

Energieeinsparnachweis

nach dem Gebäudeenergiegesetz GEG 2020

vom 08.08.2020

"Wohngebäude"

BEG/KfW-Gebäudesanierung

Effizienzhaus 85 (GEG 2020)

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: Sanierung Lange Gasse 5 Sottrum

06.Nov 2022

Bauvorhaben : Sanierung eines Mehrfamilienwohnhauses 5WE in Sottrum Lange Gasse 5

Bearbeiter : Christina Wehberg

Objektstandort
Straße/Hausnr. : Lange Gasse 5
Plz/Ort : 27367 Sottrum
Gemarkung :

Baujahr 1939

Flurstücknummer: -----

Hauseigentümer/Bauherr
Name/Firma : Lange Gasse 5 GbR
Straße/Hausnr. : wird nachgereicht
Plz/Ort : wird nachgereicht
Telefon / Fax : wird nachgereicht

Name, Anschrift und Funktion des Ausstellers	Datum und Unterschrift, ggf. Stempel/Firmenzeichen
Christina Wehberg Dipl.-Ing. / Energieberaterin Alte Bevern 4 28870 Ottersberg	12.Nov 2022

Tabelle der verwendeten Bauteile

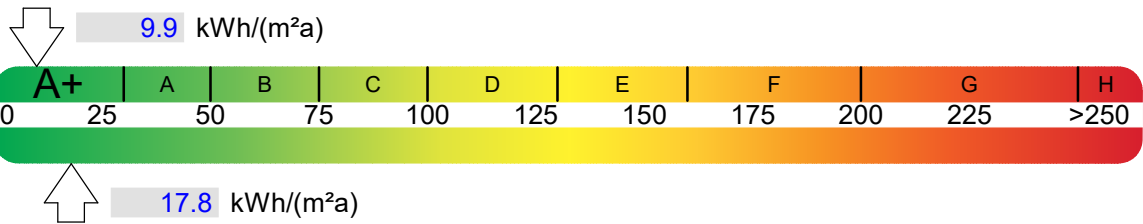
	Bauteil	Bezeich	Ri.	Fläche [m²]	U-Wert [W/m²K]	Fak	Gewinn [kWh/a]		Verlust [kWh/a]
1	Wand								
1.1	Außenwand	AwNord	N	52.76	0.209	1.00		3	912
1.2	Außenwand	AwOst	O	66.24	0.209	1.00		99	1145
1.3	Außenwand	AwSüd	S	51.85	0.209	1.00		105	896
1.4	Außenwand	AwWest	W	61.80	0.209	1.00		71	1068
				232.64	0.209			279	4022
2	Fenster, Fenstertüren						g		
2.1	Fenster U=0,9 g=0,51	AwNord	N	22.14	0.900	1.00	0.51	1020	1650
2.2	Haustür mit Fenster 2,3	AwNord	N	5.95	2.300	1.00	0.20	108	1133
2.3	Fenster U=0,9 g=0,51	AwOst	O	7.36	0.900	1.00	0.51	689	549
2.4	Fenster U=0,9 g=0,51	AwSüd	S	26.85	0.900	1.00	0.51	3483	2001
2.5	Fenster U=0,9 g=0,51	AwWest	W	11.80	0.900	1.00	0.51	970	880
2.6	zertifiziertes Dachfenster 1,0	DaSüd	S	2.49	1.000	1.00	0.40	331	206
2.7	zertifiziertes Dachfenster 1,0	DaNord	N	3.35	1.000	1.00	0.40	188	278
2.8	zertifiziertes Dachfenster 1,0	oberste Geschossdecke		3.35	1.000	0.80	---	---	222
				83.30	1.003			6788	6920
3	Decke zum Dachge., Dach								
3.1	Dach 28cm Zellulose	DaSüd	S	78.98	0.143	1.00		112	935
3.2	Dach 28cm Zellulose	DaNord	N	77.32	0.143	1.00		-21	915
3.3	oberste Geschossdecke	oberste Geschossdecke		118.47	0.164	0.80		---	1286
3.4	Gaubendach	Gaubendächer	-	34.50	0.262	1.00		67	749
				309.28	0.152			158	3885
4	Grundfläche, Kellerdecke								
4.1	Boden auf Erdreich	Grundfläche	-	268.02	0.388	0.50		---	4305
				268.02	0.194			-----	4305
Summe:				893.23	0.259			7225	19131
Jahresprimärenergiebedarf Q"P = 17.8 [kWh/m²a] Q"Pmax = 63.9 [kWh/m²a] spezifischer Transmissionswärmeverlust H'T = 0.359 [W/m²K] H'Tmax = 0.368 [W/m²K]									

Effizienzlevel

Ist-Zustand
optimiert

CO2-Emissionen **5.6** [kg/(m²*a)]

