



STRUKTUR+FESTIGKEIT
Ingenieurgesellschaft mbH

Energiebedarfsnachweis für Wohngebäude nach DIN 18599

Bauvorhaben

Erweiterung Feuerwache

hier: Wohnen

Hamburger Str. 2 - 6

25335 Elmshorn

Bauherr

Stadt Elmshorn

Schulstr. 15 - 17

25335 Elmshorn

Planung

Trapez Architektur GmbH

Stadtdeich 7

20097 Hamburg

Projektnummer IGSF 24130

Status: 2. Entwurf (Vorermittlung)

Bearbeitet: M. Boldt / S. Merz

Durchwahl: 0431 / 260 910-0

Seiten 1 – 24, einschl. Anlagen (Zonierung / Bereiche)

Das Gebäude erfüllt:

- die Anforderungen des GEG 2024
- die Anforderungen der Stadt Elmshorn

aufgestellt in Kiel, 8. Mai 2025

Matthias Boldt

Struktur+Festigkeit
Ingenieurgesellschaft mbH
Esmarchstrasse 64 24105 Kiel

Tel.: 0 431 2609 10-0
Fax: 0 431 2609 10-11
E-Mail info@sf-ingenieure.de
www.sf-ingenieure.de

Kieler Volksbank eG
IBAN DE84 2109 0007 0011 9478 02
BIC GENODEF1KIL



Inhalt

Erläuterung / Zusammenfassung Bauteile

Seite 3

Allgemein

Seite 5

Gebäudeergebnisse

Seite 7

Anlagentechnik

Seite 12

Normen und Verordnungen

Seite 17

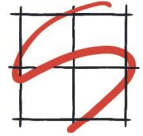
Aufbau der Konstruktionselemente

Seite 18

Anlage: Übersicht / Zonierung

Seite 21





Erläuterung

Die Erweiterung der Feuerwache in Elmshorn unterteilt sich gem. GEG 2024 in zwei Bereiche.

Nichtwohngebäudebereich / Wohnen (2.OG).

Das Gebäude ist in massiver Bauweise mit flach geneigtem Dach geplant. Der obere Gebäudeabschluß ist in der obersten Geschossdecke geplant.

Das Gebäude wird gem. GEG in zwei Bereiche unterteilt: Nichtwohngebäude / Wohnen (2. OG).

Hier: Wohnen

Bauteile (Wohnen)

(nur wesentliche Bauteile sind aufgeführt)

Außenwände

- Putz
- 24 cm Betonwand
- 20 cm Dämmung WLG 032
- 1 cm Luft
- 11,5 cm VMZ

Deckenfläche bzw. oberste Geschossdecke (2. OG)

- Putz
- 25 cm Betondecke
- 20 cm Dämmung WLG 032

Fenster

- Fenster mit 3-fach Verglasung
 $U_w\text{-Wert (Rahmen + Verglasung)} \leq 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$
Gem. Bauteilanforderungen der Stadt Elmshorn an transparente Bauteile

Anlagentechnik

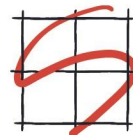
- Erdreich-Wasser-Wärmepumpe
- Flächenheizung
- Photovoltaikanlage geplant (*nicht in der Berechnung bilanziert*)
- Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung

Sommerlicher Wärmeschutz

- außenliegender Sonnenschutz

Sonstiges

- Wärmebrückenzuschlag, $w_b = 0,1 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Dichtheitsprüfung (Blower- Door- Test)



Plan.- und Berechnungsunterlagen

- Ausführungsplanung vom 07.04.2025, Trapez Architektur

Verwendete Software

- Ingenieurbüro Leuchter, EVA – Version 25

Geforderte U- Werte der Stadt Elmshorn von Bauteilen, die an Außenluft, an unbeheizte Räume und an Erdreich grenzen:

Opake Bauteile: U-Wert: $\leq 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$

Transparente Bauteile: U_w - Werte: $\leq 0,80 \text{ W/m}^2\text{K}$





Allgemein

Projekt

Projekt	Feuerwache hier: Wohnbereich 2.OG
Projektnummer	IGSF 24130
Erstellungsdatum	04.05.2025
Programmversion	EVA- die Energieberaterin Version 2025

Aussteller

Firma	S+F Ingenieurgesellschaft mbH
Straße	Esmarchstr. 64
Ort	24105 Kiel
Telefon	0431 2609100
E-Mail	info@sf-ingenieure.de

Gebäude

Gebäudetyp	Wohngebäude / Nichtwohngebäude
Straße	Hamburger Str. 2-6
Ort	25335 Elmshorn
Gemarkung	
Flurstück	
Baujahr	2025

