

22. Juni 2017

Energieeinsparnachweis

nach der Energieeinsparverordnung EnEV 2014 mit Verschärfung ab 2016

Bundesratsbeschluss vom 11.10.2013

"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

09.06.2017

Projekt Kurzbeschreibung:  Lichthaus_121_EnEV

Bauvorhaben : [REDACTED]f_Lichthaus_121_EnEV

Bearbeiter : Dr. K.-H. Dahlem

Objektstandort : Güntherstraße
Straße/Hausnr. : 39167 Hohe Börck/ OT Wellen
Plz/Ort :
Gemarkung :

Baujahr 2017

Hauseigentümer/Bau : [REDACTED] f
Name/Firma :
Straße/Hausnr. :
Plz/Ort : 39526 Hohenwarsleben
Telefon / Fax :
:

Flurstücknummer: -----

Hinweise:

Dieser Berechnung liegen pauschale Leitungslängen nach Tab. 5.1-2 und Tab. 5.3-2 der DIN V 4701-10 zugrunde.

Der vereinfachte Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes wurde extern erstellt und liegt der Berechnung bei.



Ingenieurbüro Dr. Dahlem
Bauphysik und Energieberatung

Dr.-Ing. Karl-Heinz Dahlem
Rathausstraße 2
67688 Rodenbach
Tel. 06374/70266
Fax 06374/993039
www.bauphysik-dahlem.de

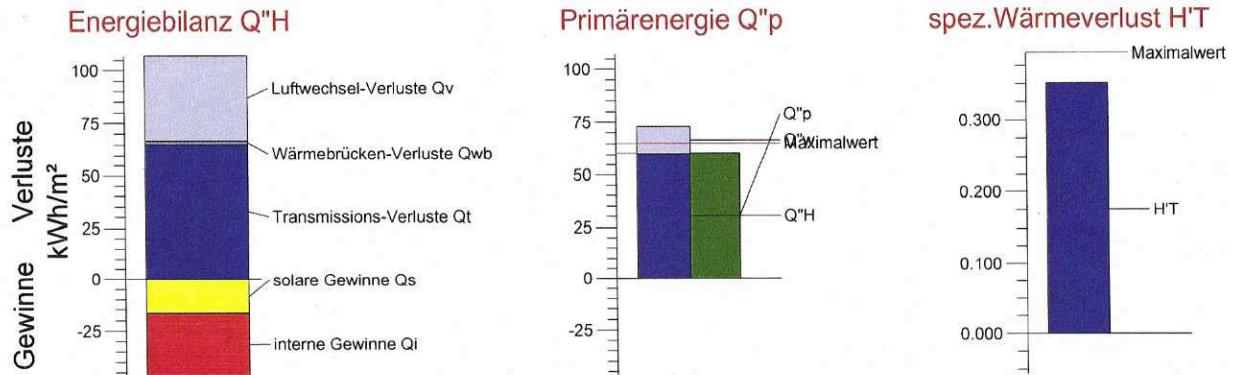
Name, Anschrift und Funktion des Ausstellers	Datum und Unterschrift, ggf. Stempel/Firmenzeichen
Dr. K.-H. Dahlem Ingenieurbüro für Bauphysik Rathausstraße 2 67688 Rodenbach	09.06.17 



