

WÄRMESCHUTZNACHWEIS

GENEHMIGUNGSPLANUNG

Projekt Neubau Mehrfamilienwohnhaus

Ort 08412 Werdau

Straße Turnhallenstraße 6

Gemarkung Werdau

Flur /
Flurstück 1690/5

Baujahr 2023

Bauherr R & H Invest GmbH
An der Alten Mühle 2
04356 Leipzig

Entwurfsverfasser GETI Beratende Ingenieure
Wettinerstraße 28
04600 Altenburg

Aufsteller GETI Beratende Ingenieure
Wettinerstraße 28
04600 Altenburg

aufgestellt, 14.03.2023

.....

GETI Beratende
Ingenieure
Planung · Tragwerksplanung · Bauphysik
Wettinerstraße 28 · 04600 Altenburg
Tel. 0 34 4 7 8 11 46

Inhaltsverzeichnis

1	Titelblatt	1
2	Inhaltsverzeichnis	2
3	Allgemeine Vorbemerkungen, Unterlagen, Vorschriften ...	3
4	Energetische Bewertung	3 - 25

Anlage 1 /

ENTWURF

Inhaltsverzeichnis

1	Titelblatt	1
2	Inhaltsverzeichnis	2
3	Allgemeine Vorbemerkungen, Unterlagen, Vorschriften ...	3
4	Energetische Bewertung	3 - 16
5	Bauteilquerschnitte	17 - 24
6	Luftdichtheitskonzept	25 - 27
7	Zusammenfassung	28

Energieausweis

ENTWURF

Energetische Bewertung von Gebäuden

Projekt: Neubau MFH Werdau

Maßgebende Normen und Verordnungen:

GEG 2020

DIN V 18599:2018 - Energetische Bewertung von Gebäuden (WG / NWG)

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

DIN EN ISO 6946:2008, Bauteile - Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient

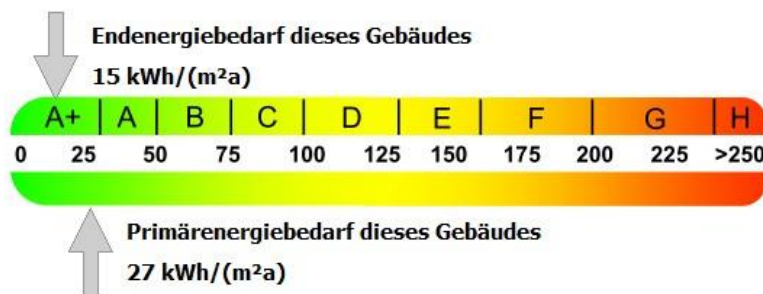
DIN EN ISO 13789:2007, Spezifischer Transmissionswärmeverlustkoeffizient

DIN EN ISO 13370:2018, Wärmefluss durch das Erdreich

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

Gebäudeberechnung "Wohnhaus"

(Ref-No 5.0)



Nachweisverfahren

(Ref-No 5.0.2)

Neubau Wohngebäude

Berechnungsverfahren für Wohngebäude nach GEG 2020, §§ 15 und 16 und Anlage 1 zur Begrenzung des Jahres-Primärenergiebedarfs und des spezifischen, auf die Umfassungsfläche bezogenen Transmissionswärmeverlustes

mit den Änderungen des Gebäudeenergiegesetzes zum 1.1.2023 (BGBl vom 28. Juli 2022)

berechnet mit den Bilanzierungsverfahren nach DIN V 18599:2018

Klimadaten für den Gebäudestandort "9 Chemnitz" aus TRY-Datensätzen

1.0 Geplante Gebäudezonen (DIN V 18599-1)

Betrachtungsmonat Januar, $\vartheta_e = 0,5 \text{ °C}$

Zone	Typ	t_{nutz} d/a	ϑ_i °C	$\vartheta_{i,WE}$ °C	A_{NGF} m ²	V_i m ³
<1> Wohnhaus	43 MFH	365	19,4		750	1440
					750	1.440

Wohngebäude, $A_{NGF} = 750,0 \text{ m}^2$, $n_G = 3$ Geschosse
im Nachweis verwendet $A_{NGF} = 0.32 \cdot 2343,8 = 750,0 \text{ m}^2$ (DIN V 18599-1:2018, Gl.30)

Typ = Nutzungstyp nach DIN V 18599-10

t_{nutz} = Nutzungstage / Jahr \Rightarrow Nutzungsanteile für den Regel- und Wochenendbetrieb

A_{NGF} = Nettogrundfläche, V_i = Nettoluftvolumen

ϑ_i = mittlere Innentemperatur für Januar, ggf. bei eingeschränktem Heizbetrieb

$\vartheta_{i,WE}$ = mittlere Innentemperatur im Wochenendbetrieb

$\vartheta_i = \vartheta_{i,h}$ unter Berücksichtigung einer Nachtabsenkung

ϑ_i Bilanz-Innentemperaturen für den Heizwärmebedarf nach DIN V 18599-2, Abs.6.1.2

2.0 Transmissionswärmetransfer (DIN V 18599-2)

(Ref-No 5.2.0)

Transferkoeffizienten H_T aus der Hüllflächentabelle nach DIN V 18599, T2

Hüllfläche	Zone	A m ²	U W/ (m ² K)	F_x	Anmerkungen	H_T W/K
Erdgeschoss						
1 F 0101 FAW Nord	1:0	20,1	0,131	1,00 FAW	56 02	2,6
2 F 0102 FAW Ost	1:0	6,0	0,131	1,00 FAW	56 02	0,8
3 F 0103 FAW Nord	1:0	10,9	0,131	1,00 FAW	56 02	1,4
4 F 0104 FAW West	1:0	6,0	0,131	1,00 FAW	56 02	0,8
5 F 0105 FAW Nord	1:0	20,1	0,131	1,00 FAW	56 02	2,6
6 F 0106 FAW West	1:0	31,4	0,131	1,00 FAW	56 02	4,1
7 F 0107 FAW Süd	1:0	51,4	0,131	1,00 FAW	56 02	6,7
8 F 0108 FAW Ost	1:0	31,3	0,131	1,00 FAW	56 02	4,1
9 A 0101 FF Nord	1:0	1,2	0,724	1,00 FF	56 02	0,9
10 A 0103 FF Nord	1:0	1,5	0,724	1,00 FF	56 02	1,1
11 A 0105 FF Nord	1:0	1,2	0,724	1,00 FF	56 02	0,9
12 A 0106 FF West	1:0	8,2	0,724	1,00 FF	56 02	5,9
13 A 0107 FF Süd	1:0	6,4	0,724	1,00 FF	56 02	4,6
14 A 0108 FF Ost	1:0	10,8	0,724	1,00 FF	56 02	7,8
15 T 0103 FAW Nord , Tü	1:0	2,7	1,300	1,00 FAW	56 02 85	3,5
16 T 0106 FAW West , Tü	1:0	2,5	1,300	1,00 FAW	56 02 85	3,3
17 F 0100 FG	1:0	243,6	0,158	0,75 Ffb	56 19 25 14	28,9
Obergeschoss 1						
18 F 0201 FAW Nord	1:0	20,1	0,131	1,00 FAW	56 02	2,6
19 F 0202 FAW Ost	1:0	6,0	0,131	1,00 FAW	56 02	0,8
20 F 0203 FAW Nord	1:0	11,9	0,131	1,00 FAW	56 02	1,6
21 F 0204 FAW West	1:0	6,0	0,131	1,00 FAW	56 02	0,8
22 F 0205 FAW Nord	1:0	20,1	0,131	1,00 FAW	56 02	2,6
23 F 0206 FAW West	1:0	31,3	0,131	1,00 FAW	56 02	4,1
24 F 0207 FAW Süd	1:0	51,4	0,131	1,00 FAW	56 02	6,7
25 F 0208 FAW Ost	1:0	31,3	0,131	1,00 FAW	56 02	4,1

