

ENERGIEAUSWEIS für Wohngebäude

gemäß den §§ 79 ff. Gebäudeenergiegesetz (GEG) vom ¹ 20.07.2022

Gültig bis: 03.02.2035

Registriernummer: BW-2025-005552884

1

Gebäude

Gebäudetyp	Einfamilienhaus		Gebäudedefoto (freiwillig)
Adresse	Anna-Nopper-Straße 17, 70806 Kornwestheim		
Gebäudeteil ²	Ganzes Gebäude		
Baujahr Gebäude ³	2010		
Baujahr Wärmeerzeuger ^{3,4}	2010		
Anzahl der Wohnungen	1		
Gebäudenutzfläche (A _N)	401 m ²	<input type="checkbox"/> nach § 82 GEG aus der Wohnfläche ermittelt	
Wesentliche Energieträger für Heizung ³	Strom-Mix		
Wesentliche Energieträger für Warmwasser ³	Strom-Mix		
Erneuerbare Energien	Art Umweltenergie	Verwendung Heizung, Lüftung, Warmwasser	
Art der Lüftung ³	<input type="checkbox"/> Fensterlüftung <input type="checkbox"/> Schachtlüftung <input checked="" type="checkbox"/> Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung <input type="checkbox"/> Lüftungsanlage ohne Wärmerückgewinnung		
Art der Kühlung ³	<input type="checkbox"/> Passive Kühlung <input type="checkbox"/> Gelieferte Kälte <input type="checkbox"/> Kühlung aus Strom <input type="checkbox"/> Kühlung aus Wärme		
Inspektionspflichtige Klimaanlage ⁵	Anzahl:	Nächstes Fälligkeitsdatum der Inspektion:	
Anlass der Ausstellung des Energieausweises	<input type="checkbox"/> Neubau <input checked="" type="checkbox"/> Vermietung/Verkauf <input type="checkbox"/> Modernisierung <input type="checkbox"/> Sonstiges (freiwillig) (Änderung/Erweiterung)		

Hinweise zu den Angaben über die energetische Qualität des Gebäudes

Die energetische Qualität eines Gebäudes kann durch die Berechnung des **Energiebedarfs** unter Annahme von standardisierten Randbedingungen oder durch die Auswertung des **Energieverbrauchs** ermittelt werden. Als Bezugsfläche dient die energetische Gebäudenutzfläche nach dem GEG, die sich in der Regel von den allgemeinen Wohnflächenangaben unterscheidet. Die angegebenen Vergleichswerte sollen überschlägige Vergleiche ermöglichen (**Erläuterungen – siehe Seite 5**). Teil des Energieausweises sind die Modernisierungsempfehlungen (Seite 4).

- ☒ Der Energieausweis wurde auf der Grundlage von Berechnungen des **Energiebedarfs** erstellt (Energiebedarfsausweis). Die Ergebnisse sind auf **Seite 2** dargestellt. Zusätzliche Informationen zum Verbrauch sind freiwillig.
- ☐ Der Energieausweis wurde auf der Grundlage von Auswertungen des **Energieverbrauchs** erstellt (Energieverbrauchsausweis). Die Ergebnisse sind auf **Seite 3** dargestellt.

Datenerhebung Bedarf/Verbrauch durch ☐ Eigentümer ☒ Aussteller

☐ Dem Energieausweis sind zusätzliche Informationen zur energetischen Qualität beigelegt (freiwillige Angabe).

Hinweise zur Verwendung des Energieausweises

Energieausweise dienen ausschließlich der Information. Die Angaben im Energieausweis beziehen sich auf das gesamte Gebäude oder den oben bezeichneten Gebäudeteil. Der Energieausweis ist lediglich dafür gedacht, einen überschlägigen Vergleich von Gebäuden zu ermöglichen.

Aussteller (mit Anschrift und Berufsbezeichnung)



FachplanerEnergie
Dipl.-Ing (BA) Thomas Schüßler
Am Märzrasen 12
36124 Eichenzell-Welkers

Unterschrift des Ausstellers

Ausstellungsdatum 04.02.2025

¹ Datum des angewendeten GEG, gegebenenfalls des angewendeten Änderungsgesetzes zum GEG

² nur im Fall des § 79 Absatz 2 Satz 2 GEG einzutragen

³ Mehrfachangaben möglich

⁴ bei Wärmenetzen Baujahr der Übergabestation

⁵ Klimaanlage oder kombinierte Lüftungs- und Klimaanlage im Sinne des § 74 GEG

ENERGIEAUSWEIS für Wohngebäude

gemäß den §§ 79 ff. Gebäudeenergiegesetz (GEG) vom ¹ 20.07.2022

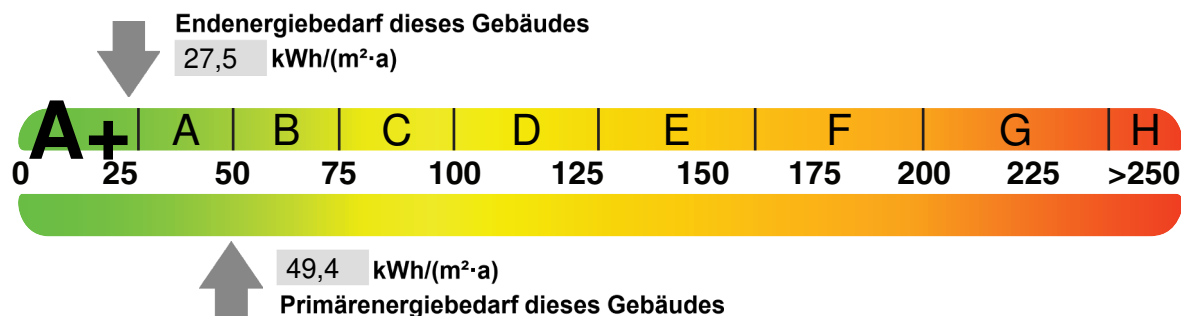
Berechneter Energiebedarf des Gebäudes

Registriernummer: BW-2025-005552884

2

Energiebedarf

Treibhausgasemissionen 15,39 kg CO₂-Äquivalent /(m²·a)



Anforderungen gemäß GEG ²

Primärenergiebedarf

Ist-Wert kWh/(m²·a) Anforderungswert kWh/(m²·a)

Energetische Qualität der Gebäudehülle H_T ¹

Ist-Wert W/(m²·K) Anforderungswert W/(m²·K)

Sommerlicher Wärmeschutz (bei Neubau) ☐ eingehalten

Für Energiebedarfsberechnungen verwendetes Verfahren

- ☐ Verfahren nach DIN V 4108-6 und DIN V 4701-10
- ☒ Verfahren nach DIN V 18599
- ☐ Regelung nach § 31 GEG („Modellgebäudeverfahren“)
- ☐ Vereinfachungen nach § 50 Absatz 4 GEG

Endenergiebedarf dieses Gebäudes [Pflichtangabe in Immobilienanzeigen]

27,5 kWh/(m²·a)

Angaben zur Nutzung erneuerbarer Energien ³

Nutzung erneuerbarer Energien zur Deckung des Wärme- und Kälteenergiebedarfs auf Grund des § 10 Absatz 2 Nummer 3 GEG

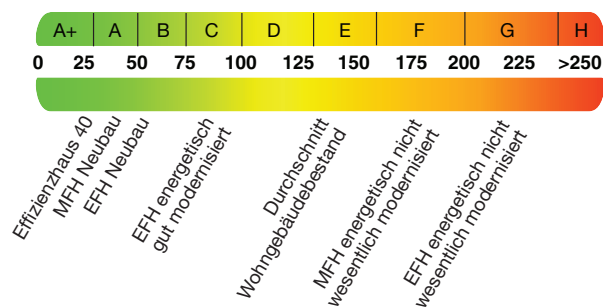
Art:	Deckungs- anteil:	Anteil der Pflichterfül- lung:
	%	%
	%	%
Summe:	%	%

Maßnahmen zur Einsparung ³

Die Anforderungen zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Deckung des Wärme- und Kälteenergiebedarfs werden durch eine Maßnahme nach § 45 GEG oder als Kombination gemäß § 34 Absatz 2 GEG erfüllt.

- ☐ Die Anforderungen nach § 45 GEG in Verbindung mit § 16 GEG sind eingehalten.
- ☐ Maßnahme nach § 45 GEG in Kombination gemäß § 34 Absatz 2 GEG: Die Anforderungen nach § 16 GEG werden um % unterschritten. Anteil der Pflichterfüllung: %

Vergleichswerte Endenergie ⁴



Erläuterungen zum Berechnungsverfahren

Das GEG lässt für die Berechnung des Energiebedarfs unterschiedliche Verfahren zu, die im Einzelfall zu unterschiedlichen Ergebnissen führen können. Insbesondere wegen standardisierter Randbedingungen erlauben die angegebenen Werte keine Rückschlüsse auf den tatsächlichen Energieverbrauch. Die ausgewiesenen Bedarfswerte der Skala sind spezifische Werte nach dem GEG pro Quadratmeter Gebäudenutzfläche (A_N), die im Allgemeinen größer ist als die Wohnfläche des Gebäudes.

¹ siehe Fußnote 1 auf Seite 1 des Energieausweises

² nur bei Neubau sowie bei Modernisierung im Fall des § 80 Absatz 2 GEG

³ nur bei Neubau

⁴ EFH: Einfamilienhaus, MFH: Mehrfamilienhaus

ENERGIEAUSWEIS für Wohngebäude

gemäß den §§ 79 ff. Gebäudeenergiegesetz (GEG) vom ¹ 20.07.2022

Erfasster Energieverbrauch des Gebäudes

Registriernummer: BW-2025-005552884

3

Energieverbrauch

Treibhausgasemissionen  kg CO₂-Äquivalent /(m²·a)

0 25 50 75 100 125 150 175 200 225 >250

Endenergieverbrauch dieses Gebäudes [Pflichtangabe in Immobilienanzeigen]

kWh/(m²·a)

Verbrauchserfassung – Heizung und Warmwasser

Zeitraum		Energieträger ²	Primär- energie- faktor	Energie- verbrauch [kWh]	Anteil Warmwasser [kWh]	Anteil Heizung [kWh]	Klima- faktor
von	bis						

☐ weitere Einträge in Anlage

Vergleichswerte Endenergie ³

A+ A B C D E F G H
0 25 50 75 100 125 150 175 200 225 >250

Effizienzhaus 40
MFH Neubau
EFH Neubau
EFH energetisch
gut modernisiert
Durchschnitt
Wohngebäudebestand
MFH energetisch nicht
wesentlich modernisiert
EFH energetisch nicht
wesentlich modernisiert

Die modellhaft ermittelten Vergleichswerte beziehen sich auf Gebäude, in denen die Wärme für Heizung und Warmwasser durch Heizkessel im Gebäude bereitgestellt wird.

Soll ein Energieverbrauch eines mit Fern- oder Nahwärme beheizten Gebäudes verglichen werden, ist zu beachten, dass hier normalerweise ein um 15 bis 30 % geringerer Energieverbrauch als bei vergleichbaren Gebäuden mit Kesselheizung zu erwarten ist.

Erläuterungen zum Verfahren

Das Verfahren zur Ermittlung des Energieverbrauchs ist durch das GEG vorgegeben. Die Werte der Skala sind spezifische Werte pro Quadratmeter Gebäudenutzfläche (A_{Nz}) nach dem GEG, die im Allgemeinen größer ist als die Wohnfläche des Gebäudes. Der tatsächliche Energieverbrauch eines Gebäudes weicht insbesondere wegen des Witterungseinflusses und sich ändernden Nutzerverhaltens vom angegebenen Energieverbrauch ab.

¹ siehe Fußnote 1 auf Seite 1 des Energieausweises

² gegebenenfalls auch Leerstandszuschläge, Warmwasser- oder Kühlpauschale in kWh

³ EFH: Einfamilienhaus, MFH: Mehrfamilienhaus

ENERGIEAUSWEIS für Wohngebäude

gemäß den §§ 79 ff. Gebäudeenergiegesetz (GEG) vom ¹ 20.07.2022

Empfehlungen des Ausstellers

Registriernummer: BW-2025-005552884

4

Empfehlungen zur kostengünstigen Modernisierung

Maßnahmen zur kostengünstigen Verbesserung der Energieeffizienz sind ☐ möglich ☒ nicht möglich

Empfohlene Modernisierungsmaßnahmen

Nr.	Bau- oder Anlagenteile	Maßnahmenbeschreibung in einzelnen Schritten	empfohlen		(freiwillige Angaben)	
			in Zusammenhang mit größerer Modernisierung	als Einzelmaßnahme	geschätzte Amortisationszeit	geschätzte Kosten pro eingesparte Kilowattstunde Endenergie
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		

☐ weitere Einträge in Anlage

Hinweis: Modernisierungsempfehlungen für das Gebäude dienen lediglich der Information. Sie sind nur kurz gefasste Hinweise und kein Ersatz für eine Energieberatung.

Genauere Angaben zu den Empfehlungen sind erhältlich bei/unter:

<https://www.bbsr-geg.bund.de>

Ergänzende Erläuterungen zu den Angaben im Energieausweis (Angaben freiwillig)

keine

¹ siehe Fußnote 1 auf Seite 1 des Energieausweises

ENERGIEAUSWEIS für Wohngebäude

gemäß den §§ 79 ff. Gebäudeenergiegesetz (GEG) vom 1 20.07.2022

Erläuterungen

BW-2025-005552884

5

Angabe Gebäudeteil - Seite 1

Bei Wohngebäuden, die zu einem nicht unerheblichen Anteil zu anderen als Wohnzwecken genutzt werden, ist die Ausstellung des Energieausweises gemäß § 79 Absatz 2 Satz 2 GEG auf den Gebäudeteil zu beschränken, der getrennt als Wohngebäude zu behandeln ist (siehe im Einzelnen § 106 GEG). Dies wird im Energieausweis durch die Angabe „Gebäudeteil“ deutlich gemacht.

Erneuerbare Energien - Seite 1

Hier wird darüber informiert, wofür und in welcher Art erneuerbare Energien genutzt werden. Bei Neubauten enthält Seite 2 (Angaben zur Nutzung erneuerbarer Energien) dazu weitere Angaben.

Energiebedarf - Seite 2

Der Energiebedarf wird hier durch den Jahres-Primärenergiebedarf und den Endenergiebedarf dargestellt. Diese Angaben werden rechnerisch ermittelt. Die angegebenen Werte werden auf der Grundlage der Bauunterlagen bzw. gebäudebezogener Daten und unter Annahme von standardisierten Randbedingungen (z. B. standardisierte Klimadaten, definiertes Nutzerverhalten, standardisierte Innentemperatur und innere Wärmegewinne usw.) berechnet. So lässt sich die energetische Qualität des Gebäudes unabhängig vom Nutzerverhalten und von der Wetterlage beurteilen. Insbesondere wegen der standardisierten Randbedingungen erlauben die angegebenen Werte keine Rückschlüsse auf den tatsächlichen Energieverbrauch.

Primärenergiebedarf - Seite 2

Der Primärenergiebedarf bildet die Energieeffizienz des Gebäudes ab. Er berücksichtigt neben der Endenergie mithilfe von Primärenergiefaktoren auch die so genannte „Vorkette“ (Erkundung, Gewinnung, Verteilung, Umwandlung) der jeweils eingesetzten Energieträger (z. B. Heizöl, Gas, Strom, erneuerbare Energien etc.). Ein kleiner Wert signalisiert einen geringen Bedarf und damit eine hohe Energieeffizienz sowie eine die Ressourcen und die Umwelt schonende Energienutzung.

Energetische Qualität der Gebäudehülle – Seite 2

Angegeben ist der spezifische, auf die wärmeübertragende Umfassungsfläche bezogene Transmissionswärmeverlust. Er beschreibt die durchschnittliche energetische Qualität aller wärmeübertragenden Umfassungsflächen (Außenwände, Decken, Fenster etc.) eines Gebäudes. Ein kleiner Wert signalisiert einen guten baulichen Wärmeschutz. Außerdem stellt das GEG bei Neubauten Anforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz (Schutz vor Überhitzung) eines Gebäudes.

Endenergiebedarf - Seite 2

Der Endenergiebedarf gibt die nach technischen Regeln berechnete, jährlich benötigte Energiemenge für Heizung, Lüftung und Warmwasserbereitung an. Er wird unter Standardklima- und Standardnutzungsbedingungen errechnet und ist ein Indikator für die Energieeffizienz eines Gebäudes und seiner Anlagentechnik. Der Endenergiebedarf ist die Energiemenge, die dem Gebäude unter der Annahme von standardisierten Bedingungen und unter Berücksichtigung der Energieverluste zugeführt werden muss, damit die standardisierte Innentemperatur, der Warmwasserbedarf und die notwendige Lüftung sichergestellt werden können. Ein kleiner Wert signalisiert einen geringen Bedarf und damit eine hohe Energieeffizienz.

Angaben zur Nutzung erneuerbarer Energien – Seite 2

Nach dem GEG müssen Neubauten in bestimmtem Umfang erneuerbare Energien zur Deckung des Wärme- und Kälteenergiebedarfs nutzen. In dem Feld „Angaben zur Nutzung erneuerbarer Energien“ sind die Art der eingesetzten erneuerbaren Energien, der prozentuale Deckungsanteil am Wärme- und Kälteenergiebedarf und der prozentuale Anteil der Pflichterfüllung abzulesen. Das Feld „Maßnahmen zur Einsparung“ wird ausgefüllt, wenn die Anforderungen des GEG teilweise oder vollständig durch Unterschreitung der Anforderungen an den baulichen Wärmeschutz gemäß § 45 GEG erfüllt werden.

Endenergieverbrauch - Seite 3

Der Endenergieverbrauch wird für das Gebäude auf der Basis der Abrechnungen von Heiz- und Warmwasserkosten nach der Heizkostenverordnung oder auf Grund anderer geeigneter Verbrauchsdaten ermittelt. Dabei werden die Energieverbrauchsdaten des gesamten Gebäudes und nicht der einzelnen Wohneinheiten zugrunde gelegt. Der erfasste Energieverbrauch für die Heizung wird anhand der konkreten örtlichen Wetterdaten und mithilfe von Klimafaktoren auf einen deutschlandweiten Mittelwert umgerechnet. So führt beispielsweise ein hoher Verbrauch in einem einzelnen harten Winter nicht zu einer schlechteren Beurteilung des Gebäudes. Der Endenergieverbrauch gibt Hinweise auf die energetische Qualität des Gebäudes und seiner Heizungsanlage. Ein kleiner Wert signalisiert einen geringen Verbrauch. Ein Rückschluss auf den künftig zu erwartenden Verbrauch ist jedoch nicht möglich; insbesondere können die Verbrauchsdaten einzelner Wohneinheiten stark differieren, weil sie von der Lage der Wohneinheiten im Gebäude, von der jeweiligen Nutzung und dem individuellen Verhalten der Bewohner abhängen. Im Fall längerer Leerstände wird hierfür ein pauschaler Zuschlag rechnerisch bestimmt und in die Verbrauchserfassung einbezogen. Im Interesse der Vergleichbarkeit wird bei dezentralen, in der Regel elektrisch betriebenen Warmwasseranlagen der typische Verbrauch über eine Pauschale berücksichtigt. Gleiches gilt für den Verbrauch von eventuell vorhandenen Anlagen zur Raumkühlung. Ob und inwieweit die genannten Pauschalen in die Erfassung eingegangen sind, ist der Tabelle „Verbrauchserfassung“ zu entnehmen.

Primärenergieverbrauch - Seite 3

Der Primärenergieverbrauch geht aus dem für das Gebäude ermittelten Endenergieverbrauch hervor. Wie der Primärenergiebedarf wird er mithilfe von Primärenergiefaktoren ermittelt, die die Vorkette der jeweils eingesetzten Energieträger berücksichtigen.

Treibhausgasemissionen – Seite 2 und 3

Die mit dem Primärenergiebedarf oder dem Primärenergieverbrauch verbundenen Treibhausgasemissionen des Gebäudes werden als äquivalente Kohlendioxidemissionen ausgewiesen.

Pflichtangaben für Immobilienanzeigen - Seite 2 und 3

Nach dem GEG besteht die Pflicht, in Immobilienanzeigen die in § 87 Absatz 1 GEG genannten Angaben zu machen. Die dafür erforderlichen Angaben sind dem Energieausweis zu entnehmen, je nach Ausweisart der Seite 2 oder 3.

Vergleichswerte – Seite 2 und 3

Die Vergleichswerte auf Endenergieebene sind modellhaft ermittelte Werte und sollen lediglich Anhaltspunkte für grobe Vergleiche der Werte dieses Gebäudes mit den Vergleichswerten anderer Gebäude sein. Es sind Bereiche angegeben, innerhalb derer ungefähr die Werte für die einzelnen Vergleichskategorien liegen.