Berechnungsverfahren

Gebäudetyp	Wohngebäude
Randbedingungen	nach GEG
Berechnung gemäß	GEG 2024
Verwendete Norm	DIN 18599 09 / 2018
Verrechnung von Strom nach §23	ja
Anzahl der Wohnungen	5
Gebäudeanordnung	Mittelhaus
Klimaregion	Deutschland
Innentemperatur [°C]	20

Geometrie

Gebäudevolumen [m³]	1569,01
Luftvolumen [m³]	1192,45
Nutzfläche A _N [m²]	502,10
Nettogrundfläche [m²]	460,30
A / V _e - Verhältnis [1/m]	0,42
Gebäudehüllfläche [m²]	665,57
Fensterfläche [m²]	68,91
Geschosshöhe [m]	2,93
Charakteristische Länge [m]	25
Charakteristische Breite [m]	20

Randbedingungen

Wärmebrücken	
Wärmebrücken	ohne Berücksichtigung der DIN 4108 Beibl. 2
Wärmebrückenkorrekturwert [W/(m²K)]	0,10
Lüftung	
Lüftungsart	mechanische Lüftung mit WRG
Luftwechselrate [1/h]	0,64
Kategorie	Kategorie I - mit geplanter Dichtheitsprüfung
Solare Gewinne	
F _s Verschattungsfaktor [-]	0,9
F _w nicht senkrechte Einstrahlung [-]	0,9
F _f Faktor für den Rahmenanteil [-]	0,7
Sonstige	
Nachtabenkung [h]	7,0
Bauweise	mittelschweres Gebäude - C _{wirk} = 90 Wh/m²K
Heiztage	161

Gebäudeergebnisse

Zulässige Werte

	Vorhanden	Zulässig	Anforderungen
Primärenergiebedarf kWh/(m²a)	12,74	$54,88 * 0,55 = 30,18$	erfüllt
Transmissionswärmeverlust W/(m²K)	0,30	0,36	erfüllt

H'T zulässig nach Anlage 1, Tab. 1 GEG 2024

Übersicht des jährlichen Energiebedarfs

Jährlicher Nutzenergiebedarf	absolut [kWh/(a)]	spezifisch kWh/(m²a)
Heizung	11.781,77	23,46
Warmwasser	5.476,19	10,91
Kühlung	0,00	0,00
Gesamt	17.257,96	34,37
Jährlicher Endenergiebedarf (Brennwert)	absolut [kWh/(a)]	spezifisch kWh/(m²a)
Heizung	3.024,64	6,02
Warmwasser	2.201,42	4,38
Lüftung	1.140,71	2,27
Kühlung	0,00	0,00
Photovoltaik	-0,00	-0,00
Gesamt	6.366,76	12,68
Jährlicher Primärenergiebedarf (Heizwert)	absolut [kWh/(a)]	spezifisch kWh/(m²a)
Heizung	5.444,35	10,84
Warmwasser	3.962,55	7,89
Lüftung	2.053,27	4,09
Kühlung	0,00	0,00
Photovoltaik	-5.063,87	-11,00
Gesamt	6.396,30	12,74
Endenergiebedarf nach Energieträgern – Anlage 1		absolut [kWh/(a)]
Heizung	Tagstrom	2.519,39
Warmwasser	Tagstrom	2.150,25
Zusätzlicher Strom		1.697,13

Hinweis: Hauptenergieträger: Strom allgemein
Warmwassererwärmung kombiniert mit der Heizungsanlage

