

E n e r g i e e i n s p a r n a c h w e i s**nach dem Gebäudeenergiegesetz GEG 2020**

vom 08.08.2020

"Wohngebäude"

BEG/KfW-Gebäudesanierung

Effizienzhaus 160 (GEG2020)

öffentlich rechtlicher Nachweis

nach dem "Monatsbilanzverfahren" der DIN V 4108-6:2003-06
und Berechnung der Anlagentechnik nach DIN V 4701-10:2003-08

24.Mai 2022

Projekt Kurzbeschreibung: 2021-238

Bauvorhaben : Sanierung + Umbau
Langer Lohberg 12-14, 23552 Lübeck

Bearbeiter : Julika Simon

Objektstandort :
Straße/Hausnr. : Langer Lohberg 12-14
Plz/Ort : 23552 Lübeck
Gemarkung :

Baujahr 1900

Flurstücknummer: -----

Hauseigentümer/Bauherr
Name/Firma : Sönke Mathwich
Straße/Hausnr. : Anglerstraße 11
Plz/Ort : 80339 München
Telefon / Fax :

Für die Einhaltung der Anforderungen für einen KfW-Denkmal EE ist Folgendes geplant:

Gebäudehülle:

Nord- und Ostfassade:
Bestands-MW mit Innendämmung 6 cm WLG 042 (bspw. Multipor)

Westfassade:
Bestands-MW mit WDVS außen 16 cm WLG 035

Nord- und Westfassade der Loggia:
Holzrahmenbauaußenwand 20 cm Zellulose-Gefachdämmung (WLG 040)

Dach:
Aufdachdämmung 16 cm WLG 039 (Holzfaser aufdachdämmung) + 4 cm Unterdeckplatte WLG 047

Loggia-Dachterrasse:
Aufdachdämmung druckfest 16 cm WLG 042 (Holzfaserdämmung)

Grundfläche:
im Bereich Bodenplatten Bestand:
5 cm Trittschalldämmung WLG 035

im Bereich Stb.-Sohle:
5 cm Trittschalldämmung WLG 035 + 12 cm XPS WLG 035

Fenster: Austausch - U-1,20

Haustür: U-2,00

Wärmebrückenzuschlag: Da über 50% der Gebäudehülle von innen gedämmt sind, wird der Wärmebrückenzuschlag von
UWB = 0,15 angesetzt

Name, Anschrift und Funktion des Ausstellers	Datum und Unterschrift, ggf. Stempel/Firmenzeichen
Julika Simon Ingenieurbüro Cornelius Back Schäferstraße 1a 23564 Lübeck	

Die Fensterlaibungen sind unabhängig von den angegebenen Maßnahmen ausreichend zu dämmen. Im Bereich des Übergangs von Außen- zu Innendämmung ist eine Überlappung von 70 cm notwendig.

Haustechnik:

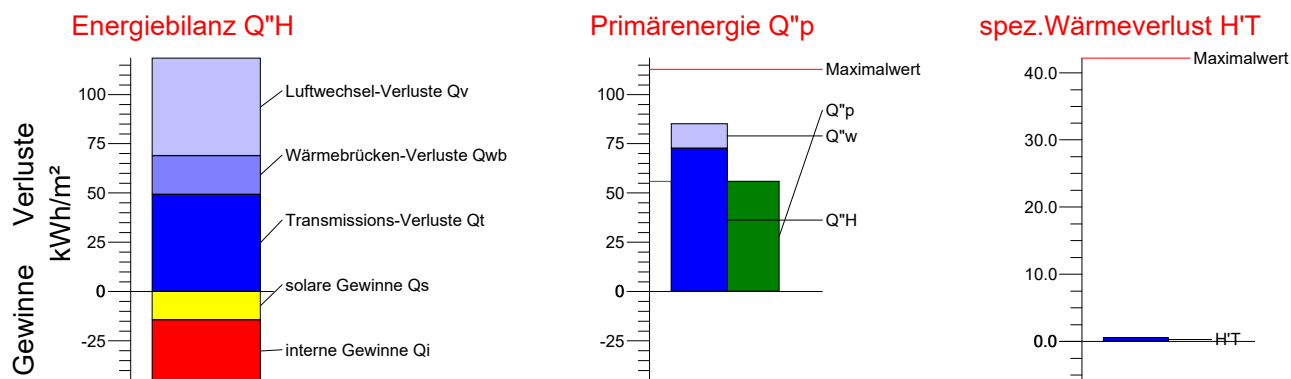
LuftWasserWärmepumpe für Heizung und WW mit Elektrostab -> es ist ein Hydraulischer Abgleich erforderlich

Wohnungslüftung mit WRG ohne Anbindung an weitere Haustechnik - > es ist ein Blowerdoortest erforderlich.

