

# WÄRMESCHUTZNACHWEIS

Neubau von 4 Mehrfamilienhäusern  
Haus W1 und Haus W3  
Neue Reihe in Kühlungsborn

Bauherr:

TIG Tatenberger Immobiliengesellschaft mbH  
Ostseerallee 34a  
18225 Kühlungsborn

Architekt:

Architekturbüro Jäntsch  
Hans-Seehase Ring 42  
18059 Rostock

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 13.09.2018

.....  
Dipl.-Ing. Chr. 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 ...")

1

Gültig bis: 12.09.2028

## Gebäude

Gebäudetyp	Mehrfamilienhaus, freistehend		
Adresse	Neue Reihe, 18225 Kühlungsborn		
Gebäudeteil	Neubau von 4 MFH - Haus W1 (W3)		
Baujahr Gebäude <sup>3</sup>	2018		
Baujahr Wärmeerzeuger <sup>3, 4</sup>	2018		
Anzahl Wohnungen	6		
Gebäudenutzfläche (A <sub>N</sub> )	875 m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/> nach § 19 EnEV aus der Wohnfläche ermittelt	
Wesentliche Energieträger für Heizung und Warmwasser <sup>3</sup>	[Strom]		
Erneuerbare Energien	Art: Umweltwärme	Verwendung: WW	
Art der Lüftung/Kühlung	<input type="checkbox"/> Fensterlüftung <input checked="" 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.

**ibu<sup>+</sup> ingenieurbüro**  
**uhden** GmbH & Co.KG

Aussteller

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

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

13.09.2018

Ausstellungsdatum

Werkweg 1  
Tel.: 0 38 43 / 68 60 97  
18273 Güstrow

  
Unterschrift des Ausstellers

<sup>1</sup> Datum der angewendeten EnEV, gegebenenfalls angewendeten Änderungsverordnung zur EnEV  
<sup>2</sup> Bei nicht rechtzeitiger Zuteilung der  
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>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

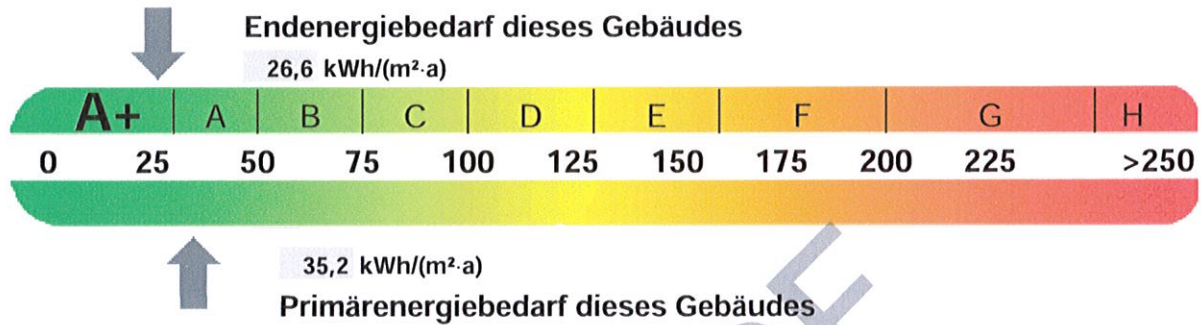
Registriernummer <sup>2</sup> ohne Nummer

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

2

## Energiebedarf

CO<sub>2</sub>-Emissionen <sup>3</sup> 0 kg/(m<sup>2</sup>·a)



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

#### Primärenergiebedarf

Ist-Wert 35,2 kWh/(m<sup>2</sup>·a) Anforderungswert 44,3 kWh/(m<sup>2</sup>·a)

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

Ist-Wert 0,31 W/(m<sup>2</sup>·K) Anforderungswert 0,41 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]

26,6 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)

Umweltwärme	40 %
Art: Abwärme	Deckungsanteil: 26 %
	0 %

## Ersatzmaßnahmen <sup>6</sup>

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

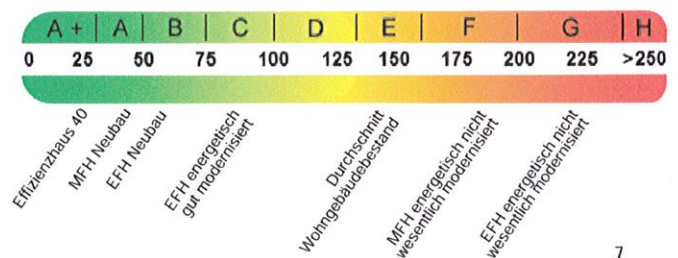
Die nach § 7 Absatz 1 Nummer 2 EEWärmeG verschärften Anforderungswerte der EnEV sind eingehalten.

Die in Verbindung mit § 8 EEWärmeG um % verschärften Anforderungswerte der EnEV sind eingehalten.

Verschärfter Anforderungswert Primärenergiebedarf: 44,3 kWh/(m<sup>2</sup>·a)

Verschärfter Anforderungswert für die energetische Qualität der Gebäudehülle H<sub>T</sub>: 0,41 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 Angabe

<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



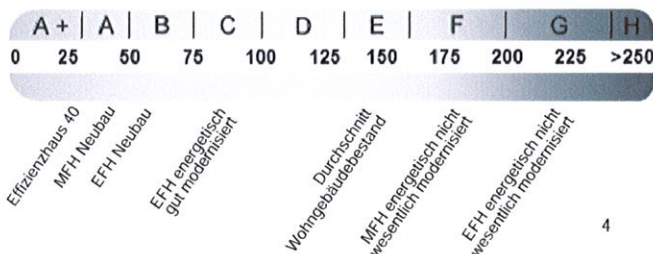
Endenergieverbrauch dieses Gebäudes  
[Pflichtangabe in Immobilienanzeigen]

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<sub>N</sub>) 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

## Empfehlungen des Ausstellers

Registriernummer <sup>2</sup>

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

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

weitere Empfehlungen auf gesondertem Blatt

**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:

[http://www.bbsr.bund.de/EnEVPortal/DE/Home/home\\_node.html](http://www.bbsr.bund.de/EnEVPortal/DE/Home/home_node.html)

### Ergänzende Erläuterungen zu den Angaben im Energieausweis (Angaben freiwillig)

keine

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

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

# 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 gute Ressourcennutzung 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 Mehrfamilienhäusern - W1 und W3, WP+BW+L mit WRG, Neue Reihe Kühlungsborn

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

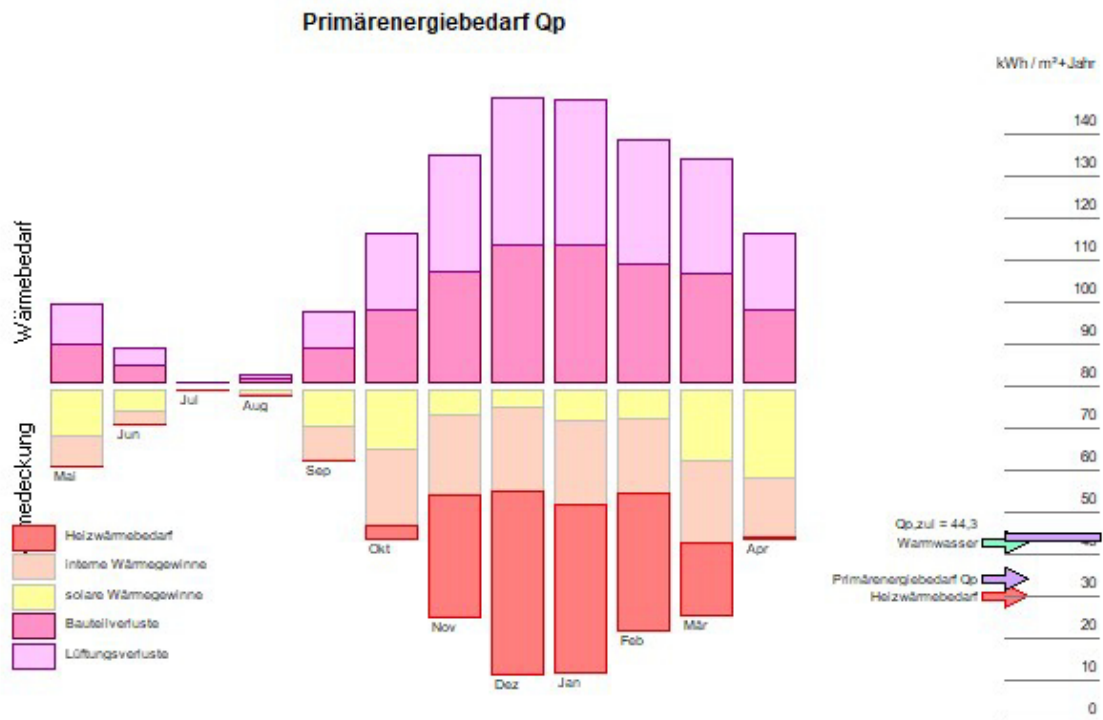
DIN EN ISO 6946:2007, Bauteile - Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient

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-1"



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,  $T_{a(im\ Jahresmittel)} = 9,5^{\circ}C$