Tabelle der verwendeten Bauteile

	Bauteil	Bezeich	Ri.	Fläche [m ²]	U-Wert [W/m ² K]	Fak	Gewinn [kWh/a]	Verlust [kWh/a]	
1	Wand	AW N AW S AW O AW W	NNO SSW OSO WNW	33.56	0.347	1.00	3 134 100 66	965 1136 1158 995	
1.1	TC_STD 24er PPW2-0,35			39.48	0.347	1.00			
1.2	TC_STD 24er PPW2-0,35			40.28	0.347	1.00			
1.3	TC_STD 24er PPW2-0,35			34.61	0.347	1.00			
1.4	TC_STD 24er PPW2-0,35								
				147.93	0.347		303	4254	
2	Fenster, Fenstertüren	AW N AW S AW O AW O AW W Dachdecke	NNO SSW OSO OSO WNW -	12.33	1.020	1.00	g 0.50	593	
2.1	TC_Fenster Ug=0,7 - Uw=1,015			1.50	1.020	1.00	0.50	209	
2.2	TC_Fenster Ug=0,7 - Uw=1,015			2.69	1.500	1.00	---	127	
2.3	TC_Haustür Ud=1,5			4.41	1.020	1.00	0.50	335	
2.4	TC_Fenster Ug=0,7 - Uw=1,015			12.78	1.020	1.00	0.50	434	
2.5	TC_Fenster Ug=0,7 - Uw=1,015			0.72	0.900	0.80	---	373	
2.6	TC_Bodeneinschubtreppe 0,9							1100	
				34.44	1.051		2337	1080	
								43	
3	Decke zum Dachge., Dach	Da N Da S Dachdecke	NNO SSW -	14.99	0.204	1.00	-14 110 ---	253 370 714	
3.1	TC_20cm Pfettendach			21.92	0.204	1.00			
3.2	TC_20cm Pfettendach			52.90	0.204	0.80			
3.3	TC_20cm Pfettendach								
				89.81	0.180		96	1336	
4	Grundfläche, Kellerdecke	Bo Pla	-	79.72	0.363	0.60	---	1439	
4.1	TC_Bodenplatte 8,5 cm Dä			79.72	0.218				
		Summe:		351.89	0.344		2736	10028	
Jahresprimärenergiebedarf Q"p = 60.8 [kWh/m ² a] Q"pmax = 65.3 [kWh/m ² a] spezifischer Transmissionswärmeverlust H'T = 0.351 [W/m ² K] H'Tmax = 0.392 [W/m ² K]									

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



nutzbare Gewinne	[kWh/a]	Verluste	[kWh/a]
solare Gewinne $\eta \cdot Q_s$:	2337	Transmission Q_t :	10028
interne Gewinne $\eta \cdot Q_i$:	4153	Wärmebrücken Q_{wb} :	200
	6490	Lüftungsverluste Q_v :	5592
		Nachtabsenkung Q_{NA} :	-521
		solar opake Bauteile Q_s opak :	-399
			14901
==> Jahresheizwärmeverbrauch Q_h 8501 [kWh/a] + Trinkwassererwärmung Q_w 1742 [kWh/a]			

eine Nachabschaltung wurde : berücksichtigt
Anlagenaufwandszahl ϵ_P : 0.827
Nutzfläche : 139.4m²
Gebäudeart : Wohngebäude
Jahresheizwärmeverbrauch $Q''h$: 61.00kWh/m²a

Endergebnis der EnEV-Berechnung

Jahres-Primärenergiebedarf $Q''P$: 60.8 [kWh/m²a] 6.9% besser als Neubau
bezogen auf die Gebäudenutzfläche

maximal zulässiger Jahres-Primärenergiebedarf: 65.3 [kWh/m²a]

spezifischer Transmissionswärmeverlust $H'T$: 0.351 [W/m²K] 10.4% besser als Neubau
der Gebäudehüllefläche

maximal zulässiger spezifischer
Transmissionswärmeverlust: 0.392 [W/m²K]

die maximal zulässigen Grenzwerte werden eingehalten.

Randbedingungen

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 §6 Abs. 1 der EnEV nach Fertigstellung des Gebäudes.
Es darf der nach DIN EN 13829:2000-1-2 gemessene Volumenstrom, bei einer Druckdifferenz von 50 Pa, den Wert 1.5 l/h nicht überschreiten. Der Luftdichtheitsnachweis (Messprotokoll) wird diesem Dokument später beigelegt!

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	0.999	0.929	0.477	0.171	0.000	0.000	0.627	0.992	1.000	1.000	
Q Verlust	2490	2137	1944	1227	585	212	0	0	584	1291	2008	2519	14996
Q Gewinn	632	607	855	1111	1225	1238	1209	1097	923	795	614	587	10893
η * Q Gewinn	632	607	854	1032	584	212	0	0	579	789	614	587	6490
Qh,M	1858	1530	1090	195	0	0	0	0	0	503	1394	1932	8501

Verluste im einzelnen aufgeschlüsselt

QT	1622	1391	1288	854	441	201	0	36	410	856	1299	1631	10028
QS opak	-20	-16	23	79	90	95	82	68	42	16	-25	-35	399
QNA Nachtab.	88	74	65	42	22	10	0	2	20	42	67	89	521
QT-QNA-QSopak	1553	1333	1200	734	330	96	-82	-34	347	797	1257	1577	9108
QWB	32	28	26	17	9	4	0	1	8	17	26	33	200
QL	904	776	718	476	246	112	0	20	228	477	724	909	5592