Tabelle der verwendeten Bauteile

	Bauteil	Bezeich	Ri.	Fläche [m²]	U-Wert [W/m²K]	Fak	Gewinn [kWh/a]		Verlust [kWh/a]
1	Wand								
1.1	MW Bestand + 6 cm WLG 042	MW N	N	142.03	0.499	1.00		21	5872
1.2	MW Bestand + 6 cm WLG 042	MW O	O	78.92	0.499	1.00		281	3263
1.3	MW Bestand + 16 cm WLG 035	WDVS W	W	69.92	0.194	1.00		75	1125
1.4	HRB 20 cm WLG 040	HRB S	S	8.57	0.228	1.00		19	162
1.5	HRB 20 cm WLG 040	HRB W	W	6.70	0.228	1.00		8	126
				306.13	0.416			405	10547
2	Fenster, Fenstertüren						g		
2.1	Fenster U=1,2 g=0,52	MW N	N	9.88	1.200	1.00	0.52	473	982
2.2	Fenster U=1,2 g=0,52	MW O	O	27.17	1.200	1.00	0.52	2643	2700
2.3	Außentür 2,0	MW O	O	3.78	2.000	1.00	---	---	626
2.4	Fenster U=1,2 g=0,52	WDVS W	W	17.84	1.200	1.00	0.52	1527	1773
2.5	Fenster U=1,2 g=0,52	WDVS W	W	8.64	1.200	1.00	0.52	739	859
2.6	Außentür 2,1	HRB W	W	1.94	2.100	1.00	---	---	338
				69.25	1.269			5383	7279
3	Decke zum Dachge., Dach								
3.1	Aufdachd 16 cm WLG 039	Dach	W	91.86	0.163	1.00		304	1244
3.2	Aufdachd 16 cm WLG 039	Decke WP	-	12.71	0.163	1.00		15	172
				104.57	0.163			320	1416
4	Grundfläche, Kellerdecke								
4.1	Bodenplatten + 5 cm WLG 035	BP	-	37.31	0.581	0.50		---	898
4.2	Stb.-Sohle + 5 + 12cm WLG 035	So	-	70.05	0.151	0.50		---	439
				107.36	0.150			-----	1336
Summe:				587.31	0.423			6107	20578
Jahresprimärenergiebedarf $Q^*_{P} = 56.0$ [kWh/m²a] $Q^*_{Pmax} = 112.9$ [kWh/m²a] spezifischer Transmissionswärmeverlust $H^*_{T} = 0.573$ [W/m²K] $H^*_{Tmax} = -----$ [W/m²K]									

ENERGIEBILANZ



nutzbare Gewinne [kWh/a]		Verluste [kWh/a]	
solare Gewinne $\eta \cdot Q_s$	: 5383	Transmission Q_t	: 20578
interne Gewinne $\eta \cdot Q_i$	: 11707	Wärmebrücken Q_{wb}	: 7297
		Lüftungsverluste Q_v	: 18490
		Nachtabsenkung Q_{NA}	: -1460
		solar opake Bauteile $Q_{S\ opak}$	: -725
	<u>17090</u>		<u>44180</u>
==> Jahresheizwärmebedarf Q_h 27259 [kWh/a] + Trinkwassererwärmung Q_w 4659 [kWh/a]			

eine Nachtabschaltung wurde : berücksichtigt
 Anlagenaufwandszahl e_p : 0.654
 Nutzfläche : 372.8m²
 Gebäudeart : Wohngebäude
 Jahresheizwärmebedarf Q''_h : 73.13kWh/m²a

Endergebnis der GEG-Berechnung

Jahres-Primärenergiebedarf Q''_p : bezogen auf die Gebäudenutzfläche	56.0 [kWh/m²a]	20.7% besser als Neubau
maximal zulässiger Jahres-Primärenergiebedarf:	112.9 [kWh/m²a]	BEG/KfW-Effizienzhaus 160 Denkmal
spezifischer Transmissionswärmeverlust $H'T$: der Gebäudehüllfläche	0.573 [W/m²K]	9.0% besser als Altbau 35.9% schlechter Ref-Gebäude
KfW 160 Denkmal hat keine Anforderung an den spezifischer Transmissionswärmeverlust:	----- 0.422 [W/m²K] 0.630 [W/m²K]	für BEG/KfW-Effizienzhaus 160 Denkmal vom Referenzgebäude nach GEG (140% Neubau)

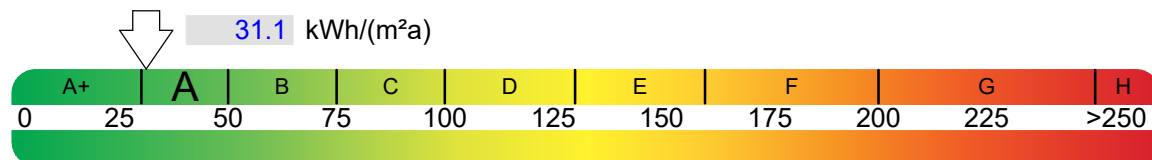
die maximal zulässigen Grenzwerte werden eingehalten.

Effizienzlevel

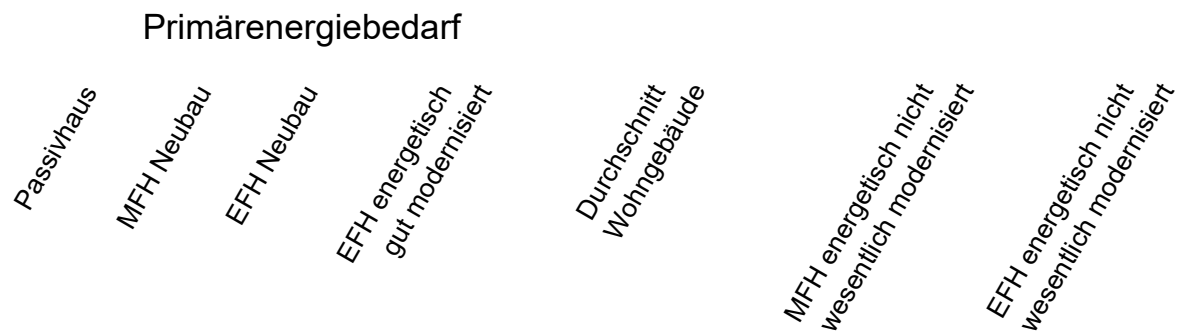
Sanierungsvariante
KfW Denkmal EE Stand 17.10.22

CO₂-Emissionen 17.4 [kg/(m²*a)]