¹ siehe Fußnote 1 auf Seite 1 des Energieausweises

Nachweis gemäß Gebäudeenergiegesetz – GEG (Wohngebäude)

Projekt:

250126 - Energieausweis, Christian Hans Richter
70806 Kornwestheim

Inhalt

1. Projektdaten	3
2. Ergebniszusammenfassung	4
2.1 Jahres-Primärenergiebedarf und baulicher Wärmeschutz (GEG)	4
2.2 KfW-Förderprogramme	5
2.3 Nutzung von erneuerbaren Energien (GEG)	6
2.4 Sommerlicher Wärmeschutz (DIN 4108-2:2013)	6
2.5 Luftdichtheitsmessung & sonstige Besonderheiten	6
2.6 Wärmebrücken	6
2.7 Gebäudetechnik	7
2.8 CO₂-Emissionen	7
2.9 Energieeffizienzklasse, Endenergiebedarf	7
3. Bauteilaufbauten, U-Werte	8
4. Sommerlicher Wärmeschutz (DIN 4108-2:2013)	26
5. Thermische Gebäudehülle	28
A1. Berechnung des Nachzuweisenden Gebäudes	29
A2. Berechnung des Referenzgebäudes	53
A3. Faltmodelle, Flächen- und Volumenermittlung	73

1. Projektdaten

BAUPHYSIKALISCHE NACHWEISE


Projekt	2010014_Richter
Gebäudeteil	Wohngebäude
Ort	70806 Kornwestheim
Straße	Anna-Nopper-Straße 17
Gemarkung	
Flurstück	
Baujahr	2011
Berechnungssoftware	DÄMMWERK 2025 vom 07.01.2025

Bauherr	Simone & Christian Richter
	Inselstrasse 3-7
Straße	70327 Stuttgart
Plz Ort	

Aufsteller	FachplanerEnergie
	Adolph Steffen
Straße	Am Märzrasen 12
Plz Ort	36124 Eichenzell-Welkers
	www.fachplaner-energie.de

aufgestellt den

30.01.2025



FachplanerEnergie

Dipl.-Ing. (BA) Thomas Schüßler
Am Märzrasen 12
36124 Eichenzell-Welkers
Tel.: +49-(0)6659-61637-0
eMail: info@fachplaner-energie.de



2. Ergebniszusammenfassung

2.1 Jahres-Primärenergiebedarf und baulicher Wärmeschutz (GEG)

Nachweis der thermischen Hülle (Ref-No 5.15.1)

Grenzwert für ein Wohngebäude (401 m²) nach GEG 2020 § 16

zul $H'_{T} = \text{zul } H'_{T,REF} = 0,40 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

vorh $H'_{T} = H_T / \Sigma A = 299,0 / 889,2 = 0,34 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

vorh $H'_{T} = 0,34 \leq 0,40 \text{ W/(m}^2\text{K)}$, **Grenzwert wird eingehalten**

Nachweis des Primärenergiebedarfs (Ref-No 5.15.2)

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

zul $q_{P,REF} = 101,7 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$, aus der Referenzberechnung

zul $q_P = 101,7 - 45\% = 55,9 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$, geforderte Unterschreitung nach GEG §15 und GEG-Novelle 2023 / 2024

vorh $q_P = 19.819 / 400,5 = 49,5 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$

vorh $q_P = 49,5 \leq 55,9 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$, **Grenzwert wird eingehalten**

Nachweis der Nutzung erneuerbarer Energien (Ref-No 5.15.8)

Nachweis 65% Erneuerbare

Anforderungen an die Heizungsanlage nach GEG 2024, §71

Heizungsanlagen müssen die benötigte Wärme zu mindestens 65% aus erneuerbaren Energien erzeugen

benötigte Wärme im Gebäude 30.251 kWh/a

genutzte erneuerbare Energien	
1. aus thermischen Solaranlagen	- kWh/a
2. aus elektrischen Wärmepumpen	30.251 kWh/a
3. aus gasmotorischen Wärmepumpen	- kWh/a
4. aus Stromdirektheizung	- kWh/a
5. aus unvermeidbarer Abwärme	- kWh/a
6. aus Wärmenetzen	- kWh/a
7. aus Biomasse / Wasserstoff	- kWh/a

Summe erneuerbare Energien	30.251 kWh/a	100 %
----------------------------	--------------	-------

erzielter Deckungsanteil für erneuerbare Energie $DA_{EE} = 30250,8/30250,8 \cdot 100 = 100\%$ (Entwurf Bbl.2 Gl.5)

Die Anforderungen an die Heizungsanlage nach GEG 2024, §71 (65,0% erneuerbar) **werden erfüllt**

2.2 KfW-Förderprogramme

20.0 Bundesförderprogramme (KfW)

(Ref-No 5.20.0)

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

Förderprogramme für Energieeffizientes Bauen (Programm Nr. 153), Stand 07/2010

Referenzberechnung = "2025-01-30-250126-Gebäude-18599-Referenz2020"

	REF	%	$\dot{Q}_{P'}$ kWh/ (m ² a)	REF	%	$\dot{H}_{T'}$ W/ (m ² K)	
vorhanden	49	%	49,5	85	%	0,336	
Referenzgebäude	100	%	101,7	100	%	0,396	
zul $\dot{H}_{T'}_{EnEV}$				100	%	0,396	
KfW Anforderungen ...							
KfW Effizienzhaus 70	70	%	71,2	85	%	0,336	erfüllt
KfW Effizienzhaus 55	55	%	55,9	70	%	0,277	nicht erfüllt
KfW Effizienzhaus 40	40	%	40,7	55	%	0,218	nicht erfüllt

Förderung von "Passivhäusern" wie "KfW Effizienzhäuser 55"

"KfW Effizienzhaus 70" ... **wird erreicht**

2.3 Nutzung von erneuerbaren Energien (GEG)

Nutzung von erneuerbaren Energien nach GEG 2020, §§ 34 ff
(Ref-No 5.17.1)

Nachweis für privat genutzte Gebäude

Wärme- und Kälteenergiebedarf = 9445 + 0 + 20806 + 0 = 30.251 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]	30.251	100,0 %	50,0 %	200,0 %
				200,0 %

Maßnahmen zur Einsparung von Energie

Nachweis über die kleinste U-Wert-Unterschreitung nach Abs. 2.3, ohne Nachweis der QP-Unterschreitung

		Grenzwert	erzielt	Unterschreitung		Nutzungs- anteil
				erzielt	gefordert	
U-Werte	W/ (m²K)	0,00	0,00	0,0 %	15,0 %	0,0 %

erreichter Nutzungsanteil, Summe = 200,0 % ≥ Nutzungspflichtanteil = 100 %

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

2.4 Sommerlicher Wärmeschutz (DIN 4108-2:2013)

Der Sommerliche Wärmeschutz wird über außenliegende Rollläden an allen Fenstern der Aufenthaltsräume eingehalten.

2.5 Luftdichtheitsmessung & sonstige Besonderheiten

Im Nachweis wurde eine Luftdichtheitsmessung angerechnet. Es gelten die n50-Grenzwerte des GEG.

2.6 Wärmebrücken

Zusätzliche Wärmebrückenverluste werden detailliert berücksichtigt.

2.7 Gebäudetechnik

Heizung /Warmwasser:	Luft-Wasser-Wärmepumpe LW 180
Lüftung:	Zu- und Abluftanlage mit WRG
Klimatisierung:	nicht vorhanden
Stromerzeugende Systeme:	nicht vorhanden

2.8 CO₂-Emissionen

Treibhausgasemissionen (CO₂)

Energieträger	Endenergie kWh/a	Emissionsfaktor g CO ₂ /kWh	Emissionen kg/a	kg / (m ² a)
Strom-Mix	3.341	560	1.871	
Strom-Mix	6.104	560	3.418	
Strom-Mix	1.565	560	877	
	11.010		6.166	15,4

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

2.9 Energieeffizienzklasse, Endenergiebedarf

Effizienzklasse

auf Basis des Endenergiebedarfs = $(11010) / 400,5 = 27,5 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$

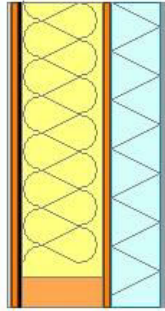
Effizienzklasse nach GEG A10, Effizienzklasse **A+** ($27,5 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$)

Endenergiebedarf dieses Gebäudes [Pflichtangabe in Immobilienanzeigen] **27,5 kWh/m²a**

3. Bauteilaufbauten, U-Werte

Bauteil: Außenwand-260-1

(Ref-No 1.0)



Bauteiltyp "Außenwand" (3)

mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,13$ und $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$
Querschnitt

(Ref-No 1.3)

von innen	s cm	ρ kg/m ³	kg/m ²	λ W/ (mK)	R m ² K/W
R_{si}					0,130
01 Gipskartonbauplatte	0,95	800	7,6	0,250	0,038
02 Spanplatte P4	1,30	700	9,1	0,130	0,100
03 Dampfbremsfolie	0,02	–	–	–	–
04 Mineralwolle-Dämmstoff 035	16,00	23	3,7	0,035	4,571
05 Spanplatte P5	1,30	700	9,1	0,130	0,100
06 Fassadendämmplatte (EPS)	10,00	20	2,0	0,035	2,857
07 Unterputz mit Gewebe	0,30	1800	5,4	0,700	0,004
08 Endputz	0,30	1700	5,1	0,700	0,004
R_{se}					0,040
<hr/>					
d =	30,17	G =	42,0	R_T =	7,85

 $U_{\text{Gefach}} = 0,127 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Rahmenbereich

Rahmenbreite	Achsabstand	zusammengesetztes Bauteil			
6,0 cm	62,5 cm	9,6 %	47,8 kg/m²		
Rahmenanteil von innen	s cm	ρ kg/m³	kg/m²	λ W/ (mK)	R m² K/W
R _{si}					0,130
01 Gipskartonbauplatte	0,95	800	7,6	0,250	0,038
02 Spanplatte P4	1,30	700	9,1	0,130	0,100
03 Dampfbremsfolie	0,02	-	-	-	-
04 KVH (S 10)	16,00	400	64,0	0,130	1,231
05 Spanplatte P5	1,30	700	9,1	0,130	0,100
06 Fassadendämmplatte (EPS)	10,00	20	2,0	0,035	2,857
07 Unterputz mit Gewebe	0,30	1800	5,4	0,700	0,004
08 Endputz	0,30	1700	5,1	0,700	0,004
R _{se}					0,040
	30,17		102,3	R _T =	4,50

$$U_{(R)} = 0,222 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

$$R'_T = 1 / (90,40\% \cdot 1/7,845 + 9,60\% \cdot 1/4,504) = 7,32 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R''_T = 0,13 + 1/(0,904/0,038 + 0,096/0,038) + 1/(0,904/0,100 + 0,096/0,100) + 1/(0,904/4,571 + 0,096/1,231) + 1/(0,904/0,100 + 0,096/0,100) + 1/(0,904/2,857 + 0,096/2,857) + 1/(0,904/0,004 + 0,096/0,004) + 1/(0,904/0,004 + 0,096/0,004) + 0,04 = 6,90 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R_T = (R'_T + R''_T)/2 = 7,11 \text{ m}^2\text{K/W (maximaler Fehler} = R'_T - R''_T / 2 \cdot R_T = 3 \%)$$

$$U = 1 / R_T = 0,141 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

Wärmedurchgangskoeffizient

(Ref-No 1.8)

$$\text{Wärmedurchgangskoeffizient } U_c = 0,141 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

0,000 Korrektur für Luftspalte, keine Spalte/Luftzirkulation

$$U\text{-Wert Gesamtkorrektur} < 3\% \Rightarrow U = 0,141 \text{ W/(m}^2\text{K)} \text{ (EN ISO 6946:2008, Nr.7)}$$

Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

(Ref-No 1.8.1)

Außenwand. Erhöhte Anforderungen für leichte Bauteile mit einer flächenbezogenen Gesamtmasse < 100 kg/m²

R_(G) 7,68 ≥ 1,75 m²K/W erfüllt die Anforderungen

R 6,94 ≥ 1,00 m²K/W erfüllt die Anforderungen

U_{max} bei erstmaligem Einbau, Ersatz und Erneuerung von Bauteilen (GEG 2020 A7)

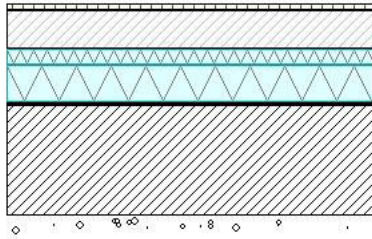
(Ref-No 1.8.2)

Anforderung: Ersatz oder erstmaliger Einbau der Außenwand in Gebäuden/Zonen mit T_i ≥ 19 °C

U 0,14 ≤ 0,24 W/(m²K) OK

Bauteil: Bodenplatte / Kellersohle mit Fußbodenheizung (ohne & mit KWL) 160

(Ref-No 1.0)

**Bauteiltyp "Fußboden gegen Erdreich" (9)**mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,17$ und $R_{se} = 0,00 \text{ m}^2\text{K/W}$ **Querschnitt**

(Ref-No 1.3)

von innen	s cm	ρ kg/m ³	kg/m ²	λ W/(mK)	R m ² K/W
R_{si}					0,170
01 Bodenbelag	1,00	800	8,0	1,000	0,010
02 Anhydridestrich	6,30	2200	138,6	1,200	0,052
03 Bitumenpapier	0,10	1200	1,2	0,170	0,006
04 Dämmung 040	2,70	20	0,5	0,040	0,675
05 Dämmung 035	6,00	20	1,2	0,035	1,714
06 Bitumenschweißbahn	0,40	1200	4,8	0,170	0,024
07 Stb-Decke nach Statik	18,00	2400	432,0	-	-
R_{se}					0,000
<hr/>					
	d = 34,50	G = 586,3		$R_T = 2,65$	

Wärmedurchgangskoeffizient

(Ref-No 1.8)

Wärmedurchgangskoeffizient $U_c = 0,377 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

0,000 Korrektur für Luftspalte, keine Spalte/Luftzirkulation

U-Wert Gesamtkorrektur < 3% $\Rightarrow U = 0,377 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (EN ISO 6946:2008, Nr.7)**Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2**

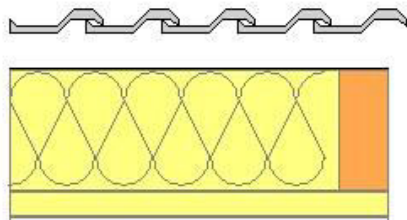
(Ref-No 1.8.1)

Bodenplatte auf Erdreich. Mindestanforderungen nach Tab.3.

 $R \quad 2,48 \geq 0,90 \quad \text{m}^2\text{K/W}$ erfüllt die Anforderungen

Bauteil: Dachschräge 200 + 40 / 035

(Ref-No 1.0)



Bauteiltyp "Dachdecke hinterlüftet" (2)

mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,10$ und $R_{se} = 0,10 \text{ m}^2\text{K/W}$ **Querschnitt**

(Ref-No 1.3)

von innen	s cm	ρ kg/m ³	kg/m ²	λ W/ (mK)	R m ² K/W
R_{si}					0,100
01 Gipskartonbauplatte	1,25	800	10,0	0,250	0,050
02 Mineralwolle-Dämmstoff 040	4,00	15	0,6	0,040	1,000
03 Dampfbremsfolie	0,02	-	-	-	-
04 Mineralwolle-Dämmstoff 035	20,00	23	4,6	0,035	5,714
05 Unterdeckbahn	0,02	-	-	-	-
06 Luftschicht belüftet	6,00	1	0,1	-	-
07 Dachdeckung	4,00	-	40,0	-	-
R_{se}					0,100
<hr/>					
	d = 35,29	G = 55,3		$R_T = 6,96$	

 $U_{\text{Gefach}} = 0,144 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Rahmenbereich

Rahmenbreite	Achsabstand	zusammengesetztes Bauteil			
8,0 cm	82,5 cm	9,7 %	62,6 kg/m²		
Rahmenanteil von innen	s cm	ρ kg/m³	kg/m²	λ W/ (mK)	R m² K/W
Rsi					0,100
01 Gipskartonbauplatte	1,25	800	10,0	0,250	0,050
02 Lattung	4,00	20	0,8	0,130	0,308
03 Dampfbremsfolie	0,02	–	–	–	–
04 KVH (S 10)	20,00	400	80,0	0,130	1,538
05 Unterdeckbahn	0,02	–	–	–	–
06 Luftschicht belüftet	6,00	1	0,1	–	–
07 Dachdeckung	4,00	–	40,0	–	–
Rse					0,100
	35,29		130,9	R _T =	2,10

$$U_{(R)} = 0,477 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

$$R'_T = 1 / (90,30\% \cdot 1/6,964 + 9,70\% \cdot 1/2,096) = 5,68 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R''_T = 0,10 + 1/(0,903/0,050 + 0,097/0,050) + 1/(0,903/1,000 + 0,097/0,308) + 1/(0,903/5,714 + 0,097/1,538) + 0,10 = 5,59 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R_T = (R'_T + R''_T)/2 = 5,64 \text{ m}^2\text{K/W (maximaler Fehler} = R'_T - R''_T / 2 \cdot R_T = 1 \%)$$

$$U = 1 / R_T = 0,177 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

Wärmedurchgangskoeffizient

(Ref-No 1.8)

Wärmedurchgangskoeffizient $U_c = 0,177 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

0,000 Korrektur für Luftspalte, keine Spalte/Luftzirkulation

U-Wert Gesamtkorrektur < 3% $\Rightarrow U = 0,177 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (EN ISO 6946:2008, Nr.7)

Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

(Ref-No 1.8.1)

Dachdecke. Erhöhte Anforderungen für leichte Bauteile mit einer flächenbezogenen Gesamtmasse < 100 kg/m²

R_(G) 6,76 ≥ 1,75 m²K/W erfüllt die Anforderungen

R 5,44 ≥ 1,00 m²K/W erfüllt die Anforderungen

U_{max} bei erstmaligem Einbau, Ersatz und Erneuerung von Bauteilen (GEG 2020 A7)

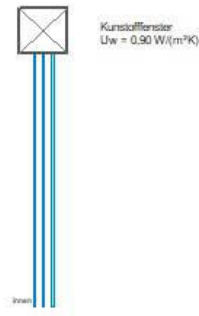
(Ref-No 1.8.2)

Anforderung: Ersatz oder erstmaliger Einbau von Dachflächen sowie Decken und Wände zum unbeheizten Dachraum in Gebäuden/Zonen mit T_i ≥ 19 °C

U 0,18 ≤ 0,24 W/(m²K) OK

Bauteil: Kunststofffenster

(Ref-No 1.0)



Bauteiltyp "Fenster" (20)

mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,13$ und $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$

Fenster

(Ref-No 1.5.1)

Glas, $U_g 0,6$, $g=50\%$

Holz- oder Kunststoffrahmen, $U_f \leq 1,3$

Fenster DIN V 4108-4:2004 Tab.8 VORNORM

(Ref-No 1.5.3)

Tabellenwert $U_w = 1,00 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ $U_{w,BW} = 0,90 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ $g = 50 \%$

U-Wert des Fensters mit Dreischeiben-Isolierverglasung nach Tab.8, DIN V 4108-4:2004 mit $U_f = 1,30 \text{ W/(m}^2\text{K)}$, $U_{f,BW} = 1,40 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (Tab.9) und $U_g = 0,60 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

$U_{w,BW} = 1,00 - 0,10 = 0,90 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

-0,10 Korrektur für wärmetechnisch verbesserten Randverbund nach Anhang C

Indizes: $U_w = U_{\text{Fenster}}$ $U_f = U_{\text{Rahmen}}$ $U_g = U_{\text{Verglasung}}$ BW = Bemessungswert

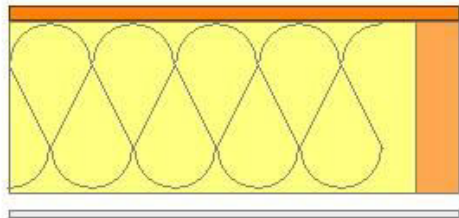
Einzelnachweis für die Verglasung $U_{g,BW} = U_g = 0,60 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Bemessungswert der Verglasung im Fall von Ersatz und Erneuerung, DIN V 4108-4:2004, 5.3

$U_w = 0,90 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ wird für die weiteren Berechnungen angenommen

Bauteil: Geschossdecke-Dachboden

(Ref-No 1.0)



Bauteiltyp "Wohnungstrenndecke nach unten" (7)

mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,17$ und $R_{se} = 0,17 \text{ m}^2\text{K/W}$ **Querschnitt**

