

Energieeinsparnachweis

nach der Energieeinsparverordnung EnEV 2014

Bundesratsbeschluss vom 11.10.2013

"Wohngebäude"

Änderung von bestehenden Gebäuden nach §9 der EnEV

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: 146-15 MFH Handewitt

08.12.15

Bauvorhaben : Altbau eines Wohnhauses mit 6 WE
Sanierung Altbaustandard

Bearbeiter : Dipl.-Ing. Matthias Klatt

Objektstandort
Straße/Hausnr. : Am Marktplatz 4
Plz/Ort : 24976 Handewitt
Gemarkung :

Baujahr 1962

Flurstücknummer: ----

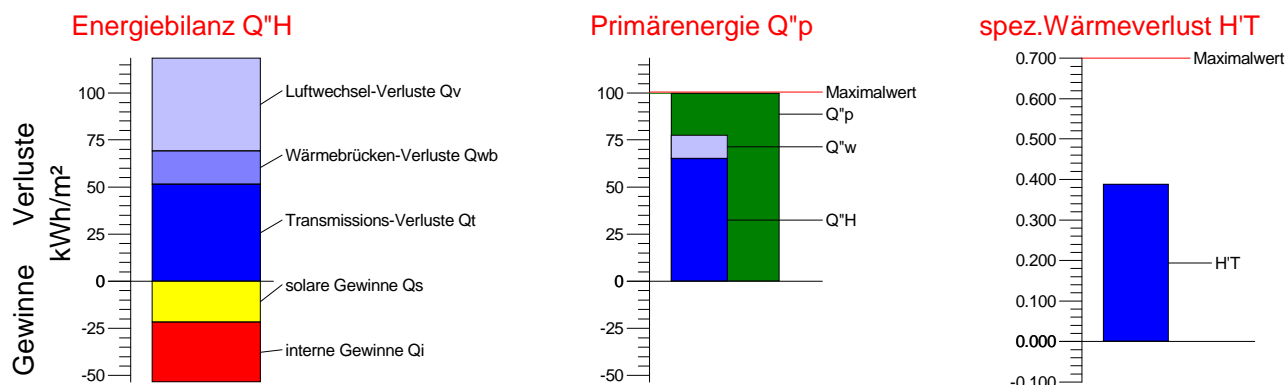
Hauseigentümer/Bauherr
Name/Firma :
Straße/Hausnr. :
Plz/Ort :
Telefon / Fax :

Name, Anschrift und Funktion des Ausstellers	Datum und Unterschrift, ggf. Stempel/Firmenzeichen
Dipl.-Ing. Matthias Klatt Beratender Ingenieur Schwarzer Weg 11 24837 Schleswig	08.Dez 2015

Tabelle der verwendeten Bauteile

	Bauteil	Bezeich	Ri.	Fläche [m²]	U-Wert [W/m²K]	Fak	Gewinn [kWh/a]		Verlust [kWh/a]
1	Wand								
1.1	30cm KS+14cm neues WDVS	Süden	S	91.67	0.221	1.00		197	1679
1.2	30cm KS+14cm neues WDVS	Norden	N	107.25	0.221	1.00		7	1964
1.3	30cm KS+14cm neues WDVS	Westen	W	43.10	0.221	1.00		53	789
1.4	30cm KS+14cm neues WDVS	Osten	O	43.10	0.221	1.00		68	789
				285.12	0.221			325	5221
2	Fenster, Fenstertüren						g		
2.1	zertifiziertes Fenster 1,2	Süden	S	41.44	1.200	1.00	0.56	6085	4119
2.2	zertifiziertes Fenster 1,2	Norden	N	18.26	1.200	1.00	0.56	963	1814
2.3	zertifiziertes Fenster 1,2	Norden	N	5.40	1.200	1.00	0.56	285	537
2.4	Außentür 1,5	Norden	N	2.20	1.500	1.00	---	---	273
2.5	zertifiziertes Fenster 1,2	Westen	W	2.80	1.200	1.00	0.56	263	278
2.6	zertifiziertes Fenster 1,2	Osten	O	2.80	1.200	1.00	0.56	299	278
				72.90	1.209			7895	7300
3	Decke zum Dachge., Dach								
3.1	16cm Beton+16cm 035	Decke DG	-	209.52	0.206	0.80		---	2864
				209.52	0.165			-----	2864
4	Grundfläche, Kellerdecke								
4.1	80cm 035+16cm Beton+Estrich	Fußboden	-	209.52	0.364	*0.72		---	4839
				209.52	0.261			-----	4839
		Summe:		777.07	0.310			8221	20224
Jahresprimärenergiebedarf $Q''_P = 99.8$ [kWh/m²a] $Q''_{Pmax} = 100.5$ [kWh/m²a] spezifischer Transmissionswärmeverlust $H'T = 0.388$ [W/m²K] $H'T_{max} = 0.700$ [W/m²K]									
* Die Abminderungsfaktoren über das Erdreich wurden monatlich nach DIN EN ISO 13370 berechnet. Der angezeigte Wert ist der temperaturdifferenzgewichtete Wert der Heizperiode									