Endenergiebedarf

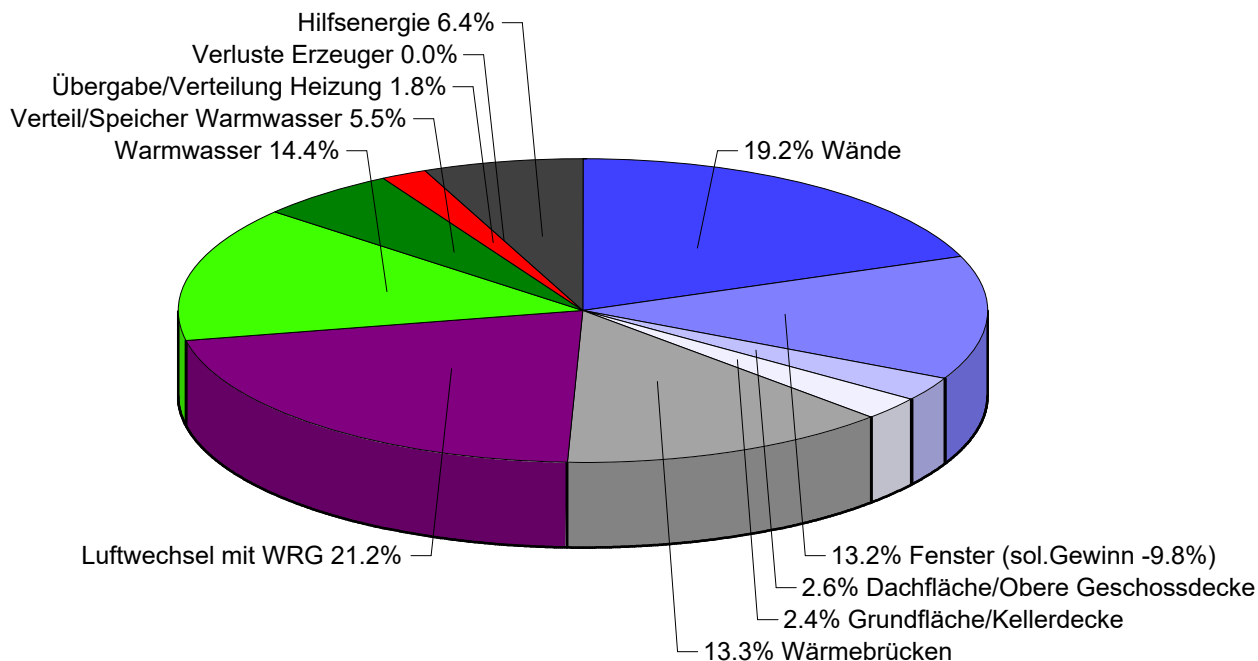


Primärenergiebedarf



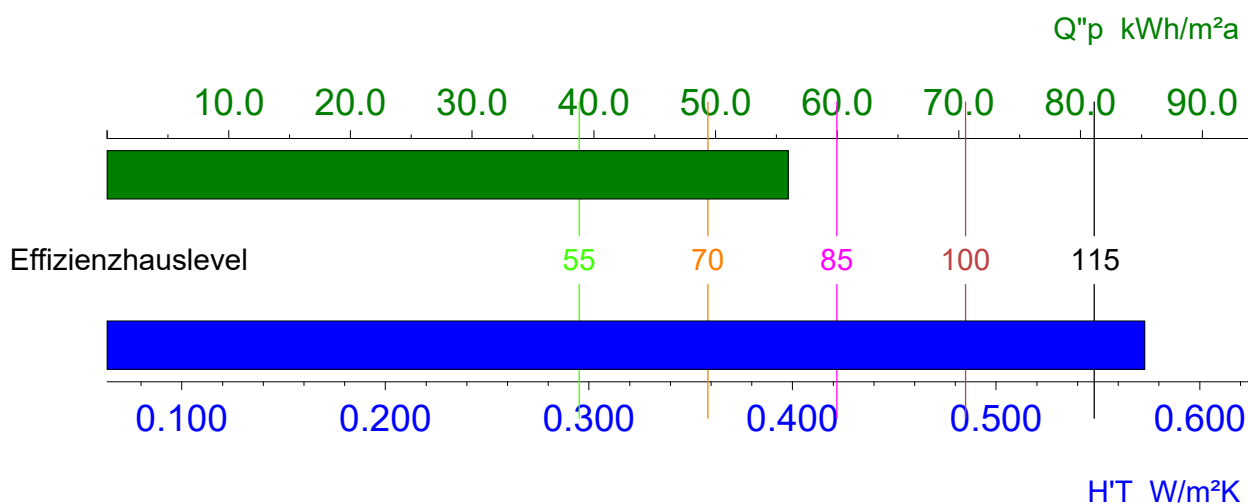
Endenergieverteilung

Endenergieverteilung von KfW Denkmal EE Stand 17.10.22



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

Sommerlicher Wärmeschutz:

Die Überprüfung des sommerlichen Wärmeschutzes konnte nicht durchgeführt werden da keine Fenster/Raumzuordnungen eingegeben wurden.

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 1.5 1/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 1/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	Ac[m²]	P[m]	B'
Grundfläche gegen Erdreich ohne Randdämmung	107.4	37.5	5.7

