

1. Heizwärme- und Primärenergiebedarf

Projekt: WG-D_Lindenhaus

Maßgebende Normen und Verordnungen:

EnEV 2014 (Oktober 2013)

DIN V 4108-6:2003, Berechnung des Jahresheizwärme- und des Jahresheizenergiebedarfs

DIN V 4108-2:2013, Mindestanforderungen an den Wärmeschutz

DIN V 4701-10:2003, Energetische Bewertung heiz- und raumluftechnischer Anlagen

DIN V 4701-12:2004, Energetische Bewertung heiz- und raumluftechnischer Anlagen im Bestand

DIN EN ISO 6946:2007, Bauteile - Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient

DIN EN ISO 13789:2007, Spezifischer Transmissionswärmeverlustkoeffizient

DIN EN ISO 13370:2007, Wärmeübertragung über das Erdreich

DIN EN ISO 10077-1:2007, Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen und Abschlüssen

1.1 Gebäudeberechnung "20181118-Gebäude"

Nachweisverfahren **Referenzwertverfahren** für den öffentlich-rechtlichen Nachweis nach EnEV '14 §9 und A1, 2.1.2 zur Begrenzung des Jahres-Primärenergiebedarfs und des spezifischen Transmissionswärmeverlustes der thermischen Hülle
Verfahren nach DIN V 4108-6 / DIN V 4701-10, Änderung von Wohngebäuden (140%-Regel)
Primärenergiefaktor für Hilfeenergie $f_{p,HE} = 1.8$ (EnEV 2014, A1, Abs.2.1.1, ab 2016)

Allgemeine Hinweise und Erläuterungen

Die nachfolgende Berechnung wird für ein gleichmäßig beheiztes Gebäude durchgeführt (DIN V 4108-6, 5.3).

Die Wärmebrückeneinflüsse werden mit einem pauschalen, spezifischen Wärmebrückenzuschlag für alle Hüllflächen berücksichtigt.

Die Dichtheit des Gebäudes ohne raumluftechnische Anlage wird nach EnEV A4 überprüft. Nach DIN EN 13829:2001-02 (Verfahren B) darf der Volumenstrom zwischen Innen und Außen bei einer Druckdifferenz von 50 Pa 3,0 Luftwechsel pro Stunde nicht überschreiten.

Wärmeverteilungs- und Warmwasserleitungen erhalten eine Dämmschicht entsprechend Anlage 5 der EnEV.

Kälteverteilungs- und Kaltwasserleitungen sowie Armaturen von Raumluftechnik- und Klimakältesystemen erhalten nach EnEV A5, Tab.1 eine 6 mm dicke Dämmschicht der Wlg 035. Flächen und Längenangaben beziehen sich auf die Außenmaße.

Standort **"Deutschland (Potsdam)"**, 50°,00' nördl. Breite, Region 4, $T_{a(im Jahresmittel)} = 9,5^{\circ}C$

Sollinnentemperatur = 19,0 °C

Wärmebrückeneinflüsse werden pauschal berücksichtigt $L_D = A \cdot (U \cdot F_x + 0.15)$

1.1.1 Ausstellung des Energieausweises

Der Energieausweis ist nach dem berechneten Energiebedarf auszustellen, weil Änderungen am Gebäude vorgenommen wurden oder die Nutzfläche um mehr als die Hälfte erweitert wurde und dabei für das gesamte Gebäude Berechnungen nach EnEV 2014, § 9 durchgeführt wurden.

Gebäudeberechnung**1.2 Wärmeverluste der thermischen Gebäudehülle**

Hüllfläche	A m ²	U W/(m ² K)	F _x	Anmerkung	LD W/K
Giebelwände					
1 F 0104 FD	9,6	0,280	1,00 FD	02 57	4,1
2 F 0106 FD S-O 47°	37,4	0,311	1,00 FD	02 57	17,2
3 F 0108 FD N-W 47°	37,7	0,311	1,00 FD	02 57	17,4
4 F 0110 FD	10,4	0,280	1,00 FD	02 57	4,5
5 A 0106 DFF 47° S-O 47°	1,5	1,500	1,00 FF	57 02 70	2,5
6 A 0108 DFF 47° N-W 47°	1,5	1,500	1,00 FF	57 02 70	2,5
7 F 0101 FAW N-W	66,7	0,371	1,00 FAW	02 57	34,7
8 F 0103 FAW S-O	91,8	0,371	1,00 FAW	02 57	47,8
9 F 0105 FAW S-O	11,3	0,371	1,00 FAW	02 57	5,9
10 F 0109 FAW N-W	11,3	0,371	1,00 FAW	02 57	5,9
11 F 0111 FAW N-W	25,1	0,371	1,00 FAW	02 57	13,1
Haupthaus-Kubatur					
12 F 0204 FD N-O 69°	26,4	0,311	1,00 FD	02 57	12,2
13 F 0206 FD N-O 47°	56,6	0,311	1,00 FD	02 57	26,1
14 F 0207 FD	521,4	0,280	1,00 FD	02 57	224,2
15 F 0208 FD S-W 47°	58,1	0,311	1,00 FD	02 57	26,8
16 F 0210 FD S-W 68°	42,8	0,311	1,00 FD	02 57	19,7
17 A 0206 DFF 47° N-O 47°	7,7	1,500	1,00 FF	57 02 70	12,7
18 A 0208 DFF 47° S-W 47°	7,7	1,500	1,00 FF	57 02 70	12,7
19 F 0201 FAW S-W	309,4	0,371	1,00 FAW	02 57	161,2
20 F 0203 FAW N-O	294,0	0,371	1,00 FAW	02 57	153,2
21 F 0205 FAW N-O	63,8	0,371	1,00 FAW	02 57	33,3
22 F 0209 FAW S-W	63,8	0,371	1,00 FAW	02 57	33,3
23 A 0201 FF S-W	66,0	1,500	1,00 FF	57 02	108,9
24 A 0203 FF N-O	81,4	1,500	1,00 FF	57 02	134,3
25 F 0202 FG	1026,0	0,364	0,35 FG	57 25 14	284,5
1-OG_Gaube_lang-NO					
26 F 0301 FD 55°	64,9	0,311	1,00 FD	02 57	29,9
27 F 0302 FAW N-O	5,6	0,371	1,00 FAW	02 57	2,9
28 A 0302 FF N-O	43,2	1,500	1,00 FF	57 02	71,3
2-OG_Gaube_lang_NO					
29 F 0401 FD 37°	182,1	0,311	1,00 FD	02 57	83,9
30 F 0402 FAW N-O	6,6	0,371	1,00 FAW	02 57	3,4
31 A 0402 FF N-O	38,4	1,500	1,00 FF	57 02	63,4
1-OG_Gaube_lang_SW					
32 F 0501 FD 55°	64,9	0,311	1,00 FD	02 57	29,9
33 F 0502 FAW S-W	5,6	0,371	1,00 FAW	02 57	2,9
34 A 0502 FF S-W	43,2	1,500	1,00 FF	57 02	71,3
2-OG_Gaube_lang_SW					
35 F 0601 FD 37°	182,1	0,311	1,00 FD	02 57	83,9
36 F 0602 FAW S-W	6,6	0,371	1,00 FAW	02 57	3,4
37 A 0602 FF S-W	38,4	1,500	1,00 FF	57 02	63,4
2-OG_Gaube_lang_SO					
38 F 0701 FD 37°	6,2	0,311	1,00 FD	02 57	2,8
39 F 0702 FAW S-O	0,6	0,371	1,00 FAW	02 57	0,3
40 A 0702 FF S-O	1,0	1,500	1,00 FF	57 02	1,6
2-OG_Gaube_lang_NW					
41 F 0801 FD 37°	6,2	0,311	1,00 FD	02 57	2,8
42 F 0802 FAW N-W	0,6	0,371	1,00 FAW	02 57	0,3
43 A 0802 FF N-W	1,0	1,500	1,00 FF	57 02	1,6
2.OG_Gauben-Dreiecke_SO					
44 F 0904 FD N-O 32°	2,3	0,311	1,00 FD	02 57	1,1
45 F 0905 FD S-W 31°	2,3	0,311	1,00 FD	02 57	1,1
46 F 0900 FAW S-O	1,1	0,371	1,00 FAW	02 57	0,6

