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"

B E G / K f W - E f f i z i e n z h a u s 55EE (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

18.Dez 2021

Projekt Kurzbeschreibung: Kerscher Wohnbau Auloh Haus B

Bauvorhaben : Wohngebäude mit 18 WE

Bearbeiter : Dipl.-Ing. (FH) Andreas Weichselgartner

Objektstandort Baujahr 2022
Straße/Hausnr. : Neißestraße
Plz/Ort : 84036 Landshut
Gemarkung : Frauenberg Flurstücknummer: 684/24

Hauseigentümer/Bauherr
Name/Firma : Kerscher Wohnbau GmbH
Straße/Hausnr. : Daimlerstraße 2
Plz/Ort : 84019 Wörth an der Isar
Telefon / Fax :

Name, Anschrift und Funktion des Ausstellers	Datum und Unterschrift, ggf. Stempel/Firmenzeichen
Dipl.-Ing. (FH) Andreas Weichselgartner Ingenieurbüro Weichselgartner GbR Ast, Im Mohrfeld 22 84184 Tiefenbach	24.Feb 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	AwSüdost	SO	130.72	0.243	1.00	310	2626
1.2	Außenwand	AwNordOst	NO	71.13	0.243	1.00	49	1429
1.3	Außenwand	AwNordwest	NW	141.83	0.243	1.00	70	2850
1.4	Kellerwand gegen Tiefgarage	KwNordOst	NO	18.82	0.190	1.00	---	296
1.5	Kellerwand gegen Tiefgarage	KwSüdost	SO	36.86	0.190	1.00	---	580
1.6	Kellerwand gegen Tiefgarage	KwNordOst	NO	18.82	0.190	1.00	---	296
1.7	Kellerwand gegen Erdreich	KwNordwest	NW	36.86	0.274	0.60	---	501
				455.03	**0.228**		**428**	**8578**
2	Fenster, Fenstertüren						g	
2.1	Fenster U=0,8 g=0,50	AwSüdost	SO	62.69	0.800	1.00	0.50 7528	4154
2.2	Fenster U=0,8 g=0,50	AwNordOst	NO	21.73	0.800	1.00	0.50 1221	1440
2.3	Fenster U=0,8 g=0,50	AwNordwest	NW	48.88	0.800	1.00	0.50 2575	3239
2.4	Außentür 1,1	AwNordwest	NW	2.68	1.100	1.00	--- ---	245
				135.98	**0.806**		**11323**	**9077**
3	Decke zum Dachge., Dach							
3.1	Flachdach	Dach	-	245.65	0.121	1.00	220	2464
				245.65	**0.121**		**220**	**2464**
4	Grundfläche, Kellerdecke							
4.1	Kellergrundfläche	Grundfläche	-	60.00	0.170	0.45	---	379
				60.00	**0.076**		------	**379**
5	Decke gegen Außenluft unten							
5.1	Decke Außenluft unten	DeALunten		185.65	0.134	1.00	---	2057
				185.65	**0.134**		------	**2057**
		Summe:		**1082.31**	**0.252**		**11972**	**22554**

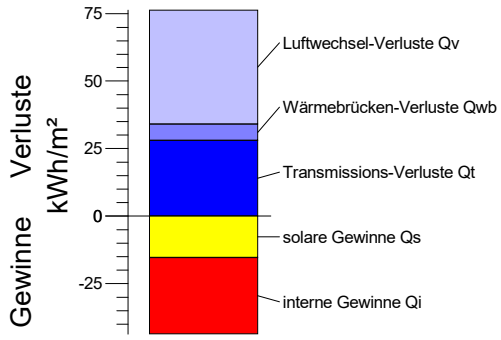
Jahresprimärenergiebedarf Q"P = 30.2 [kWh/m²a]
Q"Pmax = 32.4 [kWh/m²a]
spezifischer Transmissionswärmeverlust H'T = 0.302 [W/m²K]
H'Tmax = 0.302 [W/m²K]

Übersicht der Projekteinstellungen und Eingabedaten

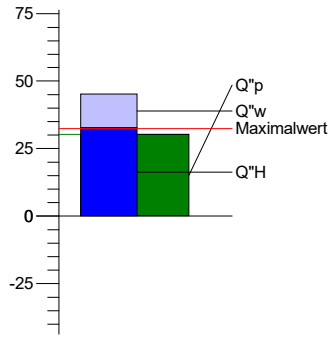
Nr.	Komponente	Einstellung
1	Berechnungsmodus	BEG/KfW-Effizienzhaus 55 GEG 2020, öffentlich rechtlich, nach DIN 4108-6/4701-10 Neubau Reihenhaus(einseitig angebaut)
2	Gebäudetyp	WG (Wohngebäude), 9 Wohneinheiten, Nutzfläche 737 m² Dach: Flachdach, 3 Vollgeschosse, Keller: beheizt
3	Wärmebrücken	nach Beiblatt 2 Kategorie A mit 0.050 W/m²K
4	Dichtheitsnachweis	mit Dichtheitsprüfung nach Fertigstellung
5	Heizung	95.0% Heizungswärmepumpe Luft/Wasser Strom-Mix 5.0% Elektro-Direktheizung Strom-Mix Speicher: Pufferspeicher z.B. bei Wärmepumpenanlagen (Speichergröße >= 407 Liter) Verteilung: Heizkreistemperatur 35/28°C Wasserheizung: integrierte Heizflächen, elektronische Regeleinrichtung mit Optimierungsfunktion
6	Warmwasser	98.5% Heizungswärmepumpe Luft/Wasser Strom-Mix 1.5% Elektro-Heizstab Strom-Mix Speicher: indirekt beheizter Speicher (z.B. durch die Gebäudeheizanlage) Verteilung: gebäudezentrale Trinkwasseraufbereitung mit Zirkulation
7	Lüftungsanlage	keine Lüftungsanlage (freie Lüftung)
8	PV Anlage	keine
9	Referenzgebäude	Das Referenzgebäude wurde automatisch nach der GEG Anlage 1 mit BEG/KfW Anpassungen konfiguriert und berechnet und ist nicht durch den Anwender veränderbar.

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

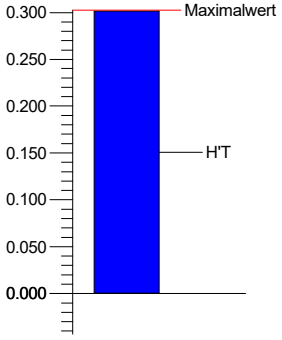
Energiebilanz Q"H



Primärenergie Q"p



spez.Wärmeverlust H'T



nutzbare Gewinne		[kWh/a]	Verluste		[kWh/a]
solare Gewinne η*Q_s	:	11323	Transmission Q_t	:	22554
interne Gewinne η*Q_i	:	20870	Wärmebrücken Q_{WB}	:	4482
			Lüftungsverluste Q_v	:	31147
			Nachtabsenkung Q_{NA}	:	-1275
			solar opake Bauteile $Q_{S\ opak}$	:	-649
		32193			56260

==> Jahresheizwärmebedarf Q_h 24215 [kWh/a] + Trinkwassererwärmung Q_W 9217 [kWh/a]

eine Nachtabschaltung wurde : berücksichtigt
Anlagenaufwandszahl e_P : 0.667
Nutzfläche : 737.4m²
Gebäudeart : Wohngebäude
Jahresheizwärmebedarf Q"$_h$: 32.84kWh/m²a

