	11.61 m <sup>2</sup> K/W	11.96 m <sup>2</sup> K/W	11.27 m <sup>2</sup> K/W

### Wärmedurchgangsberechnung Feldbereich

Berechnete Daten:	
Wärmedurchlaßwiderstand R	12.52 [m <sup>2</sup> K/W]
Wärmedurchgangswiderstand R <sub>T</sub>	12.81 [m <sup>2</sup> K/W]

Wärmedurchgangskoeffizient U-Wert	0.08 [W/m <sup>2</sup> K]
-----------------------------------	---------------------------

### Entstehung von Oberflächenkondensat Feldbereich

Bei den derzeitigen Randbedingungen beträgt die rel. Luftfeuchte an der Oberfläche Warmseite: 51.5%

Bei gegebener Temperatur von 20.0 °C auf der Warmseite tritt Oberflächenkondensat ab: 97.0 % Raumluftfeuchte auf.

## Wärmedurchgangsberechnung Balkenbereich

Berechnete Daten:

Wärmedurchlaßwiderstand R 7.51 [m<sup>2</sup>K/W]  
Wärmedurchgangswiderstand R<sub>T</sub> 7.80 [m<sup>2</sup>K/W]

Wärmedurchgangskoeffizient U-Wert	0.13 [W/m <sup>2</sup> K]
-----------------------------------	---------------------------

## Entstehung von Oberflächenkondensat Balkenbereich

Bei den derzeitigen Randbedingungen beträgt die rel. Luftfeuchte an der Oberfläche Warmseite: 52.5%

Bei gegebener Temperatur von 20.0 °C auf der Warmseite tritt Oberflächenkondensat ab: 95.2 % Raumluftfeuchte auf.

### Überprüfung des Mindestwärmeschutzes nach DIN 4108-2:2013-2 Tabelle 3, normale Bauteile (>=100kg/m<sup>3</sup>):

Einsatzart:	Decke gegen Außenluft unten		
zur Berechnung herangezogenes Flächengewicht	: 261.1	kg/m <sup>2</sup>	
R an der ungünstigsten Stelle	: 7.513	m <sup>2</sup> K/W	(Balkenbereich)
Grenzwert (Mindestwert) für R	: 1.750	m <sup>2</sup> K/W	

die Anforderungen sind nach DIN 4108-2:2013-2 erfüllt
---

## Randbedingungen der Dampfdiffusion

	Warmseite		Kaltseite
Luftübergang R <sub>si</sub>	0.25 m <sup>2</sup> K/W		
Tauperiode:			
Lufttemperatur	20.0 °C		-5.0 °C
relative Feuchte	50.0 %		80.0 %
Dauer der Tauperiode	2160 Stunden		
Verdunstungsperiode:			
Dampfdruck	1200 Pa		1200 Pa
Dampfdruck Ausfallstelle		1700 Pa	
Dauer der Verdunstungsperiode	2160 Stunden		

das Bauteil wird als Decke berechnet.

## Ergebnis der Dampfdiffusionsberechnung (Feldbereich des Bauteils)

Falluntersuchung nach DIN 4108 ergab: FALL A

Aufbau ist OK. Kein Tauwasserausfall
--------------------------------------

## Ergebnis der Dampfdiffusionsberechnung (Balkenbereich des Bauteils)

Falluntersuchung nach DIN 4108 ergab: FALL A

Aufbau ist OK. Kein Tauwasserausfall
--------------------------------------