Gebäudeberechnung

1.OG_Gauben-Dreiecke_NO							
47 F 1004 FD N-W 37°	10,0	0,311	1,00	FD	02 57		4,6
48 F 1005 FD S-O 37°	10,0	0,311	1,00	FD	02 57		4,6
49 F 1000 FAW N-O	5,3	0,371	1,00	FAW	02 57		2,8
2.OG_Gauben-Dreiecke_NW							
50 F 1104 FD S-W 32°	2,3	0,311	1,00	FD	02 57		1,1
51 F 1105 FD N-O 31°	2,3	0,311	1,00	FD	02 57		1,1
52 F 1100 FAW N-W	1,1	0,371	1,00	FAW	02 57		0,6
1.OG_Gauben-Dreiecke_SW							
53 F 1204 FD S-O 37°	2,5	0,311	1,00	FD	02 57		1,1
54 F 1205 FD N-W 37°	2,5	0,311	1,00	FD	02 57		1,1
55 F 1200 FAW S-W	1,3	0,371	1,00	FAW	02 57		0,7
2.OG_Gauben-Dreiecke_NO							
56 F 1304 FD N-W 32°	4,6	0,311	1,00	FD	02 57		2,1
57 F 1305 FD S-O 31°	4,6	0,311	1,00	FD	02 57		2,1
58 F 1300 FAW N-O	2,1	0,371	1,00	FAW	02 57		1,1
2.OG_Gauben-Dreiecke_SW							
59 F 1404 FD S-O 32°	4,6	0,311	1,00	FD	02 57		2,1
60 F 1405 FD N-W 31°	4,6	0,311	1,00	FD	02 57		2,1
61 F 1400 FAW S-W	2,1	0,371	1,00	FAW	02 57		1,1
1.OG_Erker_NO							
62 F 1503 FD N-W 47°	1,8	0,311	1,00	FD	02 57		0,8
63 F 1504 FD S-O 47°	1,8	0,311	1,00	FD	02 57		0,8
64 F 1500 FAW N-O	2,7	0,371	1,00	FAW	02 57		1,4
65 F 1502 FAW N-W	0,6	0,371	1,00	FAW	02 57		0,3
66 F 1505 FAW S-O	0,6	0,371	1,00	FAW	02 57		0,3
67 A 1500 FF N-O	3,6	1,500	1,00	FF	57 02		5,9
1.OG_Erker_SW							
68 F 1603 FD S-O 47°	1,9	0,311	1,00	FD	02 57		0,9
69 F 1604 FD N-W 47°	1,9	0,311	1,00	FD	02 57		0,9
70 F 1600 FAW S-W	2,7	0,371	1,00	FAW	02 57		1,4
71 F 1602 FAW S-O	0,6	0,371	1,00	FAW	02 57		0,3
72 F 1605 FAW N-W	0,6	0,371	1,00	FAW	02 57		0,3
73 A 1600 FF S-W	3,6	1,500	1,00	FF	57 02		5,9

$$\Sigma A \text{ [m}^2\text{]} = 3.714,4 \quad \Sigma L_D + H_u + L_S \text{ [W/K]} = 1.967,6$$

darin enthaltene Wärmebrückenzuschläge $L_{D,WB} = 557,2 \text{ W/K}$ (28,3%)

Bodenplattenmaß $B' = A_G / (0.5 P) = 1026 / 90 = 11,46 \text{ m}$ (DIN V 4108-6, E.3)

Anmerkungen

- 01 Fx-Werte nach DIN V 4108-6, Tab.3 (Regelfall)
- 02 Die solaren Gewinne werden gesondert ermittelt (siehe unten).
- 14 Bodenplatte auf Erdreich ohne Randdämmung.
- 25 Fx-Tabellenwert für das Bodenplattenmaß $B' = 1026,0 / 89,5 = 11,46$.
- 57 Der Einfluss der Wärmebrücken wird mit einem U-Wert-Zuschlag von $0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ pauschal berücksichtigt. Die Fassade wird zu mehr als 50% mit einer Innendämmung versehen (EnEV 2007).
- 70 Dachflächenfenster

spezifischer Transmissionswärmeverlust (DIN 4108-6, Gl.28)

$$H_T = \Sigma U_i * A_i + H_u + L_s + H_{WB} + \Delta H_{T,FH} = 1967,6 \text{ W/K} \quad (0,53 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}))$$

Gebäudeberechnung**1.2.1 Wärmeverluste der thermischen Gebäudehülle**

Bauteil	U-Wert W/(m ² K)	Fläche A m ²		L _D W/K	
AW_01	0,371	984	26 %	512	26 %
BP_01	0,364	1026	28 %	284	14 %
Da_01	0,311	825	22 %	380	19 %
De_01	0,280	541	15 %	233	12 %
FF_01	1,500	338	9 %	558	28 %
		3714	100 %	1.968	100 %

Interne Berechnung mit reellen Zahlen, Zwischenergebnisse sind auf ganze Zahlen gerundet.

1.3 Beheiztes Gebäude- und Luftvolumen

Bezeichnung	Volumenermittlung	V [m ³]
1 [Gebäudevolumen] V _e	9824,51	9824,5
2		

Beheiztes Gebäudevolumen	V _e =	9.825 m ³
Gebäudenutzfläche	A _N = (1 / 3,41 - 0.04) * V _e =	2.488 m ²
beheiztes Luftvolumen	V _L = 0,76 * V _e =	7.467 m ³

mit h_G = 3,41 m modifizierte AN-Fläche nach EnEV, Anl.3 Nr.9 (für Energiebedarfsausweise)

1.4 Lüftungswärmeverluste

Luftvolumen	Netto-Luftvolumen V _N = V _L =	7467 m ³
Lüftung	freie Lüftung, Dichtheitsprüfung, n =	0,60 h ⁻¹

Spezifischer Lüftungswärmeverlust H_V = 0.34 * n * V_N = **1523,2 W/K** (DIN V 4108-6, 6.2)

1.5 Interne Wärmegewinne

Nutzfläche	A _N = 0,25 * V =	2.488 m ²
Wärmeleistung	Wohngebäude, q _{i,M} =	5,0 W/m ²

Brutto-Wärmegewinne Φ_{i,M} = q_{i,M} * A_N = **12.441 W** (DIN V 4108-6, 6.3)

Gebäudeberechnung**1.6 Solare Warmegewinne**Effektive Kollektorflächen A_S für Deutschland (Potsdam), nördliche Breite $50^\circ,00'$