Endergebnis der GEG-Berechnung

Jahres-Primärenergiebedarf Q"$_P$: bezogen auf die Gebäudenutzfläche	30.2 [kWh/m²a]	31.6% besser als Neubau
maximal zulässiger Jahres-Primärenergiebedarf:	32.4 [kWh/m²a] 44.2 [kWh/m²a]	für BEG/KfW-Effizienzhaus 55 nach GEG
spezifischer Transmissionswärmeverlust H'$_T$: der Gebäudehüllfläche	0.302 [W/m²K]	30.2% besser als Neubau 30.2% besser Ref-Gebäude
maximal zulässiger spezifischer Transmissionswärmeverlust:	0.302 [W/m²K] 0.432 [W/m²K] 0.432 [W/m²K]	für BEG/KfW-Effizienzhaus 55 vom Referenzgebäude nach GEG

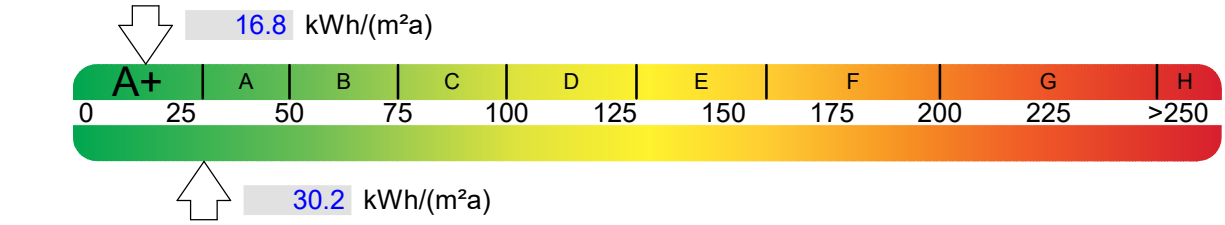
die maximal zulässigen Grenzwerte werden eingehalten.

Effizienzlevel

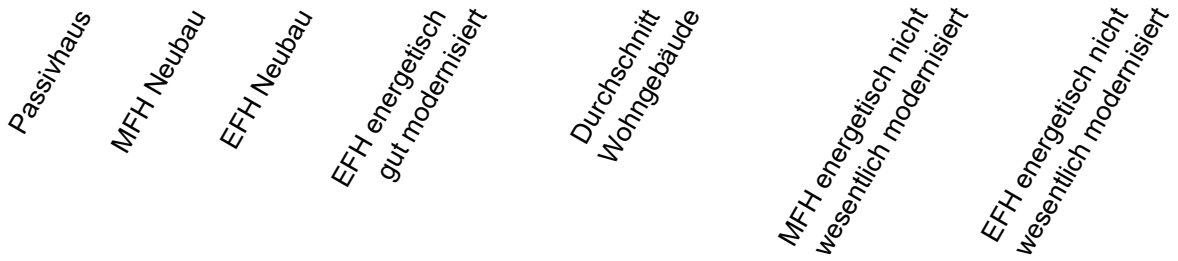
Grundvariante
optimiert

CO2-Emissionen 9.4 [kg/(m²*a)]

Endenergiebedarf

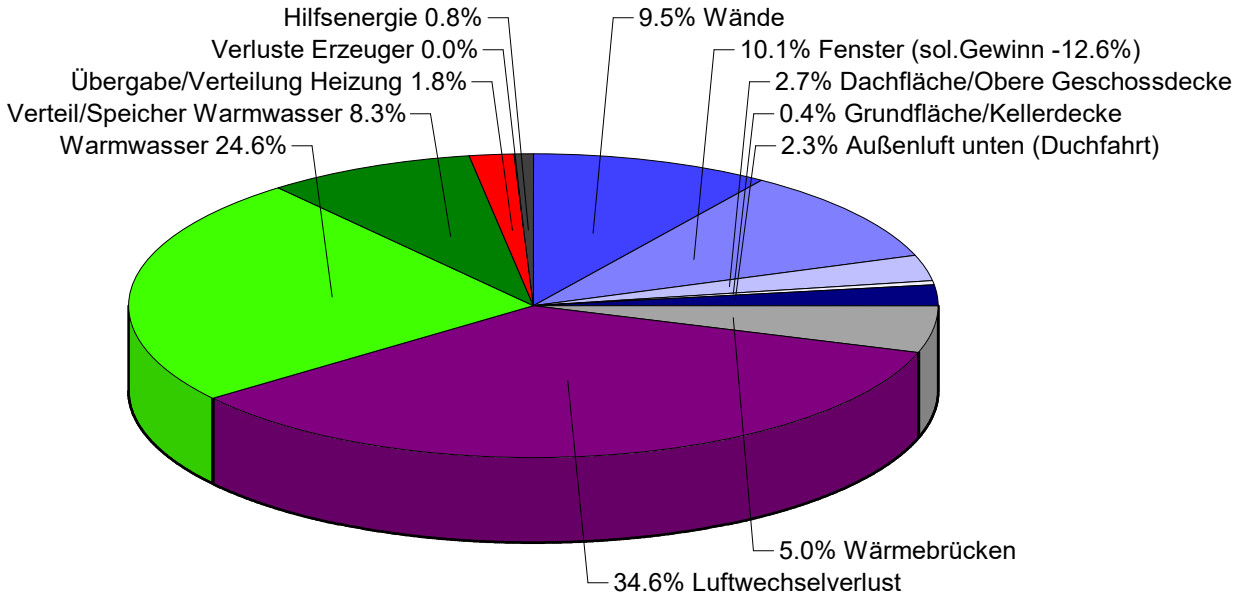


Primärenergiebedarf



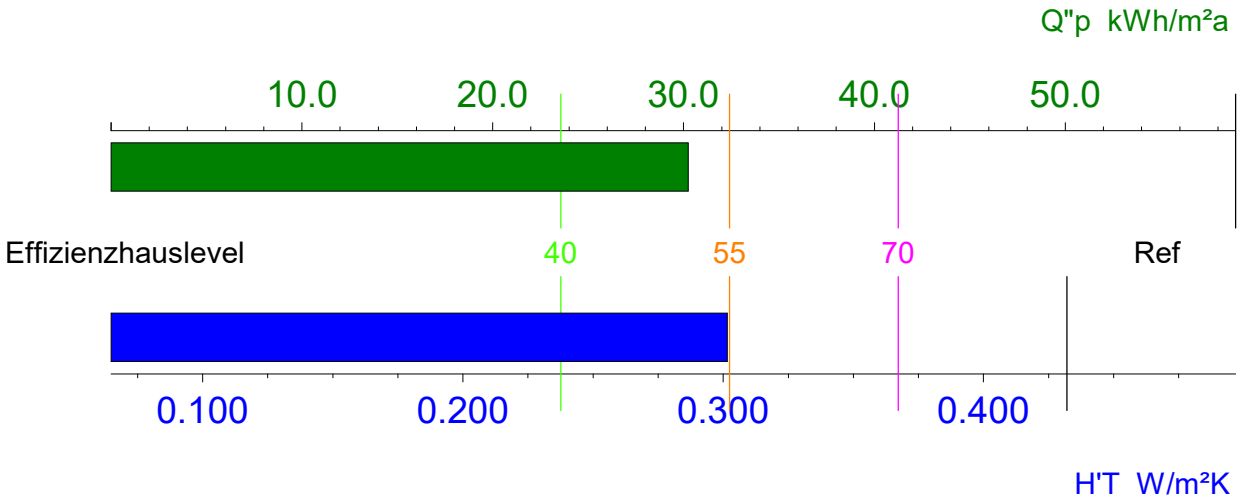
Endenergieverteilung

Endenergieverteilung von Kerscher Wohnbau Auloh Haus B-20122021_GEG



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:

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 n50=3.0 1/h nicht überschreiten. Alternativ darf ab einem Luftvolumen von 1500m³ (hier 1843 m³) der auf die Gebäudehüllfläche bezogene q50 den Wert 4.5 m/h nicht überschreiten.

