

# 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

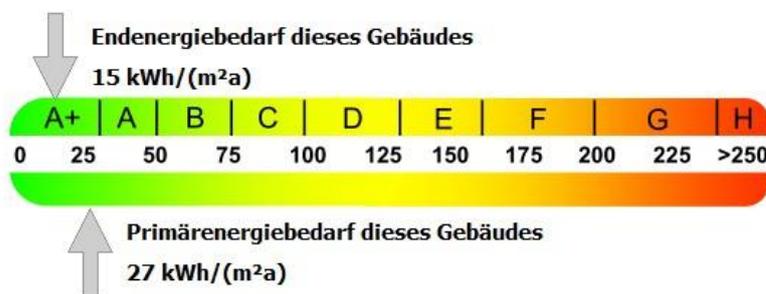
DIN EN ISO 13789:2007, Spezifischer Transmissionswärmeverlustkoeffizient

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	$\tau_{\text{nutz}}$ d/a	$\vartheta_i$ °C	$\vartheta_{i,WE}$ °C	$A_{NGF}$ m <sup>2</sup>	$V_i$ m <sup>3</sup>
<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

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

$A_{NGF}$  = Nettogrundfläche,  $V_i$  = Nettoluftvolumen

$\vartheta_i$  = mittlere Innentemperatur für Januar, ggf. bei eingeschränktem Heizbetrieb

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

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

$\vartheta_i$  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 <sup>2</sup>	U W/ (m <sup>2</sup> K)	$F_x$	Anmerkungen	$H_T$ W/K
<b>Erdgeschoss</b>						
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
<b>Obergeschoss 1</b>						
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

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

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

Bodenplattenmaß  $B' (25) = A_G / (0.5 P) = 243,64 / 32,89 = 7,41$  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,  $\Delta U_{WB,man} = 0,020$  W/(m<sup>2</sup>K))

Wärmebrückenzuschläge ohne Temperaturkorrektur

$H_{T,WB} = 22,4$  W/K (11,6 %, 0,020 W/(m<sup>2</sup>K)), 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	$\Sigma H_T$ 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 <sup>2</sup> K)	U/U <sub>EnEV</sub>	Fläche A m <sup>2</sup>		H <sub>T</sub> 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 <sub>50</sub> h <sup>-1</sup>	V <sub>A</sub> m <sup>3</sup> / (m <sup>2</sup> h)	Luftwechsel		Fenster	Lüftungsanlage	
				n <sub>nutz</sub> h <sup>-1</sup>	n <sub>inf</sub> h <sup>-1</sup>	n <sub>win</sub> h <sup>-1</sup>	n <sub>m,ZUL</sub> h <sup>-1</sup>	t <sub>V,m</sub> h/d
<1> Wohnhaus	ja	1,00	n <sub>nutz</sub>	0,45	0,17	0,10	0,35	24

Zone <1> Wohnungslüftungsanlage mit V<sub>mech</sub> = 504 m<sup>3</sup>/h, Zu- und Abluft, WRG80