Kollektorfläche	A [m ²]		g _l	F _F	F _C	F _h	F _O	F _f	A _S
Fenster									
5 A 0106 DFF 4	1,5	S-O 45°	0,59	0,70		0,90			0,5
6 A 0108 DFF 4	1,5	N-W 45°	0,59	0,70		0,90			0,5
17 A 0206 DFF 4	7,7	N-O 45°	0,59	0,70		0,90			2,6
18 A 0208 DFF 4	7,7	S-W 45°	0,59	0,70		0,90			2,6
23 A 0201 FF S-	66,0	S-W 90°	0,59	0,70		0,90			22,1
24 A 0203 FF N-	81,4	N-O 90°	0,59	0,70		0,90			27,2
28 A 0302 FF N-	43,2	N-O 90°	0,59	0,70		0,90			14,5
31 A 0402 FF N-	38,4	N-O 90°	0,59	0,70		0,90			12,8
34 A 0502 FF S-	43,2	S-W 90°	0,59	0,70		0,90			14,5
37 A 0602 FF S-	38,4	S-W 90°	0,59	0,70		0,90			12,8
40 A 0702 FF S-	1,0	S-O 90°	0,59	0,70		0,90			0,3
43 A 0802 FF N-	1,0	N-W 90°	0,59	0,70		0,90			0,3
67 A 1500 FF N-	3,6	N-O 90°	0,59	0,70		0,90			1,2
73 A 1600 FF S-	3,6	S-W 90°	0,59	0,70		0,90			1,2
andere									
1 F 0104 FD	9,6	- 0°		1,00					opak
2 F 0106 FD S-	37,4	S-O 45°		1,00					opak
3 F 0108 FD N-	37,7	N-W 45°		1,00					opak
4 F 0110 FD	10,4	- 0°		1,00					opak
7 F 0101 FAW N	66,7	N-W 90°		1,00					opak
8 F 0103 FAW S	91,8	S-O 90°		1,00					opak
9 F 0105 FAW S	11,3	S-O 90°		1,00					opak
10 F 0109 FAW N	11,3	N-W 90°		1,00					opak
11 F 0111 FAW N	25,1	N-W 90°		1,00					opak
12 F 0204 FD N-	26,4	N-O 90°		1,00					opak
13 F 0206 FD N-	56,6	N-O 45°		1,00					opak
14 F 0207 FD	521,4	- 0°		1,00					opak
15 F 0208 FD S-	58,1	S-W 45°		1,00					opak
16 F 0210 FD S-	42,8	S-W 90°		1,00					opak
19 F 0201 FAW S	309,4	S-W 90°		1,00					opak
20 F 0203 FAW N	294,0	N-O 90°		1,00					opak
21 F 0205 FAW N	63,8	N-O 90°		1,00					opak
22 F 0209 FAW S	63,8	S-W 90°		1,00					opak
26 F 0301 FD 55	64,9	- 0°		1,00					opak
27 F 0302 FAW N	5,6	N-O 90°		1,00					opak
29 F 0401 FD 37	182,1	- 0°		1,00					opak
30 F 0402 FAW N	6,6	N-O 90°		1,00					opak
32 F 0501 FD 55	64,9	- 0°		1,00					opak
33 F 0502 FAW S	5,6	S-W 90°		1,00					opak
35 F 0601 FD 37	182,1	- 0°		1,00					opak
36 F 0602 FAW S	6,6	S-W 90°		1,00					opak
38 F 0701 FD 37	6,2	- 0°		1,00					opak
39 F 0702 FAW S	0,6	S-O 90°		1,00					opak
41 F 0801 FD 37	6,2	- 0°		1,00					opak
42 F 0802 FAW N	0,6	N-W 90°		1,00					opak
44 F 0904 FD N-	2,3	N-O 30°		1,00					opak
45 F 0905 FD S-	2,3	S-W 30°		1,00					opak
46 F 0900 FAW S	1,1	S-O 90°		1,00					opak
47 F 1004 FD N-	10,0	N-W 30°		1,00					opak
48 F 1005 FD S-	10,0	S-O 30°		1,00					opak
49 F 1000 FAW N	5,3	N-O 90°		1,00					opak
50 F 1104 FD S-	2,3	S-W 30°		1,00					opak
51 F 1105 FD N-	2,3	N-O 30°		1,00					opak
52 F 1100 FAW N	1,1	N-W 90°		1,00					opak
53 F 1204 FD S-	2,5	S-O 30°		1,00					opak
54 F 1205 FD N-	2,5	N-W 30°		1,00					opak
55 F 1200 FAW S	1,3	S-W 90°		1,00					opak
56 F 1304 FD N-	4,6	N-W 30°		1,00					opak
57 F 1305 FD S-	4,6	S-O 30°		1,00					opak
58 F 1300 FAW N	2,1	N-O 90°		1,00					opak

Gebäudeberechnung

59	F	1404	FD	S-	4,6	S-O	30°	1,00	opak
60	F	1405	FD	N-	4,6	N-W	30°	1,00	opak
61	F	1400	FAW	S	2,1	S-W	90°	1,00	opak
62	F	1503	FD	N-	1,8	N-W	45°	1,00	opak
63	F	1504	FD	S-	1,8	S-O	45°	1,00	opak
64	F	1500	FAW	N	2,7	N-O	90°	1,00	opak
65	F	1502	FAW	N	0,6	N-W	90°	1,00	opak
66	F	1505	FAW	S	0,6	S-O	90°	1,00	opak
68	F	1603	FD	S-	1,9	S-O	45°	1,00	opak
69	F	1604	FD	N-	1,9	N-W	45°	1,00	opak
70	F	1600	FAW	S	2,7	S-W	90°	1,00	opak
71	F	1602	FAW	S	0,6	S-O	90°	1,00	opak
72	F	1605	FAW	N	0,6	N-W	90°	1,00	opak

$A_S [m^2] = A * 0,90 * g_L * F_F * F_C * F_S$ mit $F_S = F_H * F_O * F_f$ (DIN V 4108-6, Gl.54)
 F_F berücksichtigt den Rahmenanteil der Fenster. Abminderungsfaktor F_C für permanente Sonnenschutzvorrichtungen, Teilbestrahlungsfaktoren F_H für Horizontwinkel der Verbauung, F_O für horizontale Überhänge und F_f für seitliche Abschattungsflächen nach DIN V 4108-6, Tab.7 ff.

Fc-Werte - Annahme für den öffentlich-rechtlichen Nachweis, $F_C = 1,00$

Die Summe der Teilbestrahlungsfaktoren F_S wird für den öffentlich-rechtlichen Nachweis mit 0.9 angenommen

solare Wärmegewinne über opake Bauteile werden bilanziert:

- 1 F 0104 FD (Typ 5), "", $0,50 * 0,28 / 25,0 = 0,006$
- 2 F 0106 FD S-O 47° (Typ 5), "", $0,50 * 0,31 / 25,0 = 0,006$
- 3 F 0108 FD N-W 47° (Typ 5), "", $0,50 * 0,31 / 25,0 = 0,006$
- 4 F 0110 FD (Typ 5), "", $0,50 * 0,28 / 25,0 = 0,006$
- ... 54 weitere, opake Bauteile mit solaren Gewinnen

Strahlungsintensitäten I_s für Deutschland (Potsdam) nach EnEV

[W/m²]	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mrz	Apr
- 0°	180	127	77	31	17	29	44	97	189
Süd 90°	127	123	106	39	29	59	47	98	147
West 90°	105	79	47	19	11	17	24	60	114
Nord 90°	57	41	25	13	7	10	18	31	58
Ost 90°	115	83	55	20	12	25	29	68	134

Kollektorfläche	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mrz	Apr
-----------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Fenster