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



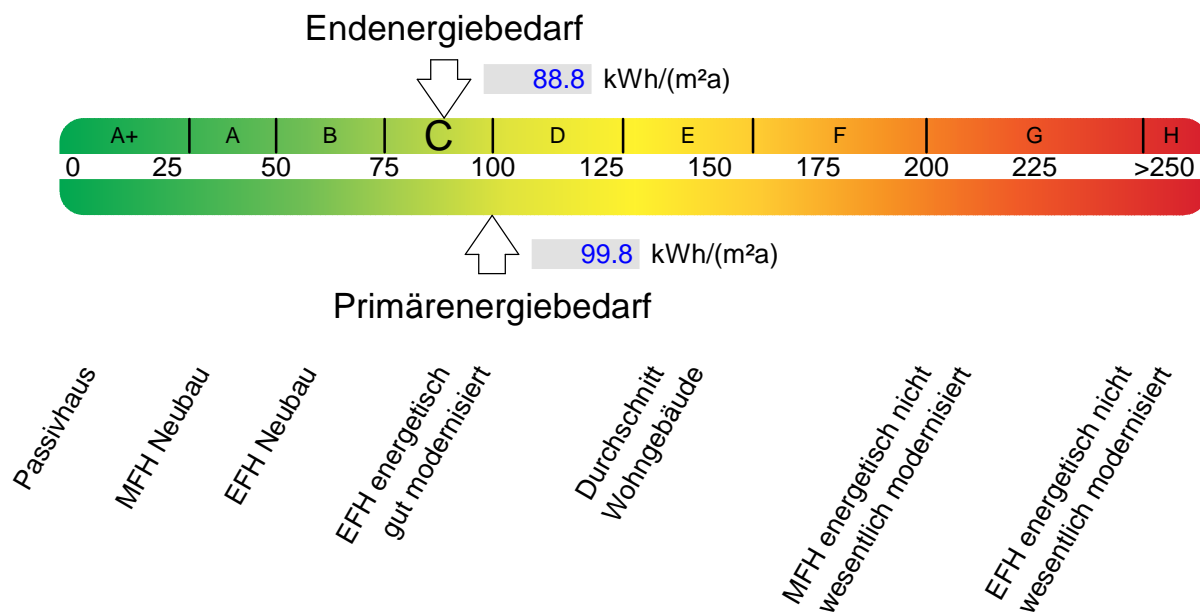
nutzbare Gewinne [kWh/a]		Verluste [kWh/a]	
solare Gewinne $\eta \cdot Q_s$: 7895	Transmission Q_t	: 20224
interne Gewinne $\eta \cdot Q_i$: 11461	Wärmebrücken Q_{WB}	: 6436
		Lüftungsverluste Q_v	: 17842
		Nachtabsenkung Q_{NA}	: -1288
		solar opake Bauteile $Q_{S\ opak}$: -325
	19356		42889
==> Jahresheizwärmebedarf Q_h 23580 [kWh/a] + Trinkwassererwärmung Q_w 4526 [kWh/a]			

eine Nachtabschaltung wurde : berücksichtigt
 Anlagenaufwandszahl e_p : 1.286
 Nutzfläche : 362.1m²
 Gebäudeart : Wohngebäude
 Jahresheizwärmebedarf Q_h : 65.13kWh/m²a

Endergebnis der EnEV-Berechnung

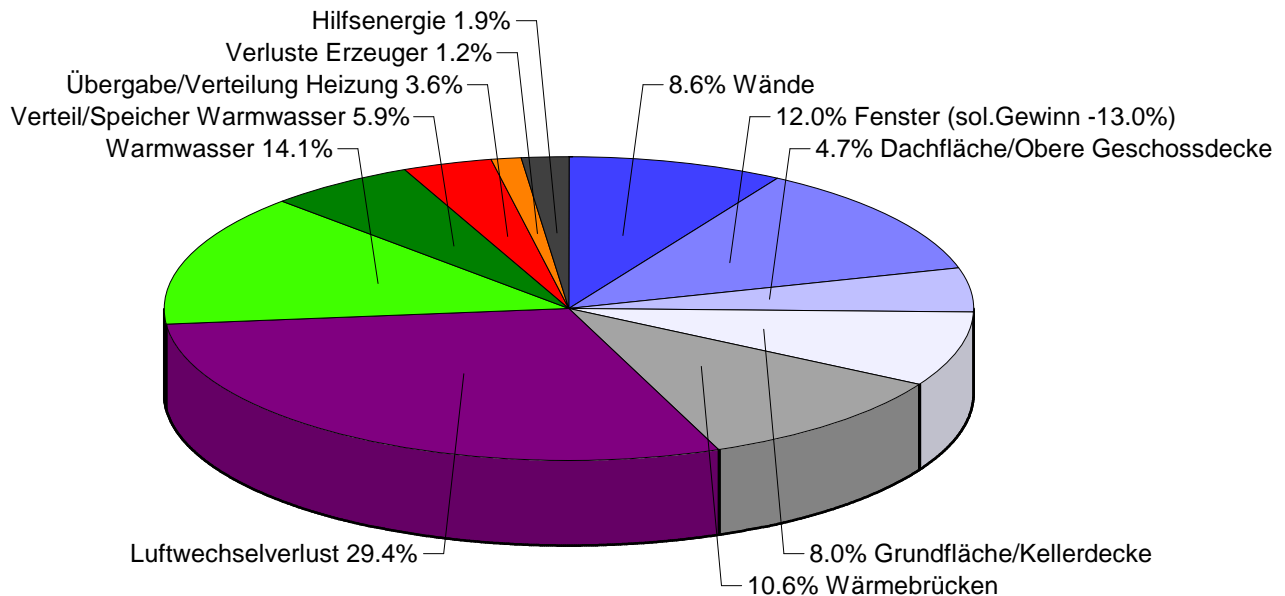
Jahres-Primärenergiebedarf $Q'p$: bezogen auf die Gebäudenutzfläche	99.8 [kWh/m²a]	0.7% besser als Altbau
maximal zulässiger Jahres-Primärenergiebedarf:	100.5 [kWh/m²a]	(incl. 40% Altbauaufschlag)
spezifischer Transmissionswärmeverlust $H'T$: der Gebäudehüllfläche	0.388 [W/m²K]	44.5% besser als Altbau
maximal zulässiger spezifischer Transmissionswärmeverlust:	0.700 [W/m²K]	(incl. 40% Altbauaufschlag)

die maximal zulässigen Grenzwerte werden eingehalten.

Effizienzlevel**Sanierungsvariante**
SanierungCO₂-Emissionen **23.5** [kg/(m²*a)]

Endenergieverteilung

Endenergieverteilung von Sanierung



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

Randbedingungen

Sommerlicher Wärmeschutz:

Der sommerliche Wärmeschutz wird mit den angegebenen Sonnenschutzvorrichtungen erfüllt.

Anforderungen an die Dichtheit:

Außen liegende Fenster, Fenstertüren und Dachflächenfenster müssen den Klassen nach EnEV Anlage 4 Tabelle 1 entsprechen. Für dies Gebäude ist die Klasse 2 der Fugendurchlässigkeit nach DIN EN 12207-1:2000-06 einzuhalten. Die Luftdichtheit der Wände, des Daches, des unteren Gebäudeabschlusses, der Anschlüsse und Fugen muss nach den anerkannten Regeln der Technik gewährleistet werden (§6 der Energieeinsparverordnung).