(Ref-No 1.3)

von innen	s cm	ρ kg/m ³	kg/m ²	λ W/ (mK)	R m ² K/W
R_{si}					0,170
01 Spanplatte P4	2,20	700	15,4	0,130	0,169
02 Mineralwolle-Dämmstoff 035	24,00	23	5,5	0,035	6,857
03 Luftschicht ruhend	2,20	1	0,0	-	0,184
04 Gipskartonbauplatte	1,25	800	10,0	0,250	0,050
R_{se}					0,170
<hr/>					
	d = 29,65	G =	30,9	$R_T =$	7,60

 $U_{\text{Gefach}} = 0,132 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Rahmenbereich

Rahmenbreite	Achsabstand	zusammengesetztes Bauteil			
6,0 cm	62,5 cm	9,6 %	39,6 kg/m²		
Rahmenanteil von innen	s cm	ρ kg/m³	kg/m²	λ W/ (mK)	R m² K/W
R _{si}					0,170
01 Spanplatte P4	2,20	700	15,4	0,130	0,169
02 KVH (S 10)	24,00	400	96,0	0,130	1,846
03 Luftschicht ruhend	2,20	1	0,0	–	0,184
04 Gipskartonbauplatte	1,25	800	10,0	0,250	0,050
R _{se}					0,170
	29,65		121,4	R _T =	2,59

$$U_{(R)} = 0,386 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

$$R'_T = 1 / (90,40\% \cdot 1/7,600 + 9,60\% \cdot 1/2,589) = 6,41 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R''_T = 0,17 + 1/(0,904/0,169 + 0,096/0,169) + 1/(0,904/6,857 + 0,096/1,846) +$$

$$1/(0,904/0,184 + 0,096/0,184) + 1/(0,904/0,050 + 0,096/0,050) + 0,17 = 6,18 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R_T = (R'_T + R''_T)/2 = 6,30 \text{ m}^2\text{K/W (maximaler Fehler} = R'_T - R''_T / 2 \cdot R_T = 2\%)$$

$$U = 1 / R_T = 0,159 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

Wärmedurchgangskoeffizient

(Ref-No 1.8)

$$\text{Wärmedurchgangskoeffizient } U_c = 0,159 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

0,000 Korrektur für Luftspalte, keine Spalte/Luftzirkulation

$$U\text{-Wert Gesamtkorrektur} < 3\% \Rightarrow U = 0,159 \text{ W/(m}^2\text{K)} \text{ (EN ISO 6946:2008, Nr.7)}$$

Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

(Ref-No 1.8.1)

Decke über Durchfahrt. Erhöhte Anforderungen für leichte Bauteile mit einer flächenbezogenen Gesamtmasse < 100 kg/m²

$$R_{(G)} \quad 7,26 \geq 1,75 \quad \text{m}^2\text{K/W} \quad \text{erfüllt die Anforderungen}$$

$$R \quad 5,96 \geq 1,00 \quad \text{m}^2\text{K/W} \quad \text{erfüllt die Anforderungen}$$

U_{max} bei erstmaligem Einbau, Ersatz und Erneuerung von Bauteilen (GEG 2020 A7)

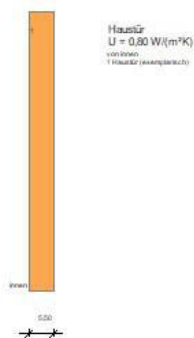
(Ref-No 1.8.2)

Anforderung: Ersatz oder erstmaliger Einbau von Dachflächen sowie Decken und Wände zum unbeheizten Dachraum in Gebäuden/Zonen mit T_i ≥ 19 °C

$$U \quad 0,16 \leq 0,24 \text{ W/(m}^2\text{K)} \quad \text{OK}$$

Bauteil: Haustür

(Ref-No 1.0)



Bauteiltyp "Außenwand" (3)

mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,13$ und $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$

Querschnitt

(Ref-No 1.3)

von innen	s cm	ρ kg/m ³	kg/m ²	λ W/ (mK)	R m ² K/W
R_{si}					0,130
01 Haustür (exemplarisch)	5,50	800	44,0	0,051	1,081
R_{se}					0,040
<hr/>					
	d = 5,50	G =	44,0	$R_T =$	1,25

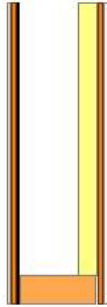
Wärmedurchgangskoeffizient

(Ref-No 1.8)

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,800 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (ohne Korrekturen)

Bauteil: Innenwand 20,5

(Ref-No 1.0)



Bauteiltyp "Wohnungstrennwand" (6)

mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,13$ und $R_{se} = 0,13 \text{ m}^2\text{K/W}$ **Querschnitt**

(Ref-No 1.3)

von innen	s cm	ρ kg/m ³	kg/m ²	λ W/ (mK)	R m ² K/W
R_{si}					0,130
01 Gipskartonbauplatte	0,95	800	7,6	0,250	0,038
02 Spanplatte P4	1,30	700	9,1	0,130	0,100
03 PE-Folie $\geq 0,1\text{mm}$	0,02	1000	0,2	-	-
04 Luftschicht ruhend	12,00	1	0,1	-	0,180
05 Mineralwolle-Dämmstoff 040	4,00	15	0,6	0,040	1,000
06 Spanplatte P4	1,30	700	9,1	0,130	0,100
07 Gipskartonbauplatte	0,95	800	7,6	0,250	0,038
R_{se}					0,130
<hr/>					
d =	20,52	G =	34,3	R_T =	1,72

 $U_{\text{Gefach}} = 0,583 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Rahmenbereich

Rahmenbreite	Achsabstand	zusammengesetztes Bauteil			
6,0 cm	62,5 cm	9,6 %	40,4 kg/m²		
Rahmenanteil von innen	s cm	ρ kg/m³	kg/m²	λ W/ (mK)	R m² K/W
R _{si}					0,130
01 Gipskartonbauplatte	0,95	800	7,6	0,250	0,038
02 Spanplatte P4	1,30	700	9,1	0,130	0,100
03 PE-Folie >= 0,1mm	0,02	1000	0,2	-	-
04 KVH (S 10)	16,00	400	64,0	0,130	1,231
05 Spanplatte P4	1,30	700	9,1	0,130	0,100
06 Gipskartonbauplatte	0,95	800	7,6	0,250	0,038
R _{se}					0,130
	20,52		97,6	R _T =	1,77

$$U_{(R)} = 0,566 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

$$R'_T = 1 / (90,40\% \cdot 1/1,716 + 9,60\% \cdot 1/1,767) = 1,72 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R''_T = 0,13 + 1/(0,904/0,038 + 0,096/0,038) + 1/(0,904/0,100 + 0,096/0,100) + 1/(0,904/0,180 + 0,096/0,923) + 1/(0,904/1,000 + 0,096/0,308) + 1/(0,904/0,100 + 0,096/0,100) + 1/(0,904/0,038 + 0,096/0,038) + 0,13 = 1,55 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R_T = (R'_T + R''_T)/2 = 1,64 \text{ m}^2\text{K/W (maximaler Fehler} = R'_T - R''_T / 2 \cdot R_T = 5\%)$$

$$U = 1 / R_T = 0,611 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

Wärmedurchgangskoeffizient

(Ref-No 1.8)

$$\text{Wärmedurchgangskoeffizient } U_c = 0,611 + 0,004 = \mathbf{0,615 \text{ W/(m}^2\text{K)}}$$

0,004 Korrektur für Dämmschicht mit durchgehenden Luftspalten (4)

$$U\text{-Wert Gesamtkorrektur} < 3\% \Rightarrow U = 0,611 \text{ W/(m}^2\text{K)} \text{ (EN ISO 6946:2008, Nr.7)}$$

Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

(Ref-No 1.8.1)

Wand zum unbeheizten Dachraum. Mindestanforderungen nach Tab.3.

R _(G)	1,46 < 1,75	m ² K/W	<u>nicht zulässig</u>
R	1,38 ≥ 1,00	m ² K/W	erfüllt die Anforderungen

U_{max} bei erstmaligem Einbau, Ersatz und Erneuerung von Bauteilen (GEG 2020 A7)

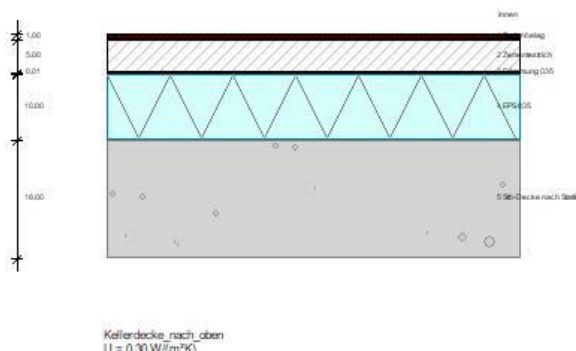
(Ref-No 1.8.2)

 Anforderung: Ersatz oder erstmaliger Einbau von Wänden gegen Erdreich oder zu unbeheizten Räumen (mit Ausnahme von Dachräumen) in Gebäuden/Zonen mit T_i ≥ 19 °C

$$U \quad 0,61 > 0,30 \text{ W/(m}^2\text{K)} \quad \mathbf{\text{nicht eingehalten}}$$

Bauteil: Kellerdecke-nach-oben

(Ref-No 1.0)



Bauteiltyp "Kellerdecke" (8)

mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,17$ und $R_{se} = 0,17 \text{ m}^2\text{K/W}$ **Querschnitt**

(Ref-No 1.3)

von innen	s cm	ρ kg/m ³	kg/m ²	λ W/(mK)	R m ² K/W
R_{si}					0,170
01 Bodenbelag	1,00	800	8,0	1,000	0,010
02 Zementestrich	5,00	2000	100,0	1,400	0,036
03 Dämmung 035	0,01	1200	0,1	0,170	0,001
04 EPS 035	10,00	20	2,0	0,035	2,857
05 Stb-Decke nach Statik	18,00	2400	432,0	2,500	0,072
R_{se}					0,170
<hr/>					
	d = 34,01	G = 542,1		$R_T = 3,32$	

Wärmedurchgangskoeffizient

(Ref-No 1.8)

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,302 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (ohne Korrekturen)**Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2**

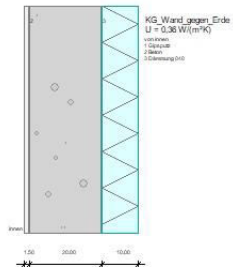
(Ref-No 1.8.1)

Wände beheizter Räume gegen Außenluft, Erdreich, Tiefgaragen (DIN 4108-2:2013).
 Mindestanforderungen nach Tab.3.

 $R \quad 2,98 \geq 1,20 \quad \text{m}^2\text{K/W} \quad \text{erfüllt die Anforderungen}$

Bauteil: KG-Wand-gegen-Erde

(Ref-No 1.0)

**Bauteiltyp "Außenwand gegen Erdreich" (5)**mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,13$ und $R_{se} = 0,00 \text{ m}^2\text{K/W}$ **Querschnitt**

(Ref-No 1.3)

von innen	s cm	ρ kg/m ³	kg/m ²	λ W/(mK)	R m ² K/W
R_{si}					0,130
01 Gipsputz	1,50	1200	18,0	0,350	0,043
02 Beton	20,00	2400	480,0	2,100	0,095
03 Dämmung 040	10,00	25	2,5	0,040	2,500
R_{se}					0,000
<hr/>					
d =	31,50	G =	500,5	$R_T =$	2,77

Wärmedurchgangskoeffizient

(Ref-No 1.8)

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,361 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (ohne Korrekturen)**Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2**

(Ref-No 1.8.1)

Außenwand gegen Erdreich. Mindestanforderungen nach Tab.3.

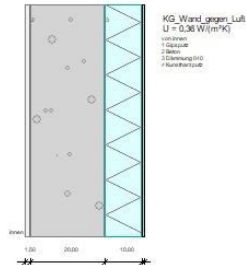
 $R \quad 2,64 \geq 1,20 \text{ m}^2\text{K/W}$ erfüllt die Anforderungen **U_{max} bei erstmaligem Einbau, Ersatz und Erneuerung von Bauteilen (GEG 2020 A7)**

(Ref-No 1.8.2)

Anforderung: Ersatz oder erstmaliger Einbau der Decke gegen Erdreich oder zu unbeheizten Räumen in Gebäuden/Zonen mit $T_i \geq 19 \text{ °C}$ $U \quad 0,36 > 0,30 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ nicht eingehalten

Bauteil: KG-Wand-gegen-Luft

(Ref-No 1.0)

**Bauteiltyp "Außenwand" (3)**mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,13$ und $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$ **Querschnitt**

(Ref-No 1.3)

von innen	s cm	ρ kg/m ³	kg/m ²	λ W/(mK)	R m ² K/W
R_{si}					0,130
01 Gipsputz	1,50	1200	18,0	0,350	0,043
02 Beton	20,00	2400	480,0	2,100	0,095
03 Dämmung 040	10,00	25	2,5	0,040	2,500
04 Kunstharzputz	0,45	1100	5,0	0,700	0,006
R_{se}					0,040
<hr/>					
	d = 31,95	G = 505,4		$R_T = 2,81$	

Wärmedurchgangskoeffizient

(Ref-No 1.8)

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,355 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (ohne Korrekturen)**Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2**

(Ref-No 1.8.1)

Außenwand in Gebäuden mit normalen Innentemperaturen. Mindestanforderungen nach Tab.3.

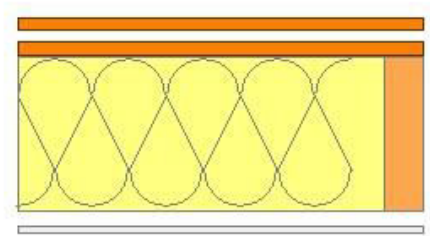
 $R \quad 2,64 \geq 1,20 \text{ m}^2\text{K/W}$ erfüllt die Anforderungen **U_{\max} bei erstmaligem Einbau, Ersatz und Erneuerung von Bauteilen (GEG 2020 A7)**

(Ref-No 1.8.2)

Anforderung: Ersatz oder erstmaliger Einbau der Außenwand in Gebäuden/Zonen mit $T_i \geq 19 \text{ °C}$ $U \quad 0,36 > 0,24 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ nicht eingehalten

Bauteil: Loggiadecke

(Ref-No 1.0)



Bauteiltyp "Decke gegen die Außenluft" (1)

mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,10$ und $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$ **Querschnitt**

(Ref-No 1.3)

von innen	s cm	ρ kg/m ³	kg/m ²	λ W/ (mK)	R m ² K/W
R_{si}					0,100
01 Gipskartonbauplatte	1,25	800	10,0	0,250	0,050
02 Luftschicht ruhend	2,20	1	0,0	–	0,160
03 Dampfbremsfolie	0,02	–	–	–	–
04 Mineralwolle-Dämmstoff 035	24,00	23	5,5	0,035	6,857
05 Spanplatte P4	2,20	700	15,4	0,130	0,169
06 Luftschicht ruhend	1,50	1	0,0	–	0,160
07 Baufurnierplatte	2,20	700	15,4	0,170	0,129
R_{se}					0,040
<hr/>					
d =	33,37	G =	46,4	R_T =	7,67

 $U_{\text{Gefach}} = 0,130 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Rahmenbereich

Rahmenbreite	Achsabstand	zusammengesetztes Bauteil			
6,0 cm	62,5 cm	9,6 %	55,0 kg/m²		
Rahmenanteil von innen	s cm	ρ kg/m³	kg/m²	λ W/ (mK)	R m² K/W
R _{si}					0,100
01 Gipskartonbauplatte	1,25	800	10,0	0,250	0,050
02 Luftschicht ruhend	2,20	1	0,0	-	0,160
03 Dampfbremsfolie	0,02	-	-	-	-
04 BSH	24,00	400	96,0	0,130	1,846
05 Spanplatte P4	2,20	700	15,4	0,130	0,169
06 Luftschicht ruhend	1,50	1	0,0	-	0,160
07 Baufurnierplatte	2,20	700	15,4	0,170	0,129
R _{se}					0,040
	33,37		136,8	R _T =	2,65

$$U_{(R)} = 0,377 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

$$R'_T = 1 / (90,40\% \cdot 1/7,666 + 9,60\% \cdot 1/2,655) = 6,49 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R''_T = 0,10 + 1/(0,904/0,050 + 0,096/0,050) + 1/(0,904/0,160 + 0,096/0,160) + 1/(0,904/6,857 + 0,096/1,846) + 1/(0,904/0,169 + 0,096/0,169) + 1/(0,904/0,160 + 0,096/0,160) + 1/(0,904/0,129 + 0,096/0,129) + 0,04 = 6,25 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R_T = (R'_T + R''_T)/2 = 6,37 \text{ m}^2\text{K/W (maximaler Fehler} = R'_T - R''_T / 2 \cdot R_T = 2\%)$$

$$U = 1 / R_T = 0,157 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

Wärmedurchgangskoeffizient

(Ref-No 1.8)

$$\text{Wärmedurchgangskoeffizient } U_c = 0,157 + 0,012 = 0,169 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

0,012 Korrektur für Dämmschicht mit durchgehenden Luftspalten (4)

U-Wert Gesamtkorrektur = 7%

Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

(Ref-No 1.8.1)

 Decke über Durchfahrt. Erhöhte Anforderungen für leichte Bauteile mit einer flächenbezogenen Gesamtmasse < 100 kg/m²

$$R_{(G)} \quad 7,53 \geq 1,75 \quad \text{m}^2\text{K/W} \quad \text{erfüllt die Anforderungen}$$

$$R \quad 6,23 \geq 1,00 \quad \text{m}^2\text{K/W} \quad \text{erfüllt die Anforderungen}$$

U_{max} bei erstmaligem Einbau, Ersatz und Erneuerung von Bauteilen (GEG 2020 A7)

(Ref-No 1.8.2)

 Anforderung: Ersatz oder erstmaliger Einbau von Dachflächen sowie Decken und Wände zum unbeheizten Dachraum in Gebäuden/Zonen mit T_i ≥ 19 °C

$$U \quad 0,17 \leq 0,24 \text{ W/(m}^2\text{K)} \quad \text{OK}$$

4. Sommerlicher Wärmeschutz (DIN 4108-2:2013)

Sommerlicher Wärmeschutz DIN 4108-2:2013

(Ref-No 1.9.1)

Nachweis für Raum / Raumgruppe ...

mit der Nettogrundfläche $A_G = 70,84 + 14,22 = 85,06 \text{ m}^2$

Ein rechnerischer Nachweis ist erforderlich

vorhandener Sonneneintragskennwert

Fensterflächen	Orientierung / Neigung	$A_w [\text{m}^2]$	$g [\%]$	F_c	$A_w * g * F_c$
1 FF West	West 90°	15,09	50	0,30	2,26
2 FF Süd	Süd 90°	15,09	50	0,30	2,26
3 FF Nord	Nord 90°	2,01	50	0,30	0,30
4 xxx					
32,2 m²					4,83

eingesetzte Sonnenschutzvorrichtungen: $F_c = 0,3$ Verglasung $g > 0,4$ dreifach + Fensterläden / Rollläden 3/4tel geschlossen

grundflächenbezogener Fensterflächenanteil = $32,18 / 85,06 = 0,38$ (38%)

vorh. Sonneneintragskennwert $S_{\text{vorh}} = (\sum A_{w,i} * g_i * F_{c,i}) / A_G = 4,83 / 85,06 = \mathbf{0,057}$

zulässiger Sonneneintragskennwert

Klimaregion	B gemäßigt
Gebäudenutzung	Wohngebäude
Bauart	leicht
Nachtlüftung	erhöht, $n \geq 2 \text{ h}^{-1}$
Sonneneintragskennwert S_1	+0,088

Korrekturen

für Fensterflächenanteil	-0,028 ($f_{WG} = 0,38$)
für Sonnenschutzverglasung	-0,000
für geneigte Fenster	-0,000
für nordorientierte Fenster >60°	+0,006
für passive Kühlung	-
Sonneneintragskennwert S_+	-0,022

$S_{\text{vorh}} = 0,057 \leq 0,066 = S_{\text{zul}} (= 0,088 - 0,022)$ **Nachweis erbracht**

Sommerlicher Wärmeschutz DIN 4108-2:2013

(Ref-No 1.9.1)

Schlafen+Ankleide

mit der Nettogrundfläche $A_G = 15,29 + 12,76 = 28,05 \text{ m}^2$

Ein rechnerischer Nachweis ist erforderlich

vorhandener Sonneneintragskennwert

Fensterflächen	Orientierung / Neigung	$A_w [\text{m}^2]$	$g [\%]$	F_c	$A_w * g * F_c$
1 FF S	Süd 90°	8,49	50	0,30	1,27
2 xxx					
					8,5 m²
					1,27

eingesetzte Sonnenschutzvorrichtungen: $F_c = 0,3$ Verglasung $g > 0,4$ dreifach + Fensterläden / Rollläden 3/4tel geschlossengrundflächenbezogener Fensterflächenanteil = $8,49 / 28,05 = 0,30$ (30%)vorh. Sonneneintragskennwert $S_{\text{vorh}} = (\sum A_{w,i} * g_i * F_{c,i}) / A_G = 1,27 / 28,05 = \mathbf{0,045}$

zulässiger Sonneneintragskennwert

Klimaregion	B gemäßigt
Gebäudenutzung	Wohngebäude
Bauart	leicht
Nachtlüftung	erhöht, $n \geq 2 \text{ h}^{-1}$
Sonneneintragskennwert S_1	+0,088