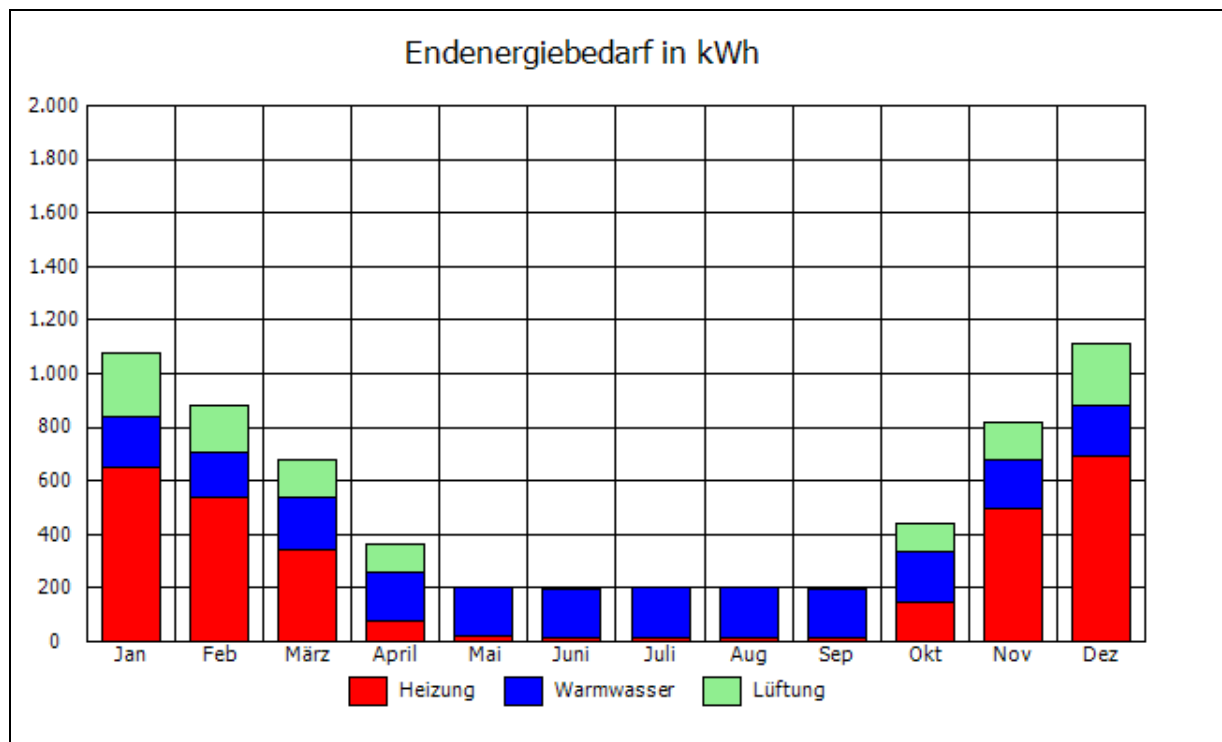
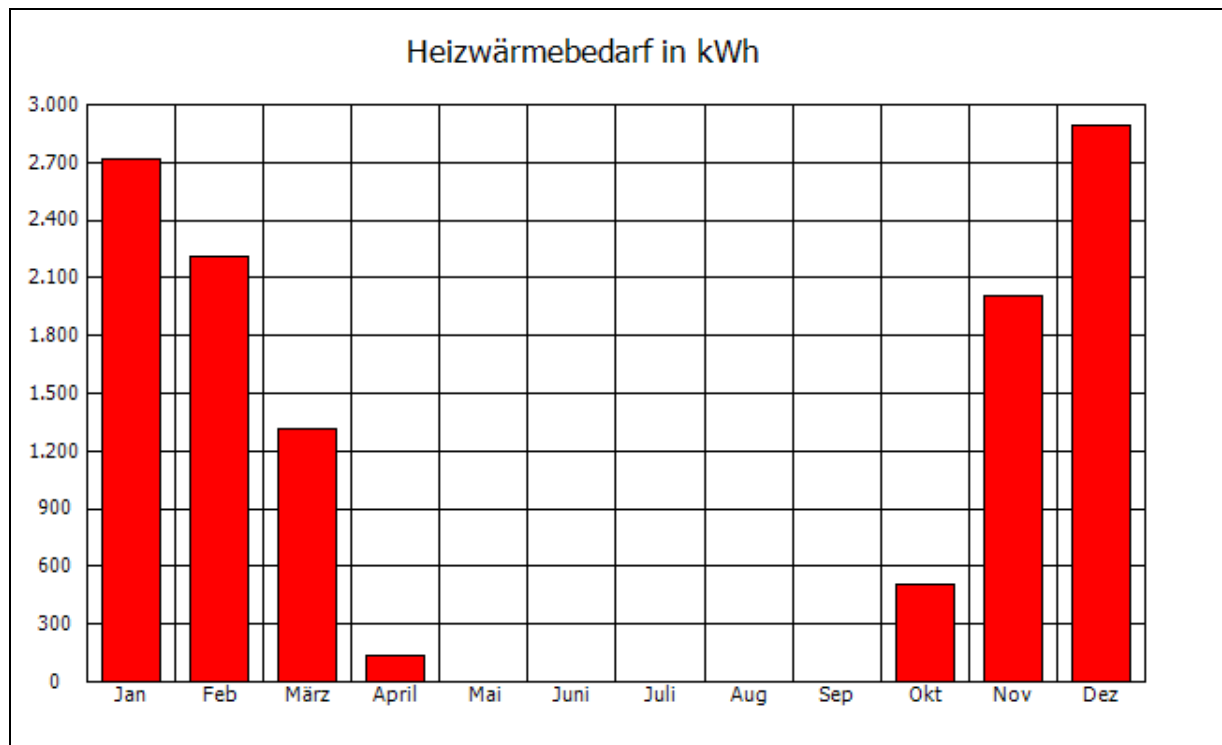


