

# WÄRMESCHUTZNACHWEIS

Neubau von 4 Mehrfamilienhäusern

Häuser 2

Straße am Berg 19

18182 Bentwisch

**Bauherr:**

**PlaceToBe – Immobiliengesellschaft mbH**

Kassebohmer Weg 14b

18055 Rostock

**Entwurfsplanung:**

**Architekturbüro Sauerbier**

**Hafenstraße 23**

**18273 Güstrow**

Tel. 0 38 43-69 10 0

Architekt.Sauerbier@t-online.de

**Tragwerksplanung:**

**ibu+**

**ingenieurbüro uhden GmbH & Co. KG**

Werkweg 1

18273 Güstrow

Tel.: 0 38 43 / 68 60 97

Fax: 0 38 43 / 68 74 77

e-mail: guestrow@ibu-plus.de

Güstrow, den 03.04.2020



Dipl.-Ing. Christoph Cebula

ibu+ ingenieurbüro uhden GmbH & Co. KG



# ENERGIEAUSWEIS für Wohngebäude

gemäß den §§ 16 ff. der Energieeinsparverordnung (EnEV) vom <sup>1</sup> 18.11.2013

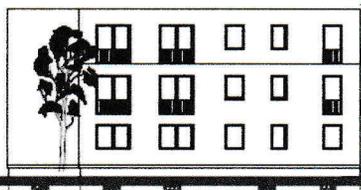
Registriernummer <sup>2</sup> ohne Nummer

(oder: "Registriernummer wurde beantragt am ...")

Gültig bis: 02.04.2030

1

## Gebäude

Gebäudetyp	Mehrfamilienhaus, freistehend		
Adresse	Straße Am Berg 19, 18182 Bentwisch		
Gebäudeteil	Neubau Mehrfamilienhaus - Haus 2		
Baujahr Gebäude <sup>3</sup>	2020		
Baujahr Wärmeerzeuger <sup>3,4</sup>	2020		
Anzahl Wohnungen	6		
Gebäudenutzfläche (A <sub>N</sub> )	827 m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/> nach § 19 EnEV aus der Wohnfläche ermittelt	
Wesentliche Energieträger für Heizung und Warmwasser <sup>3</sup>	[Nah- / Fernwärme, KWK + fossiler Brennstoff]		
Erneuerbare Energien	Art: KWK	Verwendung: WW, Hzg.	
Art der Lüftung/Kühlung	<input checked="" type="checkbox"/> Fensterlüftung <input type="checkbox"/> Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung <input type="checkbox"/> Anlage zur Kühlung <input type="checkbox"/> Schachtlüftung <input type="checkbox"/> Lüftungsanlage ohne Wärmerückgewinnung		
Anlass der Ausstellung des Energieausweises	<input checked="" type="checkbox"/> Neubau <input type="checkbox"/> Modernisierung (Änderung/Erweiterung) <input type="checkbox"/> Sonstiges (freiwillig) <input type="checkbox"/> Vermietung/Verkauf		

## 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 der EnEV, 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 beigefügt (freiwillige Angabe).

## Hinweise zur Verwendung des Energieausweises

Der Energieausweis dient lediglich 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

**ibu<sup>+</sup>** ingenieurbüro  
**uhden**

ibu+ ingenieurbüro uhden  
GmbH & Co.KG  
Dipl.-Ing. (FH) Dagmar Brandt  
Werkweg \* 18273 Güstrow  
Fon: 03843/686197

03.04.2020

Ausstellungsdatum

  
Dipl.-Ing.  
Christoph Cebula  
V-1190-98  
bauverle-  
brechster  
INGENIEURKAMMER  
MÜLLERBURG-VORPOMMERN

Unterschrift des Ausstellers

<sup>1</sup> Datum der angewendeten EnEV, gegebenenfalls angewendeten Änderungsverordnung zur EnEV  
Registriernummer (§ 17 Absatz 4 Satz 4 und 5 EnEV) ist das Datum der Antragstellung einzutragen; die Registriernummer ist nach deren Eingang  
nachträglich einzusetzen.

<sup>3</sup> Mehrfachangaben möglich

<sup>2</sup> Bei nicht rechtzeitiger Zuteilung der  
<sup>4</sup> bei Wärmenetzen Baujahr der Übergabestation

# ENERGIEAUSWEIS für Wohngebäude

gemäß den §§ 16 ff. der Energieeinsparverordnung (EnEV) vom <sup>1</sup> 18.11.2013

## Berechneter Energiebedarf des Gebäudes

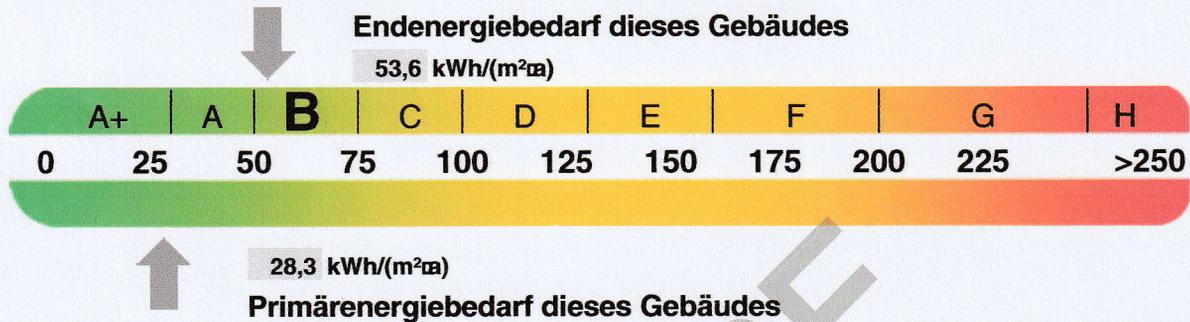
Registriernummer <sup>2</sup> ohne Nummer

(oder: "Registriernummer wurde beantragt am ...")

2

## Energiebedarf

CO<sub>2</sub>-Emissionen <sup>3</sup> 21 kg/(m<sup>2</sup>a)



### Anforderungen gemäß EnEV <sup>4</sup>

#### Primärenergiebedarf

Ist-Wert 28,3 kWh/(m<sup>2</sup>a) Anforderungswert 45,3 kWh/(m<sup>2</sup>a)

#### Energetische Qualität der Gebäudehülle H<sub>T</sub>

Ist-Wert 0,33 W/(m<sup>2</sup>K) Anforderungswert 0,44 W/(m<sup>2</sup>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 § 3 Absatz 5 EnEV
- Vereinfachungen nach § 9 Absatz 2 EnEV

## Endenergiebedarf dieses Gebäudes [Pflichtangabe in Immobilienanzeigen]

53,6 kWh/(m<sup>2</sup>a)

## Angaben zum EEWärmeG <sup>5</sup>

Nutzung erneuerbarer Energien zur Deckung des Wärme- und Kältebedarfs auf Grund des Erneuerbare-Energien-Wärmegesetzes (EEWärmeG)

Art:	Deckungsanteil:	%
Fernwärme		50 %
		%
		%

## Ersatzmaßnahmen <sup>6</sup>

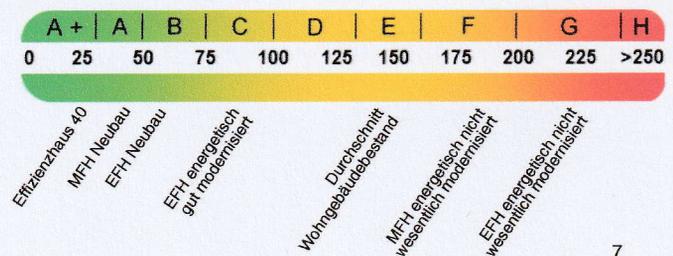
Die Anforderungen des EEWärmeG werden durch die Ersatzmaßnahme nach § 7 Absatz 1 Nummer 2 EEWärmeG erfüllt.

- Die nach § 7 Absatz 1 Nummer 2 EEWärmeG verschärften Anforderungswerte der EnEV sind eingehalten.
- Die in Verbindung mit § 8 EEWärmeG um % verschärften Anforderungswerte der EnEV sind eingehalten.

Verschärfter Anforderungswert Primärenergiebedarf: 45,3 kWh/(m<sup>2</sup>a)

Verschärfter Anforderungswert für die energetische Qualität der Gebäudehülle H<sub>T</sub>: 0,44 W/(m<sup>2</sup>K)

## Vergleichswerte Endenergie



## Erläuterungen zum Berechnungsverfahren

Die Energieeinsparverordnung 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 der EnEV pro Quadratmeter Gebäudenutzfläche (A<sub>N</sub>), die im Allgemeinen größer ist als die Wohnfläche des Gebäudes.

<sup>1</sup> siehe Fußnote 1 auf Seite 1 des Energieausweises

<sup>2</sup> siehe Fußnote 2 auf Seite 1 des Energieausweises

<sup>3</sup> freiwillige

<sup>4</sup> nur bei Neubau sowie bei Modernisierung im Fall des § 16 Absatz 1 Satz 3 EnEV

<sup>5</sup> nur bei Neubau

<sup>6</sup> nur bei Neubau im Fall der Anwendung von § 7 Absatz 1 Nummer 2 EEWärmeG

<sup>7</sup> EFH: Einfamilienhaus, MFH: Mehrfamilienhaus

# ENERGIEAUSWEIS für Wohngebäude

gemäß den §§ 16 ff. der Energieeinsparverordnung (EnEV) vom <sup>1</sup> 18.11.2013

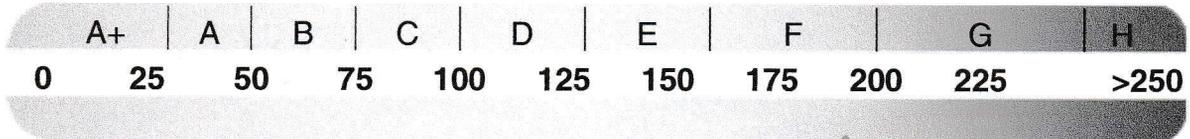
Erfasster Energieverbrauch des Gebäudes

Registriernummer <sup>2</sup> ohne Nummer

(oder: "Registriernummer wurde beantragt am ...")

3

## Energieverbrauch



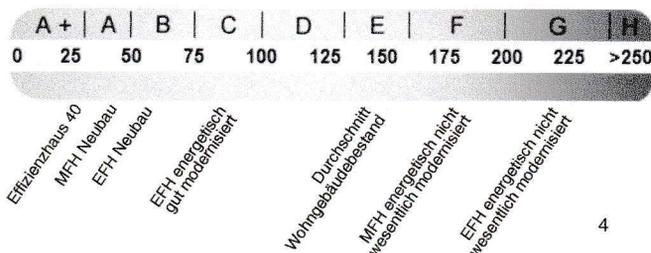
Endenergieverbrauch dieses Gebäudes  
[Pflichtangabe in Immobilienanzeigen]

kWh/(m<sup>2</sup>a)

## Verbrauchserfassung - Heizung und Warmwasser

Zeitraum		Energieträger <sup>3</sup>	Primär- energie- faktor	Energieverbrauch [kWh]	Anteil Warmwasser [kWh]	Anteil Heizung [kWh]	Klima- faktor
von	bis						

## Vergleichswerte Endenergie



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 die Energiesparverordnung vorgegeben. Die Werte der Skala sind spezifische Werte pro Quadratmeter Gebäudenutzfläche ( $A_N$ ) nach der Energieeinsparverordnung, die im Allgemeinen größer ist als die Wohnfläche des Gebäudes. Der tatsächliche Energieverbrauch einer Wohnung oder eines Gebäudes weicht insbesondere wegen des Witterungseinflusses und sich ändernden Nutzerverhaltens vom angegebenen Energieverbrauch ab.

<sup>1</sup> siehe Fußnote 1 auf Seite 1 des Energieausweises  
auch Leerstandszuschläge, Warmwasser- oder Kühlpauschale in kWh

<sup>2</sup> siehe Fußnote 2 auf Seite 1 des Energieausweises

<sup>3</sup> gegebenenfalls

<sup>4</sup> EFH: Einfamilienhaus, MFH: Mehrfamilienhaus



# ENERGIEAUSWEIS für Wohngebäude

gemäß den §§ 16 ff. der Energieeinsparverordnung (EnEV) vom <sup>1</sup> 18.11.2013

## Erläuterungen

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 dem Muster nach Anlage 6 auf den Gebäudeteil zu beschränken, der getrennt als Wohngebäude zu behandeln ist (siehe im Einzelnen § 22 EnEV). 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 zum EEWärmeG) 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 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. Zusätzlich können die mit dem Energiebedarf verbundenen CO<sub>2</sub>-Emissionen des Gebäudes freiwillig angegeben werden.

### Energetische Qualität der Gebäudehülle - Seite 2

Angegeben ist der spezifische, auf die wärmeübertragende Umfassungsfläche bezogene Transmissionswärmeverlust (Formelzeichen in der EnEV:  $H_T$ ). 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 die EnEV 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 zum EEWärmeG - Seite 2

Nach dem EEWärmeG müssen Neubauten in bestimmtem Umfang erneuerbare Energien zur Deckung des Wärme- und Kältebedarfs nutzen. In dem Feld "Angaben zum EEWärmeG" sind die Art der eingesetzten erneuerbaren Energien und der prozentuale Anteil der Pflichterfüllung abzulesen. Das Feld "Ersatzmaßnahmen" wird ausgefüllt, wenn die Anforderungen des EEWärmeG teilweise oder vollständig durch Maßnahmen zur Einsparung von Energie erfüllt werden. Die Angaben dienen gegenüber der zuständigen Behörde als Nachweis des Umfangs der Pflichterfüllung durch die Ersatzmaßnahme und der Einhaltung der für das Gebäude geltenden verschärften Anforderungswerte der EnEV.

### 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 Umrechnungsfaktoren ermittelt, die die Vorkette der jeweils eingesetzten Energieträger berücksichtigen.

### Pflichtangaben für Immobilienanzeigen - Seite 2 und 3

Nach der EnEV besteht die Pflicht, in Immobilienanzeigen die in § 16a Absatz 1 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.

<sup>1</sup> siehe Fußnote 1 auf Seite 1 des Energieausweises

## Heizwärme- und Primärenergiebedarf

**Projekt:** Neubau von 4 MFH - Haus 2, Straße Am Berg 19 in Bentwisch

Maßgebende Normen und Verordnungen:

EnEV 2014 (Oktober 2013)

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

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

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

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

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

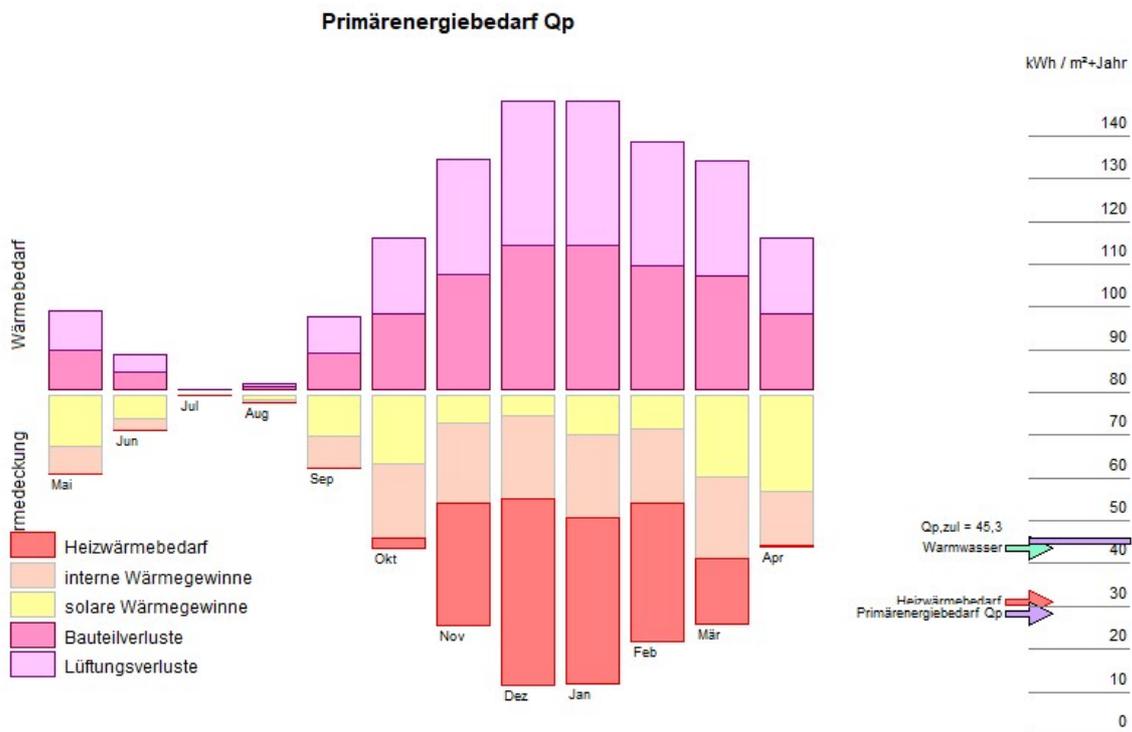
DIN EN ISO 13789:2007, Spezifischer Transmissionswärmeverlustkoeffizient

DIN EN ISO 13370:2007, Wärmeübertragung über das Erdreich

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

### Gebäudeberechnung "Gebäude - Haus 2"

( Ref-No 6.0 )



Nachweisverfahren **Referenzwertverfahren** für den öffentlich-rechtlichen Nachweis nach EnEV '14

§3 und A1, 2.1.2 zur Begrenzung des Jahres-Primärenergiebedarfs und des spezifischen

Transmissionswärmeverlustes der thermischen Hülle

Verfahren nach DIN V 4108-6 / DIN V 4701-10 für Wohngebäude

Verfahren nach EnEV 2014, Bauantrag nach dem 1. Januar 2016 (Neubau)

Primärenergiefaktor für Hilfeenergie  $f_{p,HE} = 1.8$  (EnEV 2014, A1, Abs.2.1.1, ab 2016)

Allgemeine Hinweise und Erläuterungen

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

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

Die Dichtheit des gesamten Gebäudes genügt den Anforderungen der EnEV, Anlage 4.

