

# Energieeinsparnachweis

nach dem Gebäudeenergiegesetz GEG 2020

vom 08.08.2020

"Wohngebäude"

öffentlich rechtlicher Nachweis

nach dem "Monatsbilanzverfahren" der DIN V 4108-6:2003-06

und Berechnung der Anlagentechnik nach DIN V 4701-10:2003-08

Projekt Kurzbeschreibung: 2205-Bardt

5.Sept 2022

Bauvorhaben : Neubau eines Mehrfamilienhauses mit 5 WE

Bearbeiter : Dipl.-Ing.(FH) Johannes Kowert

Objektstandort

Straße/Hausnr. : Am weißen Stein

Plz/Ort : 69427 Mudau

Gemarkung :

Baujahr 2022

Flurstücknummer: 2995

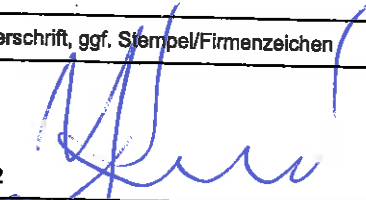
Hauseigentümer/Bauherr

Name/Firma : Ehel. Bardt Sergej und Irina

Straße/Hausnr. : Steinbacher Str. 10

Plz/Ort : 69427 Mudau

Telefon / Fax :

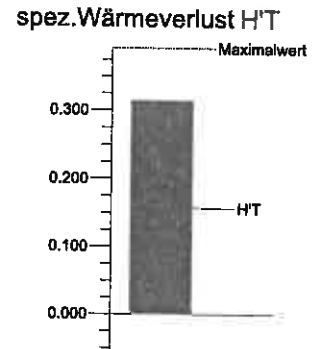
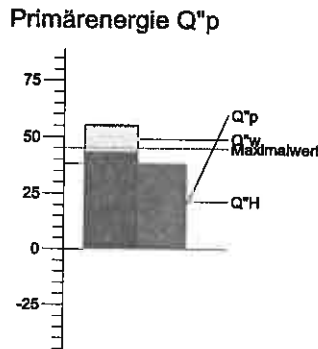
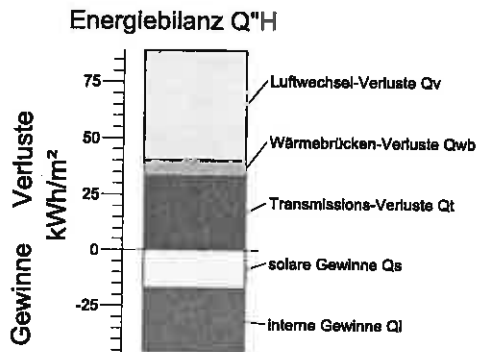
Name, Anschrift und Funktion des Ausstellers	Datum und Unterschrift, ggf. Stempel/Firmenzeichen
Dipl.-Ing.(FH) Johannes Kowert Lindenstr. 8 74749 Rosenberg	04.Sep 2022 

### Tabelle der verwendeten Bauteile

	Bauteil	Bezeich	Ri.	Fläche [m²]	U-Wert [W/m²K]	Fak	Gewinn [kWh/a]	Verlust [kWh/a]	
1	Wand								
1.1	YTONG PPW-2 36,5	AwNord	N	90.43	0.233	1.00	6	1747	
1.2	YTONG PPW-2 36,5	AwNord Erd	N	11.29	0.235	0.60	---	132	
1.3	YTONG PPW-2 36,5	AwOst	O	86.26	0.233	1.00	144	1666	
1.4	YTONG PPW-2 36,5	AwSüd	S	103.95	0.233	1.00	236	2008	
1.5	YTONG PPW-2 36,5	AwWest	W	88.66	0.233	1.00	114	1713	
				<b>380.58</b>	<b>0.231</b>		<b>500</b>	<b>7267</b>	
2	Fenster, Fenstertüren								
2.1	Fenster U=0,89 g=0,55	AwNord	N	20.00	0.890	1.00	g 0.54	999	1474
2.2	Fenster U=0,89 g=0,55	AwOst	O	18.38	0.890	1.00	0.54	1874	1355
2.3	Fenster U=0,89 g=0,55	AwSüd	S	25.51	0.890	1.00	0.54	3706	1881
2.4	Außentür 0,9	AwSüd	S	4.12	0.900	1.00	---	---	307
2.5	Fenster U=0,89 g=0,55	AwWest	W	11.95	0.890	1.00	0.54	1065	881
2.6	Außentür 0,9	AwWest	W	2.19	0.900	1.00	---	---	163
2.7	Fenster U=0,89 g=0,55	AwWest	W	1.85	0.890	1.00	0.54	165	136
2.8	zertifiziertes Dachfenster 1,1	DaNord	N	4.37	1.100	1.00	0.55	429	398
2.9	zertifiziertes Dachfenster 1,1	DaSüd	S	5.46	1.100	1.00	0.55	1017	497
				<b>93.83</b>	<b>0.913</b>		<b>9256</b>	<b>7093</b>	
3	Decke zum Dachge., Dach								
3.1	Dach 20	DaNord	N	42.01	0.351	1.00	19	1221	
3.2	Dach 20	DaSüd	S	31.02	0.351	1.00	111	902	
3.3	Decke zu Kaltdach	Da zu DB	-	133.79	0.189	0.80	---	1672	
				<b>206.81</b>	<b>0.222</b>		<b>131</b>	<b>3795</b>	
4	Grundfläche, Kellerdecke								
4.1	Boden	Grundfläche	-	208.65	0.147	0.50	---	1274	
				<b>208.65</b>	<b>0.074</b>		---	<b>1274</b>	
		<b>Summe:</b>		<b>889.87</b>	<b>0.264</b>		<b>9887</b>	<b>19428</b>	

Jahresprimärenergiebedarf  $Q_p^* = 38.1$  [kWh/m²a]  
 $Q_p^{*max} = 45.1$  [kWh/m²a]  
 spezifischer Transmissionswärmeverlust  $H'T = 0.314$  [W/m²K]  
 $H'T_{max} = 0.392$  [W/m²K]

## E N E R G I E B I L A N Z



nutzbare Gewinne	[kWh/a]	Verluste	[kWh/a]
solare Gewinne $\eta \cdot Q_s$	9256	Transmission Q	19428
interne Gewinne $\eta \cdot Q_i$	15591	Wärmeverluste $Q_{wb}$	3685
		Lüftungsverluste Q	26388
		Nachtabenkung $Q_{nA}$	-1096
		solar opake Bauteile $Q_{opak}$	-631
	24847		47774
==> Jahresheizwärmebedarf $Q_{23059}$ [kWh/a] + Trinkwassererwärmung $Q_{6693}$ [kWh/a]			

eine Nachtabstufung wurde : berücksichtigt  
 Anlagenaufwandszahl  $\epsilon$  : 0.685  
 Nutzfläche : 535.5m²  
 Gebäudeart : Wohngebäude  
 Jahresheizwärmebedarf  $Q''$  : 43.06kWh/m²a

### Endergebnis der GEG-Berechnung

Jahres-Primärenergiebedarf $Q''_p$ bezogen auf die Gebäudenutzfläche	38.1 [kWh/m²a]	15.5% besser als Neubau
maximal zulässiger Jahres-Primärenergiebedarf:	45.1 [kWh/m²a]	
spezifischer Transmissionswärmeverlust $H''_T$ der Gebäudehüllfläche	0.314 [W/m²K]	20.0% besser als Neubau
maximal zulässiger spezifischer Transmissionswärmeverlust:	0.392 [W/m²K]	

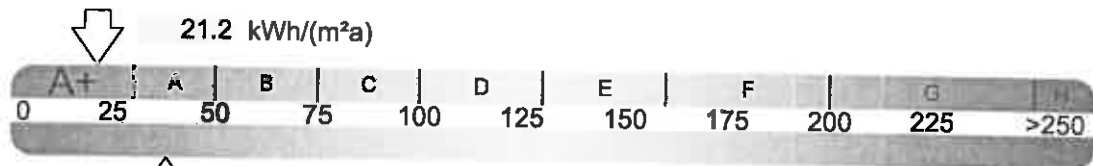
die maximal zulässigen Grenzwerte werden eingehalten.

## Effizienzlevel

Grundvariante  
optimiert

CO2-Emissionen 11.8 [kg/(m<sup>2</sup>\*a)]

Endenergiebedarf



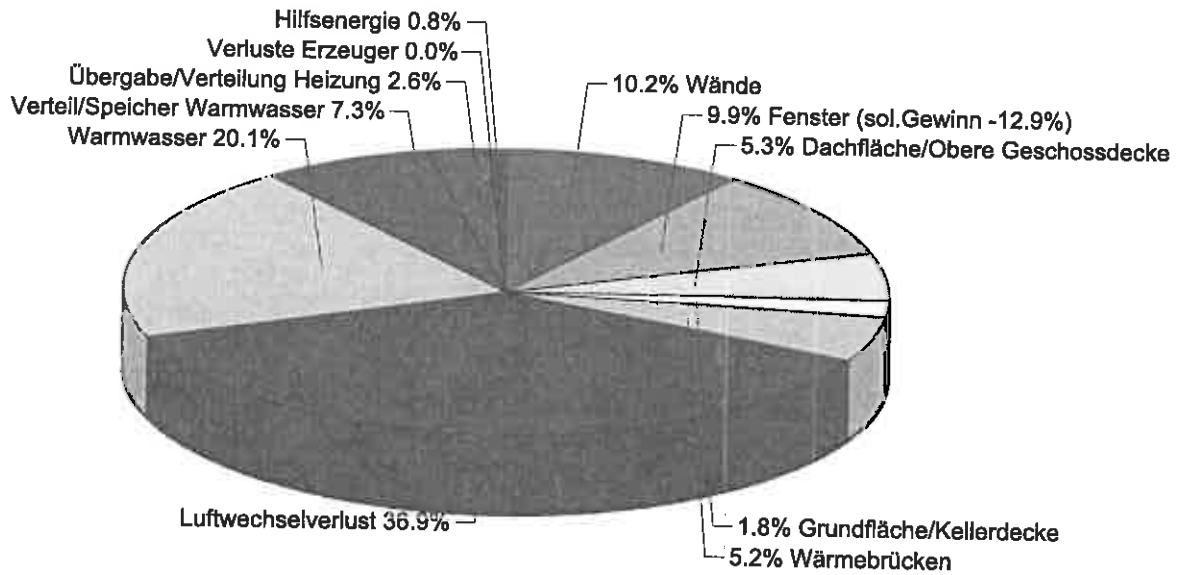
38.1 kWh/(m<sup>2</sup>a)

Primärenergiebedarf

Passivhaus  
MFH Neubau  
EFH Neubau  
EFH energetisch  
gut modernisiert  
Durchschnitt  
Wohngebäude  
MFH energetisch nicht  
wesentlich modernisiert  
EFH energetisch nicht  
wesentlich modernisiert

## Endenergieverteilung

### Endenergieverteilung von 2205-Bardt\_ENEV



In der Grafik ist die prozentuale Verteilung der Endenergie zu sehen. Skaliert wurde alles auf den Heizwärmebedarf. Nutzbare interne und solare Wärmegewinne wurden bei den Transmissions- und Lüftungsverlusten berücksichtigt.