Abminderungsfaktoren F_x über das Erdreich nach DIN EN ISO 13370

Kellerdecke gegen unbeheizten Keller														
Ag[m²]	P[m]	B'	Jan	Feb	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
209.5	66.3	6.3	0.659	0.586	0.526	0.511	0.647	1.085	0.000	12.516	1.599	1.056	0.796	0.693

Kellereigenschaften

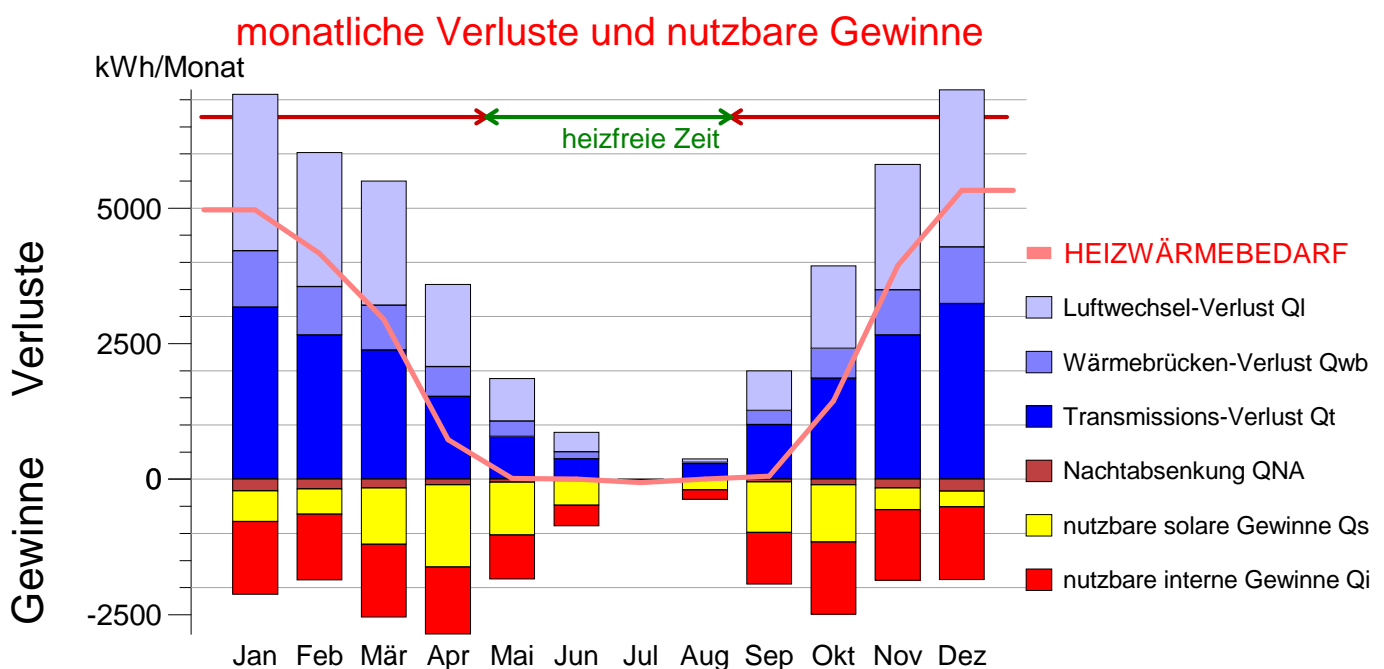
Höhe der Kellerwand die an die Außenluft grenzt	0.10 m	
Höhe der Kellerwand im Erdreich	2.80 m	
Luftvolumen des Kellers	486.1 m³	
U-Wert der Kellerwand oberhalb des Erdreichs	0.600 W/m²K	
U-Wert der Kellerwand im Erdreich	0.600 W/m²K	Dicke 360 mm
U-Wert der Bodenplatte des Kellers	1.300 W/m²K	Dicke 200 mm

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	0.951	0.604	0.294	0.000	0.132	0.732	0.990	1.000	1.000	
Q Verlust	6880	5843	5339	3490	1806	838	0	370	1948	3832	5640	6965	42951
Q Gewinn	1914	1678	2390	2902	2963	2852	2828	2810	2581	2414	1702	1637	28671
$\eta \cdot Q$ Gewinn	1914	1678	2388	2759	1791	838	0	370	1891	2390	1702	1637	19356
Q _{h,M}	4966	4165	2951	731	0	0	0	0	57	1443	3939	5328	23580
Verluste im einzelnen aufgeschlüsselt													
QT	3162	2649	2403	1586	857	445	0	340	1042	1882	2645	3214	20224
QS opak	-10	-9	21	60	66	67	61	52	36	18	-15	-23	325
QNA Nachtabs.	218	183	162	104	54	24	0	4	50	104	165	219	1288
QT-QNA-QSopak	2954	2474	2220	1421	737	353	-61	283	956	1760	2496	3017	18611
QWB	1041	893	827	548	283	129	0	23	263	549	834	1046	6436
QL	2885	2475	2292	1520	785	357	0	64	729	1523	2311	2901	17842
Gewinne im einzelnen aufgeschlüsselt													
QS	567	461	1043	1599	1617	1549	1481	1463	1278	1067	398	290	12812
Qi	1347	1217	1347	1303	1347	1303	1347	1347	1303	1347	1303	1347	15858
Die äquivalente Heizgradtagezahl ermittelt aus dem energetischen Niveau des Gebäudes													
Heiz-Gt	558	479	443	294	0	0	0	0	141	294	447	561	3217

Volumen und Flächen

Gebäudevolumen V _e	:	1131.4 m ³
Gebäudehüllfläche A	:	777.1 m ²
A/V _e	:	0.687 1/m
Außenwandfläche A _{AW}	:	285.1 m ²
Fensterfläche A _w	:	72.9 m ²
Fensterflächenanteil f	:	20.4 % (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	: 1131.4 m³	
Luftvolumen	: 905.1 m³	0,80 * Gebäudevolumen

Nutzflächenberechnung

Gebäudehöhe	: 8.40 m	
Geschoßanzahl	: 2	
Geschoßhöhe	: 2.750 m	
Gebäudegrundfläche	: 209.5 m²	
Grundflächenumfang	: 66.3 m	
Gebäudenutzfläche	: 362.1 m²	0.32 * Gebäudevolumen

Gebäudevolumen

Gebäudevolumen brutto	:	1131.4 m³
Volumen Außenbauteile	:	258.2 m³
Volumen Innenbauteile	:	0.0 m³
Gebäudevolumen netto	:	873.2 m³

Gebäudegewicht

mittlere Dichte der Innenbauteile	:	----- kg/m³
Gewicht der Außenbauteile	:	355979 kg
Gewicht der Trennwände	:	----- kg
Gebäudegewicht	:	355979 kg

interne Wärmegewinne pauschaler Ansatz

in Wohngebäuden	24h/Tag	5W/m²	120 Wh/m² pro Tag
bei einer Nutzfläche von	362 m²	==>	43 kWh/Tag