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

Flächen und Längenangaben beziehen sich auf die Außenmaße.

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

Sollinnentemperatur = 19,0 °C

Wärmebrückeneinflüsse werden pauschal berücksichtigt  $L_D = A \cdot (U \cdot F_x + 0.05)$

**Wärmeverluste der thermischen Gebäudehülle**  
 ( Ref-No 6.2 )

Hüllfläche	A m <sup>2</sup>	U W/(m <sup>2</sup> K)	F <sub>x</sub>	Anmerkung	L <sub>D</sub> W/K
1 Außentür	6,3	1,587	1,00 FAW	51	10,4
2 Außentür Ost	2,6	1,587	1,00 FAW	51	4,2
3 AW KS-MW d=17,5cm S-W	108,8	0,202	1,00 FAW	51	27,5
4 AW KS-MW d=17,5cm N-W	145,9	0,202	1,00 FAW	51	36,8
5 AW KS-MW d=17,5cm N-O	121,5	0,202	1,00 FAW	51	30,7
6 AW KS-MW d=17,5cm S-O	114,0	0,202	1,00 FAW	51	28,8
7 AW KS-MW d=24,0cm S-O	13,3	0,200	1,00 FAW	51	3,3
8 AW KS-MW d=30,0cm	32,3	0,299	1,00 FAW	51	11,3
9 AW KS-MW d=15,0cm	14,4	0,304	1,00 FAW	51	5,1
10 AW Aufzug KS-MW	13,3	0,279	1,00 FAW	51	4,4
11 AW Stb.Wand d=32,0cm	19,1	0,318	1,00 FAW	51	7,0
12 AW Fahrstuhlunterfahrt	9,1	0,314	1,00 FAW	51	3,3
13 Dachdecke	267,4	0,123	1,00 F <sub>D</sub>	51	46,2
14 Decke über TG d=22cm	33,3	0,163	1,00 F <sub>D</sub>	51	7,1
15 Decke über Schleuse	4,7	0,202	1,00 F <sub>D</sub>	51	1,2
16 Fenster S-W	33,5	0,900	1,00 F <sub>F</sub>	51 02	31,9
17 Fenster N-W	42,3	0,900	1,00 F <sub>F</sub>	51 02	40,2
18 Fenster N-O	20,8	0,900	1,00 F <sub>F</sub>	51 02	19,7
19 Fenster S-O	29,1	0,900	1,00 F <sub>F</sub>	51 02	27,7
20 Fenster verschattet S-O	31,6	0,900	1,00 F <sub>F</sub>	51 02	30,1
21 Kellerdecke	154,2	0,251	0,65 F <sub>G</sub>	51 25 21	32,9
22 Sohle Fahrstuhlunterfahrt	7,1	0,303	0,65 F <sub>G</sub>	51 25 14	1,8
23 Sohle KG	27,1	0,303	0,65 F <sub>G</sub>	51 25 14	6,7
$\Sigma A [m^2] =$		1.251,9	$\Sigma L_{D+H_u+L_s} [W/K] =$		418,1

darin enthaltene Wärmebrückenzuschläge  $L_{D,WB} = 62,6$  W/K (15,0%)

Bodenplattenmaß  $B' = A_G / (0.5 P) = 269 / 37 = 7,31$  m (DIN V 4108-6, E.3)

**Anmerkungen**

- 01 F<sub>x</sub>-Werte nach DIN V 4108-6, Tab.3 (Regelfall)
- 02 Die solaren Gewinne werden gesondert ermittelt (siehe unten).
- 14 Bodenplatte auf Erdreich ohne Randdämmung.
- 21 Decke / Wand zum unbeheizten Keller ohne Perimeterdämmung.
- 25 F<sub>x</sub>-Tabellenwert für das Bodenplattenmaß  $B' = 269,0 / 36,8 = 7,31$ .
- 51 Der Einfluss der Wärmebrücken wird mit einem U-Wert-Zuschlag von 0,05 W/(m<sup>2</sup>K) pauschal berücksichtigt. Die Konstruktionshinweise nach DIN 4108, Bbl.2 werden eingehalten.

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

$$H_T = \Sigma U_i \cdot A_i + H_u + L_s + H_{WB} + \Delta H_{T,FH} = \mathbf{418,1} \text{ W/K } (0,33 \text{ W/(m}^2\text{K)})$$

**Beheiztes Gebäude- und Luftvolumen**  
 ( Ref-No 6.5 )

Bezeichnung	Volumenermittlung	V [m <sup>3</sup> ]
1 beheiztes Volumen	2583,92	2583,9
2		

Beheiztes Gebäudevolumen  $V_e = 2.584 \text{ m}^3$   
 Gebäudenutzfläche  $A_N = 0,32 \cdot V_e = 827 \text{ m}^2$   
 beheiztes Luftvolumen  $V_L = 0,76 \cdot V_e = 1.964 \text{ m}^3$

**Lüftungswärmeverluste**  
 ( Ref-No 6.6 )

Luftvolumen Netto-Luftvolumen  $V_N = V_L = 1964 \text{ m}^3$   
 Lüftung freie Lüftung, Dichtheitsprüfung,  $n = 0,60 \text{ h}^{-1}$

Spezifischer Lüftungswärmeverlust  $H_V = 0,34 * n * V_N = 400,6 \text{ W/K}$  (DIN V 4108-6, 6.2)

**Interne Wärmegewinne**  
 ( Ref-No 6.7 )

Nutzfläche  $A_N = 0,32 * V = 827 \text{ m}^2$   
 Wärmeleistung Wohngebäude,  $q_{i,M} = 5,0 \text{ W/m}^2$

Brutto-Wärmegewinne  $\Phi_{i,M} = q_{i,M} * A_N = 4.134 \text{ W}$  (DIN V 4108-6, 6.3)

**Solare Wärmegewinne**  
 ( Ref-No 6.8 )

Effektive Kollektorflächen  $A_S$  für Deutschland (Potsdam), nördliche Breite  $50^\circ,00'$

Kollektorfläche	A [m <sup>2</sup> ]		g <sub>⊥</sub>	F <sub>F</sub>	F <sub>C</sub>	F <sub>h</sub>	F <sub>O</sub>	F <sub>f</sub>	A <sub>S</sub>
Fenster									
16 Fenster S-W	33,5	S-W	90°	0,61	0,70				12,9
17 Fenster N-W	42,3	N-W	90°	0,61	0,70				16,3
18 Fenster N-O	20,8	N-O	90°	0,61	0,70				8,0
19 Fenster S-O	29,1	S-O	90°	0,61	0,70				11,2
20 Fenster vers	31,6	S-O	90°	0,61	0,70				12,2

$A_S [\text{m}^2] = A * 0,90 * g_{\perp} * F_F * F_C * F_S$  mit  $F_S = F_h * F_O * F_f$  (DIN V 4108-6, Gl.54)  
 F<sub>F</sub> berücksichtigt den Rahmenanteil der Fenster. Abminderungsfaktor F<sub>C</sub> für permanente Sonnenschutzvorrichtungen, Teilbestrahlungsfaktoren F<sub>h</sub> für Horizontwinkel der Verbauung, F<sub>O</sub> für horizontale Überhänge und F<sub>f</sub> für seitliche Abschattungsflächen nach DIN V 4108-6, Tab.7 ff.

solare Wärmegewinne über opake Bauteile werden nicht berücksichtigt

Strahlungsintensitäten  $I_s$  für Deutschland (Potsdam) nach EnEV

[W/m <sup>2</sup> ]	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mrz	Apr
- 0°	180	127	77	31	17	29	44	97	189
Süd 90°	127	123	106	39	29	59	47	98	147
West 90°	105	79	47	19	11	17	24	60	114
Nord 90°	57	41	25	13	7	10	18	31	58
Ost 90°	115	83	55	20	12	25	29	68	134
Kollektorfläche			Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mrz	Apr
Fenster									
16 Fenster S-W			1031	400	284	516	464	1070	1753
17 Fenster N-W			455	211	114	179	293	618	1269
18 Fenster N-O			231	104	56	88	152	327	694
19 Fenster S-O			1018	358	257	560	470	1007	1746
20 Fenster verschattet S-O			1106	389	280	608	511	1094	1897
solare Wärmeströme $\Sigma\Phi_S$ [W]			3843	1462	990	1950	1889	4116	7358
$\Sigma\Phi_S * t$ [kWh]			2859	1053	737	1451	1269	3063	5298

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

## Wirksame Wärmespeicherfähigkeit

( Ref-No 6.9 )

Vereinfachter Ansatz für schwere Gebäude mit massiven Innen- und Außenbauteilen ohne untergehängte Decken 50 Wh/m³K

$$c_{\text{wirk}} = 50,0 \text{ Wh}/(\text{m}^3\text{K}), \quad c_{\text{wirk}} * V_e = 129.196 \text{ Wh/K}$$

$$\text{Parameter } a = a_0 + c_{\text{wirk}} / (H * \tau_0) = 1 + c_{\text{wirk}} / (H * 16) = 1 + 8075 / H \text{ (Gl.75, monatlich)}$$

## Heizunterbrechung

( Ref-No 6.10 )

Abschaltbetrieb während der Nachtstunden (DIN V 4108-6, D.3 und Anhang C)

Nachtabenkung für  $t_{\text{U}} = 7,0$  Stunden

Mindest-Innentemperatur  $\theta_{\text{isb}} = 15,0$  °C

Heizungsanlage mit Nennleistung  $\Phi_{\text{pp}} = 1.5 * (H_{\text{T}} + H_{\text{V}}) * 31 = 34.967 \text{ W}$  (automatisch aktualisiert, darin  $H_{\text{V}}$  mit Luftwechselrate  $n = 0.5$ )

Abschaltbetrieb

Interne Gewinne während der Nachtabenkung  $\Phi_{\text{g}} = 4134 \text{ W}$ , Luftwechselrate  $n = 0,50$

Wirksame Wärmespeicherfähigkeit  $C_{\text{wirk, Heizunterbrechung}} = 18,0 * V_e = 46.511 \text{ Wh/K}$

	$\theta_e$ °C	$\theta_{\text{inh}}$ °C	$\theta_{\text{i1}}$ °C	$t_{\text{nh}}$ h	$t_{\text{sb}}$ h	$t_{\text{bh}}$ h	$\theta_{\text{co}}$ °C	$\theta_{\text{c1}}$ °C	$\theta_{\text{c2}}$ °C	$\theta_{\text{c3}}$ °C	$\Delta Q_{\text{ilj}}$ kWh	$\Delta Q_{\text{il}}$ kWh
Jan	1,0	1,0	16,6	7,0	0,0	1,6	18,8	16,9	16,9	17,8	8,2	255
Feb	1,9	1,9	16,7	7,0	0,0	1,3	18,8	17,0	17,0	17,8	7,7	216
Mär	4,7	4,7	17,1	7,0	0,0	0,6	18,9	17,4	17,4	17,7	6,2	193
Apr	9,2	9,2	17,7	7,0	0,0	0,0	18,9	17,9	17,9	17,9	4,2	126
Mai	14,1	14,1	18,4	7,0	0,0	0,0	19,0	18,4	18,4	18,4	2,1	65
Jun	16,7	16,7	18,7	7,0	0,0	0,0	19,0	18,7	18,7	18,7	1,0	30
...												
Aug	18,6	18,6	18,9	7,0	0,0	0,0	19,0	19,0	19,0	19,0	0,2	5
Sep	14,3	14,3	18,4	7,0	0,0	0,0	19,0	18,5	18,5	18,5	2,0	60
Okt	9,5	9,5	17,7	7,0	0,0	0,0	18,9	17,9	17,9	17,9	4,1	126
Nov	4,1	4,1	17,0	7,0	0,0	0,8	18,9	17,3	17,3	17,8	6,5	196
Dez	0,9	0,9	16,6	7,0	0,0	1,6	18,8	16,9	16,9	17,8	8,3	257

Reduzierung der Wärmeverluste durch eine Heizunterbrechung

$$\Delta Q_{\text{ilj}} = H_{\text{sb}} * [(\theta_{\text{io}} - \theta_{\text{inh}}) * t_{\text{nh}} + (\theta_{\text{io}} - \theta_{\text{sb}}) * t_{\text{isb}} + (\theta_{\text{io}} - \theta_{\text{ipp}}) * t_{\text{bh}}] - C * \zeta * (\theta_{\text{co}} - \theta_{\text{c1}} + \theta_{\text{c2}} - \theta_{\text{c3}})$$

Reduzierung der Wärmeverluste in einem Monat  $\Delta Q_{\text{il}} = \Delta Q_{\text{ilj}} * \dots$  Tage

Reduzierung der Wärmeverluste in einem Jahr  $Q_{\text{NA}} = \Sigma \Delta Q_{\text{il}} = 1529,0 \text{ KWh/a}$

$H_{\text{V}}$  Spezifischer Lüftungswärmeverlust während der Heizunterbrechung =  $0.34 * 0,50 * V_{\text{L}} = 334 \text{ W/K}$

$H_{\text{sb}}$  Spezifischer Wärmeverlust während der Heizunterbrechung =  $H_{\text{T}} + H_{\text{V}} = 752 \text{ W/K}$

$H_{\text{ic}}$  Spezifischer Wärmeverlust zwischen den Bauteilen und dem Innenraum =  $4 * A_{\text{N}} / 0.13 = 25.442 \text{ W/K}$

$H_{\text{w}}$  Spezifischer Wärmeverlust aller leichten Bauteile (60 kg/m²)

$$H_{\text{w}} = 10,4 + 4,2 + 31,9 + 40,2 + 19,7 + 27,7 + 30,1 = 164 \text{ W/K}$$

$H_{\text{ce}}$  Spezifischer Wärmeverlust zwischen den Innenbauteilen und außen

$$H_{\text{ce}} = H_{\text{ic}} * (H_{\text{sb}} - H_{\text{w}} - H_{\text{V}}) / (H_{\text{ic}} - H_{\text{sb}} + H_{\text{w}} + H_{\text{V}}) = 257 \text{ W/K}$$

$\zeta$  Wirksamer Anteil der Wärmespeicherfähigkeit =  $H_{\text{ic}} / (H_{\text{ic}} + H_{\text{ce}}) = 0,99$

$\xi$  Verhältniswert =  $H_{\text{ic}} / (H_{\text{ic}} + H_{\text{w}} + H_{\text{V}}) = 0,99$

$\tau_{\text{p}}$  Reaktionszeit der Bauteiltemperatur auf einen Wechsel der Heizleistung =  $\zeta * C / (\xi * H_{\text{sb}}) = 62,43$

$\tau_{\text{T}}$  Ansprechzeit der Bauteiltemperatur auf einen Wechsel der Lufttemperatur =  $\zeta * C / (H_{\text{ce}} + H_{\text{ic}}) = 1,79$

$\theta_e$  Außentemperatur

$\theta_{\text{inh}}$  niedrigste, erreichbare Innentemperatur (im Abschaltbetrieb  $\theta_e$ , abgesenkt  $\theta_e * \Phi_{\text{rp}} / H_{\text{sb}}$ )

$\theta_{\text{ipp}}$  höchstmögliche Innentemperatur ( $\theta_e + (\Phi_{\text{pp}} + \Phi_{\text{g}}) / H_{\text{sb}}$ )

$\theta_{\text{i1}}$  Innentemperatur am Ende der Nichtheizphase ohne Regelphase =  $\theta_{\text{inh}} + \xi * (\theta_{\text{co}} - \theta_{\text{cnh}}) * \exp(-r_{\text{Div}} * t_{\text{nh}} / \tau_{\text{p}})$