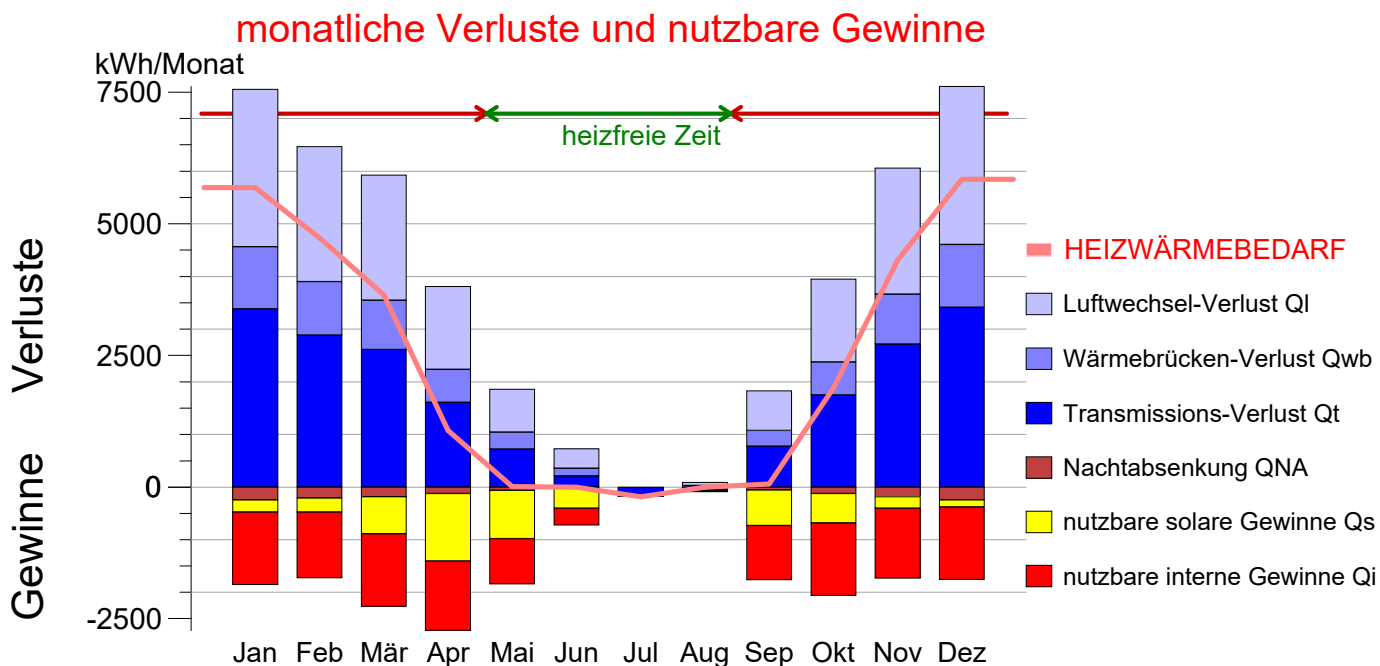
P=Randstrecke der Grundfläche gegen das Erdreich

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	0.983	0.624	0.242	0.000	0.013	0.776	0.999	1.000	1.000	
Q Verlust	7307	6259	5742	3687	1797	698	0	33	1772	3830	5871	7364	44361
Q Gewinn	1618	1524	2090	2658	2858	2888	2825	2603	2207	1948	1556	1516	26290
$\eta * Q$ Gewinn	1618	1524	2090	2612	1785	698	0	33	1713	1945	1556	1516	17090
Q _{h,M}	5689	4735	3651	1075	0	0	0	0	60	1885	4315	5849	27259
Verluste im einzelnen aufgeschlüsselt													
QT	3327	2855	2643	1753	906	411	0	74	841	1756	2665	3346	20578
QS opak	-54	-33	30	142	182	200	181	129	64	6	-52	-72	725
QNA Nachtab.	244	206	184	120	62	28	0	5	58	120	186	246	1460
QT-QNA-QSopak	3137	2682	2429	1491	662	183	-181	-60	719	1630	2531	3172	18394
QWB	1180	1012	937	622	321	146	0	26	298	623	945	1186	7297
QL	2990	2565	2375	1575	814	370	0	66	755	1578	2395	3006	18490
Gewinne im einzelnen aufgeschlüsselt													
QS	231	272	704	1316	1472	1546	1438	1216	865	561	214	129	9963
Qi	1387	1252	1387	1342	1387	1342	1387	1387	1342	1387	1342	1387	16327
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	:	1367.9 m³	
Gebäudehüllfläche A	:	587.3 m²	
A/V _e	:	0.429 1/m	
Außenwandfläche A _{AW}	:	410.7 m²	
Fensterfläche A _w	:	69.3 m²	
Fensterflächenanteil f	:	14.4 %	(nach EnEV 2002-2007 Anhang 1 Absatz 2.8)



allgemeine Projektdaten

Temperatur Warmseite ϑ_i	: 19°C (normale Innenraumtemperatur $\geq 19^\circ\text{C}$ nach Anhang 1 der EnEV)
Gebäudeart	: Wohngebäude
Warmwasseraufbereitung	: zentral
Bauart	: ein Massivbau
das Gebäude ist	: ein Altbau Doppelhaushälfte
das Gebäude ist um	: 0.0° aus der Nord-Süd-Richtung gedreht.

Luftvolumenberechnung

Gebäudevolumen V_e	: 1367.9 m ³	
Luftvolumen	: 1094.3 m ³	0,80 * Gebäudevolumen

Nutzflächenberechnung

Gebäudehöhe	: 13.30 m	
Geschoßanzahl	: 4	
Geschoßhöhe	: 3.200 m	
Gebäudegrundfläche	: 107.4 m ²	
Grundflächenumfang	: 37.5 m	
Gebäudenutzfläche	: 372.8 m ²	(1/h _G - 0,04) * Gebäudevolumen

interne Wärmegewinne pauschaler Ansatz

in Wohngebäuden	24h/Tag	5W/m ²	120 Wh/m ² pro Tag
bei einer Nutzfläche von	373 m ²	==>	45 kWh/Tag

$Q_i = 16327 \text{ kWh/a}$ [1342 kWh/Monat]
davon nutzbare Wärmegewinne $Q_i = 11707 \text{ kWh/a}$

Wärmebrücken pauschal bei mehr als 50% Innendämmung

Bei der Berechnung des Verlustes durch die Wärmebrücken wurde bei jedem verwendeten Bauteil ein Aufschlag auf den U-Wert von $0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$, berücksichtigt.
Dabei wurden 0.0 m^2 Oberfläche ausgenommen (z.B. Vorhangfassade).

ursprünglicher mittlerer U-Wert	0.423 W/m ² K	[Abminderungsfaktoren sind berücksichtigt]
neuer mittlere U-Wert	0.573 W/m ² K	
Transmissionsverlust erhöht sich um	35.46 %	

$Q_{wb} = 7297 \text{ kWh/a}$

Luftwechsel

Lüftungsverluste Q_v	18490 kWh/a
------------------------	-------------

Luftvolumen: 1094.3 m³
 Luftwechselrate: 0.60 h⁻¹
 Art der Lüftung: maschinelle Lüftung mit Wärmetauscher

Nutzungsfaktor des Abluft-Zuluft-Wärmetauschersystems η_v : 0 %
 Anlagenluftwechsel n_{Anl} : 0.40 h⁻¹
 Luftwechsel infolge Undichtheiten inkl. Fensteröffnungen n_x : 0.20 h⁻¹

Die genaue Berechnung der Lüftungsanlage erfolgt über die DIN 4701-10 Anlagenverordnung, dort werden auch mögliche Wärmerückgewinne berücksichtigt.