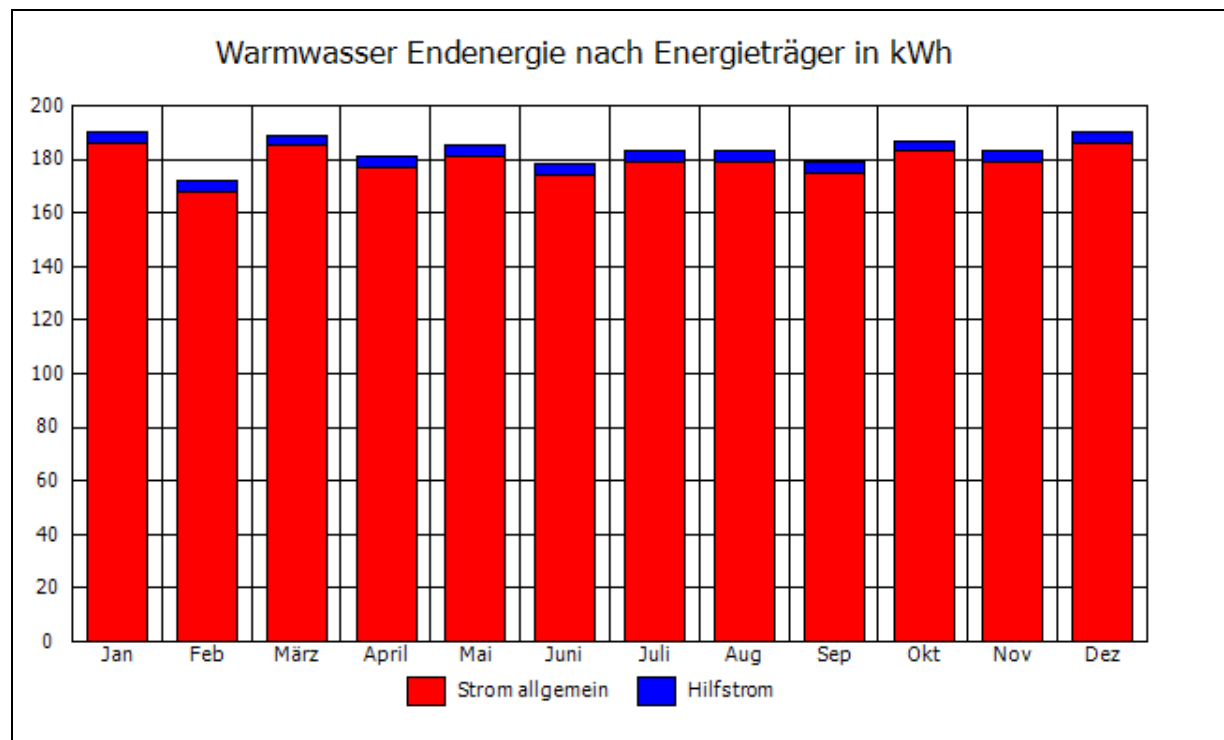
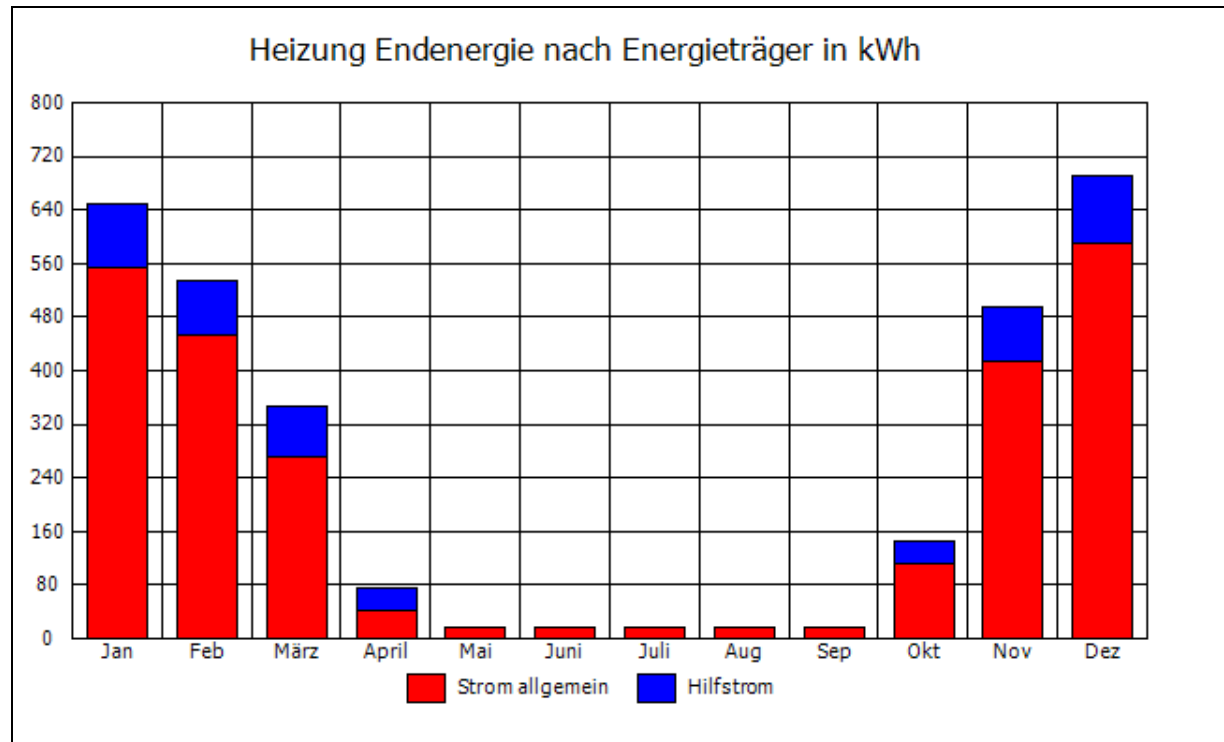
Wärme- und Energiebilanzen