$t_{\text{nh}}$  Zeit in der nicht geheizt wird (Gl. C.18, 20, 23)

$t_{\text{sb}}$  Zeit mit (abgesenktem) Regelbetrieb (Gl. C.26)

$t_{\text{bh}}$  Zeit der Aufheizphase (Gl. C.29 / EN 832 J.28)

$\theta_{CO}$  Bauteiltemperatur zu Beginn der Absenkung ( $\theta_e + \zeta * (\theta_{i0} - \theta_e)$ )  
 $\theta_{C1}$  Bauteiltemperatur am Ende der Nichtheizphase (Gl. C.21, 25)  
 $\theta_{C2}$  Bauteiltemperatur am Ende der Regelphase (Gl. C.28)  
 $\theta_{C3}$  Bauteiltemperatur am Ende der Aufheizphase (Gl. C.31)  
 $\Delta Q_{ij}$  Reduzierung des Wärmeverlustes infolge intermittierender Beheizung [kWh] (Gl. C.32)

**Heizwärmebedarf**

( Ref-No 6.11 )

Transmissionsverluste  $Q_t = (\sum L_D) * \Delta T * d - \Delta Q_{ij}$   
 thermische Hülle  $\sum L_D = 418 \text{ W/K}$   
 Heizunterbrechung  $\Delta Q_{ij}$  monatlich  
 Lüftungswärmeverluste  $H_V = 401 \text{ W/K}$

Interne Gewinne  $\Phi_{i,M} = 4134 \text{ W}$   
 Solare Gewinne  $\Phi_S$  [W] (monatlich)  
 Ausnutzungsgrad  $\eta = (1 - \gamma^a) / (1 - \gamma^{a+1})$  (a sh.  $c_{wirk}$ )  
 $\gamma = Q_G / Q_i$  (monatlich, DIN V 4108-6, 6.5)

	$t_A$ °C	$Q_t$ kWh	$H_V * \Delta T * d$ kWh	$\Phi_{i,M} * d * \eta$ kWh	$\Phi_S * d * \eta$ kWh	$\eta$	$Q_h$ kWh
Jan	1,0	5.345	5.365	3.076	1.451	1,00	6.183
Feb	1,9	4.589	4.604	2.778	1.269	1,00	5.145
Mär	4,7	4.256	4.262	3.051	3.038	0,99	2.430
Apr	9,2	2.824	2.827	2.023	3.600	0,68	29
Mai	14,1	1.459	1.460	1.038	1.882	0,34	0
Jun	16,7	663	663	458	868	0,15	0
Jul	19,0	-	-	-	-	0,00	-
Aug	18,6	119	119	93	145	0,03	0
Sep	14,3	1.355	1.356	1.197	1.513	0,40	0
Okt	9,5	2.829	2.832	2.745	2.551	0,89	364
Nov	4,1	4.290	4.298	2.976	1.052	1,00	4.559
Dez	0,9	5.374	5.395	3.076	737	1,00	6.956
	9,5	33.103	33.180	22.510	18.106		25.667

Jahres-Heizwärmebedarf  $Q_h = 25.667 \text{ kWh/a}$  ( $q_h = 31,0 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$ )  
 Heizzeit vom 5.11. bis 4.4. (150 Tage, Gl.27, Orientierungsgröße informativ)  
 erforderliche Heizleistung, Orientierungswert 35 kW (kein Bemessungswert)

Berechnungsgang für den Monat Januar  
 $Q_t = (418,1) * 18,0 * 31 * 24 / 1000 - 255,1 = 5344,1 \text{ kWh}$   
 $H_V * \Delta T * d = 400,6 * 18,0 * 31 * 24 / 1000 = 5364,8 \text{ kWh}$   
 $\Phi_{i,M} * d = 4134,3 * 31 * 24 / 1000 = 3075,9 \text{ kWh}$   
 $\Phi_S * d = 1949,7 * 31 * 24 / 1000 = 1450,6 \text{ kWh}$   
 $\gamma = (3075,9 + 1450,6) / (5344,7 + 5365,0) = 0,42$      $a = 1 + 129196 / (418,1 + 400,6) / 16 = 10,86$   
 $\eta = (1 - \gamma^a) / (1 - \gamma^{a+1}) = 1,000 / 1,000 / 0,992 / 0,679 / 0,337$  (Jan / Feb / Mrz / Apr / Mai)

**Wärmebedarf für Warmwasserbereitung**

( Ref-No 6.12 )

pauschaler Ansatz  $12,5 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$  (öffentlich-rechtlicher Nachweis)

$Q_{tw} = A_N * q_{tw} = 827 * 12,5 = 10.336 \text{ kWh/a}$

**Anlagentechnik** (DIN V 4701-10)  
( Ref-No 6.13 )

Anlagen-Aufwandszahl aus der Anlagenberechnung (siehe Haustechnik)  
Heizung: ... freie Lüftung ... Warmwasser: mit Zirkulation - Energieträger: [Nah- /  
Fernwärme, KWK + fossiler Brennstoff], Strom

---

Anlagen-Aufwandszahl  $e_p = 0,65$  – **vorbehaltlich Nachweis Hersteller Haustechnik**

Gesamt-Endenergie ohne Hilfsenergie, lokal  $Q_{WE,E} = 43.426$  kWh/a (52,5 kWh/(m<sup>2</sup>a))  
Hilfsenergie, lokal  $Q_{HE,E} = 948$  kWh/a ( 1,1 kWh/(m<sup>2</sup>a))

**EnEV-Nachweis (2016)**  
( Ref-No 6.14 )

Referenzberechnung = "Gebäude - Haus 2-Referenz2016"

zulässiger, spezifischer Transmissionswärmeverlust für ein Wohngebäude nach EnEV '14  
zul  $H'_T = 0,50$  W/(m<sup>2</sup>K), freistehende Wohngebäude über 350 m<sup>2</sup> (A1, Tab.2)  
zul  $H'_T =$  zul  $H'_{T,REF} = 0,44$  W/(m<sup>2</sup>K), zusätzliche Anforderung ab 2016 (A1, 1.2)  
vorh  $H'_T = H_T / \Sigma A = 418,1 / 1252,0 = 0,33$  W/(m<sup>2</sup>K)

vorh  $H'_T = 0,33 \leq 0,44$  W/(m<sup>2</sup>K), **Grenzwert wird eingehalten**

Höchstwert des grundflächenbezogenen Jahres-Primärenergiebedarfs nach EnEV '14  
zul  $q_{P,Ref} = 60,42$  kWh/(m<sup>2</sup>a) aus der Referenzberechnung  
zul  $q_{P,Ref} = 60,42 - 25\% = 45,3$  kWh/(m<sup>2</sup>a), geforderte Unterschreitung ab 2016 (A1, Tab.1)  
vorh.  $q_p = (Q_h + Q_w) * e_p / A_N = 23419 / 826,9 = 28,3$  kWh/(m<sup>2</sup>a)

vorh  $q_p = 28,3 \leq 45,3$  kWh/(m<sup>2</sup>a), **Grenzwert wird eingehalten**

**Fensterflächenanteil**  
( Ref-No 6.16 )

Die wärmeübertragenden Umfassungsflächen enthalten 758 m<sup>2</sup> Fassadenflächen, davon 601 m<sup>2</sup>  
Wandflächen und 157 m<sup>2</sup> Fensterflächen. Der Fensterflächenanteil beträgt **21%**.

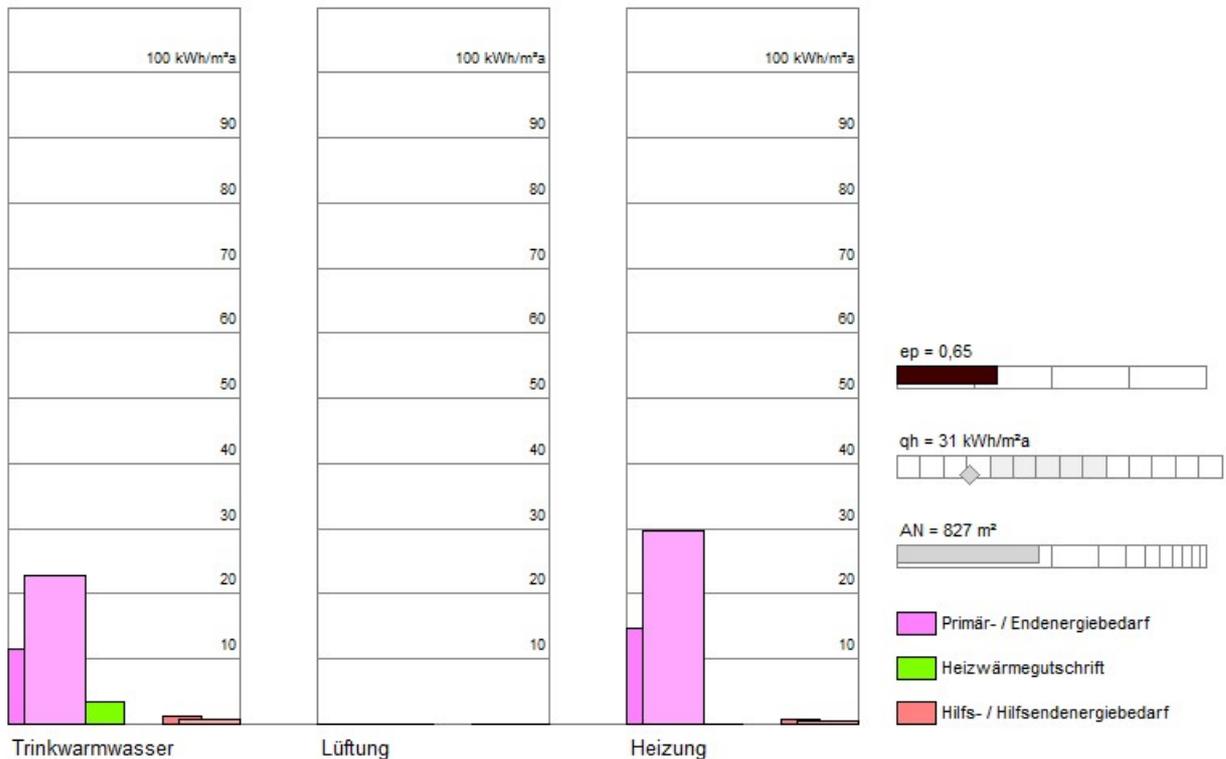
Die Sonneneintragskennwerte sind nach DIN 4108-2:2013 zu begrenzen (EnEV 2014)

## Haus- und Anlagentechnik (Wohngebäude)

Projekt Neubau von 4 MFH - Haus 2, Straße Am Berg 19 in Bentwisch

Gebäudeberechnung "Gebäude - Haus 2"

### Primär- und Endenergiebedarf



### Anlagenkurzbeschreibung

( Ref-No 7.4 )

mit Endenergie versorgter Bereich  $A_N = 827 \text{ m}^2$

Heizwärmebedarf  $q_h = 31,0 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ , Trinkwasserwärmebedarf  $q_{tw} = 12,5 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$

Tabellenverfahren nach DIN V 4701-10 Anhang C.3

Heizung: ... freie Lüftung ... Warmwasser: mit Zirkulation ... Energieträger: [Nah- / Fernwärme, KWK + fossiler Brennstoff], Strom

### Ermittlung der Anlagenaufwandszahl $e_p$

( Ref-No 7.5 )

Aufwandszahlen  $e_i$  und Energieverluste der Erzeugung, Speicherung und Verteilung, Wärmegutschriften, Hilfsenergiebedarf, Deckungsanteile  $\alpha$  und Primärenergiefaktoren  $f_p$ .

Verwendete Indizes: P-Primärenergie, E-Endenergie, HE-Hilfsenergie, TW-Trinkwarmwasser, L-Lüftung, H-Heizung.

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

Detailliert berechnete Anlagen-Kenngrößen liegen nicht vor.

### Anlage zur Warmwasserbereitung

( Ref-No 7.6 )

mit Trinkwarmwasser versorgter Bereich  $A_N = 827 \text{ m}^2$

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

Anlagenteil	Aufwandszahl [-]	Verlust kWh/ (m <sup>2</sup> a)	Gutschrift kWh/ (m <sup>2</sup> a)	Hilfsenergie kWh/ (m <sup>2</sup> a)	$\alpha$ [%]	f <sub>p</sub>	Anm.
Erzeuger I	1,14			0,40	100	0,50	901
Speicher		1,0	0,5	0,04			30
Verteilung		6,6	3,0	0,25			20
Erzeuger II							
		7,6	3,4	0,69	100		

901) Nah- / Fernwärme, Aufwandszahl  $e_{\text{TW,g}}$  und Hilfsenergiebedarf  $q_{\text{TW,g,HE}}$  nach DIN V 4701-10, Tab. C.1-4e (manuell) [Nah- / Fernwärme, KWK + fossiler Brennstoff]

30) Indirekt beheizter Speicher innen, Wärmeverlust  $q_{\text{TW,s}}$ , Wärmegutschrift  $q_{\text{h,TW,s}}$  und Hilfsenergiebedarf  $q_{\text{TW,s,HE}}$  nach DIN V 4701-10, Tab. C.1-3a

20) Gebäudezentrale TW-Verteilung mit Zirkulation, weniger als 10 m Verteilleitungen außen, Steigleitungen im nicht belüfteten Schacht, Wärmeverlust  $q_{\text{TW,d}}$ , Wärmegutschrift  $q_{\text{h,TW,d}}$  und Hilfsenergiebedarf  $q_{\text{TW,d,HE}}$  nach DIN V 4701-10, Tab. C.1-2a / C.1-2b

#### Primär- und Endenergiebedarf für Trinkwasserbereitung

Gl. 4.2-3, Aufwandszahl * Primärenergiefaktor $\Sigma(e_{\text{TW,g,i}} * \alpha_{\text{TW,g,i}} * f_{\text{P,i}})$	0,57
Gl. 4.2-3, Primärenergiebedarf $q_{\text{TW,P}} = (12,5 + 7,6) * 0,57$	11,5 kWh/(m <sup>2</sup> a)
Gl. 4.2-4, Heizwärmegutschrift $q_{\text{h,TW}} = 3,4$	3,4 kWh/(m <sup>2</sup> a)
Gl. 4.2-5, Hilfsenergiebedarf $q_{\text{TW,HE}} = 0,40 + 0,04 + 0,25$	0,7 kWh/(m <sup>2</sup> a)
Gl. 4.2-5, Hilfsenergiebedarf $q_{\text{TW,HE,P}} = 0,7 * 1,8$	1,2 kWh/(m <sup>2</sup> a)

Endenergiebedarf  $Q_{\text{TW,E}} = (12,5 + 7,6) * (1,14 + 0,00) * 827$  18.954 kWh/a  
 Hilfsendenergiebedarf  $Q_{\text{TW,HE,E}} = 0,7 * 827$  572 kWh/a

### Heizungsanlage

( Ref-No 7.8 )

beheizter Bereich  $A_N = 827 \text{ m}^2$

Heizwärmebedarf  $q_{\text{h}} = 31,0 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$

verbleibender Bedarf  $q_{\text{h,0}} = 31,0 - 3,4 = 27,6 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$

Anlagenteil	Aufwandszahl [-]	Verlust kWh/ (m <sup>2</sup> a)	Hilfsenergie kWh/ (m <sup>2</sup> a)	$\alpha$ %	f <sub>p</sub>	Anm.
Erzeuger I	1,01			100	0,50	913
Erzeuger II						
Speicher						
Verteilung		1,3	0,45			224
Übergabe		0,4				246
		1,7	0,45	100		

913) Nah- oder Fernwärme, Aufwandszahl  $e_{\text{g}}$  nach DIN V 4701-10 Abs.5.3.4.2.4 (manuell) [Nah- / Fernwärme, KWK + fossiler Brennstoff]

224) horizontale Verteilung innen, Steiger innenliegend, Systemtemperaturen 55/45 °C, geregelte Pumpe, Wärmeverluste der Verteilleitungen  $q_{\text{d}}$  und Hilfsenergiebedarf  $q_{\text{d,HE}}$  nach DIN V 4701-10, Tab. C.3-2

246) freie Heizflächen im Außenwandbereich, elektronische Regeleinrichtung mit zeit- und temperaturabhängig arbeitendem PI-Regelverhalten und Optimierungsfunktionen (z.B. Fensteröffnungs- oder Präsenzerkennung), Wärmeverlust  $q_{\text{ce}}$  nach DIN V 4701-10 Tab. C.3-1

#### Primär- und Endenergiebedarf für Heizung

Gl. 4.2-18, benötigte Heizwärme $q_{h,0} = q_h - q_{h,TW} - q_{h,L} = 31,0 - 3,4$	27,6 kWh/(m <sup>2</sup> a)
Gl. 4.2-18, Aufwandszahl * Primärenergiefaktor $\Sigma(e_{H,g,i} * \alpha_{H,g,i} * f_{P,i})$	0,51
Gl. 4.2-18, Primärenergiebedarf $q_{H,P} = (27,6 + 1,7) * 0,51$	14,8 kWh/(m <sup>2</sup> a)
Gl. 4.2-19, Hilfsenergiebedarf $q_{H,HE,P} = (+0,5) * 1,8$	0,8 kWh/(m <sup>2</sup> a)
Endenergiebedarf $Q_{H,E} = (27,6 + 1,7) * (1,01 + 0,00) * 827$	24.472 kWh/a
Hilfsendenergiebedarf $Q_{H,HE,E} = 0,5 * 827$	376 kWh/a

**Anlagen-Aufwandszahl**

( Ref-No 7.9 )

Strom aus erneuerbaren Energiequellen steht nicht zur Verfügung.