$Q_i = 15858 \text{ kWh/a}$ [1303 kWh/Monat] davon nutzbare Wärmegewinne $Q_{i=}$ 11461 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	0.288 W/m²K	[Abminderungsfaktoren sind berücksichtigt]
neuer mittlere U-Wert	0.388 W/m²K	
Transmissionsverlust erhöht sich um	34.70 %	

$Q_{wb} = 6436 \text{ kWh/a}$

Luftwechsel

Lüftungsverluste Q_v 17842 kWh/a

Luftvolumen: 905.1 m³
 Luftwechselrate: 0.70 h⁻¹
 Art der Lüftung: freie Lüftung

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

Luftwechselerluste in kWh

Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
2885	2475	2292	1520	785	357	0	64	729	1523	2311	2901

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	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
 Speicherkapazität: 50.00 Wh/m³K
 Volumen: 1131 m³
 C_{wirk}: 56572 Wh/K
 spezifischer Wärmeverlust H: 517 W/K

monatliche Ausnutzungsgrade

Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
1.000	1.000	0.999	0.951	0.604	0.294	0.000	0.132	0.732	0.990	1.000	1.000

Warmwasser

Warmwasser pauschal (12,5KWh/m²a)

Energiebedarf für die Warmwasseraufbereitung Q_w 4526 kWh/a

Endenergie / CO₂ Ausstoß

Endenergie		CO ₂ kg/kWh	absolut		bezogen auf die Nutzfläche 362.1 m ²	
			Bedarf kWh/a	CO ₂ kg/a	Bedarf kWh/m ² a	CO ₂ kg/m ² a
1	Flüssiggas	0.263	22713	5973	62.73	16.50
2	Erdgas H	0.244	8818	2152	24.36	5.94
3	Strom-Mix	0.617	604	373	1.67	1.03
Summe			32135	8498	88.76	23.47

Als Berechnungsgrundlage des CO₂ Ausstoßes wurden GEMIS 4.13 Werte (www.gemis.de) verwendet

Schadstoffausstoß

Energieträger	NO _x kg/m ² a	NO _x kg/a	CO kg/a	SO ₂ kg/a	Staub kg/a
Flüssiggas	0.014	5.20	4.97	5.36	0.52
Erdgas H	0.005	1.77	1.28	0.12	0.08
Strom-Mix	0.001	0.38	0.12	0.23	0.03
SUMME	0.020	7.35	6.38	5.72	0.63

Endenergie- Wartungskosten (bedarfsberechnet)

Energieträger	Bedarf kWh pro Jahr	Energie- kosten Cent pro	Wartungs- kosten pro Jahr	Gesamt- kosten € pro Jahr
Strom incl. Hilfsenergie ohne Hausstrom	604	20.0 pro kWh	0,-€	121,-€
Erdgas	8818	7.0 pro kWh	50,-€	667,-€
Flüssiggas	22713	7.0 pro kWh	80,-€	1670,-€
Schornsteinfeger (Kehren, Abgastest)			65,-€	65,-€
			=====	=====
Summe:			195,-€	2523,-€

maximaler Wärmebedarf der Heizungsanlage

maximale Temperaturdifferenz

Warmseitentemperatur	:	20.0 °C	
Kaltseitentemperatur	:	-15.0 °C	(Abminderung z.B. Keller oder
Temperaturdifferenz	:	35.0 °K	Erreich ist berücksichtigt)

Wärmeverlust durch die Gebäudeoberfläche

spezifischer Wärmeverlust H _t	:	0.388 [W/m ² K]	
Gebäudeoberfläche	:	777.1 [m ²]	10.56 kW

Wärmeverlust durch den Luftwechsel

Luftwechselpercentage	:	215.4 [W/K]	7.54 kW
ausreichend für	:	19 Personen	

maximale Heizleistung: 18.10 kW

Begrenzung der Leitungsverluste

Die Rohrleitungen der Wärme- und Warmwasserverteilungsleitungen sind gem. EnEV §10 Abs.(2) 2 in unbeheizten Räumen bis zum 31.12.2006 bzw. bei Erneuerung und Ersatz nach §14 Abs.5 wie folgt zu dämmen (Anhang 5 der EnEV):

Zeile	Art der der Leitungen/Armaturen	Mindestdicke der Dämm- schicht, bezogen auf eine Wärmeleitfähigkeit von 0,035 W/(m ² .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 Raumluftechnik- und Klimakältesystemen	6 mm

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: 146-15 MFH Handewitt
 Ort: 24976 Handewitt
 Gemarkung:

Straße/Nr.: Am Marktplatz 4
 Flurstücknummer:

I. Eingaben

$A_N =$ 362.1 m²

$t_{HP} =$ 185 Tage

Trinkwassererwärmung

Heizung

Lüftung

absoluter Bedarf

$Q_{TW} =$ 4525.7 kWh/a

$Q_h =$ 23579.7 kWh/a

bezogener Bedarf

$q_{TW} =$ 12.50 kWh/m²a

$q_h =$ 65.13 kWh/m²a

II. Systembeschreibung

Details siehe Trinkwasser- Heizungs- und Lüftungsbeschreibung

III. Ergebnisse

Deckung von Q_h

$q_{h,TW} =$ 4.28 kWh/m²a

$q_{h,H} =$ 60.84 kWh/m²a

$q_{h,L} =$ 0.00 kWh/m²a

Σ Wärme

$Q_{TW,E} =$ 8818.2 kWh/a

$Q_{H,E} =$ 22712.9 kWh/a

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

Σ Hilfsenergie

217.6 kWh/a

386.3 kWh/a

0.0 kWh/a

Σ Primärenergie

$Q_{TW,P} =$ 10222.2 kWh/a

$Q_{H,P} =$ 25911.3 kWh/a

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

Endenergie

$Q_E =$ 31531 kWh/a

Σ Wärme

604 kWh/a

Σ Hilfsenergie

Primärenergie

$Q_P =$ 36134 kWh/a

Σ Primärenergie

Anlagenaufwandzahl

$e_P =$ 1.286

TRINKWASSERERWÄRMUNG nach DIN 4701 TEIL 10

Bereich 1:	Anteil 100.0 %	Nutzfläche 362.1 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:	$q_{TW,d} =$	7.45 kWh/m ² a	$q_{TW,d,HE} =$	0.44 kWh/m ² a	$q_{h,TW,d} =$	3.38 kWh/m ² a
-------------	--------------	---------------------------	-----------------	---------------------------	----------------	---------------------------