Die Luftwechselverluste des Gebäudes sind weiterhin über die DIN 4108-06 zu berücksichtigen.

Luftwechselverluste in kWh

Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
2990	2565	2375	1575	814	370	0	66	755	1578	2395	3006

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/m ²													
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	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	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:	1368 m³
C _{wirk} :	68395 Wh/K
spezifischer Wärmeverlust H:	560 W/K

monatliche Ausnutzungsgrade

Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
1.000	1.000	1.000	0.983	0.624	0.242	0.000	0.013	0.776	0.999	1.000	1.000

Warmwasser

Warmwasser pauschal (12,5KWh/m²a)

Energiebedarf für die Warmwasseraufbereitung Q _w	4659 kWh/a
---	------------

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/(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 Warmwasserleitungen an die Aussenluft Grenzen	Doppelte Anforderungen der Zeilen aa bis dd
2	Kälteverteilungs- und Kaltwasserleitungen sowie Armaturen von Raumlufttechnik- und Klimakältesystemen nach §70	6 mm

Liegen die Wärmeverteilungsleitungen in oder zwischen beheizten Räumen, so ist im Fall §69 aa bis dd nicht anzuwenden falls ihre Wärmeabgabe durch frei liegende 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: 2021-238
Ort: 23552 Lübeck
Gemarkung:

Straße/Nr.: Langer Lohberg 12-14
Flurstücknummer:

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_h

$q_{h,TW} =$

$q_{h,H} =$

$q_{h,L} =$

Σ Wärme

$Q_{TW,E} =$

$Q_{H,E} =$

$Q_{L,E} =$

Σ Hilfsenergie

Σ Primärenergie

$Q_{TW,P} =$

$Q_{H,P} =$

$Q_{L,P} =$

Endenergie

$Q_E =$

Σ Wärme

Σ Hilfsenergie

Primärenergie

$Q_P =$

Σ Primärenergie

Anlagenaufwandzahl

$e_P =$

TRINKWASSERERWÄRMUNG nach DIN 4701 TEIL 10

Bereich 1:	Anteil 100.0 %	Nutzfläche 372.8 m²	
	Wärmeverlust	Hilfsenergie	Heizwärmegutschriften

Verlust aus EnEV:	$q_{tw} =$	12.50 kWh/m ² a	
-------------------	------------	----------------------------	--

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

Verteilung:	$q_{TW,d} =$	6.91 kWh/m ² a	$q_{TW,d,HE} =$	0.44 kWh/m ² a	$q_{h,TW,d} =$	3.22 kWh/m ² a
-------------	--------------	---------------------------	-----------------	---------------------------	----------------	---------------------------

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

Speicherung:	$q_{TW,s} =$	2.01 kWh/m ² a	$q_{TW,s,HE} =$	0.05 kWh/m ² a	$q_{h,TW,s} =$	0.89 kWh/m ² a
--------------	--------------	---------------------------	-----------------	---------------------------	----------------	---------------------------

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

Wärmeerzeuger:	$\Sigma =$	20.35 kWh/m ² a	$q_{TW,g,HE} =$	0.00 kWh/m ² a
----------------	------------	----------------------------	-----------------	---------------------------

Wärmeerzeugerart:	Heizungswärmepumpe Luft/Wasser		
Energieträgerart:	Strom-Mix		
Deckungsanteil	$\alpha_{TW,g} :$	95.0	%
Aufwandzahl Erzeuger	$e_{TW,g} :$	0.300	
Endenergie Erzeuger	$q_{TW,E} :$	6.10	kWh/m ² a
Primärenergiefaktor Erzeuger	$f_{p,i} :$	1.80	
Primärenergie Erzeuger	$q_{TW,P} :$	10.99	kWh/m ² a

Wärmeerzeuger:	$\Sigma =$	1.07 kWh/m ² a	$q_{TW,g,HE} =$	0.00 kWh/m ² a
----------------	------------	---------------------------	-----------------	---------------------------

Wärmeerzeugerart:	Heizungswärmepumpe Luft/Wasser		
Energieträgerart:	Strom-Mix		
Deckungsanteil	$\alpha_{TW,g} :$	5.0	%
Aufwandzahl Erzeuger	$e_{TW,g} :$	0.300	
Endenergie Erzeuger	$q_{TW,E} :$	0.32	kWh/m²a
Primärenergiefaktor Erzeuger	$f_{p,i} :$	1.80	
Primärenergie Erzeuger	$q_{TW,P} :$	0.58	kWh/m²a

Hilfsenergie:	$\Sigma q_{TW,HE,E} =$	0.48 kWh/m ² a
---------------	------------------------	---------------------------

Primärenergiefaktor Hilfsenergie	$f_{p,H} :$	1.80
Primärenergie Hilfsenergie	$q_{TW,HE,P} :$	0.87 kWh/m ² a

Endergebnis	Heizwärmegutschrift pro m ² :	$q_{h,TW} =$	4.12 kWh/m ² a
--------------------	--	--------------	---------------------------

Wärmeendenergie pro m ²	$q_{TW,E} :$	6.43 kWh/m ² a
Hilfsendenergie pro m ²	$q_{TW,HE,E} :$	0.48 kWh/m ² a
Primärenergie pro m ²	$q_{TW,P} :$	12.43 kWh/m ² a

Wärmeendenergie	$Q_{TW,E} :$	2395.1 kWh/a
Hilfsendenergie	$Q_{TW,HE,E} :$	179.6 kWh/a
Primärenergie	$Q_{TW,P} :$	4634.4 kWh/a