Endenergiebedarf



Primärenergiebedarf

Passivhaus

MFH Neubau

EFH Neubau

EFH energetisch
gut modernisiert

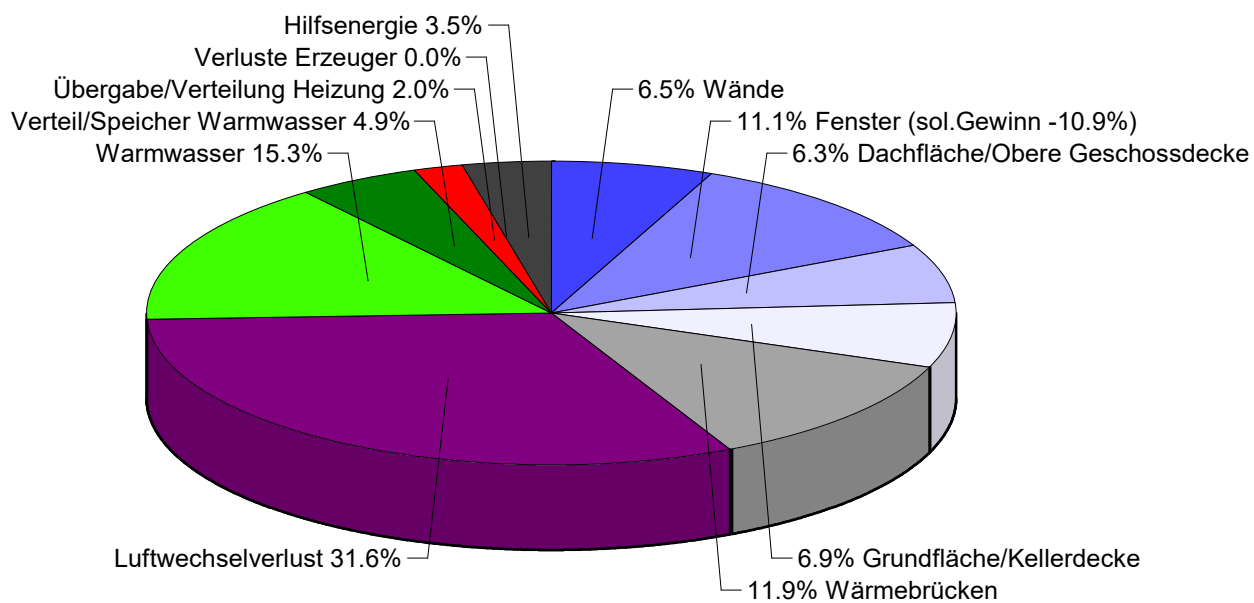
Durchschnitt
Wohngebäude

MFH energetisch nicht
wesentlich modernisiert

EFH energetisch nicht
wesentlich modernisiert

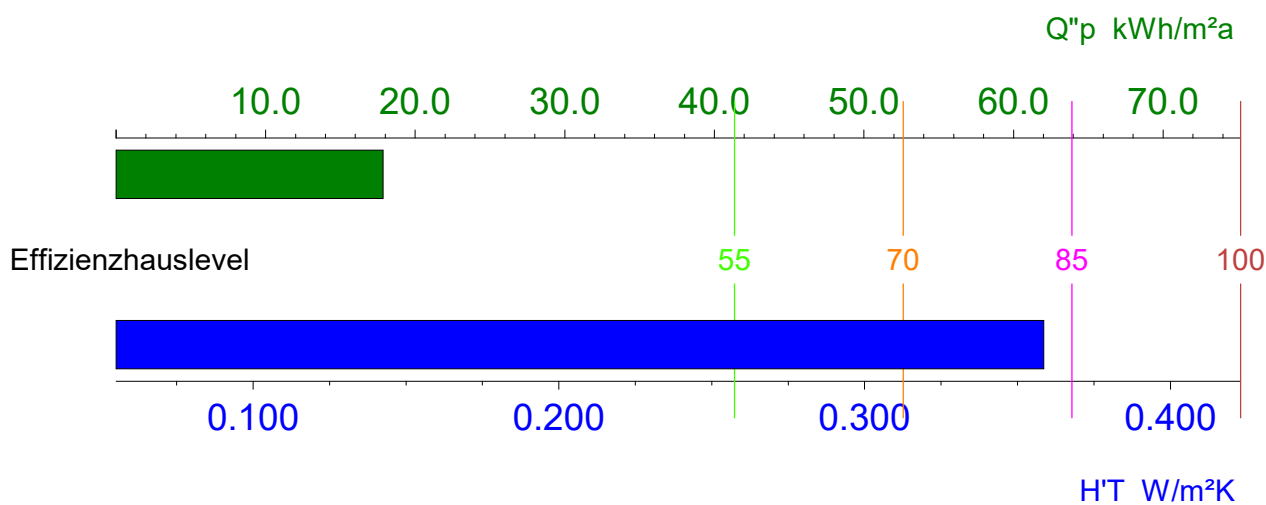
Endenergieverteilung

Endenergieverteilung von Sanierung Lange Gasse 5 Sottrum _GEG 85EE



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.

KfW Effizienzhauslevel



Randbedingungen

Strom aus erneuerbaren Energien nach §23 (4) des GEG 2020

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°= waagerecht, 90°=senkrecht):

K_{pk}	0.166 kW/m ²
	120.0 m ²
	19.92 kW
f_{perf}	0.75 [-]
	180 °
	45 °

Jahresleistung erneuerbarer Stromproduktion / PV Anlage:

berechneter Strombedarf des Gebäudes (kein Hausstrom):

der berechnete Strombedarf des Gebäudes setzt sich wie folgt zusammen:

- Strom/Hilfsenergie Heizung (monatlich gewichtet auf den Heizwärmebedarf):

- Strom/Hilfsenergie Warmwasser (auf 12 Monate verteilt):

16065 kWh/a

8966 kWh/a

6496 kWh/a

2470 kWh/a

anrechenbarer erneuerbarer Anteil (wurde von der Endenergie abgezogen):

4895 kWh/a

	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
monatl. regenerative Leistung in KWh	570	506	1240	2072	2181	2169	1941	1931	1549	1190	426	290
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
monatl. Strombedarf (hochgerechnet)	1587	1367	1065	426	206	206	206	206	211	578	1255	1655

Sommerlicher Wärmeschutz:

Der Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes wird extern geführt und ist nicht Bestandteil dieser Berechnung.

Luftdichtheitsprüfung nach Fertigstellung:

Die Überprüfung der Dichtheit erfolgt nach §26 des GEG nach Fertigstellung des Gebäudes.

Es darf der nach DIN EN ISO 9972: 2018-12 Anhang NA gemessene Volumenstrom, bei einer Druckdifferenz von 50 Pa, den Wert 3.0 l/h nicht überschreiten. Der Luftdichtheitsnachweis (Messprotokoll) wird diesem Dokument später beigelegt!

Bei Effizienzhäusern im Bestand darf nach KfW-FAQ Liste 8.05 der Dichtheitsnachweis auch bei Lüftungsanlagen n50 bis 3,0 l/h bzw. q50 bis 4,5 m/h betragen. Bitte berücksichtigen Sie dabei die speziellen Anforderungen 8.05 der KfW und beachten Sie dass in diesem Fall ein Energieausweis ohne erfolgreiche Dichtheitsprüfung erstellt werden muss!

Grundlage zur Ermittlung der Fx Werte für die Erdreichabminderung nach DIN 4108-6 Tabelle 3

Grundflächenart	A_G [m ²]	P[m]	B'
Grundfläche gegen Erdreich ohne Randdämmung	268.0	68.5	7.8

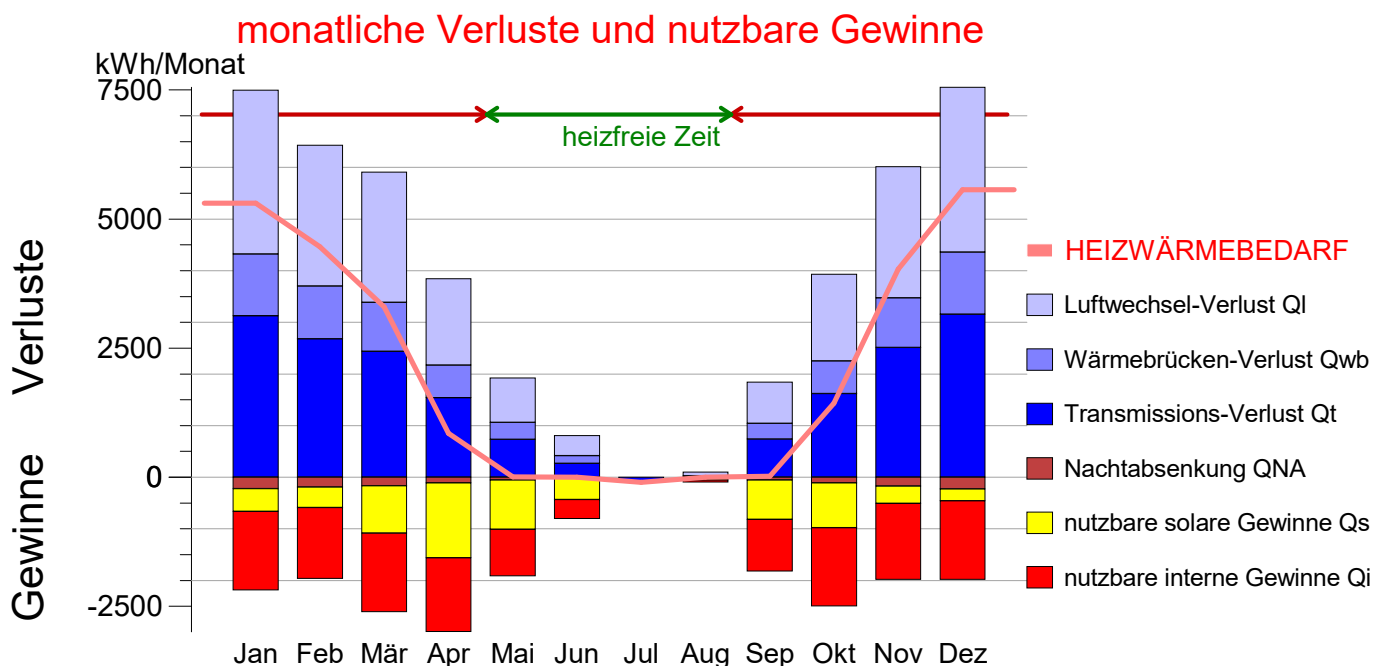
P=Randstrecke der Grundfläche gegen das Erdreich

Gewinne und Verluste im einzelnen

kWh/Monat	Jan	Feb	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	gesamt
Ausnutzgrad η	1.000	1.000	1.000	0.972	0.595	0.254	0.000	0.028	0.680	0.995	1.000	1.000	
Q Verlust	7271	6239	5741	3734	1867	780	0	82	1789	3819	5843	7327	44492
Q Gewinn	1964	1776	2441	2969	3126	3072	3035	2914	2604	2401	1813	1758	29872
$\eta \cdot Q$ Gewinn	1964	1776	2441	2886	1860	780	0	82	1771	2388	1812	1758	19518
Q _{h,M}	5307	4463	3300	848	0	0	0	0	19	1431	4031	5569	24967
Verluste im einzelnen aufgeschlüsselt													
Q _T	3093	2654	2457	1630	842	383	0	69	782	1633	2478	3111	19131
Q _{S opak}	-31	-23	21	90	109	117	101	80	44	11	-34	-47	436
Q _{NA Nachtabs.}	226	190	169	110	57	26	0	5	53	110	172	227	1344
Q _{T-QNA-QSopak}	2899	2487	2267	1430	677	240	-101	-16	685	1511	2341	2930	17350
Q _{WB}	1196	1026	950	630	326	148	0	27	302	631	958	1203	7398
Q _L	3176	2725	2523	1673	865	393	0	71	803	1676	2544	3194	19643
Gewinne im einzelnen aufgeschlüsselt													
Q _S	436	396	914	1491	1599	1594	1507	1386	1126	873	334	231	11886
Q _I	1528	1380	1528	1478	1528	1478	1528	1528	1478	1528	1478	1528	17986
Die äquivalente Heizgradtagezahl ermittelt aus dem energetischen Niveau des Gebäudes													
Heiz-Gt	558	479	443	294	0	0	0	0	141	295	447	561	3218