## Randbedingungen

### Sommerlicher Wärmeschutz:

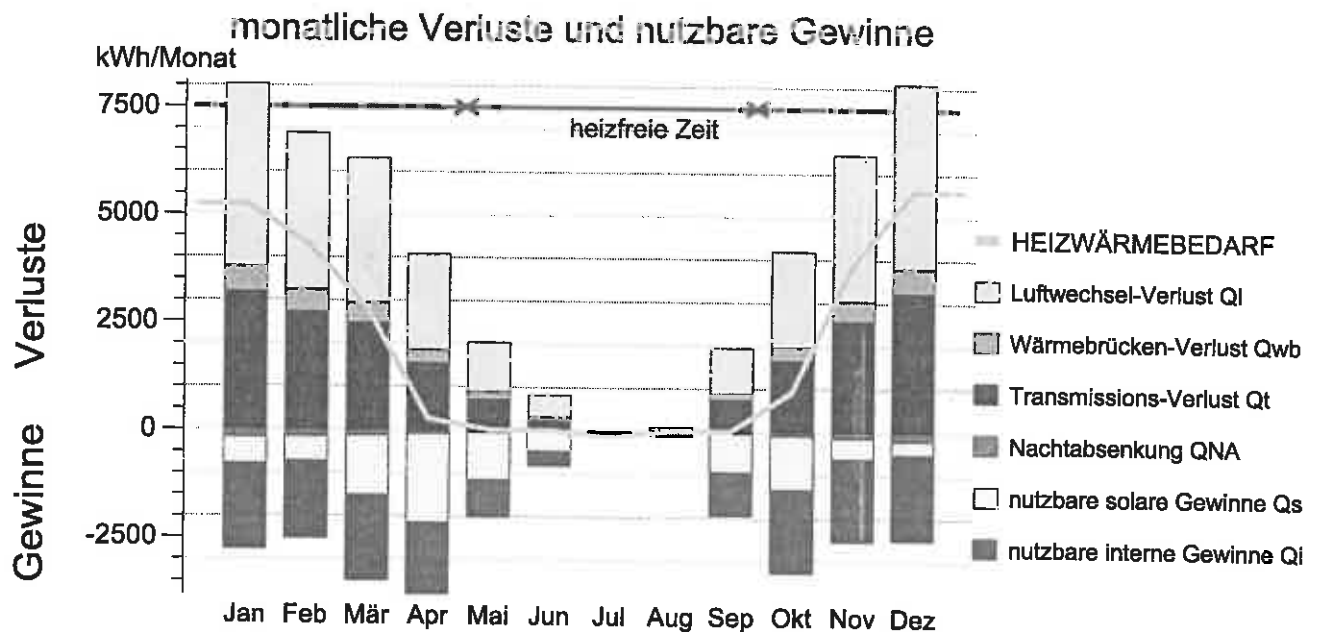
Der sommerliche Wärmeschutz wird mit den angegebenen Sonnenschutzvorrichtungen erfüllt.

## Gewinne und Verluste im einzelnen

kWh/Monat	Jan	Feb	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	gesamt
Ausnutzgrad $\eta$	1.000	1.000	0.999	0.873	0.438	0.181	0.000	0.016	0.525	0.976	1.000	1.000	
Q Verlust	7851	6737	6187	4005	1989	816	0	65	1915	4115	6311	7917	47907
Q Gewinn	2618	2387	3386	4291	4539	4501	4404	4184	3645	3276	2414	2321	41967
$\eta * Q$ Gewinn	2618	2387	3382	3745	1988	816	0	65	1914	3197	2414	2321	24847
Q <sub>h,M</sub>	5233	4349	2805	260	0	0	0	0	0	918	3897	5595	23059
Verluste im einzelnen aufgeschlüsselt													
QT	3141	2696	2496	1655	855	388	0	70	794	1658	2516	3159	19428
QS opak	-33	-25	34	124	144	153	134	109	65	21	-39	-56	631
QNA Nachtabs.	186	156	138	88	46	21	0	4	42	88	140	187	1096
QT-QNA-QSopak	2989	2564	2324	1443	665	215	-134	-43	687	1549	2416	3027	17701
QWB	596	511	473	314	162	74	0	13	151	314	477	599	3685
QL	4267	3661	3390	2248	1161	528	0	95	1078	2252	3418	4290	26388
Gewinne im einzelnen aufgeschlüsselt													
Qs	626	588	1394	2364	2547	2574	2412	2192	1717	1284	486	329	18514
Qi	1992	1799	1992	1928	1992	1928	1992	1992	1928	1992	1928	1992	23453
Die äquivalente Heizgradtagezahl ermittelt aus dem energetischen Niveau des Gebäudes													
Heiz-Gt	558	479	443	294	0	0	0	0	0	295	447	561	3077

## Volumen und Flächen

Gebäudevolumen V	:	1673.3 m <sup>3</sup>
Gebäudehüllfläche A	:	889.9 m <sup>2</sup>
A/V <sub>e</sub>	:	0.532 1/m
Außenwandfläche A <sub>w</sub>	:	442.3 m <sup>2</sup>
Fensterfläche A <sub>f</sub>	:	93.8 m <sup>2</sup>
Fensterflächenanteil f	:	17.5 % (nach EnEV 2002-2007 Anhang 1 Absatz 2.8)



2205-Bardt

04.Sep 2022 13:37:12

## allgemeine Projektdaten

Temperatur Warmseite: : 19°C (normale Innenraumtemperatur >= 19 °C nach Anhang 1 der EnEV)  
Gebäudeart : Wohngebäude  
Warmwasseraufbereitung : zentral  
Bauart : ein Massivbau  
das Gebäude ist : ein Neubau  
das Gebäude ist um : 0.0° aus der Nord-Süd-Richtung gedreht.

## Luftvolumenberechnung

Gebäudevolumen V : 1673.3 m³  
Luftvolumen : 1338.7 m³      0,80 \* Gebäudevolumen

## Nutzflächenberechnung

Gebäudehöhe : 10.50 m  
Geschoßanzahl : 3  
Gebäudegrundfläche : 208.7 m²  
Grundflächenumfang : 59.0 m  
Gebäudenutzfläche : 535.5 m²      0,32 \* Gebäudevolumen

## interne Wärmegewinne pauschaler Ansatz

in Wohngebäuden      24h/Tag      5W/m²      120 Wh/m² pro Tag  
bei einer Nutzfläche von      535 m²      ==>      64 kWh/Tag

$Q_i =$       23453 kWh/a      [ 1928 kWh/Monat ]  
davon nutzbare Wärmegewinne  $Q_{i,n}$  15591 kWh/a

## Wärmebrücken pauschal mit Nachweis nach DIN 4108, Bbl.2

Es wurden ausschließlich wärmetechnisch äquivalente Konstruktionen nach DIN 4108, Bbl.2 verwendet.

Bei der Berechnung des Verlustes durch die Wärmebrücken wurde bei jedem verwendeten Bauteil ein Aufschlag auf den U-Wert von 0,05 W/m²K, berücksichtigt.  
Dabei wurden 0.0 m² Oberfläche ausgenommen (z.B. Vorhangfassade).

ursprünglicher mittlerer U-Wert      0.264 W/m²K      [Abminderungsfaktoren sind berücksichtigt]  
neuer mittlere U-Wert      0.314 W/m²K  
Transmissionsverlust erhöht sich um      18.97 %

$Q_{wb} =$       3685 kWh/a

## Luftwechsel

Lüftungsverluste Q      26388 kWh/a

Luftvolumen:      1338.7 m³  
Luftwechselrate:      0.70 h⁻¹  
Art der Lüftung:      freie Lüftung

Das Gebäude wird nach den anerkannten Regeln der Technik gebaut und nachträglich nicht dichtheitsgeprüft.

Luftwechselverluste in kWh

Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
4267	3661	3390	2248	1161	528	0	95	1078	2252	3418	4290

## Klimaort

Es wurden Solar- und Klimadaten vom "mittleren Standort Deutschland " verwendet.