Der Luftdichtheitsnachweis (Messprotokoll) wird diesem Dokument später beigefügt!

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

Grundflächenart	A_G[m²]	P[m]	B'
Grundfläche beheizter Keller gegen Erdreich	60.0	67.0	1.8
Wände des beheizten Kellers gegen Erdreich	60.0	67.0	1.8

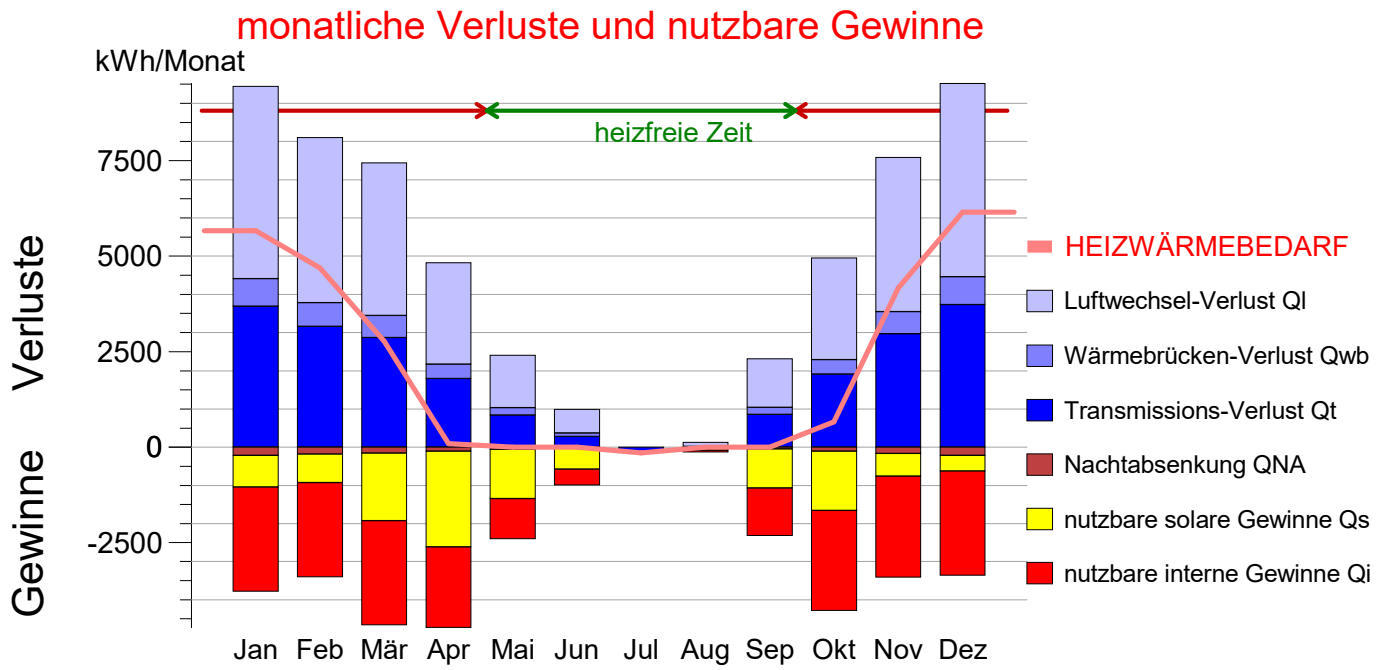
P=Randstrecke der Grundfläche gegen das Erdreich

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	0.998	0.796	0.386	0.159	0.000	0.016	0.471	0.958	1.000	1.000	
Q Verlust	9232	7919	7284	4724	2352	969	0	90	2267	4849	7418	9303	56408
Q Gewinn	3568	3225	4513	5815	6100	6115	5981	5596	4814	4368	3251	3151	56498
η * Q Gewinn	3568	3225	4505	4631	2352	969	0	90	2267	4183	3251	3151	32193
$Q_{h,M}$	5664	4694	2779	93	0	0	0	0	0	666	4167	6152	24215
Verluste im einzelnen aufgeschlüsselt													
Q_T	3647	3129	2897	1921	993	451	0	81	922	1925	2921	3667	22554
$Q_{S\ opak}$	-40	-29	30	130	156	170	148	115	61	14	-45	-61	649
$Q_{NA\ Nachtabs.}$	216	182	160	103	53	24	0	4	49	103	163	218	1275
Q_T-Q_{NA}-Q_{Sopak}	3471	2976	2707	1689	784	257	-148	-38	811	1808	2803	3510	20631
Q_{WB}	725	622	576	382	197	90	0	16	183	382	581	729	4482
Q_L	5036	4321	4001	2654	1371	623	0	112	1273	2658	4034	5064	31147
Gewinne im einzelnen aufgeschlüsselt													
Q_S	825	748	1770	3160	3357	3460	3238	2853	2160	1625	597	408	24201
Q_I	2743	2478	2743	2655	2743	2655	2743	2743	2655	2743	2655	2743	32297
Die äquivalente Heizgradtagezahl ermittelt aus dem energetischen Niveau des Gebäudes													
Heiz-Gt	558	479	443	294	0	0	0	0	0	295	447	561	3077

Volumen und Flächen

Gebäudevolumen V_e	:	2304.3 m³	
Gebäudehüllfläche A	:	1082.3 m²	
A/V_e	:	0.470 1/m	
Außenwandfläche A_{AW}	:	663.8 m²	
Fensterfläche A_W	:	136.0 m²	
Fensterflächenanteil f	:	17.0 %	(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 Neubau Reihenhaus
das Gebäude ist um	: 0.0° aus der Nord-Süd-Richtung gedreht.