Gewinne im einzelnen aufgeschlüsselt

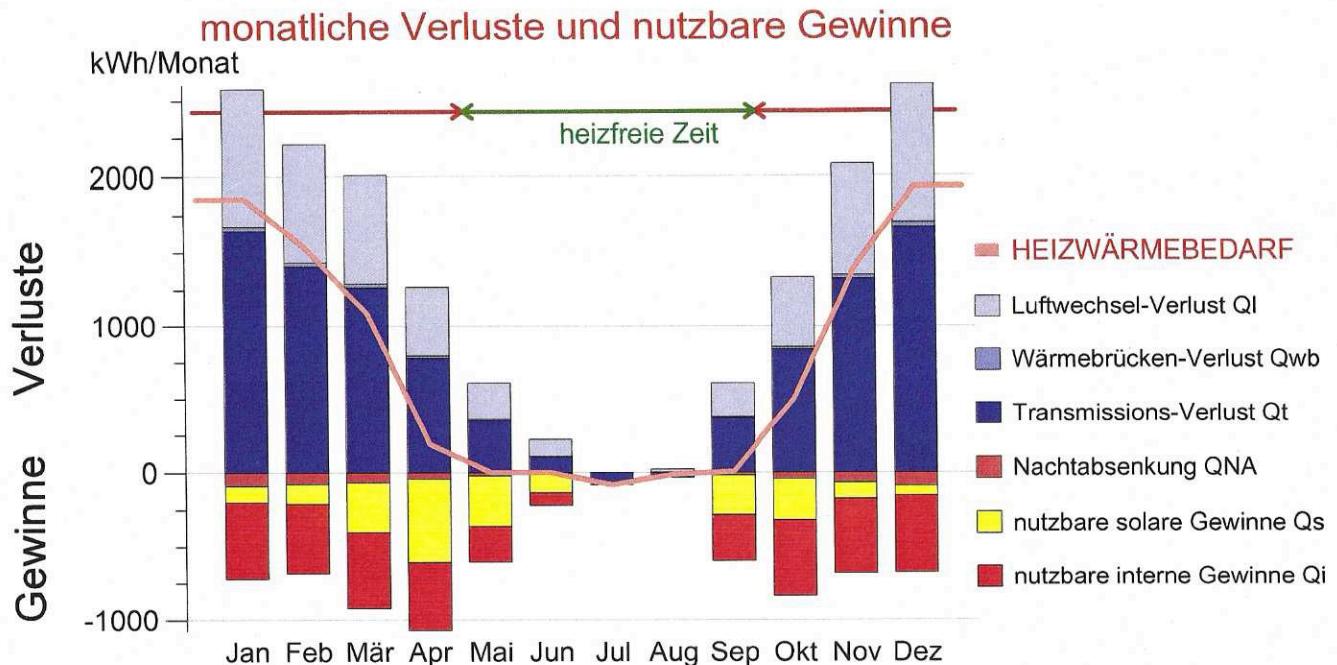
Qs	114	139	337	609	707	737	690	578	422	276	112	68	4789
Qi	518	468	518	502	518	502	518	518	502	518	502	518	6104

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 Ve	:	435.5 m ³
Gebäudehüllfläche A	:	351.9 m ²
A/Ve	:	0.808 1/m
Außenwandfläche AAW	:	184.8 m ²
Fensterfläche Aw	:	33.7 m ²
Fensterflächenanteil f	:	15.4 % (nach EnEV 2002-2007 Anhang 1 Absatz 2.8)



allgemeine Projektdaten

Temperatur Warmseite 9:	: 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 Neubau
das Gebäude ist um	: 17.0° aus der Nord-Süd-Richtung gedreht.