HEIZUNG nach DIN 4701 TEIL 10

Bereich 1: Anteil 100.0 % Nutzfläche 372.8 m²

Wärmeverlust

Hilfsenergie

Heizwärmebedarf	$q_h =$	73.13 kWh/m ² a	
Heizwärmegutschriften	$q_{h,TW} =$	4.12 kWh/m ² a	vom Trinkwasser
Heizwärmegutschriften	$q_{h,L} =$	13.50 kWh/m ² a	durch die Lüftungsanlage

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

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

Verteilung:	$q_d =$	0.50 kWh/m ² a	$q_{d,HE} =$	1.25 kWh/m ² 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 kWh/m ² a	$q_{s,HE} =$	0.00 kWh/m ² a
--------------	---------	---------------------------	--------------	---------------------------

Speicherart: Pufferspeicher z.B. bei Wärmepumpenanlagen (Speichergröße >= 252 Liter)
der Speicher steht innerhalb der thermischen Hülle
der Pufferspeicher ist in Reihe mit dem Verteilernetz geschaltet

Wärmeerzeuger:	$\Sigma =$	54.26 kWh/m ² a	$q_{g,HE} =$	0.00 kWh/m ² a
----------------	------------	----------------------------	--------------	---------------------------

Wärmeerzeugerart: Heizungs-Wärmepumpe Luft/Wasser
Energieträgerart: Strom-Mix

Deckungsanteil	$\alpha_{H,g} :$	95.0 %
Aufwandzahl Erzeuger	$e_g :$	0.300
Endenergie Erzeuger	$q_E :$	16.28 kWh/m ² a
Primärenergiefaktor Erzeuger	$f_p :$	1.80
Primärenergie Erzeuger	$q_P :$	29.30 kWh/m ² a

Wärmeerzeuger:	$\Sigma =$	2.86 kWh/m ² a	$q_{g,HE} =$	0.00 kWh/m ² a
----------------	------------	---------------------------	--------------	---------------------------

Wärmeerzeugerart: Elektro-Direktheizung
Energieträgerart: Strom-Mix

Deckungsanteil	$\alpha_{H,g} :$	5.0 %
Aufwandzahl Erzeuger	$e_g :$	1.000
Endenergie Erzeuger	$q_E :$	2.86 kWh/m ² a
Primärenergiefaktor Erzeuger	$f_p :$	1.80
Primärenergie Erzeuger	$q_P :$	5.14 kWh/m ² a

Hilfsenergie:	$\Sigma q_{HE,E} =$	1.25 kWh/m ² a
---------------	---------------------	---------------------------

Primärenergiefaktor Hilfsenergie	$f_{p,H} :$	1.80
Primärenergie Hilfsenergie	$q_{HE,P} :$	2.25 kWh/m ² a

Endergebnis

Wärmeendenergie pro m ²	$q_{H,E} :$	19.13 kWh/m ² a
Hilfsendenergie pro m ²	$q_{H,HE,E} :$	1.25 kWh/m ² a
Primärenergie pro m ²	$q_{H,HE,P} :$	36.69 kWh/m ² a

Wärmeendenergie	$Q_{H,E} :$	7132.0 kWh/a
Hilfsendenergie	$Q_{H,HE,E} :$	466.6 kWh/a
Primärenergie	$Q_{H,P} :$	13677.5 kWh/a

LÜFTUNG				
Bereich 1:		Anteil 100.0 %		Nutzfläche 372.8 m ²
Wärmegewinn		Wärmeverlust		Hilfsenergie
Übergabe:	$q_{L,ce} =$	-0.00 kWh/m ² a	$q_{L,ce,HE} =$	0.00 kWh/m ² a
Übergabeart: Wohnungslüftungsanlage < 20°C z.B. Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung (durch Wärmeübertrager) ohne Nachheizung Anordnung der Luftauslässe überwiegend im Außenwandbereich				
Verteilung:	$q_{L,d} =$	-0.00 kWh/m ² a	$q_{L,d,HE} =$	0.00 kWh/m ² a
Verteilungsart: dezentrale Lüftungsanlage				
Luftwechselkorrektur:	$q_{h,n} =$	-0.00 kWh/m ² a		
Anlagenluftwechsel: anrechenbare Heizarbeit: ($q_h - q_{L,g,WEWRG} + q_{h,n}$)			0.40 1/h ($n_{A,norm}=0,4$ 1/h) 59.6 kWh/m ² a	
Ez WRG mit WÜT :	$q_{L,g,WRG}$	13.50 kWh/m ² a	$q_{L,g,HE,WRG}$	3.80 kWh/m ² a
Erzeugerart: Abluft/Zuluft Wärmeübertrager dezentral, Wirkungsgrad 60%-80% AC- oder DC-Ventilatoren				
Erzeuger L/L-WP :	$q_{L,g,WP}$	0.00 kWh/m ² a	$q_{L,g,WP}$	0.00 kWh/m ² a
$q_{L,g,HE,WP}$	0.00 kWh/m ² a			
Erzeugerart: keine Wärmepumpe				
Erzeuger Heizregister:	$q_{L,g,HR}$	0.00 kWh/m ² a	$q_{L,g,HR}$	0.00 kWh/m ² a
$q_{L,g,HE,HR}$	0.00 kWh/m ² a			
Erzeugerart: kein Heizregister				
Hilfsenergie:				$\Sigma q_{L,HE,E} =$
				3.80 kWh/m ² a
Primärenergiefaktor Hilfsenergie		$f_{p,H} :$	1.80	
Primärenergie Hilfsenergie		$q_{L,HE,P} :$	6.84 kWh/m ² a	
Endergebnis				
Lüftungsbeitrag am Q_h :	$q_{h,L} =$	13.50 kWh/m ² a		

Wärmeendenergie pro m ²	$q_{L,E} :$	0.00 kWh/m ² a
Hilfsendenergie pro m ²	$q_{L,HE,E} :$	3.80 kWh/m ² a
Primärenergie pro m ²	$q_{L,HE,P} :$	6.84 kWh/m ² a