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

Speicherung:	$q_{TW,s} =$	2.05 kWh/m ² a	$q_{TW,s,HE} =$	0.00 kWh/m ² a	$q_{h,TW,s} =$	0.91 kWh/m ² a
--------------	--------------	---------------------------	-----------------	---------------------------	----------------	---------------------------

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

Wärmeerzeuger:	$\Sigma =$	22.00 kWh/m ² a	$q_{TW,g,HE} =$	0.16 kWh/m ² a
----------------	------------	----------------------------	-----------------	---------------------------

Wärmeerzeugerart:	Brennwertkessel "verbessert"		
Energieträgerart:	Erdgas H		
Deckungsanteil	$\alpha_{TW,g} :$	100.0	%
Aufwandzahl Erzeuger	$e_{TW,g} :$	1.107	
Endenergie Erzeuger	$q_{TW,E} :$	24.36	kWh/m²a
Primärenergiefaktor Erzeuger	$f_{p,i} :$	1.10	
Primärenergie Erzeuger	$q_{TW,P} :$	26.79	kWh/m²a

Hilfsenergie:	$\Sigma q_{TW,HE,E} =$	0.60 kWh/m ² a
---------------	------------------------	---------------------------

Primärenergiefaktor Hilfsenergie	$f_{p,H} :$	2.40
Primärenergie Hilfsenergie	$q_{TW,HE,P} :$	1.44 kWh/m ² a

Endergebnis	Heizwärmegutschrift pro m ² :	$q_{h,TW} =$	4.28 kWh/m ² a
--------------------	--	--------------	---------------------------

Wärmeendenergie pro m ²	$q_{TW,E} :$	24.36 kWh/m ² a
Hilfsendenergie pro m ²	$q_{TW,HE,E} :$	0.60 kWh/m ² a
Primärenergie pro m ²	$q_{TW,P} :$	28.23 kWh/m ² a

Wärmeendenergie	$Q_{TW,E} :$	8818.2 kWh/a
Hilfsendenergie	$Q_{TW,HE,E} :$	217.6 kWh/a
Primärenergie	$Q_{TW,P} :$	10222.2 kWh/a

HEIZUNG nach DIN 4701 TEIL 10

Bereich 1: Anteil 100.0 % Nutzfläche 362.1 m²

Wärmeverlust

Hilfsenergie

Heizwärmebedarf	$q_h =$	65.13 kWh/m ² a	
Heizwärmegutschriften	$q_{h,TW} =$	4.28 kWh/m ² a	vom Trinkwasser
Heizwärmegutschriften	$q_{h,L} =$	0.00 kWh/m ² a	durch die Lüftungsanlage

Übergabe:	$q_{c,e} =$	1.10 kWh/m ² a	$q_{ce,HE} =$ 0.00 kWh/m²a
-----------	-------------	---------------------------	---

Übergabeart: Wasserheizung: freie Heizflächen, Thermostatregelventile, Auslegungsproportionalbereich 1°K
 Anordnung der Heizelemente überwiegend im Außenwandbereich
 Übergabe erfolgt ohne zusätzliche Luftumwälzung z.B. durch einen Ventilator

Verteilung:	$q_d =$	2.07 kWh/m ² a	$q_{d,HE} =$ 0.62 kWh/m²a
-------------	---------	---------------------------	--

Verteilungsart: Heizkreistemperatur 70/55°C
 die horizontale Verteilung der Wärme erfolgt innerhalb der thermischen Hülle
 Verteilungsstränge (vertikal) befinden sich innerhalb der thermischen Hülle
 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/m²a
--------------	---------	---------------------------	--

Speicherart: keine Speicherung

Wärmeerzeuger:	$\Sigma =$	64.01 kWh/m ² a	$q_{g,HE} =$ 0.45 kWh/m²a
----------------	------------	----------------------------	--

Wärmeerzeugerart: Brennwertkessel "verbessert"
 Energieträgerart: Flüssiggas

Deckungsanteil	$\alpha_{H,g} :$	100.0 %
Aufwandzahl Erzeuger	$e_g :$	0.980
Endenergie Erzeuger	$q_E :$	62.73 kWh/m ² a
Primärenergiefaktor Erzeuger	$f_p :$	1.10
Primärenergie Erzeuger	$q_P :$	69.01 kWh/m ² a

Wärmeerzeuger, der raumluftunabhängig betrieben werden kann, befindet sich innerhalb der thermischen Hülle

Hilfsenergie:	$\Sigma q_{HE,E} =$	1.07 kWh/m ² a
---------------	---------------------	---------------------------

Primärenergiefaktor Hilfsenergie	$f_{p,H} :$	2.40
Primärenergie Hilfsenergie	$q_{HE,P} :$	2.56 kWh/m ² a

Endergebnis

Wärmeendenergie pro m ²	$q_{H,E} :$	62.73 kWh/m ² a
Hilfsendenergie pro m ²	$q_{H,HE,E} :$	1.07 kWh/m ² a
Primärenergie pro m ²	$q_{H,HE,P} :$	71.57 kWh/m ² a

Wärmeendenergie	$Q_{H,E} :$	22712.9 kWh/a
Hilfsendenergie	$Q_{H,E} :$	386.3 kWh/a
Primärenergie	$Q_{H,P} :$	25911.3 kWh/a

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


Bauteil	Flächen- gewicht kg/m²	Innen- raum- temp	R m²K/W	Grenz- wert m²K/W	Art	Ergebnis
30cm KS+14cm neues WDVS	569.5	normal	4.35	1.20	*1	OK
16cm Beton+16cm 035	408.0	normal	4.65	0.90	*1	OK
80cm 035+16cm Beton+Estrich	516.0	normal	2.40	0.90	*1	OK

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


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

Sommerlicher Wärmeschutz nach DIN 4108-2 2013-02

Solarzone : sommerkühl (Grenzwert Innentemperatur 25°C)

Ebene: DG	Grundfläche Ag:	80.00 qm	
Raum: neuer Raum	Fensterfläche Aw:	3.78 qm	
	Bauart:	schwer	
	Nachtlüftung:	ohne	
Fensterflächenanteil fwG:	4.7 %	Überprüfung ab 10.0 % erforderlich.	
Sonneneintragskennwert S: 0.000	Smax: 0.000	Anforderung ist erfüllt	