Korrekturen	
für Fensterflächenanteil	-0,009 ($f_{WG} = 0,30$)
für Sonnenschutzverglasung	-0,000
für geneigte Fenster	-0,000
für nordorientierte Fenster $>60^\circ$	-0,000
für passive Kühlung	-
Sonneneintragskennwert S_+	-0,009

 $S_{\text{vorh}} = 0,045 \leq 0,079 = S_{\text{zul}} (= 0,088 - 0,009)$ **Nachweis erbracht**

5. Thermische Gebäudehülle

A1. Berechnung des Nachzuweisenden Gebäudes

Energetische Bewertung von Gebäuden

Projekt: 2010014_Richter xxx

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, Wärmetransfer über das Erdreich

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

Gebäudeberechnung "2025-01-30-250126-Gebäude-18599"

(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 1.1.2024 (BGBl vom 16. Oktober 2023)

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

berechnet mit den Bilanzierungsverfahren nach DIN V 18599:2018

Referenzberechnung: 2025-01-30-250126-Gebäude-18599-Referenz2020.dwe

Klimadaten für den Gebäudestandort "4 Potsdam (Deutschland)" aus TRY-Datensätzen

1.0 Geplante Gebäudezonen (DIN V 18599-1)

(Ref-No 5.1.0)

Betrachtungsmonat Januar, $\vartheta_e = 1,0 \text{ °C}$

Zone	Typ	t_{nutz} d/a	ϑ_i °C	$\vartheta_{i,WE}$ °C	A_{NGF} m ²	V_i m ³
<1> xxx	42 EFH	365	18,8		326	1 042
					326	1.042

Gebäude, $A_{\text{NGF}} = 326,3 \text{ m}^2$ (Bezugsfläche nach T1, Abs.8.2.1)

im GEG-WG-Nachweis verwendet $A_N = (1/3,01 - 0,04) \cdot 1370,6 = 400,5 \text{ m}^2$ (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 Nachtabstaltung

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
Keller						
1 F 0121 FD <Decke nac	1:0	45,4	0,302	1,00 FD	53 02	13,7
2 F 0112 FAW West	1:0	6,5	0,355	1,00 FAW	53 02	2,3
3 F 0113 FAW Nord	1:0	10,3	0,355	1,00 FAW	53 02	3,7
4 w 0113 Fbw	1:0	16,5	0,355	0,80 FG	53 37	4,7
5 A 0112 FF West	1:0	4,0	0,900	1,00 FF	53 02	3,6
6 A 0113 FF Nord	1:0	6,1	0,900	1,00 FF	53 02	5,5
7 A 0104 FF Süd	1:0	1,0	0,900	1,00 FF	53 02	0,9
8 A 0114 FF West	1:0	2,5	0,900	1,00 FF	53 02	2,2
9 F 0100 Fbf <Kellerso	1:0	189,7	0,377	0,80 FG	53 37	57,2
10 F 0101 Fbw Süd	1:0	10,6	0,361	0,80 FG	53 37	3,1
11 F 0102 Fbw West	1:0	2,5	0,361	0,80 FG	53 37	0,7
12 F 0103 Fbw S-W	1:0	4,0	0,361	0,80 FG	53 37	1,2
13 F 0104 Fbw Süd	1:0	2,6	0,361	0,80 FG	53 37	0,8
14 F 0105 Fbw S-O	1:0	4,0	0,361	0,80 FG	53 37	1,2
15 F 0106 Fbw Ost	1:0	2,5	0,361	0,80 FG	53 37	0,7
16 F 0107 Fbw Süd	1:0	10,6	0,361	0,80 FG	53 37	3,1
17 F 0108 Fbw Ost	1:0	18,3	0,361	0,80 FG	53 37	5,3
18 F 0109 Fbw Süd	1:0	17,2	0,361	0,80 FG	53 37	5,0
19 F 0110 Fbw Ost	1:0	22,2	0,361	0,80 FG	53 37	6,4
20 F 0111 Fbw Nord	1:0	16,5	0,361	0,80 FG	53 37	4,8
21 F 0114 Fbw West	1:0	6,7	0,361	0,80 FG	53 37	1,9
22 F 0115 Fbw Nord	1:0	2,1	0,361	0,80 FG	53 37	0,6
23 F 0116 Fbw West	1:0	4,2	0,361	0,80 FG	53 37	1,2
24 F 0117 Fbw West	1:0	3,7	0,361	0,80 FG	53 37	1,1
25 F 0118 Fbw West	1:0	3,9	0,361	0,80 FG	53 37	1,1
26 F 0119 Fbw Süd	1:0	2,0	0,361	0,80 FG	53 37	0,6
27 F 0120 Fbw West	1:0	9,5	0,361	0,80 FG	53 37	2,7
EG+OG						
28 F 0205 FDd <Geschoss	1:0	133,8	0,159	0,80 FDd	53 06	17,0
29 F 0201 FAW Süd	1:0	28,4	0,141	1,00 FAW	53 02	4,0
30 F 0202 FAW Ost	1:0	53,5	0,141	1,00 FAW	53 02	7,5
31 F 0203 FAW Nord	1:0	62,7	0,141	1,00 FAW	53 02	8,8
32 F 0204 FAW West	1:0	33,9	0,141	1,00 FAW	53 02	4,8
33 A 0201 FF Süd	1:0	12,6	0,900	1,00 FF	53 02	11,4
34 A 0202 FF Ost	1:0	6,6	0,900	1,00 FF	53 02	6,0
35 A 0203 FF Nord	1:0	8,3	0,900	1,00 FF	53 02	7,5
36 A 0204 FF West	1:0	18,5	0,900	1,00 FF	53 02	16,7
37 T 0202 FAW Ost , Tür	1:0	5,0	0,800	1,00 FAW	53 02 74	4,0
Versprung Süd						
38 F 0307 FD <Flachdach	1:0	5,8	0,169	1,00 FD	53 02	1,0
39 F 0302 FAW West	1:0	6,4	0,141	1,00 FAW	53 02	0,9
40 F 0303 FAW Süd	1:0	7,6	0,141	1,00 FAW	53 02	1,1
41 F 0304 FAW Süd	1:0	8,4	0,141	1,00 FAW	53 02	1,2
42 F 0305 FAW Süd	1:0	7,6	0,141	1,00 FAW	53 02	1,1
43 F 0306 FAW Ost	1:0	6,4	0,141	1,00 FAW	53 02	0,9
44 A 0303 FF Süd	1:0	2,2	0,900	1,00 FF	53 02	1,9
45 A 0304 FF Süd	1:0	2,2	0,900	1,00 FF	53 02	1,9
46 A 0305 FF Süd	1:0	2,2	0,900	1,00 FF	53 02	1,9

Versprung_West

47 F 0407 FD <Flachdach	1:0	4,7	0,169	1,00 FD	53 02	0,8
48 F 0402 FAW Nord	1:0	2,1	0,141	1,00 FAW	53 02	0,3
49 F 0403 FAW West	1:0	2,2	0,141	1,00 FAW	53 02	0,3
50 F 0404 FAW West	1:0	2,5	0,141	1,00 FAW	53 02	0,4
51 F 0405 FAW West	1:0	2,2	0,141	1,00 FAW	53 02	0,3
52 F 0406 FAW Süd	1:0	2,1	0,141	1,00 FAW	53 02	0,3
53 A 0403 FF West	1:0	2,2	0,900	1,00 FF	53 02	1,9
54 A 0404 FF West	1:0	2,2	0,900	1,00 FF	53 02	1,9
55 A 0405 FF West	1:0	2,2	0,900	1,00 FF	53 02	1,9

Luftraum

56 F 0503 FD	1:0	14,6	0,177	1,00 FD	53 02	2,6
57 F 0500 Fu	1:0	2,9	0,611	0,50 Fu	53 08	0,9
58 F 0502 Fu	1:0	9,3	0,611	0,50 Fu	53 08	2,8
59 F 0505 Fu	1:0	2,9	0,611	0,50 Fu	53 08	0,9

 $\Sigma A [m^2] = 889,2$
 $\Sigma H_T [W/K] = 250,2$

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.
- 08 Wärmeverluste zum unbeheizten Raum.
- 37 Die F_x-Faktoren der unteren Gebäudeabschlüsse werden vereinfacht angenommen (T2, Tab.5/6)
- 53 Der Einfluss der Wärmebrücken wird nicht berücksichtigt, da er im U-Wert des Bauteils enthalten ist oder gesondert bilanziert wird.
- 74 Die Hüllfläche wird im mittleren U-Wert nach Hüllflächengruppen (Abs.5.2.3) nicht berücksichtigt.

2.1 Wärmebrücken

(Ref-No 5.2.1)

Berechnung mit detailliert erfassten, längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten

$H_{T, WB} = 48,8 \text{ W/K}$ (19,5 %, 0,055 W/(m²K)), Bilanzierung im Abschnitt "2.2 Transferkoeffizienten"

Wärmebrücke	Zone	l m	ψ W/ (mK)	b -	$l \cdot \psi$ W/K
01 Außenwandaußenecke		23,5	-0,03	1,00	-0,7
02 Außenwandinnenecke		19,2	0,03	1,00	0,5
03 ErkerAW-Außenecke		38,4	0,02	1,00	0,6
04 ErkerAW-Innenecke		19,2	0,03	1,00	0,6
05 Dachanbindung Gaube		9,8	0,08	1,00	0,8
06 Fenster, seitlich mit Rollläden		80,7	-0,03	1,00	-2,4
07 Fenster, oben mit Rollläden		34,5	0,16	1,00	5,5
08 Fenster, unten mit Rollläden		34,5	0,08	1,00	2,8
09 Eingang umlaufend		10,8	0,00	1,00	0,0
10 Geschossdecke quer		22,2	-0,01	1,00	-0,2
11 Geschossdecke längs		24,2	0,03	1,00	0,7
12 Erker/Loggia-Außenwand		14,2	0,02	1,00	0,3
13 Außenwand-auf-Loggia		5,2	0,11	1,00	0,6
14 Innenwand-Außenwand		29,3	0,01	1,00	0,3
15 Innenwand-Kellerdecke		15,0	0,06	1,00	0,9
16 KG AW-IW		20,4	0,56	0,60	6,8
17 KG IW-Boden		38,2	0,57	0,60	13,1
18 KG AW-Boden		45,6	0,70	0,60	19,1
19 KG AW-FF umlaufend		32,2	0,06	1,00	1,9
20 KG AW-AW AE (Erde)		35,5	-0,18	0,60	-3,8
21 KG AW-AW IE (Erde)		10,9	0,12	0,60	0,8
22 KG AW-AW IE (Luft)		5,5	0,12	1,00	0,7
$\Sigma l_j \cdot \psi_j =$					48,8

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>	191	103	5	299	0	0
	191	103	5	299		

$H_{T, D} = \Sigma A_j \cdot U_j + \Sigma \psi_j \cdot l_j$ = 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

$H'_{T, vorh} = (H_{T, D} + F_x \cdot H_{T, iu} + F_x \cdot H_{T, s}) / A = 299,0 / 889,2 = 0,34 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

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

$e_{\text{wind}} = 0,07$ $f_{\text{wind}} = 15$ (EN ISO 13790 Tab.G4)

Gebäude ohne Außenluftdurchlässe

Luftaustausch zwischen Gebäudezonen nicht relevant

Zone	ALD	n_{50}	V_A	Luftwechsel		Fenster	Lüftungsanlage	
		h^{-1}	$\text{m}^3 / (\text{m}^2 \text{h})$	n_{nutz}	n_{inf}	n_{win}	$n_{\text{m, ZUL}}$	$t_{\text{V, m}}$
				h^{-1}	h^{-1}	h^{-1}	h^{-1}	h / d
<1>	-	1,00	n_{nutz}	0,45	0,07	0,10	0,40	24

Wohnungslüftungsanlage mit $V_{\text{mech}} = 417 \text{ m}^3/\text{h}$, Zu- und Abluft, WRG80

n_{50} = Luftwechselzahl bei 50 Pa Druckdifferenz, V_A = Mindest-Außenluftvolumenstrom

n_{nutz} = Mindestaußenluftwechsel = $V_A \cdot A_{\text{NGF}} / V$ während der Nutzungsstunden (Nichtwohngebäude)

n_{inf} = Infiltrationsluftwechsel = $n_{50} \cdot e_{\text{wind}} \cdot f_{\text{ATD}}$ mit f_{ATD} = Bewertungsfaktor für ALD oder mit RLT

$n_{\text{inf}} = n_{50} \cdot e_{\text{wind}} \cdot f_{\text{ATD}} \cdot (1 + (1 - f_e) \cdot t_{\text{V, mech}} / 24)$ mit f_e = Faktor für nicht balancierte RLT-Anlagen (Gl.65)

n_{win} = Fenster- / Türluftwechsel = $n_{\text{win, min}} + \Delta n_{\text{win}} \cdot t_{\text{nutz}} / 24$, mit RLT = $n_{\text{win, min}} + \Delta n_{\text{win, mech}} \cdot t_{\text{V, mech}} / 24$
 mit $n_{\text{win, min}} = 0,1$, in Wohngebäuden $n_{\text{win, min}} = \text{seasonal}$ nach Gl.77

$\Delta n_{\text{win}} = n_{\text{nutz}} - (n_{\text{nutz}} - 0,2) \cdot n_{\text{inf}} - 0,1$ (ohne RLT), falls $n_{\text{nutz}} > 1,2 \Rightarrow \Delta n_{\text{win}} = n_{\text{nutz}} - n_{\text{inf}} - 0,1$

$n_{\text{mech}} = n_{\text{mech, ZUL}}$ = 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	V	$H_{V, z, \text{Jan}}$	$H_{V, \text{inf}}$	$H_{V, \text{win}}$	ΣH_V	$H_{V, \text{mech}}$	$\vartheta_{V, \text{Jan}}$
Lüftung	m^3	W/K	W/K	W/K	W/K	W/K	$^{\circ}\text{C}$
<1>	1.042	0	25	30	55	142	15,9
		0	25	30	55	142	

$H_{V, z} = V \cdot 0,34 [\text{W/K}]$ = Wärmetransferkoeffizient Lüftung zu angrenzenden Zonen, monatlich, temperaturgewichtet

H_V = Wärmetransferkoeffizient Lüftung = $n \cdot V \cdot c_{p, a} \cdot \rho_a = n \cdot V \cdot 0,34 [\text{W/K}]$

$H_{V, \text{win, ohne RLT}} = f_{\text{win, seasonal}} \cdot H_{V, \text{win}} = (0,04 \cdot \theta_e + 0,8) \cdot H_{V, \text{win}} [\text{W/K}]$ (Fensterlüftung seasonal)

$\Sigma H_V = H_{V, z, \text{Jan}} + H_{V, \text{inf}} + H_{V, \text{win}}$, 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
5 A 0112 FF West	1	2,78	17/ 117	36/ 4	0,4/ 0,3
6 A 0113 FF Nord	1	4,29	10/ 81	36/ 4	0,4/ 0,3
7 A 0104 FF Süd	1	0,71	59/ 113	36/ 4	0,4/ 0,1
8 A 0114 FF West	1	1,74	17/ 117	36/ 4	0,3/ 0,2
33 A 0201 FF Süd	1	8,83	59/ 113	36/ 4	4,6/ 0,9
34 A 0202 FF Ost	1	4,63	25/ 138	36/ 4	1,0/ 0,6
35 A 0203 FF Nord	1	5,84	10/ 81	36/ 4	0,5/ 0,4
36 A 0204 FF West	1	12,98	17/ 117	36/ 4	1,9/ 1,3
44 A 0303 FF Süd	1	1,51	59/ 113	36/ 4	0,8/ 0,1
45 A 0304 FF Süd	1	1,51	59/ 113	36/ 4	0,8/ 0,1
46 A 0305 FF Süd	1	1,51	59/ 113	36/ 4	0,8/ 0,1
53 A 0403 FF West	1	1,51	17/ 117	36/ 4	0,2/ 0,2
54 A 0404 FF West	1	1,51	17/ 117	36/ 4	0,2/ 0,2
55 A 0405 FF West	1	1,51	17/ 117	36/ 4	0,2/ 0,2
		50,70			13/ 5

Strahlungsintensitäten für den Standort "4 Potsdam (Deutschland)"

Q_S = 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

7110: aus dem Bauteilbezug, Rollläden, 3/4 geschlossen, grau

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 Nichtwohnozonen 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)	$I_{S, Jul}$ W/m ²	$Q_{S, Jul}$ kWh/d
1 F 0121 FD <Deck	- 1	45,4	0,30	0,50	4,50	210	0,8
2 F 0112 FAW West	W 1	6,5	0,36	0,50	4,50	117	0,1
3 F 0113 FAW Nord	N 1	10,3	0,36	0,50	4,50	81	0,1
29 F 0201 FAW Süd	S 1	28,4	0,14	0,50	4,50	113	0,1
30 F 0202 FAW Ost	O 1	53,5	0,14	0,50	4,50	138	0,3
31 F 0203 FAW Nord	N 1	62,7	0,14	0,50	4,50	81	0,2
32 F 0204 FAW West	W 1	33,9	0,14	0,50	4,50	117	0,2
37 T 0202 FAW Ost	O 1	5,0	0,80	0,50	4,50	138	0,2
38 F 0307 FD <Flac	- 1	5,8	0,17	0,50	4,50	210	0,1
39 F 0302 FAW West	W 1	6,4	0,14	0,50	4,50	117	0,0
40 F 0303 FAW Süd	S 1	7,6	0,14	0,50	4,50	113	0,0
41 F 0304 FAW Süd	S 1	8,4	0,14	0,50	4,50	113	0,0
42 F 0305 FAW Süd	S 1	7,6	0,14	0,50	4,50	113	0,0
43 F 0306 FAW Ost	O 1	6,4	0,14	0,50	4,50	138	0,0
47 F 0407 FD <Flac	- 1	4,7	0,17	0,50	4,50	210	0,0
48 F 0402 FAW Nord	N 1	2,1	0,14	0,50	4,50	81	0,0
49 F 0403 FAW West	W 1	2,2	0,14	0,50	4,50	117	0,0
50 F 0404 FAW West	W 1	2,5	0,14	0,50	4,50	117	0,0
51 F 0405 FAW West	W 1	2,2	0,14	0,50	4,50	117	0,0
52 F 0406 FAW Süd	S 1	2,1	0,14	0,50	4,50	113	0,0
56 F 0503 FD	- 1	14,6	0,18	0,50	4,50	210	0,1
318,3							2,4

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

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 * 0.9 = 4.5 W/(m²K)

$\Delta\theta_{er}$ = 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>	1.121	823	313	211	386	369	903	6.269
über opake ...								
<1>	29	9	-	-	2	0	14	413
	1.151	832	313	211	387	369	917	6.682

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>	326	14,7	-	0,0	14,7

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>	0,0	0,0	1,8	17,9	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	ΣH_T W/K	ΣH_V W/K	$\Sigma H_{V,mech}$ W/K	Q_{sink} kWh/d	Q_{source} kWh/d	γ
<1>	299	60	142	162	47	0,289

Zone	C_{wirk} Wh/(m ² K)	H W/K	τ h	a -	η -	η_{WE}
<1>	50	501	32,57	3,04	0,984	

 $\Sigma H_T = H_{T,D} + H_{T,s} + H_{T,iu}$ = Transmissionswärme-Transferkoeffizienten, $H_{T,iz}$ siehe Q_{sink} ΣH_V = Lüftungswärme-Transferkoeffizienten aus Infiltration und Fensterlüftung $\Sigma H_{V,mech}$ = 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 normalenRaumhöhen und ohne Innenverkleidungen, bezogen auf einen m² Grundfläche τ = Zeitkonstante = C_{wirk} / H mit H = Transferkoeffizient der Gebäudezone aus Transmission und Lüftung $a = a_0 + \tau / \tau_0 = 1 + \tau / 16$ = numerischer Parameter η = 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)

TemperaturrandbedingungenAußentemperaturen T_e im Monatsmittel für den Standort "4 Potsdam (Deutschland)"Bilanzinnentemperaturen T_i nach Zonen siehe Nutzungsrandbedingungen

		Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
	d/m	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
T_e	°C	1,0	1,9	4,7	9,2	14,1	16,7	19,0	18,6	14,3	9,5	4,1	0,9
⇒ Zonen ...													
$T_{i, 1}$	°C	18,8	18,8	19,0	19,3	19,6	19,8	19,9	19,9	19,6	19,3	18,9	18,8

7.1 Zone <1>

(Ref-No 5.7.1)

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

Regelbetrieb (100,0%)

mit $\vartheta_{h, \text{Jan}} = 18,8 \text{ °C}$ und $Q_i = 14,7 \text{ kWh/d}$

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,601	0,881	0,977	0,989	0,984	0,981	0,939	0,778
t_h	h	327	744	720	744	744	672	744	6.330
$Q_{h, b, \text{RE}}$	kWh	189	1.171	2.784	3.805	3.604	3.015	2.200	18.172
$Q_{h, b, \text{WE}}$	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-
Q_T	kWh	1.146	2.180	3.195	3.989	3.967	3.402	3.177	25.614
Q_V	kWh	315	617	861	1.040	1.035	894	862	7.172
Q_S^*	kWh	691	733	306	208	381	362	862	5.298
Q_I^*	kWh	581	900	996	1.056	1.048	940	980	9.456

 $\eta_{\text{source}} / \eta_{\text{source, WE}}$ = Ausnutzungsgrade für solare und interne Wärmegewinne im Regel- / WE-Betrieb $\Delta Q_{C, b, \text{WE}}$ = Übertrag gespeicherter Wärme zwischen Regel- und WE-Betrieb ($t_{\text{nutz}} < 365$)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>	25.614	7.172	5.298	9.456	18.172	55,7
	25.614	7.172	5.298	9.456	18.172	55,7

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>	Zu- und Abluft	WRG80	18.172

Anlagenparameter und Betriebszeiten

<1>

Wohnungslüftungsanlage 5 Zu- und Abluft, Aufstellort im beheizten Bereich, Leckagen < 5%, Abtaubetrieb bei $T_e \geq -6^\circ\text{C}$, Ganzjahresbetrieb, mittlerer Anlagenluftwechsel 0,4 1/h, mit Wärmerückgewinnung 0,8, Ablufttemperatur 21°C
 Wärmeaufnahme des Lüftungssystems durch WRG
 mit dem Temperaturänderungsgrad $\eta_{t,unit,mth} = 0,8 \cdot (1 - 0,07) = 0,74$ (Gl.16)
 $Q_{rv,prod} = n_{mech} \cdot V \cdot t_{rv,mech} \cdot 0,34 \cdot (\theta_{v,mech} - \theta_e)$ (Gl.146)

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$\theta_{v,mech}$	$^\circ\text{C}$	19,3	18,1	16,7	15,9	15,9	16,1	16,8	18,1
$t_{rv,mech}$	h/m	720	744	720	744	744	672	744	8.760
$Q_{rv,WRG}$	kWh	508	902	1.283	1.576	1.568	1.353	1.278	10.577

8.2 Wärmeverluste der Übergabe (Ref-No 5.8.2)

nicht vorhanden (keine WLA mit Zuluftvorwärmung im System)

8.3 Verteilungsverluste (Ref-No 5.8.3)

nicht vorhanden(keine WLA mit Nachheizung im System)

8.4 Speicherverluste

(Ref-No 5.8.4)

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

8.5 Hilfsenergiebedarf

(Ref-No 5.8.5)

<1>

Wohnungslüftungsanlage Zu- und Abluft WRG80

Leistungsaufnahme der DC-Ventilatoren $p_{el,Vent} = 0,35 \text{ W/(m}^3/\text{h)}$, $P_{fan} = 146 \text{ W}$ Abschlag für Frostschutzbetrieb $f_{sup-decr} = 0,000$ Leistungsaufnahme der Regeleinrichtungen $P_{el,c} = 0,00 \text{ W}$

Hilfsenergiebedarf

der Ventilatoren: $W_{fan,mth} = 0,001 * (1 + f_{gr-exch} + f_{S-KOL} - f_{sup-decr}) * p_{el,fan} * n_{mech} * V * t_{rv,mech}$ (Gl.60)der Regelung: $W_{C,mth} = 0,001 * P_{el,c} * t_{rv,mech}$ (Gl.63)

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$W_{fan,mth}$	kWh	105	109	105	109	109	98	109	1.278
$W_{C,mth}$	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-

8.6 Abluft-Wärmepumpe

(Ref-No 5.8.6)

keine WLA mit Abluft-Wärmepumpe im System

8.7 Luftheizungsanlagen

(Ref-No 5.8.7)

keine Luftheizungsanlage im System

8.8 Wohnungskühlung

(Ref-No 5.8.8)

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	105	109	105	109	109	98	109	1.278
eco-Strom	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-
$Q_{I,rv,<1>}$	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-

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>	Wohnzone	0,023	m ² Wfl	326,33	236 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	2.774
2 xxx			

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 18599-8:2018, Zirkulationsbetrieb an $z = 14,5$ h/dWärmedurchgangskoeffizient 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 $V = 0,13$ m³/h, $\Delta p = 17,0$ kPa, $P_{hydr} = 0,638$ kPa*m³/h, $e_{w,d,aux} = 21,4$ Elektrische Leistungsaufnahme P_p = unbekannt, geregelt, bedarfsorientiert

	Verteilung (V)	Stränge (S)	Stichttg. (St)
(1) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 1			
Leitungslängen l_i	39 m	10 m	36 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 $\theta_{I, Jan}$	18,8 °C	18,8 °C	18,8 °C

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
(1) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 1									
$Q_{W,b}$	kWh	228	236	228	236	236	213	236	2.774
$Q_{W,d,V}$	kWh	292	305	298	309	309	279	308	3.585
$Q_{W,d,S}$	kWh	91	95	93	97	97	87	96	1.122
$Q_{W,d,St}$	kWh	88	93	92	96	96	87	95	1.090
$Q_{W,d}$	kWh	471	493	484	502	502	453	499	5.796
$W_{W,d}$	kWh	6	6	6	6	6	6	6	72
$Q_{I,w,d}$	kWh	471	493	484	502	502	453	499	5.796

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 $V = 200$ Liter

Bereitschafts-Wärmeverlust $Q_{s,P0,day} = 1,8$ kWh/d (T8 Gl. 26-30)

Umgebungstemperatur am Aufstellort = Bilanzinnentemperatur

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

Speicherladepumpe mit $P_p = 51$ 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	699	728	712	737	737	666	735	8.570
$Q_{W,s}$	kWh	50	53	51	53	53	48	53	618
$W_{W,s}$	kWh	2	2	2	2	2	2	2	21
$Q_{I,w,s}$	kWh	50	53	51	53	53	48	53	618

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

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	749	781	763	791	791	714	788	9.189

12.7 Wärmepumpen zur Trinkwassererwärmung

(Ref-No 5.12.7)

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

Wärmepumpe 1, Luft-Wasser-WP, LW 180 zur Warmwasserbereitung, 17,2 kW

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

Leistungszahl im Prüfstand COP = 3,6 bei A2/W35

Die Leistungszahlen (COP) werden für die Vorlauftemperatur 55°C und für die monatsmittlere Außenlufttemperatur korrigiert, Außentemperaturen für "4 Potsdam (Deutschland)"

COP-Koeffizienten durch Inter- / Extrapolation aus tabellierten Werten (Normwerte / Herstellerangaben)

Jahresarbeitszahl $SPF_{w,gen,a} = 9189 / (3341 + 0 + 0) = 2,75$ (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 $W_{w,gen}$ = Hilfsendenergiebedarf der Wärmepumpe

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

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

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
(1) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 1, Jahresarbeitszahl_{WW} = 2,75									
$Q_{w,outg}$	kWh	749	781	763	791	791	714	788	9.189
COP		3,41	2,87	2,31	2,08	2,08	2,10	2,36	
$t_{w,gen}$	h/d	1,2	1,4	1,7	1,9	1,9	1,9	1,7	
$Q_{w,f}$	kWh	220	272	331	380	380	340	333	3.341
$Q_{w,in}$	kWh	530	509	432	410	411	374	455	5.848
$W_{w,gen}$	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-

12.8 Wärmeerzeugung

(Ref-No 5.12.8)

Ein konventioneller Wärmeerzeuger ist nicht vorgesehen

12.9 Endenergie Warmwasserbereitung (Ref-No 5.12.9)

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{W, outg}$	kWh	749	781	763	791	791	714	788	9.189
$Q_{W, f}$	kWh	220	272	331	380	380	340	333	3.341
$W_{W, f}$	kWh	8	8	8	8	8	7	8	94
Strom-Mix	kWh	220	272	331	380	380	340	333	3.341
$Q_{I, w, <1>}$	kWh/d	17,4	17,6	17,8	17,9	17,9	17,9	17,8	

$Q_{W, outg} / Q_{W, f}$ = 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>	9,6	1,0	417	1,1	11,6

$Q_{T, max}$ = 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

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

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

$\Phi_{h, max} = Q_{T, max} + 0,5 \cdot Q_{V, max} + Q_{V, mech}$ = 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 Nasssystem		1 /	18.172	11,6	12,7
2 xxx					

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

Heizwärmebedarf nach Heizbereichen

Holzwaikrebedarf nach Holzsorten:		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
Q _{h, b, <1>}	kWh	190	1.171	2.784	3.805	3.604	3.015	2.200	18.172

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 Nasssystem", Leitzone <1>

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$t_h <1>$	h/m	327	744	720	744	744	672	744	6.330
$t_{h,rL,d} <1>$	h/d	17	17	17	17	17	17	17	
$d_{h,rB} <1>$	d/m	14	31	30	31	31	28	31	264
$t_{h,rL} <1>$	h/m	232	527	510	527	527	476	527	4.484

 $t_h = t_{h,Nutz} + t_{h,WE}$ = 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 Nasssystem

hydraulischer Abgleich statisch mit Gruppenabgleich, $n \leq 10$, System Nasssystem,
 Raumtemperaturregelung Pi-Regler nicht zertifiziert, intermittierender Heizbetrieb nein,
 Einzelraumregelsystem ohne

Summe der Temperaturschwankungen $\Delta \vartheta_{ce} = 0 + 1,2 + (0,7 + 0,5)/2 + 0 + 0,2 + 0 = 2,00^\circ K$ (T5 Gl.35) $Q_{h,ce} = Q_{h,b} * \Delta \vartheta_{ce} / (T_{i,h} - T_e)$ (Gl.34) (14,3%)

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 Nasssystem									
$Q_{h,b}$	kWh	190	1.171	2.784	3.805	3.604	3.015	2.200	18.172
$Q_{h,ce}$	kWh	71	239	375	424	404	356	308	2.592
$\Sigma Q_{h,b+ce}$	kWh	261	1.410	3.159	4.229	4.008	3.371	2.508	20.763

Nutzwärmebedarf $Q_{h,b}$ (nach T2), Regel- und WE-BetriebVerluste 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 Nasssystem

System: Leitungsnetz gemäß GEG / KfW / EnEV für Wohngebäude, Leitungslängen nach DIN V 4701-10, zentrales Verteilsystem, innenliegend manuell

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

Wärmedurchgangszahlen U_i nach Tab.16, gedämmte Leitungen nach 1995

Heizungspumpe: Differenzdruck des Verteilsystems = 37 kPa (aus Rohrleitung, Erzeuger, Wärmemengenzähler, Strangarmaturen)

Korrekturfaktoren f_{hydr} , Abgleich = 1,00, $f_{Netzform} = 1,00$, $f_{d,Pumpenmanagement} = 0,75$

Heizungspumpe Δp konstant, bedarfsgerecht, P_{Pumpe} unbekannt, intermittierend

	Verteilung (V)	Stränge (S)	Anbindung (A)
(1) Fußbodenheizung Nasssystem			
Leitungslängen l_i	37,5 m	30,0 m	- m
Wärmedurchgangszahlen U_i	0,200 W/(mK)	0,255 W/(mK)	0,255 W/(mK)
Umgebungstemperaturen $\theta_{I,i}$	20,0 °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, unregelmäßige Wärmeeinträge $Q_{l,h,d}$ und Hilfsenergiebedarf $Q_{h,d,aux}$

Monat	Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
(1) Fußbodenheizung Nasssystem								
$\beta_{h,d}$	0,07	0,16	0,38	0,49	0,46	0,43	0,29	
$\theta_{VL,av}$ °C	21,3	22,9	26,2	27,8	27,5	27,0	24,9	
$\theta_{RL,av}$ °C	20,7	21,5	23,3	24,2	24,0	23,7	22,6	
$Q_{h,d}$ kWh	4	18	37	48	46	39	30	245
$W_{h,d}$ kWh	4	11	15	18	18	15	14	116
$Q_{I,h,d}$ kWh	4	18	37	48	46	39	30	245

Leitungsverluste $Q_{h,d} = 1,2\%$, unregelmäßige Wärmeeinträge $Q_{l,h,d} = 1,2\%$

Aufteilung $Q_{l,h,d}$: 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 = $\sum l_i \cdot U_i \cdot (\theta_{HK,m} - \theta_{I,i}) \cdot t_{h,RL,i} / 1000$ [kWh] (Gl.52)

$Q_{l,h,d} = Q_{h,d}$ = unregelmäßige Wärmeeinträge in Zonen mit innen liegenden Leitungen

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

$W_{h,d} = W_{h,d,hydr} \cdot e_{h,d,aux} \cdot ((1.03 \cdot t_{h,RL} + f_{P,A} \cdot (t_h - t_{h,RL})) / t_h)$ (Gl.66, intermittierend)

$f_{P,A}$ = Korrekturfaktor für Absenkung / Abschaltung der Pumpe bei intermittierendem Betrieb

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 Nasssystem

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{h,out}$	kWh	264	1.427	3.196	4.277	4.054	3.410	2.538	21.008

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

13.7 Heizwärmepufferspeicher

(Ref-No 5.13.7)

Heizbereiche (1)

(1) Fußbodenheizung Nasssystem

Speicher: zur Wärmepumpe

Speicher-Nenninhalt $V = 121 \text{ l}$, Umgebungstemperatur $\theta_u = 20,0 \text{ °C}$ Bereitschaftswärmeverlust $q_{B,S} = 1,9 \text{ kWh/d}$, Faktor für die Verbindungsleitung $f_{con} = 1,20$ Speicherladepumpe, Leistungsaufnahme $P_{Pumpe} = 40 \text{ W}$

$$Q_{h,s} = f_{con} \cdot (\theta_{h,s} - \theta_u) / 45 \cdot d_{h,mth} \cdot q_{B,S} = \text{Speicherverluste (Gl.68)}$$

$$Q_{l,h,s} = Q_{h,s} \text{ bei Aufstellung im beheizten Bereich (ungeregelte Wärmeeinträge, Gl.69)}$$

$$W_{h,s} = P_{Pumpe} \cdot \beta_{h,s} \cdot 24 \cdot d_{mth} / 1000 = \text{Hilfsenergiebedarf (Gl.71)}$$

(1) Fußbodenheizung Nasssystem

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$\theta_{h,s}$	°C	21	22	25	26	26	25	24	
$Q_{h,s}$	kWh	2	4	7	10	9	8	6	54
$W_{h,s}$	kWh	2	5	11	15	14	12	9	78
$Q_{l,h,s}$	kWh	2	4	7	10	9	8	6	54

Aufteilung $Q_{l,h,s}$: nach Grundflächenanteilen**13.8 solare Heizungsunterstützung**

(Ref-No 5.13.8)

nicht vorgesehen

13.9 Heizungsärmepumpen

(Ref-No 5.13.9)

Heizbereiche (1)

(1) Fußbodenheizung Nasssystem

Wärmepumpe 1, Luft-Wasser-WP, LW 180

zur Warmwasserbereitung, 17,2 kW

Energieträger Strom-Mix, maximale Laufzeit 20 h/d

Leistungszahl im Prüfstand COP = 3,6 bei A2/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 nach DIN V 18599-5, Tab.31

COP-Koeffizienten durch Inter- / Extrapolation aus tabellierten Werten (Normwerte / Herstellerangaben)

 $Q_{h,outg} = Q_{h,b} + Q_{h,d} + Q_{h,s} - Q_{h,sol}$ = 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), $W_{h,gen}$ = Hilfsendenergiebedarf**Wärmepumpe 1, Jahresarbeitszahl_{HZg} = 3,45**

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{h,outg}$	kWh	266	1.431	3.203	4.287	4.063	3.418	2.544	21.062
COP		4,67	4,00	3,66	3,42	3,45	3,45	3,67	
$t_{ON,g,d}$	h/d	0,5	2,8	7,0	9,8	9,4	8,6	5,5	
$Q_{h,f}$	kWh	67	381	907	1.288	1.226	1.022	726	6.104
$Q_{h,in}$	kWh	199	1.050	2.296	2.999	2.838	2.396	1.818	14.958

13.10 Konventionelle Heizwärmeerzeuger

(Ref-No 5.13.10)

nicht vorgesehen

13.11 Endenergie Heizwärme

(Ref-No 5.13.11)

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{h,f}$	kWh	67	381	907	1.288	1.226	1.022	726	6.104
W_h	kWh	6	16	26	33	32	27	23	194
Strom-Mix	kWh	67	381	907	1.288	1.226	1.022	726	6.104
$Q_{I,h,<1>}$	kWh/d	0,2	0,7	1,5	1,9	1,8	1,7	1,2	

 $Q_{h,f}$ = 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)

(Ref-No 5.14.0)

14.1 Stromerzeugende Systeme

(Ref-No 5.14.1)

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	Warmwasser	1/	3.341	1,80	1,00	6.013
Strom-Mix	Heizwärme	1/	6.104	1,80	1,00	10.988
Strom-Mix	Hilfsenergie		1.565	1,80	1,00	2.818
Σ [kWh/Jahr]			11.010			19.819

Teilbelüftetes Wohngebäude: nein

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

$$\text{Jahres-Primärenergiebedarf } q_P = 19.819 / 401 = \mathbf{49,5 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}} \text{ (} \Sigma A_{NGF} = 401 \text{ m}^2 \text{)}$$

Endenergie brennwertbezogen = 11.010 kWh/a = Jahressummen aus den Prozessbereichen

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

Endenergiebedarf: Hilfsenergie 3,9 kWh/(m²a), Strom-Mix 23,6 kWh/(m²a)

Effizienzklasse

$$\text{auf Basis des Endenergiebedarfs} = (11010) / 400,5 = 27,5 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$$

Effizienzklasse nach GEG A10, Effizienzklasse **A+** (27,5 kWh/(m²a))**Treibhausgasemissionen (CO2)**

Energieträger	Endenergie kWh/a	Emissionsfaktor g CO2/kWh	Emissionen kg/a	kg / (m² a)
Strom-Mix	3.341	560	1.871	
Strom-Mix	6.104	560	3.418	
Strom-Mix	1.565	560	877	
11.010			6.166	15,4

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)

Zone	m ²	WLA 9 kWh/a	10 kWh/a	11 kWh/a	Warmwasser 12 kWh/a	Heizung 13 kWh/a	Summe kWh/a
<1>	326	-	-	-	3.341	6.105	9.446
Gebäude	401	-	-	-	3.341	6.104	9.446

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	3,2	0,0	0,0	6,9	45,4	55,5
Endenergiebedarf	3,2	0,0	0,0	8,6	15,7	27,5
Primärenergiebedarf	5,7	0,0	0,0	15,4	28,3	49,5

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

15.0 Nachweise

(Ref-No 5.15.0)

für ein neu errichtetes Gebäude

Referenzberechnung = "2025-01-30-250126-Gebäude-18599-Referenz2020"

15.1 Nachweis der thermischen Hülle

(Ref-No 5.15.1)

Grenzwert für ein Wohngebäude (401 m²) nach GEG 2020 § 16

zul $H'_T = \text{zul } H'_{T,REF} = 0,40 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

vorh $H'_T = H_T / \Sigma A = 299,0 / 889,2 = 0,34 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

vorh $H'_T = 0,34 \leq 0,40 \text{ W/(m}^2\text{K)}$, **Grenzwert wird eingehalten**

15.2 Nachweis des Primärenergiebedarfs

(Ref-No 5.15.2)

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

zul $q_{P,REF} = 101,7 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$, aus der Referenzberechnung

zul $q_P = 101,7 - 45\% = 55,9 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$, geforderte Unterschreitung nach GEG §15 und GEG-Novelle 2023 / 2024

vorh $q_P = 19.819 / 400,5 = 49,5 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$

vorh $q_P = 49,5 \leq 55,9 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$, **Grenzwert wird eingehalten**

15.8 Nachweis der Nutzung erneuerbarer Energien

(Ref-No 5.15.8)