26 A 0201 FF Nord	1:0	1,2	0,724	1,00	FF	56 02	0,9
27 A 0203 FF Nord	1:0	3,2	0,724	1,00	FF	56 02	2,3
28 A 0205 FF Nord	1:0	1,2	0,724	1,00	FF	56 02	0,9
29 A 0206 FF West	1:0	10,8	0,724	1,00	FF	56 02	7,8
30 A 0207 FF Süd	1:0	6,4	0,724	1,00	FF	56 02	4,6
31 A 0208 FF Ost	1:0	10,8	0,724	1,00	FF	56 02	7,8
Obergeschoss 2							
32 F 0309 FDd	1:0	243,6	0,092	0,80	FDd	56 06	17,9
33 F 0301 FAW Nord	1:0	19,8	0,131	1,00	FAW	56 02	2,6
34 F 0302 FAW Ost	1:0	5,9	0,131	1,00	FAW	56 02	0,8
35 F 0303 FAW Nord	1:0	11,7	0,131	1,00	FAW	56 02	1,5
36 F 0304 FAW West	1:0	5,9	0,131	1,00	FAW	56 02	0,8
37 F 0305 FAW Nord	1:0	19,8	0,131	1,00	FAW	56 02	2,6
38 F 0306 FAW West	1:0	30,8	0,131	1,00	FAW	56 02	4,0
39 F 0307 FAW Süd	1:0	50,7	0,131	1,00	FAW	56 02	6,6
40 F 0308 FAW Ost	1:0	30,8	0,131	1,00	FAW	56 02	4,0
41 A 0301 FF Nord	1:0	1,2	0,724	1,00	FF	56 02	0,9
42 A 0303 FF Nord	1:0	3,2	0,724	1,00	FF	56 02	2,3
43 A 0305 FF Nord	1:0	1,2	0,724	1,00	FF	56 02	0,9
44 A 0306 FF West	1:0	10,8	0,724	1,00	FF	56 02	7,8
45 A 0307 FF Süd	1:0	6,4	0,724	1,00	FF	56 02	4,6
46 A 0308 FF Ost	1:0	10,8	0,724	1,00	FF	56 02	7,8

$\Sigma A \text{ [m}^2\text{]} = 1.120,1$

$\Sigma H_T \text{ [W/K]} = 193,3$

Bodenplattenmaß $B' (25) = A_G / (0.5 P) = 243,64 / 32,89 = 7,41 \text{ m}$
keine weiteren Bodenplatten

Anmerkungen zur Hüllflächen-Tabelle

- 01 Temperatur-Korrekturfaktoren (F_x -Faktoren) nach DIN V 18599-2, Tab.5
- 02 Die solaren Gewinne werden gesondert ermittelt (siehe unten).
- 06 Dachgeschossdecke zum nicht ausgebauten Dachraum.
- 14 Bodenplatte auf Erdreich ohne Randdämmung.
- 19 Temperatur-Korrekturfaktoren F_x für untere Gebäudeabschlüsse nach DIN V 18599:2018-2, Tab.6
- 25 F_x -Tabellenwert für das Bodenplattenmaß B' nach EN ISO 13370.
- 56 Der Einfluss der Wärmebrücken wird mit einem manuellen U-Wert-Zuschlag berücksichtigt.
- 85 Begrenzung der U-Werte von Außentüren und Toren in NWG nach KfW-FAQ als Glasdächer, Lichtbänder

2.1 Wärmebrücken (Ref-No 5.2.1)

Berechnung mit pauschalen Zuschlägen (siehe Hüllflächentabelle, $\Delta U_{WB,man} = 0,020 \text{ W/(m}^2\text{K)}$)

Wärmebrückenzuschläge ohne Temperaturkorrektur

$H_{T,WB} = 22,4 \text{ W/K}$ (11,6 %, 0,020 W/(m²K)), Bilanzierung im Abschnitt "2.2 Transferkoeffizienten"

2.2 Temperaturgewichtete Transferkoeffizienten (Ref-No 5.2.2)

Transferkoeffizienten Transmission	$H_{T,D}$ W/K	$H_{T,s}$ W/K	$H_{T,iu}$ W/K	ΣH_T W/K	$H_{T,iz}$ W/K	$H_{T,zi}$ W/K
<1> Wohnhaus	169	29	18	216	0	0
	169	29	18	216		

$H_{T,D} = \Sigma A_j \cdot U_j + \Delta U_{WB} \cdot \Sigma A =$ Wärmetransferkoeffizient zur Außenluft, Bauteile + Wärmebrücken

$H_{T,s} = \Sigma F_x \cdot A_j \cdot U_j =$ Wärmetransferkoeffizient über das Erdreich, alternativ L_S -Wert aus der Bauteilberechnung

$H_{T,iu} = \Sigma F_x \cdot A_j \cdot U_j =$ Wärmetransferkoeffizient zum unbeheizten Bereich

$H_{T,iz} = \Sigma A_j \cdot U_j =$ Wärmetransferkoeffizient zu angrenzenden Gebäudezonen

spezifischer, auf die Umfassungsflächen bezogener Transmissionswärmetransferkoeffizient
 $H'_{T,vorh} = (H_{T,D} + F_x \cdot H_{T,iu} + F_x \cdot H_{T,s}) / A = 215,7 / 1.120,1 = 0,19 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

2.4 Wärmeverluste der thermischen Gebäudehülle
(Ref-No 5.0.1)

Bauteil	U-Wert W/ (m ² K)	U/U _{EnEV}	Fläche A m ²		H _T W/K	
Außenwand	0,131		531	47 %	70	36 %
Dachdecke	0,092		244	22 %	18	9 %
Decke TG	0,158		244	22 %	29	15 %
Fenster	0,724		97	9 %	70	36 %
			1115	100 %	186	96 %

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

3.0 Lüftungswärmetransfer (DIN V 18599-2)
(Ref-No 5.3.0)

Gebäudedichtheit Regelwert, mit RLT-Anlage mit Dichtheitsprüfung (Referenzwert, Kat.I), $n_{50} = 1,00 \text{ h}^{-1}$

Windschutzkoeffizienten für mittlere Abschirmung, mehr als eine exponierte Fassade
 $e_{wind} = 0.07 f_{wind} = 15$ (EN ISO 13790 Tab.G4)

Gebäude mit Außenluftdurchlässen, $f_{ATD} = (n_{50} + 1.5) / n_{50} = 2,50$ (Gl.67)

Luftaustausch zwischen Gebäudezonen nicht relevant

Zone	ALD	n ₅₀ h ⁻¹	V _A m ³ / (m ² h)	Luftwechsel		Fenster	Lüftungsanlage	
				n _{nutz} h ⁻¹	n _{inf} h ⁻¹	n _{win} h ⁻¹	n _{m,ZUL} h ⁻¹	t _{V,m} h/d
<1> Wohnhaus	ja	1,00	n _{nutz}	0,45	0,17	0,10	0,35	24

Zone <1> Wohnungslüftungsanlage mit V_{mech} = 504 m³/h, Zu- und Abluft, WRG80

n₅₀ = Luftwechselzahl bei 50 Pa Druckdifferenz, V_A = Mindest-Außenluftvolumenstrom
n_{nutz} = Mindestaußenluftwechsel = V_A * A_{NGF} / V während der Nutzungsstunden (Nichtwohngebäude)
n_{inf} = Infiltrationsluftwechsel = n₅₀ * e_{wind} * f_{ATD} mit f_{ATD} = Bewertungsfaktor für ALD oder mit RLT
n_{inf} = n₅₀ * e_{wind} * f_{ATD} * (1 + (1 - f_e) * t_{v,mech} / 24) mit f_e = Faktor für nicht balancierte RLT-Anlagen (Gl.65)
n_{win} = Fenster- / Türluftwechsel = n_{win,min} + Δn_{win} * t_{nutz} / 24, mit RLT = n_{win,min} + Δn_{win,mech} * t_{v,mech} / 24
mit n_{win,min} = 0.1, in Wohngebäuden n_{win,min} = saisonal nach Gl.77
Δn_{win} = n_{nutz} - (n_{nutz} - 0.2) * n_{inf} - 0.1 (ohne RLT), falls n_{nutz} > 1.2 ⇒ Δn_{win} = n_{nutz} - n_{inf} - 0.1
n_{mech} = n_{mech,ZUL} = Zuluft-Luftwechselzahl mechanisch während der Nutzungsstunden
Hinweis: n_{inf} und n_{win} sind die Luftwechsel im Tagesmittel (Nutzungs- und Nichtnutzungsstunden)
WLA's ohne Kühlfunktion werden außerhalb des Heizbetriebs abgeschaltet (DIN V 18599-6:2018, Abs.3.1.27)

Transferkoeffizienten Lüftung	V m ³	H _{V,z,Jan} W/K	H _{V,inf} W/K	H _{V,win} W/K	Σ H _V W/K	H _{V,mech} W/K	θ _{V,Jan} °C
<1> Wohnhaus	1.440	0	86	40	126	171	15,9
		0	86	40	126	171	

H_{V,z} = V * 0.34 [W/K] = Wärmetransferkoeffizient Lüftung zu angrenzenden Zonen, monatlich, temperaturgewichtet