Solar-Referenzort: mittlerer Standort Deutschland  
Temperatur-Referenzort: mittlerer Standort Deutschland

## monatliches Temperaturmittel

Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
1.0	1.9	4.7	9.2	14.1	16.7	19.0	18.6	14.3	9.5	4.1	0.9

## monatliche Strahlungsintensität

Strahlungsintensitäten die für die Berechnung benötigten Richtungen und Neigungen in W/m²													
Richtung	Neig.	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
Süd	30°	50	55	121	217	230	241	208	199	157	110	41	26
Süd	90°	59	47	98	147	132	124	113	127	123	106	39	29
Ost	90°	25	29	68	134	137	150	138	115	83	55	20	12
West	90°	17	24	60	114	127	136	117	105	79	47	19	11
Nord	30°	16	29	56	128	172	197	175	129	77	36	21	11
Nord	90°	10	18	31	58	75	83	81	57	41	25	13	7

## Ausnutzungsgrad der Gewinne

Für die Berechnung des Ausnutzungsgrades solarer und interner Wärmegewinne wurde der vereinfachte Ansatz verwendet.

die Bauart ist: ein Massivbau  
Speicherfähigkeit: 50.00 Wh/m³K  
Volumen: 1673 m³  
C<sub>wirk</sub>: 83666 Wh/K  
spezifischer Wärmeverlust H: 598 W/K

## monatliche Ausnutzungsgrade

Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
1.000	1.000	0.999	0.873	0.438	0.181	0.000	0.016	0.525	0.976	1.000	1.000

## Warmwasser

Warmwasser pauschal (12,5KWh/m²a)

Energiebedarf für die Warmwasseraufbereitung: 6693 kWh/a

## Endenergie- Wartungskosten (bedarfsberechnet)

Energieträger	Bedarf kWh pro Jahr	Energie- kosten Cent pro kWh	Wartungs- kosten pro Jahr	Gesamt- kosten € pro Jahr
Strom incl. Hilfsenergie ohne Hausstrom	1911	18.0 pro kWh	0,-€	344,-€
Stromsondertarif Wärmepumpe *Wartung inkl. zusätzlicher Zählergebühr	9417	7.0 pro kWh	130,-€	789,-€
		Summe:	130,-€	1133,-€



## maximaler Wärmebedarf der Heizungsanlage

maximale Temperaturdifferenz

Warmseitentemperatur	20.0 °C	
Kaltseitentemperatur	-12.0 °C	(Abminderung z.B. Keller oder Erdreich ist berücksichtigt)
Temperaturdifferenz	32.0 °K	

Wärmeverlust durch die Gebäudeoberfläche

spezifischer Wärmeverlust Hl	:	0.314 [W/m²K]	
Gebäudeoberfläche	:	889.9 [m²]	8.93 kW

Wärmeverlust durch den Luftwechsel

Luftwechselerlust	:	318.6 [W/K]	10.20 kW
ausreichend für	:	28 Personen	

maximale Heizleistung: 19.13 kW

## 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 W/(m².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 Raumluftechnik- und Klimakältesystemen nach §70	6 mm

Liegen die Wärmeverteilungen in oder zwischen beheizten Räumen, so ist im Fall §69 aa bis dd nicht anzuwenden falls ihre Wärmeabgabe durch frei liegende Absperrrichtungen 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.

## Anlagenbewertung nach DIN 4701 Teil 10 für ein Gebäude mit normalen Innentemperaturen

Bezeichnung des Gebäudes: 2205-Bardt  
Ort: 69427 Mudau  
Gemarkung:

Straße/Nr.: Am weißen Stein  
Flurstücknummer: 2995

### I. Eingaben

$A_N =$    $t_{HP} =$

#### Trinkwassererwärmung

#### Heizung

#### Lüftung

absoluter Bedarf

$Q_{tw} =$    $Q_h =$

bezogener Bedarf

$q_{tw} =$    $q_h =$

### II. Systembeschreibung

Details siehe Trinkwasser- Heizungs- und Lüftungsbeschreibung

### III. Ergebnisse

Deckung von  $Q$

$q_{h,TW} =$    $q_{h,H} =$    $q_{h,L} =$

$\Sigma$  Wärme

$Q_{TW,E} =$    $Q_{H,E} =$    $Q_{L,E} =$

$\Sigma$  Hilfsenergie

$\Sigma$  Primärenergie

$Q_{TW,P} =$    $Q_{H,P} =$    $Q_{L,P} =$

Endenergie

$Q_E =$

$\Sigma$  Wärme

$\Sigma$  Hilfsenergie

Primärenergie

$Q_P =$

$\Sigma$  Primärenergie

Anlagenaufwandzahl

$e_P =$

<b>TRINKWASSERERWÄRMUNG nach DIN 4701 TEIL 10</b>		
Bereich 1:	Anteil 100.0 %	Nutzfläche 535.5 m <sup>2</sup>
	Wärmeverlust	Hilfsenergie
		Heizwärmegutschriften

Verlust aus EnEV:  $q_{TW} = 12.50 \text{ kWh/m}^2\text{a}$

Übergabe:  $q_{TW,ce} = 0.00 \text{ kWh/m}^2\text{a}$       $q_{TW,ce,HE} = 0.00 \text{ kWh/m}^2\text{a}$       $q_{h,TW,ce} = 0.00 \text{ kWh/m}^2\text{a}$

Verteilung:  $q_{TW,d} = 6.86 \text{ kWh/m}^2\text{a}$       $q_{TW,d,HE} = 0.33 \text{ kWh/m}^2\text{a}$       $q_{h,TW,d} = 3.09 \text{ kWh/m}^2\text{a}$

Verteilungsart: gebäudezentrale Trinkwasseraufbereitung mit Zirkulation  
Verteilung des Trinkwassers innerhalb thermischer Hülle  
die Sticleitungen werden nicht von einer gemeinsamen Installationswand in benachbarte Räume geführt

Speicherung:  $q_{TW,s} = 1.44 \text{ kWh/m}^2\text{a}$       $q_{TW,s,HE} = 0.00 \text{ kWh/m}^2\text{a}$       $q_{h,TW,s} = 0.67 \text{ kWh/m}^2\text{a}$

Speicherart: Indirekt beheizter Speicher (z.B. durch die Gebäudeheizanlage)  
der Speicher steht innerhalb der thermischen Hülle

Wärmeerzeuger:  $\Sigma = 19.76 \text{ kWh/m}^2\text{a}$       $q_{TW,g,HE} = 0.00 \text{ kWh/m}^2\text{a}$

Wärmeerzeugerart: Heizungswärmepumpe Luft/Wasser  
Energieträgerart: Strom-Mix  
Deckungsanteil  $\alpha_{TW,g} = 95.0 \%$   
Aufwandzahl Erzeuger  $\epsilon_{TW,g} = 0.300$   
Endenergie Erzeuger  $q_{TW,E} = 5.93 \text{ kWh/m}^2\text{a}$   
Primärenergiefaktor Erzeuger  $f_{p,i} = 1.80$   
Primärenergie Erzeuger  $q_{TW,P} = 10.67 \text{ kWh/m}^2\text{a}$

Wärmeerzeuger:  $\Sigma = 1.04 \text{ kWh/m}^2\text{a}$       $q_{TW,g,HE} = 0.00 \text{ kWh/m}^2\text{a}$

Wärmeerzeugerart: Elektro-Heizstab  
Energieträgerart: Strom-Mix  
Deckungsanteil  $\alpha_{TW,g} = 5.0 \%$   
Aufwandzahl Erzeuger  $\epsilon_{TW,g} = 1.000$   
Endenergie Erzeuger  $q_{TW,E} = 1.04 \text{ kWh/m}^2\text{a}$   
Primärenergiefaktor Erzeuger  $f_{p,i} = 1.80$   
Primärenergie Erzeuger  $q_{TW,P} = 1.87 \text{ kWh/m}^2\text{a}$

Hilfsenergie:  $\Sigma q_{TW,HE,E} = 0.33 \text{ kWh/m}^2\text{a}$

Primärenergiefaktor Hilfsenergie  $f_{p,H} = 1.80$   
Primärenergie Hilfsenergie  $q_{TW,HE,P} = 0.59 \text{ kWh/m}^2\text{a}$

**Endergebnis**     Heizwärmegutschrift pro m<sup>2</sup>      $q_{h,TW} = 3.76 \text{ kWh/m}^2\text{a}$

Wärmeendenergie pro m <sup>2</sup>	$q_{TW,E} :$	6.97 kWh/m <sup>2</sup> a
Hilfsendenergie pro m <sup>2</sup>	$q_{TW,HE,E} :$	0.33 kWh/m <sup>2</sup> a
Primärenergie pro m <sup>2</sup>	$q_{TW,P} :$	13.14 kWh/m <sup>2</sup> a

Wärmeendenergie	$Q_{TW,E} :$	3731.2 kWh/a
Hilfsendenergie	$Q_{TW,HE,E} :$	176.7 kWh/a
Primärenergie	$Q_{TW,P} :$	7034.3 kWh/a

<b>HEIZUNG nach DIN 4701 TEIL 10</b>	
Anteil 100.0 %	Nutzfläche 535.5 m <sup>2</sup>
Wärmeverlust	Hilfsenergie

Heizwärmebedarf	$q_h =$	43.06 kWh/m <sup>2</sup> a	
Heizwärmegutschriften	$q_{h,TW} =$	3.76 kWh/m <sup>2</sup> a	vom Trinkwasser
Heizwärmegutschriften	$q_{h,L} =$	0.00 kWh/m <sup>2</sup> a	durch die Lüftungsanlage

Übergabe:	$q_{c,e} =$	1.10 kWh/m <sup>2</sup> a	$q_{c,e,HE} =$ <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">0.00 kWh/m<sup>2</sup>a</span>
-----------	-------------	---------------------------	--

Übergabeart: Wasserheizung; integrierte Heizflächen, Einzelraumregelung mit Zweipunktregler Schaltdiff. 0,5°K  
Übergabe erfolgt ohne zusätzliche Luftumwälzung z.B. durch einen Ventilator

Verteilung:	$q_d =$	0.50 kWh/m <sup>2</sup> a	$q_{d,HE} =$ <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">0.00 kWh/m<sup>2</sup>a</span>
-------------	---------	---------------------------	--

Verteilungsart: Heizkreistemperatur 35/28°C  
die horizontale Verteilung der Wärme erfolgt innerhalb der thermischen Hülle  
Verteilungsstränge (vertikal) überwiegend innenliegende Verteilung (nicht an der Außenwand)  
die Umwälzpumpe ist Bestandteil des Erzeugers, die Hilfsenergie wird nicht berücksichtigt