Luftvolumenberechnung

Gebäudevolumen V_e	: 2304.3 m³	
Luftvolumen	: 1843.5 m³	0,80 * Gebäudevolumen

Nutzflächenberechnung

Gebäudehöhe	: 9.30 m	
Geschoßanzahl	: 3	
Gebäudegrundfläche	: 245.6 m²	
Grundflächenumfang	: 67.0 m	
Gebäudenutzfläche	: 737.4 m²	0.32 * Gebäudevolumen

Gebäudevolumen

Gebäudevolumen brutto	:	2304.3 m³
Volumen Außenbauteile	:	418.7 m³
Volumen Innenbauteile	:	0.0 m³
Gebäudevolumen netto	:	1885.6 m³

Gebäudegewicht

mittlere Dichte der Innenbauteile	:	----- kg/m³
Gewicht der Außenbauteile	:	451724 kg
Gewicht der Trennwände	:	----- kg
Gebäudegewicht	:	451724 kg

interne Wärmegewinne pauschaler Ansatz

in Wohngebäuden	24h/Tag	5W/m²	120 Wh/m² pro Tag
bei einer Nutzfläche von	737 m²	==>	88 kWh/Tag

Q_i = 32297 kWh/a [2655 kWh/Monat]
davon nutzbare Wärmegewinne Q_i= 20870 kWh/a

Wärmebrücken pauschal mit Nachweis nach DIN 4108, Bbl.2

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

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

ursprünglicher mittlerer U-Wert	0.252 W/m²K	[Abminderungsfaktoren sind berücksichtigt]
neuer mittlere U-Wert	0.302 W/m²K	
Transmissionsverlust erhöht sich um	19.87 %	

Qwb = 4482 kWh/a

Luftwechsel

Lüftungsverluste Q_v 31147 kWh/a

Luftvolumen:	1843.5 m³
Luftwechselrate:	0.60 h^{-1}
Art der Lüftung:	freie Lüftung

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

Luftwechselverluste in kWh

Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
5036	4321	4001	2654	1371	623	0	112	1273	2658	4034	5064

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-Ost	90°	50	42	90	156	143	146	132	130	111	91	32	23
Nord-West	90°	11	18	38	78	96	108	95	74	51	28	13	7
Nord-Ost	90°	11	19	41	87	104	116	112	81	52	29	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:	2304 m³
C_{wirk}:	115217 Wh/K
spezifischer Wärmeverlust H:	702 W/K

monatliche Ausnutzungsgrade

Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
1.000	1.000	0.998	0.796	0.386	0.159	0.000	0.016	0.471	0.958	1.000	1.000

Warmwasser

Warmwasser pauschal (12,5KWh/m²a)

Energiebedarf für die Warmwasseraufbereitung Q_w 9217 kWh/a

Endenergie / CO_2 Ausstoß

	Endenergie	CO_2 kg/kWh	absolut Bedarf kWh/a	absolut CO_2 kg/a	bezogen auf die Nutzfläche 737.4 m² Bedarf kWh/m²a	bezogen auf die Nutzfläche 737.4 m² CO_2 kg/m²a
1	Strom-Mix	0.560	12391	6939	16.80	9.41
		Summe	**12391**	**6939**	**16.80**	**9.41**

Als Berechnungsgrundlage des CO_2 Ausstoßes wurden die GEG Werte verwendet

Schadstoffausstoß

Energieträger	NOx kg/m²a	NOx kg/a	CO kg/a	SO_2 kg/a	Staub kg/a
Strom-Mix	0.011	7.82	2.53	4.77	0.67
SUMME	0.011	7.82	2.53	4.77	0.67

Endenergie- Wartungskosten (bedarfsberechnet)

Energieträger	Bedarf kWh pro Jahr	Energiekosten Cent pro	Wartungskosten pro Jahr	Gesamtkosten € pro Jahr
Strom incl. Hilfsenergie ohne Hausstrom	1630	18.0 pro kWh	0,-€	293,-€
Stromsondertarif Wärmepumpe				
*Wartung inkl. zusätzlicher Zählergebühr	10761	7.0 pro kWh	130,-€	883,-€
		Summe:	130,-€	1177,-€

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	:	0.302 [W/m²K]	
Gebäudeoberfläche	:	1082.3 [m²]	10.45 kW

Wärmeverlust durch den Luftwechsel

Luftwechselverlust	:	376.1 [W/K]	12.03 kW
ausreichend für	:	33 Personen	
		maximale Heizleistung:	22.48 kW

Begrenzung der Leitungsverluste

Die Wärmeabgabe der Wärme- und Warmwasserverteilungsleitungen ist gem. § 69 u.70 i.V.m.Anlage 8 des GEG wie folgt zu begrenzen:

Zeile	Art der der Leitungen/Armaturen	Mindestdicke der Dämmschicht, bezogen auf eine Wärmeleitfähigkeit von 0,035 W/(m².K)
aa	Innendurchmesser bis 22 mm	20 mm
bb	Innendurchmesser über 22 mm bis 35 mm	30 mm
cc	Innendurchmesser über 35 mm bis 100 mm	gleich Innendurchmesser
dd	Innendurchmesser über 100 mm	100 mm
ee	Leitungen und Armaturen nach den Zeilen aa bis ee in Wand- und Deckendurchbrüchen, im Kreuzungsbereich von Leitungen, an Leitungsverbindungsstellen, bei zentralen Leitungsnetzverteilern	1/2 der Anforderungen der Zeilen aa bis dd
ff	Leitungen von Zentralheizungen nach den Zeilen aa bis ee, die nach dem 31.Januar 2002 in Bauteilen zwischen beheizten Räumen verschiedener Nutzer verlegt werden.	1/2 der Anforderungen der Zeilen aa bis dd
gg	Leitungen nach Zeile ff im Fußbodenaufbau	6 mm
hh	Soweit in den Fällen des §60 Wärme- und Warwasserleitungen an die Aussenluft Grenzen	Doppelte Anforderungen der Zeilen aa bis dd
2	Kälteverteilungs- und Kaltwasserleitungen sowie Armaturen von Raumlufttechnik- und Klimakältesystemen nach §70	6 mm

Liegen die Wärmeverteilleitungen 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.

Anlagenbewertung nach DIN 4701 Teil 10

für ein Gebäude mit normalen Innentemperaturen

Bezeichnung des Gebäudes: Kerscher Wohnbau Auloh Haus B
Ort: 84036 Landshut — Straße/Nr.:Neißestraße
Gemarkung: Frauenberg — Flurstücknummer: 684/24

I.Eingaben

A_N =	737.4 m²	t_{HP} =	185 Tage

	Trinkwassererwärmung		Heizung		Lüftung
absoluter Bedarf	Q_{tw} =	9217.3 kWh/a	Q_h =	24214.7 kWh/a	
bezogener Bedarf	q_{tw} =	12.50 kWh/m²a	q_h =	32.84 kWh/m²a	

II.Systembeschreibung

Details siehe Trinkwasser- Heizungs- und Lüftungsbeschreibung

III.Ergebnisse

Deckung von Q_h	$q_{h,TW}$ =	3.52 kWh/m²a	$q_{h,H}$ =	29.32 kWh/m²a	$q_{h,L}$ =	0.00 kWh/m²a
∑ Wärme	$Q_{TW,E}$ =	4633.0 kWh/a	$Q_{H,E}$ =	7465.9 kWh/a	$Q_{L,E}$ =	0.0 kWh/a
∑ Hilfsenergie		201.7 kWh/a		90.0 kWh/a		0.0 kWh/a
∑ Primärenergie	$Q_{TW,P}$ =	8702.5 kWh/a	$Q_{H,P}$ =	13600.6 kWh/a	$Q_{L,P}$ =	0.0 kWh/a