H_V = Wärmetransferkoeffizient Lüftung = n * V * c_{p,a} * ρ_a = n * V * 0.34 [W/K]

H_{V,win,ohne RLT} = f_{win,seasonal} * H_{V,win} = (0.04*θ_e+0.8) * H_{V,win} [W/K] (Fensterlüftung saisonal)

$\Sigma H_V = H_{V,z,Jan} + H_{V,inf} + H_{V,win}$, Transferkoeffizienten ohne RLT

ϑ_V = Zulufttemperatur der RLT-Anlage für Januar, sh. "RLT-Systeme"

Summenbildung unter Berücksichtigung der Zonen-Nutzungsanteile für Regel- und WE-Betrieb

4.0 Solare Wärmequellen (DIN V 18599-2)

4.1 Solare Wärmeeinträge über Fenster (Ref-No 5.4.1)

Bauliche Verschattung F_S aus Horizontwinkel α_h , Überhangwinkel α_o und Seitenwinkel α_f
Abminderungsfaktoren $F_S = 0.90$ nach GEG §25, vereinfacht

Kollektorfläche	Zone	A_g m ²	I_S , Jan/Jul W/m ²	g_{eff} , Jan/Jul %	Q_S , Jan/Jul kWh/d
9 A 0101 FF Nord	1	0,87	12/ 79	40/ 40 7100	0,1/ 0,7
10 A 0103 FF Nord	1	1,04	12/ 79	40/ 40 "	0,1/ 0,8
11 A 0105 FF Nord	1	0,87	12/ 79	40/ 40 "	0,1/ 0,7
12 A 0106 FF West	1	5,73	22/ 127	40/ 40 "	1,2/ 7,0
13 A 0107 FF Süd	1	4,49	74/ 126	40/ 40 "	3,2/ 5,4
14 A 0108 FF Ost	1	7,57	32/ 153	40/ 40 "	2,3/ 11,2
26 A 0201 FF Nord	1	0,87	12/ 79	40/ 40 "	0,1/ 0,7
27 A 0203 FF Nord	1	2,27	12/ 79	40/ 40 "	0,3/ 1,7
28 A 0205 FF Nord	1	0,87	12/ 79	40/ 40 "	0,1/ 0,7
29 A 0206 FF West	1	7,57	22/ 127	40/ 40 "	1,6/ 9,3
30 A 0207 FF Süd	1	4,49	74/ 126	40/ 40 "	3,2/ 5,4
31 A 0208 FF Ost	1	7,57	32/ 153	40/ 40 "	2,3/ 11,2
41 A 0301 FF Nord	1	0,87	12/ 79	40/ 40 "	0,1/ 0,7
42 A 0303 FF Nord	1	2,27	12/ 79	40/ 40 "	0,3/ 1,7
43 A 0305 FF Nord	1	0,87	12/ 79	40/ 40 "	0,1/ 0,7
44 A 0306 FF West	1	7,57	22/ 127	40/ 40 "	1,6/ 9,3
45 A 0307 FF Süd	1	4,49	74/ 126	40/ 40 "	3,2/ 5,4
46 A 0308 FF Ost	1	7,57	32/ 153	40/ 40 "	2,3/ 11,2
68,20					22/ 84

Strahlungsintensitäten für den Standort "9 Chemnitz"

$Q_S = \text{Strahlungsgewinn pro Tag} = A \cdot F_F \cdot g_{eff} \cdot I_S \cdot t$ mit $g_{eff} = f(F_S, F_w, g_{\perp})$ (DIN V 18599-2 Gl.112)

verwendete Verglasungen und Sonnenschutzvorrichtungen

7100: aus dem Bauteilbezug, ohne Sonnenschutz

Sonnenschutz-Aktivierung $f =$ feststehend, $m =$ manuell, $z =$ zeitgesteuert, $s =$ strahlungsabhängig

Berechnung von $g_{tot,13363}$ -Werten nach EN 13363-1 mit $\tau_{e,B}$ und $\rho_{e,B}$ nach DIN V 18599-2, Tab.8 sowie den Parametern $G1 = 5$, $G2 = 10$ und $G3 = 30$

$g_{eff} = F_S \cdot F_w \cdot F_V \cdot g_{tot}$ = wirksamer Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung

$g_{tot} = g$ -Wert der Verglasung inklusive Sonnenschutz (Tab.8, ohne Sonnenschutz gilt $g_{tot} = g_{\perp}$)

Bewegliche Sonnenschutzvorrichtungen in Nichtwohnzonen werden parallel zur baulichen Verschattung mit

$g_{eff} = F_w \cdot F_V \cdot (a \cdot g_{tot} + (1-a) \cdot g_{\perp})$ bewertet (Gl. 115), der kleinere Wert g_{eff} ist maßgebend

a_{Wi} / a_{SO} = Parameter (0..1) für die zeitliche Aktivierung der Sonnenschutzvorrichtung nach Tab A.4 / A.5

4.2 Solare Wärmeeinträge über opake Hüllflächen
(Ref-No 5.4.2)

Hüllfläche	Zone	A m ²	U W/ (m ² K)	α	h _r W/ (m ² K)	IS, Jul W/m ²	QS, Jul kWh/d	
1 F 0101 FAW Nord	N	1	20,1	0,13	0,50	4,50	79	0,0
2 F 0102 FAW Ost	O	1	6,0	0,13	0,50	4,50	153	0,0
3 F 0103 FAW Nord	N	1	10,9	0,13	0,50	4,50	79	0,0
4 F 0104 FAW West	W	1	6,0	0,13	0,50	4,50	127	0,0
5 F 0105 FAW Nord	N	1	20,1	0,13	0,50	4,50	79	0,0
6 F 0106 FAW West	W	1	31,4	0,13	0,50	4,50	127	0,2
7 F 0107 FAW Süd	S	1	51,4	0,13	0,50	4,50	126	0,3
8 F 0108 FAW Ost	O	1	31,3	0,13	0,50	4,50	153	0,2
15 T 0103 FAW Nord	N	1	2,7	1,30	0,50	4,50	79	0,1
16 T 0106 FAW West	W	1	2,5	1,30	0,50	4,50	127	0,1
18 F 0201 FAW Nord	N	1	20,1	0,13	0,50	4,50	79	0,0
19 F 0202 FAW Ost	O	1	6,0	0,13	0,50	4,50	153	0,0
20 F 0203 FAW Nord	N	1	11,9	0,13	0,50	4,50	79	0,0
21 F 0204 FAW West	W	1	6,0	0,13	0,50	4,50	127	0,0
22 F 0205 FAW Nord	N	1	20,1	0,13	0,50	4,50	79	0,0
23 F 0206 FAW West	W	1	31,3	0,13	0,50	4,50	127	0,2
24 F 0207 FAW Süd	S	1	51,4	0,13	0,50	4,50	126	0,3
25 F 0208 FAW Ost	O	1	31,3	0,13	0,50	4,50	153	0,2
33 F 0301 FAW Nord	N	1	19,8	0,13	0,50	4,50	79	0,0
34 F 0302 FAW Ost	O	1	5,9	0,13	0,50	4,50	153	0,0
35 F 0303 FAW Nord	N	1	11,7	0,13	0,50	4,50	79	0,0
36 F 0304 FAW West	W	1	5,9	0,13	0,50	4,50	127	0,0
37 F 0305 FAW Nord	N	1	19,8	0,13	0,50	4,50	79	0,0
38 F 0306 FAW West	W	1	30,8	0,13	0,50	4,50	127	0,2
39 F 0307 FAW Süd	S	1	50,7	0,13	0,50	4,50	126	0,3
40 F 0308 FAW Ost	O	1	30,8	0,13	0,50	4,50	153	0,2
							535,9	2,6

$$Q_{S,op} = R_{se} \cdot U \cdot A \cdot (\alpha \cdot I_S - F_f \cdot h_r \cdot \Delta\vartheta_{er}) \cdot t \quad (\text{DIN V 18599-2, Gl.117})$$

- α = Strahlungs-Absorptionsgrad (Tab.9), abhängig von der Bauteiloberfläche
- I_S = globale Sonneneinstrahlung, jahreszeit-, neigungs- und orientierungsabhängig [W/m²]
- F_f = Formfaktor zwischen Bauteil und Himmel (bis 45° Neigung = 1, über 45° = 0.50)
- h_r = äußerer Abstrahlungskoeffizient, Regelwert = 5 * Emissionsgrad = 5 * 0.8 = 4 W/(m²K)
- Δϑ_{er} = scheinbare, mittlere Temperaturdifferenz zwischen Bauteil und Himmel (10 °K)