Nachweis 65% Erneuerbare

Anforderungen an die Heizungsanlage nach GEG 2024, §71

Heizungsanlagen müssen die benötigte Wärme zu mindestens 65% aus erneuerbaren Energien erzeugen

benötigte Wärme im Gebäude 30.251 kWh/a

genutzte erneuerbare Energien	
1. aus thermischen Solaranlagen	- kWh/a
2. aus elektrischen Wärmepumpen	30.251 kWh/a
3. aus gasmotorischen Wärmepumpen	- kWh/a
4. aus Stromdirektheizung	- kWh/a
5. aus unvermeidbarer Abwärme	- kWh/a
6. aus Wärmenetzen	- kWh/a
7. aus Biomasse / Wasserstoff	- kWh/a

Summe erneuerbare Energien	30.251 kWh/a	100 %
----------------------------	--------------	-------

erzielter Deckungsanteil für erneuerbare Energie $DA_{EE} = 30250,8/30250,8 \cdot 100 = 100\%$ (Entwurf Bbl.2 Gl.5)

Die Anforderungen an die Heizungsanlage nach GEG 2024, §71 (65,0% erneuerbar) **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 = 9445 + 0 + 20806 + 0 = 30.251 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]	30.251	100,0 %	50,0 %	200,0 %
				200,0 %

Maßnahmen zur Einsparung von Energie

Nachweis über die kleinste U-Wert-Unterschreitung nach Abs. 2.3, ohne Nachweis der QP-Unterschreitung

		Grenzwert	erzielt	Unterschreitung		Nutzungs - anteil
				erzielt	gefordert	
U-Werte	W/ (m²K)	0,00	0,00	0,0 %	15,0 %	0,0 %

erreichter Nutzungsanteil, Summe = 200,0 % ≥ Nutzungspflichtanteil = 100 %

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

20.0 Bundesförderprogramme (KfW)

(Ref-No 5.20.0)

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

Förderprogramme für Energieeffizientes Bauen (Programm Nr. 153), Stand 07/2010

Referenzberechnung = "2025-01-30-250126-Gebäude-18599-Referenz2020"

	REF	%	Q _P '	REF	%	H _T '	
			kWh/ (m ² a)			W/ (m ² K)	
vorhanden	49	%	49,5	85	%	0,336	
Referenzgebäude	100	%	101,7	100	%	0,396	
zul HT' EnEV				100	%	0,396	
KfW Anforderungen ...							
KfW Effizienzhaus 70	70	%	71,2	85	%	0,336	erfüllt
KfW Effizienzhaus 55	55	%	55,9	70	%	0,277	nicht erfüllt
KfW Effizienzhaus 40	40	%	40,7	55	%	0,218	nicht erfüllt

Förderung von "Passivhäusern" wie "KfW Effizienzhäuser 55"

"KfW Effizienzhaus 70" ... **wird erreicht**

A2. Berechnung des Referenzgebäudes

Energetische Bewertung von Gebäuden

Projekt: 2010014_Richter xxx

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, Wärmetransfer über das Erdreich

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

Gebäudeberechnung "2025-01-30-250126-Gebäude-18599-Referenz2020"

(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 1.1.2024 (BGBl vom 16. Oktober 2023)

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 "4 Potsdam (Deutschland)" aus TRY-Datensätzen

1.0 Geplante Gebäudezonen (DIN V 18599-1)

(Ref-No 5.1.0)

Betrachtungsmonat Januar, $\vartheta_e = 1,0 \text{ °C}$

Zone	Typ	t_{nutz} d/a	ϑ_i °C	$\vartheta_{i,WE}$ °C	A_{NGF} m ²	V_i m ³
<1> xxx	42 EFH	365	18,8		326	1 042
					326	1.042

Gebäude, $A_{NGF} = 326,3 \text{ m}^2$ (Bezugsfläche nach T1, Abs.8.2.1)

im GEG-WG-Nachweis verwendet $A_N = (1/3,01 - 0,04) \cdot 1370,6 = 400,5 \text{ m}^2$ (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 Nachtabstimmung

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
Keller						
1 F 0121 FD <Decke nac	1:0	45,4	0,200	1,00 FD	51 02	9,1
2 F 0112 FAW West	1:0	6,5	0,280	1,00 FAW	51 02	1,8
3 F 0113 FAW Nord	1:0	10,3	0,280	1,00 FAW	51 02	2,9
4 w 0113 Fbw	1:0	16,5	0,350	0,80 FG	51 37	4,6
5 A 0112 FF West	1:0	4,0	1,300	1,00 FF	51 02	5,2
6 A 0113 FF Nord	1:0	6,1	1,300	1,00 FF	51 02	8,0
7 A 0104 FF Süd	1:0	1,0	1,300	1,00 FF	51 02	1,3
8 A 0114 FF West	1:0	2,5	1,300	1,00 FF	51 02	3,2
9 F 0100 Fbf <Kellerso	1:0	189,7	0,350	0,80 FG	51 37	53,1
10 F 0101 Fbw Süd	1:0	10,6	0,350	0,80 FG	51 37	3,0
11 F 0102 Fbw West	1:0	2,5	0,350	0,80 FG	51 37	0,7
12 F 0103 Fbw S-W	1:0	4,0	0,350	0,80 FG	51 37	1,1
13 F 0104 Fbw Süd	1:0	2,6	0,350	0,80 FG	51 37	0,7
14 F 0105 Fbw S-O	1:0	4,0	0,350	0,80 FG	51 37	1,1
15 F 0106 Fbw Ost	1:0	2,5	0,350	0,80 FG	51 37	0,7
16 F 0107 Fbw Süd	1:0	10,6	0,350	0,80 FG	51 37	3,0
17 F 0108 Fbw Ost	1:0	18,3	0,350	0,80 FG	51 37	5,1
18 F 0109 Fbw Süd	1:0	17,2	0,350	0,80 FG	51 37	4,8
19 F 0110 Fbw Ost	1:0	22,2	0,350	0,80 FG	51 37	6,2
20 F 0111 Fbw Nord	1:0	16,5	0,350	0,80 FG	51 37	4,6
21 F 0114 Fbw West	1:0	6,7	0,350	0,80 FG	51 37	1,9
22 F 0115 Fbw Nord	1:0	2,1	0,350	0,80 FG	51 37	0,6
23 F 0116 Fbw West	1:0	4,2	0,350	0,80 FG	51 37	1,2
24 F 0117 Fbw West	1:0	3,7	0,350	0,80 FG	51 37	1,0
25 F 0118 Fbw West	1:0	3,9	0,350	0,80 FG	51 37	1,1
26 F 0119 Fbw Süd	1:0	2,0	0,350	0,80 FG	51 37	0,6
27 F 0120 Fbw West	1:0	9,5	0,350	0,80 FG	51 37	2,7
EG+OG						
28 F 0205 FDd <Geschoss	1:0	133,8	0,200	0,80 FDd	51 02 06	21,4
29 F 0201 FAW Süd	1:0	28,4	0,280	1,00 FAW	51 02	8,0
30 F 0202 FAW Ost	1:0	53,5	0,280	1,00 FAW	51 02	15,0
31 F 0203 FAW Nord	1:0	62,7	0,280	1,00 FAW	51 02	17,6
32 F 0204 FAW West	1:0	33,9	0,280	1,00 FAW	51 02	9,5
33 A 0201 FF Süd	1:0	12,6	1,300	1,00 FF	51 02	16,4
34 A 0202 FF Ost	1:0	6,6	1,300	1,00 FF	51 02	8,6
35 A 0203 FF Nord	1:0	8,3	1,300	1,00 FF	51 02	10,8
36 A 0204 FF West	1:0	18,5	1,300	1,00 FF	51 02	24,1
37 T 0202 FAW Ost , Tür	1:0	5,0	1,800	1,00 FAW	51 02 74	9,1
Versprung Süd						
38 F 0307 FD <Flachdach	1:0	5,8	0,200	1,00 FD	51 02	1,2
39 F 0302 FAW West	1:0	6,4	0,280	1,00 FAW	51 02	1,8
40 F 0303 FAW Süd	1:0	7,6	0,280	1,00 FAW	51 02	2,1
41 F 0304 FAW Süd	1:0	8,4	0,280	1,00 FAW	51 02	2,4
42 F 0305 FAW Süd	1:0	7,6	0,280	1,00 FAW	51 02	2,1
43 F 0306 FAW Ost	1:0	6,4	0,280	1,00 FAW	51 02	1,8
44 A 0303 FF Süd	1:0	2,2	1,300	1,00 FF	51 02	2,8
45 A 0304 FF Süd	1:0	2,2	1,300	1,00 FF	51 02	2,8
46 A 0305 FF Süd	1:0	2,2	1,300	1,00 FF	51 02	2,8

Versprung_West

47 F 0407 FD <Flachdach	1:0	4,7	0,200	1,00 FD	51 02	0,9
48 F 0402 FAW Nord	1:0	2,1	0,280	1,00 FAW	51 02	0,6
49 F 0403 FAW West	1:0	2,2	0,280	1,00 FAW	51 02	0,6
50 F 0404 FAW West	1:0	2,5	0,280	1,00 FAW	51 02	0,7
51 F 0405 FAW West	1:0	2,2	0,280	1,00 FAW	51 02	0,6
52 F 0406 FAW Süd	1:0	2,1	0,280	1,00 FAW	51 02	0,6
53 A 0403 FF West	1:0	2,2	1,300	1,00 FF	51 02	2,8
54 A 0404 FF West	1:0	2,2	1,300	1,00 FF	51 02	2,8
55 A 0405 FF West	1:0	2,2	1,300	1,00 FF	51 02	2,8
Luftraum						
56 F 0503 FD	1:0	14,6	0,200	1,00 FD	51 02	2,9
57 F 0500 Fu	1:0	2,9	0,350	0,50 Fu	51 08	0,5
58 F 0502 Fu	1:0	9,3	0,350	0,50 Fu	51 08	1,6
59 F 0505 Fu	1:0	2,9	0,350	0,50 Fu	51 08	0,5

 $\Sigma A \text{ [m}^2\text{]} = 889,2$
 $\Sigma H_T \text{ [W/K]} = 307,5$

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.
- 08 Wärmeverluste zum unbeheizten Raum.
- 37 Die F_x -Faktoren der unteren Gebäudeabschlüsse werden vereinfacht angenommen (T2, Tab.5/6)
- 51 Der Einfluss der Wärmebrücken wird mit einem U-Wert-Zuschlag von $0,05 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ pauschal berücksichtigt.
- 74 Die Hüllfläche wird im mittleren U-Wert nach Hüllflächengruppen (Abs.5.2.3) nicht berücksichtigt.

2.1 Wärmebrücken

(Ref-No 5.2.1)

Berechnung mit pauschalen Zuschlägen (siehe Hüllflächentabelle)

Wärmebrückenzuschläge ohne Temperaturkorrektur

 $H_{T,WB} = 44,5 \text{ W/K}$ (14,5 %, $0,050 \text{ W/(m}^2\text{K)}$), 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	ΣH_T W/K	$H_{T,iz}$ W/K	$H_{T,zi}$ W/K
<1>	251	98	3	352	0	0
	251	98	3	352		

 $H_{T,D} = \Sigma A_j \cdot U_j + \Delta U_{WB} \cdot \Sigma A$ = 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 Transmissionswärmekoeffizient

 $H'_{T,vorh} = (H_{T,D} + F_x \cdot H_{T,iu} + F_x \cdot H_{T,s}) / A = 352,0 / 889,2 = 0,40 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

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

$e_{\text{wind}} = 0,07$ $f_{\text{wind}} = 15$ (EN ISO 13790 Tab.G4)

Gebäude mit Außenluftdurchlässen, $f_{\text{ATD}} = (n_{50} + 1,5) / n_{50} = 2,50$ (Gl.67)

Luftaustausch zwischen Gebäudezonen nicht relevant

Zone	ALD	Luftwechsel		Fenster		Lüftungsanlage	
		n_{50} h^{-1}	V_A $\text{m}^3 / (\text{m}^2 \text{h})$	n_{nutz} h^{-1}	n_{inf} h^{-1}	n_{win} h^{-1}	$n_{\text{m, ZUL}}$ h^{-1} $t_{V, m}$ h / d
<1>	ja	1,00	n_{nutz}	0,50	0,03	0,49	- 24

Wohnungslüftungsanlage mit $V_{\text{mech}} = 417 \text{ m}^3/\text{h}$, Abluft

n_{50} = Luftwechselzahl bei 50 Pa Druckdifferenz, V_A = Mindest-Außenluftvolumenstrom

n_{nutz} = Mindestaußenluftwechsel = $V_A \cdot \text{ANGF} / V$ während der Nutzungsstunden (Nichtwohngebäude)

n_{inf} = Infiltrationsluftwechsel = $n_{50} \cdot e_{\text{wind}} \cdot f_{\text{ATD}}$ mit f_{ATD} = Bewertungsfaktor für ALD oder mit RLT

$n_{\text{inf}} = n_{50} \cdot e_{\text{wind}} \cdot f_{\text{ATD}} \cdot (1 + (1 - f_e) \cdot t_{V, \text{mech}} / 24)$ mit f_e = Faktor für nicht balancierte RLT-Anlagen (Gl.65)

n_{win} = Fenster- / Türluftwechsel = $n_{\text{win, min}} + \Delta n_{\text{win}} \cdot t_{\text{nutz}} / 24$, mit RLT = $n_{\text{win, min}} + \Delta n_{\text{win, mech}} \cdot t_{V, \text{mech}} / 24$
mit $n_{\text{win, min}} = 0,1$, in Wohngebäuden $n_{\text{win, min}} = \text{saisonal nach Gl.77}$

$\Delta n_{\text{win}} = n_{\text{nutz}} - (n_{\text{nutz}} - 0,2) \cdot n_{\text{inf}} - 0,1$ (ohne RLT), falls $n_{\text{nutz}} > 1,2 \Rightarrow \Delta n_{\text{win}} = n_{\text{nutz}} - n_{\text{inf}} - 0,1$

$n_{\text{mech, ZUL}}$ = 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	$H_{V, z, \text{Jan}}$ W/K	$H_{V, \text{inf}}$ W/K	$H_{V, \text{win}}$ W/K	ΣH_V W/K	$H_{V, \text{mech}}$ W/K	$\vartheta_{V, \text{Jan}}$ $^{\circ}\text{C}$
<1>	1.042	0	10	169	178	0	
		0	10	169	178	0	

$H_{V, z} = V \cdot 0,34 [\text{W/K}]$ = Wärmetransferkoeffizient Lüftung zu angrenzenden Zonen, monatlich, temperaturgewichtet

H_V = Wärmetransferkoeffizient Lüftung = $n \cdot V \cdot c_{p, a} \cdot \rho_a = n \cdot V \cdot 0,34 [\text{W/K}]$

$H_{V, \text{win, ohne RLT}} = f_{\text{win, seasonal}} \cdot H_{V, \text{win}} = (0,04 \cdot \theta_e + 0,8) \cdot H_{V, \text{win}} [\text{W/K}]$ (Fensterlüftung saisonal)

$\Sigma H_V = H_{V, z, \text{Jan}} + H_{V, \text{inf}} + H_{V, \text{win}}$, 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
5 A 0112 FF West	1	2,78	17/ 117	49/ 49 7100	0,6/ 3,8
6 A 0113 FF Nord	1	4,29	10/ 81	49/ 49 "	0,5/ 4,1
7 A 0104 FF Süd	1	0,71	59/ 113	49/ 49 "	0,5/ 0,9
8 A 0114 FF West	1	1,74	17/ 117	49/ 49 "	0,3/ 2,4
33 A 0201 FF Süd	1	8,83	59/ 113	49/ 49 "	6,1/ 11,6
34 A 0202 FF Ost	1	4,63	25/ 138	49/ 49 "	1,4/ 7,5
35 A 0203 FF Nord	1	5,84	10/ 81	49/ 49 "	0,7/ 5,5
36 A 0204 FF West	1	12,98	17/ 117	49/ 49 "	2,6/ 17,7
44 A 0303 FF Süd	1	1,51	59/ 113	49/ 49 "	1,0/ 2,0
45 A 0304 FF Süd	1	1,51	59/ 113	49/ 49 "	1,0/ 2,0
46 A 0305 FF Süd	1	1,51	59/ 113	49/ 49 "	1,0/ 2,0
53 A 0403 FF West	1	1,51	17/ 117	49/ 49 "	0,3/ 2,1
54 A 0404 FF West	1	1,51	17/ 117	49/ 49 "	0,3/ 2,1
55 A 0405 FF West	1	1,51	17/ 117	49/ 49 "	0,3/ 2,1
50,70			17/ 66		

Strahlungsintensitäten für den Standort "4 Potsdam (Deutschland)"

Q_S = 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 Nichtwohnozonen 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)	I _{S, Jul} W/m ²	Q _{S, Jul} kWh/d
1 F 0121 FD <Deck	- 1	45,4	0,20	0,50	4,50	210	0,5
2 F 0112 FAW West	W 1	6,5	0,28	0,50	4,50	117	0,1
3 F 0113 FAW Nord	N 1	10,3	0,28	0,50	4,50	81	0,0
28 F 0205 FDd <Ges	- 1	133,8	0,20	0,50	4,50	210	1,5
29 F 0201 FAW Süd	S 1	28,4	0,28	0,50	4,50	113	0,3
30 F 0202 FAW Ost	O 1	53,5	0,28	0,50	4,50	138	0,7
31 F 0203 FAW Nord	N 1	62,7	0,28	0,50	4,50	81	0,3
32 F 0204 FAW West	W 1	33,9	0,28	0,50	4,50	117	0,3
37 T 0202 FAW Ost	O 1	5,0	1,80	0,50	4,50	138	0,4
38 F 0307 FD <Flac	- 1	5,8	0,20	0,50	4,50	210	0,1
39 F 0302 FAW West	W 1	6,4	0,28	0,50	4,50	117	0,1
40 F 0303 FAW Süd	S 1	7,6	0,28	0,50	4,50	113	0,1
41 F 0304 FAW Süd	S 1	8,4	0,28	0,50	4,50	113	0,1
42 F 0305 FAW Süd	S 1	7,6	0,28	0,50	4,50	113	0,1
43 F 0306 FAW Ost	O 1	6,4	0,28	0,50	4,50	138	0,1
47 F 0407 FD <Flac	- 1	4,7	0,20	0,50	4,50	210	0,1
48 F 0402 FAW Nord	N 1	2,1	0,28	0,50	4,50	81	0,0
49 F 0403 FAW West	W 1	2,2	0,28	0,50	4,50	117	0,0
50 F 0404 FAW West	W 1	2,5	0,28	0,50	4,50	117	0,0
51 F 0405 FAW West	W 1	2,2	0,28	0,50	4,50	117	0,0
52 F 0406 FAW Süd	S 1	2,1	0,28	0,50	4,50	113	0,0
56 F 0503 FD	- 1	14,6	0,20	0,50	4,50	210	0,2
452,1							4,9

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

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 * 0.9 = 4.5 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>	1.495	1.098	417	281	514	492	1.204	15.832
über opake ...								
<1>	60	18	-	-	3	0	28	850
	1.555	1.116	417	281	518	493	1.233	16.683

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>	326	14,7	-	0,0	14,7

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>	0,0	0,0	23,0	13,4	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	ΣH_T W/K	ΣH_V W/K	$\Sigma H_{V,mech}$ W/K	Q_{sink} kWh/d	Q_{source} kWh/d	γ
<1>	352	184	0	229	68	0,296

Zone	C_{wirk} Wh/(m ² K)	H W/K	τ h	a -	η -	η_{WE}
<1>	50	536	30,46	2,90	0,979	

 $\Sigma H_T = H_{T,D} + H_{T,s} + H_{T,iu}$ = Transmissionswärme-Transferkoeffizienten, $H_{T,iz}$ siehe Q_{sink} ΣH_V = Lüftungswärme-Transferkoeffizienten aus Infiltration und Fensterlüftung $\Sigma H_{V,mech}$ = 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 normalenRaumhöhen und ohne Innenverkleidungen, bezogen auf einen m² Grundfläche τ = Zeitkonstante = C_{wirk} / H mit H = Transferkoeffizient der Gebäudezone aus Transmission und Lüftung $a = a_0 + \tau / \tau_0 = 1 + \tau / 16$ = numerischer Parameter η = 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)

TemperaturrandbedingungenAußentemperaturen T_e im Monatsmittel für den Standort "4 Potsdam (Deutschland)"Bilanzinnentemperaturen T_i nach Zonen siehe Nutzungsrandbedingungen

		Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
	d/m	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
T_e	°C	1,0	1,9	4,7	9,2	14,1	16,7	19,0	18,6	14,3	9,5	4,1	0,9
⇒ Zonen ...													
$T_{i, 1}$	°C	18,8	18,8	19,0	19,3	19,6	19,8	19,9	19,9	19,6	19,3	18,9	18,8

7.1 Zone <1>

(Ref-No 5.7.1)