Volumen und Flächen

Gebäudevolumen V _e	:	1453.2 m ³
Gebäudehüllfläche A	:	893.2 m ²
A/V _e	:	0.615 1/m
Außenwandfläche A _{AW}	:	423.4 m ²
Fensterfläche A _w	:	79.9 m ²
Fensterflächenanteil f	:	15.9 % (nach EnEV 2002-2007 Anhang 1 Absatz 2.8)



allgemeine Projektdaten

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

Luftvolumenberechnung

Gebäudevolumen V_e : 1453.2 m³
 Luftvolumen : 1162.6 m³ 0,80 * Gebäudevolumen

Nutzflächenberechnung

Gebäudehöhe : 6.50 m
 Geschoßanzahl : 1
 Geschoßhöhe : 3.100 m
 Gebäudegrundfläche : 268.0 m²
 Grundflächenumfang : 68.5 m
 Gebäudenutzfläche : 410.6 m² (1/h_G - 0,04) * Gebäudevolumen

interne Warmegewinne pauschaler Ansatz

in Wohngebäuden 24h/Tag 5W/m² 120 Wh/m² pro Tag
 bei einer Nutzfläche von 411 m² ==> 49 kWh/Tag

$Q_i = 17986 \text{ kWh/a}$ [1478 kWh/Monat]
 davon nutzbare Warmegewinne $Q_{i-} = 12729 \text{ kWh/a}$

Wärmebrücken pauschal ohne weiteren Nachweis

Bei der Berechnung des Verlustes durch die Wärmebrücken wurde bei jedem verwendeten Bauteil ein Aufschlag auf den U-Wert von 0,1 W/m²K, berücksichtigt.
 Dabei wurden 0.0 m² Oberfläche ausgenommen (z.B. Vorhangfassade).

ursprünglicher mittlerer U-Wert 0.259 W/m²K [Abminderungsfaktoren sind berücksichtigt]
 neuer mittlere U-Wert 0.359 W/m²K
 Transmissionsverlust erhöht sich um 38.67 %

$Q_{wb} = 7398 \text{ kWh/a}$

Luftwechsel

Lüftungsverluste Q_v 19643 kWh/a

Luftvolumen: 1162.6 m³
 Luftwechselrate: 0.60 h⁻¹
 Art der Lüftung: freie Lüftung

Das Gebäude wird nach DIN EN 13829:2001-02 dichtsgeprüft und die Luftwechselrate wird bei 50Pa (n50) kleiner/gleich 3 pro Stunde sein.

Luftwechselperluste in kWh

Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
3176	2725	2523	1673	865	393	0	71	803	1676	2544	3194

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
waagerecht	0°	29	44	97	189	221	241	210	180	127	77	31	17
Süd	45°	57	56	124	214	218	224	194	193	160	119	44	29
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	45°	15	26	43	90	136	161	145	95	56	33	19	10
Nord	90°	10	18	31	58	75	83	81	57	41	25	13	7

Ausnutzungsgrad der Gewinne

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

die Bauart ist: ein Massivbau
Speicherfähigkeit: 50.00 Wh/m³K
Volumen: 1453 m³
Cwirk: 72660 Wh/K
spezifischer Wärmeverlust H: 557 W/K

monatliche Ausnutzungsgrade

Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
1.000	1.000	1.000	0.972	0.595	0.254	0.000	0.028	0.680	0.995	1.000	1.000

Warmwasser

Warmwasser pauschal (12,5KWh/m²a)

Energiebedarf für die Warmwasseraufbereitung Q_w 5133 kWh/a

Endenergie / CO₂ Ausstoß

Endenergie		CO ₂ kg/kWh	absolut		bezogen auf die Nutzfläche 410.6 m ²	
			Bedarf kWh/a	CO ₂ kg/a	Bedarf kWh/m ² a	CO ₂ kg/m ² a
1	Strom-Mix	0.560	4071	2280	9.91	5.55
Summe			4071	2280	9.91	5.55

Als Berechnungsgrundlage des CO₂ Ausstoßes wurden die GEG Werte verwendet**Schadstoffausstoß**

Energieträger	NO _x kg/m ² a	NO _x kg/a	CO kg/a	SO ₂ kg/a	Staub kg/a
Strom-Mix	0.006	2.57	0.83	1.57	0.22
SUMME	0.006	2.57	0.83	1.57	0.22

Endenergie- Wartungskosten (bedarfsberechnet)

Energieträger	Bedarf kWh pro Jahr	Energie- kosten Cent pro kWh	Wartungs- kosten pro Jahr pro kWh	Gesamt- kosten € pro Jahr
Strom incl. Hilfsenergie ohne Hausstrom	1192	18.0	0,-€	214,-€
Stromsondertarif Wärmepumpe				
*Wartung inkl. zusätzlicher Zählergebühr	2879	7.0	130,-€	332,-€
		Summe:	130,-€	546,-€

Durch PV Strom gedeckt und bereits von der Endenergie abgezogen: 4895 kWh/a

maximaler Wärmebedarf der Heizungsanlage

maximale Temperaturdifferenz

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

Wärmeverlust durch die Gebäudeoberfläche

spezifischer Wärmeverlust H _T	:	0.359 [W/m ² K]	
Gebäudeoberfläche	:	893.2 [m ²]	10.25 kW

Wärmeverlust durch den Luftwechsel

Luftwechselpercentage	:	237.2 [W/K]	7.59 kW
ausreichend für	:	21 Personen	

maximale Heizleistung: 17.84 kW

Begrenzung der Leitungsverluste

Die Rohrleitungen der Wärme- und Warmwasserverteilungsleitungen sind gem. GEG §71 u. 70 in unbeheizten Räumen wie folgt zu dämmen (Anlage 8 des GEG):

Zeile	Art der der Leitungen/Armaturen	Mindestdicke der Dämmschicht, bezogen auf eine Wärmeleitfähigkeit von 0,035 W/(m ² .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 Absperreinrichtungen 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.

hydraulischer Abgleich

Die Berechnung der Anlagentechnik wurde mit "**hydraulischem Abgleich**" durchgeführt. Es muss sichergestellt werden, daß dieser hydraulische Abgleich auch im Gebäude durchgeführt wird/wurde.

Anlagenbewertung nach DIN 4701 Teil 10

für ein Gebäude mit normalen Innentemperaturen

Bezeichnung des Gebäudes: Sanierung Lange Gasse 5 Sottrum
 Ort: 27367 Sottrum
 Gemarkung:

Straße/Nr.: Lange Gasse 5
 Flurstücknummer:

I. Eingaben

$A_N =$ 410.6 m²

$t_{HP} =$ 185 Tage

Trinkwassererwärmung

Heizung

Lüftung

absoluter Bedarf

$Q_{TW} =$ 5133.0 kWh/a

$Q_h =$ 24967.1 kWh/a

bezogener Bedarf

$q_{TW} =$ 12.50 kWh/m²a

$q_h =$ 60.80 kWh/m²a

II. Systembeschreibung

Details siehe Trinkwasser- Heizungs- und Lüftungsbeschreibung

III. Ergebnisse

Deckung von Q_h

$q_{h,TW} =$ 3.28 kWh/m²a

$q_{h,H} =$ 57.52 kWh/m²a

$q_{h,L} =$ 0.00 kWh/m²a

Σ Wärme

$Q_{TW,E} =$ 2190.6 kWh/a

$Q_{H,E} =$ 5583.9 kWh/a

$Q_{L,E} =$ 0.0 kWh/a

Σ Hilfsenergie

279.6 kWh/a

911.9 kWh/a

0.0 kWh/a

Σ Primärenergie

$Q_{TW,P} =$ 4446.4 kWh/a

$Q_{H,P} =$ 11692.4 kWh/a

$Q_{L,P} =$ 0.0 kWh/a

Endenergie

$Q_E =$ 2879 kWh/a

Σ Wärme

1192 kWh/a

Σ Hilfsenergie

Primärenergie

$Q_P =$ 7327 kWh/a

Σ Primärenergie

Anlagenaufwandzahl

$e_P =$ 0.291

TRINKWASSERERWÄRMUNG nach DIN 4701 TEIL 10Bereich 1: Anteil 100.0 % Nutzfläche 410.6 m²**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: $q_{TW,d} = 7.26 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ $q_{TW,d,HE} = 0.41 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ $q_{h,TW,d} = 3.28 \text{ kWh/m}^2\text{a}$