4.3 solare Wärmegewinne
(Ref-No 5.4.3)

Zone	Sep kWh	Okt kWh	Nov kWh	Dez kWh	Jan kWh	Feb kWh	Mär kWh	Jahr kWh
über Fenster ...								
<1> Wohnhaus	1.587	1.341	623	563	690	849	858	17.378
über opake ...								
<1> Wohnhaus	37	29	5	6	9	10	4	412
<hr/>								
	1.623	1.370	628	569	698	859	861	17.789

5.0 Interne Wärme- und Kältequellen (DIN V 18599-2)

(Ref-No 5.5.0)

Zone	A_B m ²	$Q_{I,p}$ kWh/d	$Q_{I, fac}$ kWh/d	$Q_{I,g}$ kWh/d	Q_I kWh/d
<1> Wohnhaus	585	52,6	-	0,0	52,6

ungeregelte Wärmeeinträge im Januar

Zone	Leuchtenabluft m ³ /hW	$Q_{I,L}$ kWh/d	$Q_{I,h}$ kWh/d	$Q_{I,w}$ kWh/d	$Q_{I,rv}$ kWh/d
<1> Wohnhaus	0,0	0,0	0,2	18,4	0,0

A_B = Bezugsfläche für die internen Wärmequellen / -senken
 $q_{I,p}$ = durchschnittliche, tägliche Wärmeabgabe von Personen (Gl.125)
 $q_{I, fac}$ = durchschnittliche, tägliche Wärmeabgabe von Geräten und Maschinen
 $Q_{I,g}$ = $Q_{I, goods}$ = täglicher Wärmeeintrag durch Stofftransporte
 Q_I = Summe der internen Wärmequellen / -senken, Tageswert
 Leuchtenabluft = Volumenstrom des Leuchten-Abluftsystems (0 = ohne Abluft)
 $Q_{I,L}$ = Wärmeeinträge durch künstliche Beleuchtung, berücksichtigt vorhandene Abluftsysteme
 $Q_{I,h}$ = unregelmäßige Wärmeeinträge der Heizungsanlage, siehe Heizsysteme
 $Q_{I,w}$ = unregelmäßige Wärmeeinträge der Warmwasserversorgung, siehe Warmwassersysteme
 $Q_{I,rv}$ = unregelmäßige Wärmeeinträge durch die Lüftungsanlage

6.0 Ausnutzungsgrad für Wärmequellen (DIN V 18599-2)

(Ref-No 5.6.0)

Betrachtungsmonat Januar

Zone	$\sum H_T$ W/K	$\sum H_V$ W/K	$\sum H_{V, mech}$ W/K	Q_{sink} kWh/d	Q_{source} kWh/d	γ
<1> Wohnhaus	216	135	171	170	94	0,550
Zone	C_{wirk} Wh / (m ² K)	H W/K	τ h	a -	η -	η_{WE}
<1> Wohnhaus	50	522	71,88	5,49	0,983	

$\sum H_T = H_{T,D} + H_{T,s} + H_{T,iu}$ = Transmissionswärme-Transferkoeffizienten, $H_{T,iz}$ siehe Q_{sink}
 $\sum H_V$ = Lüftungswärme-Transferkoeffizienten aus Infiltration und Fensterlüftung
 $\sum H_{V, mech}$ = Transferkoeffizient aus mechanischer Lüftung mit WRG ohne Kühlfunktion
 Q_{sink} = Summe der Wärmesenken aus Transmission und Lüftung in der Gebäudezone
 Q_{source} = Summe der solaren und internen Wärmequellen in der Gebäudezone
 $\gamma = Q_{source} / Q_{sink}$ = Verhältnis zwischen Wärmequellen und Wärmesenken
 C_{wirk} = wirksame Wärmespeicherfähigkeit, Standardwert 50 bis maximal 130 Wh/(m²K) bei schweren Bauweisen mit normalen Raumhöhen und ohne Innenverkleidungen, bezogen auf einen m² Grundfläche
 $\tau = \text{Zeitkonstante} = C_{wirk} / H$ mit H = Transferkoeffizient der Gebäudezone aus Transmission und Lüftung
 $a = a_0 + \tau / \tau_0 = 1 + \tau / 16$ = numerischer Parameter
 $\eta = \text{Ausnutzungsgrad} = (1 - \gamma^a) / (1 - \gamma^{a+1})$, bei $\gamma=1$ gilt $\eta = a / (1+a)$, DIN V 18599-2 Gl. 142 / 143
 η_{WE} = Ausnutzungsgrad im Wochenendbetrieb

7.0 Heizwärmebedarf (DIN V 18599-2)
(Ref-No 5.7.0)

Temperaturrandbedingungen

Außentemperaturen T_e im Monatsmittel für den Standort "9 Chemnitz"
Bilanzinnentemperaturen T_i nach Zonen siehe Nutzungsrandbedingungen

	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
T_e d/m	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
T_e °C	0,5	1,0	3,9	8,2	12,9	15,5	17,5	17,6	13,2	9,2	3,8	0,8
⇒ Zonen ...												
$T_{i, 1}$ °C	19,4	19,5	19,5	19,7	19,8	19,9	19,9	19,9	19,8	19,7	19,5	19,5

7.1 Zone <1> Wohnhaus
(Ref-No 5.7.1)

Ausnutzungsgrade für Wärmequellen η_{source} siehe Abs.6.0
Monatliche Heizzeiten t_h nach DIN V 18599-2, D.2, bei mehreren Zonen im Heizbereich die maximale Heizzeit, siehe "Heizsysteme".

Regelbetrieb (100,0%)

mit $\vartheta_{h,Jan} = 19,4$ °C und $Q_I = 52,6$ kWh/d

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,485	0,767	0,967	0,985	0,983	0,972	0,955	0,684
t_h	h	37	540	720	744	744	672	744	4.772
$Q_{h,b,RE}$	kWh	19	278	1.639	2.478	2.427	1.878	1.489	10.501
$Q_{h,b,WE}$	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-
Q_T	kWh	1.026	1.684	2.444	2.994	3.040	2.676	2.510	20.705
Q_V	kWh	808	1.322	1.845	2.196	2.223	1.967	1.897	17.042
Q_S^*	kWh	788	1.050	607	560	686	835	822	9.707
Q_I^*	kWh	1.030	1.684	2.063	2.176	2.171	1.939	2.104	17.670

$\eta_{source} / \eta_{source,WE}$ = Ausnutzungsgrade für solare und interne Wärmegewinne im Regel- / WE-Betrieb

$\Delta Q_{C,b,WE}$ = Übertrag gespeicherter Wärme zwischen Regel- und WE-Betrieb ($t_{nutz} < 365$)

monatliche Heizzeit t_h nach Anhang D, Transmissionsverluste Q_T und Lüftungsverluste Q_V

solare Wärmegewinne $Q_S^* = Q_S \cdot \eta$ und interne Wärmegewinne $Q_I^* = Q_I \cdot \eta$

Heizwärmebedarf $Q_{h,b} = Q_T + Q_V - Q_S^* \cdot \eta - Q_I^* \cdot \eta$ mit dem Ausnutzungsgrad η

7.2 Summe Heizwärmebedarf
(Ref-No 5.7.2)

	Q_T kWh/a	Q_V kWh/a	Q_S^* kWh/a	Q_I^* kWh/a	$Q_{h,b}$ kWh/a	$Q_{h,b}$ kWh/(m ² a)
<1> Wohnhaus	20.705	17.042	9.707	17.670	10.502	14,0
	20.705	17.042	9.707	17.670	10.502	14,0

8.0 Wohnungslüftungsanlagen und Wohnungskühlung (DIN V 18599-6)

(Ref-No 5.8.0)

8.1 Eingesetzte Wohnungslüftungsanlage / Kühlsystem

(Ref-No 5.8.1)

Zone	Anlage	Komponenten	Q _{h,b} kWh/Jahr
<1> Wohnhaus	Zu- und Abluft	WRG80	10.501

Anlagenparameter und Betriebszeiten

<1> Wohnhaus

Wohnungslüftungsanlage 5 Zu- und Abluft, Aufstellort im beheizten Bereich, Leckagen < 2,5%,
Abtaubetrieb bei T_e >= -6°C, Heizperiodenbetrieb, mittlerer Anlagenluftwechsel 0.35 1/h, mit
Wärmerückgewinnung 0,800, Ablufttemperatur 21°C
Wärmeaufnahme des Lüftungssystems durch WRG
mit dem Temperaturänderungsgrad $\eta_{t,unit,mth} = 0,8 \cdot (1 - 0,06) = 0,75$ (Gl.16)
 $Q_{rv,prod} = \eta_{mech} \cdot V \cdot t_{rv,mech} \cdot 0,34 \cdot (\theta_{v,mech} - \theta_e)$ (Gl.146)