n<sub>50</sub> = Luftwechselzahl bei 50 Pa Druckdifferenz, V<sub>A</sub> = Mindest-Außenluftvolumenstrom  
n<sub>nutz</sub> = Mindestaußenluftwechsel = V<sub>A</sub> \* A<sub>NGF</sub> / V während der Nutzungsstunden (Nichtwohngebäude)  
n<sub>inf</sub> = Infiltrationsluftwechsel = n<sub>50</sub> \* e<sub>wind</sub> \* f<sub>ATD</sub> mit f<sub>ATD</sub> = Bewertungsfaktor für ALD oder mit RLT  
n<sub>inf</sub> = n<sub>50</sub> \* e<sub>wind</sub> \* f<sub>ATD</sub> \* (1 + (1 - f<sub>e</sub>) \* t<sub>V,m</sub> / 24) mit f<sub>e</sub> = Faktor für nicht balancierte RLT-Anlagen (Gl.65)  
n<sub>win</sub> = Fenster- / Türluftwechsel = n<sub>win,min</sub> + Δn<sub>win</sub> \* t<sub>nutz</sub> / 24, mit RLT = n<sub>win,min</sub> + Δn<sub>win,m</sub> \* t<sub>V,m</sub> / 24  
mit n<sub>win,min</sub> = 0.1, in Wohngebäuden n<sub>win,min</sub> = saisonal nach Gl.77  
Δn<sub>win</sub> = n<sub>nutz</sub> - (n<sub>nutz</sub> - 0.2) \* n<sub>inf</sub> - 0.1 (ohne RLT), falls n<sub>nutz</sub> > 1.2 ⇒ Δn<sub>win</sub> = n<sub>nutz</sub> - n<sub>inf</sub> - 0.1  
n<sub>mech</sub> = n<sub>mech,ZUL</sub> = Zuluft-Luftwechselzahl mechanisch während der Nutzungsstunden  
Hinweis: n<sub>inf</sub> und n<sub>win</sub> 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 <sup>3</sup>	H <sub>V,z,Jan</sub> W/K	H <sub>V,inf</sub> W/K	H <sub>V,win</sub> W/K	Σ H <sub>V</sub> W/K	H <sub>V,m</sub> W/K	θ <sub>V,Jan</sub> °C
<1> Wohnhaus	1.440	0	86	40	126	171	15,9
		0	86	40	126	171	

H<sub>V,z</sub> = V \* 0.34 [W/K] = Wärmetransferkoeffizient Lüftung zu angrenzenden Zonen, monatlich, temperaturgewichtet

H<sub>V</sub> = Wärmetransferkoeffizient Lüftung = n \* V \* c<sub>p,a</sub> \* ρ<sub>a</sub> = n \* V \* 0.34 [W/K]

H<sub>V,win,ohne RLT</sub> = f<sub>win,seasonal</sub> \* H<sub>V,win</sub> = (0.04\*θ<sub>e</sub>+0.8) \* H<sub>V,win</sub> [W/K] (Fensterlüftung saisonal)

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

$\vartheta_V$  = 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  $\alpha_h$ , Überhangwinkel  $\alpha_o$  und Seitenwinkel  $\alpha_f$   
Abminderungsfaktoren  $F_S = 0.90$  nach GEG §25, vereinfacht

Kollektorfläche	Zone	$A_g$ m <sup>2</sup>	$I_S$ , Jan/Jul W/m <sup>2</sup>	$g_{eff}$ , 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 <sup>2</sup>	U W/ (m <sup>2</sup> K)	α	h <sub>r</sub> W/ (m <sup>2</sup> K)	IS, Jul W/m <sup>2</sup>	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<sub>S</sub> = globale Sonneneinstrahlung, jahreszeit-, neigungs- und orientierungsabhängig [W/m<sup>2</sup>]
- F<sub>f</sub> = Formfaktor zwischen Bauteil und Himmel (bis 45° Neigung = 1, über 45° = 0.50)
- h<sub>r</sub> = äußerer Abstrahlungskoeffizient, Regelwert = 5 \* Emissionsgrad = 5 \* 0.8 = 4 W/(m<sup>2</sup>K)
- Δϑ<sub>er</sub> = 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 <sup>2</sup>	$q_{I,p}$ 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 <sup>3</sup> /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	$\gamma$
<1> Wohnhaus	216	135	171	170	94	0,550
Zone	$C_{wirk}$ Wh / (m <sup>2</sup> K)	H W/K	$\tau$ h	a -	$\eta$ -	$\eta_{WE}$
<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/(m<sup>2</sup>K) bei schweren Bauweisen mit normalen Raumhöhen und ohne Innenverkleidungen, bezogen auf einen m<sup>2</sup> 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  
 $\eta_{WE}$  = 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  $\eta_{source}$  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
$\eta_{source}$		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 (tnutz < 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  $\eta$