Speicherung:	$q_s =$	0.00 kWh/m <sup>2</sup> a	$q_{s,HE} =$ <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">0.15 kWh/m<sup>2</sup>a</span>
--------------	---------	---------------------------	--

Speicherart: Pufferspeicher z.B. bei Wärmepumpenanlagen (Speichergröße >= 325 Liter)  
der Speicher steht innerhalb der thermischen Hülle  
der Pufferspeicher ist nicht in Reihe mit dem Verteilernetz geschaltet

Wärmeerzeuger:	$\Sigma =$	38.86 kWh/m <sup>2</sup> a	$q_{g,HE} =$ <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">0.00 kWh/m<sup>2</sup>a</span>
----------------	------------	----------------------------	--

Wärmeerzeugerart:	Heizungswärmepumpe Luft/Wasser	
Energieträgerart:	Strom-Mix	
Deckungsanteil	$\alpha_{H,g} :$	95.0 %
Aufwandzahl Erzeuger	$e_g :$	0.300
Endenergie Erzeuger	$q_E :$	11.66 kWh/m <sup>2</sup> a
Primärenergiefaktor Erzeuger	$f_p :$	1.80
Primärenergie Erzeuger	$q_P :$	20.98 kWh/m <sup>2</sup> a

Wärmeerzeuger:	$\Sigma =$	2.05 kWh/m <sup>2</sup> a	$q_{g,HE} =$ <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">0.00 kWh/m<sup>2</sup>a</span>
----------------	------------	---------------------------	--

Wärmeerzeugerart:	Elektro-Direktheizung	
Energieträgerart:	Strom-Mix	
Deckungsanteil	$\alpha_{H,g} :$	5.0 %
Aufwandzahl Erzeuger	$e_g :$	1.000
Endenergie Erzeuger	$q_E :$	2.05 kWh/m <sup>2</sup> a
Primärenergiefaktor Erzeuger	$f_p :$	1.80
Primärenergie Erzeuger	$q_P :$	3.68 kWh/m <sup>2</sup> a

Hilfsenergie:	$\Sigma q_{HE,E} =$	0.15 kWh/m <sup>2</sup> a
---------------	---------------------	---------------------------

Primärenergiefaktor Hilfsenergie	$f_{p,H} :$	1.80
Primärenergie Hilfsenergie	$q_{HE,P} :$	0.28 kWh/m <sup>2</sup> a

**Ergebnis**

Wärmeendenergie pro m <sup>2</sup>	$q_{H,E} :$	13.70 kWh/m <sup>2</sup> a
Hilfsendenergie pro m <sup>2</sup>	$q_{H,HE,E} :$	0.15 kWh/m <sup>2</sup> a
Primärenergie pro m <sup>2</sup>	$q_{H,HE,P} :$	24.94 kWh/m <sup>2</sup> a

Wärmeendenergie	$Q_{H,E} :$	7337.6 kWh/a
Hilfsendenergie	$Q_{H,HE,E} :$	82.6 kWh/a
Primärenergie	$Q_{H,P} :$	13356.4 kWh/a

## 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
YTONG PPW-2 36,5	218.3	normal	4.12	1.20	*1	OK
YTONG PPW-2 36,5	218.3	normal	4.12	1.20	*1	OK
Dach 20	32.0	normal	5.91	1.75	*8	OK
Decke zu Kaltdach	32.3	normal	6.48	1.75	*8	OK
Boden	637.6	normal	6.61	0.90	*1	OK


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

\*1 Tabelle 3, normale Bauteile  $\geq 100 \text{ kg/m}^2$

\*8 Gefachbauteil mit weniger als 100 kg Flächengewicht

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


Solarzone : sommerkühl (Grenzwert Innentemperatur 25°C)

Ebene: Dachgeschoß Raum: 4 Wohnen/Essen	Grundfläche A <sub>s</sub> : 33.55 qm Fensterfläche A <sub>v</sub> : 8.76 qm Bauart: schwer Nachtlüftung: ohne Überprüfung ab 7.0 % erforderlich.	
Fensterflächenanteil w <sub>f</sub> : 26.1 %	Sonneneintragskennwert S: 0.068      S <sub>max</sub> : 0.078      Anforderung ist erfüllt	

Fenster: "FENSTER" -- Fenster U=0,89 g=0,55 BauteilNr: 2.2 Fläche: 4.61 qm Orientierung: O	Kurzbezeichnung: AwOst sommerlicher Sonnenschutz außenliegend: Jalousien, Rollläden 3/4 geschlossen, Fensterläden	Energiedurchlassgrad: 54.00 %
---	--	-------------------------------

Fenster: "FENSTER" -- Fenster U=0,89 g=0,55 BauteilNr: 2.3 Fläche: 1.96 qm Orientierung: S	Kurzbezeichnung: AwSüd sommerlicher Sonnenschutz außenliegend: Jalousien, Rollläden 3/4 geschlossen, Fensterläden	Energiedurchlassgrad: 54.00 %
---	--	-------------------------------

Fenster: "Dachfenster" -- zertifiziertes Dachfenster 1,1 BauteilNr: 2.9 Fläche: 2.18 qm Orientierung: S -- 55° aus der Senkrechten	Kurzbezeichnung: DaSüd keine Verschattung	Energiedurchlassgrad: 55.00 %
---	--	-------------------------------


Ebene: Dachgeschoß Raum: 4 Schlafen	Grundfläche A <sub>s</sub> : 14.96 qm Fensterfläche A <sub>v</sub> : 2.30 qm Bauart: schwer Nachtlüftung: ohne Überprüfung ab 7.0 % erforderlich.	
Fensterflächenanteil w <sub>f</sub> : 15.4 %	Sonneneintragskennwert S: 0.053      S <sub>max</sub> : 0.095      Anforderung ist erfüllt	

Fenster: "FENSTER" -- Fenster U=0,89 g=0,55 BauteilNr: 2.2 Fläche: 1.21 qm Orientierung: O	Kurzbezeichnung: AwOst sommerlicher Sonnenschutz außenliegend: Jalousien, Rollläden 3/4 geschlossen, Fensterläden	Energiedurchlassgrad: 54.00 %
---	--	-------------------------------


Fenster: "Dachfenster" -- zertifiziertes Dachfenster 1,1 BauteilNr: 2.8 Fläche: 1.09 qm Orientierung: N -- 55° aus der Senkrechten	Kurzbezeichnung: DaNord keine Verschattung	Energiedurchlassgrad: 55.00 %
---	---	-------------------------------

2205-Bardt

04.Sep 2022 13:37:12


Ebene: Dachgeschoß Raum: 4 Bad	Grundfläche Ag: 6.56 qm Fensterfläche Aw: 1.09 qm Bauart: schwer Nachtlüftung: erhöhte Nachtlüftung min n>=2 1/h Überprüfung ab 7.0 % erforderlich.	
Fensterflächenanteil/wg: 16.6 %		
<b>Sonneneintragskennwert S: 0.092</b>		
<b>Smax: 0.112</b>		
<b>Anforderung ist erfüllt</b>		

Fenster: "Dachfenster" -- zertifiziertes Dachfenster 1,1 BauteilNr: 2.8 Fläche: 1.09 qm Orientierung: N - 55° aus der Senkrechten	Kurzbezeichnung: DaNord keine Verschattung	Energiedurchlassgrad: 55.00 %
--	---	-------------------------------


Ebene: Dachgeschoß Raum: 5 Wohnen/Essen	Grundfläche Ag: 33.55 qm Fensterfläche Aw: 4.15 qm Bauart: schwer Nachtlüftung: ohne Überprüfung ab 7.0 % erforderlich.	
Fensterflächenanteil/wg: 12.4 %		
<b>Sonneneintragskennwert S: 0.045</b>		
<b>Smax: 0.100</b>		
<b>Anforderung ist erfüllt</b>		

Fenster: "FENSTER" -- Fenster U=0,89 g=0,55 BauteilNr: 2.3 Fläche: 1.96 qm Orientierung: S	Kurzbezeichnung: AwSüd sommerlicher Sonnenschutz außenliegend: Jalousien, Rollläden 3/4 geschlossen, Fensterläden	Energiedurchlassgrad: 54.00 %
---	--	-------------------------------

Fenster: "Dachfenster" -- zertifiziertes Dachfenster 1,1 BauteilNr: 2.9 Fläche: 2.18 qm Orientierung: S - 55° aus der Senkrechten	Kurzbezeichnung: DaSüd keine Verschattung	Energiedurchlassgrad: 55.00 %
--	--	-------------------------------

Ebene: Dachgeschoß Raum: 5 Schlafen	Grundfläche Ag: 14.96 qm Fensterfläche Aw: 1.09 qm Bauart: schwer Nachtlüftung: ohne Überprüfung ab 7.0 % erforderlich.	
Fensterflächenanteil/wg: 7.3 %		
<b>Sonneneintragskennwert S: 0.040</b>		
<b>Smax: 0.095</b>		
<b>Anforderung ist erfüllt</b>		


Fenster: "Dachfenster" -- zertifiziertes Dachfenster 1,1 BauteilNr: 2.8 Fläche: 1.09 qm Orientierung: N - 55° aus der Senkrechten	Kurzbezeichnung: DaNord keine Verschattung	Energiedurchlassgrad: 55.00 %
--	---	-------------------------------

Ebene: Dachgeschoß Raum: 5 Bad	Grundfläche Ag: 6.56 qm Fensterfläche Aw: 1.09 qm Bauart: schwer Nachtlüftung: erhöhte Nachtlüftung min n>=2 1/h Überprüfung ab 7.0 % erforderlich.	
Fensterflächenanteil/wg: 16.6 %		
<b>Sonneneintragskennwert S: 0.092</b>		
<b>Smax: 0.112</b>		
<b>Anforderung ist erfüllt</b>		