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 Nord	2,9	1,587	1,00 F <sub>AW</sub>	51	4,7
2 AW-Treppenhaus TG	37,0	0,257	1,00 F <sub>AW</sub>	51	11,4
3 AW-KS MW d=24cm Süd	101,4	0,179	1,00 F <sub>AW</sub>	51	23,3
4 AW-KS MW d=24cm West	118,9	0,179	1,00 F <sub>AW</sub>	51	27,3
5 AW-KS MW d=24cm Nord	111,8	0,179	1,00 F <sub>AW</sub>	51	25,7
6 AW-KS MW d=24cm Ost	120,4	0,179	1,00 F <sub>AW</sub>	51	27,6
7 Dachdecke	154,0	0,167	1,00 F <sub>D</sub>	51	33,3
8 Decke zur Abseite	37,8	0,167	0,80 F <sub>u</sub>	51 07	6,9
9 Decke Dachterrasse	29,5	0,195	1,00 F <sub>D</sub>	51	7,2
10 Dachschräge Süd	28,2	0,187	1,00 F <sub>D</sub>	51	6,7
11 Dachschräge West	24,4	0,187	1,00 F <sub>D</sub>	51	5,8
12 Dachschräge Nord	28,2	0,187	1,00 F <sub>D</sub>	51	6,7
13 Dachschräge Ost	24,4	0,187	1,00 F <sub>D</sub>	51	5,8
14 Fenster Süd	38,4	1,000	1,00 F <sub>F</sub>	51 02	40,4
15 Fenster verschattet Süd	4,6	1,000	1,00 F <sub>F</sub>	51 02	4,8
16 Fenster West	33,2	1,000	1,00 F <sub>F</sub>	51 02	34,9
17 Fenster verschattet West	4,5	1,000	1,00 F <sub>F</sub>	51 02	4,8
18 Fenster Nord	21,4	1,000	1,00 F <sub>F</sub>	51 02	22,4
19 Fenster Ost	31,7	1,000	1,00 F <sub>F</sub>	51 02	33,3
20 Fenster verschattet Ost	4,5	1,000	1,00 F <sub>F</sub>	51 02	4,8
21 Gaubenwände Süd	1,5	0,147	1,00 F <sub>AW</sub>	51	0,3
22 Gaubenwände West	2,9	0,147	1,00 F <sub>AW</sub>	51	0,6
23 Gaubenwände Nord	2,9	0,147	1,00 F <sub>AW</sub>	51	0,6
24 Gaubenwände Ost	2,9	0,147	1,00 F <sub>AW</sub>	51	0,6
25 Sohle Treppenhaus TG	59,6	0,309	0,25 F <sub>G</sub>	51 25 15	7,6
26 Sohle über Tiefgarage	258,3	0,182	0,65 F <sub>G</sub>	51 25 21	43,5
27 Treppenhaustür	6,5	1,800	1,00 F <sub>AW</sub>	51	12,0
28 Treppenhauswand	76,5	0,324	0,50 F <sub>u</sub>	51 08	16,2

$$\Sigma A \text{ [m}^2\text{]} = 1.368,1 \quad \Sigma L_D + H_u + L_s \text{ [W/K]} = 418,9$$

darin enthaltene Wärmebrückenzuschläge  $L_{D,WB} = 68,4 \text{ W/K}$  (16,3%)

Bodenplattenmaß  $B' = A_G / (0,5 P) = 318 / 37 = 8,62 \text{ m}$  (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).
- 07 Abseitenwand (Drempel) zum nicht gedämmten Dachraum.
- 08 Wärmeverluste zum unbeheizten Raum.
- 15 Bodenplatte auf Erdreich mit waagerechter Randdämmung (> 5 m breit,  $R_n > 2 \text{ m}^2\text{K/W}$ ).
- 21 Decke / Wand zum unbeheizten Keller ohne Perimeterdämmung.
- 25 F<sub>x</sub>-Tabellenwert für das Bodenplattenmaß  $B' = 317,9 / 36,9 = 8,62$ .
- 51 Der Einfluss der Wärmebrücken wird mit einem U-Wert-Zuschlag von  $0,05 \text{ W/(m}^2\text{K)}$  pauschal berücksichtigt. Die Konstruktionshinweise nach DIN 4108, Bbl.2 werden eingehalten.

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

$$H_T = \Sigma U_i \cdot A_i + H_u + L_s + H_{WB} + \Delta H_{T,FH} = 418,9 \text{ W/K} \quad (0,31 \text{ W/(m}^2\text{K)})$$



**Beheiztes Gebäude- und Luftvolumen**

(Ref-No 6.5)

Bezeichnung	Volumenermittlung	V [m <sup>3</sup> ]
1 beheiztes Volumen	2734,58	2734,6
2		

Beheiztes Gebäudevolumen	$V_e =$	2.735 m <sup>3</sup>
Gebäudenutzfläche	$A_N = 0,32 * V_e =$	875 m <sup>2</sup>
beheiztes Luftvolumen	$V_L = 0,76 * V_e =$	2.078 m <sup>3</sup>

**Lüftungswärmeverluste**

(Ref-No 6.6)

Luftvolumen	Netto-Luftvolumen $V_N = V_L =$	2078 m <sup>3</sup>
Lüftung	Zu- und Abluftanlage mit WRG DIN V 4108-6 D.3	
	WRG $\eta_V =$	0,0 %
	$n_{Anl} = 0,40; n_x = 0,20 \Rightarrow n = n_{Anl} * (1 - \eta_V) + n_x =$	0,60 h <sup>-1</sup>

Spezifischer Lüftungswärmeverlust  $H_V = 0.34 * n * V_N =$  **424,0 W/K** (DIN V 4108-6, 6.2)

Aus der Abluft zurückgewonnene Wärme (WRG) wird bei der Deckung des Energiebedarfs berücksichtigt (siehe unter "Anlagentechnik").

Eine ausreichende Dichtheit des Gebäudes wurde nach EnEV A4 nachgewiesen ( $n_{50} \leq 2.5$  m/h).**Interne Wärmegewinne**

(Ref-No 6.7)

Nutzfläche	$A_N = 0,32 * V =$	875 m <sup>2</sup>
Wärmeleistung	Wohngebäude, $q_{i,M} =$	5,0 W/m <sup>2</sup>

Brutto-Wärmegewinne  $\Phi_{i,M} = q_{i,M} * A_N =$  **4.375 W** (DIN V 4108-6, 6.3)**Solare Wärmegewinne**

(Ref-No 6.8)

Effektive Kollektorflächen  $A_S$  für Deutschland (Potsdam), nördliche Breite 50°,00'

Kollektorfläche	A [m <sup>2</sup> ]		$g_{\perp}$	$F_F$	$F_C$	$F_h$	$F_O$	$F_f$	$A_S$
Fenster									
14 Fenster Süd	38,4	Süd	90°	0,61	0,70				14,8
15 Fenster vers	4,6	Süd	90°	0,61	0,70				1,8
16 Fenster West	33,2	West	90°	0,61	0,70				12,8
17 Fenster vers	4,5	West	90°	0,61	0,70				1,7
18 Fenster Nord	21,4	Nord	90°	0,61	0,70				8,2
19 Fenster Ost	31,7	Ost	90°	0,61	0,70				12,2
20 Fenster vers	4,5	Ost	90°	0,61	0,70				1,7

 $A_S$  [m<sup>2</sup>] = 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.

solare Wärmegewinne über opake Bauteile werden nicht berücksichtigt

Strahlungsintensitäten  $I_s$  für Deutschland (Potsdam) DIN V 4108-6, Tab A.1

[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									
14 Fenster Süd			1565	576	428	871	694	1447	2171
15 Fenster verschattet Süd			186	68	51	103	82	172	258
16 Fenster West			600	243	140	217	306	766	1456
17 Fenster verschattet West			82	33	19	30	42	105	199
18 Fenster Nord			205	107	57	82	148	254	476
19 Fenster Ost			670	244	146	305	353	828	1632
20 Fenster verschattet Ost			96	35	21	44	51	119	234
solare Wärmeströme $\Sigma\Phi_S$ [W]			3405	1305	863	1652	1676	3691	6426
$\Sigma\Phi_S$ * t [kWh]			2533	940	642	1229	1127	2746	4626

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/m<sup>3</sup>K

$C_{\text{wirk}} = 50,0 \text{ Wh}/(\text{m}^3\text{K}), C_{\text{wirk}} * V_e = 136.729 \text{ Wh/K}$

Parameter  $a = a_0 + C_{\text{wirk}} / (H * \tau_0) = 1 + C_{\text{wirk}} / (H * 16) = 1 + 8546 / H$  (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  $\theta_{\text{isb}} = 15,0 \text{ °C}$

Heizungsanlage mit Nennleistung  $\Phi_{\text{pp}} = 1.5 * (H_T + H_V) * 31 = 35.906 \text{ W}$  (automatisch aktualisiert, darin  $H_V$  mit Luftwechselrate  $n = 0.5$ )

Abschaltbetrieb

Interne Gewinne während der Nachtabenkung  $\Phi_g = 4375 \text{ W}$ , Luftwechselrate  $n = 0,50$