Endenergie	Q_E =	**12099 kWh/a**	∑ Wärme
		292 kWh/a	∑ Hilfsenergie
Primärenergie	Q_P =	**22303 kWh/a**	∑ Primärenergie
Anlagenaufwandzahl	e_P =	**0.667**	

TRINKWASSERERWÄRMUNG nach DIN 4701 TEIL 10

Bereich 1: Anteil 100.0 % Nutzfläche 737.4 m²

		Wärmeverlust		Hilfsenergie		Heizwärmegutschriften
Verlust aus EnEV:	q_{tw} =	12.50 kWh/m²a				
Übergabe:	$q_{TW,ce}$ =	0.00 kWh/m²a	$q_{TW,ce,HE}$ =	0.00 kWh/m²a	$q_{h,TW,ce}$ =	0.00 kWh/m²a
Verteilung:	$q_{TW,d}$ =	6.62 kWh/m²a	$q_{TW,d,HE}$ =	0.27 kWh/m²a	$q_{h,TW,d}$ =	3.01 kWh/m²a

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

Speicherung:	$q_{TW,s}$ =	1.12 kWh/m²a	$q_{TW,s,HE}$ =	0.00 kWh/m²a	$q_{h,TW,s}$ =	0.51 kWh/m²a

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

Wärmeerzeuger:	Σ =	19.93 kWh/m²a	$q_{TW,g,HE}$ =	0.00 kWh/m²a

Wärmeerzeugerart:	Heizungswärmepumpe Luft/Wasser		
Energieträgerart:	Strom-Mix		
Deckungsanteil	$\alpha_{TW,g}$:	98.5	%
Aufwandzahl Erzeuger	$e_{TW,g}$:	0.300	
Endenergie Erzeuger	$q_{TW,E}$:	5.98	kWh/m²a
Primärenergiefaktor Erzeuger	$f_{p,i}$:	1.80	
Primärenergie Erzeuger	$q_{TW,P}$:	10.76	kWh/m²a

Wärmeerzeuger:	Σ =	0.30 kWh/m²a	$q_{TW,g,HE}$ =	0.00 kWh/m²a

Wärmeerzeugerart:	Elektro-Heizstab		
Energieträgerart:	Strom-Mix		
Deckungsanteil	$\alpha_{TW,g}$:	1.5	%
Aufwandzahl Erzeuger	$e_{TW,g}$:	1.000	
Endenergie Erzeuger	$q_{TW,E}$:	0.30	kWh/m²a
Primärenergiefaktor Erzeuger	$f_{p,i}$:	1.80	
Primärenergie Erzeuger	$q_{TW,P}$:	0.55	kWh/m²a

Hilfsenergie:		Σ $q_{TW,HE,E}$ =	0.27 kWh/m²a

Primärenergiefaktor Hilfsenergie	$f_{p,H}$:	1.80	
Primärenergie Hilfsenergie	$q_{TW,HE,P}$:	0.49	kWh/m²a

Endergebnis Heizwärmegutschrift pro m²: $q_{h,TW}$ = 3.52 kWh/m²a

Wärmeendenergie pro m²	$q_{TW,E}$:	6.28 kWh/m²a
Hilfsendenergie pro m²	$q_{TW,HE,E}$:	0.27 kWh/m²a
Primärenergie pro m²	$q_{TW,P}$:	11.80 kWh/m²a

Wärmeendenergie	$Q_{TW,E}$:	4633.0 kWh/a
Hilfsendenergie	$Q_{TW,E}$:	201.7 kWh/a
Primärenergie	$Q_{TW,P}$:	8702.5 kWh/a

HEIZUNG nach DIN 4701 TEIL 10

Bereich 1:	Anteil 100.0 %	Nutzfläche 737.4 m²

		Wärmeverlust	Hilfsenergie
Heizwärmebedarf	q_h =	32.84 kWh/m²a	
Heizwärmegutschriften	$q_{h,TW}$ =	3.52 kWh/m²a	vom Trinkwasser
Heizwärmegutschriften	$q_{h,L}$ =	0.00 kWh/m²a	durch die Lüftungsanlage

Übergabe:	$q_{c,e}$ =	0.40 kWh/m²a	$q_{ce,HE}$ =	0.00 kWh/m²a

Übergabeart: Wasserheizung: integrierte Heizflächen, elektronische Regeleinrichtung mit Optimierungsfunktion
Übergabe erfolgt ohne zusätzliche Luftumwälzung z.B. durch einen Ventilator

Verteilung:	q_d =	0.50 kWh/m²a	$q_{d,HE}$ =	0.00 kWh/m²a

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

Speicherung:	q_s =	0.00 kWh/m²a	$q_{s,HE}$ =	0.12 kWh/m²a

Speicherart: Pufferspeicher z.B. bei Wärmepumpenanlagen (Speichergröße >= 407 Liter)
der Speicher steht innerhalb der thermischen Hülle
der Pufferspeicher ist nicht in Reihe mit dem Verteilernetz geschaltet

Wärmeerzeuger:	Σ =	28.71 kWh/m²a	$q_{g,HE}$ =	0.00 kWh/m²a

Wärmeerzeugerart:	Heizungswärmepumpe Luft/Wasser		
Energieträgerart:	Strom-Mix		
Deckungsanteil	$\alpha_{H,g}$:	95.0	%
Aufwandzahl Erzeuger	e_g :	0.300	
Endenergie Erzeuger	q_E :	8.61	kWh/m²a
Primärenergiefaktor Erzeuger	f_p :	1.80	
Primärenergie Erzeuger	q_P :	15.50	kWh/m²a

Wärmeerzeuger:	Σ =	1.51 kWh/m²a	$q_{g,HE}$ =	0.00 kWh/m²a

Wärmeerzeugerart:	Elektro-Direktheizung		
Energieträgerart:	Strom-Mix		
Deckungsanteil	$\alpha_{H,g}$:	5.0	%
Aufwandzahl Erzeuger	e_g :	1.000	
Endenergie Erzeuger	q_E :	1.51	kWh/m²a
Primärenergiefaktor Erzeuger	f_p :	1.80	
Primärenergie Erzeuger	q_P :	2.72	kWh/m²a

Hilfsenergie:			Σ $q_{HE,E}$ =	0.12 kWh/m²a

Primärenergiefaktor Hilfsenergie	$f_{p,H}$:	1.80	
Primärenergie Hilfsenergie	$q_{HE,P}$:	0.22	kWh/m²a

Endergebnis

Wärmeendenergie pro m²	$q_{H,E}$:	10.12 kWh/m²a
Hilfsendenergie pro m²	$q_{H,HE,E}$:	0.12 kWh/m²a
Primärenergie pro m²	$q_{H,HE,P}$:	18.44 kWh/m²a

Wärmeendenergie	$Q_{H,E}$:	7465.9 kWh/a
Hilfsendenergie	$Q_{H,E}$:	90.0 kWh/a
Primärenergie	$Q_{H,P}$:	13600.6 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
Außenwand	328.6	normal	3.95	1.20	*1	OK
Kellerwand gegen Tiefgarage	576.0	normal	5.10	1.20	*1 *?	OK
Kellerwand gegen Erdreich	579.6	normal	3.52	1.20	*1	OK
Flachdach	541.9	normal	8.12	1.20	*1	OK
Kellergrundfläche	723.0	normal	5.73	0.90	*1 *?	OK
Decke Außenluft unten	528.0	normal	7.27	1.75	*1 *?	OK

Art der Berechnung: nach DIN 4108-2:2013-02:
*1 Tabelle 3, normale Bauteile >=100kg/m²
*? 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.