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$\theta_{v,mech}$	°C	19,1	18,1	16,7	16,0	15,9	16,0	16,8	17,9
$t_{rv,mech}$	h/m	720	744	720	744	744	672	744	5.808
$Q_{rv,WRG}$	kWh	724	1.131	1.596	1.937	1.965	1.732	1.639	11.912

8.2 Wärmeverluste der Übergabe

nicht vorhanden (keine WLA mit Zuluftvorwärmung im System)

8.3 Verteilungsverluste

nicht vorhanden (keine WLA mit Nachheizung im System)

8.4 Speicherverluste

nicht vorhanden (keine WLA mit Luft-Wasser-WP im System)

8.5 Hilfsenergiebedarf

<1> Wohnhaus

Wohnungslüftungsanlage Zu- und Abluft WRG80

Leistungsaufnahme der DC-Ventilatoren $p_{el,Vent} = 0,45$ W/(m³/h), $P_{fan} = 227$ W

Abschlag für Frostschutzbetrieb $f_{sup-decr} = 0,000$

Leistungsaufnahme der Regeleinrichtungen $P_{el,c} = 0,00$ W

Hilfsenergiebedarf

der Ventilatoren: $W_{fan,mth} = 0,001 \cdot (1 + f_{gr-exch} + f_{S-KOL} - f_{sup-decr}) \cdot p_{el,fan} \cdot \eta_{mech} \cdot V \cdot t_{rv,mech}$ (Gl.60)

der Regelung: $W_{C,mth} = 0,001 \cdot P_{el,c} \cdot t_{rv,mech}$ (Gl.63)

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
W _{fan, mth}	kWh	163	169	163	169	169	152	169	1.317
W _{C, mth}	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-

8.6 Abluft-Wärmepumpe

keine WLA mit Abluft-Wärmepumpe im System

8.7 Luftheizungsanlagen

keine Luftheizungsanlage im System

8.8 Wohnungskühlung

keine Wohnungskühlung im System

8.9 Endenergie

(Ref-No 5.8.9)

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
Q _{rv, f}	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-
Q _{rv, aux}	kWh	163	169	163	169	169	152	169	1.317
eco-Strom	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-
Q _{I, rv, <1>}	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-

ENTWURF

12.0 Warmwassersysteme (DIN V 18599-8)

(Ref-No 5.12.0)

12.1 Nutzenergiebedarf Warmwasser

(Ref-No 5.12.1)

Zone	Nutzung	$q_{w,b}$ kWh/d je	Menge	$Q_{w,b,Jan}$ kWh/M
<1> Wohnhaus	Wohnzone	0,023 m ² Wfl	584,58	422 e

$Q_{w,b} = q_{w,b} \cdot d_{mth} \cdot d_{nutz} / 365 \cdot \text{Menge [kWh/Monat]}$ (DIN V 18599-10)

e) Flächenbezug ist die Nettogrundfläche A_{NGF} , siehe DIN V 18599-10, Tab.4, nach KfW: Flächenbezug = beheizte Netto-Grundfläche (NGF) nach DIN 277-1

12.2 Eingesetzte Warmwassersysteme

(Ref-No 5.12.2)

Versorgungsbereich	Zonen (n)	f_{zapf}	$Q_{w,b}$ kWh/Jahr
1 zentrale WW-Versorgung	1/	1,00	4.969
2			

Besondere Maßnahmen zur Reduzierung des Nutzwärmebedarfs für Trinkwarmwasser sind nicht vorgesehen

12.3 Verteilungsnetze

(Ref-No 5.12.3)

(1) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 1

Verteilssystem: Leitungslängen nach DIN V 4701-10 (GEG / KfW / EnEV'14), Zirkulationsbetrieb an $z = 16,4$ h/d
Wärmedurchgangskoeffizient U_i , gedämmte Leitungen nach 1995 (REF)

mittlere Temperatur des Rohrabchnitts $\theta_{w,av}$ ohne Zirkulation, im Zirkulationsbetrieb 57,5°C (Tab.6)

Umgebungstemperatur in der thermischen Hülle = Bilanzinnentemperatur

Zirkulationspumpe

Volumenstrom $V = 0,15$ m³/h, $\Delta p = 19,0$ kPa, $P_{hydr} = 0,777$ kPa·m³/h, $e_{w,d,aux} = 19,5$

Elektrische Leistungsaufnahme $P_p =$ unbekannt, geregelt, bedarfsorientiert

	Verteilung (V)	Stränge (S)	Stichtg. (St)
--	----------------	-------------	---------------

(1) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 1

Leitungslängen l_i	21 m	28 m	38 m
Wärmedurchgangskoeffizient U_i	0,200 W/(mK)	0,255 W/(mK)	0,255 W/(mK)
Warmwassertemperatur $\theta_{w,av}$	34,5 °C	32,9 °C	32,9 °C
Umgebungstemperatur $\theta_{I,Jan}$	19,4 °C	19,4 °C	19,4 °C

Monat	Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
-------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------

(1) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 1

$Q_{w,b}$	kWh	408	422	408	422	422	381	422	4.969
$Q_{w,d,V}$	kWh	166	172	167	173	173	157	173	2.028
$Q_{w,d,S}$	kWh	288	298	290	301	301	271	300	3.515
$Q_{w,d,St}$	kWh	90	94	92	95	95	86	95	1.104
$Q_{w,d}$	kWh	544	564	549	569	570	514	567	6.647

$W_{w,d}$	kWh	7	8	7	8	8	7	8	91
$Q_{I,w,d}$	kWh	544	564	549	569	570	514	567	6.647

Aufteilung $Q_{I,w,d}$: nach Grundflächenanteilen

$Q_{w,d}$ = Wärmeverluste des Rohrnetzes der Warmwasserverteilung nach DIN V 18599-8, Abs. 6.2

Leitungslängen der Verteilung (V), der Stränge (S) und der Stichleitungen (St) nach Tab.10 oder manuell

$Q_{I,w,d}$ = unregelmäßige Wärmeeinträge durch die WW-Verteilung, siehe "interne Wärmegewinne"

$W_{w,d}$ = Hilfsenergiebedarf der Zirkulationspumpe

12.4 Warmwasserspeicher

(Ref-No 5.12.4)

(1) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 1

indirekt beheizter Speicher nach 1994, Speichervolumen $V = 220$ Liter für 6 WE

Bereitschafts-Wärmeverlust $Q_{s,P0,day} = 2,1$ kWh/d (T8 Gl. 26-30)

Umgebungstemperatur am Aufstellort θ_i 13,0 °C (Heizperiode), außerhalb der Heizperiode 22,0 °C

Speicher-Wärmeverlust $Q_{w,s} = f_{con} * (55-T_u)/45 * d_{op,mth} * Q_{s,P0,day}$ mit $f_{con} = 1,2$ (Gl.25)

Speicherladepumpe mit $P_p = 55$ W, Hilfsenergiebedarf $W_{w,s}$

Erzeugernutzwärmeabgabe für Trinkwarmwasserbereitung $Q_{w,outg} = Q_{w,b} + Q_{w,d}$ monatlich

Monat	Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
-------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------

(1) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 1

$Q_{w,outg}$	kWh	952	986	958	991	992	895	989	11.616
--------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	--------

$Q_{w,s}$	kWh	70	72	70	72	72	65	72	786
-----------	-----	----	----	----	----	----	----	----	-----

$W_{w,s}$	kWh	3	3	3	3	3	2	3	31
-----------	-----	---	---	---	---	---	---	---	----

12.5 Solaranlage zur Trinkwassererwärmung

(Ref-No 5.12.5)

nicht vorgesehen

12.6 Nutzwärmebedarf der Warmwassererzeugung

(Ref-No 5.12.6)

Monat	Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
-------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------

(1) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 1

$Q_{w,outg}$	kWh	1.022	1.058	1.027	1.063	1.063	960	1.061	12.401
--------------	-----	-------	-------	-------	-------	-------	-----	-------	--------

12.7 Wärmepumpen zur Trinkwassererwärmung

(Ref-No 5.12.7)

(1) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 1

Wärmepumpe 1, Luft-Wasser WP, 29,445 kW, exergetisch für Heizung und WW, 29,4 kW

Energieträger Strom-Mix, maximale Laufzeit 20 h/d, Vorrangschaltung für WW

Leistungszahl im Prüfstand COP = 3,8 bei A7/W35

Die Leistungszahlen (COP) werden für die Vorlauftemperatur 55°C und für die monatsmittlere