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

Regelbetrieb (100,0%)

mit $\vartheta_{h, \text{Jan}} = 18,8 \text{ °C}$ und $Q_i = 14,7 \text{ kWh/d}$

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
η_{source}		0,675	0,899	0,975	0,984	0,979	0,977	0,941	0,711
t_h	h	577	744	720	744	744	672	744	6.163
$Q_{h, b, \text{RE}}$	kWh	409	1.871	3.961	5.288	5.037	4.240	3.228	25.684
$Q_{h, b, \text{WE}}$	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-
Q_T	kWh	1.347	2.565	3.759	4.696	4.670	4.005	3.737	30.139
Q_V	kWh	754	1.386	1.949	2.375	2.363	2.041	1.947	15.994
Q_S^*	kWh	1.050	1.004	407	277	507	481	1.159	9.668
Q_I^*	kWh	643	1.091	1.401	1.586	1.551	1.367	1.301	11.046

 $\eta_{\text{source}} / \eta_{\text{source, WE}}$ = Ausnutzungsgrade für solare und interne Wärmegewinne im Regel- / WE-Betrieb $\Delta Q_{C, b, \text{WE}}$ = Übertrag gespeicherter Wärme zwischen Regel- und WE-Betrieb ($t_{\text{nutz}} < 365$)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>	30.139	15.994	9.668	11.046	25.684	78,7
	30.139	15.994	9.668	11.046	25.684	78,7

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>	Abluft	xxx	25.684

Anlagenparameter und Betriebszeiten

<1>

Wohnungslüftungsanlage Abluftanlage, Ganzjahresbetrieb, DC-Ventilatoren, mittlerer
Anlagenluftwechsel 0.40 1/h

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$t_{rv, mech}$	h/m	720	744	720	744	744	672	744	8.016

8.2 Wärmeverluste der Übergabe (Ref-No 5.8.2)

nicht vorhanden (keine WLA mit Zuluftvorwärmung im System)

8.3 Verteilungsverluste (Ref-No 5.8.3)

nicht vorhanden (keine WLA mit Nachheizung im System)

8.4 Speicherverluste (Ref-No 5.8.4)

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

8.5 Hilfsenergiebedarf

(Ref-No 5.8.5)

<1>

Wohnungslüftungsanlage Abluft

Leistungsaufnahme der DC-Ventilatoren $p_{el,Vent} = 0,10 \text{ W/(m}^3/\text{h)}$, $P_{fan} = 42 \text{ W}$

Betriebszeitkorrektur für die Abluft-WLA = 1

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

Hilfsenergiebedarf

der Ventilatoren: $W_{fan,mth} = 0,001 * (1 + f_{gr-exch} + f_{S-KOL} - f_{sup-decr}) * p_{el,fan} * n_{mech} * V * t_{v,mech}$ (Gl.60)der Regelung: $W_{C,mth} = 0,001 * P_{el,c} * t_{v,mech}$ (Gl.63)

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$W_{fan,mth}$	kWh	30	31	30	31	31	28	31	334
$W_{C,mth}$	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-

8.6 Abluft-Wärmepumpe

(Ref-No 5.8.6)

keine WLA mit Abluft-Wärmepumpe im System

8.7 Luftheizungsanlagen

(Ref-No 5.8.7)

keine Luftheizungsanlage im System

8.8 Wohnungskühlung

(Ref-No 5.8.8)

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	30	31	30	31	31	28	31	334
eco-Strom	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-
$Q_{I,rv,<1>}$	kWh	-	-	-	-	-	-	-	-

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>	Wohnzone	0,023	m ² Wfl	326,33	236 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	2.774
2 xxx			

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 18599-8:2018, Zirkulationsbetrieb an $z = 14,5$ h/dWärmedurchgangskoeffizient 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 $V = 0,09$ m³/h, $\Delta p = 17,6$ kPa, $P_{hydr} = 0,461$ kPa*m³/h, $e_{w,d,aux} = 25,0$ Elektrische Leistungsaufnahme P_p = unbekannt, geregelt, bedarfsorientiert

	Verteilung (V)	Stränge (S)	Stichttg. (St)
(1) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 1			
Leitungslängen l_i	24 m	10 m	36 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 $\theta_{I, Jan}$	18,8 °C	18,8 °C	18,8 °C

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
(1) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 1									
$Q_{w,b}$	kWh	228	236	228	236	236	213	236	2.774
$Q_{w,d,V}$	kWh	177	184	180	187	187	169	186	2.169
$Q_{w,d,S}$	kWh	91	95	93	97	97	87	96	1.122
$Q_{w,d,St}$	kWh	88	93	92	96	96	87	95	1.090
$Q_{w,d}$	kWh	356	372	366	380	380	343	377	4.381
$W_{w,d}$	kWh	5	5	5	5	5	5	5	61
$Q_{I,w,d}$	kWh	356	372	366	380	380	343	377	4.381

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, bivalent mit Solarteil, Speichervolumen $V_{aux} = 233$, $V_{sol} = 445$ Liter

Bereitschafts-Wärmeverlust $Q_{s,P0,day} = 1,1$ kWh/d

Umgebungstemperatur am Aufstellort = Bilanzinnentemperatur

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 $P_p = 56$ 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	584	608	594	615	615	556	613	7.155
$Q_{w,s}$	kWh	30	32	31	32	32	29	32	372
$W_{w,s}$	kWh	2	2	2	2	2	2	2	19
$Q_{I,w,s}$	kWh	30	32	31	32	32	29	32	372

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

12.5 Solaranlage zur Trinkwassererwärmung (Ref-No 5.12.5)

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

Solaranlage (1) , Klimaregion 4

Kollektoren mit Apertur $A_C = 10,8 \text{ m}^2$, Orientierung = Süd $-0,0^\circ$, Neigung zur Horizontalen = $21,0^\circ$

Solarspeicher mit $V_{\text{sol}} = 445$ und $V_{\text{aux}} = 233$ Liter

Energieertrag der thermischen Solaranlage nach T8, Abs. 6.4.3 = 4.023 kWh/a (Klimaregion 4
Potsdam (Deutschland)), davon nutzbar 4.012 kWh/a für Warmwasser (Deckungsanteil 51,0%),
Hilfsenergiebedarf der Solarpumpe vereinfachend $W_{\text{w,gen}} = 0.025 * Q_{\text{w,sol}}$

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
<hr/>									
(1) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 1									
$Q_{\text{w,sol}}$	kWh	418	314	53	23	84	49	247	4.012
$W_{\text{w,gen}}$	kWh	10	8	1	1	2	1	6	100

12.6 Nutzwärmebedarf der Warmwassererzeugung (Ref-No 5.12.6)

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
<hr/>									
(1) "zentrale WW-Versorgung", Zonen 1									
$Q_{\text{w,outg}}$	kWh	196	326	572	625	563	536	398	3.515

12.7 Wärmepumpen zur Trinkwassererwärmung (Ref-No 5.12.7)

nicht vorgesehen

12.8 Wärmeerzeugung

(Ref-No 5.12.8)

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

Wärmeerzeuger 283 Brennwertkessel, verbessert ab 1999 (283) 15,6 kW (Erdgas), siehe Heizbereich 1

Wirkungsgrad bei Nennwärmeleistung $\eta_{k,Pn} = 95,2 \%$, Bereitschaftswärmeverlust $q_{P0,70} = 0,0133 \text{ kW}$ elektrische Leistungsaufnahme im Betrieb $P_{aux,Pn} = 168 \text{ W}$, im Schlummerbetrieb $P_{aux,P0} = 15 \text{ W}$ mittlere Kesseltemperatur $46 \text{ }^{\circ}\text{C}$, Kesselaufstellung im beheizten Bereich ($20 \text{ }^{\circ}\text{C}$)Nutzwärmeabgabe für Trinkwarmwasserbereitung $Q_{W,outg} = Q_{W,b} + Q_{W,d} + Q_{W,s}$

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

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

$Q_{W,outg}$	kWh	196	326	572	625	563	536	398	3.515
--------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-------

$t_{W,Pn,d}$	h/d	0,4	0,7	1,2	1,3	1,2	1,2	0,8	
--------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	--

$Q_{W,g}$	kWh	19	2	5	6	5	5	2	274
-----------	-----	----	---	---	---	---	---	---	-----

$Q_{W,f}$	kWh	215	328	577	630	568	541	400	3.789
-----------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-------

$W_{W,gen}$	kWh	4	4	6	7	6	6	4	77
-------------	-----	---	---	---	---	---	---	---	----

$Q_{I,w,g}$	kWh	13	2	3	4	3	3	2	186
-------------	-----	----	---	---	---	---	---	---	-----

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

mit $Q_{W,outg}$ = Nutzwärmebedarf der Erzeugung, $t_{W,Pn,d}$ = Laufzeit des Kessels im WW-Betrieb, $Q_{W,g}$ = Wärmeverlust des Kessels im WW-Betrieb und ggf. anteilig im Stillstand, $Q_{W,f} = Q_{W,outg} + Q_{W,g}$ = Endenergiebedarf, $W_{W,gen}$ = Hilfsenergiebedarf, $Q_{I,w,g}$ = unregelmäßige Wärmeeinträge durch Wärmeerzeuger in der thermischen Hülle.

12.9 Endenergie Warmwasserbereitung

(Ref-No 5.12.9)

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

$Q_{W,outg}$	kWh	614	640	625	647	647	585	645	7.527
--------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-------

$Q_{W,f}$	kWh	215	328	577	630	568	541	400	3.789
-----------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-------

$W_{W,f}$	kWh	21	18	14	14	15	13	17	257
-----------	-----	----	----	----	----	----	----	----	-----

solar	kWh	418	314	53	23	84	49	247	4.012
-------	-----	-----	-----	----	----	----	----	-----	-------

Erdgas	kWh	215	328	577	630	568	541	400	3.789
--------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-------

$Q_{I,w,<1>}$	kWh/d	13,3	13,1	13,3	13,4	13,4	13,4	13,3	
---------------	-------	------	------	------	------	------	------	------	--

 $Q_{W,outg} / Q_{W,f}$ = Nutz- / Endenergiebedarf für Warmwasserbereitung $W_{W,f}$ = Hilfsenergiebedarf, $Q_{I,w}$ = unregelmäßige Wärmeeinträge durch Leitungs- / SpeicherverlusteUnregelmäßige 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>	11,3	2,9	0	0,0	14,2

$Q_{T,max}$ = 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

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

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

$\Phi_{h,max} = Q_{T,max} + 0,5 \cdot Q_{V,max} + Q_{V,mech}$ = 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 freie Heizflächen 55/45 °C (WG 100% 1/			25.684	14,2	15,6
2 xxx					

<1> hydraulischer Abgleich statisch mit Gruppenabgleich, $n \leq 10$, Kombination mit RLT, Heizkörper vor Außenwand, 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	409	1.871	3.961	5.288	5.037	4.240	3.228	25.684

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 "freie Heizflächen 55/45 °C (WG REF '20)", Leitzone <1>

Monat	Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$t_h <1>$ h/m	577	744	720	744	744	672	744	6.163
$t_{h,rL,d} <1>$ h/d	17	17	17	17	17	17	17	
$d_{h,rB} <1>$ d/m	24	31	30	31	31	28	31	257
$t_{h,rL} <1>$ h/m	408	527	510	527	527	476	527	4.365

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

$t_{h,rL,day} = 24 - f_{L,NA} \cdot (24 - t_{h,op,day})$ (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)

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

13.4 Heizwärmeübergabe

(Ref-No 5.13.4)

(1) freie Heizflächen 55/45 °C (WG REF '20)

hydraulischer Abgleich statisch mit Gruppenabgleich, $n \leq 10$, Kombination mit RLT, Heizkörper vor Außenwand, Raumtemperaturregelung P-Regler nicht zertifiziert, intermittierender Heizbetrieb nein, Einzelraumregelsystem ohne

Summe der Temperaturschwankungen $\Delta\theta_{ce} = (0,2+0,3)/2 + 1,2+0+0,2+0 = 1,65^\circ\text{K}$ (T5 Gl.35)

$Q_{h,ce} = Q_{h,b} \cdot \Delta\theta_{ce} / (T_{i,h} - T_e)$ (Gl.34) (11,5%)

Hilfsenergie der Wärmeübertragungsprozesse:

Nutzwärmebedarf, Verluste und Hilfsenergie der Wärmeübergabe

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
(1) freie Heizflächen 55/45 °C (WG REF '20)									
$Q_{h,b}$	kWh	409	1.871	3.961	5.288	5.037	4.240	3.228	25.684
$Q_{h,ce}$	kWh	127	315	441	487	466	413	373	2.956
$\Sigma Q_{h,b+ce}$	kWh	536	2.186	4.401	5.774	5.503	4.654	3.602	28.640

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

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

Summe der Temperaturschwankungen $\Delta\theta_{ce}$ (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) freie Heizflächen 55/45 °C (WG REF '20)

System: Leitungsnetz gemäß GEG / KfW / EnEV für Wohngebäude, Leitungslängen nach DIN V 4701-10, zentrales Verteilsystem, innenliegend manuell

Vor- / Rücklauftemperatur (Auslegung) $\theta_{VA} = 55^\circ\text{C}$ / $\theta_{RA} = 45^\circ\text{C}$, $T_{i,Soll,<1>} = 20,0^\circ\text{C}$

Wärmedurchgangszahlen U_i nach Tab.16, gedämmte Leitungen nach 1995

Heizungspumpe: Differenzdruck des Verteilsystems = 13 kPa (aus Rohrleitung, Erzeuger, Wärmemengenzähler, Strangarmaturen)

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

Heizungspumpe Δp konstant, bedarfsgerecht, P_{Pumpe} unbekannt

	Verteilung (V)	Stränge (S)	Anbindung (A)
(1) freie Heizflächen 55/45 °C (WG REF '20)			
Leitungslängen l_i	37,5 m	30,0 m	220,3 m
Wärmedurchgangszahlen U_i	0,200 W/(mK)	0,255 W/(mK)	0,255 W/(mK)
Umgebungstemperaturen $\theta_{I,i}$	20,0 °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, ungeregelte Wärmeeinträge $Q_{I,h,d}$ und Hilfsenergiebedarf $Q_{h,d,aux}$

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
(1) freie Heizflächen 55/45 °C (WG REF '20)									
$\beta_{h,d}$		0,07	0,21	0,43	0,55	0,52	0,49	0,34	
$\theta_{VL,av}$	°C	24,3	30,4	38,3	42,0	41,2	40,2	35,3	
$\theta_{RL,av}$	°C	23,1	27,4	33,1	35,7	35,1	34,4	30,9	
$Q_{h,d}$	kWh	107	336	571	708	682	587	493	3.829
$W_{h,d}$	kWh	6	10	14	17	17	14	13	106
$Q_{I,h,d}$	kWh	107	336	571	708	682	587	493	3.829

Leitungsverluste $Q_{h,d} = 13,4 \%$, unregelmäßige Wärmeeinträge $Q_{I,h,d} = 13,4 \%$

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 = $\sum l_i \cdot U_i \cdot (\theta_{HK,m} - \theta_{I,i}) \cdot t_{h,r,i} / 1000$ [kWh] (Gl.52)

$Q_{I,h,d} = Q_{h,d}$ = unregelmäßige 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) freie Heizflächen 55/45 °C (WG REF '20)

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{h,out}$	kWh	644	2.522	4.972	6.482	6.185	5.240	4.094	32.469

$Q_{h,out} = Q_{h,b} + Q_{h,ce} + Q_{h,d}$ 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 Heizungswärmepumpen

(Ref-No 5.13.9)

nicht vorgesehen

13.10 Konventionelle Heizwärmeerzeuger

(Ref-No 5.13.10)

Heizbereiche (1)

(1) "freie Heizflächen 55/45 °C (WG REF '20)"

Heizung mit einem konventionellen Wärmeerzeuger

1. Brennwertkessel, verbessert ab 1999 (283), $P_n = 15,6$ kW (Erdgas)

Umgebungstemperatur am Aufstellort $\theta_i = 20$ °C, innerhalb der thermischen Hülle

Tageslaufzeit zur TW-Erwärmung $t_{w,100,Jan} = 1,16$ h/d

Kesselwirkungsgrade, Prüfstand $\eta_{k,Pn} = 0,952$ (Nennlast), $\eta_{k,Pint} = 1,042$ (Teillast)

Bereitschaftswärmeverlust $q_{P0,70} = 0,0133$ kW, monatliche Belastungsgrade β_h siehe Tabelle

Verlustleistungen im Januar $P_{gen,Pn} = 1,51$ kW, $P_{gen,Pint} = 0,37$ kW, $P_{gen,P0} = 0,10$ kW (Gl.183 ff)

elektrische Leistungsaufnahme $P_{aux,Pn} = 0,168$ kW, $P_{aux,Pint} = 0,056$ kW, $P_{aux,P0} = 0,015$ kW

$P_{d,in} = Q_{h,outg} / \text{Betriebszeit} = \text{durchschnittliche Wärmeabgabeleistung [kW], Gl.181 } (d_{h,rB} > 1)$

$\beta_h = P_{d,in} / P_n = \text{Belastungsgrade der Heizkessel, monatlich, Gl.154}$

$Q_{h,gen} = \sum Q_{h,gen,ls,day,i} \cdot d_{h,rB} = \text{Gesamtverlust der Heizwärmeerzeugung [kWh/m], Gl.178}$

$Q_{h,f} = Q_{h,outg} + Q_{h,gen} = \text{Endenergiebedarf der Wärmeerzeugung}$

$W_{h,gen} = \text{Hilfsenergiebedarf nach Gl.192}$

$Q_{l,h,gen} = \text{ungeregelte Wärmeeinträge durch Wärmeerzeuger in der thermischen Hülle, Gl.191}$

(1) freie Heizflächen 55/45 °C (WG REF '20)

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{h,outg}$	kWh	644	2.522	4.972	6.482	6.185	5.240	4.094	32.469
$\beta_{h,1}$		0,10	0,32	0,67	0,85	0,81	0,76	0,52	
$Q_{h,gen,1}$	kWh	39	159	434	628	586	483	323	2.793
$Q_{h,f}$	kWh	683	2.681	5.406	7.110	6.771	5.723	4.418	35.262
$W_{h,gen}$	kWh	16	33	58	74	71	60	49	436
$Q_{l,h,gen}$	kWh	6	17	27	33	32	27	24	183

Aufteilung $Q_{l,h,g}$: nach Grundflächenanteilen

13.11 Endenergie Heizwärme

(Ref-No 5.13.11)

Monat		Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Jahr
$Q_{h,f}$	kWh	683	2.681	5.406	7.110	6.771	5.723	4.418	35.262
W_h	kWh	22	44	72	91	87	75	62	543
Erdgas	kWh	683	2.681	5.406	7.110	6.771	5.723	4.418	35.245
$Q_{l,h,<1>}$	kWh/d	3,8	11,4	19,9	23,9	23,0	21,9	16,7	

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

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

$Q_{l,h} = \text{ungeregelte Wärmeeinträge} = Q_{l,h,d} + Q_{l,h,s} + Q_{l,h,g} \text{ (Gl.7)}$

Die Energieanteile nach Energieträgern werden bei Bedarf nach anteiliger Kesselbelastung aufgeteilt

Ungeregelte Wärmeeinträge werden bei Bedarf flächengewichtet auf die Zonen aufgeteilt

14.0 Energiebedarf (DIN V 18599-1)

(Ref-No 5.14.0)

14.1 Stromerzeugende Systeme

(Ref-No 5.14.1)

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
solar	Warmwasser		4.012	0,00	1,00	-
Erdgas	Warmwasser	1/	3.789	1,10	1,11	3.755
Erdgas	Heizwärme	1/	35.245	1,10	1,11	34.927
Strom-Mix	Hilfsenergie		1.134	1,80	1,00	2.040
Σ [kWh/Jahr]			44.179			40.722

Teilbelüftetes Wohngebäude: nein

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

$$\text{Jahres-Primärenergiebedarf } q_P = 40.722 / 401 = \mathbf{101,7 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}} \text{ (} \Sigma A_{NGF} = 401 \text{ m}^2 \text{)}$$

$$\text{Endenergie brennwertbezogen} = 44.179 \text{ kWh/a} = \text{Jahressummen aus den Prozessbereichen}$$

$$\text{Endenergie heizwertbezogen} = 4012,0 + 3413,2 + 31752,2 + 1133,6 = 40311 \text{ kWh/a}$$

$$f_P = \text{Primärenergiefaktoren energieträgerbezogen nach DIN V 18599-1, Tab.A.1}$$

$$\text{Endenergiebedarf: Hilfsenergie } 2,8 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}, \text{ solar } 10,0 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}, \text{ Erdgas } 97,5 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$$

Effizienzklasse

$$\text{auf Basis des Endenergiebedarfs} = (44179 - 4012) / 400,5 = 100,3 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$$