Fenster: "Dachfenster" -- zertifiziertes Dachfenster 1,1 BauteilNr: 2.8 Fläche: 1.09 qm Orientierung: N - 55° aus der Senkrechten	Kurzbezeichnung: DaNord keine Verschattung	Energiedurchlassgrad: 55.00 %
--	---	-------------------------------


2205-Bardt

04.Sep 2022 13:37:12


Ebene: Erdgeschoss	Grundfläche A <sub>g</sub> : 35.25 qm	
Raum: Wohnzimmer/Kochen	Fensterfläche A <sub>w</sub> : 13.20 qm	
	Bauart: schwer	
	Nachtlüftung: erhöhte Nachtlüftung min n>=2 1/h	
Fensterflächenanteil/w <sub>c</sub> : 37.4 %	Überprüfung ab 10.0 % erforderlich.	
<b>Sonneneintragskennwert S: 0.061</b>	<b>S<sub>max</sub>: 0.098</b>	<b>Anforderung ist erfüllt</b>

Fenster: "FENSTER" -- Fenster U=0,89 g=0,55	Energiedurchlassgrad: 54.00 %
BauteilNr: 2.2 Kurzbezeichnung: AwOst	
Fläche: 4.47 qm sommerlicher Sonnenschutz außenliegend: Jalousien, Rollläden 3/4 geschlossen, Fensterläden	
Orientierung: O	


Fenster: "FENSTER" -- Fenster U=0,89 g=0,55	Energiedurchlassgrad: 54.00 %
BauteilNr: 2.3 Kurzbezeichnung: AwSüd	
Fläche: 8.73 qm sommerlicher Sonnenschutz außenliegend: Jalousien, Rollläden 3/4 geschlossen, Fensterläden	
Orientierung: S	

Ebene: Erdgeschoss	Grundfläche A <sub>g</sub> : 16.54 qm	
Raum: Eltern	Fensterfläche A <sub>w</sub> : 2.52 qm	
	Bauart: schwer	
	Nachtlüftung: ohne	
Fensterflächenanteil/w <sub>c</sub> : 15.2 %	Überprüfung ab 15.0 % erforderlich.	
<b>Sonneneintragskennwert S: 0.025</b>	<b>S<sub>max</sub>: 0.212</b>	<b>Anforderung ist erfüllt</b>

Fenster: "FENSTER" -- Fenster U=0,89 g=0,55	Energiedurchlassgrad: 54.00 %
BauteilNr: 2.1 Kurzbezeichnung: AwNord	
Fläche: 2.52 qm sommerlicher Sonnenschutz außenliegend: Jalousien, Rollläden 3/4 geschlossen, Fensterläden	
Orientierung: N	

Ebene: Erdgeschoss	Grundfläche A <sub>g</sub> : 11.62 qm	
Raum: Kind	Fensterfläche A <sub>w</sub> : 1.81 qm	
	Bauart: schwer	
	Nachtlüftung: ohne	
Fensterflächenanteil/w <sub>c</sub> : 15.6 %	Überprüfung ab 15.0 % erforderlich.	
<b>Sonneneintragskennwert S: 0.025</b>	<b>S<sub>max</sub>: 0.211</b>	<b>Anforderung ist erfüllt</b>


Fenster: "FENSTER" -- Fenster U=0,89 g=0,55	Energiedurchlassgrad: 54.00 %
BauteilNr: 2.1 Kurzbezeichnung: AwNord	
Fläche: 1.81 qm sommerlicher Sonnenschutz außenliegend: Jalousien, Rollläden 3/4 geschlossen, Fensterläden	
Orientierung: N	

Ebene: Erdgeschoss	Grundfläche A <sub>g</sub> : 6.81 qm	
Raum: Bad	Fensterfläche A <sub>w</sub> : 1.81 qm	
	Bauart: schwer	
	Nachtlüftung: ohne	
Fensterflächenanteil/w <sub>c</sub> : 26.6 %	Überprüfung ab 10.0 % erforderlich.	
<b>Sonneneintragskennwert S: 0.043</b>	<b>S<sub>max</sub>: 0.086</b>	<b>Anforderung ist erfüllt</b>


Fenster: "FENSTER" -- Fenster U=0,89 g=0,55	Energiedurchlassgrad: 54.00 %
BauteilNr: 2.2 Kurzbezeichnung: AwOst	
Fläche: 1.81 qm sommerlicher Sonnenschutz außenliegend: Jalousien, Rollläden 3/4 geschlossen, Fensterläden	
Orientierung: O	

2205-Bardt


04.Sep 2022 13:37:12

Ebene: Obergeschoß	Grundfläche A <sub>G</sub> :	35.25 qm	
Raum: 2 Wohnen/Kochen	Fensterfläche A <sub>F</sub> :	13.20 qm	
	Bauart:	schwer	
	Nachtlüftung:	erhöhte Nachtlüftung min n>=2 1/h	
Fensterflächenanteil w <sub>F</sub> :	37.4 %	Überprüfung ab 10.0 % erforderlich.	
<b>Sonneneintragskennwert S: 0.061</b>	<b>S<sub>max</sub>: 0.098</b>	<b>Anforderung ist erfüllt</b>	


Fenster: "FENSTER" -- Fenster U=0,89 g=0,55	Energiedurchlassgrad: 54.00 %
BauteilNr: 2.2 Kurzbezeichnung: AwOst	sommerlicher Sonnenschutz außenliegend: Jalousien, Rollläden 3/4 geschlossen, Fensterläden
Fläche: 4.47 qm	Orientierung: O
Fenster: "FENSTER" -- Fenster U=0,89 g=0,55	Energiedurchlassgrad: 54.00 %
BauteilNr: 2.3 Kurzbezeichnung: AwStü	sommerlicher Sonnenschutz außenliegend: Jalousien, Rollläden 3/4 geschlossen, Fensterläden
Fläche: 8.73 qm	Orientierung: S

Ebene: Obergeschoß	Grundfläche A <sub>G</sub> :	11.62 qm	
Raum: 2 Kind	Fensterfläche A <sub>F</sub> :	3.28 qm	
	Bauart:	schwer	
	Nachtlüftung:	ohne	
Fensterflächenanteil w <sub>F</sub> :	28.2 %	Überprüfung ab 15.0 % erforderlich.	
<b>Sonneneintragskennwert S: 0.046</b>	<b>S<sub>max</sub>: 0.182</b>	<b>Anforderung ist erfüllt</b>	

Fenster: "FENSTER" -- Fenster U=0,89 g=0,55	Energiedurchlassgrad: 54.00 %
BauteilNr: 2.1 Kurzbezeichnung: AwNord	sommerlicher Sonnenschutz außenliegend: Jalousien, Rollläden 3/4 geschlossen, Fensterläden
Fläche: 3.28 qm	Orientierung: N

Ebene: Obergeschoß	Grundfläche A <sub>G</sub> :	16.54 qm	
Raum: 2 Eltern	Fensterfläche A <sub>F</sub> :	4.56 qm	
	Bauart:	schwer	
	Nachtlüftung:	ohne	
Fensterflächenanteil w <sub>F</sub> :	27.6 %	Überprüfung ab 15.0 % erforderlich.	
<b>Sonneneintragskennwert S: 0.045</b>	<b>S<sub>max</sub>: 0.183</b>	<b>Anforderung ist erfüllt</b>	

Fenster: "FENSTER" -- Fenster U=0,89 g=0,55	Energiedurchlassgrad: 54.00 %
BauteilNr: 2.1 Kurzbezeichnung: AwNord	sommerlicher Sonnenschutz außenliegend: Jalousien, Rollläden 3/4 geschlossen, Fensterläden
Fläche: 4.56 qm	Orientierung: N


Ebene: Obergeschoß	Grundfläche A <sub>G</sub> :	7.00 qm	
Raum: 2 Bad	Fensterfläche A <sub>F</sub> :	1.81 qm	
	Bauart:	schwer	
	Nachtlüftung:	ohne	
Fensterflächenanteil w <sub>F</sub> :	25.9 %	Überprüfung ab 10.0 % erforderlich.	
<b>Sonneneintragskennwert S: 0.042</b>	<b>S<sub>max</sub>: 0.087</b>	<b>Anforderung ist erfüllt</b>	

Fenster: "FENSTER" -- Fenster U=0,89 g=0,55	Energiedurchlassgrad: 54.00 %
BauteilNr: 2.2 Kurzbezeichnung: AwOst	sommerlicher Sonnenschutz außenliegend: Jalousien, Rollläden 3/4 geschlossen, Fensterläden
Fläche: 1.81 qm	Orientierung: O




2205-Bardt

04.Sep 2022 13:37:12


Ebene: Obergeschoß Raum: <b>3 Wohnen/Kochen</b>	Grundfläche $A_G$ : 35.25 qm Fensterfläche $A_w$ : 10.63 qm Bauart: schwer Nachtlüftung: ohne		
Fensterflächenanteil $w_f$ : 30.2 %	Überprüfung ab 10.0 % erforderlich.		
<b>Sonneneintragskennwert S: 0.049</b>		<b>S<sub>max</sub>: 0.077</b>	<b>Anforderung ist erfüllt</b>

Fenster: "FENSTER" – Fenster U=0,89 g=0,55 BauteilNr: 2.3 Fläche: 4.12 qm Orientierung: S	Kurzbezeichnung: AwSüd sommerlicher Sonnenschutz außenliegend: Jalousien, Rollläden 3/4 geschlossen, Fensterläden	Energiedurchlassgrad: 54.00 %
--	--	-------------------------------


Fenster: "FENSTER" – Fenster U=0,89 g=0,55 BauteilNr: 2.5 Fläche: 6.51 qm Orientierung: W	Kurzbezeichnung: AwWest sommerlicher Sonnenschutz außenliegend: Jalousien, Rollläden 3/4 geschlossen, Fensterläden	Energiedurchlassgrad: 54.00 %
--	---	-------------------------------