**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 <sup>2</sup> 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 <sub>h,b</sub> 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<sub>e</sub> >= -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/(m<sup>3</sup>/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 <sub>fan, mth</sub>	kWh	163	169	163	169	169	152	169	1.317
W <sub>C, mth</sub>	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 <sub>rv, f</sub>	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-
Q <sub>rv, aux</sub>	kWh	163	169	163	169	169	152	169	1.317
eco-Strom	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-
Q <sub>I, rv, &lt;1&gt;</sub>	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 <sup>2</sup> 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  $57,5^\circ\text{C}$  (Tab.6)

Umgebungstemperatur in der thermischen Hülle = Bilanzinnentemperatur

Zirkulationspumpe

Volumenstrom  $V = 0,15$  m<sup>3</sup>/h,  $\Delta p = 19,0$  kPa,  $P_{hydr} = 0,777$  kPa\*m<sup>3</sup>/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  $\theta_0$ , 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 <sub>WW</sub> = 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,  $Q_{I,w}$  = unregelte Wärmeeinträge durch Leitungs- / Speicherverluste

Unregelte 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 <sup>3</sup> /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  $Q_{T,iz}$  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)

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

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
<b>(1) Fußbodenheizung Trockensystem</b>									
$Q_{h,b}$	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  $A_{\text{Nutz,Heizbereich}} = 584,6$   
 $\text{m}^2$ , 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  $f_{\text{hydr}}$ , Abgleich = 1,00,  $f_{\text{Netzform}} = 1,00$ ,  $f_{d,\text{Pumpenmanagement}} = 1,00$

Heizungspumpe  $\Delta p$  konstant, bedarfsgerecht,  $P_{\text{Pumpe}}$  unbekannt

	Verteilung (V)	Stränge (S)	Anbindung (A)
<b>(1) Fußbodenheizung Trockensystem</b>			
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
<b>(1) Fußbodenheizung Trockensystem</b>									
$\beta_{h,d}$		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 )

<b>(1) Fußbodenheizung Trockensystem</b>									
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<sub>Hzzg</sub> = 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
$\Sigma$ [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/(m<sup>2</sup>a) ( $\Sigma A_{NGF} = 750$  m<sup>2</sup>)

Endenergie (brennwertbezogen) = Jahressummen aus den Prozessbereichen

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

Endenergiebedarf: Hilfsenergie 2,1 kWh/(m<sup>2</sup>a), Strom-Mix 11,3 kWh/(m<sup>2</sup>a)

### Effizienzklasse

auf Basis des Endenergiebedarfs =  $(10028) / 750,0 = 13,4$  kWh/(m<sup>2</sup>a)

Effizienzklasse nach GEG A10, Effizienzklasse **A+** (13,4 kWh/(m<sup>2</sup>a))

### Treibhausgasemissionen (CO<sub>2</sub>)

Energieträger	Endenergie kWh/a	Emissionsfaktor g CO <sub>2</sub> /kWh	Emissionen kg/a	kg/ (m <sup>2</sup> 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 <sup>2</sup>	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 <sup>2</sup> a	Beleucht. kWh/m <sup>2</sup> a	Klima kWh/m <sup>2</sup> a	Warmwasser kWh/m <sup>2</sup> a	Heizung kWh/m <sup>2</sup> a	Summe kWh/m <sup>2</sup> 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 m<sup>2</sup>) 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 <sub>P</sub> ´´ kWh/ (m <sup>2</sup> a)	REF %	H <sub>T</sub> ´ W/ (m <sup>2</sup> 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<sub>genutzt</sub> = 16.189 kWh/Jahr

EE<sub>Soll</sub> = 0,65 \* 24636 = 16.013 kWh/Jahr (65% des Wärme- und Kältebedarfs)

EE<sub>genutzt</sub> >= EE<sub>Soll</sub> (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.