Bauteilverwendung und Flächenberechnung

Bauteile der Bauteilart: Wand

BAUTEIL 1.1	:	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. : AwSüdost
Transmissions-Gewichtungsfaktor: 1.00 (Temperatur-Reduktionsfaktor)
U-Wert : 0.243 W/m²K
Flächengewicht : 328.6 kg/m²
Bauteilorientierung
Neigung : 90.0° senkrecht
Richtung : ==> 135.0° SO

Flächenberechnung: m²

Länge 22.62 * 3 * Geschosshöhe 2.85		=	193.4
		Brutto-Bauteilfläche =	193.4
zugeordnete Fenster			
Firma	Type	W/m²K	m²
"FENSTER"	Fenster U=0,8 g=0,50	0.800	62.7
		Fensterfläche =	62.7
		Netto-Bauteilfläche m² =	130.7

BAUTEIL 2.1 : "FENSTER"
Glastype : Fenster U=0,8 g=0,50

U-Wert Fenster : 0.80 W/m²K inklusiv Rahmen (Herstellerangabe)
Energiedurchlassgrad : 50.0 %
Vorhangfassade : nein

Verschattungswinkel : Verbauungswinkel: 0° Überhangwinkel: 0° Seitenwinkel: 0°
Verschattungsfaktoren : F_S 0.900 F_h 1.000 F_o 1.000 F_f 1.000
Rahmenverschattung : F_F 0.700
Sonnenschutzverschattung : F_C 1.000

Bruttofläche

Breite :	2.26 m	Höhe :	2.13 m	Anzahl :	9 Stück	==>	43.32 m²
Breite :	1.01 m	Höhe :	2.13 m	Anzahl :	9 Stück	==>	19.36 m²
						Gesamtfensterfläche:	62.69 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. : AwNordOst
Transmissions-Gewichtungsfaktor: 1.00 (Temperatur-Reduktionsfaktor)
U-Wert : 0.243 W/m²K
Flächengewicht : 328.6 kg/m²
Bauteilorientierung
Neigung : 90.0° senkrecht
Richtung : ==> 45.0° NO

Flächenberechnung: m²

Breite 10.86 * 3 * Geschosshöhe 2.85	=	92.9
Brutto-Bauteilfläche	=	92.9

zugeordnete Fenster

Firma	Type	W/m²K	m²
"FENSTER"	Fenster U=0,8 g=0,50	0.800	21.7
	Fensterfläche =		21.7
	Netto-Bauteilfläche m² =		71.1

BAUTEIL 2.2 : "FENSTER"
Glastype : Fenster U=0,8 g=0,50

U-Wert Fenster : 0.80 W/m²K inklusiv Rahmen (Herstellerangabe)
Energiedurchlassgrad : 50.0 %
Vorhangfassade : nein

Verschattungswinkel : Verbauungswinkel: 0° Überhangwinkel: 0° Seitenwinkel: 0°
Verschattungsfaktoren : F_S 0.900 F_h 1.000 F_o 1.000 F_f 1.000
Rahmenverschattung : F_F 0.700
Sonnenschutzverschattung : F_C 1.000

Bruttofläche

Breite :	1.26 m	Höhe :	2.13 m	Anzahl :	6 Stück	==>	16.10 m²
Breite :	0.88 m	Höhe :	2.13 m	Anzahl :	3 Stück	==>	5.62 m²
						Gesamtfensterfläche:	21.73 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.	:	AwNordwest
Transmissions-Gewichtungsfaktor: 1.00 (Temperatur-Reduktionsfaktor)		
U-Wert	:	0.243 W/m²K
Flächengewicht	:	328.6 kg/m²
Bauteilorientierung		
Neigung	:	90.0° senkrecht
Richtung	:	==> -45.0° NW

Flächenberechnung: m²

Länge 22.62 * 3 * Geschosshöhe 2.85	=	193.4
Brutto-Bauteilfläche	=	193.4

zugeordnete Fenster

Firma	Type	W/m²K	m²
"FENSTER"	Fenster U=0,8 g=0,50	0.800	48.9
"AUSSEN-TÜREN"	Außentür 1,1	1.100	2.7
	Fensterfläche =		51.6
	Netto-Bauteilfläche m² =		141.8

BAUTEIL 2.3	: "FENSTER"
Glastype	: Fenster U=0,8 g=0,50

U-Wert Fenster	: 0.80 W/m²K inklusiv Rahmen (Herstellerangabe)				
Energiedurchlassgrad	: 50.0 %				
Vorhangfassade	: nein				
Verschattungswinkel	:	Verbauungswinkel: 0°	Überhangwinkel: 0°	Seitenwinkel: 0°	
Verschattungsfaktoren	: F_S 0.900	F_h 1.000	F_o 1.000	F_f 1.000	
Rahmenverschattung	: F_F 0.700				
Sonnenschutzverschattung	: F_C 1.000				

Bruttofläche

Breite :	1.26 m	Höhe :	2.13 m	Anzahl :	11 Stück	==>	29.52 m²
Breite :	1.01 m	Höhe :	2.13 m	Anzahl :	9 Stück	==>	19.36 m²
						Gesamtfensterfläche:	48.88 m²

BAUTEIL 2.4	: "AUSSEN-TÜREN"
Glastype	: Außentür 1,1

U-Wert Fenster	: 1.10 W/m²K inklusiv Rahmen				
Energiedurchlassgrad	: 0.0 %				
Vorhangfassade	: nein				
Verschattungswinkel	:	Verbauungswinkel: 0°	Überhangwinkel: 0°	Seitenwinkel: 0°	
Verschattungsfaktoren	: F_S 0.900	F_h 1.000	F_o 1.000	F_f 1.000	
Rahmenverschattung	: F_F 0.700				
Sonnenschutzverschattung	: F_C 1.000				

Bruttofläche

Breite :	1.26 m	Höhe :	2.13 m	Anzahl :	1 Stück	==>	2.68 m²
						Gesamtfensterfläche:	2.68 m²

BAUTEIL 1.4	:	Kellerwand gegen Tiefgarage
Kategorie	:	Wand

R_{Si} : 0.13 m²K/W
R_{Se} : 0.04 m²K/W
Einsatzart : Wand gegen offene kalte Räume (Garage, Durchfahrt,usw.)
Kurzbez. : KwNordOst
Transmissions-Gewichtungsfaktor: 1.00 (Temperatur-Reduktionsfaktor)
U-Wert : 0.190 W/m²K
Flächengewicht : 576.0 kg/m²
Bauteilorientierung
Neigung : 90.0° senkrecht
Richtung : ==> 45.0° NO