Fenster: "ZERTIFIZIERT" -- zertifiziertes Fenster 1,2	Energiedurchlassgrad: 56.00 %
BauteilNr: 2.1	Kurzbezeichnung: Süden
Fläche: 3.78 qm	keine Verschattung
Orientierung: S	

Ebene: Erdgeschoss	Grundfläche Ag:	85.00 qm	
Raum: Wohnzimmer	Fensterfläche Aw:	1.40 qm	
	Bauart:	schwer	
	Nachtlüftung:	erhöhte Nachtlüftung min $n \geq 2$ 1/h	
Fensterflächenanteil fwG:	1.6 %	Überprüfung ab 10.0 % erforderlich.	
Sonneneintragskennwert S: 0.000	Smax: 0.000	Anforderung ist erfüllt	

Fenster: "ZERTIFIZIERT" -- zertifiziertes Fenster 1,2	Energiedurchlassgrad: 56.00 %
BauteilNr: 2.5	Kurzbezeichnung: Westen
Fläche: 1.40 qm	keine Verschattung
Orientierung: W	

Zwischenergebnisse sommerlicher Wärmeschutz nach DIN 4108-2 2013-02

Raum	Ag m²	Aw m²	g	Fc	Bau- art	Nacht Lüft.	S1	fwG %	S2	S3 gtot ≤ 0.4	fneig	S4	fnord	S5	S6	S	Smax	OK?
neuer Raum	80.0	3.8	0.56	0.96	schwer	ohne	---	4.7	---	---	---	---	---	---	---	---	---	OK*
Wohnzimmer	85.0	1.4	0.56	---	schwer	erhöht	---	1.6	---	---	---	---	---	---	---	---	---	OK*

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

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

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

fwG=Fensterflächenanteil bezogen auf die Raumgrundfläche S2 = aus grundflächenbezogener Fensterflächenanteil S3 gtot ≤ 0.4 =Bonus für Sonnenschutzverglasung oder

permanente Verschattung fneig=Mallus geneigte Fenster $< 60^\circ$ S4=-0,035*fneig fnord=Bonus Nordfenster S5=+0,10*fnord S6=passive Kühlung

S=berechneter Sonneneintragskennwert Smax=maximal zulässiger Sonneneintragskennwert

Dampfdiffusionsnachweis

Bauteil	Fall	R-Type	Tauw. kg/m ²	Verd. kg/m ²	Rest kg/m ²	Schicht	OK
30cm KS+14cm neues WDVS	A	1	-----	-----	-----	-----	OK
16cm Beton+16cm O35	A	3	-----	-----	-----	-----	OK

Randbedingungen der Dampfdiffusionsberechnung

R-Type	°C warm	°C kalt	% warm	% kalt	Stunden	°C Dach
Type 1 normale Außenwand						
Tauperiode	20	-10	50	80	1440	
Verdunstungsperiode	12	12	70	70	2160	
Type 3 Dach/Decke gegen Außenluft						
Tauperiode	20	-10	50	80	1440	
Verdunstungsperiode	12	12	70	70	2160	20

Bauteilverwendung und Flächenberechnung

Bauteile der Bauteilart: Wand

BAUTEIL 1.1	:	30cm KS+14cm neues WDVS
Kategorie	:	Außenwand
R _{si}	:	0.13 m ² K/W
R _{se}	:	0.04 m ² K/W
Einsatzart	:	normale Außenwand beheizter Räume
Strahlungsabsorptionsgrad α	:	0.50 Klinkermauerwerk (öffentlich rechtlich)
Emissionsgrad ϵ	:	0.80
Kurzbez.	:	Süden
Transmissions-Gewichtungsfaktor:	:	1.00 (Temperatur-Reduktionsfaktor)
U-Wert	:	0.221 W/m ² K
Flächengewicht	:	569.5 kg/m ²
Bauteilorientierung	:	
Neigung	:	90.0° senkrecht
Richtung	:	==> 180.0° Süden
Flächenberechnung:		m ²
24,65*2*2,70		
	=	133.1
	Brutto-Bauteilfläche =	133.1
zugeordnete Fenster		
Firma	Type	W/m ² K
"ZERTIFIZIERT"	zertifiziertes Fenster 1,2	1.200
	Fensterfläche =	41.4
	Netto-Bauteilfläche m ² =	91.7

BAUTEIL 2.1	:	"ZERTIFIZIERT"
Glastype	:	zertifiziertes Fenster 1,2
U-Wert Fenster	:	1.20 W/m ² K inklusiv Rahmen (Herstellerangabe)
Energiedurchlassgrad	:	56.0 %
Vorhangfassade	:	nein
Verschattungswinkel	:	Verbauungswinkel: 10°
Verschattungsfaktoren	:	F _s 0.900
Rahmenverschattung	:	F _f 0.600
Sonnenschutzverschattung	:	F _c 1.000
Überhangwinkel: 0°		F _o 1.000
Seitenwinkel: 0°		F _r 1.000
Bruttofläche		
Breite :	2.70 m	Höhe :
		1.40 m
Anzahl :	8 Stück	
Breite :	1.00 m	Höhe :
		1.40 m
Anzahl :	8 Stück	
	==>	30.24 m ²
	==>	11.20 m ²
Gesamtfensterfläche:		41.44 m ²

BAUTEIL 1.2 : 30cm KS+14cm neues WDVS	
Kategorie : Außenwand	
R _{si}	: 0.13 m²K/W
R _{se}	: 0.04 m²K/W
Einsatzart	: normale Außenwand beheizter Räume
Strahlungsabsorptionsgrad α	: 0.50 Klinkermauerwerk (öffentlich rechtlich)
Emissionsgrad ε	: 0.80
Kurzbez.	: Norden
Transmissions-Gewichtungsfaktor	: 1.00 (Temperatur-Reduktionsfaktor)
U-Wert	: 0.221 W/m²K
Flächengewicht	: 569.5 kg/m²
Bauteilorientierung	
Neigung	: 90.0° senkrecht
Richtung	: ==> 0.0° Norden
Flächenberechnung:	
24,65*2*2,7	
zugeordnete Fenster	
Firma	Type
"ZERTIFIZIERT"	zertifiziertes Fenster 1,2
"ZERTIFIZIERT"	zertifiziertes Fenster 1,2
"AUSSEN-TÜREN"	Außentür 1,5
	W/m²K
	m²
	1.200
	1.200
	1.500
	Fensterfläche =
	25.9
	Brutto-Bauteilfläche =
	133.1
	Netto-Bauteilfläche m² =
	107.3