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

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

Speicherart: keine Trinkwasser Speicherung

Wärmeerzeuger: $\Sigma = 19.76 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ $q_{TW,g,HE} = 0.27 \text{ kWh/m}^2\text{a}$

Wärmeerzeugerart: Heizungsärmepumpe Erdreich/Wasser
 Energieträgerart: Strom-Mix

Deckungsanteil	$\alpha_{TW,g} :$	100.0 %
Aufwandzahl Erzeuger	$e_{TW,g} :$	0.270
Endenergie Erzeuger	$q_{TW,E} :$	5.33 kWh/m ² a
Primärenergiefaktor Erzeuger	$f_{p,i} :$	1.80
Primärenergie Erzeuger	$q_{TW,P} :$	9.60 kWh/m ² a

Hilfsenergie: $\Sigma q_{TW,HE,E} = 0.68 \text{ kWh/m}^2\text{a}$

Primärenergiefaktor Hilfsenergie	$f_{p,H} :$	1.80
Primärenergie Hilfsenergie	$q_{TW,HE,P} :$	1.23 kWh/m ² a

EndergebnisHeizwärmegutschrift pro m²: $q_{h,TW} = 3.28 \text{ kWh/m}^2\text{a}$

Wärmeendenergie pro m ²	$q_{TW,E} :$	5.33 kWh/m ² a
Hilfsendenergie pro m ²	$q_{TW,HE,E} :$	0.68 kWh/m ² a
Primärenergie pro m ²	$q_{TW,P} :$	10.83 kWh/m ² a

Wärmeendenergie	$Q_{TW,E} :$	2190.6 kWh/a
Hilfsendenergie	$Q_{TW,HE,E} :$	279.6 kWh/a
Primärenergie	$Q_{TW,P} :$	4446.4 kWh/a

HEIZUNG nach DIN 4701 TEIL 10Bereich 1: Anteil 100.0 % Nutzfläche 410.6 m²**Wärmeverlust****Hilfsenergie**

Heizwärmebedarf $q_h = 60.80 \text{ kWh/m}^2\text{a}$

Heizwärmegutschriften $q_{h,TW} = 3.28 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ vom Trinkwasser

Heizwärmegutschriften $q_{h,L} = 0.00 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ durch die Lüftungsanlage

Übergabe: $q_{c,e} = 1.10 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ $q_{ce,HE} = 0.00 \text{ kWh/m}^2\text{a}$

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

Verteilung: $q_d = 0.50 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ $q_{d,HE} = 1.18 \text{ kWh/m}^2\text{a}$

Verteilungsart: Heizkreistemperatur 35/28°C
die horizontale Verteilung der Wärme erfolgt innerhalb der thermischen Hülle
Verteilungsstränge (vertikal) überwiegend innenliegende Verteilung (nicht an der Außenwand)
für die Verteilung der Heizungswärme wird eine geregelte Pumpe eingesetzt

Speicherung: $q_s = 0.00 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ $q_{s,HE} = 0.00 \text{ kWh/m}^2\text{a}$

Speicherart: keine Speicherung

Wärmeerzeuger: $\Sigma = 59.12 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ $q_{g,HE} = 1.04 \text{ kWh/m}^2\text{a}$

Wärmeerzeugerart: Heizungsärmepumpe Erdreich/Wasser
Energieträgerart: Strom-Mix

Deckungsanteil	$\alpha_{H,g} :$	100.0 %
Aufwandzahl Erzeuger	$e_g :$	0.230
Endenergie Erzeuger	$q_E :$	13.60 kWh/m ² a
Primärenergiefaktor Erzeuger	$f_p :$	1.80
Primärenergie Erzeuger	$q_P :$	24.48 kWh/m ² a

Hilfsenergie: $\Sigma q_{HE,E} = 2.22 \text{ kWh/m}^2\text{a}$

Primärenergiefaktor Hilfsenergie $f_{p,H} :$ 1.80
Primärenergie Hilfsenergie $q_{HE,P} :$ 4.00 kWh/m²a

Endergebnis

Wärmeendenergie pro m ²	$q_{H,E} :$	13.60 kWh/m ² a
Hilfsendenergie pro m ²	$q_{H,HE,E} :$	2.22 kWh/m ² a
Primärenergie pro m ²	$q_{H,HE,P} :$	28.47 kWh/m ² a

Wärmeendenergie	$Q_{H,E} :$	5583.9 kWh/a
Hilfsendenergie	$Q_{H,HE,E} :$	911.9 kWh/a
Primärenergie	$Q_{H,HE,P} :$	11692.4 kWh/a

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

Bauteil	Flächen- gewicht kg/m ²	Innen- raum- temp	R m ² K/W	Grenz- wert m ² K/W	Art	Ergebnis
Außenwand	498.0	normal	4.62	1.20	*1	OK
Dach 28cm Zellulose	46.0	normal	8.02	1.75	*8	OK
oberste Geschossdecke	61.0	normal	7.01	1.75	*8	OK
Gaubendach	25.9	normal	3.67	1.75	*7	OK
Boden auf Erdreich	560.0	normal	2.41	0.90	*1 *?	OK

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

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

*7 Bauteil mit weniger als 100 kg Flächengewicht

*8 Gefachbauteil mit weniger als 100 kg Flächengewicht

*? einige Dichten fehlen im Schichtaufbau, das Ergebnis der Berechnung ist evtl. nicht korrekt

Sommerlicher Wärmeschutz nach DIN 4108-2 2013-02

Der Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes wird extern geführt und ist nicht Bestandteil dieser Berechnung.

Dampfdiffusionsnachweis

Bauteil	Fall R-Type	Tauw. kg/m ²	Verd. kg/m ²	Rest kg/m ²	Schicht	OK
Außenwand	A 1	----	----	----	----	OK
Dach 28cm Zellulose	A 3	----	----	----	----	OK
Balkenbereich	A 3	----	----	----	----	OK
oberste Geschossdecke	A 3	----	----	----	----	OK
Balkenbereich	A 3	----	----	----	----	OK
Gaubendach	B 3	0.005	0.012	----	3/4	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
Kategorie	:	Wand

RSi	:	0.13 m²K/W
Rse	:	0.04 m²K/W
Einsatzart	:	normale Außenwand beheizter Räume
Strahlungsabsorptionsgrad α	:	0.50 heller Anstrich (öffentlich rechtlich)
Emissionsgrad ε	:	0.80
Kurzbez.	:	AwNord
Transmissions-Gewichtungsfaktor	:	1.00 (Temperatur-Reduktionsfaktor)
U-Wert	:	0.209 W/m²K
Flächengewicht	:	498.0 kg/m²
Bauteilorientierung	:	
Neigung	:	90.0° senkrecht
Richtung	:	==> 0.0° Norden

Flächenberechnung:			m²
22,15*3,00	=		66.4
4,10*1,50	=		6.2
5,50*1,50	=		8.3
	Brutto-Bauteilfläche =		80.8
zugeordnete Fenster			
Firma	Type	W/m²K	m²
"FENSTER"	Fenster U=0,9 g=0,51	0.900	22.1
"TÜREN"	Hautür mit Fenster 2,3	2.300	5.9
	Fensterfläche =		28.1
	Netto-Bauteilfläche m² =		52.8

BAUTEIL 2.1	:	"FENSTER"
Glastype	:	Fenster U=0,9 g=0,51

U-Wert Fenster	:	0.90 W/m²K inklusiv Rahmen (Herstellerangabe)
Energiedurchlassgrad	:	51.0 %
Vorhangfassade	:	nein