$Q_P = (11,5+1,2)*827+(14,8+0,8)*827$	23.419 kWh/a
Heizwärmebedarf $Q_h = q_h * A_N = 31,0 * 827$	25.667 kWh/a
Trinkwasserwärmebedarf $Q_{tw} = q_{tw} * A_N = 12,5 * 827$	10.336 kWh/a

Anlagen-Aufwandszahl  $e_p = Q_P / (Q_h + Q_{tw}) = 23.419 / (25.667 + 10.336)$

**0,65 – vorbehaltlich  
 Nachweis Hersteller  
 Haustechnik**

Primärenergie  $Q_P = 23.419$  kWh/a (28,3 kWh/(m<sup>2</sup>a))

Endenergie ohne Hilfsenergie, lokal  $Q_{WE,E} = 18.954 + 24.472 = 43.426$  kWh/a (52,5 kWh/(m<sup>2</sup>a))

Hilfsendenergie, lokal  $Q_{HE,E} = 572 + 376 = 948$  kWh/a ( 1,1 kWh/(m<sup>2</sup>a))

Effizienzklasse auf Basis des Endenergiebedarfs  $(43426 + 948) / 826,9 = 53,7$  kWh/(m<sup>2</sup>a)

**Effizienzklasse B** (EnEV '2014, A10)

**Energiebedarf nach Energieträgern**

( Ref-No 7.11 )

Bedarfswerte auch für den Energieausweis

Energieträger	Endenergie kWh/a		f <sub>p</sub>	Primärenergie kWh/a	
[Nah- / Fernwärme, KWK + Hilfsenergie (Strom)	43.425 948	98 % 2 %	0,5 1,8	21.713 1.706	93 % 7 %
	44.373	100 %		23.419	100 %

Endenergie nach Energieträgern	Heizung kWh/ (m <sup>2</sup> a)	Warmwasser kWh/ (m <sup>2</sup> a)	Lüftung kWh/ (m <sup>2</sup> a)	Summe kWh/ (m <sup>2</sup> a)
[Nah- / Fernwärme, KW Hilfsenergie Strom	29,6 0,5	22,9 0,7	0,0 0,0	52,5 1,1

**Nutzungspflicht für Erneuerbare Energien (EEWärmeG)**  
 ( Ref-No 7.12 )

Nachweis für privat genutzte Gebäude

Wärme- und Kälteenergiebedarf = 43.426 = 43.426 kWh/Jahr (mit Solar-, Umwelt- und Abwärme sowie Kälteenergie)

darin enthaltene Deckungsanteile aus erneuerbaren Energiequellen oder Ersatzmaßnahmen:

Energiequelle	Energieertrag kWh/a	Deckungsanteil erzielt	Deckungsanteil gefordert	Nutzungs- anteil
Fernwärme [Nah- / Fernwärm	43.425	50,0 %	50,0 %	100,0 %
				100,0 %

**Deckungsanteil durch Einsparung von Energie**

	Grenzwert	erzielt	Unterschreitung erzielt	Unterschreitung gefordert	Nutzungs- anteil
HT´ - Wert      W/ (m²K)	0,44	0,33	24,8 %	15,0 %	
QP                kWh/ (m²a)	45,3	28,3	37,5 %	15,0 %	165,2 %

erreichter Nutzungsanteil, Summe = 265,3 % ≥ Nutzungspflichtanteil = 100 %

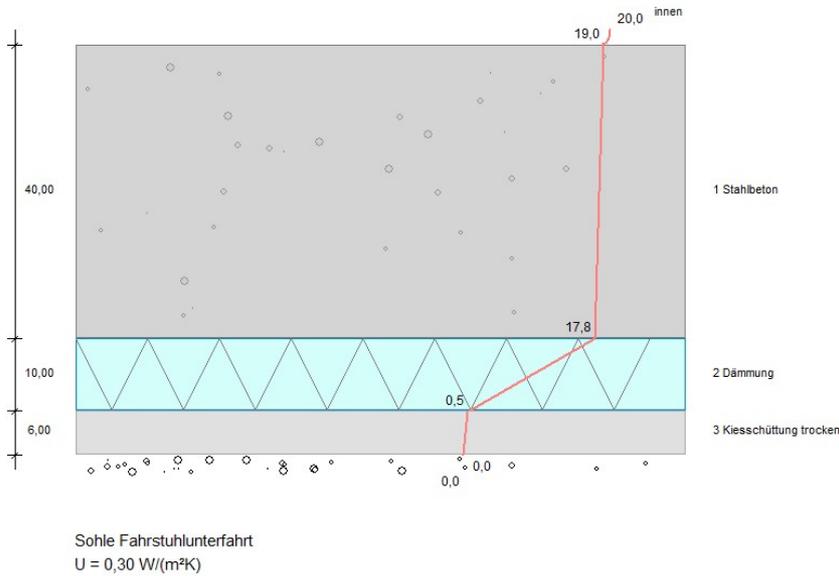
Die Anforderungen aus dem EEWärmeG 2011 / 2014 **werden erfüllt**

Nutzungsanteile aus Fernwärme dürfen bilanziert werden, wenn das Heizwerk mit erneuerbaren Brennstoffen, KWK oder Abwärmenutzung arbeitet. Der Nutzungspflichtanteil richtet sich nach dem verwendeten Energieträger. Angerechnet wird nur die Energiemenge, die aus erneuerbaren Energiequellen / Ersatzmaßnahmen stammt.

## Bauteilquerschnitt

Projekt Neubau von 4 MFH - Haus 2, Straße Am Berg 19 in Bentwisch

**Bauteil: Sohle KG und Fahrstuhlunterfahrt**  
 ( Ref-No 1.0 )



Bauteiltyp "Fußboden gegen Erdreich"  
 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	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>	kg/m <sup>2</sup>	$\lambda$ W/ (mK)	R m <sup>2</sup> K/W
$R_{si}$					0,170
01 Stahlbeton	40,00	2400	960,0	2,100	0,190
02 Dämmung	10,00	15	1,5	0,035	2,857
03 Kiesschüttung trocken	6,00	1800	108,0	0,700	0,086
$R_{se}$					0,000
d = 56,00      G = 1069,5 $R_T = 3,30$					

**Wärmedurchgangskoeffizient**  
 ( Ref-No 1.8 )

Wärmedurchgangskoeffizient  $U = 0,303 \text{ W/(m}^2\text{K)}$  (ohne Korrekturen)

**Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2**  
 ( Ref-No 1.8.1 )

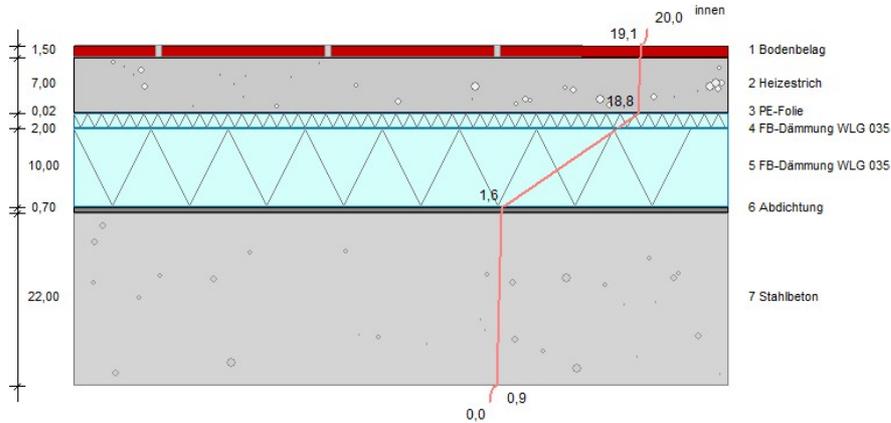
Sohlplatten, unmittelbar an das Erdreich grenzend bis zu einer Raumtiefe von 5 m (DIN 4108-2:2013. Mindestanforderungen nach Tab.3.

$R = 3,13 \geq 0,90 \text{ m}^2\text{K/W}$  erfüllt die Anforderungen

## Bauteilquerschnitt

Projekt Neubau von 4 MFH - Haus 2, Straße Am Berg 19 in Bentwisch

**Bauteil: Kellerdecke**  
 ( Ref-No 1.0 )



Kellerdecke  
 U = 0,25 W/(m²K)

Bauteiltyp "Kellerdecke"  
 mit den Wärmeübergangswiderständen  $R_{si} = 0,17$  und  $R_{se} = 0,17$  m²K/W

**Querschnitt**  
 ( Ref-No 1.3 )

von innen	s cm	$\rho$ kg/m³	kg/m²	$\lambda$ W/(mK)	R m²K/W
$R_{si}$					0,170
01 Bodenbelag	1,50	2000	30,0	1,000	0,015
02 Heizestrich	7,00	2000	140,0	1,400	0,050
03 PE-Folie	0,02	1000	0,2	-	-
04 FB-Dämmung WLG 035	2,00	30	0,6	0,035	0,571
05 FB-Dämmung WLG 035	10,00	30	3,0	0,035	2,857
06 Abdichtung	0,70	2000	14,0	0,170	0,041
07 Stahlbeton	22,00	2400	528,0	2,100	0,105
$R_{se}$					0,170
d = 43,22      G = 715,8 $R_T = 3,98$					

**Wärmedurchgangskoeffizient**  
 ( Ref-No 1.8 )

Wärmedurchgangskoeffizient U = **0,251 W/(m²K)** (ohne Korrekturen)

**Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2**  
 ( Ref-No 1.8.1 )

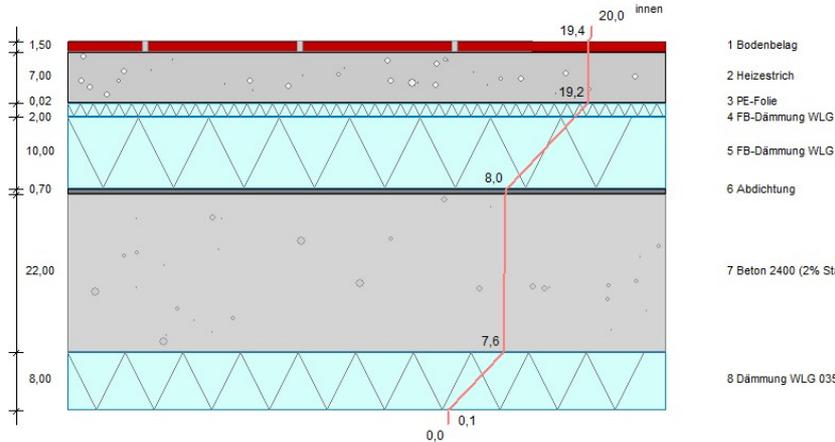
Decken gegen nicht beheizten Kellerraum (DIN 4108-2:2013). Mindestanforderungen nach Tab.3.

R      3,64  $\geq$  0,90 m²K/W erfüllt die Anforderungen

## Bauteilquerschnitt

Projekt Neubau von 4 MFH - Haus 2, Straße Am Berg 19 in Bentwisch

**Bauteil: Decke über TG**  
 ( Ref-No 1.0 )



Decke über TG  
 U = 0,16 W/(m²K)

Bauteiltyp "Decke nach unten gegen die Außenluft"  
 mit den Wärmeübergangswiderständen  $R_{si} = 0,17$  und  $R_{se} = 0,04$  m²K/W

**Querschnitt**  
 ( Ref-No 1.3 )

von innen	s cm	$\rho$ kg/m³	$\gamma$ kg/m²	$\lambda$ W/(mK)	R m²K/W	
$R_{si}$					0,170	
01 Bodenbelag	1,50	2000	30,0	1,000	0,015	
02 Heizestrich	7,00	2000	140,0	1,400	0,050	
03 PE-Folie	0,02	1000	0,2	-	-	
04 FB-Dämmung WLK 035	2,00	30	0,6	0,035	0,571	
05 FB-Dämmung WLK 035	10,00	30	3,0	0,035	2,857	
06 Abdichtung	0,70	2000	14,0	0,170	0,041	
07 Beton 2400 (2% Stahl)	22,00	2400	528,0	2,500	0,088	
08 Dämmung WLK 035	8,00	20	1,6	0,035	2,286	
$R_{se}$					0,040	
d = 51,22					G = 717,4	$R_T = 6,12$

**Wärmedurchgangskoeffizient**  
 ( Ref-No 1.8 )

Wärmedurchgangskoeffizient U = **0,163 W/(m²K)** (ohne Korrekturen)

**Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2**  
 ( Ref-No 1.8.1 )

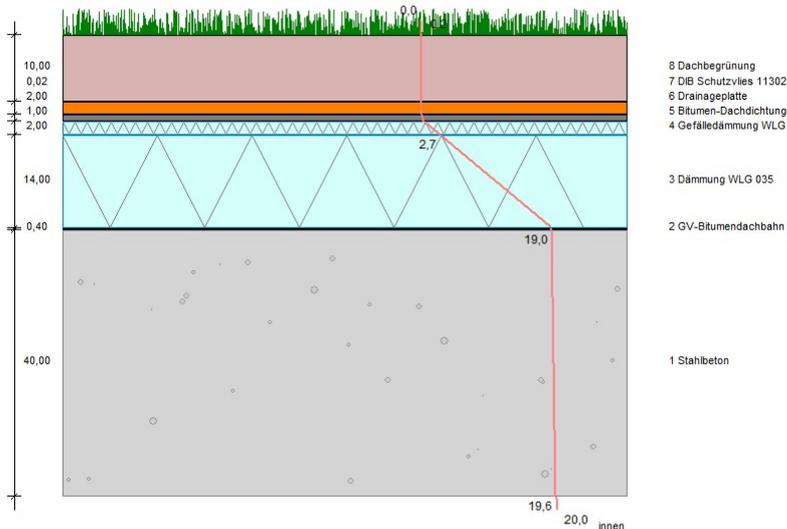
Decken gegen nicht beheizten Kellerraum (DIN 4108-2:2013). Mindestanforderungen nach Tab.3.

R 5,91  $\geq$  0,90 m²K/W erfüllt die Anforderungen

## Bauteilquerschnitt

Projekt Neubau von 4 MFH - Haus 2, Straße Am Berg 19 in Bentwisch

**Bauteil: Decke über Schleuse**  
 ( Ref-No 1.0 )



Bauteiltyp "Decke gegen die Außenluft"  
 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	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>	kg/m <sup>2</sup>	$\lambda$ W/(mK)	R m <sup>2</sup> K/W
$R_{si}$					0,100
01 Stahlbeton	40,00	2400	960,0	2,500	0,160
02 GV-Bitumendachbahn DIN 52143	0,40	1200	4,8	0,170	0,024
03 Dämmung WLG 035	14,00	20	2,8	0,035	4,000
04 Gefälledämmung WLG 035	2,00	20	0,4	0,035	0,571
05 Bitumen-Dachdichtung-Wurzelfest	1,00	1200	12,0	0,170	0,059
06 Drainageplatte	2,00	-	1,0	-	-
07 DIB Schutzvlies 11302	0,02	-	0,3	0,045	0,004
08 Dachbegrünung	10,00	1100	110,0	-	-
$R_{se}$					0,040
d = 69,42      G = 1091,3 $R_T = 4,96$					

**Wärmedurchgangskoeffizient**  
 ( Ref-No 1.8 )

Wärmedurchgangskoeffizient  $U = 0,202 \text{ W/(m}^2\text{K)}$  (ohne Korrekturen)

**Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2**  
 ( Ref-No 1.8.1 )

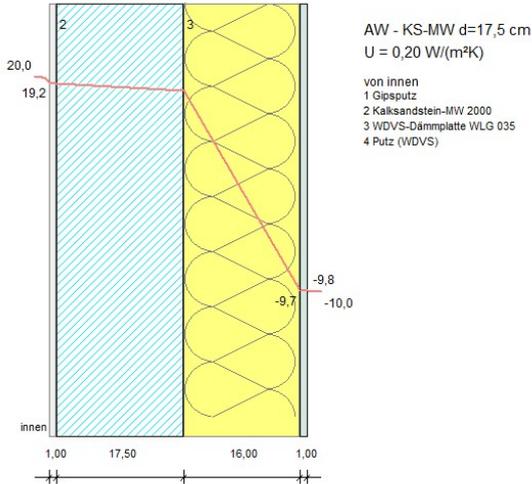
Decken beheizter Räume nach oben gegen Außenluft (DIN 4108-2:2013). Mindestanforderungen nach Tab.3.