Außenlufttemperatur korrigiert, Außentemperaturen für "9 Chemnitz"

COP-Koeffizienten über den exergetischen Wirkungsgrad nach Ahang B.3

Jahresarbeitszahl $SPF_{w,gen,a} = 12401/(5071+0+0) = 2,45$ (Gl.89)

Nutzwärmeabgabe für Trinkwarmwasserbereitung $Q_{w,outg} = Q_{w,b} + Q_{w,d} + Q_{w,s} - Q_{w,sol}$ monatlich

$Q_{w,f}$ = Endenergiebedarf und $W_{w,gen}$ = Hilfsenergiebedarf der Wärmepumpe

COP = Leistungszahl der WP, $t_{w,gen}$ = Laufzeit, $Q_{w,in}$ = verwendete Umweltwärme (Gl.80)

$Q_{w,f,bu}$ = Nutzwärmebedarf der Nachheizung

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
(1) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 1, Jahresarbeitszahl _{WW} = 2,45									
$Q_{w,outg}$	kWh	1.022	1.058	1.027	1.063	1.063	960	1.061	12.401
COP		2,71	2,47	2,21	2,09	2,08	2,10	2,22	
$t_{w,gen}$	h/d	1,6	1,8	2,0	2,1	2,1	2,1	2,0	
$Q_{w,f}$	kWh	377	428	464	509	511	458	479	5.071
$Q_{w,in}$	kWh	645	630	563	555	552	503	583	7.330
$W_{w,gen}$	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-

12.8 Wärmeerzeugung (Ref-No 5.12.8)

Ein konventioneller Wärmeerzeuger ist nicht erforderlich

12.9 Endenergie Warmwasserbereitung (Ref-No 5.12.9)

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{w,outg}$	kWh	1.022	1.058	1.027	1.063	1.063	960	1.061	12.401
$Q_{w,f}$	kWh	377	428	464	509	512	458	479	5.071
$W_{w,f}$	kWh	10	10	10	10	10	9	10	122
Strom-Mix	kWh	377	428	464	509	512	458	479	5.071
$Q_{I,w,<1>}$	kWh/d	18,1	18,2	18,3	18,4	18,4	18,4	18,3	

$Q_{w,outg} / Q_{w,f}$ = Nutz- / Endenergiebedarf für Warmwasserbereitung

$W_{w,f}$ = Hilfsenergiebedarf, $Q_{I,w}$ = unregelmäßige Wärmeeinträge durch Leitungs- / Speicherverluste

Unregelmäßige Wärmeeinträge Q_I werden bei Bedarf flächengewichtet auf die Zonen aufgeteilt

13.0 Heizsysteme (DIN V 18599-5)

(Ref-No 5.13.0)

13.1 Maximal erforderliche Heizleistung $Q_{h,max}$

(Ref-No 5.13.1)

nach T2, Anhang B, Bemessungsmonat = Januar mit $\theta_{i,h,min}$ zonenbezogen und $\theta_{e,min} = -12^{\circ}\text{C}$

Zone	$Q_{T,max}$ kW	$Q_{V,max}$ kW	V_{mech} m ³ /h	$Q_{V,mech}$ kW	$\Phi_{h,max}$ kW
<1> Wohnhaus	6,9	2,2	504	1,2	10,3

$Q_{T,max}$ = Heizleistung zur Deckung der Transmissionswärmeverluste inklusive Wärmebrücken. Wärmetransfer zu benachbarten Zonen $Q_{T,i,z}$ temperaturgewichtet mit $T_{i,min,H}$.

$Q_{V,max}$ = Heizleistung zur Deckung der Lüftungswärmeverluste aus Infiltration und Fensterlüftung

$V_{mech} = n_{mech,ZUL} * V$ = Mindestvolumenstrom der mechanischen Lüftungsanlage

$Q_{V,mech} = 0,34 * V_{mech} * (\theta_{i,h,min} - \theta_V)$ = Heizleistung für die Nacherwärmung der Zuluft (RLT mit WRG)

$\Phi_{h,max} = Q_{T,max} + 0,5 * Q_{V,max} + Q_{V,mech}$ = erforderliche Heizleistung in der Gebäudezone (T2 Gl.B.4)

13.2 Eingesetzte Heizsysteme

(Ref-No 5.13.2)

Anlage	Versorgungsbereich	Zone (n)	$Q_{h,b}$ kWh/Jahr	$\Phi_{h,max}$ kW	$Q_{N,h}$ kW
1 Fußbodenheizung Trockensystem		1/	10.501	10,3	0,0
2					

<1> hydraulischer Abgleich statisch mit Gruppenabgleich, $n \leq 10$, System Trockensystem, Raumtemperaturregelung P-Regler nicht zertifiziert, intermittierender Heizbetrieb nein, Einzelraumregelsystem ohne

Heizwärmebedarf nach Heizbereichen

Monat	Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr	
$Q_{h,b}, <1>$	kWh	19	278	1.639	2.478	2.427	1.878	1.489	10.501

Nutz-Heizwärmebedarf $Q_{h,b}$ nach T2, maximale Heizleistung $\Phi_{h,max}$ (T2, Anhang B) und Kesselnennleistung $Q_{N,h}$ nach T5, 5.4

13.3 Heizzeiten

(Ref-No 5.13.3)

(1) Bereich "Fußbodenheizung Trockensystem", Leitzone <1> Wohnhaus

Monat	Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr	
$t_h <1>$	h/m	37	540	720	744	744	672	744	4.772
$t_{h,rL,d} <1>$	h/d	17	17	19	20	20	20	19	
$d_{h,rB} <1>$	d/m	2	23	30	31	31	28	31	199
$t_{h,rL} <1>$	h/m	26	388	569	618	621	556	587	3.783

$t_h = t_{h,Nutz} + t_{h,WE}$ = monatliche Heizzeiten nach DIN V 18599-2, D.2

$t_{h,rL,day} = 24 - f_{L,NA} * (24 - t_{h,op,day})$ (T5 Gl.24) mit

$t_{h,op,day}$ = tägliche Heizzeit (Nutzungsrandbedingung) und $f_{L,NA}$ = Laufzeitfaktor

$d_{h,rB}$ = monatliche, rechnerische Betriebstage der Heizung (T5 Gl.28)

$t_{h,rL} = t_{h,rL,day} * d_{h,rB}$ = monatliche, rechnerische Laufzeit

13.4 Heizwärmeübergabe
(Ref-No 5.13.4)

(1) Fußbodenheizung Trockensystem
hydraulischer Abgleich statisch mit Gruppenabgleich, $n \leq 10$, System Trockensystem,
Raumtemperaturregelung P-Regler nicht zertifiziert, intermittierender Heizbetrieb nein,
Einzelraumregelsystem ohne

Summe der Temperaturschwankungen $\Delta\vartheta_{ce} = 0+1,2+(0,4+0,5)/2+0+0,2+0 = 1,85^\circ\text{K}$ (T5 Gl.35)

$Q_{h,ce} = Q_{h,b} * \Delta\vartheta_{ce} / (T_{i,h} - T_e)$ (Gl.34) (10,9%)

Hilfsenergie der Wärmeübertragungsprozesse: Stellantriebe nicht relevant / bereits enthalten
(0,0 Watt)

Nutzwärmebedarf, Verluste und Hilfsenergie der Wärmeübergabe

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
(1) Fußbodenheizung Trockensystem									
$Q_{h,b}$	kWh	19	278	1.639	2.478	2.427	1.878	1.489	10.501
$Q_{h,ce}$	kWh	5	49	193	246	237	188	176	1.141
$\Sigma Q_{h,b+ce}$	kWh	24	327	1.831	2.724	2.664	2.066	1.665	11.643

Nutz-Heizwärmebedarf $Q_{h,b}$ (nach T2), Regel- und WE-Betrieb

Verluste der Wärmeübergabe $Q_{h,ce} = Q_{h,b} * \Delta\vartheta_{ce} / (T_{i,h} - T_e)$ (monatlich, Gl.34)

Summe der Temperaturschwankungen $\Delta\vartheta_{ce}$ (Tab.9 ff) für hydraulischen Abgleich, Übergabesystem, Raumtemperaturregelung, Übertemperatur, spezifische Wärmeverluste der Außenbauteile, Strahlungswirkung, intermittierenden Heizbetrieb und Gebäudeautomation

13.5 Heizwärmeverteilung
(Ref-No 5.13.5)

Leitungslängen der Verteilung (V), der Stränge (S) und der Anbindeleitungen (A) nach Abs. 6.3
Hilfsenergiebedarf $W_{h,d}$ der Heizungspumpe

(1) Fußbodenheizung Trockensystem

System: (DIN V 18599-5:2018) Nutzungstyp "1 Wohnen, Büro, Hotels", Netztyp 2

Etagenverteiltertyp, Flächenheizung, Leitungslängen nach Abs.6.3 mit $A_{\text{Nutz,Heizbereich}} = 584,6$
 m^2 , Geschosshöhe i.M. = 3,22 m, 3 Geschosse.