Verschattungswinkel	:	Verbauungswinkel: 0°	Überhangwinkel: 0°	Seitenwinkel: 0°
Verschattungsfaktoren	:	Fs 0.900	Fh 1.000	Fo 1.000
Rahmenverschattung	:	Ff 0.600		Ff 1.000
Sonnenschutzverschattung	:	Fc 1.000		

Bruttofläche							
Breite :	1.00 m	Höhe :	1.50 m	Anzahl :	1 Stück	==>	1.50 m²
Breite :	1.70 m	Höhe :	1.50 m	Anzahl :	3 Stück	==>	7.65 m²
Breite :	2.50 m	Höhe :	1.50 m	Anzahl :	1 Stück	==>	3.75 m²
Breite :	1.10 m	Höhe :	1.20 m	Anzahl :	7 Stück	==>	9.24 m²
Gesamtfensterfläche:							22.14 m²

BAUTEIL 2.2	:	"TÜREN"
Glastype	:	Hautür mit Fenster 2,3

U-Wert Fenster	:	2.30 W/m²K inklusiv Rahmen (Herstellerangabe)
Energiedurchlassgrad	:	20.0 %
Vorhangfassade	:	nein

Verschattungswinkel	:	Verbauungswinkel: 0°	Überhangwinkel: 0°	Seitenwinkel: 0°
Verschattungsfaktoren	:	Fs 0.900	Fh 1.000	Fo 1.000
Rahmenverschattung	:	Ff 0.600		Ff 1.000
Sonnenschutzverschattung	:	Fc 1.000		

Bruttofläche						
Breite :	1.50 m	Höhe :	2.50 m	Anzahl :	1 Stück	==> 3.75 m²
Breite :	1.00 m	Höhe :	2.20 m	Anzahl :	1 Stück	==> 2.20 m²
Gesamtfensterfläche:						5.95 m²

BAUTEIL 1.2	:	Außenwand
Kategorie	:	Wand

R_{Si} : 0.13 m²K/W
 R_{Se} : 0.04 m²K/W
 Einsatzart : normale Außenwand beheizter Räume
 Strahlungsabsorptionsgrad α : 0.50 heller Anstrich (öffentlich rechtlich)
 Emissionsgrad ε : 0.80
 Kurzbez. : AwOst
 Transmissions-Gewichtungsfaktor: 1.00 (Temperatur-Reduktionsfaktor)
 U-Wert : 0.209 W/m²K
 Flächengewicht : 498.0 kg/m²
 Bauteilorientierung :
 Neigung : 90.0° senkrecht
 Richtung : ==> 90.0° Osten

Flächenberechnung: m²

12,50*3 = 37.5
 ((12,50+5,90)/2)*3,10 = 28.5
 ((3,00*2,80)/2)+(((1,50*1,50)/2)*3) = 7.6
 Brutto-Bauteilfläche = 73.6

zugeordnete Fenster
 Firma :
 "FENSTER"

Type
 W/m²K
 0.900
 m²
 7.4
 Fensterfläche = 7.4

Netto-Bauteilfläche m² = 66.2

BAUTEIL 2.3	:	"FENSTER"
Glastype	:	Fenster U=0,9 g=0,51

U-Wert Fenster : 0.90 W/m²K inklusiv Rahmen (Herstellerangabe)
 Energiedurchlassgrad : 51.0 %
 Vorhangfassade : nein

Verschattungswinkel :
 Verschattungsfaktoren : F_s 0.900
 Rahmenverschattung : F_F 0.600
 Sonnenschutzverschattung : F_c 1.000

Verbauungswinkel: 0°
 F_h 1.000

Überhangwinkel: 0°
 F_o 1.000

Seitenwinkel: 0°
 F_f 1.000

Bruttofläche

Breite :	2.00 m	Höhe :	1.40 m	Anzahl :	1 Stück	==>	2.80 m²
Breite :	1.40 m	Höhe :	1.40 m	Anzahl :	1 Stück	==>	1.96 m²
Breite :	1.00 m	Höhe :	1.30 m	Anzahl :	2 Stück	==>	2.60 m²

Gesamtfensterfläche: 7.36 m²

BAUTEIL 1.3	:	Außenwand
Kategorie	:	Wand

R_{Si} : 0.13 m²K/W
 R_{Se} : 0.04 m²K/W
 Einsatzart : normale Außenwand beheizter Räume
 Strahlungsabsorptionsgrad α : 0.50 heller Anstrich (öffentlich rechtlich)
 Emissionsgrad ε : 0.80
 Kurzbez. : AwSüd
 Transmissions-Gewichtungsfaktor: 1.00 (Temperatur-Reduktionsfaktor)
 U-Wert : 0.209 W/m²K
 Flächengewicht : 498.0 kg/m²
 Bauteilorientierung :
 Neigung : 90.0° senkrecht
 Richtung : ==> 180.0° Süden

Flächenberechnung: m²

22,15*3,00 = 66.4
 5,50*1,50 = 8.3
 2*2 = 4.0
 Brutto-Bauteilfläche = 78.7

zugeordnete Fenster
 Firma :
 "FENSTER"

Type
 W/m²K
 0.900
 m²
 26.9
 Fensterfläche = 26.9

Netto-Bauteilfläche m² = 51.8

BAUTEIL 2.4	: "FENSTER"
Glastype	: Fenster U=0,9 g=0,51

U-Wert Fenster : 0.90 W/m²K inklusiv Rahmen (Herstellerangabe)
 Energiedurchlassgrad : 51.0 %
 Vorhangfassade : nein

Verschattungswinkel : Verbauungswinkel: 0° Überhangwinkel: 0° Seitenwinkel: 0°
 Verschattungsfaktoren : Fs 0.900 Fh 1.000 Fo 1.000 Fr 1.000
 Rahmenverschattung : Ff 0.600
 Sonnenschutzverschattung : Fc 1.000

Bruttofläche

Breite :	1.70 m	Höhe :	1.40 m	Anzahl :	2 Stück	==>	4.76 m²
Breite :	1.80 m	Höhe :	2.40 m	Anzahl :	1 Stück	==>	4.32 m²
Breite :	2.40 m	Höhe :	2.00 m	Anzahl :	2 Stück	==>	9.60 m²
Breite :	1.10 m	Höhe :	1.20 m	Anzahl :	4 Stück	==>	5.28 m²
Breite :	1.70 m	Höhe :	1.70 m	Anzahl :	1 Stück	==>	2.89 m²

Gesamtfensterfläche: 26.85 m²

BAUTEIL 1.4	: Außenwand
Kategorie	: Wand

Rsi : 0.13 m²K/W
 Rse : 0.04 m²K/W
 Einsatzart : normale Außenwand beheizter Räume
 Strahlungsabsorptionsgrad α : 0.50 heller Anstrich (öffentlich rechtlich)
 Emissionsgrad ε : 0.80
 Kurzbez. : AwWest
 Transmissions-Gewichtungsfaktor: 1.00 (Temperatur-Reduktionsfaktor)
 U-Wert : 0.209 W/m²K
 Flächengewicht : 498.0 kg/m²
 Bauteilorientierung
 Neigung : 90.0° senkrecht
 Richtung : ==> -90.0° Westen

Flächenberechnung: m²

12,50*3	=	37.5
((12,50+5,90)/2)*3,10	=	28.5
((3,00*2,80)/2)+(((1,50*1,50)/2)*3)	=	7.6
Brutto-Bauteilfläche	=	73.6

zugeordnete Fenster

Firma	Type	W/m²K	m²
"FENSTER"	Fenster U=0,9 g=0,51	0.900	11.8
		Fensterfläche	= 11.8
		Netto-Bauteilfläche m²	= 61.8

BAUTEIL 2.5	: "FENSTER"
Glastype	: Fenster U=0,9 g=0,51

U-Wert Fenster : 0.90 W/m²K inklusiv Rahmen (Herstellerangabe)
 Energiedurchlassgrad : 51.0 %
 Vorhangfassade : nein

Verschattungswinkel : Verbauungswinkel: 0° Überhangwinkel: 0° Seitenwinkel: 0°
 Verschattungsfaktoren : Fs 0.900 Fh 1.000 Fo 1.000 Fr 1.000
 Rahmenverschattung : Ff 0.600
 Sonnenschutzverschattung : Fc 1.000