Ebene: Obergeschoß Raum: <b>3 Kind</b>	Grundfläche $A_G$ : 11.62 qm Fensterfläche $A_w$ : 3.28 qm Bauart: schwer Nachtlüftung: ohne		
Fensterflächenanteil $w_f$ : 28.2 %	Überprüfung ab 15.0 % erforderlich.		
<b>Sonneneintragskennwert S: 0.046</b>		<b>S<sub>max</sub>: 0.182</b>	<b>Anforderung ist erfüllt</b>

Fenster: "FENSTER" – Fenster U=0,89 g=0,55 BauteilNr: 2.1 Fläche: 3.28 qm Orientierung: N	Kurzbezeichnung: AwNord sommerlicher Sonnenschutz außenliegend: Jalousien, Rollläden 3/4 geschlossen, Fensterläden	Energiedurchlassgrad: 54.00 %
--	---	-------------------------------

Ebene: Obergeschoß Raum: <b>3 Eltern</b>	Grundfläche $A_G$ : 16.54 qm Fensterfläche $A_w$ : 4.56 qm Bauart: schwer Nachtlüftung: ohne		
Fensterflächenanteil $w_f$ : 27.6 %	Überprüfung ab 15.0 % erforderlich.		
<b>Sonneneintragskennwert S: 0.045</b>		<b>S<sub>max</sub>: 0.183</b>	<b>Anforderung ist erfüllt</b>

Fenster: "FENSTER" – Fenster U=0,89 g=0,55 BauteilNr: 2.1 Fläche: 4.56 qm Orientierung: N	Kurzbezeichnung: AwNord sommerlicher Sonnenschutz außenliegend: Jalousien, Rollläden 3/4 geschlossen, Fensterläden	Energiedurchlassgrad: 54.00 %
--	---	-------------------------------

Ebene: Obergeschoß Raum: <b>3 Bad</b>	Grundfläche $A_G$ : 7.00 qm Fensterfläche $A_w$ : 1.81 qm Bauart: schwer Nachtlüftung: ohne		
Fensterflächenanteil $w_f$ : 25.9 %	Überprüfung ab 10.0 % erforderlich.		
<b>Sonneneintragskennwert S: 0.042</b>		<b>S<sub>max</sub>: 0.087</b>	<b>Anforderung ist erfüllt</b>

Fenster: "FENSTER" – Fenster U=0,89 g=0,55 BauteilNr: 2.5 Fläche: 1.81 qm Orientierung: W	Kurzbezeichnung: AwWest sommerlicher Sonnenschutz außenliegend: Jalousien, Rollläden 3/4 geschlossen, Fensterläden	Energiedurchlassgrad: 54.00 %
--	---	-------------------------------

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

Raum	Ag m²	Aw m²	g	Fc	Fs	Bau- art	Nacht Lüft.	S1	fwg %	S2	S3 grot ≤0,4	fneig.	S4	fNord	S5	S6	S	Smax	OK?
4 Wohnen/Essen	33,5	8,8	0,54	0,48	1,00	schwer	ohne	0,087	26,1	-0,000	—	0,248	-0,009	—	—	—	0,088	0,078	OK
4 Schlafen	15,0	2,3	0,54	0,63	1,00	schwer	ohne	0,087	15,4	0,024	—	0,474	-0,017	—	—	—	0,053	0,095	OK
4 Bad	6,8	1,1	0,55	—	1,00	schwer	erhöht	0,125	18,6	0,022	—	1,000	-0,035	—	—	—	0,092	0,112	OK
5 Wohnen/Essen	33,5	4,1	0,55	0,67	1,00	schwer	ohne	0,087	12,4	0,031	—	0,527	-0,018	—	—	—	0,045	0,100	OK
5 Schlafen	15,0	1,1	0,55	—	1,00	schwer	ohne	0,087	7,3	0,043	—	1,000	-0,035	—	—	—	0,040	0,095	OK
5 Bad	6,8	1,1	0,55	—	1,00	schwer	erhöht	0,125	18,6	0,022	—	1,000	-0,035	—	—	—	0,082	0,112	OK
Wohnzimmer/Kochen	35,3	13,2	0,64	0,30	1,00	schwer	erhöht	0,125	37,4	-0,027	—	—	—	—	—	—	0,061	0,098	OK
Eltern	16,5	2,5	0,54	0,30	1,00	schwer	ohne	0,087	16,2	0,025	—	—	—	1,000	0,100	—	0,025	0,212	OK
Kind	11,6	1,8	0,54	0,30	1,00	schwer	ohne	0,087	15,6	0,024	—	—	—	1,000	0,100	—	0,025	0,211	OK
Bad	6,8	1,8	0,54	0,30	1,00	schwer	ohne	0,087	26,6	-0,001	—	—	—	—	—	—	0,043	0,096	OK
2 Wohnen/Kochen	35,3	13,2	0,64	0,30	1,00	schwer	erhöht	0,125	37,4	-0,027	—	—	—	—	—	—	0,061	0,098	OK
2 Kind	11,6	3,3	0,54	0,30	1,00	schwer	ohne	0,087	28,2	-0,005	—	—	—	1,000	0,100	—	0,046	0,182	OK
2 Eltern	16,5	4,6	0,54	0,30	1,00	schwer	ohne	0,087	27,6	-0,004	—	—	—	1,000	0,100	—	0,045	0,183	OK
2 Bad	7,0	1,8	0,54	0,30	1,00	schwer	ohne	0,087	25,9	0,000	—	—	—	—	—	—	0,042	0,087	OK
3 Wohnen/Kochen	35,3	10,6	0,54	0,30	1,00	schwer	ohne	0,087	30,2	-0,010	—	—	—	—	—	—	0,049	0,077	OK
3 Kind	11,6	3,3	0,54	0,30	1,00	schwer	ohne	0,087	28,2	-0,005	—	—	—	1,000	0,100	—	0,046	0,182	OK
3 Eltern	16,5	4,6	0,54	0,30	1,00	schwer	ohne	0,087	27,6	-0,004	—	—	—	1,000	0,100	—	0,045	0,183	OK
3 Bad	7,0	1,8	0,54	0,30	1,00	schwer	ohne	0,087	25,9	0,000	—	—	—	—	—	—	0,042	0,087	OK

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

Ag=netto Raumgrundfläche Aw=brutto Fensterfläche g=Energiedurchlassgrad der Verglasung ρ=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 grot<=0,4=Bonus für Sonnenschutzverglasung oder

feststehende Verschattung fneig=Mallus geneigte Fenster <60° S4=+0,035\*fneig nN=Bonus Nordfenster S5=+0,10\*fNord S6=passive Kühlung

S=berechneter Sonneneintragskennwert Smax=maximal zulässiger Sonneneintragskennwert

**Dampfdiffusionsnachweis**

Bauteil	Fall R-Type	Tauw. kg/m²	Verd. kg/m²	Rest kg/m²	Schicht	OK
YTONG PPW-2 36,5	A 1	----	----	----	----	OK
YTONG PPW-2 36,5	A 2	----	----	----	----	OK
Dach 20	A 3	----	----	----	----	OK
Balkenbereich	A 3	----	----	----	----	OK
Decke zu Kaltdach	A 3	----	----	----	----	OK
Balkenbereich	A 3	----	----	----	----	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 2 Außenwand/Grundfläche gegen Erdreich						
Tauperiode	20	8	50	80	8760	
Verdunstungsperiode	12	8	70	70	0	
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/Einsatzart	U-Wert	Fläche
<b>normale Außenwand beheizter Räume</b> Faktor = 1.00 $R_{si} = 0.13$ $R_{se} = 0.04$ $R = 4.12$ Strahlungsabsorptionsgrad = 0.50 heller Anstrich (öffentlich rechtlich) Emissionsgrad 0.80 Richt. = 0° Norden Neig = 90° senkrecht YTONG PPW-2 36,5 (6,955-0,645)*17,5	Bez.: AwNord 0.23 W/m²K	110.43 m²
<b>"FENSTER"</b> Fenster U=0,89 g=0,55 B x H : 1.51 m x 1.20 m 1 Stück 1.81 m² B x H : 2.10 m x 1.20 m 1 Stück 2.52 m² B x H : 2.10 m x 2.17 m 2 Stück 9.11 m² B x H : 1.51 m x 2.17 m 2 Stück 6.55 m² Glas+Ra. : U-Wert = 0.89 W/m²K (Herstellerangabe) g-Wert = 54 % Verschattung: $R_s=0.900$ $F=0.700$ $F_c=1.000$ sommerlicher Sonnenschutz Verschattung 4108-2 : außenliegend: Jalousien, Rollläden 3/4 geschlossen, Fensterläden	0.89 W/m²K	-20.00 m²
		90.43 m²
<b>erdberührende Außenwand beheizter Räume</b> Faktor = 0.60 $R_{si} = 0.13$ $R_{se} = 0.00$ $R = 4.12$ Richt. = 0° Norden Neig = 90° senkrecht YTONG PPW-2 36,5 0,645*17,5	Bez.: AwNord Erd 0.24 W/m²K	11.29 m²
		11.29 m²
<b>normale Außenwand beheizter Räume</b> Faktor = 1.00 $R_{si} = 0.13$ $R_{se} = 0.04$ $R = 4.12$ Strahlungsabsorptionsgrad = 0.50 heller Anstrich (öffentlich rechtlich) Emissionsgrad 0.80 Richt. = 90° Osten Neig = 90° senkrecht YTONG PPW-2 36,5 (1,51*(12+7,645)/2+6,955*12) (6,955+6,64)/2*0,45+1,4*2,35	Bez.: AwOst 0.23 W/m²K	104.64 m²
<b>"FENSTER"</b> Fenster U=0,89 g=0,55 B x H : 0.75 m x 2.17 m 4 Stück 6.51 m² B x H : 1.01 m x 1.20 m 3 Stück 3.64 m² B x H : 1.51 m x 1.20 m 2 Stück 3.62 m² B x H : 1.01 m x 2.18 m 1 Stück 2.20 m² B x H : 2.01 m x 1.20 m 1 Stück 2.41 m² Glas+Ra. : U-Wert = 0.89 W/m²K (Herstellerangabe) g-Wert = 54 % Verschattung: $R_s=0.900$ $F=0.700$ $F_c=1.000$ sommerlicher Sonnenschutz Verschattung 4108-2 : außenliegend: Jalousien, Rollläden 3/4 geschlossen, Fensterläden	0.89 W/m²K	-18.38 m²
		86.26 m²