Wirksame Wärmespeicherfähigkeit  $C_{\text{wirk,Heizunterbrechung}} = 18,0 * V_e = 49.222 \text{ Wh/K}$

	$\theta_e$ °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	16,7	7,0	0,0	1,6	18,8	17,0	17,0	17,8	8,2	254
Feb	1,9	1,9	16,8	7,0	0,0	1,3	18,8	17,1	17,1	17,8	7,7	215
Mär	4,7	4,7	17,2	7,0	0,0	0,6	18,9	17,4	17,4	17,8	6,2	192
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	18,5	18,5	18,5	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	17,8	7,0	0,0	0,0	18,9	17,9	17,9	17,9	4,1	126
Nov	4,1	4,1	17,1	7,0	0,0	0,8	18,9	17,3	17,3	17,8	6,5	195
Dez	0,9	0,9	16,7	7,0	0,0	1,6	18,8	17,0	17,0	17,9	8,3	256

Reduzierung der Wärmeverluste durch eine Heizunterbrechung

$$\Delta Q_{ij} = H_{sb} * [(\theta_{i0} - \theta_{inh}) * t_{nh} + (\theta_{i0} - \theta_{sb}) * t_{sb} + (\theta_{i0} - \theta_{ipp}) * t_{bh}] - C * \zeta * (\theta_{co} - \theta_{c1} + \theta_{c2} - \theta_{c3})$$

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

Reduzierung der Wärmeverluste in einem Jahr  $Q_{NA} = \Sigma \Delta Q_{ij} = 1525,1$  kWh/a

$H_V$  Spezifischer Lüftungswärmeverlust während der Heizunterbrechung =  $0,34 * 0,50 * V_L = 353$  W/K

$H_{sb}$  Spezifischer Wärmeverlust während der Heizunterbrechung =  $H_T + H_V = 772$  W/K

$H_{ic}$  Spezifischer Wärmeverlust zwischen den Bauteilen und dem Innenraum =  $4 * AN / 0,13 = 26.925$  W/K

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

$H_W = 4,7 + 40,4 + 4,8 + 34,9 + 4,8 + 22,4 + 33,3 + 4,8 + 12,0 = 162$  W/K

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

$H_{ce} = H_{ic} * (H_{sb} - H_W - H_V) / (H_{ic} - H_{sb} + H_W + H_V) = 259$  W/K

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

$\xi$  Verhältniswert =  $H_{ic} / (H_{ic} + H_W + H_V) = 0,99$

$\tau_p$  Reaktionszeit der Bauteiltemperatur auf einen Wechsel der Heizleistung =  $\zeta * C / (\xi * H_{sb}) = 64,35$

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

$\theta_e$  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 =  $\theta_{inh} + \zeta * (\theta_{co} - \theta_{cnh}) * \exp(r \text{Div}(-t_{nh} / \tau_p))$

$t_{nh}$  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

( Ref-No 6.11 )

Transmissionsverluste

$$Q_t = (\Sigma L_D) * \Delta T * d - \Delta Q_{ij}$$

Transmissionswärmeverluste

$$\Sigma L_D = 419 \text{ W/K}$$

Heizunterbrechung

$\Delta Q_{ij}$  monatlich

Lüftungswärmeverluste

$H_V = 424$  W/K

Interne Gewinne

$$\Phi_{i,M} = 4375 \text{ W}$$

Solare Gewinne

$\Phi_s$  [W] (monatlich)

Ausnutzungsgrad

$$\eta = (1 - \gamma^a) / (1 - \gamma^{a+1}) \quad (a \text{ sh. } c_{\text{wirk}})$$

$$\gamma = Q_g / Q_l \text{ (monatlich, DIN V 4108-6, 6.5)}$$

	$t_A$ °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	5.355	5.678	3.255	1.229	1,00	6.549
Feb	1,9	4.598	4.872	2.940	1.127	1,00	5.403
Mär	4,7	4.264	4.511	3.240	2.734	1,00	2.801
Apr	9,2	2.830	2.992	2.334	3.428	0,74	60
Mai	14,1	1.462	1.546	1.205	1.803	0,37	0
Jun	16,7	664	702	535	831	0,17	0
Jul	19,0	-	-	-	-	0,00	-
Aug	18,6	119	126	107	139	0,03	-
Sep	14,3	1.357	1.435	1.350	1.442	0,43	0
Okt	9,5	2.835	2.997	2.998	2.333	0,92	500
Nov	4,1	4.298	4.548	3.150	940	1,00	4.757
Dez	0,9	5.384	5.709	3.255	642	1,00	7.196
	9,5	33.167	35.115	24.369	16.646		27.267

Jahres-Heizwärmebedarf  $Q_h = 27.267$  kWh/a ( $q_h = 31,2$  kWh/(m<sup>2</sup>a))  
Heizzeit vom 1.11. bis 7.4. (157 Tage, Gl.27, Orientierungsgröße informativ)  
erforderliche Heizleistung, Orientierungswert 36 kW (kein Bemessungswert)

Berechnungsgang für den Monat Januar

$$Q_T = (418,9) \cdot 18,0 \cdot 31 \cdot 24 / 1000 - 254,4 = 5355,5 \text{ kWh}$$

$$H_V \cdot \Delta T \cdot d = 424,0 \cdot 18,0 \cdot 31 \cdot 24 / 1000 = 5678,2 \text{ kWh}$$

$$\Phi_{i,M} \cdot d = 4375,3 \cdot 31 \cdot 24 / 1000 = 3255,2 \text{ kWh}$$

$$\Phi_{S} \cdot d = 1651,8 \cdot 31 \cdot 24 / 1000 = 1228,9 \text{ kWh}$$

$$\gamma = (3255,2 + 1228,9) / (5355,0 + 5677,8) = 0,41 \quad a = 1 + 136729 / (418,9 + 424,0) / 16 = 11,14$$

$$\eta = (1 - \gamma^a) / (1 - \gamma^{a+1}) = 1,000 / 1,000 / 0,995 / 0,741 / 0,370 \text{ (Jan / Feb / Mrz / Apr / Mai)}$$

### Wärmebedarf für Warmwasserbereitung

( Ref-No 6.12 )

pauschaler Ansatz 12,5 kWh/(m<sup>2</sup>a) (öffentlich-rechtlicher Nachweis)

$$Q_{tw} = A_N \cdot q_{tw} = 875 \cdot 12,5 = 10.938 \text{ kWh/a}$$

### Anlagentechnik (DIN V 4701-10)

( Ref-No 6.13 )

Anlagen-Aufwandszahl aus der Anlagenberechnung (siehe Haustechnik)

Heizung: BW-Kessel außen ... Lüftungsanlage: mit WRG ... Warmwasser: Heizungs-WP mit Zirkulation - Energieträger: [Strom], [Erdgas]

---

Anlagen-Aufwandszahl  $e_p = 0,81$

Gesamt-Endenergie ohne Hilfsenergie, lokal  $Q_{WE,E} = 20.609$  kWh/a (23,6 kWh/(m<sup>2</sup>a))

Hilfsenergie, lokal  $Q_{HE,E} = 2.598$  kWh/a ( 3,0 kWh/(m<sup>2</sup>a))

### EnEV-Nachweis (2016)

( Ref-No 6.14 )

Referenzberechnung = "Gebäude-1-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  $H'_{T,REF} = 0,41$  W/(m<sup>2</sup>K), zusätzliche Anforderung ab 2016 (A1, 1.2)

$$\text{vorh } H'_T = H_T / \Sigma A = 418,9 / 1368,1 = 0,31 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

vorh  $H'_T = 0,31 \leq 0,41$  W/(m<sup>2</sup>K), **Grenzwert wird eingehalten**

Höchstwert des grundflächenbezogenen Jahres-Primärenergiebedarfs nach EnEV '14

zul  $q_{P,Ref} = 59,09$  kWh/(m<sup>2</sup>a) aus der Referenzberechnung

zul  $q_{P,Ref} = 59,09 - 25\% = 44,3$  kWh/(m<sup>2</sup>a), geforderte Unterschreitung ab 2016 (A1, Tab.1)

$$\text{vorh. } q_p = (Q_h + Q_w) \cdot e_p / A_N = 30778 / 875,1 = 35,2 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$$

vorh  $q_p = 35,2 \leq 44,3$  kWh/(m<sup>2</sup>a), **Grenzwert wird eingehalten**

### Fensterflächenanteil

( Ref-No 6.16 )