$R = 4,82 \geq 1,20 \text{ m}^2\text{K/W}$  erfüllt die Anforderungen

## Bauteilquerschnitt

Projekt Neubau von 4 MFH - Haus 2, Straße Am Berg 19 in Bentwisch

Bauteil: AW - KS-MW d=17,5 cm  
 ( Ref-No 1.0 )



Bauteiltyp "Außenwand"

mit den Wärmeübergangswiderständen  $R_{si} = 0,13$  und  $R_{se} = 0,04$  m²K/W

## Querschnitt

( Ref-No 1.3 )

von innen	s cm	$\rho$ kg/m³	kg/m²	$\lambda$ W/(mK)	R m²K/W
$R_{si}$					0,130
01 Gipsputz	1,00	1200	12,0	0,350	0,029
02 Kalksandstein-MW 2000	17,50	2000	350,0	1,100	0,159
03 WDVS-Dämmplatte WLG 035	16,00	120	19,2	0,035	4,571
04 Putz (WDVS)	1,00	1400	14,0	0,870	0,011
$R_{se}$					0,040
d = 35,50					
G = 395,2					
$R_T = 4,94$					

## Wärmedurchgangskoeffizient

( Ref-No 1.8 )

Wärmedurchgangskoeffizient U = **0,202 W/(m²K)** (ohne Korrekturen)

## Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

( Ref-No 1.8.1 )

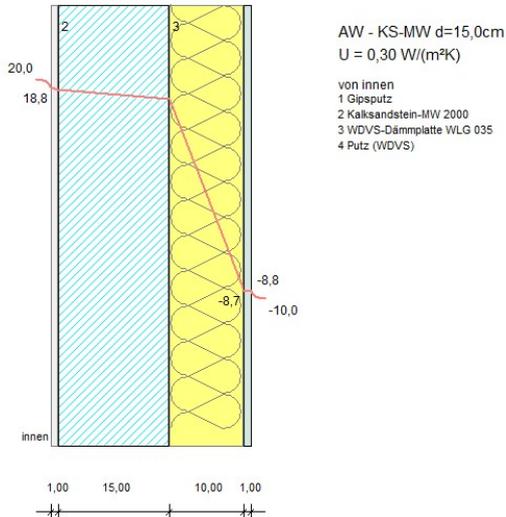
Wände beheizter Räume gegen Außenluft, Erdreich, Tiefgaragen (DIN 4108-2:2013).  
 Mindestanforderungen nach Tab.3.

R  $4,77 \geq 1,20$  m²K/W erfüllt die Anforderungen

## Bauteilquerschnitt

Projekt Neubau von 4 MFH - Haus 2, Straße Am Berg 19 in Bentwisch

Bauteil: AW - KS-MW d=15,0 cm  
 ( Ref-No 1.0 )



Bauteiltyp "Treppenraumwand"

mit den Wärmeübergangswiderständen  $R_{si} = 0,13$  und  $R_{se} = 0,13$  m²K/W

Querschnitt  
 ( Ref-No 1.3 )

von innen	s cm	$\rho$ kg/m³	kg/m²	$\lambda$ W/(mK)	R m²K/W
$R_{si}$					0,130
01 Gipsputz	1,00	1200	12,0	0,350	0,029
02 Kalksandstein-MW 2000	15,00	2000	300,0	1,100	0,136
03 WDVS-Dämmplatte WLG 035	10,00	120	12,0	0,035	2,857
04 Putz (WDVS)	1,00	1400	14,0	0,870	0,011
$R_{se}$					0,130
d = 27,00      G = 338,0 $R_T = 3,29$					

Wärmedurchgangskoeffizient  
 ( Ref-No 1.8 )

Wärmedurchgangskoeffizient U = **0,304 W/(m²K)** (ohne Korrekturen)

Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2  
 ( Ref-No 1.8.1 )

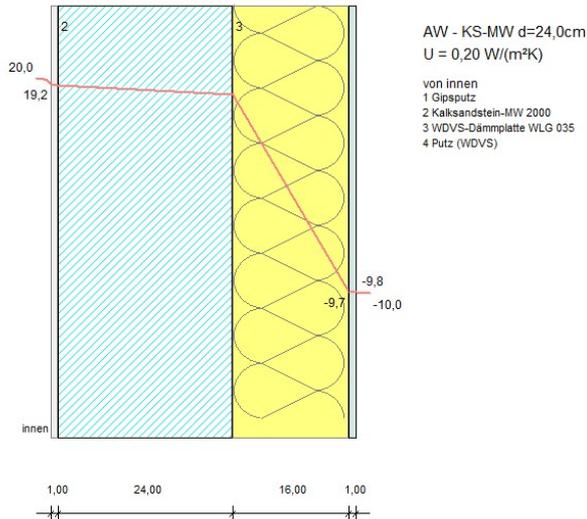
Wände beheizter Räume zu nicht beheizten Räume (auch nicht beheizten Dach- oder Kellerräumen)  
 (DIN 4108-2:2013. Mindestanforderungen nach Tab.3.

R      3,03  $\geq$  1,20 m²K/W erfüllt die Anforderungen

## Bauteilquerschnitt

Projekt Neubau von 4 MFH - Haus 2, Straße Am Berg 19 in Bentwisch

Bauteil: AW - KS-MW d=24,0 cm  
 ( Ref-No 1.0 )



Bauteiltyp "Außenwand"

mit den Wärmeübergangswiderständen  $R_{si} = 0,13$  und  $R_{se} = 0,04$  m²K/W

## Querschnitt

( Ref-No 1.3 )

von innen	s cm	$\rho$ kg/m³	kg/m²	$\lambda$ W/ (mK)	R m²K/W	
$R_{si}$					0,130	
01 Gipsputz	1,00	1200	12,0	0,350	0,029	
02 Kalksandstein-MW 2000	24,00	2000	480,0	1,100	0,218	
03 WDVS-Dämmplatte WLG 035	16,00	120	19,2	0,035	4,571	
04 Putz (WDVS)	1,00	1400	14,0	0,870	0,011	
$R_{se}$					0,040	
d = 42,00					G = 525,2	$R_T = 5,00$

## Wärmedurchgangskoeffizient

( Ref-No 1.8 )

Wärmedurchgangskoeffizient U = **0,200 W/(m²K)** (ohne Korrekturen)

## Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

( Ref-No 1.8.1 )

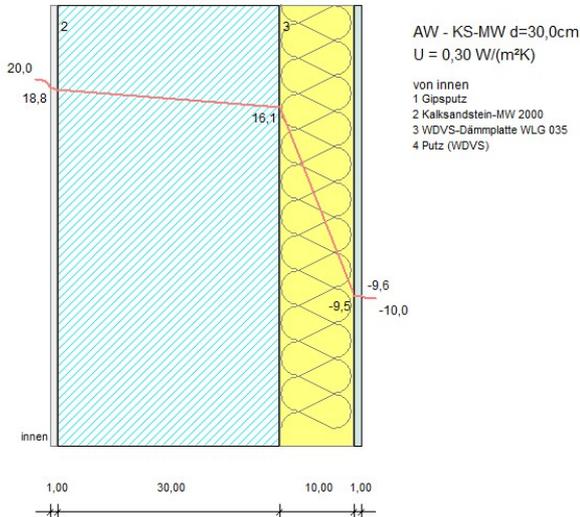
Wände beheizter Räume gegen Außenluft, Erdreich, Tiefgaragen (DIN 4108-2:2013).  
 Mindestanforderungen nach Tab.3.

R 4,83  $\geq$  1,20 m²K/W erfüllt die Anforderungen

## Bauteilquerschnitt

Projekt Neubau von 4 MFH - Haus 2, Straße Am Berg 19 in Bentwisch

**Bauteil: AW - KS-MW d=30,0 cm**  
 ( Ref-No 1.0 )



Bauteiltyp "Außenwand"

mit den Wärmeübergangswiderständen  $R_{si} = 0,13$  und  $R_{se} = 0,04$  m²K/W

**Querschnitt**  
 ( Ref-No 1.3 )

von innen	s cm	$\rho$ kg/m³	kg/m²	$\lambda$ W/(mK)	R m²K/W
$R_{si}$					0,130
01 Gipsputz	1,00	1200	12,0	0,350	0,029
02 Kalksandstein-MW 2000	30,00	2000	600,0	1,100	0,273
03 WDVS-Dämmplatte WLG 035	10,00	120	12,0	0,035	2,857
04 Putz (WDVS)	1,00	1400	14,0	0,870	0,011
$R_{se}$					0,040
d = 42,00      G = 638,0 $R_T = 3,34$					

**Wärmedurchgangskoeffizient**  
 ( Ref-No 1.8 )

Wärmedurchgangskoeffizient U = **0,299 W/(m²K)** (ohne Korrekturen)

**Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2**  
 ( Ref-No 1.8.1 )

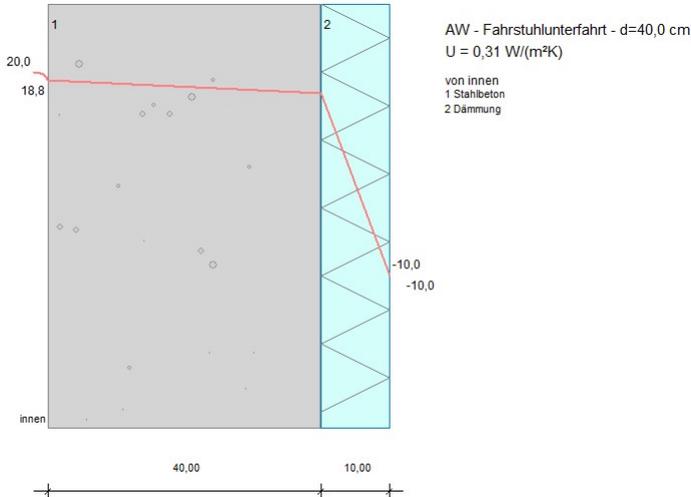
Wände beheizter Räume gegen Außenluft, Erdreich, Tiefgaragen (DIN 4108-2:2013).  
 Mindestanforderungen nach Tab.3.

R      3,17  $\geq$  1,20 m²K/W erfüllt die Anforderungen

## Bauteilquerschnitt

Projekt Neubau von 4 MFH - Haus 2, Straße Am Berg 19 in Bentwisch

Bauteil: AW - Fahrstuhlunterfahrt - d=40,0 cm  
 ( Ref-No 1.0 )



Bauteiltyp "Außenwand gegen Erdreich"

mit den Wärmeübergangswiderständen  $R_{si} = 0,13$  und  $R_{se} = 0,00$  m²K/W

### Querschnitt

( Ref-No 1.3 )

von innen	s cm	$\rho$ kg/m³	kg/m²	$\lambda$ W / (mK)	R m² K/W
$R_{si}$					0,130
01 Stahlbeton	40,00	2400	960,0	2,000	0,200
02 Dämmung	10,00	20	2,0	0,035	2,857
$R_{se}$					0,000
d = 50,00      G = 962,0 $R_T = 3,19$					

### Wärmedurchgangskoeffizient

( Ref-No 1.8 )

Wärmedurchgangskoeffizient U = **0,314 W/(m²K)** (ohne Korrekturen)

### Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

( Ref-No 1.8.1 )

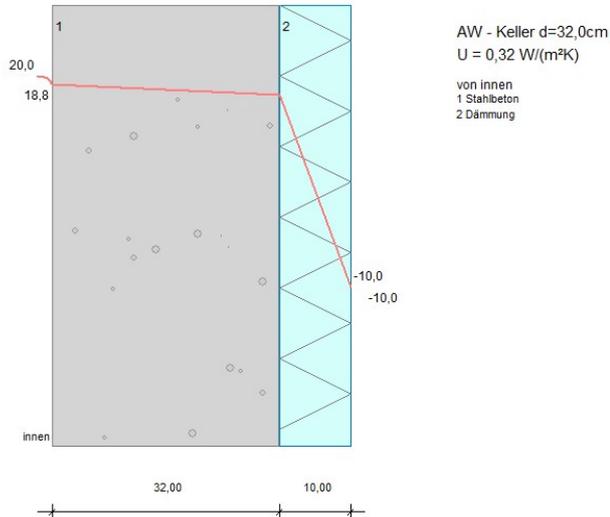
Wände beheizter Räume gegen Außenluft, Erdreich, Tiefgaragen (DIN 4108-2:2013).  
 Mindestanforderungen nach Tab.3.

R      3,06  $\geq$  1,20 m²K/W erfüllt die Anforderungen

## Bauteilquerschnitt

Projekt Neubau von 4 MFH - Haus 2, Straße Am Berg 19 in Bentwisch

Bauteil: AW - Keller d=32,0 cm  
 ( Ref-No 1.0 )



Bauteiltyp "Außenwand gegen Erdreich"  
 mit den Wärmeübergangswiderständen  $R_{si} = 0,13$  und  $R_{se} = 0,00$  m²K/W

Querschnitt  
 ( Ref-No 1.3 )

von innen	s cm	$\rho$ kg/m³	kg/m²	$\lambda$ W/(mK)	R m²K/W
$R_{si}$					0,130
01 Stahlbeton	32,00	2400	768,0	2,000	0,160
02 Dämmung	10,00	20	2,0	0,035	2,857
$R_{se}$					0,000
d = 42,00      G = 770,0 $R_T = 3,15$					

Wärmedurchgangskoeffizient  
 ( Ref-No 1.8 )

Wärmedurchgangskoeffizient U = **0,318 W/(m²K)** (ohne Korrekturen)

Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2  
 ( Ref-No 1.8.1 )

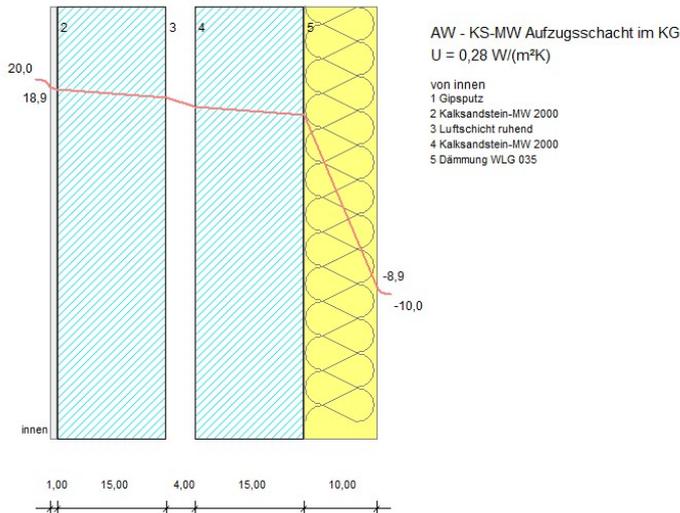
Wände beheizter Räume gegen Außenluft, Erdreich, Tiefgaragen (DIN 4108-2:2013).  
 Mindestanforderungen nach Tab.3.

R      3,02  $\geq$  1,20 m²K/W erfüllt die Anforderungen

## Bauteilquerschnitt

Projekt Neubau von 4 MFH - Haus 2, Straße Am Berg 19 in Bentwisch

**Bauteil: AW - KS-MW Aufzugsschacht im KG**  
 ( Ref-No 1.0 )



Bauteiltyp "Treppenraumwand"  
 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	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>	kg/m <sup>2</sup>	$\lambda$ W/(mK)	R m <sup>2</sup> K/W
$R_{si}$					0,130
01 Gipsputz	1,00	1200	12,0	0,350	0,029
02 Kalksandstein-MW 2000	15,00	2000	300,0	1,100	0,136
03 Luftschicht ruhend	4,00	1	0,0	-	0,160
04 Kalksandstein-MW 2000	15,00	2000	300,0	1,100	0,136
05 Dämmung WLG 035	10,00	120	12,0	0,035	2,857
$R_{se}$					0,130
$d = 45,00$ $G = 624,0$ $R_T = 3,58$					

**Wärmedurchgangskoeffizient**  
 ( Ref-No 1.8 )

Wärmedurchgangskoeffizient  $U = 0,279 \text{ W/(m}^2\text{K)}$  (ohne Korrekturen)

**Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2**  
 ( Ref-No 1.8.1 )

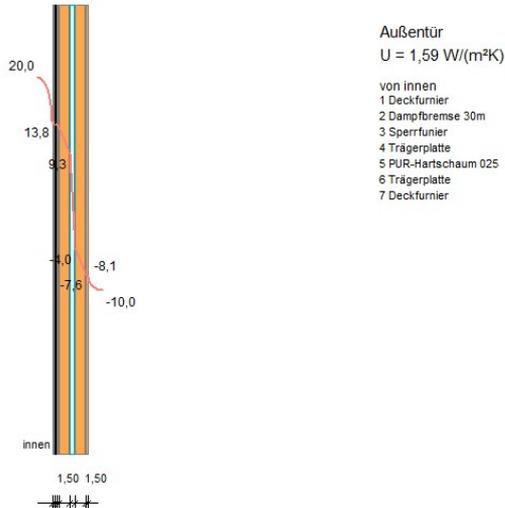
Wände beheizter Räume zu nicht beheizten Räume (auch nicht beheizten Dach- oder Kellerräumen)  
 (DIN 4108-2:2013. Mindestanforderungen nach Tab.3.