2205-Bardt

04.Sep 2022 13:37:12

normale Außenwand beheizter Räume

Faktor = 1.00  $R_{si}$  = 0.13  $R_{se}$  = 0.04 R = 4.12

Strahlungsabsorptionsgrad  $\alpha_s$  = 0.50 heller Anstrich (öffentlich rechtlich) Emissionsgrad  $\epsilon$  = 0.80

Richt. = 180° Süden Neig = 90° senkrecht

YTONG PPW-2 36,5

6,955\*(17,5-3,23)+6,64\*3,23

(4,15-1,22)\*2,2\*2

Bez.: AwSüd

0.23 W/m²K

133.59 m²

"FENSTER"

Fenster U=0,89 g=0,55

B x H : 0.90 m x 2.18 m 2 Stück

3.92 m²

0.89 W/m²K

-25.51 m²

B x H : 3.01 m x 2.17 m 2 Stück

13.06 m²

B x H : 1.90 m x 2.17 m 1 Stück

4.12 m²

B x H : 1.01 m x 2.18 m 2 Stück

4.40 m²

Glas+Ra. : U-Wert = 0.89 W/m²K (Herstellerangabe) g-Wert = 54 %

Verschattung:  $R_{s}$ =0.900  $F_f$ =0.700  $F_c$ =1.000 sommerlicher Sonnenschutz

Verschattung 4108-2

: außenliegend: Jalousien, Rollläden 3/4 geschlossen, Fensterläden

"AUSSEN-TÜREN"

Außentür 0,9

B x H : 1.90 m x 2.17 m 1 Stück

4.12 m²

0.90 W/m²K

-4.12 m²

Glas+Ra. : U-Wert = 0.90 W/m²K g-Wert = 0 %

Verschattung:  $R_{s}$ =0.900  $F_f$ =0.700  $F_c$ =1.000

103.95 m²

normale Außenwand beheizter Räume

Faktor = 1.00  $R_{si}$  = 0.13  $R_{se}$  = 0.04 R = 4.12

Strahlungsabsorptionsgrad  $\alpha_s$  = 0.50 heller Anstrich (öffentlich rechtlich) Emissionsgrad  $\epsilon$  = 0.80

Richt. = -90° Westen Neig = 90° senkrecht

YTONG PPW-2 36,5

(1,51\*(12+7,645)/2+6,955\*12)

(6,955+6,64)/2\*0,45+1,4\*2,35

Bez.: AwWest

0.23 W/m²K

104.64 m²

"FENSTER"

Fenster U=0,89 g=0,55

B x H : 1.01 m x 1.20 m 1 Stück

1.21 m²

0.89 W/m²K

-11.95 m²

B x H : 2.01 m x 1.20 m 1 Stück

2.41 m²

B x H : 1.51 m x 1.20 m 1 Stück

1.81 m²

B x H : 0.90 m x 2.17 m 1 Stück

1.95 m²

B x H : 2.10 m x 2.17 m 1 Stück

4.56 m²

Glas+Ra. : U-Wert = 0.89 W/m²K (Herstellerangabe) g-Wert = 54 %

Verschattung:  $R_{s}$ =0.900  $F_f$ =0.700  $F_c$ =1.000 sommerlicher Sonnenschutz

Verschattung 4108-2

: außenliegend: Jalousien, Rollläden 3/4 geschlossen, Fensterläden

"AUSSEN-TÜREN"

Außentür 0,9

B x H : 1.01 m x 2.17 m 1 Stück

2.19 m²

0.90 W/m²K

-2.19 m²

Glas+Ra. : U-Wert = 0.90 W/m²K g-Wert = 0 %

Verschattung:  $R_{s}$ =0.900  $F_f$ =0.700  $F_c$ =1.000

"FENSTER"

Fenster U=0,89 g=0,55

B x H : 0.77 m x 1.20 m 2 Stück

1.85 m²

0.89 W/m²K

-1.85 m²

Glas+Ra. : U-Wert = 0.89 W/m²K (Herstellerangabe) g-Wert = 54 %

Verschattung:  $R_{s}$ =0.900  $F_f$ =0.700  $F_c$ =1.000 sommerlicher Sonnenschutz

Verschattung 4108-2

: außenliegend: Jalousien, Rollläden 3/4 geschlossen, Fensterläden

88.66 m²

## Bauteile der Bauteilart: Decke zum Dachge., Dach

Bauteil/Einsatzart

U-Wert

Fläche

2205-Bardt

04.Sep 2022 13:37:12

Dach/Decke gegen Außenluft Faktor = 1.00 $R_{si} = 0.10$ $R_{se} = 0.04$ $R = 2.71$ Strahlungsabsorptionsgrad = 0.50 ziegelrot (öffentlich rechtlich) Emissionsgrad = 0.80 Richt. = 0° Norden Neig = 35°			
Dach 20 2,65*17,5 Flächenanteil des Feldbereiches 92.00 % 92	Bez.: DaNord	0.35 W/m²K	46.38 m²
"Dachfenster" zertifiziertes Dachfenster 1,1 B x H : 0.78 m x 1.40 m 4 Stück 4.37 m² Glas+Ra. : U-Wert = 1.10 W/m²K (Herstellerangabe) g-Wert = 55 % Verschattung: $R_s=0.900$ $F=0.700$ $F_c=1.000$			
		1.10 W/m²K	-4.37 m²
			42.01 m²

Dach/Decke gegen Außenluft Faktor = 1.00 $R_{si} = 0.10$ $R_{se} = 0.04$ $R = 2.71$ Strahlungsabsorptionsgrad = 0.50 ziegelrot (öffentlich rechtlich) Emissionsgrad = 0.80 Richt. = 180° Süden Neig = 35°			
Dach 20 2,65*(17,5-2,2*2)+3,23*0,545 Flächenanteil des Feldbereiches 92.00 % 92	Bez.: DaSüd	0.35 W/m²K	36.48 m²
"Dachfenster" zertifiziertes Dachfenster 1,1 B x H : 0.78 m x 1.40 m 5 Stück 5.46 m² Glas+Ra. : U-Wert = 1.10 W/m²K (Herstellerangabe) g-Wert = 55 % Verschattung: $R_s=0.900$ $F=0.700$ $F_c=1.000$			
		1.10 W/m²K	-5.46 m²
			31.02 m²

Decke gegen Dachgeschoß kalt Faktor = 0.80 $R_{si} = 0.10$ $R_{se} = 0.10$ $R = 5.10$ Richt. = 180° — Neig = 0° waagerecht Decke zu Kaltdach			
7,645*17,5 Flächenanteil des Feldbereiches 90.00 % 90	Bez.: Da zu DB	0.19 W/m²K	133.79 m²
			133.79 m²

### Bauteile der Bauteilart: Grundfläche, Kellerdecke

Bauteil/Einsatzart	U-Wert	Fläche
gedämmte Fußböden beheizter Aufenthaltsr. auf dem Erdreich Faktor = 0.50 keine Randdämmung $B=7.1$ m $sR=0.17$ $R_{se} = 0.00$ $R = 6.61$ Richt. = 0° — Neig = 0° waagerecht		
Boden 17,5*12+3,23*0,45-2*1,4	Bez.: Grundfläche 0.15 W/m²K	208.65 m²
		208.65 m²

### Volumenberechnung des Gebäudes

$(1,51*(12+7,645)/2+6,955*12)*17,5$	=	1720.1 m³
$(6,955+6,64)/2*0,45*3,23-2*1,4*2,35$	=	3.3 m³
$-(1,22+4,15)/2*4,24*2,2*2$	=	-50.1 m³
		1673.3 m³

### Materialliste der thermischen Gebäudehülle

Material	Dichte kg/m³	Dicke mm	λ w/mK	Fläche m²	Gewicht kg
Anhydrit-Estrich	2100.0	60.00	1.2000	208.65	26290
Kalkzementputz	1800.0	5.00	0.8700	380.58	3425
Kalkzementputz	1800.0	15.00	0.8700	380.58	10276
Leichtputz MEP-it	1200.0	15.00	0.3900	380.58	6850
Beton armiert (mit 1% Stahl)	2300.0	220.00	2.3000	208.65	105579
Gipskarton DIN 18180	900.0	12.50	0.2100	133.79	1505
Gipskarton DIN 18180	900.0	12.50	0.2500	73.02	822
Ytong-Planblock PPW2-0,35	450.0	365.00	0.0900	380.58	62510
Mineralwolle 032	50.0	200.00	0.0320	120.41	1204
Mineralwolle 035	50.0	200.00	0.0350	67.18	672
Polystyrolhartschaum 040	15.0	120.00	0.0400	208.65	376
Polyurethan Hartschaum 025	25.0	70.00	0.0250	208.65	365
Fichte,Kiefer,Tanne	600.0	200.00	0.1300	5.84	701
Holz (Fichte,Kiefer,Tanne)	600.0	36.00	0.1300	5.84	126
Holz (Fichte,Kiefer,Tanne)	600.0	200.00	0.1300	13.38	1605
PE-Folie my*s=20mm	1100.0	0.20	0.3000	73.02	16
Protec Faltplatten	70.0	30.00	0.0450	208.65	438
Luft schwach bel. aufwärts	1.3	36.00	0.2500	67.18	3
Luftschicht waagr. 0.17	1.3	40.00	0.2352	133.79	7
<b>Summe</b>				<b>3259.02</b>	<b>222770</b>