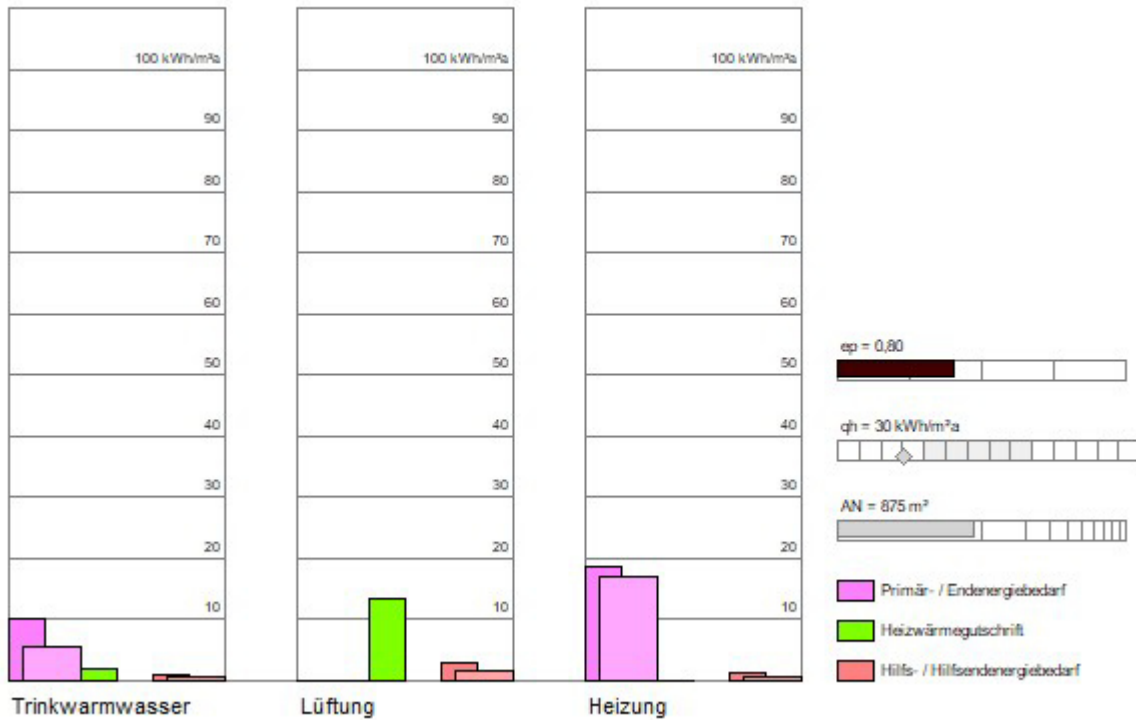
Die wärmeübertragenden Umfassungsflächen enthalten 647 m<sup>2</sup> Fassadenflächen, davon 509 m<sup>2</sup> Wandflächen und 138 m<sup>2</sup> Fensterflächen. Der Fensterflächenanteil beträgt **21%**.

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

## Haus- und Anlagentechnik (Wohngebäude)

**Projekt** Neubau von 4 Mehrfamilienhäusern - W1 und W3, WP+BW+L mit WRG, Neue Reihe Kühlungsborn  
 zur Gebäudeberechnung "Gebäude-1"

Primär- und Endenergiebedarf



### Anlagenkurzbeschreibung ( Ref-No 7.4 )

mit Endenergie versorgter Bereich  $A_N = 875 \text{ m}^2$   
 Heizwärmebedarf  $q_h = 30,2 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ , 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: mit WRG ... Warmwasser: Heizungs-WP mit Zirkulation ... Energieträger: [Strom], [Erdgas]

### 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  $A_N = 875 \text{ m}^2$   
 Trinkwasserwärmebedarf  $q_{tw} = 12,5 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$

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	0,27			0,25	100	1,80	59
Speicher		1,2		0,03			36
Verteilung		7,0	2,1	0,24			22
Erzeuger II							
		8,2	2,1	0,53	100		

- 59) Heizungswärmepumpe Erreich/Wasser, Aufwandszahl  $e_{TW,g}$  und Hilfsenergiebedarf  $q_{TW,g,HE}$  nach DIN V 4701-10, Tab. C.1-4d [Strom]  
 36) Indirekt beheizter Speicher außen, Wärmeverlust  $q_{TW,s}$  und Hilfsenergiebedarf  $q_{TW,s,HE}$  nach DIN V 4701-10, Tab. C.1-3a  
 22) Gebäudezentrale TW-Verteilung mit Zirkulation, Verteilleitungen außen, Wärmeverlust  $q_{TW,d}$ , Wärmegutschrift  $q_{h,TW,d}$  und Hilfsenergiebedarf  $q_{TW,d,HE}$  nach DIN V 4701-10, Tab. C.1-2a / C.1-2b

*Primär- und Endenergiebedarf für Trinkwasserbereitung*

- Gl. 4.2-3, Aufwandszahl \* Primärenergiefaktor  $\Sigma(e_{TW,g,i} * \alpha_{TW,g,i} * f_{p,i})$  0,49  
 Gl. 4.2-3, Primärenergiebedarf  $q_{TW,P} = (12,5 + 8,2) * 0,49$  10,1 kWh/(m<sup>2</sup>a)  
 Gl. 4.2-4, Heizwärmegutschrift  $q_{h,TW} = 2,1$  2,1 kWh/(m<sup>2</sup>a)  
 Gl. 4.2-5, Hilfsenergiebedarf  $q_{TW,HE} = 0,25+0,03+0,24$  0,5 kWh/(m<sup>2</sup>a)  
 Gl. 4.2-5, Hilfsenergiebedarf  $q_{TW,HE,P} = 0,5 * 1,8$  1,0 kWh/(m<sup>2</sup>a)
- Endenergiebedarf  $Q_{TW,E} = (12,5 + 8,2) * (0,27 + 0,00) * 875$  4.903 kWh/a  
 Hilfsendenergiebedarf  $Q_{TW,HE,E} = 0,5 * 875$  467 kWh/a

**Lüftungsanlage**  
( Ref-No 7.7 )

belüfteter Bereich  $A_N = 875 \text{ m}^2$

Anlagenteil	Aufwandszahl [-]	Verlust kWh/ (m <sup>2</sup> a)	Heizbeitrag kWh/ (m <sup>2</sup> a)	Hilfsenergie kWh/ (m <sup>2</sup> a)	$\alpha$ [%]	f <sub>p</sub>	Anm.
Lüftungsanlage L/L-Wärmepumpe Heizregister Verteilung Übergabe			13,5	1,70		1,80	102
			13,5	1,70			

- 102) Zentraler Abluft/Zuluft WÜT mit 60% WRG, DC-Ventilatoren, gewonnene Heizarbeit  $q_{L,g,WE,WRG}$  und Hilfsenergiebedarf  $q_{L,g,HE,WRG}$  nach DIN V 4701-10, Tab. C.2-3a/b [Strom]

- Gl. 4.2-12, Heizwärmebeitrag  $q_{h,L} = 13,5 - 0,0 - 0,0$  13,5 kWh/(m<sup>2</sup>a)  
 Gl. 4.2-13, Hilfsenergiebedarf  $q_{L,HE,P} = 1,70 * 1,8$  3,1 kWh/(m<sup>2</sup>a)
- Hilfsendenergiebedarf  $Q_{L,HE,E} = 1,70 * 875$  1.488 kWh/a

## Heizungsanlage

( Ref-No 7.8 )

beheizter Bereich  $A_N = 875 \text{ m}^2$

Heizwärmebedarf  $q_h = 30,2 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$

verbleibender Bedarf  $q_{h,0} = 30,2 - 2,1 - 13,5 = 14,6 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$

Anlagenteil	Aufwandszahl [-]	Verlust kWh/ (m <sup>2</sup> a)	Hilfsenergie kWh/ (m <sup>2</sup> a)	$\alpha$ %	f <sub>p</sub>	Anm.
Erzeuger I	0,97		0,29	100	1,10	274
Erzeuger II						
Speicher						
Verteilung		2,4	0,44			216
Übergabe		0,4				246
		2,8	0,73	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 [Erdgas]

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

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

### Primär- und Endenergiebedarf für Heizung

Gl. 4.2-18, benötigte Heizwärme  $q_{h,0} = q_h - q_{h,TW} - q_{h,L} = 30,2 - 2,1 - 13,5$  14,6 kWh/(m<sup>2</sup>a)

Gl. 4.2-18, Aufwandszahl \* Primärenergiefaktor  $\Sigma(e_{H,g,i} * \alpha_{H,g,i} * f_{P,i})$  1,07

Gl. 4.2-18, Primärenergiebedarf  $q_{H,P} = (14,6 + 2,8) * 1,07$  18,7 kWh/(m<sup>2</sup>a)

Gl. 4.2-19, Hilfsenergiebedarf  $q_{H,HE,P} = (0,3+0,4) * 1,8$  1,3 kWh/(m<sup>2</sup>a)

Endenergiebedarf  $Q_{H,E} = (14,6 + 2,8) * (0,97 + 0,00) * 875$  14.875 kWh/a

Hilfsendenergiebedarf  $Q_{H,HE,E} = 0,7 * 875$  643 kWh/a

### Anlagen-Aufwandszahl

( Ref-No 7.9 )

Strom aus erneuerbaren Energiequellen steht nicht zur Verfügung.