Luftvolumenberechnung

Gebäudeart	: es handelt sich um ein Gebäude mit bis zu drei Vollgeschossen und nicht mehr als zwei Wohnungen oder um ein Ein- oder Zweifamilienhaus bis zu 2 Vollgeschossen und nicht mehr als 3 Wohneinheiten
Gebäudevolumen V_e Luftvolumen	: 435.5 m^3 : 331.0 m^3 $0,76 * \text{Gebäudevolumen}$

Nutzflächenberechnung

Gebäudehöhe	: 8.09 m
Geschoßanzahl	: 2
Gebäudegrundfläche	: 79.7 m^2
Grundflächenumfang	: 36.8 m
Gebäudenutzfläche	: 139.4 m^2 $0.32 * \text{Gebäudevolumen}$

interne Wärmegewinne pauschaler Ansatz

in Wohngebäuden bei einer Nutzfläche von	24h/Tag 139 m^2	5W/ m^2 ==>	120 Wh/ m^2 pro Tag 17 kWh/Tag
---	-----------------------------	-------------------------	--

$$Q_i = 6104 \text{ kWh/a} \quad [502 \text{ kWh/Monat}] \\ \text{davon nutzbare Wärmegewinne } Q_i = 4153 \text{ kWh/a}$$

Wärmebrücken detailliert

Die Wärmebrücken wurden separat nachgewiesen. Der Wärmebrückenaufschlag beträgt 2.417 W/K (0.0069 W/ m^2K)

Gesamt-Wärmebrückenverlust pro Jahr $Q_{wb} = 200 \text{ kWh/a}$


Lichthaus_121_EnEV

Luftwechsel

Lüftungsverluste Q _v	5592 kWh/a
---------------------------------	------------

Luftvolumen: 331.0 m³

Luftwechselrate: 0.60 h⁻¹

Luftwechselverluste in kWh

Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
904	776	718	476	246	112	0	20	228	477	724	909

in den Luftwechselverlusten bereits berücksichtigten Wärmegereckwinne in kWh

Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

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
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:	436 m³
Cwirk:	21775 Wh/K
spezifischer Wärmeverlust H:	191 W/K

monatliche Ausnutzungsgrade

Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
1.000	1.000	0.999	0.929	0.477	0.171	0.000	0.000	0.627	0.992	1.000	1.000

Warmwasser

Warmwasser pauschal (12,5KWh/m²a)

Energiebedarf für die Warmwasseraufbereitung Q_w 1742 kWh/a

Begrenzung der Leitungsverluste

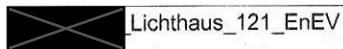
Die Wärmeabgabe der Wärme- und Warmwasserverteilungsleitungen ist gem. § 14 Abs.5 i.V.m.Anhang 5 EnEV wie folgt zu begrenzen:

Zeile	Art der Leitungen/Armaturen	Mindestdicke der Dämm schicht, bezogen auf eine Wärmelieftähigkeit von 0,035 W/(m².K)
1	Innendurchmesser bis 22 mm	20 mm
2	Innendurchmesser über 22 mm bis 35 mm	30 mm
3	Innendurchmesser über 35 mm bis 100 mm	gleich Innendurchmesser
4	Innendurchmesser über 100 mm	100 mm
5	Leitungen und Armaturen nach den Zeilen 1 bis 4 in Wand- und Deckendurchbrüchen, im Kreuzungsbereich von Leitungen, an Leitungsverbindungsstellen, bei zentralen Leitungsnetzverteilern	1/2 der Anforderungen der Zeilen 1 bis 4
6	Leitungen von Zentralheizungen nach den Zeilen 1 bis 4, die nach dem 31.Januar 2002 in Bauteilen zwischen beheizten Räumen verschiedener Nutzer verlegt werden.	1/2 der Anforderungen der Zeilen 1 bis 4
7	Leitungen nach Zeile 6 im Fußbodenaufbau	6 mm
8	Kälteverteilungs- und Kaltwasserleitungen sowie Armaturen von Raumlufttechnik- und Klimakältesystemen	6 mm

Anlagentechnik nach DIN V 4701-10

Die Aufwandszahl eP der Anlagentechnik wurde nach DIN 4701-10 gesondert ermittelt und im Programm fest eingestellt.