$R \quad 3,32 \geq 1,20 \text{ m}^2\text{K/W}$  erfüllt die Anforderungen

## Bauteilquerschnitt

Projekt Neubau von 4 MFH - Haus 2, Straße Am Berg 19 in Bentwisch

**Bauteil: Außentür**  
 ( Ref-No 1.0 )



Bauteiltyp "Außentür"  
 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	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>	kg/m <sup>2</sup>	$\lambda$ W/ (mK)	R m <sup>2</sup> K/W
$R_{si}$					0,130
01 Deckfurnier	0,20	800	1,6	0,200	0,010
02 Dampfbremse 30m	0,03	-	-	-	-
03 Sperrfurnier	0,20	800	1,6	0,200	0,010
04 Trägerplatte	1,50	800	12,0	0,200	0,075
05 PUR-Hartschaum 025	0,70	30	0,2	0,025	0,280
06 Trägerplatte	1,50	800	12,0	0,200	0,075
07 Deckfurnier	0,20	800	1,6	0,200	0,010
$R_{se}$					0,040
d = 4,33      G = 29,0 $R_T = 0,63$					

**Wärmedurchgangskoeffizient**  
 ( Ref-No 1.8 )

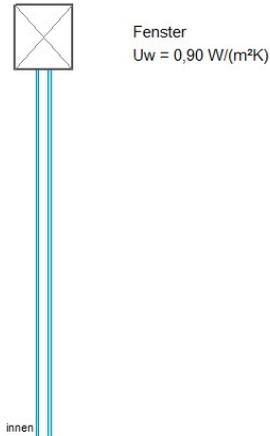
Wärmedurchgangskoeffizient  $U = 1,587 \text{ W/(m}^2\text{K)}$  (ohne Korrekturen)

## Bauteilquerschnitt

Projekt Neubau von 4 MFH - Haus 2, Straße Am Berg 19 in Bentwisch

### Bauteil: Fenster

( Ref-No 1.0 )



Bauteiltyp "Fenster"

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

### Fenster

( Ref-No 1.5.1 )

NEUTRALUX ensolar 3 Ar 0.7/40, 4/14/4/14/4,  $U_g=0.7$ ,  $g=61\%$ ,  $R_w=32$   
Rahmen aus Profilen  $U_f 1.1 - 1.3 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ , DIN V 4108-4:2004, Tab.9,  $U_{f,BW} 1.2$

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

( Ref-No 1.5.3 )

---

Tabellenwert  $U_w = 1,00 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$   $U_{w,BW} = 0,90 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$   $g = 61 \%$

U-Wert des Fensters mit Dreischeiben-Isolierverglasung nach Tab.8, DIN V 4108-4:2004  
mit  $U_f = 1,20 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ ,  $U_{f,BW} = 1,20 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  (Tab.9) und  $U_g = 0,70 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

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

-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  $U_{g,BW} = U_g = 0,70 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

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

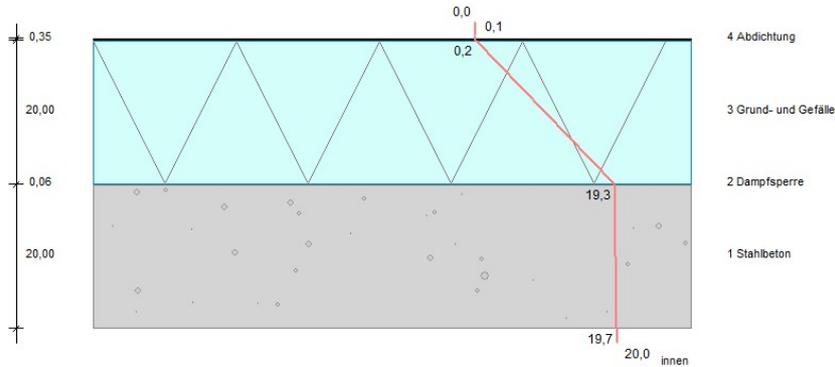
$U_w = 0,90 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  wird für die weiteren Berechnungen angenommen

## Bauteilquerschnitt

Projekt Neubau von 4 MFH - Haus 2, Straße Am Berg 19 in Bentwisch

### Bauteil: Dachdecke

( Ref-No 1.0 )



Dachdecke  
 $U = 0,12 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Bauteiltyp "Decke gegen die Außenluft"

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	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>	kg/m <sup>2</sup>	$\lambda$ W/(mK)	R m <sup>2</sup> K/W	
$R_{si}$					0,100	
01 Stahlbeton	20,00	2400	480,0	2,100	0,095	
02 Dampfsperre	0,06	2000	1,2	-	-	
03 Grund- und Gefälledämmung WL035	20,00	20	4,0	0,035	5,714	
04 Abdichtung	0,35	2000	7,0	0,170	0,021	
$R_{se}$					0,040	
d = 40,41					G = 492,2	$R_T = 5,97$

$U = 0,168 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

### Bauteil mit keilförmiger Schicht (EN ISO 6946:2008, Anhang C)

( Ref-No 1.4 )

keilförmige Schicht: 4 Abdichtung  $\lambda = 0,035 \text{ W/(mK)}$

rechteckige Dachfläche  $10,84 * 18,66 \text{ m}$ ,  $A = 202,3 \text{ m}^2$   
 Innenentwässerung von vier Seiten, Kehlen unter  $45^\circ$   
 Gefälledämmung mit 2,5 % Gefälle, größte Dicke  $d_k = 0,136 \text{ m}$

$84,8 \text{ m}^2$  rechteckige Keilfläche mit  $U = 0,129 \text{ W/(m}^2\text{K)}$   
 $117,5 \text{ m}^2$  dreieckige Keilfläche, Spitze tief mit  $U = 0,118 \text{ W/(m}^2\text{K)}$   
 Dämmstoffvolumen (nur Gefälledämmung) =  $16,4 \text{ m}^3$

mittlerer U-Wert mit keilförmiger Dämmschicht =  $0,123 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

$U_{\text{Rechteck-Keil}} = 1/R_1 * \ln(1 + R_1 / R_0)$  mit  $R_1 = d_k/\lambda$  und  $R_0 = R_T$  (C.1)  
 $U_{\text{Dreieck-Keil, Spitze hoch}} = 2/R_1 * [(1 + R_0 / R_1) * \ln(1 + R_1 / R_0) - 1]$  (C.2)  
 $U_{\text{Dreieck-Keil, Spitze tief}} = 2/R_1 * [1 - R_0 / R_1 * \ln(1 + R_1 / R_0)]$  (C.3)

### **Wärmedurchgangskoeffizient**

( Ref-No 1.8 )

Wärmedurchgangskoeffizient U = **0,123 W/(m²K)** (ohne Korrekturen)

### **Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2**

( Ref-No 1.8.1 )

Decken beheizter Räume nach oben gegen Außenluft (DIN 4108-2:2013). Mindestanforderungen nach Tab.3.

R 5,83 ≥ 1,20 m²K/W erfüllt die Anforderungen

## Heizwärme- und Primärenergiebedarf

**Projekt:** Neubau von 4 MFH - Haus 2, Straße Am Berg 19 in Bentwisch

Maßgebende Normen und Verordnungen:

EnEV 2014 (Oktober 2013)

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

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

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

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

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

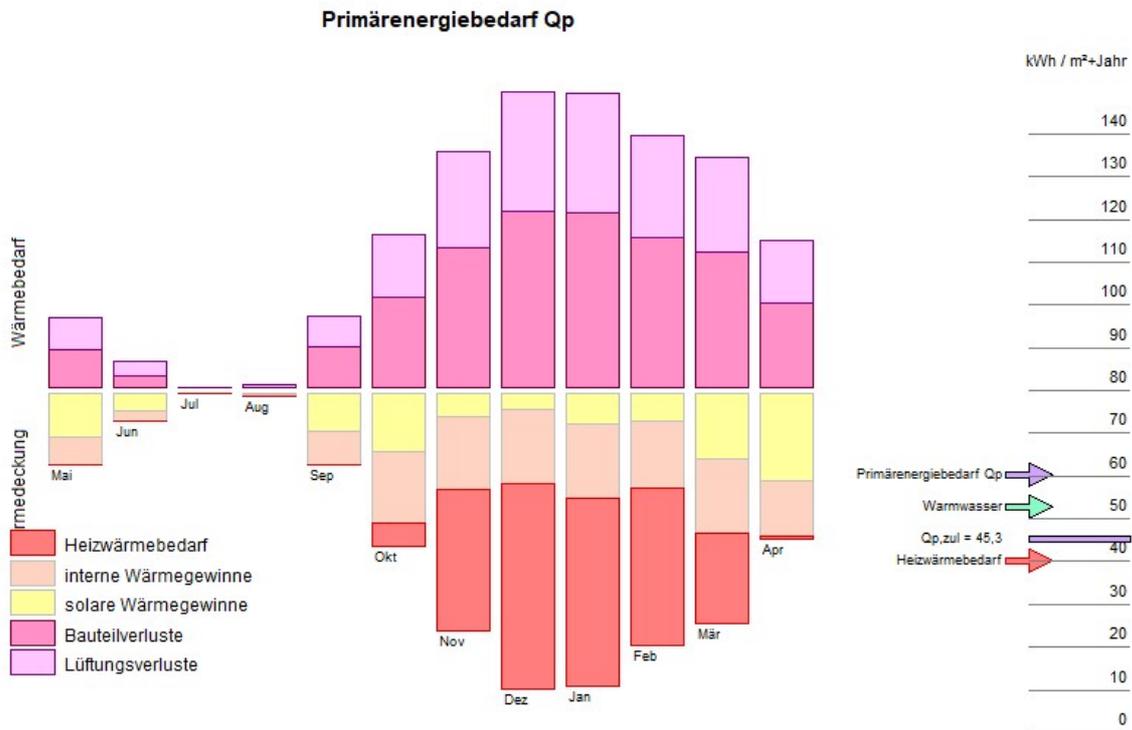
DIN EN ISO 13789:2007, Spezifischer Transmissionswärmeverlustkoeffizient

DIN EN ISO 13370:2007, Wärmeübertragung über das Erdreich

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

### Gebäudeberechnung "Gebäude - Haus 2-Referenz2016"

(Ref-No 6.0)



Nachweisverfahren **Referenzwertverfahren** für den öffentlich-rechtlichen Nachweis nach EnEV '14

§3 und A1, 2.1.2 zur Begrenzung des Jahres-Primärenergiebedarfs und des spezifischen

Transmissionswärmeverlustes der thermischen Hülle

Verfahren nach DIN V 4108-6 / DIN V 4701-10 für Wohngebäude

Verfahren nach EnEV 2014, Bauantrag nach dem 1. Januar 2016 (Neubau)

Primärenergiefaktor für Hilfeenergie  $f_{p,HE} = 1.8$  (EnEV 2014, A1, Abs.2.1.1, ab 2016)

Allgemeine Hinweise und Erläuterungen

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

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

Die Dichtheit des gesamten Gebäudes genügt den Anforderungen der EnEV, Anlage 4.

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

Flächen und Längenangaben beziehen sich auf die Außenmaße.

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

Sollinnentemperatur = 19,0 °C

Wärmebrückeneinflüsse werden pauschal berücksichtigt  $L_D = A \cdot (U \cdot F_x + 0.05)$

**Wärmeverluste der thermischen Gebäudehülle**  
 (Ref-No 6.2)

Hüllfläche	A m <sup>2</sup>	U W/(m <sup>2</sup> K)	F <sub>x</sub>	Anmerkung	L <sub>D</sub> W/K
1 Außentür	6,3	1,800	1,00 FAW	90 51	11,7
2 Außentür Ost	2,6	1,800	1,00 FAW	90 51	4,8
3 AW KS-MW d=17,5cm S-W	108,8	0,280	1,00 FAW	90 02 51	35,9
4 AW KS-MW d=17,5cm N-W	145,9	0,280	1,00 FAW	90 02 51	48,2
5 AW KS-MW d=17,5cm N-O	121,5	0,280	1,00 FAW	90 02 51	40,1
6 AW KS-MW d=17,5cm S-O	114,0	0,280	1,00 FAW	90 02 51	37,6
7 AW KS-MW d=24,0cm S-O	13,3	0,280	1,00 FAW	90 02 51	4,4
8 AW KS-MW d=30,0cm	32,3	0,280	1,00 FAW	90 02 51	10,7
9 AW KS-MW d=15,0cm	14,4	0,280	1,00 FAW	90 02 51	4,8
10 AW Aufzug KS-MW	13,3	0,280	1,00 FAW	90 02 51	4,4
11 AW Stb.Wand d=32,0cm	19,1	0,280	1,00 FAW	90 02 51	6,3
12 AW Fahrstuhlunterfahrt	9,1	0,280	1,00 FAW	90 02 51	3,0
13 Dachdecke	267,4	0,200	1,00 F <sub>D</sub>	90 02 51	66,9
14 Decke über TG d=22cm	33,3	0,280	1,00 F <sub>D</sub>	90 02 51	11,0
15 Decke über Schleuse	4,7	0,200	1,00 F <sub>D</sub>	90 02 51	1,2
16 Fenster S-W	33,5	1,300	1,00 F <sub>F</sub>	90 51 02	45,3
17 Fenster N-W	42,3	1,300	1,00 F <sub>F</sub>	90 51 02	57,1
18 Fenster N-O	20,8	1,300	1,00 F <sub>F</sub>	90 51 02	28,0
19 Fenster S-O	29,1	1,300	1,00 F <sub>F</sub>	90 51 02	39,3
20 Fenster verschattet S-O	31,6	1,300	1,00 F <sub>F</sub>	90 51 02	42,7
21 Kellerdecke	154,2	0,350	0,65 F <sub>G</sub>	90 51 25 21	42,8
22 Sohle Fahrstuhlunterfahr	7,1	0,350	0,65 F <sub>G</sub>	90 51 25 14	2,0
23 Sohle KG	27,1	0,350	0,65 F <sub>G</sub>	90 51 25 14	7,5

$$\Sigma A \text{ [m}^2\text{]} = 1.251,9 \qquad \Sigma L_{D+H_u+L_s} \text{ [W/K]} = 555,5$$

darin enthaltene Wärmebrückenzuschläge  $L_{D,WB} = 62,6 \text{ W/K}$  (11,3%)

Bodenplattenmaß  $B' = A_G / (0.5 P) = 269 / 37 = 7,31 \text{ m}$  (DIN V 4108-6, E.3)

**Anmerkungen**

- 01 F<sub>x</sub>-Werte nach DIN V 4108-6, Tab.3 (Regelfall)
- 02 Die solaren Gewinne werden gesondert ermittelt (siehe unten).
- 14 Bodenplatte auf Erdreich ohne Randdämmung.
- 21 Decke / Wand zum unbeheizten Keller ohne Perimeterdämmung.
- 25 F<sub>x</sub>-Tabellenwert für das Bodenplattenmaß  $B' = 269,0 / 36,8 = 7,31$ .
- 51 Der Einfluss der Wärmebrücken wird mit einem U-Wert-Zuschlag von 0,05 W/(m<sup>2</sup>K) pauschal berücksichtigt. Die Konstruktionshinweise nach DIN 4108, Bbl.2 werden eingehalten.
- 90 U-Wert = Referenzwert nach EnEV'14 / 09, A1, Tab.1

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

$$H_T = \Sigma U_i * A_i + H_u + L_s + H_{WB} + \Delta H_{T,FH} = 555,5 \text{ W/K} \text{ (0,44 W/(m}^2\text{K))}$$

**Beheiztes Gebäude- und Luftvolumen**  
 (Ref-No 6.5)

Bezeichnung	Volumenermittlung	V [m <sup>3</sup> ]
1 beheiztes Volumen	2583,92	2583,9
2		

Beheiztes Gebäudevolumen  $V_e = 2.584 \text{ m}^3$   
 Gebäudenutzfläche  $A_N = 0,32 * V_e = 827 \text{ m}^2$   
 beheiztes Luftvolumen  $V_L = 0,76 * V_e = 1.964 \text{ m}^3$

### Lüftungswärmeverluste

( Ref-No 6.6 )

Luftvolumen	Netto-Luftvolumen $V_N = V_L = 1964 \text{ m}^3$
Lüftung	Abluftanlage ohne WRG DIN V 4108-6 D.3
	$n_{Anl} = 0,40; n_x = 0,15 \Rightarrow n = n_{Anl} + n_x = 0,55 \text{ h}^{-1}$

Spezifischer Lüftungswärmeverlust  $H_V = 0,34 * n * V_N = 367,2 \text{ W/K}$  (DIN V 4108-6, 6.2)

Eine ausreichende Dichtheit des Gebäudes wurde nach EnEV A4 nachgewiesen ( $q_{50} \leq 2,5 \text{ m/h}$ ).