$Q_P = (10,1+1,0)*875+(0,0+3,1)*875+(18,7+1,3)*875$  29.864 kWh/a

Heizwärmebedarf  $Q_h = q_h * A_N = 30,2 * 875$  26.414 kWh/a

Trinkwasserwärmebedarf  $Q_{tw} = q_{tw} * A_N = 12,5 * 875$  10.938 kWh/a

Anlagen-Aufwandszahl  $e_p = Q_P / (Q_h + Q_{tw}) = 29.864 / (26.414 + 10.938)$  **0,80**

Primärenergie  $Q_P = 29.864 \text{ kWh/a}$  (34,1 kWh/(m<sup>2</sup>a))

Endenergie ohne Hilfsenergie, lokal  $Q_{WE,E} = 4.903 + 14.875 = 19.778 \text{ kWh/a}$  (22,6 kWh/(m<sup>2</sup>a))

Hilfsendenergie, lokal  $Q_{HE,E} = 467 + 1.488 + 643 = 2.598 \text{ kWh/a}$  (3,0 kWh/(m<sup>2</sup>a))

Effizienzklasse auf Basis des Endenergiebedarfs  $(19778 + 2598) / 875,1 = 25,6 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$

**Effizienzklasse A+** (EnEV 2014, A10)

**Energiebedarf nach Energieträgern**

( Ref-No 7.11 )

Bedarfswerte auch für den Energieausweis

Energieträger	Endenergie kWh/a		fp	Primärenergie kWh/a	
[Strom]	4.903	22 %	1,8	8.825	30 %
[Erdgas]	14.875	66 %	1,1	16.363	55 %
Hilfsenergie (Strom)	2.598	12 %	1,8	4.676	16 %
	22.376	100 %		29.864	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)
[Strom]	0,0	5,6	0,0	5,6
[Erdgas]	17,0	0,0	0,0	17,0
Hilfsenergie Strom	0,7	0,5	1,7	3,0

**Nutzungspflicht für Erneuerbare Energien (EEWärmeG)**

( Ref-No 7.12 )

Nachweis für privat genutzte Gebäude

Wärme- und Kälteenergiebedarf = 19.778 + 13.223 + 11.813 = 44.815 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
Umweltwärme [WW-WP]	18.114	40,4 %	50,0 %	80,8 %
Abwärme [WRG]	11.813	26,4 %	50,0 %	52,8 %
				133,6 %

**Deckungsanteil durch Einsparung von Energie**

	Grenzwert	erzielt	Unterschreitung erzielt	Unterschreitung gefordert	Nutzungs- anteil
HT´- Wert	W/(m <sup>2</sup> K)	0,41	0,30	27,1 %	15,0 %
QP	kWh/(m <sup>2</sup> a)	44,3	34,1	23,0 %	15,0 %
					153,3 %

erreichter Nutzungsanteil, Summe = 286,9 % ≥ Nutzungspflichtanteil = 100 %

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

Geothermie (Sole) und Umweltwärme (Luft) können im Zusammenhang mit Wärmepumpen, Kälteerzeugern oder bei direkter Kälteentnahme aus dem Erdboden bilanziert werden. Wärmepumpen müssen über Jahresarbeitszahlen von mindesten 3,5 für Luft-Wasser-WP (3,3 wenn auch WW erzeugt wird) bzw. 4,0 für andere WP (3,8 wenn auch WW erzeugt wird) verfügen (gasmotorisch betriebene WP 1,2). Im Gebäudebestand können die Jahresarbeitszahlen um -0,2 kleiner sein. Wärmemengen- und Stromzähler zur Berechnung der Jahresarbeitszahl und europäische Prüfkennzeichen sind vorgeschrieben.

Die Abwärmenutzung muss über Abluft-Wärmepumpen oder RLT-Anlage mit WRG erfolgen. Anforderung an Abluft-WP wie bei Nutzung von Umweltwärme (Jahresarbeitszahl 3,5 bzw. 4,0). Der Wärmerückgewinnungsgrad (WRG) der RLT-Anlagen muss mindestens 70% betragen und das Verhältnis Ventilatorstrombedarf / gewonnene Abwärme muss < 0.1 sein. Ein anerkanntes Umweltzeichen und die Bescheinigung eines Sachkundigen werden verlangt.

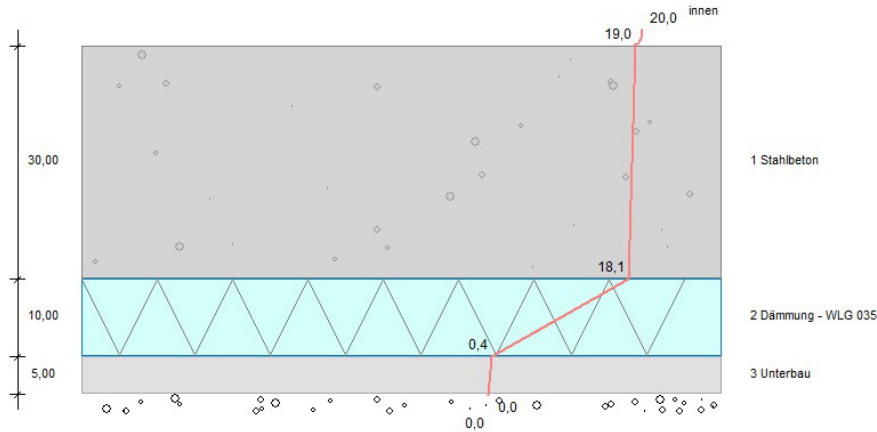


## Bauteilquerschnitt

Projekt Neubau von 4 Mehrfamilienhäusern - W1 und W3, WP+BW+L mit WRG, Neue Reihe Kühlungsborn

### Bauteil: Sohle Treppenhaus + Fahrstuhlschacht - d=30,0 cm

( Ref-No 1.0 )



Sohle Treppenhaus + Fahrstuhlschacht -d=30,0 cm  
 U = 0,31 W/(m²K)

Bauteiltyp "Fußboden gegen Erdreich"

mit den Wärmeübergangswiderständen  $R_{si} = 0,17$  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	
$R_{si}$					0,170	
01 Stahlbeton	30,00	2400	720,0	2,100	0,143	
02 Dämmung - WLG 035	10,00	15	1,5	0,035	2,857	
03 Unterbau	5,00	1800	90,0	0,700	0,071	
$R_{se}$					0,000	
d = 45,00					G = 811,5	$R_T = 3,24$

Wärmedurchgangskoeffizient U = **0,309 W/(m²K)** (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 Tabelle 3.

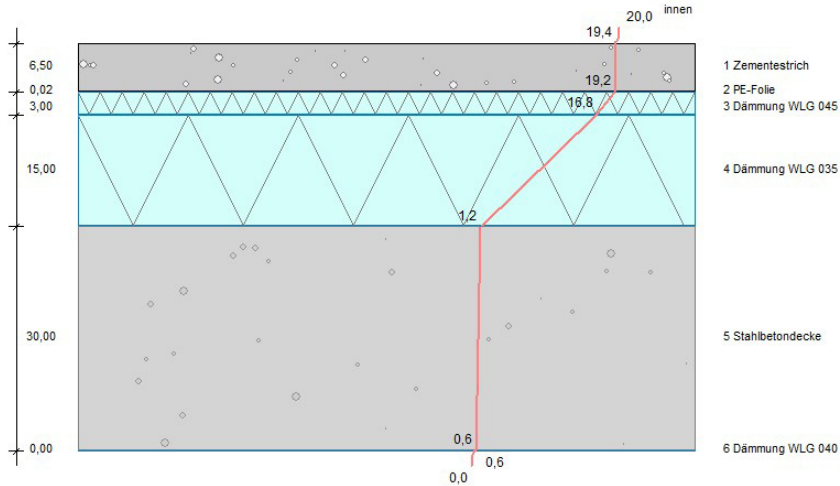
R 3,07  $\geq$  0,90 m²K/W erfüllt die Anforderungen

## Bauteilquerschnitt

Projekt Neubau von 4 Mehrfamilienhäusern - W1 und W3, WP+BW+L mit WRG, Neue Reihe Kühlungsborn

### Bauteil: Decke über Parkgeschoss - d=30,0 cm

(Ref-No 1.0)



Decke über Parkgeschoss - d=30,0 cm  
 $U = 0,18 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Bauteiltyp "Kellerdecke"

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	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>	$\lambda$ W/(mK)	R m <sup>2</sup> K/W	
$R_{si}$				0,170	
01 Zementestrich	6,50	2000	1,400	0,046	
02 PE-Folie	0,02	1000	-	-	
03 Dämmung WLG 045	3,00	20	0,045	0,667	
04 Dämmung WLG 035	15,00	20	0,035	4,286	
05 Stahlbetondecke	30,00	2400	2,000	0,150	
06 Dämmung WLG 040	-	20	0,040	-	
$R_{se}$				0,170	
$d = 54,52$				$G = 853,8$	$R_T = 5,49$

Wärmedurchgangskoeffizient  $U = 0,182 \text{ W/(m}^2\text{K)}$  (ohne Korrekturen)

### Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

(Ref-No 1.8.1)

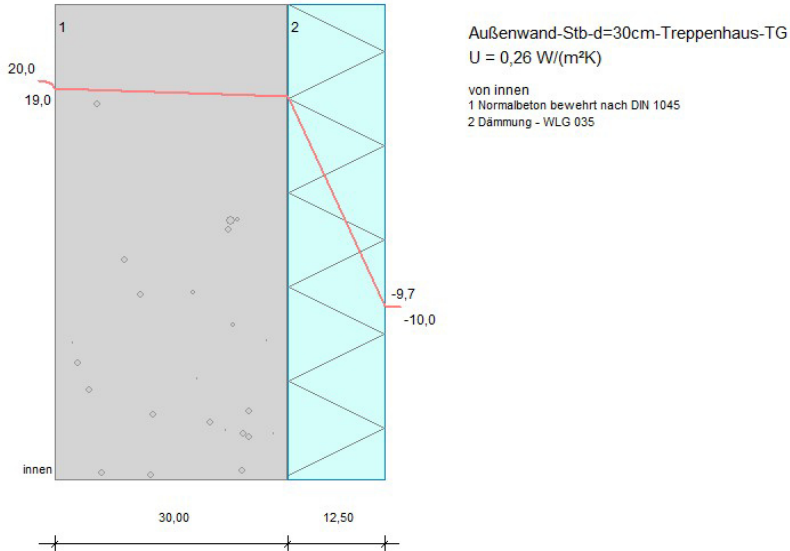
Kellerdecke. Mindestanforderungen nach Tabelle 3.