### Schichtaufbau und U-Werte der verwendeten Bauteile

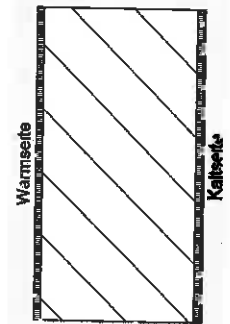
YTONG PPW-2 36,5	369.29 m²	U-Wert = 0.233 W/m²K
------------------	-----------	----------------------

Material	Dichte [kg/m³]	Dicke s [mm]	λ [W/mK]	R [m²K/W]	Diff. - Wid.
Luftübergang Warmseite $\alpha_i$ 0.13					
1 Kalkzementputz	1800.0	15.00	0.870	0.017	15 / 35
2 Ytong-Planblock PPW2-0,35	D 450.0	365.00	0.090	4.056	5
3 Leichtputz MEP-it	D 1200.0	15.00	0.390	0.038	5
4 Kalkzementputz	D 1800.0	5.00	0.870	0.006	15 / 35
Luftübergang Kaltseite $\alpha_e$ 0.04					

Bauteildicke = 400.00 mm

Flächengewicht = 218.3 kg/m²

R = 4.12 m²K/W



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

Einsatzart: normale Außenwand beheizter Räume

zur Berechnung herangezogenes Flächengewicht

: 218,3 kg/m²

R an der ungünstigsten Stelle

: 4.117 m²K/W

Grenzwert (Mindestwert) für R

: 1.200 m²K/W

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

2205-Bardt

04.Sep 2022 13:37:12

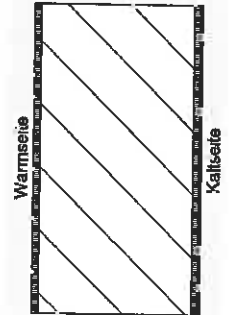
YTONG PPW-2 36,5	11.29 m <sup>2</sup>	U-Wert = 0.235 W/m <sup>2</sup> K
------------------	----------------------	-----------------------------------

Material	Dichte [kg/m <sup>3</sup> ]	Dicke s [mm]	λ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	Diff. - Wid.
Luftübergang Warmseite $\alpha_i$ 0.13					
1 Kalkzementputz	1800.0	15.00	0.870	0.017	15 / 35
2 Ytong-Planblock PPW2-0,35	D 450.0	365.00	0.090	4.056	5
3 Leichtputz MEP-it	D 1200.0	15.00	0.390	0.038	5
4 Kalkzementputz	D 1800.0	5.00	0.870	0.006	15 / 35
Luftübergang Kaltseite $\alpha_e$ 0.00					

Bauteildicke = 400.00 mm

Flächengewicht = 218.3 kg/m<sup>2</sup>

R = 4.12 m<sup>2</sup>K/W



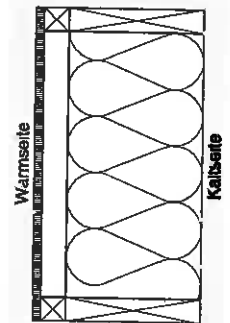
**Überprüfung des Mindestwärmeschutzes nach DIN 4108-2:2013-2 Tabelle 3, normale Bauteile (>=100kg/m<sup>2</sup>):**

Einsatzart:	erdberührende Außenwand beheizter Räume	
zur Berechnung herangezogenes Flächengewicht	: 218.3	kg/m <sup>2</sup>
R an der ungünstigsten Stelle	: 4.117	m <sup>2</sup> K/W
Grenzwert (Mindestwert) für R	: 1.200	m <sup>2</sup> K/W

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

Dach 20	73.02 m <sup>2</sup>	U-Wert = 0.351 W/m <sup>2</sup> K
---------	----------------------	-----------------------------------

Material	Das Bauteil besitzt 2 Schichtbereiche					Diff. - Wid.
	Dichte [kg/m <sup>3</sup> ]	Dicke s [mm]	λ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]		
Aufbau des Feldbereichs	92.0 %					
Luftübergang Warmseite $\alpha_i$ 0.10						
F1 Gipskarton DIN 18180	D 900.0	12.50	0.250	0.050	3	
F2 Luft schwach bel. aufwärts	D 1.3	36.00	0.250	0.144	1	
F3 PE-Folie my*s=20m	D 1100.0	0.20	0.300	0.001	100000	
F4 Mineralwolle 035	D 50.0	200.00	0.035	5.714	1	
Luftübergang Kaltseite $\alpha_e$ 0.04						
Aufbau des Balkenbereichs	8.0 %					
Luftübergang Warmseite $\alpha_i$ 0.10						
B1 Gipskarton DIN 18180	D 900.0	12.50	0.250	0.050	3	
B2 Holz (Fichte,Kiefer,Tanne)	D 600.0	36.00	0.130	0.277	40	
B3 PE-Folie my*s=20m	D 1100.0	0.20	0.300	0.001	100000	
B4 Fichte,Kiefer,Tanne	D 600.0	200.00	0.130	1.538	40	
Luftübergang Kaltseite $\alpha_e$ 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>
248.70 mm	92.0 %	32.0 kg/m <sup>2</sup>	0.351 W/m <sup>2</sup> K	2.85 m <sup>2</sup> K/W	5.21 m <sup>2</sup> K/W	0.49 m <sup>2</sup> K/W

**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	: 32.0	kg/m <sup>2</sup>
R an der ungünstigsten Stelle	: 5.909	m <sup>2</sup> K/W (Feldbereich)
Grenzwert (Mindestwert) für R	: 1.750	m <sup>2</sup> K/W
R gesamte Bauteil (Mittelwert)	: 2.709	m <sup>2</sup> K/W
Grenzwert (Mindestwert) für das Gesamtbauteil	: 1.000	m <sup>2</sup> K/W

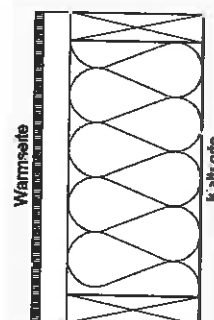
die Anforderungen sind nach DIN 4108-2:2013-2 erfüllt

2205-Bardt

04.Sep 2022 13:37:12

Decke zu Kaldach	133.79 m <sup>2</sup>	U-Wert = 0.189 W/m <sup>2</sup> K
------------------	-----------------------	-----------------------------------

Das Bauteil besitzt 2 Schichtbereiche							
Material		Dichte [kg/m <sup>3</sup> ]	Dicke s [mm]	λ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	Diff. - Wid.	
Aufbau des Feldbereichs 90.0 %							
Luftübergang Warmseite R <sub>s</sub> 0.10	i						
F1 Gipskarton DIN 18180	D	900.0	12.50	0.210	0.060	8	
F2 Luftschicht waagr. 0.17		1.3	40.00	0.235	0.170	1	
F3 Mineralwolle 032	D	50.0	200.00	0.032	6.250	1	
Luftübergang Kaltseite R <sub>s</sub> 0.10							
Aufbau des Balkenbereichs 10.0 %							
Luftübergang Warmseite R <sub>s</sub> 0.10							
B1 Gipskarton DIN 18180	D	900.0	12.50	0.210	0.060	8	
B2 Luftschicht waagr. 0.17		1.3	40.00	0.235	0.170	1	
B3 Holz (Fichte,Kiefer,Tanne)	D	600.0	200.00	0.130	1.538	40	
Luftübergang Kaltseite R <sub>s</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>
252.50 mm	90.0 %	32.3 kg/m <sup>2</sup>	0.189 W/m <sup>2</sup> K	5.30 m <sup>2</sup> K/W	5.39 m <sup>2</sup> K/W	5.21 m <sup>2</sup> K/W

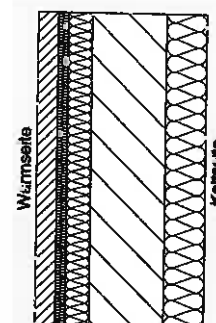
**Überprüfung des Mindestwärmeschutzes nach DIN 4108-2:2013-2 leichte Bauteile (<100kg/m<sup>2</sup>):**  
 der Wärmedurchlasswiderstand des Feldbereichs und der mittlere Wärmedurchlasswiderstand wurden überprüft  
 zur Berechnung herangezogenes Flächengewicht : 32.3 kg/m<sup>2</sup>  
 R an der ungünstigsten Stelle : 6.480 m<sup>2</sup>K/W (Feldbereich)  
 Grenzwert (Mindestwert) für R : 1.750 m<sup>2</sup>K/W  
 R gesamte Bauteil (Mittelwert) : 5.102 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

Boden	208.65 m <sup>2</sup>	U-Wert = 0.147 W/m <sup>2</sup> K
-------	-----------------------	-----------------------------------

Material		Dichte [kg/m <sup>3</sup> ]	Dicke s [mm]	λ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	Diff. - Wid.
Luftübergang Warmseite R <sub>s</sub> 0.17						
1 Anhydrit-Estrich	D	2100.0	60.00	1.200	0.050	15 / 35
2 Protec Falplatten		70.0	30.00	0.045	0.667	100000
3 Polyurethan Hartschaum 025	D	25.0	70.00	0.025	2.800	40 / 200
4 Beton armiert (mit 1% Stahl)	D	2300.0	220.00	2.300	0.096	80 / 130
5 Polystyrolhartschaum 040	D	15.0	120.00	0.040	3.000	40
Luftübergang Kaltseite R <sub>s</sub> 0.00						

Bauteildicke = 500.00 mm      Flächengewicht = 637.6 kg/m<sup>2</sup>      R = 6.61 m<sup>2</sup>K/W



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

Einsatzart: gedämmte Fußböden beheizter Aufenthaltsr. auf dem Erdreich  
 zur Berechnung herangezogenes Flächengewicht : 637.6 kg/m<sup>2</sup>  
 R an der ungünstigsten Stelle : 6.612 m<sup>2</sup>K/W  
 Grenzwert (Mindestwert) für R : 0.900 m<sup>2</sup>K/W

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