Wärmeendenergie	$Q_{L,E} :$	0.0 kWh/a
Hilfsendenergie	$Q_{L,E} :$	1416.5 kWh/a
Primärenergie	$Q_{L,P} :$	2549.6 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
MW Bestand + 6 cm WLG 042	600.9	normal	1.83	1.20	*1	OK
MW Bestand + 16 cm WLG 035	594.0	normal	4.98	1.20	*1 *?	OK
HRB 20 cm WLG 040	54.6	normal	5.40	1.75	*8	OK
Aufdachd 16 cm WLG 039	110.8	normal	5.98	1.20	*1	OK
Aufdachd 16 cm WLG 039	110.8	normal	5.98	1.20	*1	OK
Bodenplatten + 5 cm WLG 035	432.5	normal	1.55	0.90	*1	OK
Stb.-Sohle + 5 + 12cm WLG 035	581.0	normal	6.44	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

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

Dampfdiffusionsnachweis

Bauteil	Fall R-Type	Tauw. kg/m ²	Verd. kg/m ²	Rest kg/m ²	Schicht	OK
MW Bestand + 6 cm WLG 042	B 1	1.950	2.141	----	2/3	nicht OK
MW Bestand + 16 cm WLG 035	B 1	0.314	2.141	----	3/4	OK
HRB 20 cm WLG 040	A 1	----	----	----	----	OK
Balkenbereich	A 1	----	----	----	----	OK
Aufdachd 16 cm WLG 039	B 3	0.023	0.028	----	4/5	OK

Randbedingungen der Dampfdiffusionsberechnung

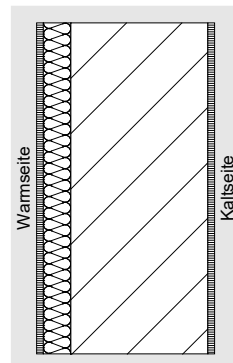
R-Type	°C warm	°C kalt	% warm	% kalt	Stunden	°C Dach
Type 1 normale Außenwand						
Tauperiode	20	-5	50	80	2160	
Verdunstungsperiode	12	12	70	70	2160	
Type 3 Dach/Decke gegen Außenluft						
Tauperiode	20	-5	50	80	2160	
Verdunstungsperiode	12	12	70	70	2160	20

Schichtaufbau und U-Werte der verwendeten Bauteile

MW Bestand + 6 cm WLG 042	220.95 m ²	U-Wert = 0.499 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} 0.13					
1 Kalkputz	D 1800.0	15.00	0.870	0.017	15 / 30
2 Multipor	115.0	60.00	0.042	1.429	3
3 Ziegel	D 1800.0	300.00	0.810	0.370	5 / 10
4 Kalkzementputz	D 1800.0	15.00	0.870	0.017	15 / 35
Luftübergang Kaltseite R _{Se} 0.04					

Bauteildicke = 390.00 mm

Flächengewicht = 600.9 kg/m²R = 1.83 m²K/W

Überprüfung des Mindestwärmeschutzes nach DIN 4108-2:2013-2 Tabelle 3, normale Bauteile (>=100kg/m²):

Einsatzart: normale Außenwand beheizter Räume

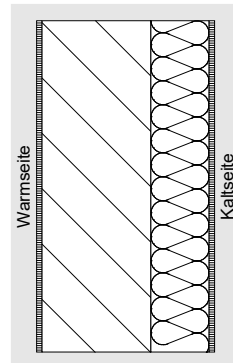
zur Berechnung herangezogenes Flächengewicht : 600.9 kg/m²
 R an der ungünstigsten Stelle : 1.833 m²K/W
 Grenzwert (Mindestwert) für R : 1.200 m²K/W

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

MW Bestand + 16 cm WLG 035	69.92 m ²	U-Wert = 0.194 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} 0.13					
1 Kalkputz	D 1800.0	15.00	0.870	0.017	15 / 30
2 Ziegel	D 1800.0	300.00	0.810	0.370	5 / 10
3 Mineralwolle 035	D 0.0	160.00	0.035	4.571	1
4 Kalkputz	D 1800.0	15.00	0.870	0.017	15 / 30
Luftübergang Kaltseite R _{Se} 0.04					

Bauteildicke = 490.00 mm

Flächengewicht = 594.0 kg/m²R = 4.98 m²K/W

Überprüfung des Mindestwärmeschutzes nach DIN 4108-2:2013-2 Tabelle 3, normale Bauteile (>=100kg/m²):

Einsatzart: normale Außenwand beheizter Räume

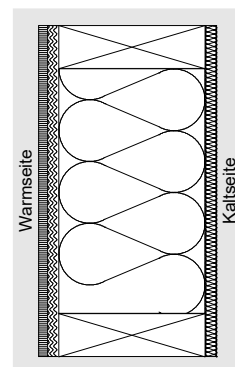
zur Berechnung herangezogenes Flächengewicht : 594.0 kg/m²
 R an der ungünstigsten Stelle : 4.976 m²K/W
 Grenzwert (Mindestwert) für R : 1.200 m²K/W

ACHTUNG! Dichteangaben im Schichtaufbau sind unvollständig,

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

HRB 20 cm WLG 040	15.26 m ²	U-Wert = 0.228 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		85.0 %					
Luftübergang Warmseite R _{Si} 0.13							
F1	Gipskarton DIN 18180	D	900.0	12.50	0.210	0.060	8
F2	OSB/3		650.0	15.00	0.130	0.115	200 / 300
F3	STEICOZell		40.0	200.00	0.040	5.000	1 / 2
F4	DWD	D	550.0	16.00	0.070	0.229	10
Luftübergang Kaltseite R _{Se} 0.04							
Aufbau des Balkenbereichs		15.0 %					
Luftübergang Warmseite R _{Si} 0.13							
B1	Gipskarton DIN 18180	D	900.0	12.50	0.210	0.060	8
B2	OSB/3		650.0	15.00	0.130	0.115	200 / 300
B3	Fichte, Kiefer, Tanne		600.0	200.00	0.130	1.538	40
B4	DWD	D	550.0	16.00	0.070	0.229	10
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''}
243.50 mm	85.0 %	54.6 kg/m ²	0.228 W/m ² K	4.39 m ² K/W	4.47 m ² K/W	4.31 m ² K/W