$R = 5,15 \geq 0,90 \text{ m}^2\text{K/W}$  erfüllt die Anforderungen

### Bauteilquerschnitt

Projekt Neubau von 4 Mehrfamilienhäusern - W1 und W3, WP+BW+L mit WRG, Neue Reihe Kühlungsborn

#### Bauteil: Außenwand-Stb-d=30cm-Treppenhaus-TG ( 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 Normalbeton bewehrt nach DIN 104	30,00	2400	720,0	2,100	0,143
02 Dämmung - WLG 035	12,50	20	2,5	0,035	3,571
$R_{se}$					0,040
d = 42,50					
			G = 722,5	$R_T = 3,88$	

Wärmedurchgangskoeffizient U = **0,257 W/(m²K)** (ohne Korrekturen)

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

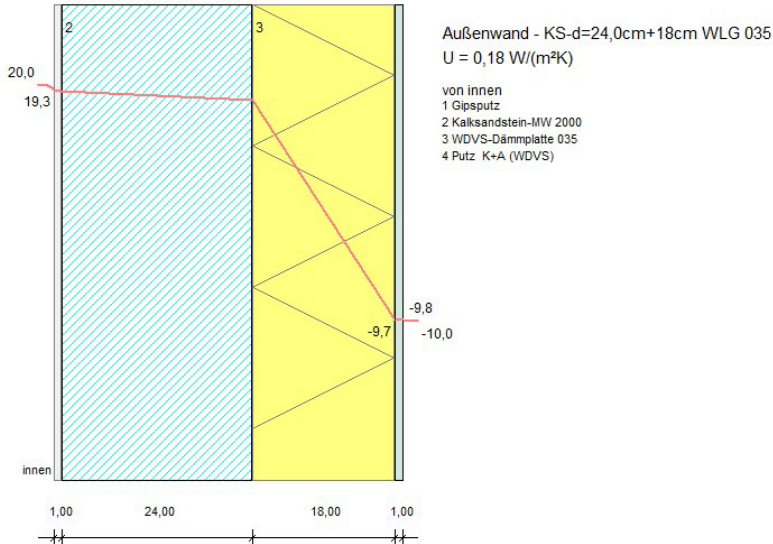
Wände beheizter Räume gegen Außenluft, Erdreich, Tiefgaragen (DIN 4108-2:2013).  
 Mindestanforderungen nach Tabelle 3.

R  $3,71 \geq 1,20$  m²K/W erfüllt die Anforderungen

### Bauteilquerschnitt

Projekt Neubau von 4 Mehrfamilienhäusern - W1 und W3, WP+BW+L mit WRG, Neue Reihe Kühlungsborn

**Bauteil: Außenwand - KS-d=24,0cm+18cm WLG 035**  
 ( 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	ρ kg/m³	kg/m²	λ 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 035	18,00	120	21,6	0,035	5,143
04 Putz K+A (WDVS)	1,00	1400	14,0	0,870	0,011
$R_{se}$					0,040
d = 44,00      G = 527,6 $R_T = 5,57$					

Wärmedurchgangskoeffizient U = **0,179 W/(m²K)** (ohne Korrekturen)

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

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

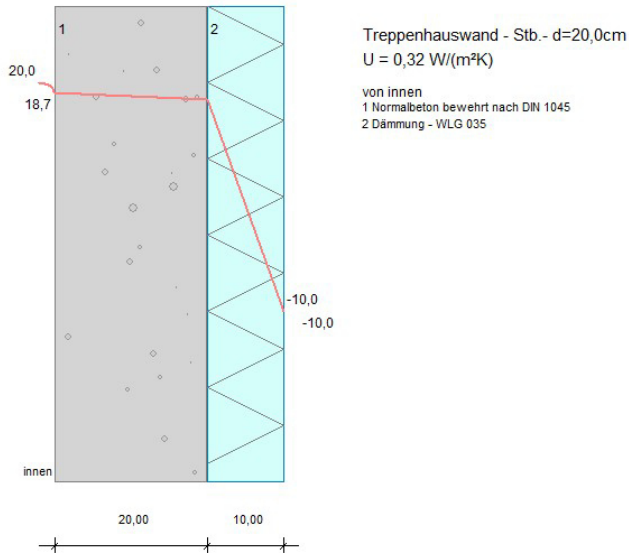
R      5,40 ≥ 1,20 m²K/W erfüllt die Anforderungen

## Bauteilquerschnitt

Projekt Neubau von 4 Mehrfamilienhäusern - W1 und W3, WP+BW+L mit WRG, Neue Reihe Kühlungsborn

### Bauteil: Treppenhauswand - Stb.- d=20,0cm

( 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 Normalbeton bewehrt nach DIN 104	20,00	2400	480,0	2,100	0,095
02 Dämmung - WLG 035	10,00	20	2,0	0,035	2,857
$R_{se}$					0,000
d = 30,00					
			G = 482,0	$R_T = 3,08$	

Wärmedurchgangskoeffizient U = **0,324 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 Tabelle 3.

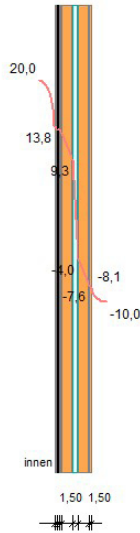
R 2,95  $\geq$  1,20 m²K/W erfüllt die Anforderungen

## Bauteilquerschnitt

Projekt Neubau von 4 Mehrfamilienhäusern - W1 und W3, WP+BW+L mit WRG, Neue Reihe Kühlungsborn

### Bauteil: Außentür

( Ref-No 1.0 )



Außentür  
 $U = 1,59 \text{ W/(m}^2\text{K)}$   
 von innen  
 1 Deckfurnier  
 2 Dampfbremse 30m  
 3 Sperrfurnier  
 4 Trägerplatte  
 5 PUR-Hartschaum 025  
 6 Trägerplatte  
 7 Deckfurnier

### 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 $R_T = 0,63$					

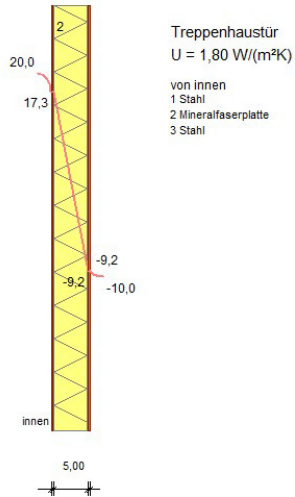
Wärmedurchgangskoeffizient  $U = 1,587 \text{ W/(m}^2\text{K)}$  (ohne Korrekturen)

## Bauteilquerschnitt

Projekt Neubau von 4 Mehrfamilienhäusern - W1 und W3, WP+BW+L mit WRG, Neue Reihe Kühlungsborn

### Bauteil: Treppenhaustür

( Ref-No 1.0 )



Ausführungsbeispiel - doppelwandige Stahltür, 3-seitig gefälzt

Aussteifung: Flachstahl

Isolierung: Mineralfaserplatte

Blechdicke: 1 mm

Türblattdicke: 52 mm

feuerhemmend nach DIN 4102 (T30)

rauchdicht nach DIN 18095

einbruchhemmend nach DIN V ENV 1627: WK 2 bis WK 4

schalldämmend nach DIN EN 20140/717: bis  $R_w=44$ dB

Bauteiltyp "Außentür"

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

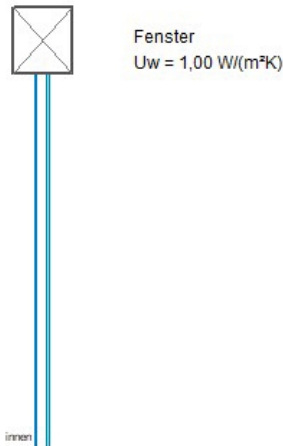
Wärmedurchgangskoeffizient U = **1,800 W/(m²K)** (manuell festgelegt)

## Bauteilquerschnitt

Projekt Neubau von 4 Mehrfamilienhäusern - W1 und W3, WP+BW+L mit WRG, Neue Reihe Kühlungsborn

### Bauteil: Fenster

( Ref-No 1.0 )



Bauteiltyp "Fenster"

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

### Fenster

( Ref-No 1.5.1 )

NEUTRALUX ensolar 3 Ar 0.6/48, 4/18/4/18/4,  $U_g=0.6$ ,  $g=61\%$ ,  $R_w=32$   
Rahmen aus Profilen  $U_f$  1.3 - 1.6 W/(m²K), DIN V 4108-4:2004, Tab.9,  $U_{f,BW}$  1.4