5	A	0106	DFE	47°	S-O 47°	55	20	13	26	27	60	109
6	A	0108	DFE	47°	N-W 47°	21	10	6	8	14	30	60
17	A	0206	DFE	47°	N-O 47°	108	52	28	39	75	157	337
18	A	0208	DFE	47°	S-W 47°	255	98	62	111	124	283	502
23	A	0201	FF	S-W		1766	684	486	883	795	1833	3003
24	A	0203	FF	N-O		790	354	191	300	517	1116	2369
28	A	0302	FF	N-O		419	188	101	159	275	593	1257
31	A	0402	FF	N-O		373	167	90	141	244	527	1118
34	A	0502	FF	S-W		1156	448	318	578	520	1199	1965
37	A	0602	FF	S-W		1028	398	283	514	462	1066	1747
40	A	0702	FF	S-O		29	10	7	16	13	29	50
43	A	0802	FF	N-W		9	4	2	4	6	12	25
67	A	1500	FF	N-O		35	16	8	13	23	49	105
73	A	1600	FF	S-W		96	37	26	48	43	100	164

andere

1	F	0104	FD	(opak)		0	-3	-3	-3	-2	1	6
2	F	0106	FD	S-O 47° (opak)		16	0	-3	3	3	18	40
3	F	0108	FD	N-W 47° (opak)		0	-5	-7	-6	-3	4	18
4	F	0110	FD	(opak)		0	-3	-4	-3	-2	1	6
7	F	0101	FAW	N-W (opak)		-6	-13	-16	-14	-11	-1	19
8	F	0103	FAW	S-O (opak)		35	-5	-12	7	1	34	79
9	F	0105	FAW	S-O (opak)		4	-1	-1	1	0	4	10
10	F	0109	FAW	N-W (opak)		-1	-2	-3	-2	-2	0	3

Gebäudeberechnung

11	F	0111	FAW N-W (opak)	-2	-5	-6	-5	-4	0	7
12	F	0204	FD N-O 69° (opak)	-2	-4	-5	-5	-3	0	8
13	F	0206	FD N-O 47° (opak)	1	-7	-10	-9	-4	7	32
14	F	0207	FD (opak)	-9	-143	-184	-149	-105	50	318
15	F	0208	FD S-W 47° (opak)	21	-1	-6	1	3	25	56
16	F	0210	FD S-W 68° (opak)	11	-2	-5	0	-1	11	25
19	F	0201	FAW S-W (opak)	92	-21	-41	0	-9	98	220
20	F	0203	FAW N-O (opak)	-24	-59	-72	-63	-46	2	102
21	F	0205	FAW N-O (opak)	-5	-13	-16	-14	-10	0	22
22	F	0209	FAW S-W (opak)	19	-4	-9	0	-2	20	45
26	F	0301	FD 55° (opak)	-1	-20	-25	-21	-14	7	44
27	F	0302	FAW N-O (opak)	0	-1	-1	-1	-1	0	2
29	F	0401	FD 37° (opak)	-3	-55	-71	-58	-41	19	123
30	F	0402	FAW N-O (opak)	-1	-1	-2	-1	-1	0	2
32	F	0501	FD 55° (opak)	-1	-20	-25	-21	-14	7	44
33	F	0502	FAW S-W (opak)	2	0	-1	0	0	2	4
35	F	0601	FD 37° (opak)	-3	-55	-71	-58	-41	19	123
36	F	0602	FAW S-W (opak)	2	0	-1	0	0	2	5
38	F	0701	FD 37° (opak)	0	-2	-2	-2	-1	1	4
39	F	0702	FAW S-O (opak)	0	0	0	0	0	0	0
41	F	0801	FD 37° (opak)	0	-2	-2	-2	-1	1	4
42	F	0802	FAW N-W (opak)	0	0	0	0	0	0	0
44	F	0904	FD N-O 32° (opak)	0	-1	-1	-1	-1	0	1
45	F	0905	FD S-W 31° (opak)	0	-1	-1	-1	0	0	2
46	F	0900	FAW S-O (opak)	0	0	0	0	0	0	1
47	F	1004	FD N-W 37° (opak)	-2	-4	-4	-4	-3	-1	4
48	F	1005	FD S-O 37° (opak)	1	-3	-4	-2	-2	2	8
49	F	1000	FAW N-O (opak)	0	-1	-1	-1	-1	0	2
50	F	1104	FD S-W 32° (opak)	0	-1	-1	-1	0	0	2
51	F	1105	FD N-O 31° (opak)	0	-1	-1	-1	-1	0	1
52	F	1100	FAW N-W (opak)	0	0	0	0	0	0	0
53	F	1204	FD S-O 37° (opak)	0	-1	-1	-1	0	1	2
54	F	1205	FD N-W 37° (opak)	-1	-1	-1	-1	-1	0	1
55	F	1200	FAW S-W (opak)	0	0	0	0	0	0	1
56	F	1304	FD N-W 32° (opak)	-1	-2	-2	-2	-1	0	2
57	F	1305	FD S-O 31° (opak)	1	-1	-2	-1	-1	1	4
58	F	1300	FAW N-O (opak)	0	0	-1	0	0	0	1
59	F	1404	FD S-O 32° (opak)	1	-1	-2	-1	-1	1	4
60	F	1405	FD N-W 31° (opak)	-1	-2	-2	-2	-1	0	2
61	F	1400	FAW S-W (opak)	1	0	0	0	0	1	2
62	F	1503	FD N-W 47° (opak)	0	0	0	0	0	0	1
63	F	1504	FD S-O 47° (opak)	1	0	0	0	0	1	2
64	F	1500	FAW N-O (opak)	0	-1	-1	-1	0	0	1
65	F	1502	FAW N-W (opak)	0	0	0	0	0	0	0
66	F	1505	FAW S-O (opak)	0	0	0	0	0	0	0
68	F	1603	FD S-O 47° (opak)	1	0	0	0	0	1	2
69	F	1604	FD N-W 47° (opak)	0	0	0	0	0	0	1
70	F	1600	FAW S-W (opak)	1	0	0	0	0	1	2
71	F	1602	FAW S-O (opak)	0	0	0	0	0	0	1
72	F	1605	FAW N-W (opak)	0	0	0	0	0	0	0

solare Wärmeströme	$\Sigma\Phi_S$ [W]	6140	2487	1621	2839	3139	7054	12812
	$\Sigma\Phi_S * t$ [kWh]	4568	1790	1206	2112	2110	5249	9224
opake Bauteile	$\Sigma\Phi_S$ [W]	143	-468	-631	-443	-326	342	1419

Die solaren Wärmegewinne werden monatlich berechnet (sh. unten).

Die solaren Wärmegewinne über opake Bauteile werden als negative Wärmeverluste mit $\eta = 1$ berechnet und in $\Sigma L_D * \Delta T * d$ berücksichtigt.

.....

1.7 Wirksame Wärmespeicherfähigkeit

Vereinfachter Ansatz für leichte Gebäude ohne massive Innenbauteile oder mit abgehängten Decken 15 Wh/m³K

$$c_{\text{wirk}} = 15,0 \text{ Wh}/(\text{m}^3\text{K}), \quad c_{\text{wirk}} * V_e = 147.368 \text{ Wh/K}$$

$$\text{Parameter } a = a_0 + c_{\text{wirk}} / (H * \tau_0) = 1 + c_{\text{wirk}} / (H * 16) = 1 + 9210 / H \text{ (Gl.75, monatlich)}$$