Heizung		kWh/a
Wärmeverluste		24.989,14
Verluste durch Transmission		
Außenwandflächen	1.776,00	
Dachflächen	0,00	
Oberste Geschossdecke	4.054,00	
Fenster und Türen	4.447,00	
Unterer Gebäudeabschluss	0,00	
Wärmebrücken	5.075,00	
Solare Verluste über opake Bauteile	0,00	
Lüftungsverluste gegen Außenluft	9.637,22	
Wärmegewinne		-13207,4
Interne Gewinne	-8.345,15	
Solare Gewinne	-4.531,70	
Solare Gewinne über opake Bauteile	-0,00	
Ungeregelte Wärmeeinträge durch Anlagentechnik	-330,52	
Heizwärmebedarf $Q_{h,b}$		11.781,77
Verluste der Anlagentechnik		-9.262,38
durch Übergabe	1.070,51	
durch Verteilung	831,84	
durch Speicherung	106,39	
durch Erzeugung	-11.271,13	
Ertrag durch die Solaranlage	-0,00	
Heizenergiebedarf		2.519,39
Hilfsenergiebedarf		193,9
Endenergiebedarf Heizung		2.713,31
Warmwasser		kWh/a
Wärmebedarf für Trinkwasser		5.476,19
Verluste der Anlagentechnik		-3.325,94
durch Verteilung	0,00	
durch Speicherung	0,00	
durch Erzeugung	--3.325,94	
Ertrag durch die Solaranlage	-0,00	
Warmwasserenergiebedarf		2.150,25
Hilfsenergiebedarf Warmwasser		0,00
Endenergiebedarf Warmwasser		2.150,25
Lüftung / Kühlung		kWh/a
Verluste der Anlagentechnik		0,00
durch Verteilung	0,00	
durch Erzeugung	0,00	
Hilfsenergie Lüftung		1.140,71
Endenergie Lüftung		1.140,71
Endenergie Kühlung		0,00
Gesamtbilanz		kWh/a
Endenergiebedarf		6.366,76
Primärenergiebedarf		6.396,30



Monatswerte







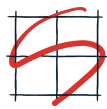
Übersicht der wärmeübertragenden Flächen

P.	Bauteil	Einbauzustand	Zusatz	U-Wert W/m ² K	Fläche m ²	F _{xi}	H _T W/K	Konstruktion
1	Wand	Außenluft		0,146	159,52	1,00	23,29	Beton_20_11,5
2	Fenster,Nord	Außenluft		0,800	14,38	1,00	11,50	3 fach verglasung 0,8
3	Fenster,Ost	Außenluft		0,800	14,44	1,00	11,55	3 fach verglasung 0,8
4	Fenster,Süd	Außenluft		0,800	8,22	1,00	6,58	3 fach verglasung 0,8
5	Fenster,West	Außenluft		0,900	31,87	1,00	28,68	3 fach verglasung 0,90
6	Deckenfläche	ungedämmter Dachraum oberhalb		0,152	437,14	0,80	53,16	Decke gegen unb.Dach