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

( Ref-No 1.5.3 )

---

Tabellenwert  $U_w = 1,00$  W/(m²K)  $U_{w,BW} = 1,00$  W/(m²K)  $g = 61$  %

U-Wert des Fensters mit Dreischeiben-Isolierverglasung nach Tab.8, DIN V 4108-4:2004  
mit  $U_f = 1,40$  W/(m²K),  $U_{f,BW} = 1,40$  W/(m²K) (Tab.9) und  $U_g = 0,60$  W/(m²K)

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

Einzelnachweis für die Verglasung  $U_{g,BW} = U_g = 0,60$  W/(m²K)

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

$U_w = 0,90$  W/(m²K) wird für die weiteren Berechnungen angenommen

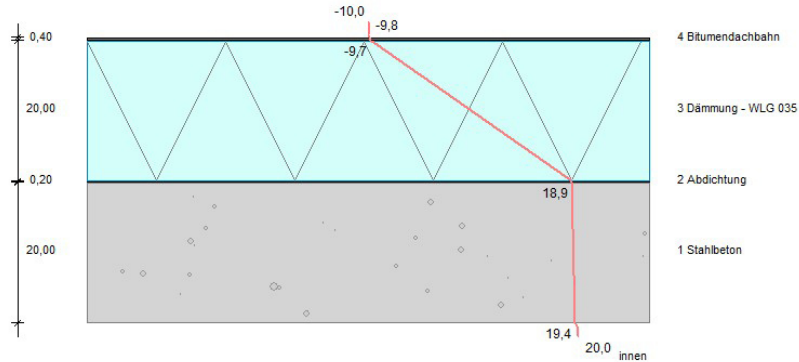


## Bauteilquerschnitt

Projekt Neubau von 4 Mehrfamilienhäusern - W1 und W3, WP+BW+L mit WRG, Neue Reihe Kühlungsborn

### Bauteil: Dachdecke - Stb. d=20,0 cm

( Ref-No 1.0 )



Dachdecke - Stb. d=20,0 cm  
 U = 0,17 W/(m²K)

Bauteiltyp "Dachdecke"

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

### Querschnitt

( Ref-No 1.3 )

von innen	s cm	ρ kg/m³	kg/m²	λ W/(mK)	R m²K/W
$R_{si}$					0,130
01 Stahlbeton	20,00	2400	480,0	2,100	0,095
02 Abdichtung	0,20	1200	2,4	-	-
03 Dämmung - WLG 035	20,00	30	6,0	0,035	5,714
04 Bitumendachbahn	0,40	1200	4,8	0,170	0,024
$R_{se}$					0,040
d = 40,60      G = 493,2 $R_T = 6,00$					

Wärmedurchgangskoeffizient U = **0,167 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 Tabelle 3.

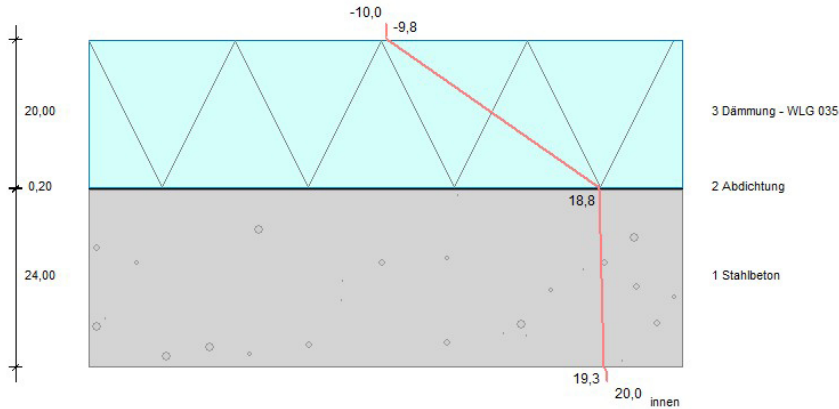
R 5,83 ≥ 1,20 m²K/W erfüllt die Anforderungen

## Bauteilquerschnitt

Projekt Neubau von 4 Mehrfamilienhäusern - W1 und W3, WP+BW+L mit WRG, Neue Reihe Kühlungsborn

### Bauteil: Decke-Abseite - Stb. d=24,0 cm

( Ref-No 1.0 )



Decke-Abseite - Stb. d=24,0 cm  
 U = 0,17 W/(m²K)

Bauteiltyp "Dachdecke"

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

### Querschnitt

( Ref-No 1.3 )

	s cm	$\rho$ kg/m³	kg/m²	$\lambda$ W/(mK)	R m²K/W	
von innen						
$R_{si}$					0,130	
01 Stahlbeton	24,00	2400	576,0	2,100	0,114	
02 Abdichtung	0,20	1200	2,4	-	-	
03 Dämmung - WLG 035	20,00	30	6,0	0,035	5,714	
$R_{se}$					0,040	
d = 44,20					G = 584,4	$R_T = 6,00$

Wärmedurchgangskoeffizient U = **0,167 W/(m²K)** (ohne Korrekturen)

### Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

( Ref-No 1.8.1 )

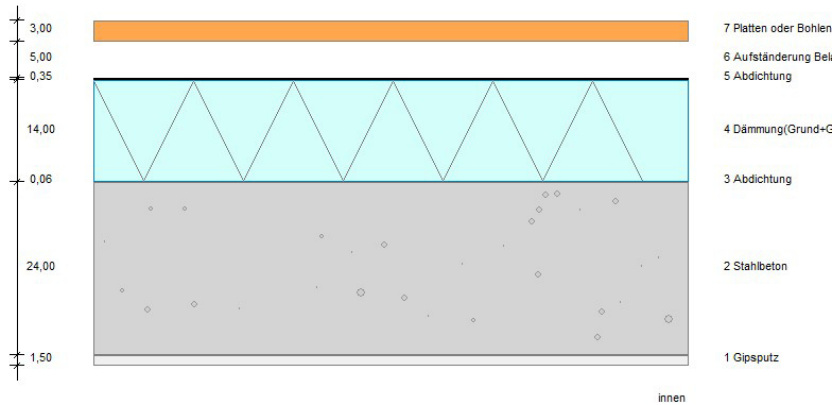
Decken beheizter Räume nach oben gegen Außenluft (DIN 4108-2:2013). Mindestanforderungen nach Tabelle 3.

R 5,83  $\geq$  1,20 m²K/W erfüllt die Anforderungen

## Bauteilquerschnitt

Projekt Neubau von 4 Mehrfamilienhäusern - W1 und W3, WP+BW+L mit WRG, Neue Reihe Kühlungsborn

### Bauteil: Terrassendecke Stb. d=24,0 cm ( Ref-No 1.0 )



Terrassendecke Stb. d=24,0 cm  
 U = 0,19 W/(m²K)

Bauteiltyp "Decke gegen die Außenluft"  
 mit den Wärmeübergangswiderständen  $R_{Si} = 0,10$  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
$R_{Si}$					0,100
01 Gipsputz	1,50	1200	18,0	0,350	0,043
02 Stahlbeton	24,00	2400	576,0	2,100	0,114
03 Abdichtung	0,06	2000	1,2	-	-
04 Dämmung (Grund+Gefälledämmung)	14,00	20	2,8	0,030	4,667
05 Abdichtung	0,35	2000	7,0	0,170	0,021
06 Aufständering Belag	5,00	-	2,0	-	-
07 Platten oder Bohlenbelag	3,00	800	24,0	0,200	0,150
$R_{Se}$					0,040
d = 47,91      G = 631,0 $R_T = 5,13$					

Wärmedurchgangskoeffizient U = **0,195 W/(m²K)** (ohne Korrekturen)

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

Dachdecke unter Terrasse. Mindestanforderungen nach Tabelle 3.