Bruttofläche

Breite :	2.30 m	Höhe :	0.90 m	Anzahl :	1 Stück	==>	2.07 m²
Breite :	2.40 m	Höhe :	2.20 m	Anzahl :	1 Stück	==>	5.28 m²
Breite :	1.90 m	Höhe :	1.30 m	Anzahl :	1 Stück	==>	2.47 m²
Breite :	0.90 m	Höhe :	2.20 m	Anzahl :	1 Stück	==>	1.98 m²

Gesamtfensterfläche: 11.80 m²

Bauteile der Bauteilart: Decke zum Dachge., Dach

BAUTEIL 3.1	:	Dach 28cm Zellulose
Kategorie	:	Dach/Decke
R _{si}	:	0.10 m²K/W
R _{se}	:	0.04 m²K/W
Einsatzart	:	Dach/Decke gegen Außenluft
Strahlungsabsorptionsgrad α	:	0.50 ziegelrot (öffentlich rechtlich)
Emissionsgrad ε	:	0.80
Kurzbez.	:	DaSüd
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 = 0.143 W/m²K Feld U-Wert: 0.123 W/m²K (90.0%)

Balken U-Wert: 0.301 W/m²K (10.0%)

Flächengewicht : 46.0 kg/m²
Bauteilorientierung
Neigung : 43.0°
Richtung : ==> 180.0° Süden

Flächenberechnung:

22,15*4,50	=	99.7	m²
-5,50*2,00	=	-11.0	
-1,80*4,00	=	-7.2	
Brutto-Bauteilfläche	=	81.5	
zugeordnete Fenster			
Firma	Type	W/m²K	m²
"Dachfenster"	zertifiziertes Dachfenster 1,0	1.000	2.5
	Fensterfläche	=	2.5
	Netto-Bauteilfläche m²	=	79.0

BAUTEIL 2.6	:	"Dachfenster"
Glastype	:	zertifiziertes Dachfenster 1,0

U-Wert Fenster : 1.00 W/m²K inklusiv Rahmen (Herstellerangabe)
Energiedurchlassgrad : 40.0 %
Vorhangfassade : nein

Verschattungswinkel	:	Verbauungswinkel: 0°	Überhangwinkel: 0°	Seitenwinkel: 0°
Verschattungsfaktoren	:	F _s 0.900	F _h 1.000	F _o 1.000
Rahmenverschattung	:	F _F 0.600		F _r 1.000
Sonnenschutzverschattung	:	F _c 1.000		

Bruttofläche

Breite :	0.89 m	Höhe :	1.40 m	Anzahl :	2 Stück	==>	2.49 m²	
							Gesamtfensterfläche:	2.49 m²

BAUTEIL 3.2	:	Dach 28cm Zellulose
Kategorie	:	Dach/Decke

R_{Si} : 0.10 m²K/W
 R_{Se} : 0.04 m²K/W
 Einsatzart : Dach/Decke gegen Außenluft
 Strahlungsabsorptionsgrad α : 0.50 ziegelrot (öffentlich rechtlich)
 Emissionsgrad ε : 0.80
 Kurzbez. : DaNord
 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 = 0.143 W/m²K Feld U-Wert: 0.123 W/m²K (90.0%) Balken U-Wert: 0.301 W/m²K (10.0%)

Flächengewicht : 46.0 kg/m²
 Bauteilorientierung
 Neigung : 43.0°
 Richtung : ==> 0.0° Norden

Flächenberechnung:

		m²
22,15*4,50	=	99.7
-9,50*2,00	=	-19.0
Brutto-Bauteilfläche	=	80.7
zugeordnete Fenster		
Firma	Type	W/m²K
"Dachfenster"	zertifiziertes Dachfenster 1,0	1.000
	Fensterfläche	= 3.4
	Netto-Bauteilfläche m²	= 77.3

BAUTEIL 2.7	:	"Dachfenster"
Glastype	:	zertifiziertes Dachfenster 1,0

U-Wert Fenster : 1.00 W/m²K inklusiv Rahmen (Herstellerangabe)
 Energiedurchlassgrad : 40.0 %
 Vorhangfassade : nein

Verschattungswinkel	:	Verbauungswinkel: 0°	Überhangwinkel: 0°	Seitenwinkel: 0°
Verschattungsfaktoren	:	F _s 0.900	F _h 1.000	F _o 1.000
Rahmenverschattung	:	F _F 0.600		
Sonnenschutzverschattung	:	F _C 1.000		

Bruttofläche
 Breite : 0.98 m Höhe : 1.14 m Anzahl : 3 Stück ==> 3.35 m²
 Gesamtfensterfläche: 3.35 m²

BAUTEIL 3.3	:	oberste Geschossdecke
Kategorie	:	Dach/Decke

R_{Si} : 0.10 m²K/W
 R_{Se} : 0.10 m²K/W
 Einsatzart : Decke gegen Dachgeschoß kalt
 Kurzbez. : oberste Geschossdecke
 Transmissions-Gewichtungsfaktor: 0.80 (Temperatur-Reduktionsfaktor)

Der Schichtaufbau besitzt einen Feld- und Balkenbereich

Flächenanteilsberechnung des Feldes in %:

90 = 90.0
 = 0.0
 Feldanteil = 90.0 %

ges.U-Wert = 0.164 W/m²K Feld U-Wert: 0.139 W/m²K (90.0%) Balken U-Wert: 0.367 W/m²K (10.0%)

Flächengewicht : 61.0 kg/m²
 Bauteilorientierung
 Neigung : 0.0° waagerecht
 Richtung : ----

Flächenberechnung: m²

22,15*5,50 = 121.8

Brutto-Bauteilfläche = 121.8

zugeordnete Fenster

Firma	Type	W/m²K	m²
"Dachfenster"	zertifiziertes Dachfenster 1,0	1.000	3.4
		Fensterfläche =	3.4
		Netto-Bauteilfläche m² =	118.5

BAUTEIL 2.8	:	"Dachfenster"
Glastype	:	zertifiziertes Dachfenster 1,0

U-Wert Fenster : 1.00 W/m²K inklusiv Rahmen (Herstellerangabe)
 Energiedurchlassgrad : 40.0 %
 Vorhangfassade : nein

Verschattungswinkel	:	Verbauungswinkel: 0°	Überhangwinkel: 0°	Seitenwinkel: 0°
Verschattungsfaktoren	:	F _s 0.900	F _h 1.000	F _o 1.000
Rahmenverschattung	:	F _F 0.600		F _r 1.000
Sonnenschutzverschattung	:	F _c 1.000		

Bruttofläche

Breite : 0.98 m Höhe : 1.14 m Anzahl : 3 Stück ==> 3.35 m²

Gesamtfensterfläche: 3.35 m²

BAUTEIL 3.4	:	Gaubendach
Kategorie	:	Dach/Decke

R_{Si} : 0.10 m²K/W
 R_{Se} : 0.04 m²K/W
 Einsatzart : Dach/Decke gegen Außenluft
 Strahlungsabsorptionsgrad α : 0.50 ziegelrot (öffentlich rechtlich)
 Emissionsgrad ε : 0.80
 Kurzbez. : Gaubendächer
 Transmissions-Gewichtungsfaktor: 1.00 (Temperatur-Reduktionsfaktor)
 U-Wert : 0.262 W/m²K
 Flächengewicht : 25.9 kg/m²
 Bauteilorientierung
 Neigung : 0.0° waagerecht
 Richtung : ----

Flächenberechnung: m²

2,00*15,00 = 30.0

2,50*1,80 = 4.5

Fläche = 34.5

Bauteile der Bauteilart: Grundfläche, Kellerdecke

BAUTEIL 4.1	:	Boden auf Erdreich
Kategorie	:	Grundfläche

RSi	:	0.17 m²K/W
RSe	:	0.00 m²K/W
Einsatzart	:	gedämmte Fußböden beheizter Aufenthaltsr. auf dem Erdreich
Kurzbez.	:	Grundfläche
Randdämmung	:	keine
B'=Ag/(0,5P)	:	7.8 m
Transmissions-Gewichtungsfaktor: 0.50 (Temperatur-Reduktionsfaktor)		
U-Wert	:	0.388 W/m²K
Flächengewicht	:	560.0 kg/m²
Bauteilorientierung	:	
Neigung	:	0.0° waagerecht
Richtung	:	----