Anlagentechnik

Heizung 1

Erzeuger	
Erzeugertyp	geregelter Elektrowärmepumpe Erdreich/Wasser
Nutzfläche [m²]	502,10
Anteil aktueller Erzeuger [%]	100,00
Baujahr	2025
Nennleistung [kW]	14,8
Vor- / Rücklauf [°C]	35/28°C
Im beheizten Bereich	Nein
Solaranlage	Nein
Brennstoff	Strom allgemein
Primärenergiefaktor	1,80
Kombibetrieb auch f. WW	Ja
Detailwerte	
Betriebsweise	kein zweiter Erzeuger
Betriebsmodus	Raumheizung
Heizgrenztemperatur [°C]	10
Bivalenztemperatur [°C]	-7,0
Speicher	
Speichertyp	Pufferspeicher im unbeheizten Bereich
Speicher Nenninhalt [l]	93
Bereitschaftsverluste [kWh/d]	1,75
Nennleistungsaufnahme der Pumpe [W]	53,8
Verteilung	
Netztyp	Netztyp I, Etagenring
Art des Rohrnetzes	Zweirohrnetz
Rohrabschnitt 1 - Horizontale Verteilung	
Lage / Dämmung	innerhalb / gedämmt nach 1995
Länge des Rohrabschnitts [m]	40,05
U-Wert [W/(mK)]	0,20
Umgebungstemperatur [C°]	19,64457
Rohrabschnitt 2 - Strangleitung	
Lage / Dämmung	innerhalb / gedämmt nach 1995
Länge des Rohrabschnitts [m]	37,66
U-Wert [W/(mK)]	0,255
Umgebungstemperatur [C°]	19,64
Rohrabschnitt 3 - Anbindeleitung	
Lage / Dämmung	
Länge des Rohrabschnitts [m]	
U-Wert [W/(mK)]	
Umgebungstemperatur [C°]	



Pumpe	
Pumpenregelung	delta p = variabel
Pumpenmanagement	mit integriertem Pumpenmanagement, (außentemperaturgeführt)
Bedarfsausgelegt	Ja
Überstromventil	
hydraulischer Abgleich	Ja
intermittierende Betriebsweise	Ja
EEl Kennzeichnung	0,25

Übergabe	
Übergabetyp	Flächenheizung
Heizkreisanordnung	Fußbodenheizung - Nasssystem
Art der Übergabe	PI-Regler
Art der Dämmung	mit Minstdämmung

Solaranlage	
keine Solaranlage zur Heizungsunterstützung	

Ergebnisse	Wärmeenergie [kWh/a]	Hilfsenergie [kWh/a]
+ Verluste durch Übergabe	1.070,51	0,00
+ Verluste durch Verteilung	831,84	113,35
+ Verluste durch Speicher	106,39	80,57
= erforderliche Erzeugernutzenergie	2.008,75	193,92
- regenerativer Anteil	0,00	0,00
+ Verluste durch Erzeugung	0,00	0,00
= Gesamtverluste der Heizung 1	2.008,75	193,92



Warmwasser 1

Erzeuger	
Erzeugertyp	Frischwasserstationen Wohnungsweise
Nutzfläche [m²]	502,10
Anteil aktueller Erzeuger [%]	100,00
Baujahr	2025
Nennleistung [kW]	17,0
Im beheizten Bereich	Nein
Solaranlage	Nein
Brennstoff	Strom allgemein
Primärenergiefaktor	1,800
Kombibetrieb auch f. WW	Ja
Detailwerte	
Detaillierte Werte	(siehe Heizungsanlage)
Speicher	
Speichertyp	keine Speicher
Speicher Nenninhalt [l]	
Bereitschaftsverluste [kWh/d]	
Nennleistungsaufnahme der Pumpe [W]	
Verteilung	
Netztyp	Netztyp III, Dezentrale Versorgung
Zirkulation	nicht vorhanden
Rohrabschnitt 1 - Horizontale Verteilung	
Lage / Dämmung	keine horizontale Verteilung vorhanden!
Länge des Rohrabschnitts [m]	
U-Wert [W/(mK)]	
Umgebungstemperatur [C°]	
Rohrabschnitt 2 - Strangleitung	
Lage / Dämmung	keine Strangleitung vorhanden!
Länge des Rohrabschnitts [m]	
U-Wert [W/(mK)]	
Umgebungstemperatur [C°]	
Rohrabschnitt 3 - Anbindeleitung	
Lage / Dämmung	
Länge des Rohrabschnitts [m]	
U-Wert [W/(mK)]	
Umgebungstemperatur [C°]	