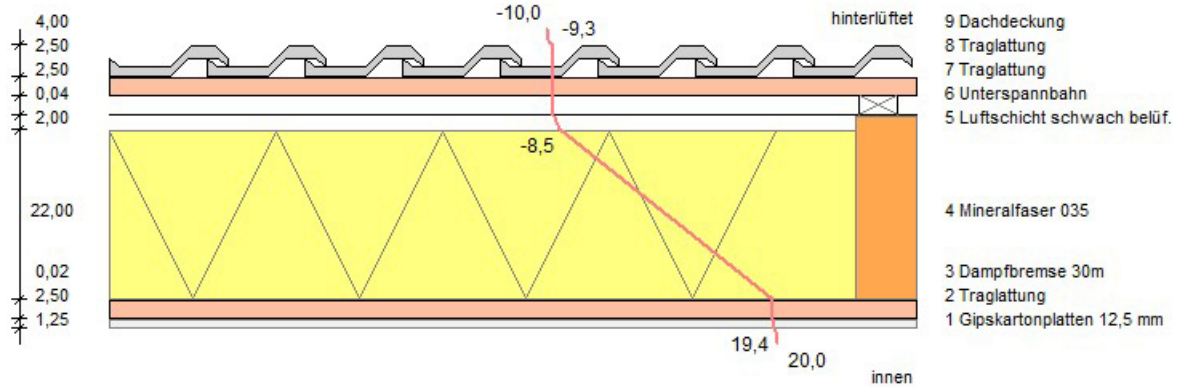
R 4,99  $\geq$  1,20 m²K/W erfüllt die Anforderungen

## Bauteilquerschnitt

Projekt Neubau von 4 Mehrfamilienhäusern - W1 und W3, WP+BW+L mit WRG, Neue Reihe Kühlungsborn

### Bauteil: Dachschräge

(Ref-No 1.0)



Dachschräge

$$U = 0,19 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$$

Bauteiltyp "Dachdecke hinterlüftet"

mit den Wärmeübergangswiderständen  $R_{si} = 0,13$  und  $R_{se} = 0,08 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$

### 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 Gipskartonplatten 12,5 mm	1,25	900	11,3	0,210	0,060
02 Traglattung	2,50	-	2,0	-	-
03 Dampfbremse 30m	0,02	1000	0,2	-	-
04 Mineralfaser 035	22,00	30	6,6	0,035	6,286
05 Luftschicht schwach belüf.	2,00	1	0,0	-	0,175
06 Unterspannbahn	0,04	-	-	-	-
07 Traglattung	2,50	-	2,0	-	-
08 Traglattung	2,50	-	2,0	-	-
09 Dachdeckung	4,00	-	40,0	-	-
$R_{se}$					0,080
d = 36,81      G = 64,1 $R_T = 6,82$					

schwach belüftete Luftschicht = "Luftschicht schwach belüf." (5),  $A_V = \text{mm}^2$

$$\Rightarrow R = (1500-)/1000 \cdot 6,520 + (-500)/1000 \cdot 6,345 = \mathbf{6,61 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}} \text{ (EN ISO 6946:2008, Gl.2)}$$

Hinweis: Für den Diffusionsnachweis empfehlen wir die Verwendung einer "ruhenden Luftschicht"

$$U_{\text{Gefach}} = 0,147 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$$

### Rahmenbereich

Rahmenbreite	Achsabstand	zusammengesetztes Bauteil				
8,0 cm	100,0 cm	8,0 %	74,9 kg/m <sup>2</sup>			
Rahmenanteil von innen		s cm	ρ kg/m <sup>3</sup>	kg/m <sup>2</sup>	λ W/(mK)	R m <sup>2</sup> K/W
R <sub>si</sub>						0,130
01 Gipskartonplatten 12,5 mm		1,25	900	11,3	0,210	0,060
02 Traglattung		2,50	-	2,0	-	-
03 Dampfbremse 30m		0,02	1000	0,2	-	-
04 Nadelholz		24,00	600	144,0	0,130	1,846
05 Unterspannbahn 0,05m		0,04	-	-	-	-
06 Grundlattung		2,50	-	-	-	-
07 Traglattung		2,50	-	2,0	-	-
08 Dachdeckung		4,00	-	40,0	-	-
R <sub>se</sub>						0,080
		36,81		199,4	R <sub>T</sub> =	2,12

$$U_{(R)} = 0,473 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$$

$$R'_T = 1 / (92,00\% * 1/6,817 + 8,00\% * 1/2,116) = 5,79 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$$

$$R''_T = 0,13 + 1/(0,920/0,060 + 0,080/0,060) + 1/(0,920/6,286 + 0,080/1,692) + 1/(0,920/0,175 + 0,080/0,154) + 0,08 = 5,61 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$$

$$R_T = (R'_T + R''_T)/2 = 5,70 \text{ m}^2\text{K}/\text{W} \text{ (maximaler Fehler} = R'_T - R''_T / 2 * R_T = 2\%)$$

$$\text{Wärmedurchgangskoeffizient } U_c = 0,176 + 0,012 = \mathbf{0,187 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})}$$

0,012 Korrektur für Luftspalte, Dämmschicht zwischen den Sparren (4)

U-Wert Gesamtkorrektur = 7%

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

(Ref-No 1.8.1)

Steildach. Erhöhte Anforderungen für leichte Bauteile mit einer flächenbezogenen Gesamtmasse < 100 kg/m<sup>2</sup>

R<sub>(G)</sub> 6,61 ≥ 1,75 m<sup>2</sup>K/W erfüllt die Anforderungen

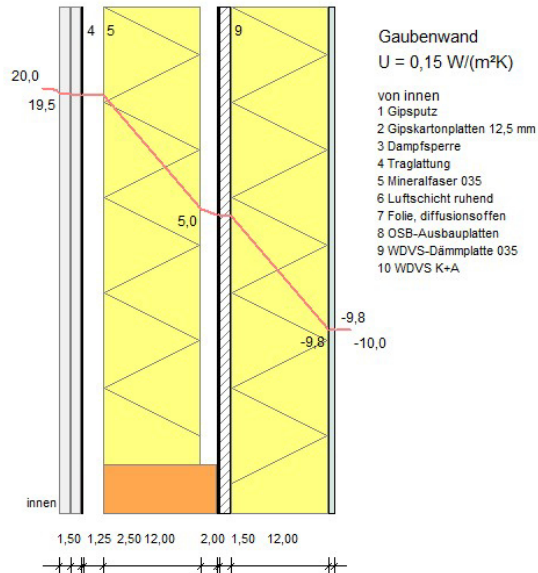
R 5,49 ≥ 1,00 m<sup>2</sup>K/W erfüllt die Anforderungen

## Bauteilquerschnitt

Projekt Neubau von 4 Mehrfamilienhäusern - W1 und W3, WP+BW+L mit WRG, Neue Reihe Kühlungsborn

### Bauteil: Gaubenwand

( Ref-No 1.0 )



### Bauteiltyp "Außenwand"

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 Gipsputz	1,50	1200	18,0	0,350	0,043
02 Gipskartonplatten 12,5 mm	1,25	900	11,3	0,250	0,050
03 Dampfsperre	0,10	-	1,1	-	0,006
04 Traglattung	2,50	-	2,0	-	-
05 Mineralfaser 035	12,00	30	3,6	0,035	3,429
06 Luftschiicht ruhend	2,00	1	0,0	-	0,160
07 Folie, diffusionsoffen	0,02	1000	0,2	-	-
08 OSB-Ausbauplatten	1,50	650	9,8	0,350	0,043
09 WDVS-Dämmplatte 035	12,00	130	15,6	0,035	3,429
10 WDVS K+A	0,70	1400	9,8	0,870	0,008
$R_{se}$					0,040
d = 33,57      G = 71,3 $R_T = 7,34$					

$U_{\text{Gefach}} = 0,136 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

**Rahmenbereich**

Rahmenbreite	Achsabstand	zusammengesetztes Bauteil				
6,0 cm	62,5 cm	9,6 %	79,0 kg/m <sup>2</sup>			
Rahmenanteil von innen	s cm	ρ kg/m <sup>3</sup>	kg/m <sup>2</sup>	λ W/(mK)	R m <sup>2</sup> K/W	
R <sub>si</sub>					0,130	
01 Gipsputz	1,50	1200	18,0	0,350	0,043	
02 Gipskartonplatten 12,5 mm	1,25	900	11,3	0,250	0,050	
03 Dampfsperre	0,10	-	1,0	-	-	
04 Traglattung	2,50	-	2,0	-	-	
05 Nadelholz	14,00	600	84,0	0,130	1,077	
06 Folie, diffusionsoffen	0,02	1000	0,2	-	-	
07 OSB-Ausbauplatten	1,50	650	9,8	0,350	0,043	
08 WDVS-Dämmplatte 035	12,00	130	15,6	0,035	3,429	
09 WDVS K+A	0,70	1400	9,8	0,870	0,008	
R <sub>se</sub>					0,040	
	33,57		151,6	R <sub>T</sub> =	4,82	

$$U_{(R)} = 0,208 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

$$R'_T = 1 / (90,40\% \cdot 1/7,337 + 9,60\% \cdot 1/4,819) = 6,99 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R''_T = 0,13 + 1/(0,904/0,043 + 0,096/0,043) + 1/(0,904/0,050 + 0,096/0,050) + \\ 1/(0,904/0,006 + 0,10/0,17) + 1/(0,904/3,429 + 0,096/0,923) + 1/(0,904/0,160 + 0,096/0,154) + \\ 1/(0,904/0,043 + 0,096/0,043) + 1/(0,904/3,429 + 0,096/3,429) + 1/(0,904/0,008 + 0,096/0,008) + 0,04 \\ = 6,63 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R_T = (R'_T + R''_T)/2 = 6,81 \text{ m}^2\text{K/W (maximaler Fehler = } R'_T - R''_T / 2 \cdot R_T = 3 \%)$$

Wärmedurchgangskoeffizient U = **0,147 W/(m<sup>2</sup>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). Erhöhte Anforderungen für leichte Bauteile mit einer flächenbezogenen Gesamtmasse < 100 kg/m<sup>2</sup>

$$R_{(G)} \quad 7,17 \geq 1,75 \quad \text{m}^2\text{K/W} \quad \text{erfüllt die Anforderungen}$$

$$R \quad 6,64 \geq 1,00 \quad \text{m}^2\text{K/W} \quad \text{erfüllt die Anforderungen}$$