Flächenberechnung:		m²
Breite 12.10 * Länge 22.15	=	268.0
Fläche =		268.0

Volumenberechnung des Gebäudes

22,15*12,10*3,20 Erdgeschoss ohne Wintergarten	=	857.6 m³
((11,20+5,90)/2)*22,15*3,00 Dachgeschoss inkl vorderer Teil	=	568.1 m³
Gauben ((1,80*1,50)/2)*(4,10+5,50+5,50)	=	20.4 m³
((2,80*2,50)/2)*2,00	=	7.0 m³
		1453.2 m³

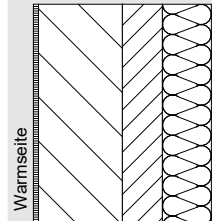
Materialliste der thermischen Gebäudehülle

Material	Dichte kg/m³	Dicke mm	λ w/mK	Fläche m²	Gewicht kg
Kalkgipsputz	1400.0	15.00	0.7000	232.64	4885
Zement-Estrich	2000.0	50.00	1.4000	268.02	26802
Beton armiert (mit 1% Stahl)	2300.0	200.00	2.3000	268.02	123287
Gipskarton DIN 18180	900.0	12.50	0.2100	274.78	3091
Kalksandstein DIN 106	1000.0	240.00	0.5000	232.64	55834
Vollklinker	2000.0	115.00	0.9600	232.64	53507
Holzfaserdämmplatten 045	110.0	35.00	0.0450	156.31	602
Mineralwolle 035	50.0	140.00	0.0350	232.64	1628
Polystyrol Extruder außen 035	30.0	120.00	0.0350	34.50	124
Polystyrolhartschaum 035	0.0	80.00	0.0350	268.02	0
Fichte, Kiefer, Tanne	600.0	25.00	0.1300	27.48	412
Fichte, Kiefer, Tanne	600.0	28.00	0.1300	34.50	580
Fichte, Kiefer, Tanne	600.0	35.00	0.1300	118.47	2488
Konstruktionsholz	500.0	260.00	0.1300	11.85	1540
Konstruktionsholz	500.0	280.00	0.1300	15.63	2188
Bitumendichtung	1100.0	2.50	0.1700	69.00	190
Dampfbremse diffusionsoffen	1100.0	0.20	0.2000	274.78	60
Luft ruhend horizontal	1.3	25.00	0.1389	247.30	8
isofloc Zellulosedämmstoff	60.0	260.00	0.0400	106.63	1663
isofloc Zellulosedämmstoff	60.0	280.00	0.0400	140.68	2363
Summe				3246.50	281253

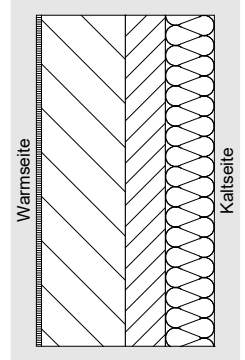
Schichtaufbau und U-Werte der verwendeten Bauteile

Außenwand				232.64 m²	U-Wert = 0.209 W/m²K	
Material	Dichte [kg/m³]	Dicke s [mm]	λ [W/mK]	R [m²K/W]	Diff. - Wid.	
Luftübergang Warmseite R _{Si} 0.13						
1 Kalkgipsputz	D 1400.0	15.00	0.700	0.021	10	
2 Kalksandstein DIN 106	D 1000.0	240.00	0.500	0.480	5 / 10	
3 Vollklinker	D 2000.0	115.00	0.960	0.120	50 / 100	
4 Mineralwolle 035	D 50.0	140.00	0.035	4.000	1	
Luftübergang Kaltseite R _{Se} 0.04						
Bauteildicke = 510.00 mm		Flächengewicht = 498.0 kg/m²		R = 4.62 m²K/W		

Warmseite



Kaltseite



Wärmedurchgangsberechnung

Berechnete Daten:

Wärmedurchlaßwiderstand R 4.62 [m²K/W]

Wärmedurchgangswiderstand R_T 4.79 [m²K/W]

Wärmedurchgangskoeffizient U-Wert	0.21 [W/m²K]
-----------------------------------	--------------

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 : 498.0 kg/m²

R an der ungünstigsten Stelle : 4.621 m²K/W

Grenzwert (Mindestwert) für R : 1.200 m²K/W

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

Randbedingungen der Dampfdiffusion

	Warmseite		Kaltseite
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.

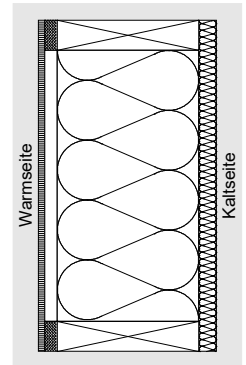
Ergebnis der Dampfdiffusionsberechnung

Falluntersuchung nach DIN 4108 ergab: FALL A

Aufbau ist OK. Kein Tauwasserausfall

Dach 28cm Zellulose	156.31 m²	U-Wert = 0.143 W/m²K
---------------------	-----------	----------------------

		Das Bauteil besitzt 2 Schichtbereiche					Diff. - Wid.
Material		Dichte [kg/m³]	Dicke s [mm]	λ [W/mK]	R [m²K/W]		
Aufbau des Feldbereichs	90.0 %						
Luftübergang Warmseite R_{si}	0.10						
F1 Gipskarton DIN 18180		D 900.0	12.50	0.210	0.060	8	
F2 Luft ruhend horizontal		D 1.3	25.00	0.139	0.180	1	
F3 Dampfbremse diffusionsoffen		1100.0	0.20	0.200	0.001	38500	
F4 isofloc Zellulosedämmstoff		D 60.0	280.00	0.040	7.000	1 / 2	
F5 Holzfaserdämmplatten 045		D 110.0	35.00	0.045	0.778	5	
Luftübergang Kaltseite R_{se}	0.04						
Aufbau des Balkenbereichs	10.0 %						
Luftübergang Warmseite R_{si}	0.10						
B1 Gipskarton DIN 18180		D 900.0	12.50	0.210	0.060	8	
B2 Fichte, Kiefer, Tanne		D 600.0	25.00	0.130	0.192	40	
B3 Dampfbremse diffusionsoffen		1100.0	0.20	0.200	0.001	38500	
B4 Konstruktionsholz		D 500.0	280.00	0.130	2.154	20 / 50	
B5 Holzfaserdämmplatten 045		D 110.0	35.00	0.045	0.778	5	
Luftübergang Kaltseite R_{se}	0.04						



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

Bauteildicke	Feldanteil	Flächengewicht	U-Wert	R_T	R_T'	R_T''
352.70 mm	90.0 %	46.0 kg/m²	0.143 W/m²K	7.00 m²K/W	7.12 m²K/W	6.87 m²K/W

Wärmedurchgangsberechnung Feldbereich

Berechnete Daten:

Wärmedurchlasswiderstand R	8.02 [m²K/W]
Wärmedurchgangswiderstand R_T	8.16 [m²K/W]

Wärmedurchgangskoeffizient U-Wert	0.12 [W/m²K]
-----------------------------------	--------------

Wärmedurchgangsberechnung Balkenbereich

Berechnete Daten:

Wärmedurchlasswiderstand R	3.18 [m²K/W]
Wärmedurchgangswiderstand R_T	3.32 [m²K/W]

Wärmedurchgangskoeffizient U-Wert	0.30 [W/m²K]
-----------------------------------	--------------

Überprüfung des Mindestwärmeschutzes nach DIN 4108-2:2013-2 leichte Bauteile (<100kg/m²):

der Wärmedurchlasswiderstand des Feldbereichs und der mittlere Wärmedurchlasswiderstand wurden überprüft zur Berechnung herangezogenes Flächengewicht	: 46.0	kg/m²	
R an der ungünstigsten Stelle	: 8.018	m²K/W	(Feldbereich)
Grenzwert (Mindestwert) für R	: 1.750	m²K/W	
R gesamte Bauteile (Mittelwert)	: 6.858	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
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

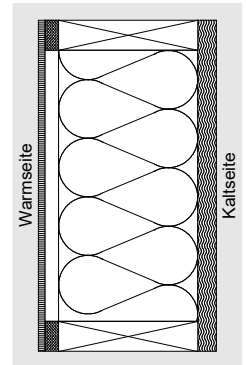
Ergebnis der Dampfdiffusionsberechnung (Balkenbereich des Bauteils)