Flächenberechnung: m²

Breite (4,76+0,48+0,175+0,12) * Höhe in Erde 3.40 = 18.8
Fläche = 18.8

BAUTEIL 1.5	:	Kellerwand gegen Tiefgarage
Kategorie	:	Wand

R_{Si} : 0.13 m²K/W
R_{Se} : 0.04 m²K/W
Einsatzart : Wand gegen offene kalte Räume (Garage, Durchfahrt,usw.)
Kurzbez. : KwSüdost
Transmissions-Gewichtungsfaktor: 1.00 (Temperatur-Reduktionsfaktor)
U-Wert : 0.190 W/m²K
Flächengewicht : 576.0 kg/m²
Bauteilorientierung
Neigung : 90.0° senkrecht
Richtung : ==> 135.0° SO

Flächenberechnung: m²

Länge (10,01+0,48+0,175+0,175) * Höhe in Erde 3.40 = 36.9
Fläche = 36.9

BAUTEIL 1.6	:	Kellerwand gegen Tiefgarage
Kategorie	:	Wand

R_{Si} : 0.13 m²K/W
R_{Se} : 0.04 m²K/W
Einsatzart : Wand gegen offene kalte Räume (Garage, Durchfahrt,usw.)
Kurzbez. : KwNordOst
Transmissions-Gewichtungsfaktor: 1.00 (Temperatur-Reduktionsfaktor)
U-Wert : 0.190 W/m²K
Flächengewicht : 576.0 kg/m²
Bauteilorientierung
Neigung : 90.0° senkrecht
Richtung : ==> 45.0° NO

Flächenberechnung: m²

Breite (4,76+0,48+0,175+0,12) * Höhe in Erde 3.40 = 18.8
Fläche = 18.8

BAUTEIL 1.7	:	Kellerwand gegen Erdreich
Kategorie	:	Wand

R_{Si} : 0.13 m²K/W
R_{Se} : 0.00 m²K/W
Einsatzart : erdberührende Außenwand beheizter Räume
Kurzbez. : KwNordwest
Transmissions-Gewichtungsfaktor: 0.60 (Temperatur-Reduktionsfaktor)
U-Wert : 0.274 W/m²K
Flächengewicht : 579.6 kg/m²
Bauteilorientierung
Neigung : 90.0° senkrecht
Richtung : ==> -45.0° NW

Flächenberechnung: m²

Länge (10,01+0,48+0,175+0,175) * Höhe in Erde 3.40 = 36.9
Fläche = 36.9

Bauteile der Bauteilart: Decke zum Dachge., Dach

BAUTEIL 3.1	:	Flachdach
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.	:	Dach
Transmissions-Gewichtungsfaktor: 1.00 (Temperatur-Reduktionsfaktor)		
U-Wert	:	0.121 W/m²K
Flächengewicht	:	541.9 kg/m²
Bauteilorientierung		
Neigung	:	0.0° waagerecht
Richtung	:	----

Flächenberechnung: m²

Breite 10.86 * Länge 22.62	=	245.7
	Fläche =	245.7

Bauteile der Bauteilart: Grundfläche, Kellerdecke

BAUTEIL 4.1	:	Kellergrundfläche
Kategorie	:	Grundfläche

R_{Si}	:	0.17 m²K/W
R_{Se}	:	0.00 m²K/W
Einsatzart	:	Kellergrundfläche beheizter Räume im Erdreich
Kurzbez.	:	Grundfläche
B'=A_G/(0,5P)	:	1.8 m
Transmissions-Gewichtungsfaktor: 0.45 (Temperatur-Reduktionsfaktor)		
U-Wert	:	0.170 W/m²K
Flächengewicht	:	723.0 kg/m²
Bauteilorientierung		
Neigung	:	0.0° waagerecht
Richtung	:	----

Flächenberechnung: m²

(10,01+0,48+0,175+0,175)*(4,76+0,48+0,175+0,12)	=	60.0
	Fläche =	60.0

Bauteile der Bauteilart: Decke gegen Außenluft unten

BAUTEIL 5.1	:	Decke Außenluft unten
Kategorie	:	Durchfahrt

R_{Si}	:	0.17 m²K/W
R_{Se}	:	0.04 m²K/W
Einsatzart	:	Decke gegen Außenluft unten
Kurzbez.	:	DeALunten
Transmissions-Gewichtungsfaktor: 1.00 (Temperatur-Reduktionsfaktor)		
U-Wert	:	0.134 W/m²K
Flächengewicht	:	528.0 kg/m²
Bauteilorientierung		
Neigung	:	0.0° waagerecht
Richtung	:	----

Flächenberechnung: m²

245,65-60	=	185.6
	Fläche =	185.6

Volumenberechnung des Gebäudes

Geschosse: Breite 10.86 * Länge 22.62 * (3 * Geschosshöhe 2.85)	=	2100.3 m³
Keller: (10,01+0,48+0,175+0,175)*(4,76+0,48+0,175+0,12)*3,4	=	204.0 m³
		2304.3 m³

Materialliste der thermischen Gebäudehülle

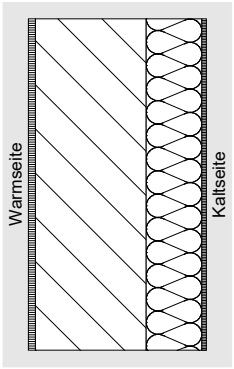
Material	Dichte kg/m³	Dicke mm	λ W/mK	Fläche m²	Gewicht kg
Kalkputz	1800.0	15.00	0.8700	343.68	9279
Leichtputz	1000.0	10.00	0.3800	343.68	3437
Beton armiert (mit 2% Stahl)	2400.0	220.00	2.5000	431.30	227728
Beton armiert (mit 2% Stahl)	2400.0	240.00	2.5000	111.35	64138
Beton armiert (mit 2% Stahl)	2400.0	300.00	2.5000	60.00	43200
Ziegel	1200.0	240.00	0.5000	343.68	98979
Heraklith Tektalan	0.0	175.00	0.0350	260.14	0
Polystyrol Extruder außen 035	30.0	120.00	0.0350	380.53	1370
Polystyrol Extruder außen 035	30.0	280.00	0.0350	245.65	2063
Polystyrol Extruderschaum 035	25.0	120.00	0.0350	60.00	180
Polystyrolhartschaum 035	0.0	50.00	0.0350	245.65	0
Polystyrolhartschaum 040	0.0	30.00	0.0400	245.65	0
Bitumendichtung	1100.0	2.50	0.1700	491.31	1351
Summe				3562.61	451724

Schichtaufbau und U-Werte der verwendeten Bauteile

Außenwand	343.68 m²	U-Wert = 0.243 W/m²K

Material		Dichte [kg/m³]	Dicke s [mm]	λ [W/mK]	R [m²K/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	1200.0	240.00	0.500	0.480	5 / 10
3 Polystyrol Extruder außen 035	D	30.0	120.00	0.035	3.429	80 / 250
4 Leichtputz	D	1000.0	10.00	0.380	0.026	15 / 20
Luftübergang Kaltseite R_{Se} 0.04						

Bauteildicke = 385.00 mm Flächengewicht = 328.6 kg/m² R = 3.95 m²K/W



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

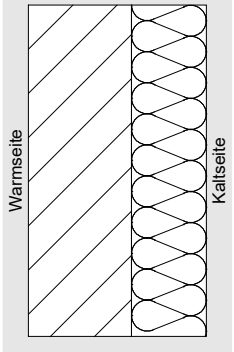
Einsatzart:	normale Außenwand beheizter Räume		
zur Berechnung herangezogenes Flächengewicht	:	328.6	kg/m²
R an der ungünstigsten Stelle	:	3.952	m²K/W
Grenzwert (Mindestwert) für R	:	1.200	m²K/W