Vor- / Rücklauftemperatur (Auslegung) $\theta_{VA} = 35^\circ\text{C} / \theta_{RA} = 28^\circ\text{C}$, $T_{i,\text{Soll},<1>} = 20,0^\circ\text{C}$

Wärmedurchgangszahlen U_i nach Tab.16, gedämmte Leitungen nach 1995

Heizungspumpe: Differenzdruck des Verteilsystems = 43 kPa (aus Rohrleitung, Erzeuger,
Wärmemengenzähler, Strangarmaturen)

Korrekturfaktoren f_{hydr} , Abgleich = 1,00, $f_{\text{Netzform}} = 1,00$, $f_{d,\text{Pumpenmanagement}} = 1,00$

Heizungspumpe Δp konstant, bedarfsgerecht, P_{Pumpe} unbekannt

	Verteilung (V)	Stränge (S)	Anbindung (A)
(1) Fußbodenheizung Trockensystem			
Leitungslängen l_i	73,1 m	10,0 m	- m
Wärmedurchgangszahlen U_i	0,200 W/ (mK)	0,255 W/ (mK)	0,255 W/ (mK)
Umgebungstemperaturen $\theta_{I,i}$	13,0 °C	20,0 °C	20,0 °C

Mittlere Heizkreistemperaturen $\theta_{VL,av}$ (Vorlauf) und $\theta_{RL,av}$ (Rücklauf), Verluste der Verteilung
 $Q_{h,d}$, daraus resultierende, unregelte Wärmeeinträge $Q_{l,h,d}$ und Hilfsenergiebedarf $Q_{h,d,aux}$

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
(1) Fußbodenheizung Trockensystem									
$\beta_{h,d}$		0,06	0,06	0,25	0,36	0,35	0,30	0,22	
$\theta_{VL,av}$	°C	21,2	21,1	24,2	25,9	25,7	25,0	23,8	
$\theta_{RL,av}$	°C	20,7	20,6	22,2	23,1	23,1	22,7	22,0	
$Q_{h,d}$	kWh	3	46	90	111	111	94	89	592
$W_{h,d}$	kWh	1	11	22	27	26	22	21	141
$Q_{I,h,d}$	kWh	0	1	5	7	7	5	4	30

Leitungsverluste $Q_{h,d} = 5,1 \%$, ungerichtete Wärmeeinträge $Q_{I,h,d} = 0,3 \%$
 Aufteilung $Q_{I,h,d}$: nach Grundflächenanteilen

Mittlere Vorlauf-, Rücklauf- und Heizkreistemperaturen ($\theta_{VL,av}$, $\theta_{RL,av}$, $\theta_{HK,av}$) nach T5 Abs. 5.3

Belastungsgrad der Wärmeverteilung $\beta_{h,d}$ nach Gl.9

$Q_{h,d}$ = Wärmeverluste des Rohrnetzes = $\sum l_i \cdot U_i (\theta_{HK,m} - \theta_{l,i}) \cdot t_{h,rL,i} / 1000$ [kWh] (Gl.52)

$Q_{I,h,d} = Q_{h,d}$ = ungerichtete Wärmeeinträge in Zonen mit innen liegenden Leitungen

$W_{h,d} = W_{h,d,hydr} \cdot e_{h,d,aux}$ = Hilfsenergiebedarf der Heizungspumpe (Gl.55)

mit $W_{h,d,hydr}$ = hydraulischer Energiebedarf (Gl.56) und $e_{h,d,aux}$ = Pumpen-Aufwandszahl (Gl.61)

13.6 Nutzwärmebedarf der Erzeugung (Ref-No 5.13.6)

(1) Fußbodenheizung Trockensystem

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{h,out}$	kWh	27	372	1.921	2.835	2.775	2.159	1.754	12.235

$Q_{h,out} = Q_{h,b} + Q_{h,ce} + Q_{h,d}$ in [kWh]

13.7 Heizwärmepufferspeicher (Ref-No 5.13.7)

nicht vorgesehen

13.8 solare Heizungsunterstützung (Ref-No 5.13.8)

nicht vorgesehen

13.9 Heizungsärmepumpen
(Ref-No 5.13.9)

Heizbereiche (1)

(1) Fußbodenheizung Trockensystem

Wärmepumpe 1, Luft-Wasser WP, 29,445 kW, exergetisch für Heizung und WW, 29,4 kW
Energieträger Strom-Mix, maximale Laufzeit 20 h/d

Leistungszahl im Prüfstand COP = 3,8 bei A7/W35

Die Leistungszahlen (COP) werden für die mittleren, monatlichen Vorlauftemperaturen $\theta_{VL}(\beta_h)$

(Gl.14) und stundenanteilig für die Temperaturklassen -7 / 2 / 7 / 20 °C korrigiert

Stundensummen in den Temperaturklassen für Region 9 Chemnitz TRY2035_09_Jahr

COP-Koeffizienten über den exergetischen Wirkungsgrad nach Ahang B.3

$Q_{h,outg} = Q_{h,b} + Q_{h,d} + Q_{h,s} - Q_{h,sol}$ = Nutzwärmeabgabe für Heizung, monatlich

Nutzwärmeabgabe und Laufzeiten für die WW-Bereitung siehe "Warmwassersysteme"

COP = Leistungszahl der Wärmepumpe, monatlich, t_{ON} = tägliche Laufzeit

$Q_{h,f}$ = Endenergiebedarf der WP, $Q_{h,f,bu}$ = Nutz- / Endenergiebedarf der Nachheizung

$Q_{h,in}$ = regenerativer Energieertrag (Gl.149), $W_{h,gen}$ = Hilfsenergiebedarf

Wärmepumpe 1, Jahresarbeitszahl_{Hzzg} = 3,62

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{h,outg}$	kWh	27	372	1.921	2.835	2.775	2.159	1.754	12.235
COP		6,84	5,24	3,99	3,74	3,64	3,76	4,06	
$t_{ON,g,d}$	h/d	0,0	0,4	2,2	3,3	3,2	2,7	1,9	
$Q_{h,f}$	kWh	6	87	513	804	800	600	465	3.375
$Q_{h,in}$	kWh	21	285	1.408	2.031	1.974	1.559	1.289	8.859

13.10 Konventionelle Heizwärmerezeuger
(Ref-No 5.13.10)

Heizbereiche (1)

(1) "Fußbodenheizung Trockensystem"

Ein konventioneller Wärmerezeuger ist nicht erforderlich

13.11 Endenergie Heizwärme
(Ref-No 5.13.11)

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{h,f}$	kWh	6	87	513	804	801	601	465	3.375
W_h	kWh	1	11	22	27	26	22	21	141
Strom-Mix	kWh	6	87	513	804	801	601	465	3.375
$Q_{I,h,<1>}$	kWh/d	0,0	0,0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	

$Q_{h,f}$ = Endenergiebedarf Heizung = $Q_{h,b} + Q_{h,ce} + Q_{h,d} + Q_{h,s} + Q_{h,g} - Q_{h,sol}$ (Gl.4)

W_h = Hilfsenergiebedarf = $W_{h,ce} + W_{h,d} + W_{h,s} + W_{h,gen}$ (Gl.6)

$Q_{I,h}$ = unregelmäßige Wärmeeinträge = $Q_{I,h,d} + Q_{I,h,s} + Q_{I,h,g}$ (Gl.7)

Die Energieanteile nach Energieträgern werden bei Bedarf nach anteiliger Kesselbelastung aufgeteilt

Unregelmäßige Wärmeeinträge werden bei Bedarf flächengewichtet auf die Zonen aufgeteilt