Anlagenaufwandszahl $eP = 0.827$



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
TC_STD 24er PPW2-0,35	105.0	normal	2.71	1.20	*1	OK
TC_20cm Pfettendach	33.3	normal	5.92	1.75	*8	OK
TC_20cm Pfettendach	33.3	normal	5.92	1.75	*8	OK
TC_Bodenplatte 8,5 cm Dä	540.9	normal	2.58	0.90	*1	OK

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

*1 Tabelle 3, normale Bauteile >=100kg/m²

*8 Gefachbauteil mit weniger als 100 kg Flächengewicht

Sommerlicher Wärmeschutz nach DIN 4108-2 2013-02

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

Bauteilverwendung und Flächenberechnung

Bauteile der Bauteilart: Wand

Bauteil/Einsatzart	U-Wert	Fläche
normale Außenwand beheizter Räume Faktor = 1.00 R _{Si} = 0.13 R _{Se} = 0.04 R = 2.71 Strahlungsabsorptionsgrad α = 0.50 heller Anstrich (öffentlicht rechtlich) Emissionsgrad ε = 0.80 Richt. = 17° (in etwa NNO) Neig = 90° senkrecht TC_STD 24er PPW2-0,35 9,875*4,15 EG 3,125*1,57 Gaube	0.35 W/m ² K	45.89 m ²
TC_Fenster Ug=0,7 - Uw=1,015 B x H : 1.00 m x 2.28 m 1 Stück B x H : 1.88 m x 2.28 m 1 Stück B x H : 1.00 m x 1.25 m 1 Stück B x H : 1.88 m x 2.40 m 1 Stück Glas+Ra. : U-Wert = 1.02 W/m ² K (Herstellerangabe) g-Wert = 50 % Verschattung: Fs=0.900 FF=0.700 Fc=1.000	1.02 W/m ² K	-12.33 m ²
		33.56 m ²
normale Außenwand beheizter Räume Faktor = 1.00 R _{Si} = 0.13 R _{Se} = 0.04 R = 2.71 Strahlungsabsorptionsgrad α = 0.50 heller Anstrich (öffentlicht rechtlich) Emissionsgrad ε = 0.80 Richt. = -163° (in etwa SSW) Neig = 90° senkrecht TC_STD 24er PPW2-0,35 9,875*4,15	0.35 W/m ² K	40.98 m ²
TC_Fenster Ug=0,7 - Uw=1,015 B x H : 0.63 m x 0.88 m 1 Stück B x H : 1.50 m x 0.63 m 1 Stück Glas+Ra. : U-Wert = 1.02 W/m ² K (Herstellerangabe) g-Wert = 50 % Verschattung: Fs=0.900 FF=0.700 Fc=1.000	1.02 W/m ² K	-1.50 m ²
		39.48 m ²

 121_EnEV

normale Außenwand beheizter Räume

Faktor = 1.00 $R_{Si} = 0.13$ $R_{Se} = 0.04$ $R = 2.71$ Strahlungsabsorptionsgrad $\alpha = 0.50$ heller Anstrich (öffentliche rechtlich) Emissionsgrad $\varepsilon = 0.80$ Richt. = 107° (in etwa OSO) Neig. = 90° senkrecht

TC_STD 24er PPW2-0,35

(7,875+0,625)*4,15 EG

(7,875+0,625+4,735+1,57+0,625)/2*1,57

Bez.: AW O

0.35 W/m²K47.39 m²

'''TC_Fenster/Türen

TC_Haustür Ud=1,5

1,125*2,395

Glas+Ra. : U-Wert = 1.50 W/m²K g-Wert = 0 %

Verschattung: Fs=0.900 FF=0.700 Fc=1.000

1.50 W/m²K-2.69 m²

TC_Fenster Ug=0,7 - Uw=1,015

B x H : 1.00 m x 1.25 m 1 Stück

1.25 m²

B x H : 1.13 m x 1.40 m 2 Stück

3.16 m²Glas+Ra. : U-Wert = 1.02 W/m²K (Herstellerangabe) g-Wert = 50 %

Verschattung: Fs=0.900 FF=0.700 Fc=1.000

1.02 W/m²K-4.41 m²40.28 m²

normale Außenwand beheizter Räume

Faktor = 1.00 $R_{Si} = 0.13$ $R_{Se} = 0.04$ $R = 2.71$ Strahlungsabsorptionsgrad $\alpha = 0.50$ heller Anstrich (öffentliche rechtlich) Emissionsgrad $\varepsilon = 0.80$ Richt. = -73° (in etwa WNW) Neig. = 90° senkrecht