### Interne Wärmegewinne

( Ref-No 6.7 )

Nutzfläche	$A_N = 0,32 * V = 827 \text{ m}^2$
Wärmeleistung	Wohngebäude, $q_{i,M} = 5,0 \text{ W/m}^2$

Brutto-Wärmegewinne  $\Phi_{i,M} = q_{i,M} * A_N = 4.134 \text{ W}$  (DIN V 4108-6, 6.3)

### Solare Wärmegewinne

( Ref-No 6.8 )

Effektive Kollektorflächen  $A_S$  für Deutschland (Potsdam), nördliche Breite  $50^\circ,00'$

Kollektorfläche	A [m <sup>2</sup> ]		g <sub>⊥</sub>	F <sub>F</sub>	F <sub>C</sub>	F <sub>H</sub>	F <sub>O</sub>	F <sub>f</sub>	A <sub>S</sub>
Fenster									
16 Fenster S-W	33,5	S-W 90°	0,60	0,70		0,90			11,4
17 Fenster N-W	42,3	N-W 90°	0,60	0,70		0,90			14,4
18 Fenster N-O	20,8	N-O 90°	0,60	0,70		0,90			7,1
19 Fenster S-O	29,1	S-O 90°	0,60	0,70		0,90			9,9
20 Fenster vers	31,6	S-O 90°	0,60	0,70		0,90			10,8
andere									
3 AW KS-MW d=1	108,8	S-W 90°		0,70		0,90			opak
4 AW KS-MW d=1	145,9	N-W 90°		0,70		0,90			opak
5 AW KS-MW d=1	121,5	N-O 90°		0,70		0,90			opak
6 AW KS-MW d=1	114,0	S-O 90°		0,70		0,90			opak
7 AW KS-MW d=2	13,3	S-O 90°		0,70		0,90			opak
8 AW KS-MW d=3	32,3	- 0°		0,70		0,90			opak
9 AW KS-MW d=1	14,4	- 0°		0,70		0,90			opak
10 AW Aufzug KS	13,3	- 0°		0,70		0,90			opak
11 AW Stb.Wand	19,1	- 0°		0,70		0,90			opak
12 AW Fahrstuhl	9,1	- 0°		0,70		0,90			opak
13 Dachdecke	267,4	- 0°		0,70		0,90			opak
14 Decke über T	33,3	- 0°		0,70		0,90			opak
15 Decke über S	4,7	- 0°		0,70		0,90			opak

$A_S [\text{m}^2] = A * 0,90 * g_{\perp} * F_F * F_C * F_S$  mit  $F_S = F_H * F_O * F_f$  (DIN V 4108-6, Gl.54)

$F_F$  berücksichtigt den Rahmenanteil der Fenster. Abminderungsfaktor  $F_C$  für permanente Sonnenschutzvorrichtungen, Teilbestrahlungsfaktoren  $F_H$  für Horizontwinkel der Verbauung,  $F_O$  für horizontale Überhänge und  $F_f$  für seitliche Abschattungsflächen nach DIN V 4108-6, Tab.7 ff.

ohne Sonnenschutz

Die Summe der Teilbestrahlungsfaktoren  $F_s$  wird für den öffentlich-rechtlichen Nachweis mit 0.9 angenommen, opake Bauteile:  $Q_{S,op} = U * A_j / U_e * (\alpha * I_{s,j} - F_f * h_r * \Delta\theta_{er}) * t$  (DIN V 4108-6 Gl.60) mit Absorptionskoeffizient  $\alpha$ , Formfaktor  $F_f = 1$  bis  $45^\circ$ , 0.5 für senkrechte Flächen, äußerer Abstrahlungskoeffizient  $h_r = 5 * 0.8$  und scheinbarer Temperaturdifferenz zum Himmel  $\Delta\theta_{er} = 10 \text{ K}$ .

solare Wärmegewinne über opake Bauteile werden bilanziert:

3 AW KS-MW d=17,5cm S-W (Typ 5), "opakes Bauteil mit  $\alpha \cdot U/U_e = "$ ,  $50/100 \cdot 0,28/25 = 0,006$

4 AW KS-MW d=17,5cm N-W (Typ 5), "opakes Bauteil mit  $\alpha \cdot U/U_e = "$ ,  $50/100 \cdot 0,28/25 = 0,006$

5 AW KS-MW d=17,5cm N-O (Typ 5), "opakes Bauteil mit  $\alpha \cdot U/U_e = "$ ,  $50/100 \cdot 0,28/25 = 0,006$

6 AW KS-MW d=17,5cm S-O (Typ 5), "opakes Bauteil mit  $\alpha \cdot U/U_e = "$ ,  $50/100 \cdot 0,28/25 = 0,006$

... 9 weitere, opake Bauteile mit solaren Gewinnen

Strahlungsintensitäten  $I_s$  für Deutschland (Potsdam) nach EnEV

[W/m²]	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mrz	Apr
- 0°	180	127	77	31	17	29	44	97	189
Süd 90°	127	123	106	39	29	59	47	98	147
West 90°	105	79	47	19	11	17	24	60	114
Nord 90°	57	41	25	13	7	10	18	31	58
Ost 90°	115	83	55	20	12	25	29	68	134
Kollektorfläche			Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mrz	Apr
Fenster									
16 Fenster S-W			913	354	251	456	411	947	1552
17 Fenster N-W			403	187	101	158	259	547	1123
18 Fenster N-O			205	92	49	78	134	289	614
19 Fenster S-O			902	317	228	495	416	892	1545
20 Fenster verschattet S-O			980	344	248	538	452	969	1679
andere									
3 AW KS-MW d=17,5cm S-W (op			24	-5	-11	0	-2	26	58
4 AW KS-MW d=17,5cm N-W (op			-10	-22	-27	-24	-18	-2	31
5 AW KS-MW d=17,5cm N-O (op			-7	-18	-22	-20	-14	1	32
6 AW KS-MW d=17,5cm S-O (op			33	-5	-11	6	1	32	74
7 AW KS-MW d=24,0cm S-O (op			4	-1	-1	1	0	4	9
8 AW KS-MW d=30,0cm (opak)			-1	-9	-11	-9	-7	3	20
9 AW KS-MW d=15,0cm (opak)			0	-4	-5	-4	-3	1	9
10 AW Aufzug KS-MW (opak)			0	-4	-5	-4	-3	1	8
11 AW Stb.Wand d=32,0cm (opa			0	-5	-7	-5	-4	2	12
12 AW Fahrstuhlunterfahrt (o			0	-2	-3	-3	-2	1	6
13 Dachdecke (opak)			-3	-52	-67	-55	-39	18	117
14 Decke über TG d=22cm (opa			-1	-9	-12	-10	-7	3	20
15 Decke über Schleuse (opak			0	-1	-1	-1	-1	0	2
solare Wärmeströme $\Sigma \Phi_S$ [W]			3402	1294	877	1726	1672	3644	6514
$\Sigma \Phi_S \cdot t$ [kWh]			2531	932	652	1284	1124	2711	4690
opake Bauteile $\Sigma \Phi_S$ [W]			38	-138	-184	-127	-97	91	397

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

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

### Wirksame Wärmespeicherfähigkeit

(Ref-No 6.9)

Vereinfachter Ansatz für schwere Gebäude mit massiven Innen- und Außenbauteilen ohne untergehängte Decken 50 Wh/m³K

$$c_{\text{wirk}} = 50,0 \text{ Wh/(m}^3\text{K)}, \quad c_{\text{wirk}} \cdot V_e = 129.196 \text{ Wh/K}$$

$$\text{Parameter } a = a_0 + c_{\text{wirk}} / (H \cdot \tau_0) = 1 + c_{\text{wirk}} / (H \cdot 16) = 1 + 8075 / H \text{ (Gl.75, monatlich)}$$

**Heizunterbrechung**  
 ( Ref-No 6.10 )

Abschaltbetrieb während der Nachtstunden (DIN V 4108-6, D.3 und Anhang C)

Nachtabenkung für  $t_u = 7,0$  Stunden

Mindest-Innentemperatur  $\theta_{isb} = 15,0$  °C

Heizungsanlage mit Nennleistung  $\Phi_{pp} = 1.5 * (H_T + H_V) * 31 = 41.357$  W (automatisch aktualisiert, darin  $H_V$  mit Luftwechselrate  $n = 0.5$ )

Abschaltbetrieb

Interne Gewinne während der Nachtabenkung  $\Phi_g = 4134$  W, Luftwechselrate  $n = 0,50$

Wirksame Wärmespeicherfähigkeit  $C_{wirk, Heizunterbrechung} = 18,0 * V_e = 46.511$  Wh/K

	$\theta_e$ °C	$\theta_{inh}$ °C	$\theta_{i1}$ °C	$t_{nh}$ h	$t_{sb}$ h	$t_{bh}$ h	$\theta_{co}$ °C	$\theta_{c1}$ °C	$\theta_{c2}$ °C	$\theta_{c3}$ °C	$\Delta Q_{ij}$ kWh	$\Delta Q_{il}$ kWh
Jan	1,0	1,0	16,2	7,0	0,0	1,6	18,7	16,5	16,5	17,6	11,5	356
Feb	1,9	1,9	16,4	7,0	0,0	1,4	18,7	16,6	16,6	17,5	10,7	301
Mär	4,7	4,7	16,8	7,0	0,0	0,7	18,8	17,0	17,0	17,5	8,7	269
Apr	9,2	9,2	17,5	7,0	0,0	0,0	18,8	17,6	17,6	17,6	5,9	176
Mai	14,1	14,1	18,2	7,0	0,0	0,0	18,9	18,3	18,3	18,3	2,9	91
Jun	16,7	16,7	18,6	7,0	0,0	0,0	19,0	18,7	18,7	18,7	1,4	41
...												
Aug	18,6	18,6	18,9	7,0	0,0	0,0	19,0	18,9	18,9	18,9	0,2	7
Sep	14,3	14,3	18,3	7,0	0,0	0,0	18,9	18,4	18,4	18,4	2,8	84
Okt	9,5	9,5	17,5	7,0	0,0	0,0	18,9	17,7	17,7	17,7	5,7	176
Nov	4,1	4,1	16,7	7,0	0,0	0,8	18,8	16,9	16,9	17,5	9,1	273
Dez	0,9	0,9	16,2	7,0	0,0	1,6	18,7	16,5	16,5	17,6	11,6	359

Reduzierung der Wärmeverluste durch eine Heizunterbrechung

$$\Delta Q_{ij} = H_{sb} * [(\theta_{io} - \theta_{inh}) * t_{nh} + (\theta_{io} - \theta_{sb}) * t_{isb} + (\theta_{io} - \theta_{ipp}) * t_{bh}] - C * \zeta * (\theta_{co} - \theta_{c1} + \theta_{c2} - \theta_{c3})$$

Reduzierung der Wärmeverluste in einem Monat  $\Delta Q_{ij} = \Delta Q_{ij} * \dots$  Tage

Reduzierung der Wärmeverluste in einem Jahr  $Q_{NA} = \sum \Delta Q_{ij} = 2131,9$  KWh/a

$H_V$  Spezifischer Lüftungswärmeverlust während der Heizunterbrechung =  $0.34 * 0.50 * V_L = 334$  W/K

$H_{sb}$  Spezifischer Wärmeverlust während der Heizunterbrechung =  $H_T + H_V = 889$  W/K

$H_{ic}$  Spezifischer Wärmeverlust zwischen den Bauteilen und dem Innenraum =  $4 * AN / 0.13 = 25.442$  W/K

$H_W$  Spezifischer Wärmeverlust aller leichten Bauteile (60 kg/m<sup>2</sup>)

$$H_W = 10,4 + 4,2 + 31,9 + 40,2 + 19,7 + 27,7 + 30,1 = 164$$
 W/K

$H_{ce}$  Spezifischer Wärmeverlust zwischen den Innenbauteilen und außen

$$H_{ce} = H_{ic} * (H_{sb} - H_W - H_V) / (H_{ic} - H_{sb} + H_W + H_V) = 397$$
 W/K

$\zeta$  Wirksamer Anteil der Wärmespeicherfähigkeit =  $H_{ic} / (H_{ic} + H_{ce}) = 0,98$

$\xi$  Verhältniswert =  $H_{ic} / (H_{ic} + H_W + H_V) = 0,98$

$\tau_p$  Reaktionszeit der Bauteiltemperatur auf einen Wechsel der Heizleistung =  $\zeta * C / (\xi * H_{sb}) = 52,50$

$\tau_T$  Ansprechzeit der Bauteiltemperatur auf einen Wechsel der Lufttemperatur =  $\zeta * C / (H_{ce} + H_{ic}) = 1,77$

$\theta_e$  Außentemperatur

$\theta_{inh}$  niedrigste, erreichbare Innentemperatur (im Abschaltbetrieb  $\theta_e$ , abgesenkt  $\theta_e * \Phi_{rp} / H_{sb}$ )

$\theta_{ipp}$  höchstmögliche Innentemperatur ( $\theta_e + (\Phi_{pp} + \Phi_g) / H_{sb}$ )

$\theta_{i1}$  Innentemperatur am Ende der Nichtheizphase ohne Regelphase =  $\theta_{inh} + \xi * (\theta_{co} - \theta_{cnh}) * \exp(-r_{Div} * t_{nh} / \tau_p)$

$t_{nh}$  Zeit in der nicht geheizt wird (Gl. C.18, 20, 23)

$t_{sb}$  Zeit mit (abgesenktem) Regelbetrieb (Gl. C.26)

$t_{bh}$  Zeit der Aufheizphase (Gl. C.29 / EN 832 J.28)

$\theta_{co}$  Bauteiltemperatur zu Beginn der Absenkung ( $\theta_e + \zeta * (\theta_{i0} - \theta_e)$ )

$\theta_{c1}$  Bauteiltemperatur am Ende der Nichtheizphase (Gl. C.21, 25)

$\theta_{c2}$  Bauteiltemperatur am Ende der Regelphase (Gl. C.28)

$\theta_{c3}$  Bauteiltemperatur am Ende der Aufheizphase (Gl. C.31)

$\Delta Q_{ij}$  Reduzierung des Wärmeverlustes infolge intermittierender Beheizung [kWh] (Gl. C.32)

### Heizwärmebedarf für "Deutschland (Potsdam)"

( Ref-No 6.11 )

Transmissionsverluste	$Q_t = (\sum L_D) \cdot \Delta T^* \cdot d - Q_{S,op} \cdot d - \Delta Q_{il}$
thermische Hülle	$\sum L_D = 556 \text{ W/K}$
Heizunterbrechung	$\Delta Q_{il}$ monatlich
Lüftungswärmeverluste	$H_V = 367 \text{ W/K}$
Interne Gewinne	$\Phi_{i,M} = 4134 \text{ W}$
Solare Gewinne	$\Phi_s$ [W] (monatlich)
Ausnutzungsgrad	$\eta = (1 - \gamma^a) / (1 - \gamma^{a+1})$ (a sh. $c_{wirk}$ ) $\gamma = Q_g / Q_i$ (monatlich, DIN V 4108-6, 6.5)

	$t_A$ °C	$Q_t$ kWh	$H_V \cdot \Delta T^* \cdot d$ kWh	$\Phi_{i,M} \cdot d \cdot \eta$ kWh	$\Phi_s \cdot d \cdot \eta$ kWh	$\eta$	$Q_h$ kWh
Jan	1,0	7.178	4.918	3.076	1.284	1,00	7.736
Feb	1,9	6.148	4.220	2.778	1.124	1,00	6.466
Mär	4,7	5.574	3.907	3.066	2.702	1,00	3.712
Apr	9,2	3.458	2.591	2.296	3.617	0,77	137
Mai	14,1	1.584	1.339	1.122	1.801	0,36	0
Jun	16,7	500	608	414	694	0,14	0
Jul	19,0	-	-	-	-	0,00	-
Aug	18,6	-	109	46	63	0,01	-
Sep	14,3	1.657	1.243	1.368	1.531	0,46	1
Okt	9,5	3.722	2.596	2.926	2.408	0,95	984
Nov	4,1	5.787	3.940	2.976	932	1,00	5.818
Dez	0,9	7.259	4.945	3.076	652	1,00	8.477
	9,5	42.869	30.415	23.144	16.808		33.332

Jahres-Heizwärmebedarf  $Q_h = 33.332 \text{ kWh/a}$  ( $q_h = 40,3 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$ )

Heizzeit vom 24.10. bis 15.4. (173 Tage, Gl.27, Orientierungsgröße informativ)  
 erforderliche Heizleistung, Orientierungswert 41 kW (kein Bemessungswert)