Solaranlage - nicht vorhanden	
Kollektorart	
Baujahr	
Kombianlage mit Heizungsunterstützung	
Kollektorfläche [m²]	
Neigung [°]	
Abweichung von der Südausrichtung [°]	

Kommentar

Ergebnisse	Wärmeenergie [kWh/a]	Hilfsenergie kWh/a]
Nutzenergiebedarf	5.476,19	-
+ Verluste durch Verteilung	0,00	0,00
+ Verluste durch Speicher	0,00	0,00
= erforderliche Erzeugernutzenergie	5.476,19	113,35
- regenerativer Anteil	0,00	0,00
+ Verluste durch Erzeugung	0,00	0,00
= Gesamtverluste Warmwasser 1	5.476,19	113,35



Lüftung 1

Erzeuger	
Lüftungstyp	Zu- und Abluft mit WRG 80%
Nettogrundfläche [m²]	460,3
Anteil aktueller Erzeuger [%]	100,00
Baujahr	2025
Einbauart	zentral
Ventilatorotyp	DC

Verteilung	
Art der Verteilung	innerhalb der thermische Hülle



Berechnungsgrundlage

Folgende Normen und Verordnungen werden verwendet:

- GEG 2024
- DIN 18599 Teil 1- 10, 09-2018 Energetische Bewertung von Gebäuden
- DIN 4108-2, 02-2013 Mindestanforderungen an den Wärmeschutz
- DIN 4108-3, 10-2018 Klimabedingter Feuchteschutz
- DIN V 4108-4, 03-2017, Wärme- und feuchteschutztechnische Kennwerte
- DIN 4108 Bbl.2, 06-2019, Wärmebrücken – Planungs- und Ausführungsbeispiele
- DIN EN ISO 6946, 03-2018 Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient
- DIN EN ISO 10077-1, 06-2017 Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen und Abschlüssen

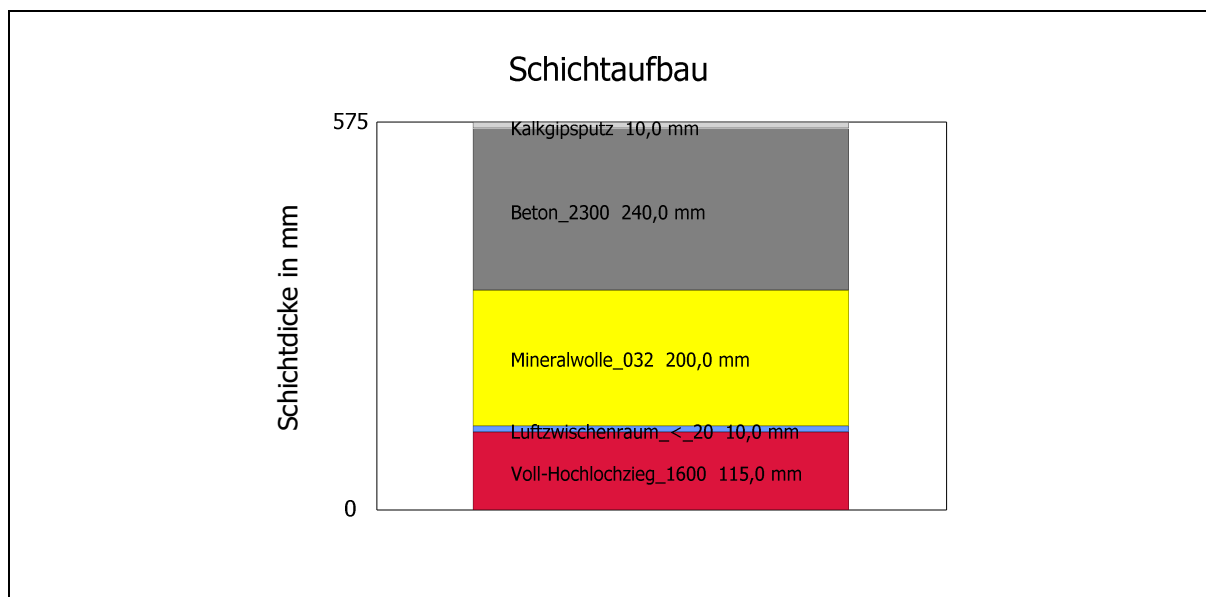
Aufbau der Konstruktionselemente

(Hinweis: Abdichtungen, Folien etc. sind nicht aufgeführt)