TC_STD 24er PPW2-0,35

(7,875+0,625)*4,15 EG

(7,875+0,625+4,735+1,57+0,625)/2*1,57

Bez.: AW W

0.35 W/m²K47.39 m²

TC_Fenster Ug=0,7 - Uw=1,015

B x H : 1.75 m x 2.28 m 2 Stück

7.98 m²

B x H : 1.00 m x 2.40 m 2 Stück

4.80 m²Glas+Ra. : U-Wert = 1.02 W/m²K (Herstellerangabe) g-Wert = 50 %

Verschattung: Fs=0.900 FF=0.700 Fc=1.000

1.02 W/m²K-12.78 m²34.61 m²**Bauteile der Bauteilart: Decke zum Dachge., Dach**

Bauteil/Einsatzart	U-Wert	Fläche
hinterlüftete Dach/Decke gegen Außenluft Faktor = 1.00 $R_{Si} = 0.10$ $R_{Se} = 0.10$ $R = 4.71$ Strahlungsabsorptionsgrad $\alpha = 0.50$ ziegelrot (öffentliche rechtlich) Emissionsgrad $\varepsilon = 0.80$ Richt. = 17° (in etwa NNO) Neig. = 45° TC_20cm Pfettendach 9,875*2,22 -3,125*2,22 Gaube Flächenanteil des Feldbereiches 89.30 % 89,3	0.20 W/m ² K	14.99 m ²

14.99 m²

hinterlüftete Dach/Decke gegen Außenluft

Faktor = 1.00 $R_{Si} = 0.10$ $R_{Se} = 0.10$ $R = 4.71$ Strahlungsabsorptionsgrad $\alpha = 0.50$ ziegelrot (öffentliche rechtlich) Emissionsgrad $\varepsilon = 0.80$ Richt. = -163° (in etwa SSW) Neig. = 45°

TC_20cm Pfettendach

9,875*2,22

Flächenanteil des Feldbereiches 89.30 %

89,3

Bez.: Da S

0.20 W/m²K21.92 m²21.92 m²

 Lichthaus_121_EnEV

Decke gegen Dachgeschoß kalt Faktor = 0.80 $R_{Si} = 0.10$ $R_{Se} = 0.10$ $R = 4.71$ Richt. = 17° (in etwa ----) Neig = 0° waagerecht TC_20cm Pfettendach 9,875*4,735 $(1,57+0,625)*3,125$ Gaubendecke Flächenanteil des Feldbereiches 89.30 % 89,3	Bez.: Dachdecke	0.20 W/m²K	53.62 m²
""TC_Fenster/Türen TC_Bodeneinschubtreppe 0,9 B x H : 0.60 m x 1.20 m 1 Stück Glas+Ra. : U-Wert = 0.90 W/m²K g-Wert = 0 % Verschattung: $F_S=0.900$ $F_F=0.700$ $F_C=1.000$		0.90 W/m²K	-0.72 m²
			52.90 m²

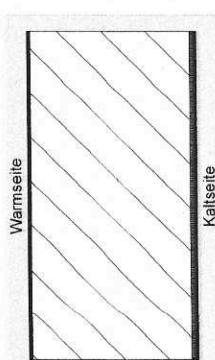
Bauteile der Bauteilart: Grundfläche, Kellerdecke

Bauteil/Einsatzart	U-Wert	Fläche
gedämmt Fußböden beheizter Aufenthaltsr. auf dem Erdreich Faktor = 0.60 keine Randdämmung $B'=4.3$ m $R_{Si} = 0.17$ $R_{Se} = 0.00$ $R = 2.58$ Richt. = 17° (in etwa ----) Neig = 0° waagerecht TC_Bodenplatte 8,5 cm Dä 9,875*7,875+0,625*3,125	0.36 W/m²K	79.72 m²
		79.72 m²

Volumenberechnung des Gebäudes

$(9,875*7,875)*4,15$ EG	=	322.7 m³
$9,875*(7,875+4,735)/2*1,57$ DG	=	97.8 m³
$3,125*0,625*5,72+1,57*1,57/2*3,125$	=	15.0 m³
		435.5 m³