Korrektur für Solarthermie

Effizienzklasse nach GEG A10, Effizienzklasse **D** (100,3 kWh/(m²a))**Treibhausgasemissionen (CO2)**

Energieträger	Endenergie kWh/a	Emissionsfaktor g CO2/kWh	Emissionen kg/a	kg / (m²a)
solar	4.012		-	
Erdgas	3.413	240	819	
Erdgas	31.752	240	7.621	
Strom-Mix	1.134	560	635	
			9.075	22,7
40.311				

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		WLA			Warmwasser	Heizung	Summe
Zone	m ²	9	10	11	12	13	
		kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a
<1>	326	-	-	-	7.801	35.266	43.067
Gebäude	401	-	-	-	7.801	35.264	43.066

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	Beleucht.	Klima	Warmwasser	Heizung	Summe
	kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a
Nutzenergiebedarf	0,8	0,0	0,0	6,9	64,1	71,9
Endenergiebedarf	0,8	0,0	0,0	20,1	89,4	110,3
Primärenergiebedarf	1,5	0,0	0,0	10,5	89,6	101,7

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

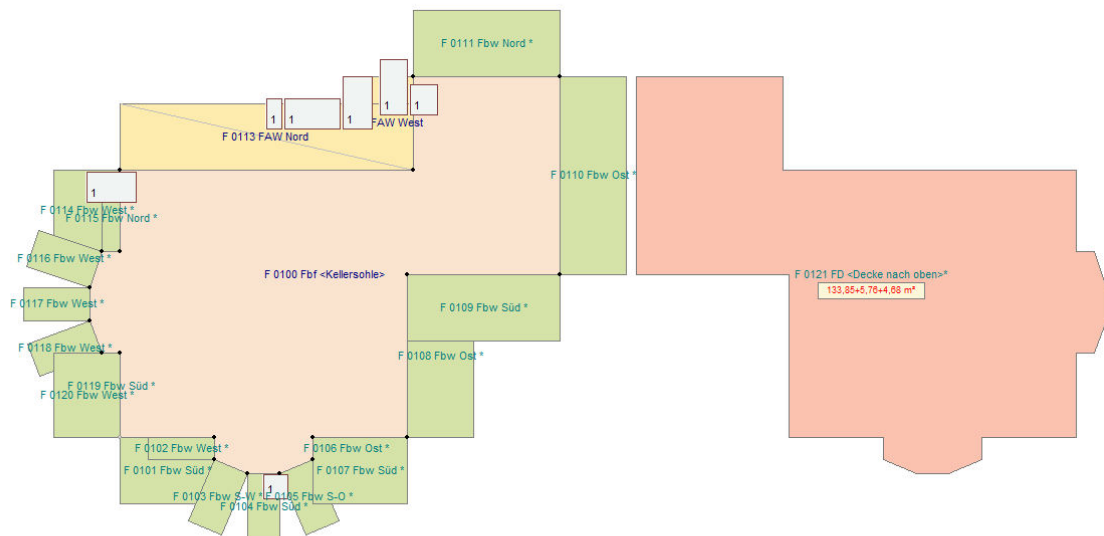
15.0 Primärenergie-Referenzwert

(Ref-No 5.15.0)

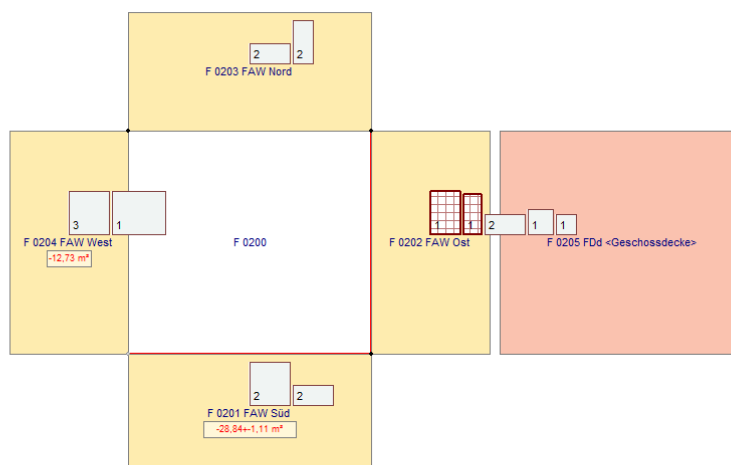
vorh $q_P = 101,7 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$

A3. faltmodelle, Flächen- und Volumenermittlung

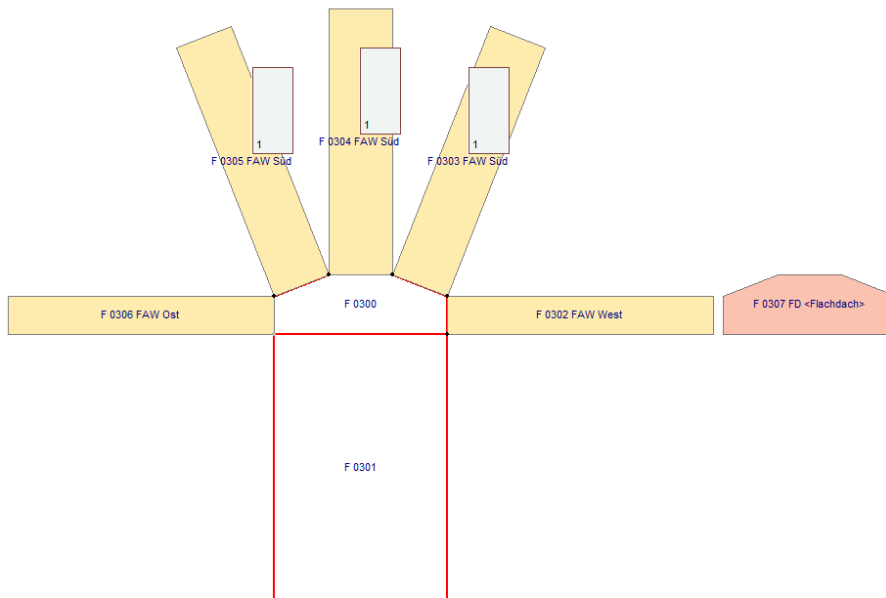
1. Keller Grundriss



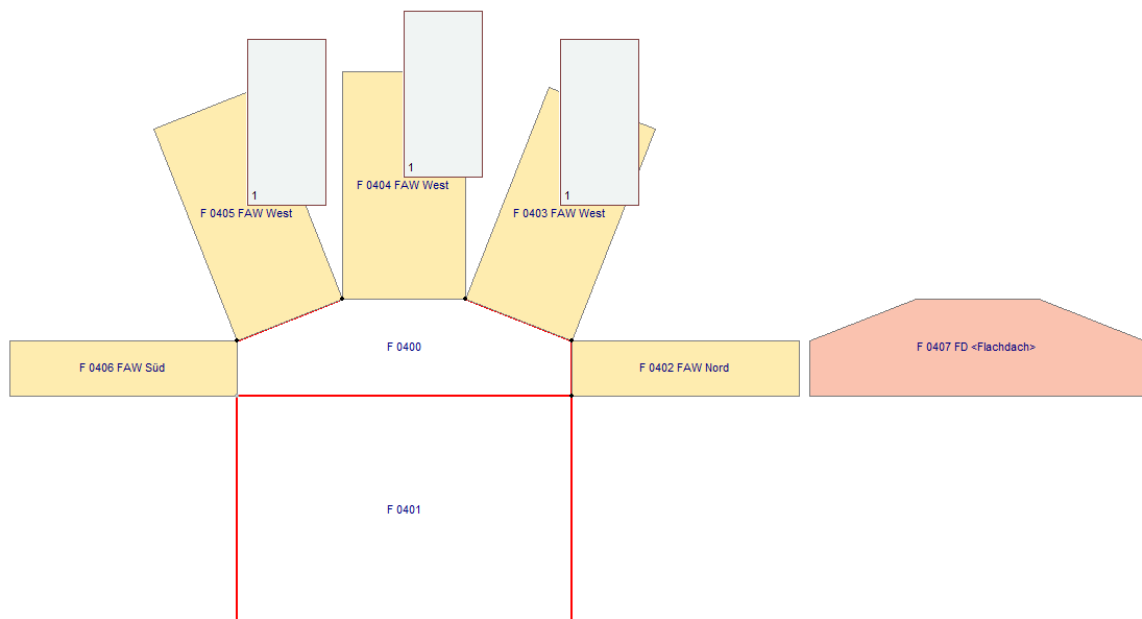
2. EG+OG Grundriss



3. Versprung_Süd
Grundriss

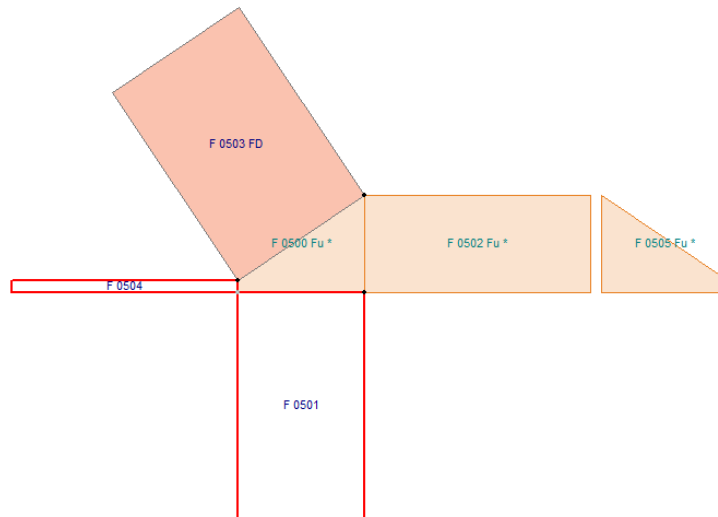


4. Versprung_West
Grundriss



5. Luftraum

Ansicht



Flächenberechnung (Flächen-3.REB)

Keller

Deckflächen

1 F 0121 FD <Decke nach oben> $189,71 - [A 0200] - [A 0300] - [A 0400] = 45,42$

Außenwände

2 F 0112 FAW West $3,84 \cdot 2,73 - [A 0112] = 6,51$

3 F 0113 FAW Nord $(12,06 \cdot 2,73) \cdot 0,5 - [A 0113] = 10,33$

4 w 0113 Fbw $(12,06 \cdot 2,73) \cdot 0,5 = 16,46$

Öffnungen / Fenster

5 A 0112 FF West $1,135 \cdot 2,26 + 1,135 \cdot 1,24 = 3,97$

6 A 0113 FF Nord $0,635 \cdot 1,24 + 2,26 \cdot 1,24 + 1,18 \cdot 2,15 = 6,13$

7 A 0104 FF Süd $1,01 \cdot 1 = 1,01$

8 A 0114 FF West $2,01 \cdot 1,24 = 2,49$

Grundflächen

9 F 0100 Fbf <Kellersole> $189,71 = 189,71$

10 F 0101 Fbw Süd $3,88 \cdot 2,73 = 10,59$

11 F 0102 Fbw West $0,90 \cdot 2,73 = 2,46$

12 F 0103 Fbw S-W $1,48 \cdot 2,73 = 4,04$

13 F 0104 Fbw Süd $1,34 \cdot 2,73 - [A 0104] = 2,65$

14 F 0105 Fbw S-O $1,48 \cdot 2,73 = 4,04$

15 F 0106 Fbw Ost $0,90 \cdot 2,73 = 2,46$

16 F 0107 Fbw Süd $3,88 \cdot 2,73 = 10,59$

17 F 0108 Fbw Ost $6,71 \cdot 2,73 = 18,32$

18 F 0109 Fbw Süd $6,29 \cdot 2,73 = 17,17$

19 F 0110 Fbw Ost $8,13 \cdot 2,73 = 22,19$

20 F 0111 Fbw Nord $6,03 \cdot 2,73 = 16,46$

21 F 0114 Fbw West $3,38 \cdot 2,73 - [A 0114] = 6,74$

22 F 0115 Fbw Nord $0,76 \cdot 2,73 = 2,07$

23 F 0116 Fbw West $1,54 \cdot 2,73 = 4,20$

24 F 0117 Fbw West $1,36 \cdot 2,73 = 3,71$

25 F 0118 Fbw West	$1,43 \cdot 2,73 = 3,90$
26 F 0119 Fbw Süd	$0,75 \cdot 2,73 = 2,05$
27 F 0120 Fbw West	$3,48 \cdot 2,73 = 9,50$
EG+OG	
Deckflächen	
28 F 0205 FDd <Geschossdecke>	$133,85 = 133,85$
Außenwände	
29 F 0201 FAW Süd	$12,08 \cdot 5,88 - [A 0301] - [A 0504] - [A 0201] = 28,43$
30 F 0202 FAW Ost	$11,08 \cdot 5,88 - [A 0202] - [T 0202] = 53,49$
31 F 0203 FAW Nord	$12,08 \cdot 5,88 - [A 0203] = 62,69$
32 F 0204 FAW West	$11,08 \cdot 5,88 - [A 0401] - [A 0204] = 33,86$
Öffnungen / Fenster	
33 A 0201 FF Süd	$2,01 \cdot 2,14 \cdot 2 + 2,01 \cdot 1 \cdot 2 = 12,62$
34 A 0202 FF Ost	$2,01 \cdot 1 \cdot 2 + 1,26 \cdot 1,26 + 1,01 \cdot 1 = 6,62$
35 A 0203 FF Nord	$2,01 \cdot 1 \cdot 2 + 1,01 \cdot 2,14 \cdot 2 = 8,34$
36 A 0204 FF West	$2,01 \cdot 2,14 \cdot 3 + 2,635 \cdot 2,14 = 18,54$
37 T 0202 FAW Ost , Tür	$1,52 \cdot 2,15 + 0,88 \cdot 2,01 = 5,04$
Grundflächen	
.A 0200 Abzug von 0121	$133,85 = 133,85$
Versprung_Süd	
Deckflächen	
38 F 0307 FD <Flachdach>	$5,76 = 5,76$
Außenwände	
.A 0301 Abzug von 0201	$28,84 = 28,84$
39 F 0302 FAW West	$0,96 \cdot 6,66 = 6,39$
40 F 0303 FAW Süd	$1,47 \cdot 6,66 - [A 0303] = 7,63$
41 F 0304 FAW Süd	$1,59 \cdot 6,66 - [A 0304] = 8,43$
42 F 0305 FAW Süd	$1,47 \cdot 6,66 - [A 0305] = 7,63$
43 F 0306 FAW Ost	$0,96 \cdot 6,66 = 6,39$
Öffnungen / Fenster	
44 A 0303 FF Süd	$1,01 \cdot 2,14 = 2,16$
45 A 0304 FF Süd	$1,01 \cdot 2,14 = 2,16$
46 A 0305 FF Süd	$1,01 \cdot 2,14 = 2,16$
Grundflächen	
.A 0300 Abzug von 0121	$5,76 = 5,76$
Versprung_West	
Deckflächen	
47 F 0407 FD <Flachdach>	$4,68 = 4,68$
Außenwände	
.A 0401 Abzug von 0204	$12,75 = 12,75$
48 F 0402 FAW Nord	$0,71 \cdot 2,94 = 2,09$
49 F 0403 FAW West	$1,47 \cdot 2,94 - [A 0403] = 2,16$
50 F 0404 FAW West	$1,59 \cdot 2,94 - [A 0404] = 2,51$
51 F 0405 FAW West	$1,47 \cdot 2,94 - [A 0405] = 2,16$
52 F 0406 FAW Süd	$0,71 \cdot 2,94 = 2,09$
Öffnungen / Fenster	
53 A 0403 FF West	$1,01 \cdot 2,14 = 2,16$
54 A 0404 FF West	$1,01 \cdot 2,14 = 2,16$
55 A 0405 FF West	$1,01 \cdot 2,14 = 2,16$
Grundflächen	
.A 0400 Abzug von 0121	$4,68 = 4,68$
Luftraum	
Deckflächen	
56 F 0503 FD	$3,14 \cdot 4,64 = 14,57$
Außenwände	
.A 0504 Abzug von 0201	$1,14 = 1,14$
57 F 0500 Fu	$2,92 = 2,92$
58 F 0502 Fu	$2,00 \cdot 4,64 = 9,28$
59 F 0505 Fu	$2,91 = 2,91$
Grundflächen	
.A 0501 Abzug von 0000	$12,06 = 12,06$

[Grundflächen]
 [AGf 01] Keller <1>

$$[F\ 0100] = 189,71$$

[Grundflächenumfang]
 [UGf 01] Keller <1>

$$3,88+0,90+1,48+1,34+1,48+0,90+3,88+6,71+6,29+8,13+6,03+3,84+12,06+3,38+0,76+1,54+1,36+1,43+0,75+3,48 = 69,62$$

[Bodenplattenmaße]

[AGf B'(25)]

$$[AGf\ 01] = 189,71$$

[UGf B'(25)]

$$[UGf\ 01] = 69,62$$

[Bodenplattenmaß B'(25)]

$$2*[AGf\ B'(25)]/[UGf\ B'(25)] = 5,45$$

[Bruttogeschossflächen]

[BGf 01] Keller <1>

$$189,71 = 189,71$$

[BGf 02] EG+OG <1>

$$133,85 = 133,85$$

[BGf 03] Versprung_Süd <1>

$$5,76 = 5,76$$

[BGf 04] Versprung_West <1>

$$4,68 = 4,68$$

[BGf 05] Luftraum <1>

$$12,06 = 12,06$$

[Summe BGf]

$$[BGf\ 01] + [BGf\ 02] + [BGf\ 03] + [BGf\ 04] + [BGf\ 05] = 346,06$$

[Umbaute Räume]

[Vol 01] Keller <1>

$$2,73*189,71 = 517,91$$

[Vol 02] EG+OG <1>

$$5,88*133,85 = 787,04$$

[Vol 03] Versprung_Süd <1>

$$6,66*5,76 = 38,36$$

[Vol 04] Versprung_West <1>

$$2,94*4,68 = 13,76$$

[Vol 05] Luftraum <1>

$$4,64*2,92 = 13,55$$

[Gebäudevolumen] Ve

$$[Vol\ 01] + [Vol\ 02] + [Vol\ 03] + [Vol\ 04] + [Vol\ 05] = 1370,62$$

[0.32 * Ve] (= AN Wohngebäude)

$$0.32 * [Gebäudevolumen] = 438,60$$

.für Berechnungen nach DIN V 18599

[Nettogrundflächen]

[dW01] Bauteildicke "KG_BETON-WAND_GEGEN_ERDE" 0,32 = 0,32

[dW02] Bauteildicke "KG_BETON-WAND_GEGEN_LUFT" 0,32 = 0,32

[dW03] Bauteildicke "AUßENWAND_260-1" 0,30 = 0,30

[dW04] Bauteildicke "INNENWAND_20,5"

[dW05] Bauteildicke "INNENWAND_20,5" 0,21 = 0,21

[NGf 01] Keller <1>

$$5,1076 = 5,11$$

[NGf 02] EG+OG <1>

$$19,97 = 19,97$$

[NGf 03] Versprung_Süd <1>

$$22,26 = 22,26$$

[NGf 04] Versprung_West <1>

$$30,1 = 30,10$$

[NGf 05] Luftraum <1>

$$6,8 = 6,80$$

[NGf Summe]

$$[NGf\ 01] + [NGf\ 02] + [NGf\ 03] + [NGf\ 04] + [NGf\ 05] = 84,24$$

[Nettonutzflächen] ANGf nach Gebäudezonen

$$[ANGf\ 01]\ Zone\ <1>\ Keller + [NGf\ 01] + [NGf\ 02] + [NGf\ 03] + [NGf\ 04] + [NGf\ 05] = 84,24$$

[Bruttoraumvolumen] Ve nach Gebäudezonen

$$[Ve\ 01]\ Keller + [Vol\ 01] + [Vol\ 02] + [Vol\ 03] + [Vol\ 04] + [Vol\ 05] = 1370,62$$

$$[Summe\ Ve] + [Ve\ 01] = 1370,62$$

[Nettoraumvolumen] Vi nach Gebäudezonen

$$[Vi\ 01]\ Zone\ <1>\ Keller + [NGf\ 01]*(2,73 - 0,24) + [NGf\ 02]*(5,88 - 0,24) + [NGf\ 03]*(6,66 - 0,24) + [NGf\ 04]*(2,94 - 0,24) + [NGf\ 05]*(1,12 - 0,24) = 355,52$$

$$[Summe\ Vi] + [Vi\ 01] = 355,52$$

.zur Kontrolle / alternativ: $V_i = V_e \cdot 0.8$

.Vi <1> Keller $[V_e 01] \cdot 0.8 = 1096,50$

.zur Kontrolle / alternativ: $V_i = V_e \cdot 0.76$ (WG bis 3 VG)

.Vi <1> Keller $[V_e 01] \cdot 0.76 = 1041,67$