BAUTEIL 2.2 : "ZERTIFIZIERT"	
Glastype : zertifiziertes Fenster 1,2	
U-Wert Fenster	: 1.20 W/m²K inklusiv Rahmen (Herstellerangabe)
Energiedurchlassgrad	: 56.0 %
Vorhangfassade	: nein
Verschattungswinkel	:
Verschattungsfaktoren	: F _s 0.900
Rahmenverschattung	: F _F 0.600
Sonnenschutzverschattung	: F _c 1.000
Verbauungswinkel: 0°	Überhangwinkel: 0°
F _h 1.000	F _o 1.000
Seitenwinkel: 0°	F _r 1.000
Bruttofläche	
Breite : 2.01 m	Höhe : 1.40 m
Anzahl : 4 Stück	==> 11.26 m²
Breite : 1.00 m	Höhe : 1.40 m
Anzahl : 5 Stück	==> 7.00 m²
	Gesamtfensterfläche: 18.26 m²

BAUTEIL 2.3 : "ZERTIFIZIERT"	
Glastype : zertifiziertes Fenster 1,2	
U-Wert Fenster	: 1.20 W/m²K inklusiv Rahmen (Herstellerangabe)
Energiedurchlassgrad	: 56.0 %
Vorhangfassade	: nein
Verschattungswinkel	:
Verschattungsfaktoren	: F _s 0.900
Rahmenverschattung	: F _F 0.600
Sonnenschutzverschattung	: F _c 1.000
Verbauungswinkel: 0°	Überhangwinkel: 0°
F _h 1.000	F _o 1.000
Seitenwinkel: 0°	F _r 1.000
Bruttofläche	
Breite : 1.00 m	Höhe : 5.40 m
Anzahl : 1 Stück	==> 5.40 m²
	Gesamtfensterfläche: 5.40 m²

BAUTEIL 2.4 : "AUSSSEN-TÜREN"	
Glastype : Außentür 1,5	
U-Wert Fenster	: 1.50 W/m²K inklusiv Rahmen
Energiedurchlassgrad	: 0.0 %
Vorhangfassade	: nein
Verschattungswinkel	:
Verschattungsfaktoren	: Fs 0.900
Rahmenverschattung	: Ff 0.600
Sonnenschutzverschattung	: Fc 1.000
Verbauungswinkel: 0°	Fh 1.000
Überhangwinkel: 0°	Fo 1.000
Seitenwinkel: 0°	Fr 1.000
Bruttofläche	
Breite : 1.00 m	Höhe : 2.20 m
Anzahl : 1 Stück	==> 2.20 m²
Gesamtfensterfläche: 2.20 m²	

BAUTEIL 1.3 : 30cm KS+14cm neues WDVS	
Kategorie : Außenwand	
Rsi	: 0.13 m²K/W
Rse	: 0.04 m²K/W
Einsatzart	: normale Außenwand beheizter Räume
Strahlungsabsorptionsgrad α	: 0.50 Klinkermauerwerk (öffentlich rechtlich)
Emissionsgrad ε	: 0.80
Kurzbez.	: Westen
Transmissions-Gewichtungsfaktor	: 1.00 (Temperatur-Reduktionsfaktor)
U-Wert	: 0.221 W/m²K
Flächengewicht	: 569.5 kg/m²
Bauteilorientierung	
Neigung	: 90.0° senkrecht
Richtung	: ==> -90.0° Westen
Flächenberechnung:	m²
2,7*2*8,5	= 45.9
Brutto-Bauteilfläche	= 45.9
zugeordnete Fenster	
Firma	Type
"ZERTIFIZIERT"	zertifiziertes Fenster 1,2
W/m²K	m²
1.200	2.8
Fensterfläche	= 2.8
Netto-Bauteilfläche m²	= 43.1

BAUTEIL 2.5 : "ZERTIFIZIERT"	
Glastype : zertifiziertes Fenster 1,2	
U-Wert Fenster	: 1.20 W/m²K inklusiv Rahmen (Herstellerangabe)
Energiedurchlassgrad	: 56.0 %
Vorhangfassade	: nein
Verschattungswinkel	:
Verschattungsfaktoren	: Fs 0.900
Rahmenverschattung	: Ff 0.600
Sonnenschutzverschattung	: Fc 1.000
Verbauungswinkel: 0°	Fh 1.000
Überhangwinkel: 0°	Fo 1.000
Seitenwinkel: 0°	Fr 1.000
Bruttofläche	
Breite : 1.00 m	Höhe : 1.40 m
Anzahl : 2 Stück	==> 2.80 m²
Gesamtfensterfläche: 2.80 m²	

BAUTEIL 1.4		30cm KS+14cm neues WDVS	
Kategorie		Außenwand	
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.	:	Osten	
Transmissions-Gewichtungsfaktor	:	1.00 (Temperatur-Reduktionsfaktor)	
U-Wert	:	0.221 W/m²K	
Flächengewicht	:	569.5 kg/m²	
Bauteilorientierung	:		
Neigung	:	90.0° senkrecht	
Richtung	:	==> 90.0° Osten	
Flächenberechnung:			m²
2*2,7*8,5			= 45.9
			Brutto-Bauteilfläche = 45.9
zugeordnete Fenster			
Firma		Type	W/m²K m²
"ZERTIFIZIERT"		zertifiziertes Fenster 1,2	1.200 2.8
			Fensterfläche = 2.8
			Netto-Bauteilfläche m² = 43.1

BAUTEIL 2.6		"ZERTIFIZIERT"	
Glastype		zertifiziertes Fenster 1,2	
U-Wert Fenster	:	1.20 W/m²K inklusiv Rahmen (Herstellerangabe)	
Energiedurchlassgrad	:	56.0 %	
Vorhangsfassade	:	nein	
Verschattungswinkel	:	Verbauungswinkel: 0°	Überhangwinkel: 0°
Verschattungsfaktoren	:	F _s 0.900	F _h 1.000
Rahmenverschattung	:	F _F 0.600	F _o 1.000
Sonnenschutzverschattung	:	F _c 1.000	Seitenwinkel: 0°
			F _r 1.000
Bruttofläche			
Breite :	1.00 m	Höhe :	1.40 m
Anzahl :	2 Stück	==> 2.80 m²	
Gesamtfensterfläche:			2.80 m²