Beton_20_11,5

Pos. Nr. 1

Einbauszustand:	Wand / Außenluft				
Kommentar:					
U-Wert W/m²K	R-Wert m²K/W	g-Wert -	H _T W/K	Fläche m²	Flächengewicht kg/m²
0,146	6,849	-	23,29	159,52	751,6

[illegible]



3 fach verglasung 0,8

Pos. Nr. 2

Einbauzustand:	Fenster,Nord / Außenluft				
Kommentar:					
U-Wert W/m²K	R-Wert m²K/W	g-Wert -	H _T W/K	Fläche m²	Flächengewicht kg/m²
0,800	1,250	0,5	11,50	14,38	-

3 fach verglasung 0,8

Pos. Nr. 3

Einbauzustand:	Fenster,Ost / Außenluft				
Kommentar:					
U-Wert W/m²K	R-Wert m²K/W	g-Wert -	H _T W/K	Fläche m²	Flächengewicht kg/m²
0,800	1,250	0,5	11,55	14,44	-

3 fach verglasung 0,8

Pos. Nr. 4

Einbauzustand:	Fenster,Süd / Außenluft				
Kommentar:					
U-Wert W/m²K	R-Wert m²K/W	g-Wert -	H _T W/K	Fläche m²	Flächengewicht kg/m²
0,800	1,250	0,5	6,58	8,22	-

3 fach verglasung 0,90

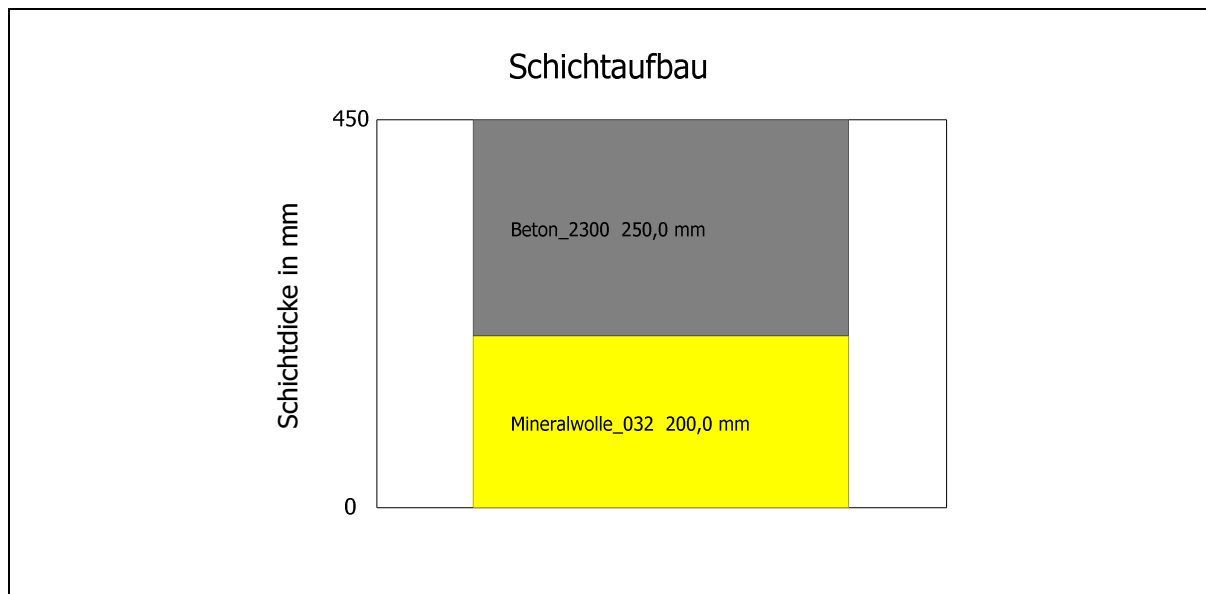
Pos. Nr. 5

Einbauzustand:	Fenster,West / Außenluft				
Kommentar:					
U-Wert W/m²K	R-Wert m²K/W	g-Wert -	H _T W/K	Fläche m²	Flächengewicht kg/m²
0,900	1,111	0,7	28,68	31,87	-

Decke gegen unbeh. Dachraum

Pos. Nr. 6

Einbauszustand:	Deckenfläche / ungedämmter Dachraum oberhalb				
Kommentar:					
U-Wert W/m²K	R-Wert m²K/W	g-Wert -	H _T W/K	Fläche m²	Flächengewicht kg/m²
0,152	6,579	-	53,16	437,14	576,6

[illegible]