Schichtaufbau und U-Werte der verwendeten Bauteile

TC_STD 24er PPW2-0,35	Dichte [kg/m³]	Dicke s [mm]	λ [W/mK]	R [m²K/W]	Diff. - Wid.
Material Luftübergang Warmseite R_{Si} 0.13					
1 Gipsputz ohne Zuschlag	1200.0	5.00	0.510	0.010	10
2 Porenbetonstein PPW 2	350.0	240.00	0.090	2.667	5 / 10
3 Unterputz W (Alsecco)	1500.0	7.00	0.250	0.028	5 / 20
4 Deckputz Alsitop	1500.0	3.00	0.560	0.005	15 / 35
Luftübergang Kaltseite R_{Se} 0.04					
Bauteildicke = 255.00 mm	Flächengewicht = 105.0 kg/m²		R = 2.71 m²K/W		
					

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

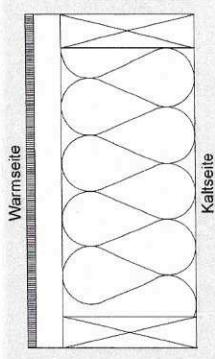
Einsatzart: normale Außenwand beheizter Räume

zur Berechnung herangezogenes Flächengewicht	:	105.0	kg/m²
R an der ungünstigsten Stelle	:	2.710	m²K/W
Grenzwert (Mindestwert) für R	:	1.200	m²K/W

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

TC_20cm Pfettendach	89.81 m ²	U-Wert = 0.204 W/m ² K
---------------------	----------------------	-----------------------------------

Material	Aufbau des Feldbereichs Luftübergang Warmseite R _{si} 0.10	Das Bauteil besitzt 2 Schichtbereiche				Diff. - Wid.
		Dichte [kg/m ³]	Dicke s [mm]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	
	89.3 %					
F1 Gipskarton DIN 18180	D	900.0	12.50	0.250	0.050	8
F2 Luft ruhend aufwärts	D	1.3	40.00	0.250	0.160	1
F3 Dampfbremse sd >= 10 m	D	1100.0	0.20	0.300	0.001	50000
F4 Mineralwolle 035	D	50.0	200.00	0.035	5.714	1
Luftübergang Kaltseite R _{se} 0.10						
Aufbau des Balkenbereichs Luftübergang Warmseite R _{si} 0.10	10.7 %					
B1 Gipskarton DIN 18180	D	900.0	12.50	0.250	0.050	8
B2 Luft ruhend aufwärts	D	1.3	40.00	0.250	0.160	1
B3 Dampfbremse sd >= 10 m	D	1100.0	0.20	0.300	0.001	50000
B4 Holz (Fichte,Kiefer,Tanne)	D	600.0	200.00	0.130	1.538	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''}
252.70 mm	89.3 %	33.3 kg/m ²	0.204 W/m ² K	4.91 m ² K/W	4.98 m ² K/W	4.84 m ² K/W

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

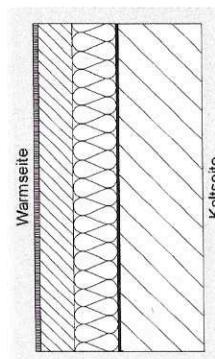
der Wärmedurchlasswiderstand des Feldbereichs und der mittlere Wärmedurchlasswiderstand wurden überprüft

zur Berechnung herangezogenes Flächengewicht	: 33.3 kg/m ²
R an der ungünstigsten Stelle	: 5.925 m ² K/W (Feldbereich)
Grenzwert (Mindestwert) für R	: 1.750 m ² K/W
R gesamte Bauteil (Mittelwert)	: 4.711 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

TC_Bodenplatte 8,5 cm Dä	79.72 m ²	U-Wert = 0.363 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 Belag	2000.0	10.00	1.300	0.008	50
2 Estrich (Zement)	D	2000.0	65.00	1.400	0.046 15 / 35
3 PE-Folie		1100.0	0.15	0.200	0.001 250000
4 Polystyrolhartschaum 035		20.0	85.00	0.035	2.429 35
5 V60 S4 DIN 52131		1000.0	5.00	0.170	0.029 100000
6 Stahlbeton (EN 12524)	D	2400.0	160.00	2.300	0.070 80 / 130
Luftübergang Kaltseite R _{se} 0.00					



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

Einsatzart: gedämmte Fußböden beheizter Aufenthaltsrä. auf dem Erdreich

zur Berechnung herangezogenes Flächengewicht : 540.9 kg/m²

R an der ungünstigsten Stelle : 2.582 m²K/W

Grenzwert (Mindestwert) für R : 0.900 m²K/W

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