Bauteile der Bauteilart: Decke zum Dachge., Dach

BAUTEIL 3.1		16cm Beton+16cm 035	
Kategorie		Decke zum Dachgeschoß	
R _{si}	:	0.10 m²K/W	
R _{se}	:	0.10 m²K/W	
Einsatzart	:	Decke gegen Dachgeschoß kalt	
Kurzbez.	:	Decke DG	
Transmissions-Gewichtungsfaktor	:	0.80 (Temperatur-Reduktionsfaktor)	
U-Wert	:	0.206 W/m²K	
Flächengewicht	:	408.0 kg/m²	
Bauteilorientierung	:		
Neigung	:	0.0° waagerecht	
Richtung	:	----	
Flächenberechnung:			m²
8,5*24,65			= 209.5
			Fläche = 209.5

Bauteile der Bauteilart: Grundfläche, Kellerdecke

BAUTEIL 4.1	:	80cm 035+16cm Beton+Estrich
Kategorie	:	Grundfläche, Kellerdecke

RSi	:	0.17 m²K/W
Rse	:	0.17 m²K/W
Einsatzart	:	Decke über nicht beheizten Kellerraum mit Perimeterdämmung
Kurzbez.	:	Fußboden
B'=Ag/(0,5P)	:	6.3 m
Transmissions-Gewichtungsfaktor:	:	0.50 (Temperatur-Reduktionsfaktor)
U-Wert	:	0.364 W/m²K
Flächengewicht	:	516.0 kg/m²
Bauteilorientierung	:	
Neigung	:	0.0° waagrecht
Richtung	:	----

Flächenberechnung: m²

8,5*24,65 = 209.5
 Fläche = 209.5

Volumenberechnung des Gebäudes

24,65*8,5*(2*2,7) = 1131.4 m³

1131.4 m³

Materialliste der thermischen Gebäudehülle

Material	Dichte kg/m³	Dicke mm	λ w/mK	Fläche m²	Gewicht kg
Hebel Außenputz WA	850.0	10.00	0.2000	285.12	2424
Zementestrich	2000.0	60.00	1.4000	209.52	25143
Beton normal DIN 1045	2400.0	160.00	2.1000	419.05	160915
Kalksandstein DIN 106	1800.0	300.00	0.9900	285.12	153967
Polystyrolhartschaum 035	150.0	80.00	0.0350	209.52	2514
Polystyrolhartschaum 035	150.0	140.00	0.0350	285.12	5988
Polystyrolhartschaum 035	150.0	160.00	0.0350	209.52	5029
Summe				1903.00	355979

Schichtaufbau und U-Werte der verwendeten Bauteile

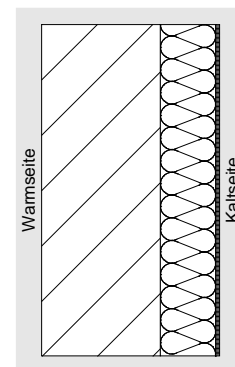
30cm KS+14cm neues WDVS	285.12 m²	U-Wert = 0.221 W/m²K
-------------------------	-----------	----------------------

Material	Dichte [kg/m³]	Dicke s [mm]	λ [W/mK]	R [m²K/W]	Diff. - Wid.
Luftübergang Warmseite R _{Si} 0.13					
1 Kalksandstein DIN 106	1800.0	300.00	0.990	0.303	15 / 25
2 Polystyrolhartschaum 035	150.0	140.00	0.035	4.000	35
3 Hebel Außenputz WA	850.0	10.00	0.200	0.050	5 / 5
Luftübergang Kaltseite R _{Se} 0.04					

Bauteildicke = 450.00 mm

Flächengewicht = 569.5 kg/m²

R = 4.35 m²K/W



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

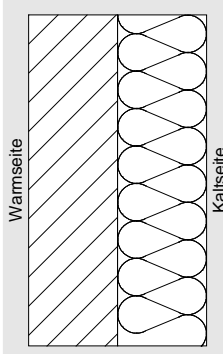
Einsatzart: normale Außenwand beheizter Räume

zur Berechnung herangezogenes Flächengewicht	:	569.5	kg/m²
R an der ungünstigsten Stelle	:	4.353	m²K/W
Grenzwert (Mindestwert) für R	:	1.200	m²K/W

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

16cm Beton+16cm 035				209.52 m²		U-Wert = 0.206 W/m²K	
Material	Dichte [kg/m³]	Dicke s [mm]	λ [W/mK]	R [m²K/W]	Diff. - Wid.		
Luftübergang Warmseite R _{Si} 0.10							
1 Beton normal DIN 1045	D	2400.0	160.00	2.100	0.076	70 / 150	
2 Polystyrolhartschaum 035	D	150.0	160.00	0.035	4.571	35	
Luftübergang Kaltseite R _{Se} 0.10							
Bauteildicke = 320.00 mm		Flächengewicht = 408.0 kg/m²		R = 4.65 m²K/W			

Warmseite



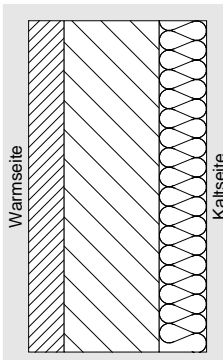
Kaltseite

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

Einsatzart: Decke gegen Dachgeschoß kalt

zur Berechnung herangezogenes Flächengewicht : 408.0 kg/m²
 R an der ungünstigsten Stelle : 4.648 m²K/W
 Grenzwert (Mindestwert) für R : 0.900 m²K/W

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

80cm 035+16cm Beton+Estrich				209.52 m²		U-Wert = 0.364 W/m²K	
Material	Dichte [kg/m³]	Dicke s [mm]	λ [W/mK]	R [m²K/W]	Diff. - Wid.		
Luftübergang Warmseite R _{Si} 0.17							
1 Zementestrich	D	2000.0	60.00	1.400	0.043	15 / 35	
2 Beton normal DIN 1045		2400.0	160.00	2.100	0.076	70 / 150	
3 Polystyrolhartschaum 035	D	150.0	80.00	0.035	2.286	35	
Luftübergang Kaltseite R _{Se} 0.17							
Bauteildicke = 300.00 mm		Flächengewicht = 516.0 kg/m²		R = 2.40 m²K/W			

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

Einsatzart: Decke über nicht beheizten Kellerraum mit Perimeterdämmung

zur Berechnung herangezogenes Flächengewicht : 516.0 kg/m²
 R an der ungünstigsten Stelle : 2.405 m²K/W
 Grenzwert (Mindestwert) für R : 0.900 m²K/W

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