1.8 Heizunterbrechung

Eine Heizunterbrechung wird nicht berücksichtigt, sh. DIN V 4108-6, Nr. 6.5.4

1.9 Heizwärmebedarf

Transmissionsverluste
 thermische Hülle
 Heizunterbrechung
 Lüftungswärmeverluste

$$Q_t = (\Sigma L_D) * \Delta T * d - Q_{S,op} * d$$

$$\Sigma L_D = 1968 \text{ W/K}$$

nicht berücksichtigt
 $H_V = 1523 \text{ W/K}$

Interne Gewinne
 Solare Gewinne
 Ausnutzungsgrad

$$\Phi_{i,M} = 12441 \text{ W}$$

$$\Phi_S [\text{W}] \text{ (monatlich)}$$

$$\eta = (1 - \gamma^a) / (1 - \gamma^{a+1}) \text{ (a sh. } c_{\text{wirk}})$$

$$\gamma = Q_G / Q_I \text{ (monatlich, DIN V 4108-6, 6.5)}$$

	t_A °C	Q_t kWh	$H_V * \Delta T * d$ kWh	$\Phi_{i,M} * d * \eta$ kWh	$\Phi_S * d * \eta$ kWh	η	Q_h kWh
Jan	1,0	26.680	20.399	9.216	2.103	1,00	35.760
Feb	1,9	22.829	17.503	8.314	2.098	0,99	29.921
Mär	4,7	20.680	16.206	9.065	5.140	0,98	22.680
Apr	9,2	12.862	10.748	7.824	8.057	0,87	7.728
Mai	14,1	5.902	5.553	5.056	5.667	0,55	732
Jun	16,7	1.892	2.522	2.023	2.376	0,23	15
Jul	19,0	-	-	-	-	0,00	-
Aug	18,6	-	453	233	220	0,03	0
Sep	14,3	6.150	5.154	5.800	4.245	0,65	1.260
Okt	9,5	13.801	10.766	8.719	4.303	0,94	11.545
Nov	4,1	21.446	16.341	8.891	1.777	0,99	27.118
Dez	0,9	26.966	20.512	9.226	1.202	1,00	37.049
	9,5	159.207	126.157	74.367	37.189		173.808

Jahres-Heizwärmebedarf $Q_h = 173.808 \text{ kWh/a}$ ($q_h = 69,9 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$)

Heizzeit vom 1.10. bis 25.4. (206 Tage, Gl.27, Orientierungsgröße informativ)

erforderliche Heizleistung, Orientierungswert 151 kW (kein Bemessungswert)

Berechnungsgang für den Monat Januar

$$Q_t = (1967,6) * 18,0 * 31 * 24 / 1000 + 443,4 * 31 * 24 / 1000 = 26680,0 \text{ kWh}$$

$$H_V * \Delta T * d = 1523,2 * 18,0 * 31 * 24 / 1000 = 20398,7 \text{ kWh}$$

$$\Phi_{i,M} * d = 12440,5 * 31 * 24 / 1000 = 9255,7 \text{ kWh}$$

$$\Phi_S * d = 2839,3 * 31 * 24 / 1000 = 2112,4 \text{ kWh}$$

$$\gamma = (9255,8 + 2112,4) / (26680,2 + 20398,6) = 0,24 \quad a = 1 + 147368 / (1967,6 + 1523,2) / 16 = 3,64$$

$$\eta = (1 - \gamma^a) / (1 - \gamma^{a+1}) = 0,996 / 0,995 / 0,979 / 0,873 / 0,546 \text{ (Jan / Feb / Mrz / Apr / Mai)}$$

1.10 Wärmebedarf für Warmwasserbereitung

pauschaler Ansatz 12,5 kWh/(m²a) (öffentlich-rechtlicher Nachweis)

$$Q_{tw} = A_N \cdot q_{tw} = 2.488 \cdot 12,5 = 31.101 \text{ kWh/a}$$

1.11 Anlagentechnik (DIN V 4701-10)

Anlagen-Aufwandszahl aus der Anlagenberechnung (siehe Haustechnik)
 Heizung: BW-Kessel außen ... freie Lüftung ... Warmwasser: BW-Kessel mit Zirkulation -
 Energieträger: [Erdgas], [Heizöl], Strom

Anlagen-Aufwandszahl $e_p = 1,22$

Gesamt-Endenergie ohne Hilfsenergie, lokal $Q_{WE,E} = 224.790 \text{ kWh/a}$ (90,3 kWh/(m²a))
 Hilfsenergie, lokal $Q_{HE,E} = 1.868 \text{ kWh/a}$ (0,8 kWh/(m²a))

1.12 EnEV-Nachweis (2014)

Referenzberechnung = "20181118_Gebäude-Referenz2014"

zulässiger, spezifischer Transmissionswärmeverlust für ein Wohngebäude nach EnEV '14
 zul $H'_T = 0,70 \text{ W/(m}^2\text{K)}$, 140%-Regel, freistehende Wohngebäude über 350 m² (A1, Tab.2)
 vorh $H'_T = H_T / \Sigma A = 1967,6 / 3714,4 = 0,53 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

vorh $H'_T = 0,53 \leq 0,70 \text{ W/(m}^2\text{K)}$, **Grenzwert wird eingehalten** (140%-Regel)

Höchstwert des grundflächenbezogenen Jahres-Primärenergiebedarfs nach EnEV '14
 zul $q_{p,Ref} = 63,50 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$ aus der Referenzberechnung
 vorh. $q_p = (Q_h + Q_w) \cdot e_p / A_N = 250631 / 2488,1 = 100,7 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$

vorh $q_p = 100,7 > 63,5 \cdot 1,4 = 88,9 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$, Grenzwert wird nicht eingehalten (140%-Regel)

1.13 KfW-Förderprogramme

Die Förderprogramme der Kreditanstalt für Wiederaufbau zur CO2 - Minderung durch
 Gebäudesanierung sind an die Einhaltung / Unterschreitung der nachfolgend aufgeführten
 Grenzwerte gebunden.

Förderprogramme für Energieeffizientes Sanieren (Programm Nr. 430, Stand 04/2012)
 Referenzberechnung = "20181118_Gebäude-Referenz2014"

	REF	%	$Q_{P'}'$ kWh/(m²a)	REF	%	H'_T W/(m²K)	
vorhanden	159	%	100,7	151	%	0,530	
Referenzwerte	100	%	63,5	100	%	0,350	
EnEV-Anforderungen	140	%	88,9	200	%	0,700	nicht erfüllt
KfW Effizienzhaus 115	115	%	73,0	130	%	0,455	nicht erfüllt
KfW Effizienzhaus 100	100	%	63,5	115	%	0,402	nicht erfüllt
KfW Effizienzhaus 85	85	%	54,0	100	%	0,350	nicht erfüllt
KfW Effizienzhaus 70	70	%	44,4	85	%	0,297	nicht erfüllt
KfW Effizienzhaus 55	55	%	34,9	70	%	0,245	nicht erfüllt
KfW Effizienzhaus Denkmal	160	%	101,6	175	%	0,612	erfüllt

(als "Effizienzhaus Denkmal" bedingt zulässig, siehe KfW-Merkblatt)

Gebäudeberechnung**1.14 Fensterflächenanteil**

Die wärmeübertragenden Umfassungsflächen enthalten 1322 m² Fassadenflächen, davon 984 m² Wandflächen und 338 m² Fensterflächen. Der Fensterflächenanteil beträgt **26%**.