14.0 Energiebedarf (DIN V 18599-1)

14.1 Stromerzeugende Systeme

Eine BHKW-Anlage ist nicht vorgesehen

Strom aus erneuerbaren Energiequellen steht nicht zur Verfügung

14.2 Energiebedarf nach Energieträgern (Ref-No 5.14.2)

Energieträger	Prozessbereich	Zonen	Endenergie kWh/a	f_P	$f_{HS/Hi}$	Q_P kWh/a
Strom-Mix	Heizwärme	1/	3.375	1,80	1,00	6.076
Strom-Mix	Warmwasser	1/	5.071	1,80	1,00	9.128
Strom-Mix	Hilfsenergie		1.581	1,80	1,00	2.846
Σ [kWh/Jahr]			10.028			18.050

Teilbelüftetes Wohngebäude: nein

$Q_P = \Sigma Q_{f,i} * f_{P,i} / f_{HS/Hi,i}$ (DIN V 18599-1, Gl.22)

Jahres-Primärenergiebedarf $q_P = 18.050 / 750 = 24,1$ kWh/(m²a) ($\Sigma A_{NGF} = 750$ m²)

Endenergie (brennwertbezogen) = Jahressummen aus den Prozessbereichen

f_P = Primärenergiefaktoren energieträgerbezogen nach DIN V 18599-1, Tab.A.1

Endenergiebedarf: Hilfsenergie 2,1 kWh/(m²a), Strom-Mix 11,3 kWh/(m²a)

Effizienzklasse

auf Basis des Endenergiebedarfs = $(10028) / 750,0 = 13,4$ kWh/(m²a)

Effizienzklasse nach GEG A10, Effizienzklasse **A+** (13,4 kWh/(m²a))

Treibhausgasemissionen (CO₂)

Energieträger	Endenergie kWh/a	Emissionsfaktor g CO ₂ /kWh	Emissionen kg/a	kg/ (m ² a)
Strom-Mix	3.375	560	1.890	
Strom-Mix	5.071	560	2.840	
Strom-Mix	1.581	560	885	
	10.027		5.615	7,5

Emissionsfaktoren nach GEG 2020, Anlage 9, Endenergiebedarf heizwertbezogen
 Gutschrift für PV-Strom aus Verrechnung nach DIN V 18599-9:2018

14.3 Endenergiebedarf nach Zonen
 (Ref-No 5.14.3)

siehe Abschnitt Zone	m ²	WLA			Warmwasser	Heizung	Summe
		9 kWh/a	10 kWh/a	11 kWh/a	12 kWh/a	13 kWh/a	
<1> Wohnhaus	750	-	-	-	5.072	3.376	8.447
Gebäude	750	-	-	-	5.072	3.376	8.447

Endenergie = Jahressummen aus den Prozessbereichen ohne Hilfsenergie
 Die Aufteilung der Endenergieanteile aus Prozessbereichen mit mehreren Zonen erfolgt lastabhängig.

14.4 Aufteilung des Energiebedarfs für den Energieausweis
 (Ref-No 5.14.4)

	RLT kWh/m ² a	Beleucht. kWh/m ² a	Klima kWh/m ² a	Warmwasser kWh/m ² a	Heizung kWh/m ² a	Summe kWh/m ² a
Nutzenergiebedarf	1,8	0,0	0,0	6,6	14,0	22,4
Endenergiebedarf	1,8	0,0	0,0	6,9	4,7	13,4
Primärenergiebedarf	3,2	0,0	0,0	12,5	8,4	24,1

Energiebedarf für den Energieausweis mit Hilfsenergie (Ventilator-, Pumpenstrom, ...)

ENTWURF

15.0 Nachweise

(Ref-No 5.15.0)

für ein neu errichtetes Gebäude
Referenzberechnung = "Wohnhaus-Referenz2020"

15.1 Nachweis der thermischen Hülle

(Ref-No 5.15.1)

Grenzwert für ein Wohngebäude (750 m²) nach GEG 2020 § 16

zul $H'_T = \text{zul } H'_{T,REF} = 0,38 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

vorh $H'_T = H_T / \Sigma A = 215,7 / 1120,1 = 0,19 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

vorh $H'_T = 0,19 \leq 0,38 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, **Grenzwert wird eingehalten**

15.2 Nachweis des Primärenergiebedarfs

(Ref-No 5.15.2)

Höchstwert des grundflächenbezogenen Jahres-Primärenergiebedarfs nach GEG '20, § 15

zul $q_{P,REF} = 62,1 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$, aus der Referenzberechnung

zul $q_P = 62,1 - 45\% = 34,2 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$, geforderte Unterschreitung nach GEG §15 und GEG-Novelle 2023

vorh $q_P = 18.050 / 750,0 = 24,1 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$

vorh $q_P = 24,1 \leq 34,2 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$, **Grenzwert wird eingehalten**

15.3 Nachweis der Nutzung erneuerbarer Energien

(Ref-No 5.15.3)

Nachweis über die Nutzungsanteile für erneuerbare Energien
(detaillierter Nachweis siehe Abs. 17)

Die Anforderungen aus dem Gebäudeenergiegesetz 2020, §§ 34 ff **werden erfüllt**

17.0 Nutzung von erneuerbaren Energien

(Ref-No 5.17.0)

17.1 Nutzung von erneuerbaren Energien nach GEG 2020, §§ 34 ff

(Ref-No 5.17.1)

Nachweis für privat genutzte Gebäude

Wärme- und Kälteenergiebedarf = 8447 + 0 + 16189 + 0 = 24.636 kWh/Jahr (mit Solar-, Umweltenergie- und Abwärmenutzung)

darin enthaltene Deckungsanteile aus erneuerbaren Energiequellen oder Ersatzmaßnahmen

Energiequelle	Energieertrag kWh/a	Deckungsanteil		Nutzungs- anteil
		erzielt	gefordert	
Umweltenergie [WW-WP] [Hzg]	24.636	100,0 %	50,0 %	200,0 %
				200,0 %

Maßnahmen zur Einsparung von Energie

Nachweis mit $HT'_{\text{Grenzwert}} = HT'_{\text{Referenzberechnung}}$, ohne Nachweis der QP-Unterschreitung

HT' - Wert	W/ (m²K)	Grenzwert	erzielt	Unterschreitung		Nutzungs- anteil
				erzielt	gefordert	
HT' - Wert	W/ (m²K)	0,38	0,19	49,9 %	15,0 %	332,4 %

erreichter Nutzungsanteil, Summe = 532,4 % ≥ Nutzungspflichtanteil = 100 %

Die Anforderungen aus dem GEG 2020 Abs.4 **werden erfüllt**

20.0 Bundesförderprogramme (BEG)

(Ref-No 5.20.0)

Bundesförderprogramme für den Wohnungsneubau

Die Förderung für das Effizienzhaus 55 ist am 1.2.2022 ausgelaufen.

Die Förderung für das Effizienzhaus 40 beschränkt sich derzeit auf die NH-Klasse (Nachhaltigkeitszertifizierung).

Technische Mindestanforderungen zum Programm:

Bundesförderung für effiziente Wohnungsneubauten, Effizienzhaus BEG WG 2023, Energie- und CO2-Einsparung bezogen auf 55% der Referenzwerte, Effizienzhaus NT-ready mit 55°C Vorlauftemperatur (nicht EH Denkmal)

Referenzberechnung = "Wohnhaus-Referenz2020"

Endenergieeinsparung 18.760 kWh/a
 Primärenergieeinsparung 7.572 kWh/a
 CO2-Einsparung 90 kg/a

	REF %	Q _P ´´ kWh/ (m ² a)	REF %	H _T ´ W/ (m ² K)	
Referenzgebäude	100 %	62,1	100 %	0,384	
aktuelle Berechnung	39 %	24,1	50 %	0,193	
erforderlich für Effizienzhaus 40	40 %	24,8	55 %	0,211	erfüllt

EE-Paket WG (Nutzung Erneuerbarer Energien)

vorhandene Nutzung erneuerbarer Energien im Gebäude durch die Prozesse: Umweltenergie [WW-WP] [Hzg-WP]

Für die EE-Klasse ist ab 2023 der Einsatz einer Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung verpflichtend.

EE_{genutzt} = 16.189 kWh/Jahr

EE_{Soll} = 0,65 * 24636 = 16.013 kWh/Jahr (65% des Wärme- und Kältebedarfs)

EE_{genutzt} >= EE_{Soll} (65%), die Anforderung für das EE-Paket **wird erfüllt**

NH-Paket (Nachhaltigkeitszertifikat)

Eine anerkannte Nachhaltigkeitszertifizierung nach BMI **liegt vor**

Plus-Paket (Zusatzanforderung zum Effizienzhaus 40)

stromerzeugende Anlage: nicht definiert / nicht vorhanden

Das Förderniveau **Effizienzhaus 40 EE** wird erreicht.