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

Kellerwand gegen Tiefgarage	74.49 m²	U-Wert = 0.190 W/m²K

Material		Dichte [kg/m³]	Dicke s [mm]	λ [W/mK]	R [m²K/W]	Diff. - Wid.
Luftübergang Warmseite R_{Si} 0.13						
1 Beton armiert (mit 2% Stahl)	D	2400.0	240.00	2.500	0.096	80 / 130
2 Heraklith Tektalan		0.0	175.00	0.035	5.000	1
Luftübergang Kaltseite R_{Se} 0.04						

Bauteildicke = 415.00 mm Flächengewicht = 576.0 kg/m² R = 5.10 m²K/W



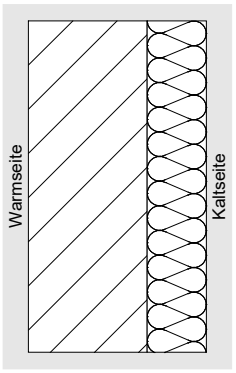
Überprüfung des Mindestwärmeschutzes nach DIN 4108-2:2013-2 Tabelle 3, normale Bauteile (>=100kg/m²):
Einsatzart: Wand gegen offene kalte Räume (Garage, Durchfahrt,usw.)
zur Berechnung herangezogenes Flächengewicht : 576.0 kg/m²
R an der ungünstigsten Stelle : 5.096 m²K/W
Grenzwert (Mindestwert) für R : 1.200 m²K/W
ACHTUNG! Dichteangaben im Schichtaufbau sind unvollständig,

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

Kellerwand gegen Erdreich	36.86 m²	U-Wert = 0.274 W/m²K

Material		Dichte [kg/m³]	Dicke s [mm]	λ [W/mK]	R [m²K/W]	Diff. - Wid.
Luftübergang Warmseite R_{Si} 0.13						
1 Beton armiert (mit 2% Stahl)	D	2400.0	240.00	2.500	0.096	80 / 130
2 Polystyrol Extruder außen 035		30.0	120.00	0.035	3.429	80 / 250
Luftübergang Kaltseite R_{Se} 0.00						

Bauteildicke = 360.00 mm Flächengewicht = 579.6 kg/m² R = 3.52 m²K/W



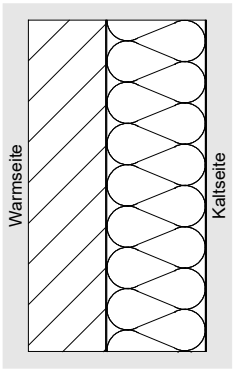
Überprüfung des Mindestwärmeschutzes nach DIN 4108-2:2013-2 Tabelle 3, normale Bauteile (>=100kg/m²):
Einsatzart: erdberührende Außenwand beheizter Räume
zur Berechnung herangezogenes Flächengewicht : 579.6 kg/m²
R an der ungünstigsten Stelle : 3.525 m²K/W
Grenzwert (Mindestwert) für R : 1.200 m²K/W

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

Flachdach	245.65 m²	U-Wert = 0.121 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 armiert (mit 2% Stahl)	D	2400.0	220.00	2.500	0.088	80 / 130
2 Bitumendichtung		1100.0	2.50	0.170	0.015	80000
3 Polystyrol Extruder außen 035		30.0	280.00	0.035	8.000	80 / 250
4 Bitumendichtung		1100.0	2.50	0.170	0.015	80000
Luftübergang Kaltseite R_{Se} 0.04						

Bauteildicke = 505.00 mm Flächengewicht = 541.9 kg/m² R = 8.12 m²K/W



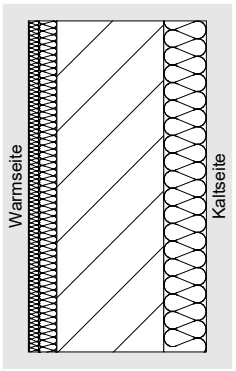
Überprüfung des Mindestwärmeschutzes nach DIN 4108-2:2013-2 Tabelle 3, normale Bauteile (>=100kg/m²):
Einsatzart: Dach/Decke gegen Außenluft
zur Berechnung herangezogenes Flächengewicht : 541.9 kg/m²
R an der ungünstigsten Stelle : 8.117 m²K/W
Grenzwert (Mindestwert) für R : 1.200 m²K/W

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

Kellergrundfläche	60.00 m²	U-Wert = 0.170 W/m²K

Material		Dichte [kg/m³]	Dicke s [mm]	λ [W/mK]	R [m²K/W]	Diff. - Wid.
Luftübergang Warmseite R_{Si} 0.17						
1 Polystyrolhartschaum 040	D	0.0	30.00	0.040	0.750	40
2 Polystyrolhartschaum 035	D	0.0	50.00	0.035	1.429	35
3 Beton armiert (mit 2% Stahl)	D	2400.0	300.00	2.500	0.120	80 / 130
4 Polystyrol Extruderschaum 035	D	25.0	120.00	0.035	3.429	80 / 250
Luftübergang Kaltseite R_{Se} 0.00						

Bauteildicke = 500.00 mm Flächengewicht = 723.0 kg/m² R = 5.73 m²K/W



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

Einsatzart: Kellergrundfläche beheizter Räume im Erdreich

zur Berechnung herangezogenes Flächengewicht	:	723.0	kg/m²
R an der ungünstigsten Stelle	:	5.727	m²K/W
Grenzwert (Mindestwert) für R	:	0.900	m²K/W

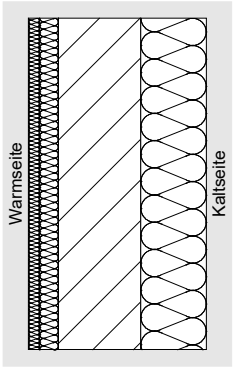
ACHTUNG! Dichteangaben im Schichtaufbau sind unvollständig,

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

Decke Außenluft unten	185.65 m²	U-Wert = 0.134 W/m²K

Material		Dichte [kg/m³]	Dicke s [mm]	λ [W/mK]	R [m²K/W]	Diff. - Wid.
Luftübergang Warmseite R_{Si} 0.17						
1 Polystyrolhartschaum 040	D	0.0	30.00	0.040	0.750	40
2 Polystyrolhartschaum 035	D	0.0	50.00	0.035	1.429	35
3 Beton armiert (mit 2% Stahl)	D	2400.0	220.00	2.500	0.088	80 / 130
4 Heraklith Tektalan		0.0	175.00	0.035	5.000	1
Luftübergang Kaltseite R_{Se} 0.04						

Bauteildicke = 475.00 mm Flächengewicht = 528.0 kg/m² R = 7.27 m²K/W



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

Einsatzart: Decke gegen Außenluft unten

zur Berechnung herangezogenes Flächengewicht	:	528.0	kg/m²
R an der ungünstigsten Stelle	:	7.267	m²K/W
Grenzwert (Mindestwert) für R	:	1.750	m²K/W

ACHTUNG! Dichteangaben im Schichtaufbau sind unvollständig,

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