Die Sonneneintragskennwerte sind nach DIN 4108-2:2013 zu begrenzen (EnEV 2014)

1.15 Längen, Flächen, Volumen

Flächenberechnung (Flächen.REB)

Giebelwände**Deckflächen**

1 F 0104 FD	$0,71 \cdot 13,50 = 9,59$
2 F 0106 FD S-O 47°	$3,76 \cdot 13,50 - [A 0703] - [A 0903] - [A 0906] - [A 0106] = 37,43$
3 F 0108 FD N-W 47°	$3,78 \cdot 13,50 - [A 0803] - [A 1103] - [A 1106] - [A 0108] = 37,70$
4 F 0110 FD	$0,77 \cdot 13,50 = 10,39$
5 A 0106 DFF 47° S-O 47°	$1,1 \cdot 1,4 = 1,54$
6 A 0108 DFF 47° N-W 47°	$1,1 \cdot 1,4 = 1,54$

Außenwände

7 F 0101 FAW N-W	$4,94 \cdot 13,50 = 66,69$
8 F 0103 FAW S-O	$6,80 \cdot 13,50 = 91,80$
9 F 0105 FAW S-O	$0,84 \cdot 13,50 = 11,34$
10 F 0109 FAW N-W	$0,84 \cdot 13,50 = 11,34$
11 F 0111 FAW N-W	$1,86 \cdot 13,50 = 25,11$

Haupthaus-Kubatur**Deckflächen**

12 F 0204 FD N-O 69°	$1,99 \cdot 76,00 - [A 0303] - [A 1003] - [A 1006] - [A 1506] = 26,41$
13 F 0206 FD N-O 47°	$3,76 \cdot 76,00 - [A 0403] - [A 1303] - [A 1306] - [A 0206] = 56,60$
14 F 0207 FD	$6,86 \cdot 76,00 = 521,36$
15 F 0208 FD S-W 47°	$3,78 \cdot 76,00 - [A 0603] - [A 1403] - [A 1406] - [A 0208] = 58,12$
16 F 0210 FD S-W 68°	$2,01 \cdot 76,00 - [A 0503] - [A 1203] - [A 1206] - [A 1606] = 42,75$
17 A 0206 DFF 47° N-O 47°	$1,1 \cdot 1,4 \cdot 5 = 7,70$
18 A 0208 DFF 47° S-W 47°	$1,1 \cdot 1,4 \cdot 5 = 7,70$

Außenwände

19 F 0201 FAW S-W	$4,94 \cdot 76,00 - [A 0201] = 309,44$
20 F 0203 FAW N-O	$4,94 \cdot 76,00 - [A 0203] = 294,04$
21 F 0205 FAW N-O	$0,84 \cdot 76,00 = 63,84$
22 F 0209 FAW S-W	$0,84 \cdot 76,00 = 63,84$

Öffnungen / Fenster

23 A 0201 FF S-W	$1,1 \cdot 1,2 \cdot 17 + 1,1 \cdot 2,2 \cdot 18 = 66,00$
24 A 0203 FF N-O	$1,1 \cdot 1,2 \cdot 25 + 1,1 \cdot 2,2 \cdot 20 = 81,40$

Grundflächen

25 F 0202 FG	$13,50 \cdot 76,00 = 1026,00$
--------------	-------------------------------

1-OG_Gaube_lang-NO**Deckflächen**

26 F 0301 FD 55°	$(1,33 \cdot 12,20) \cdot 4 = 64,90$
.A 0303 Abzug von 0204	$24,56 \cdot 4 = 98,24$

Außenwände

27 F 0302 FAW N-O	$(1,00 \cdot 12,20) \cdot 4 - [A 0302] = 5,60$
-------------------	--

Öffnungen / Fenster

28 A 0302 FF N-O	$(1,2 \cdot 1 \cdot 9) \cdot 4 = 43,20$
------------------	---

2-OG_Gaube_lang_NO**Deckflächen**

29 F 0401 FD 37°	$(3,24 \cdot 28,10) \cdot 2 = 182,09$
.A 0403 Abzug von 0206	$106,12 \cdot 2 = 212,24$

Außenwände

30 F 0402 FAW N-O	$(0,80 \cdot 28,10) \cdot 2 - [A 0402] = 6,56$
-------------------	--

Öffnungen / Fenster

Gebäudeberechnung

31 A 0402 FF N-O	$(1,2*0,8*20)*2 = 38,40$
1-OG_Gaube_lang_SW	
Deckflächen	
32 F 0501 FD 55°	$(1,33*12,20)*4 = 64,90$
.A 0503 Abzug von 0210	$24,56*4 = 98,24$
Außenwände	
33 F 0502 FAW S-W	$(1,00*12,20)*4 - [A 0502] = 5,60$
Öffnungen / Fenster	
34 A 0502 FF S-W	$(1,2*1*9)*4 = 43,20$
2-OG_Gaube_lang_SW	
Deckflächen	
35 F 0601 FD 37°	$(3,24*28,10)*2 = 182,09$
.A 0603 Abzug von 0208	$106,12*2 = 212,24$
Außenwände	
36 F 0602 FAW S-W	$(0,80*28,10)*2 - [A 0602] = 6,56$
Öffnungen / Fenster	
37 A 0602 FF S-W	$(1,2*0,8*20)*2 = 38,40$
2-OG_Gaube_lang_SO	
Deckflächen	
38 F 0701 FD 37°	$3,24*1,90 = 6,16$
.A 0703 Abzug von 0106	$7,18 = 7,18$
Außenwände	
39 F 0702 FAW S-O	$0,80*1,90 - [A 0702] = 0,56$
Öffnungen / Fenster	
40 A 0702 FF S-O	$1,2*0,8*1 = 0,96$
2-OG_Gaube_lang_NW	
Deckflächen	
41 F 0801 FD 37°	$3,24*1,90 = 6,16$
.A 0803 Abzug von 0108	$7,18 = 7,18$
Außenwände	
42 F 0802 FAW N-W	$0,80*1,90 - [A 0802] = 0,56$
Öffnungen / Fenster	
43 A 0802 FF N-W	$1,2*0,8*1 = 0,96$
2.OG_Gauben-Dreiecke_SO	
Deckflächen	
.A 0903 Abzug von 0106	$2,31 = 2,31$
44 F 0904 FD N-O 32°	$0,77*3,00 = 2,31$
45 F 0905 FD S-W 31°	$0,77*3,00 = 2,31$
.A 0906 Abzug von 0106	$2,30 = 2,30$
Außenwände	
46 F 0900 FAW S-O	$1,06 = 1,06$
1.OG_Gauben-Dreiecke_NO	
Deckflächen	
.A 1003 Abzug von 0204	$2,48*4 = 9,92$
47 F 1004 FD N-W 37°	$(0,83*3,00)*4 = 9,96$
48 F 1005 FD S-O 37°	$(0,83*3,00)*4 = 9,96$
.A 1006 Abzug von 0204	$2,48*4 = 9,92$
Außenwände	
49 F 1000 FAW N-O	$(1,32)*4 = 5,28$
2.OG_Gauben-Dreiecke_NW	
Deckflächen	
.A 1103 Abzug von 0108	$2,31 = 2,31$
50 F 1104 FD S-W 32°	$0,77*3,00 = 2,31$
51 F 1105 FD N-O 31°	$0,77*3,00 = 2,31$
.A 1106 Abzug von 0108	$2,30 = 2,30$
Außenwände	
52 F 1100 FAW N-W	$1,06 = 1,06$
1.OG_Gauben-Dreiecke_SW	

Gebäudeberechnung

Deckflächen

.A 1203 Abzug von 0210	$2,48 = 2,48$
53 F 1204 FD S-O 37°	$0,83*3,00 = 2,49$
54 F 1205 FD N-W 37°	$0,83*3,00 = 2,49$
.A 1206 Abzug von 0210	$2,48 = 2,48$
Außenwände	
55 F 1200 FAW S-W	$1,32 = 1,32$

2.OG_Gauben-Dreiecke_NO

Deckflächen

.A 1303 Abzug von 0206	$2,31*2 = 4,62$
56 F 1304 FD N-W 32°	$(0,77*3,00)*2 = 4,62$
57 F 1305 FD S-O 31°	$(0,77*3,00)*2 = 4,62$
.A 1306 Abzug von 0206	$2,30*2 = 4,60$
Außenwände	
58 F 1300 FAW N-O	$(1,06)*2 = 2,12$