Berechnungsgang für den Monat Januar

$$Q_t = (555,5) \cdot 18,0 \cdot 31 \cdot 24 / 1000 + 126,5 \cdot 31 \cdot 24 / 1000 - 356,0 = 7177,4 \text{ kWh}$$

$$H_V \cdot \Delta T^* \cdot d = 367,2 \cdot 18,0 \cdot 31 \cdot 24 / 1000 = 4917,5 \text{ kWh}$$

$$\Phi_{i,M} \cdot d = 4134,3 \cdot 31 \cdot 24 / 1000 = 3075,9 \text{ kWh}$$

$$\Phi_s \cdot d = 1726,0 \cdot 31 \cdot 24 / 1000 = 1284,1 \text{ kWh}$$

$$\gamma = (3075,9 + 1284,1) / (7178,0 + 4917,9) = 0,36 \quad a = 1 + 129196 / (555,5 + 367,2) / 16 = 9,75$$

$$\eta = (1 - \gamma^a) / (1 - \gamma^{a+1}) = 1,000 / 1,000 / 0,997 / 0,771 / 0,365 \text{ (Jan / Feb / Mrz / Apr / Mai)}$$

### Wärmebedarf für Warmwasserbereitung

( Ref-No 6.12 )

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

$$Q_{tw} = A_N \cdot q_{tw} = 827 \cdot 12,5 = 10.336 \text{ kWh/a}$$

### Anlagentechnik (DIN V 4701-10)

( Ref-No 6.13 )

Anlagen-Aufwandszahl aus der Anlagenberechnung (siehe Haustechnik)

Heizung: BW-Kessel außen ... Lüftungsanlage: ... Warmwasser: BW-Kessel mit Zirkulation + solar  
 - Energieträger: [Heizöl], solar, Strom

Anlagen-Aufwandszahl  $e_p = 1,14$

Gesamt-Endenergie ohne Hilfsenergie, lokal  $Q_{WE,E} = 50.612 \text{ kWh/a}$  ( $61,2 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$ )

Hilfsenergie, lokal  $Q_{HE,E} = 1.912 \text{ kWh/a}$  ( $2,3 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$ )

### Referenzwert nach EnEV

( Ref-No 6.14 )

Referenzwert des grundflächenbezogenen Jahres-Primärenergiebedarfs

$$Q_{p,REF} = (Q_h + Q_w) * e_p / A_N = (33.332 + 10.336) * 1,14 / 826,9 = \mathbf{60,4 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}}$$

### Fensterflächenanteil

( Ref-No 6.16 )

Die wärmeübertragenden Umfassungsflächen enthalten 758 m<sup>2</sup> Fassadenflächen, davon 601 m<sup>2</sup> Wandflächen und 157 m<sup>2</sup> Fensterflächen. Der Fensterflächenanteil beträgt **21%**.

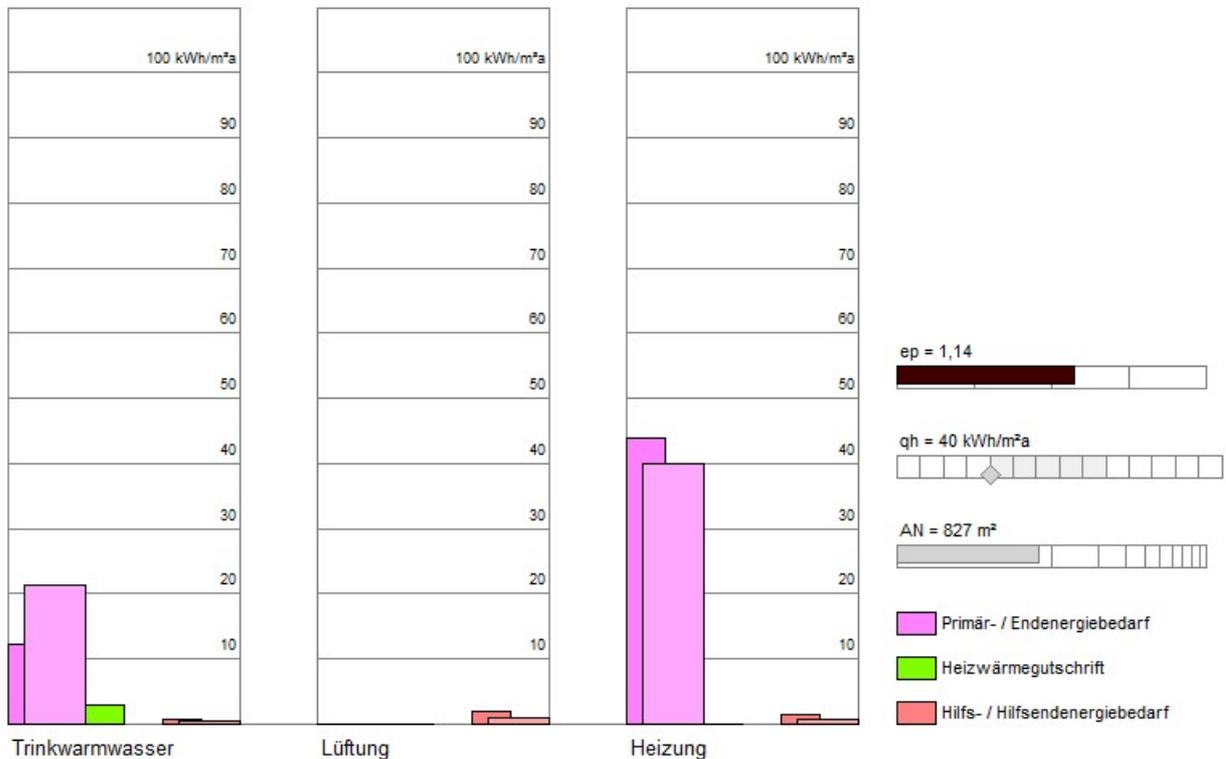
Die Sonneneintragskennwerte sind nach DIN 4108-2:2013 zu begrenzen (EnEV 2014)

## Haus- und Anlagentechnik (Wohngebäude)

Projekt Neubau von 4 MFH - Haus 2, Straße Am Berg 19 in Bentwisch

Gebäudeberechnung "Gebäude - Haus 2-Referenz2016"

### Primär- und Endenergiebedarf



### Anlagenkurzbeschreibung

( Ref-No 7.4 )

mit Endenergie versorgter Bereich  $A_N = 827 \text{ m}^2$

Heizwärmebedarf  $q_h = 40,3 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ , Trinkwasserwärmebedarf  $q_{tw} = 12,5 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$

Tabellenverfahren nach DIN V 4701-10 Anhang C.3

Heizung: BW-Kessel außen ... Lüftungsanlage: ... Warmwasser: BW-Kessel mit Zirkulation + solar  
 ... Energieträger: [Heizöl], solar, Strom

### Ermittlung der Anlagenaufwandszahl ep

( Ref-No 7.5 )

Aufwandszahlen  $e_i$  und Energieverluste der Erzeugung, Speicherung und Verteilung, Wärmegutschriften, Hilfsenergiebedarf, Deckungsanteile  $\alpha$  und Primärenergiefaktoren  $f_p$ .

Verwendete Indizes: P-Primärenergie, E-Endenergie, HE-Hilfsenergie, TW-Trinkwarmwasser, L-Lüftung, H-Heizung.

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

Detailliert berechnete Anlagen-Kenngrößen liegen nicht vor.

### Anlage zur Warmwasserbereitung

( Ref-No 7.6 )

mit Trinkwarmwasser versorgter Bereich  $A_N = 827 \text{ m}^2$

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

Anlagenteil	Aufwandszahl [-]	Verlust kWh/ (m <sup>2</sup> a)	Gutschrift kWh/ (m <sup>2</sup> a)	Hilfsenergie kWh/ (m <sup>2</sup> a)	$\alpha$ [%]	fp	Anm.
Erzeuger I	1,09			0,11	51	1,10	47
Speicher		1,3					40
Verteilung		6,6	3,0	0,25			20
Erzeuger II	1,00			0,31	49		70
		7,9	3,0	0,67	100		

47) verbesserter BW-Kessel,  $\eta_{100\%} \geq 0,94 + \log(Q_h)/100$ , Aufwandszahl  $e_{\text{TW,g}}$  und Hilfsenergiebedarf  $q_{\text{TW,g,HE}}$  nach DIN V 4701-10, Tab. C.1-4b [Heizöl]

40) bivalenter Solarspeicher außen, Wärmeverlust  $q_{\text{TW,S}}$  nach DIN V 4701-10, Tab. C.1-3a

20) Gebäudezentrale TW-Verteilung mit Zirkulation, weniger als 10 m Verteilungen außen, Steigleitungen im nicht belüfteten Schacht, Wärmeverlust  $q_{\text{TW,d}}$ , Wärmegutschrift  $q_{h,\text{TW,d}}$  und Hilfsenergiebedarf  $q_{\text{TW,d,HE}}$  nach DIN V 4701-10, Tab. C.1-2a / C.1-2b

70) thermische Solaranlage, Speicher und Verteilung außen, Zirkulation, Kollektorflächen und Deckungsanteile nach DIN V 4701-10, Tab. C.1-4a, Hilfsenergiebedarf  $q_{\text{TW,g,HE}}$  nach Tab. C.1-4e [solar],  $A_C = 19,4 \text{ m}^2$

#### Primär- und Endenergiebedarf für Trinkwasserbereitung

Gl. 4.2-3, Aufwandszahl * Primärenergiefaktor $\Sigma(e_{\text{TW,g,i}} * \alpha_{\text{TW,g,i}} * f_{\text{P,i}})$	0,61
Gl. 4.2-3, Primärenergiebedarf $q_{\text{TW,P}} = (12,5 + 7,9) * 0,61$	12,3 kWh/(m <sup>2</sup> a)
Gl. 4.2-4, Heizwärmegutschrift $q_{h,\text{TW}} = 3,0$	3,0 kWh/(m <sup>2</sup> a)
Gl. 4.2-5, Hilfsenergiebedarf $q_{\text{TW,HE}} = 0,05 + 0,25 + 0,15$	0,5 kWh/(m <sup>2</sup> a)
Gl. 4.2-5, Hilfsenergiebedarf $q_{\text{TW,HE,P}} = 0,5 * 1,8$	0,8 kWh/(m <sup>2</sup> a)

Endenergiebedarf $Q_{\text{TW,E}} = (12,5 + 7,9) * (0,55 + 0,49) * 827$	17.590 kWh/a
Hilfsendenergiebedarf $Q_{\text{TW,HE,E}} = 0,5 * 827$	380 kWh/a

### Lüftungsanlage

( Ref-No 7.7 )

belüfteter Bereich  $A_N = 827 \text{ m}^2$

Anlagenteil	Aufwandszahl [-]	Verlust kWh/ (m <sup>2</sup> a)	Heizbeitrag kWh/ (m <sup>2</sup> a)	Hilfsenergie kWh/ (m <sup>2</sup> a)	$\alpha$ [%]	fp	Anm.
Lüftungsanlage				1,10		1,80	111
L/L-Wärmepumpe							
Heizregister							
Verteilung							
Übergabe							
				1,10			

111) Abluftanlage mit DC-Ventilatoren, Hilfsenergiebedarf  $q_{\text{L,g,HE,WRG}}$  nach DIN V 4701-10, Tab. C.2-3c [Strom]

Gl. 4.2-12, Heizwärmebeitrag $q_{h,L} = 0,0 - 0,0 - 0,0$	0,0 kWh/(m <sup>2</sup> a)
Gl. 4.2-13, Hilfsenergiebedarf $q_{\text{L,HE,P}} = 1,10 * 1,8$	2,0 kWh/(m <sup>2</sup> a)

Hilfsendenergiebedarf $Q_{\text{L,HE,E}} = 1,10 * 827$	910 kWh/a
--	-----------

**Heizungsanlage**  
 ( Ref-No 7.8 )

beheizter Bereich  $A_N = 827 \text{ m}^2$   
 Heizwärmebedarf  $q_h = 40,3 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$   
 verbleibender Bedarf  $q_{h,0} = 40,3 - 3,0 - 0,0 = 37,3 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$

Anlagenteil	Aufwandszahl [-]	Verlust kWh/ (m <sup>2</sup> a)	Hilfsenergie kWh/ (m <sup>2</sup> a)	$\alpha$ %	$f_p$	Anm.
Erzeuger I	0,98		0,30	100	1,10	274
Erzeuger II						
Speicher						
Verteilung		2,4	0,45			216
Übergabe		1,1				244
		3,5	0,75	100		

274) verbesserter BW-Kessel außerhalb, 55/45 °C, Aufwandszahl  $e_g$  und Hilfsenergiebedarf  $q_{g,HE}$  nach DIN V 4701-10, Tab. C.3-4b [Heizöl]

216) horizontale Verteilung außen, Steiger innenliegend, Systemtemperaturen 55/45 °C, geregelte Pumpe, Wärmeverluste der Verteilleitungen  $q_d$  und Hilfsenergiebedarf  $q_{d,HE}$  nach DIN V 4701-10, Tab. C.3-2

244) freie Heizflächen im Außenwandbereich, Thermostatventile mit Auslegungs-Proportionalbereich 1 Kelvin, Wärmeverlust  $q_{ce}$  nach DIN V 4701-10 Tab. C.3-1

**Primär- und Endenergiebedarf für Heizung**

Gl. 4.2-18, benötigte Heizwärme  $q_{h,0} = q_h - q_{h,TW} - q_{h,L} = 40,3 - 3,0 - 0,0$  37,3 kWh/(m<sup>2</sup>a)  
 Gl. 4.2-18, Aufwandszahl \* Primärenergiefaktor  $\Sigma(e_{H,g,i} * \alpha_{H,g,i} * f_{P,i})$  1,07  
 Gl. 4.2-18, Primärenergiebedarf  $q_{H,P} = (37,3 + 3,5) * 1,07$  43,9 kWh/(m<sup>2</sup>a)  
 Gl. 4.2-19, Hilfsenergiebedarf  $q_{H,HE,P} = (0,3+0,5) * 1,8$  1,4 kWh/(m<sup>2</sup>a)

Endenergiebedarf  $Q_{H,E} = (37,3 + 3,5) * (0,98 + 0,00) * 827$  33.022 kWh/a  
 Hilfsendenergiebedarf  $Q_{H,HE,E} = 0,8 * 827$  622 kWh/a

**Anlagen-Aufwandszahl**  
 ( Ref-No 7.9 )

Strom aus erneuerbaren Energiequellen steht nicht zur Verfügung.

$Q_P = (12,3+0,8)*827+(0,0+2,0)*827+(43,9+1,4)*827$  49.962 kWh/a  
 Heizwärmebedarf  $Q_h = q_h * A_N = 40,3 * 827$  33.332 kWh/a  
 Trinkwasserwärmebedarf  $Q_{tw} = q_{tw} * A_N = 12,5 * 827$  10.336 kWh/a

Anlagen-Aufwandszahl  $e_p = Q_P / (Q_h + Q_{tw}) = 49.962 / (33.332 + 10.336)$  **1,14**

Primärenergie  $Q_P = 49.962 \text{ kWh/a}$  (60,4 kWh/(m<sup>2</sup>a))  
 Endenergie ohne Hilfsenergie, lokal  $Q_{WE,E} = 17.590 + 33.022 = 50.612 \text{ kWh/a}$  (61,2 kWh/(m<sup>2</sup>a))  
 Hilfsendenergie, lokal  $Q_{HE,E} = 380 + 910 + 622 = 1.912 \text{ kWh/a}$  ( 2,3 kWh/(m<sup>2</sup>a))

Effizienzklasse auf Basis des Endenergiebedarfs  $(50612 + 1912 - 8322) / 826,9 = 53,5 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ ,  
 Korrektur für "<Solarthermie>" = -8322 kWh/a  
**Effizienzklasse B** (EnEV '2014, A10)

**Energiebedarf nach Energieträgern**  
 ( Ref-No 7.11 )

Bedarfswerte auch für den Energieausweis

Energieträger	Endenergie kWh/a		f <sub>p</sub>	Primärenergie kWh/a	
[Heizöl]	42.290	81 %	1,1	46.519	93 %
[solar]	8.322	16 %	-	-	- %
Hilfsenergie (Strom)	1.912	4 %	1,8	3.441	7 %
erneuerbare Energie		52.523	100 %	49.960	100 %
	8.322	16 %			

Endenergie nach Energieträgern	Heizung kWh/ (m <sup>2</sup> a)	Warmwasser kWh/ (m <sup>2</sup> a)	Lüftung kWh/ (m <sup>2</sup> a)	Summe kWh/ (m <sup>2</sup> a)
[Heizöl]	39,9	11,2	0,0	51,1
[solar]	0,0	10,1	0,0	10,1
Hilfsenergie Strom	0,8	0,5	1,1	2,3