Falluntersuchung nach DIN 4108 ergab: FALL A

Aufbau ist OK. Kein Tauwasserausfall

oberste Geschossdecke	118.47 m ²	U-Wert = 0.164 W/m ² K
-----------------------	-----------------------	-----------------------------------

		Das Bauteil besitzt 2 Schichtbereiche				Diff. - Wid.	
Material		Dichte [kg/m³]	Dicke s [mm]	λ [W/mK]	R [m²K/W]		
Aufbau des Feldbereichs		90.0 %					
Luftübergang Warmseite R _{Si} 0.10							
F1	Gipskarton DIN 18180	D	900.0	12.50	0.210	0.060	8
F2	Luft ruhend horizontal	D	1.3	25.00	0.139	0.180	1
F3	Dampfbremse diffusionsoffen		1100.0	0.20	0.200	0.001	38500
F4	isofloc Zellulosedämmstoff	D	60.0	260.00	0.040	6.500	1 / 2
F5	Fichte, Kiefer, Tanne	D	600.0	35.00	0.130	0.269	40
Luftübergang Kaltseite R _{Se} 0.10							
Aufbau des Balkenbereichs		10.0 %					
Luftübergang Warmseite R _{Si} 0.10							
B1	Gipskarton DIN 18180	D	900.0	12.50	0.210	0.060	8
B2	Fichte, Kiefer, Tanne	D	600.0	25.00	0.130	0.192	40
B3	Dampfbremse diffusionsoffen		1100.0	0.20	0.200	0.001	38500
B4	Konstruktionsholz	D	500.0	260.00	0.130	2.000	20 / 50
B5	Fichte, Kiefer, Tanne	D	600.0	35.00	0.130	0.269	40
Luftübergang Kaltseite R _{Se} 0.10							



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

Bauteildicke	Feldanteil	Flächengewicht	U-Wert	R _T	R _{T'}	R _{T''}
332.70 mm	90.0 %	61.0 kg/m ²	0.164 W/m ² K	6.10 m ² K/W	6.19 m ² K/W	6.02 m ² K/W

Wärmedurchgangsberechnung Feldbereich

Berechnete Daten:

Wärmedurchlaßwiderstand R	7.01 [m ² K/W]
Wärmedurchgangswiderstand R _T	7.21 [m ² K/W]

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

Wärmedurchgangsberechnung Balkenbereich

Berechnete Daten:

Wärmedurchlaßwiderstand R	2.52 [m ² K/W]
Wärmedurchgangswiderstand R _T	2.72 [m ² K/W]

Wärmedurchgangskoeffizient U-Wert	0.37 [W/m ² K]
-----------------------------------	---------------------------

Überprüfung des Mindestwärmeschutzes nach DIN 4108-2:2013-2 leichte Bauteile (<100kg/m²):

der Wärmedurchlasswiderstand des Feldbereichs und der mittlere Wärmedurchlasswiderstand wurden überprüft zur Berechnung herangezogenes Flächengewicht	: 61.0	kg/m ²	
R an der ungünstigsten Stelle	: 7.010	m ² K/W	(Feldbereich)
Grenzwert (Mindestwert) für R	: 1.750	m ² K/W	
R gesamte Bauteil (Mittelwert)	: 5.903	m ² K/W	
Grenzwert (Mindestwert) für das Gesamtbauteil	: 1.000	m ² K/W	

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

Randbedingungen der Dampfdiffusion

	Warmseite		Kaltseite
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)

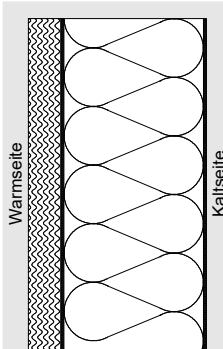
Falluntersuchung nach DIN 4108 ergab: FALL A

Aufbau ist OK. Kein Tauwasserausfall

Ergebnis der Dampfdiffusionsberechnung (Balkenbereich des Bauteils)

Falluntersuchung nach DIN 4108 ergab: FALL A

Aufbau ist OK. Kein Tauwasserausfall

Gaubendach			34.50 m²		U-Wert = 0.262 W/m²K	
Material	Dichte [kg/m³]	Dicke s [mm]	λ [W/mK]	R [m²K/W]	Diff. - Wid.	
Luftübergang Warmseite R _{Si} 0.10						
1 Fichte,Kiefer,Tanne	D 600.0	28.00	0.130	0.215	40	
2 Bitumendichtung	1100.0	2.50	0.170	0.015	80000	
3 Polystyrol Extruder außen 035	D 30.0	120.00	0.035	3.429	80 / 250	
4 Bitumendichtung	1100.0	2.50	0.170	0.015	80000	
Luftübergang Kaltseite R _{Se} 0.04						
Bauteildicke = 153.00 mm		Flächengewicht = 25.9 kg/m²		R = 3.67 m²K/W		

Wärmedurchgangsberechnung

Berechnete Daten:

Wärmedurchlaßwiderstand R 3.67 [m²K/W]
 Wärmedurchgangswiderstand R_T 3.81 [m²K/W]

Wärmedurchgangskoeffizient U-Wert	0.26 [W/m ² K]
-----------------------------------	---------------------------

Überprüfung des Mindestwärmeschutzes nach DIN 4108-2:2013-2 leichte Bauteile (<100kg/m²):

der Wärmedurchlasswiderstand des gesamten Bauteils wurde zur Überprüfung verwendet

zur Berechnung herangezogenes Flächengewicht : 25.9 kg/m²
 R an der ungünstigsten Stelle : 3.673 m²K/W
 Grenzwert (Mindestwert) für R : 1.750 m²K/W

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

Randbedingungen der Dampfdiffusion

	Warmseite		Kaltseite
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

Falluntersuchung nach DIN 4108 ergab: FALL B

Tauwasser in der Tauperiode: (2160h) 0.005 kg/m²
 mögliche Verdunstungsmenge: (2160h) 0.012 kg/m²
 verbleibende Restmenge 0.000 kg/m²

Aufbau ist OK. Es verbleibt kein Wasser im Bauteil

Ausfallpunkt 210.720[m] (μ*d) 414.4[Pa] an Schichtgrenze 3/4

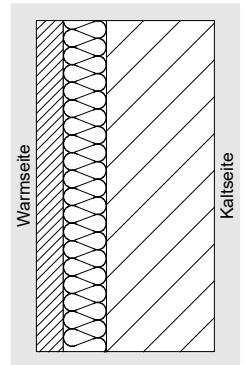
Vom Ausfall betroffene Schichten:

Nr.	Material	DIN	μ1/μ2	μ
3	Polystyrol Extruder außen 035	D	μ1	80
4	Bitumendichtung		μ1	80000

Boden auf Erdreich	268.02 m ²	U-Wert = 0.388 W/m ² K
--------------------	-----------------------	-----------------------------------

Material	Dichte [kg/m ³]	Dicke s [mm]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	Diff. - Wid.
Luftübergang Warmseite R_{si} 0.17					
1 Zement-Estrich	D 2000.0	50.00	1.400	0.036	15 / 35
2 Polystyrolhartschaum 035	D 0.0	80.00	0.035	2.286	35
3 Beton armiert (mit 1% Stahl)	D 2300.0	200.00	2.300	0.087	80 / 130
Luftübergang Kaltseite R_{se} 0.00					

Bauteildicke = 330.00 mm

Flächengewicht = 560.0 kg/m²R = 2.41 m²K/W

Wärmedurchgangsberechnung

Berechnete Daten:

Wärmedurchlaßwiderstand R 2.41 [m²K/W]Wärmedurchgangswiderstand R_T 2.58 [m²K/W]

Wärmedurchgangskoeffizient U-Wert	0.39 [W/m ² K]
-----------------------------------	---------------------------

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

Einsatzart: gedämmte Fußböden beheizter Aufenthaltsr. auf dem Erdreich

zur Berechnung herangezogenes Flächengewicht : 560.0 kg/m²R an der ungünstigsten Stelle : 2.408 m²K/WGrenzwert (Mindestwert) für R : 0.900 m²K/W

ACHTUNG! Dichteangaben im Schichtaufbau sind unvollständig,

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