2.OG_Gauben-Dreiecke_SW

Deckflächen

.A 1403 Abzug von 0208	$2,31*2 = 4,62$
59 F 1404 FD S-O 32°	$(0,77*3,00)*2 = 4,62$
60 F 1405 FD N-W 31°	$(0,77*3,00)*2 = 4,62$
.A 1406 Abzug von 0208	$2,30*2 = 4,60$
Außenwände	
61 F 1400 FAW S-W	$(1,06)*2 = 2,12$

1.OG_Erker_NO

Deckflächen

62 F 1503 FD N-W 47°	$(1,10*(0,69+0,38)/2)*3 = 1,77$
63 F 1504 FD S-O 47°	$(1,10*(0,38+0,69)/2)*3 = 1,77$
Außenwände	
64 F 1500 FAW N-O	$(2,10)*3 - [A 1500] = 2,70$
65 F 1502 FAW N-W	$(1,00*(0,38+0,00)/2)*3 = 0,57$
66 F 1505 FAW S-O	$(1,00*(0,00+0,38)/2)*3 = 0,57$
.A 1506 Abzug von 0204	$2,25*3 = 6,75$
Öffnungen / Fenster	
67 A 1500 FF N-O	$(1,2*1)*3 = 3,60$

1.OG_Erker_SW

Deckflächen

68 F 1603 FD S-O 47°	$(1,10*(0,74+0,41)/2)*3 = 1,90$
69 F 1604 FD N-W 47°	$(1,10*(0,41+0,74)/2)*3 = 1,90$
Außenwände	
70 F 1600 FAW S-W	$(2,10)*3 - [A 1600] = 2,70$
71 F 1602 FAW S-O	$(1,00*(0,41+0,00)/2)*3 = 0,61$
72 F 1605 FAW N-W	$(1,00*(0,00+0,41)/2)*3 = 0,61$
.A 1606 Abzug von 0210	$2,27*3 = 6,81$
Öffnungen / Fenster	
73 A 1600 FF S-W	$(1,2*1)*3 = 3,60$
Grundflächen	

[Grundflächen]

[AGf 02] Haupthaus-Kubatur <1> [F 0202] = 1026,00

[Grundflächenumfang]

[UGf 02] Haupthaus-Kubatur <1> $13,50+13,50+76,00+76,00 = 179,00$

[Bodenplattenmaß nur Grundflächenprojektion]

[Bodenplattenmaß A] [AGf 02] = 1026,00
 [Bodenplattenmaß P] [UGf 02] = 179,00
 [Bodenplattenmaß B] $2 * [Bodenplattenmaß A] / [Bodenplattenmaß P] = 11,46$

[Bruttogeschossflächen]

[BGf 01] Giebelwände <1> $66,74-66,74$

Gebäudeberechnung

[BGf 02] Haupthaus-Kubatur <1>	375,70 = 375,70
[BGf 03] 1-OG_Gaube_lang-NO <1>	(16,19)*4-64,76
[BGf 04] 2-OG_Gaube_lang_NO <1>	(91,07)*2-182,14
[BGf 05] 1-OG_Gaube_lang_SW <1>	(16,19)*4-64,76
[BGf 06] 2-OG_Gaube_lang_SW <1>	(91,07)*2-182,14
[BGf 07] 2-OG_Gaube_lang_SO <1>	6,16-6,16
[BGf 08] 2-OG_Gaube_lang_NW <1>	6,16-6,16
[BGf 09] 2.OG_Gauben-Dreiecke_SO <1>	3,96-3,96
[BGf 10] 1.OG_Gauben-Dreiecke_NO <1>	(3,96)*4-15,84
[BGf 11] 2.OG_Gauben-Dreiecke_NW <1>	3,96-3,96
[BGf 12] 1.OG_Gauben-Dreiecke_SW <1>	3,96-3,96
[BGf 13] 2.OG_Gauben-Dreiecke_NO <1>	(3,96)*2-7,92
[BGf 14] 2.OG_Gauben-Dreiecke_SW <1>	(3,96)*2-7,92
[BGf 15] 1.OG_Erker_NO <1>	(0,00)*3
[BGf 16] 1.OG_Erker_SW <1>	(0,00)*3
[Summe BGf]	[BGf 01] + [BGf 02] + [BGf 03] + [BGf 04] + [BGf 05] + [BGf 06] + [BGf 07] +
[BGf 08] + [BGf 09] + [BGf 10] + [BGf 11] + [BGf 12] + [BGf 13] + [BGf 14] + [BGf 15] + [BGf 16]	= 375,70

[Umbaute Räume]

[Vol 01] Giebelwände <1>	13,50*127,90-1726,65
[Vol 02] Haupthaus-Kubatur <1>	76,00*126,53 = 9616,28
[Vol 03] 1-OG_Gaube_lang-NO <1>	(12,20*0,46)*4 = 22,45
[Vol 04] 2-OG_Gaube_lang_NO <1>	(28,10*1,04)*2 = 58,45
[Vol 05] 1-OG_Gaube_lang_SW <1>	(12,20*0,46)*4 = 22,45
[Vol 06] 2-OG_Gaube_lang_SW <1>	(28,10*1,04)*2 = 58,45
[Vol 07] 2-OG_Gaube_lang_SO <1>	1,90*1,04 = 1,98
[Vol 08] 2-OG_Gaube_lang_NW <1>	1,90*1,04 = 1,98
[Vol 09] 2.OG_Gauben-Dreiecke_SO <1>	3,00*1,06 = 3,18
[Vol 10] 1.OG_Gauben-Dreiecke_NO <1>	(3,00*1,32)*4 = 15,84
[Vol 11] 2.OG_Gauben-Dreiecke_NW <1>	3,00*1,06 = 3,18
[Vol 12] 1.OG_Gauben-Dreiecke_SW <1>	3,00*1,32 = 3,96
[Vol 13] 2.OG_Gauben-Dreiecke_NO <1>	(3,00*1,06)*2 = 6,36
[Vol 14] 2.OG_Gauben-Dreiecke_SW <1>	(3,00*1,06)*2 = 6,36
[Vol 15] 1.OG_Erker_NO <1>	(0,27*2,10)*3 = 1,70
[Vol 16] 1.OG_Erker_SW <1>	(0,30*2,10)*3 = 1,89
[Gebäudevolumen] Ve	[Vol 01] + [Vol 02] + [Vol 03] + [Vol 04] + [Vol 05] + [Vol 06] + [Vol 07] + [Vol 08] + [Vol 09] + [Vol 10] + [Vol 11] + [Vol 12] + [Vol 13] + [Vol 14] + [Vol 15] + [Vol 16] = 9824,51
[0.32 * Ve] (= AN Wohngebäude)	0.32 * [Gebäudevolumen] = 3143,84

Gebäudeberechnung

2. Haus- und Anlagentechnik (Wohngebäude)

Projekt WG-D_Lindenhaus

Gebäudeberechnung "20181118_Gebäude"

2.1 Anlagenkurzbeschreibung

mit Endenergie versorgter Bereich $A_N = 2488 \text{ m}^2$

Heizwärmebedarf $q_h = 69,9 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$, Trinkwasserwärmebedarf $q_{tw} = 12,5 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$

Tabellenverfahren nach DIN V 4701-10 Anhang C.3

Heizung: BW-Kessel außen ... freie Lüftung ... Warmwasser: BW-Kessel mit Zirkulation ...

Energieträger: [Erdgas], [Heizöl], Strom

2.2 Ermittlung der Anlagenaufwandszahl e_p

Aufwandszahlen e_i und Energieverluste der Erzeugung, Speicherung und Verteilung,

Wärmegutschriften, Hilfsenergiebedarf, Deckungsanteile α und Primärenergiefaktoren f_p .