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

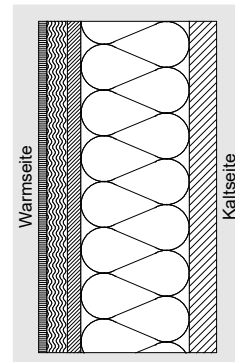
der Wärmedurchlasswiderstand des Feldbereichs und der mittlere Wärmedurchlasswiderstand wurden überprüft			
zur Berechnung herangezogenes Flächengewicht	: 54.6	kg/m ²	
R an der ungünstigsten Stelle	: 5.403	m ² K/W	(Feldbereich)
Grenzwert (Mindestwert) für R	: 1.750	m ² K/W	
R gesamte Bauteil (Mittelwert)	: 4.223	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

Aufdachd 16 cm WLG 039	104.57 m ²	U-Wert = 0.163 W/m ² K
------------------------	-----------------------	-----------------------------------

Material		Dichte [kg/m³]	Dicke s [mm]	λ [W/mK]	R [m²K/W]	Diff. - Wid.
Luftübergang Warmseite R _{Si} 0.10						
1 Gipskarton DIN 18180	D	900.0	12.50	0.210	0.060	8
2 Holz (Fichte,Kiefer,Tanne)		600.0	30.00	0.130	0.231	40
3 Bitumendachbahn DIN 52129		1200.0	20.00	0.170	0.118	2000 / 20000
4 Polyurethan Hartschaum 030	D	60.0	160.00	0.030	5.333	40 / 200
5 Bitumendachbahn DIN 52129	D	1200.0	40.00	0.170	0.235	2000 / 20000
Luftübergang Kaltseite R _{Se} 0.04						

Bauteildicke = 262.50 mm Flächengewicht = 110.8 kg/m² R = 5.98 m²K/W

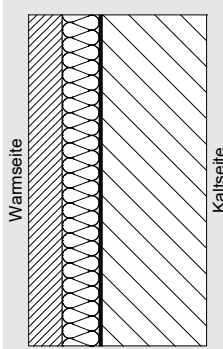


Überprüfung des Mindestwärmeschutzes nach DIN 4108-2:2013-2 Tabelle 3, normale Bauteile (>=100kg/m²):

Einsatzart:	Dach/Decke gegen Außenluft		
zur Berechnung herangezogenes Flächengewicht	: 110.8	kg/m ²	
R an der ungünstigsten Stelle	: 5.977	m ² K/W	
Grenzwert (Mindestwert) für R	: 1.200	m ² K/W	

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

Bodenplatten + 5 cm WLG 035				37.31 m²		U-Wert = 0.581 W/m²K	
Material	Dichte [kg/m³]	Dicke s [mm]	λ [W/mK]	R [m²K/W]	Diff. - Wid.		
Luftübergang Warmseite R _{Si} 0.17							
1 Estrich (Zement)	D 2000.0	45.00	1.400	0.032	15 / 35		
2 EPS - Dämmung	50.0	50.00	0.035	1.429	40 / 250		
3 Bitumenbahn G 200	1000.0	4.00	0.170	0.024	20000 / 60000		
4 Beton normal DIN 1045	D 2400.0	140.00	2.100	0.067	70 / 150		
Luftübergang Kaltseite R _{Se} 0.00							
Bauteildicke = 239.00 mm		Flächengewicht = 432.5 kg/m²		R = 1.55 m²K/W			



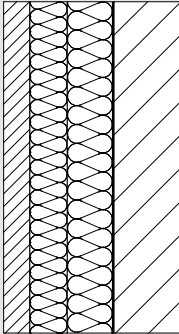
Überprüfung des Mindestwärmeschutzes nach DIN 4108-2:2013-2 Tabelle 3, normale Bauteile (>=100kg/m²):

Einsatzart: gedämmte Fußböden beheizter Aufenthaltsr. auf dem Erdreich
zur Berechnung herangezogenes Flächengewicht : 432.5 kg/m²
R an der ungünstigsten Stelle : 1.551 m²K/W
Grenzwert (Mindestwert) für R : 0.900 m²K/W

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

Stb.-Sohle + 5 + 12cm WLG 035			70.05 m²		U-Wert = 0.151 W/m²K	
Material	Dichte [kg/m³]	Dicke s [mm]	λ [W/mK]	R [m²K/W]	Diff. - Wid.	
Luftübergang Warmseite R _{Si} 0.17						
1 Estrich (Zement)	D 2000.0	70.00	1.400	0.050	15 / 35	
2 EPS - Dämmung	50.0	100.00	0.035	2.857	40 / 250	
3 Polystyrolschaum expand. 035	D 0.0	120.00	0.035	3.429	20 / 100	
4 Bitumenbahn G 200	1000.0	4.00	0.170	0.024	20000 / 60000	
5 Beton normal DIN 1045	D 2400.0	180.00	2.100	0.086	70 / 150	
Luftübergang Kaltseite R _{Se} 0.00						
Bauteildicke = 474.00 mm		Flächengewicht = 581.0 kg/m²		R = 6.44 m²K/W		

Warmseite



Kaltseite

Überprüfung des Mindestwärmeschutzes nach DIN 4108-2:2013-2 Tabelle 3, normale Bauteile (>=100kg/m²):

Einsatzart: gedämmte Fußböden beheizter Aufenthaltsr. auf dem Erdreich
zur Berechnung herangezogenes Flächengewicht : 581.0 kg/m²
R an der ungünstigsten Stelle : 6.445 m²K/W
Grenzwert (Mindestwert) für R : 0.900 m²K/W
ACHTUNG! Dichteangaben im Schichtaufbau sind unvollständig,

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