Verwendete Indizes: P-Primärenergie, E-Endenergie, HE-Hilfsenergie, TW-Trinkwarmwasser,

L-Lüftung, H-Heizung.

Zur Berechnung der Anlagenaufwandszahl nach DIN V 4701-10 mit Tabellenwerten wird eine Heizzeit von 185 Tagen zu Grunde gelegt.

Detailliert berechnete Anlagen-Kenngrößen liegen nicht vor.

2.3 Anlage zur Warmwasserbereitung

mit Trinkwarmwasser versorgter Bereich $A_N = 2488 \text{ m}^2$

Trinkwasserwärmebedarf $q_{tw} = 12,5 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$

Anlagenteil	Aufwandszahl [-]	Verlust kWh/(m ² a)	Gutschrift kWh/(m ² a)	Hilfsenergie kWh/(m ² a)	α [%]	f_p	Anm.
Erzeuger I	1,09			0,07	100	1,10	52
Speicher		0,9		0,03			36
Verteilung		6,6	2,2	0,14			22
Erzeuger II							
		7,5	2,2	0,24	100		

52) BW-Kessel, Aufwandszahl $e_{TW,g}$ und Hilfsenergiebedarf $q_{TW,g,HE}$ nach DIN V 4701-10, Tab. C.1-4b [Erdgas]

36) Indirekt beheizter Speicher außen, Wärmeverlust $q_{TW,s}$ und Hilfsenergiebedarf $q_{TW,s,HE}$ nach DIN V 4701-10, Tab. C.1-3a

22) Gebäudezentrale TW-Verteilung mit Zirkulation, Verteilleitungen außen, Wärmeverlust $q_{TW,d}$, Wärmegutschrift $q_{h,TW,d}$ und Hilfsenergiebedarf $q_{TW,d,HE}$ nach DIN V 4701-10, Tab. C.1-2a / C.1-2b

Primär- und Endenergiebedarf für Trinkwasserbereitung

Gl. 4.2-3, Aufwandszahl * Primärenergiefaktor $\Sigma(e_{TW,g,i} * \alpha_{TW,g,i} * f_{p,i})$	1,20
Gl. 4.2-3, Primärenergiebedarf $q_{TW,P} = (12,5 + 7,5) * 1,20$	24,0 kWh/(m ² a)
Gl. 4.2-4, Heizwärmegutschrift $q_{h,TW} = 2,2$	2,2 kWh/(m ² a)
Gl. 4.2-5, Hilfsenergiebedarf $q_{TW,HE} = 0,07+0,03+0,14$	0,2 kWh/(m ² a)
Gl. 4.2-5, Hilfsenergiebedarf $q_{TW,HE,P} = 0,2 * 1,8$	0,4 kWh/(m ² a)
Endenergiebedarf $Q_{TW,E} = (12,5 + 7,5) * (1,09 + 0,00) * 2488$	54.256 kWh/a
Hilfsendenergiebedarf $Q_{TW,HE,E} = 0,2 * 2488$	596 kWh/a

Gebäudeberechnung**2.4 Heizungsanlage**beheizter Bereich $A_N = 2488 \text{ m}^2$ Heizwärmebedarf $q_h = 69,9 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ verbleibender Bedarf $q_{h,0} = 69,9 - 2,2 = 67,7 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$

Anlagenteil	Aufwandszahl [-]	Verlust kWh/(m ² a)	Hilfsenergie kWh/(m ² a)	α %	f_p	Anm.
Erzeuger I	0,97		0,18	100	1,10	274
Erzeuger II						
Speicher						
Verteilung		1,9	0,33			216
Übergabe		1,1				244
		3,0	0,51	100		

274) verbesserter BW-Kessel außerhalb, 55/45 °C, Aufwandszahl e_g und Hilfsenergiebedarf $q_{g,HE}$ nach DIN V 4701-10, Tab. C.3-4b [Heizöl]216) horizontale Verteilung außen, Steiger innenliegend, Systemtemperaturen 55/45 °C, geregelte Pumpe, Wärmeverluste der Verteilungen q_d und Hilfsenergiebedarf $q_{d,HE}$ nach DIN V 4701-10, Tab. C.3-2244) freie Heizflächen im Außenwandbereich, Thermostatventile mit Auslegungs-Proportionalbereich 1 Kelvin, Wärmeverlust q_{ce} nach DIN V 4701-10 Tab. C.3-1*Primär- und Endenergiebedarf für Heizung*Gl. 4.2-18, benötigte Heizwärme $q_{h,0} = q_h - q_{h,TW} - q_{h,L} = 69,9 - 2,2$ 67,7 kWh/(m²a)Gl. 4.2-18, Aufwandszahl * Primärenergiefaktor $\Sigma(e_{H,g,i} * \alpha_{H,g,i} * f_{P,i})$ 1,07Gl. 4.2-18, Primärenergiebedarf $q_{H,P} = (67,7 + 3,0) * 1,07$ 75,4 kWh/(m²a)Gl. 4.2-19, Hilfsenergiebedarf $q_{H,HE,P} = (0,2+0,3) * 1,8$ 0,9 kWh/(m²a)Endenergiebedarf $Q_{H,E} = (67,7 + 3,0) * (0,97 + 0,00) * 2488$ 170.533 kWh/aHilfsendenergiebedarf $Q_{H,HE,E} = 0,5 * 2488$ 1.272 kWh/a**2.5 Anlagen-Aufwandszahl**

Strom aus erneuerbaren Energiequellen steht nicht zur Verfügung.

 $Q_P = (24,0+0,4)*2.488+(75,4+0,9)*2.488$ 250.631 kWh/aHeizwärmebedarf $Q_h = q_h * A_N = 69,9 * 2488$ 173.808 kWh/aTrinkwasserwärmebedarf $Q_{tw} = q_{tw} * A_N = 12,5 * 2488$ 31.101 kWh/aAnlagen-Aufwandszahl $e_p = Q_P / (Q_h + Q_{tw}) = 250.631 / (173.808 + 31.101)$ **1,22**Primärenergie $Q_P = 250.631 \text{ kWh/a}$ (100,7 kWh/(m²a))Endenergie ohne Hilfsenergie, lokal $Q_{WE,E} = 54.256 + 170.533 = 224.790 \text{ kWh/a}$ (90,3 kWh/(m²a))Hilfsendenergie, lokal $Q_{HE,E} = 596 + 1.272 = 1.868 \text{ kWh/a}$ (0,8 kWh/(m²a))Effizienzklasse auf Basis des Endenergiebedarfs $(224790 + 1868) / 2488,1 = 91,1 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ **Effizienzklasse C** (EnEV 2014, A10)

Gebäudeberechnung

2.6 Energiebedarf nach Energieträgern

Bedarfswerte auch für den Energieausweis

Energieträger	Endenergie kWh/a		f _p	Primärenergie kWh/a	
[Erdgas]	54.257	24 %	1,1	59.682	24 %
[Heizöl]	170.533	75 %	1,1	187.586	75 %
Hilfsenergie (Strom)	1.868	1 %	1,8	3.362	1 %
	226.658	100 %		250.631	100 %

Endenergie nach Energieträgern	Heizung kWh/(m ² a)	Warmwasser kWh/(m ² a)	Lüftung kWh/(m ² a)	Summe kWh/(m ² a)
[Erdgas]	0,0	21,8	0,0	21,8
[Heizöl]	68,5	0,0	0,0	68,5
Hilfsenergie Strom	0,5	0,2	0,0	0,8

.....