

# WÄRMESCHUTZNACHWEIS

**Neubau eines Einfamilienhauses  
in 18055 Rostock-Riekdahl - Mühlenberg  
B-Plan Nr. 12.W.144 „Wohnanlage Riekdahl“  
Gemarkung Riekdahl, Flur 3, Flurstück 9/39, Parzelle 19**

**Bauherren:**

Herr André Maske  
Windfang 20  
18292 Krakow am See

**Planung:**

Herr Sven Thieme  
M. A. Architekt  
Hans-Fallada-Straße 49  
18069 Rostock  
Tel.: 0 38 1 / 33 700 45 - 1  
Fax: 0 38 1 / 33 700 45 - 2

**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 25.02.2015

  
.....  


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> \_\_\_\_\_

1

Gültig bis: 24.02.2025

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

## Gebäude

|                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                      |                                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Gebäudetyp                                                        | freistehendes Einfamilienhaus                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                      |  |
| Adresse                                                           | Mühlenberg, B-Plan 12.W144 "Wohnanlage Riekdahl" Parzelle 11, 18055 Rostock                                                                                                                                                                                              |                                                                      |                                                                                     |
| Gebäudeteil                                                       | Neubau Einfamilienhaus - EH 70                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                      |                                                                                     |
| Baujahr Gebäude <sup>3</sup>                                      | 2015                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                      |                                                                                     |
| Baujahr Wärmeerzeuger <sup>3, 4</sup>                             | 2015                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                      |                                                                                     |
| Anzahl Wohnungen                                                  | 2                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                      |                                                                                     |
| Gebäudenutzfläche (A <sub>N</sub> )                               | 428 m <sup>2</sup>                                                                                                                                                                                                                                                       | <input type="checkbox"/> nach § 19 EnEV aus der Wohnfläche ermittelt |                                                                                     |
| Wesentliche Energieträger für Heizung und Warmwasser <sup>3</sup> | [Strom] [solar]                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                      |                                                                                     |
| Erneuerbare Energien                                              | Art: Umweltwärme + solar                                                                                                                                                                                                                                                 | Verwendung: WW, Hzg.                                                 |                                                                                     |
| Art der Lüftung/Kühlung                                           | <input checked="" type="checkbox"/> Fensterlüftung <input type="checkbox"/> Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung <input type="checkbox"/> Anlage zur Kühlung<br><input type="checkbox"/> Schachtlüftung <input type="checkbox"/> Lüftungsanlage ohne Wärmerückgewinnung |                                                                      |                                                                                     |
| Anlass der Ausstellung des Energieausweises                       | <input checked="" type="checkbox"/> Neubau <input type="checkbox"/> Vermietung/Verkauf <input type="checkbox"/> Modernisierung (Änderung/Erweiterung) <input type="checkbox"/> Sonstiges (freiwillig)                                                                    |                                                                      |                                                                                     |

## 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 beigelegt (freiwillige Angabe).

## Hinweise zur Verwendung des Energieausweises

Der Energieausweis dient lediglich der Information. Die Angaben im Energieausweis beziehen sich auf das gesamte Wohngebäude 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 GmbH & C.  
KG  
Dipl.-Ing.(FH) Dagmar Brandt  
18273 Güstrow \* Werkweg 1  
Tel.: 03843/686097

25.02.2015

Ausstellungsdatum

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

  
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

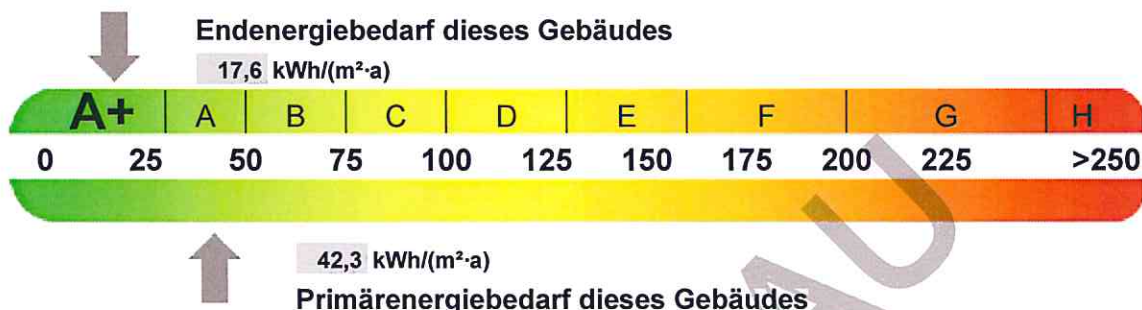
Registriernummer <sup>2</sup>

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

2

## Energiebedarf

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



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

#### Primärenergiebedarf

Ist-Wert 42,3 kWh/(m<sup>2</sup>·a) Anforderungswert 61,8 kWh/(m<sup>2</sup>·a)

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

Ist-Wert 0,32 W/(m<sup>2</sup>·K) Anforderungswert 0,40 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]

17,6 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)

|                  |                 |      |
|------------------|-----------------|------|
| Solaranlage      | Deckungsanteil: | 20 % |
| Art: Umweltwärme |                 | 77 % |
|                  |                 | 0 %  |

## Ersatzmaßnahmen <sup>6</sup>

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

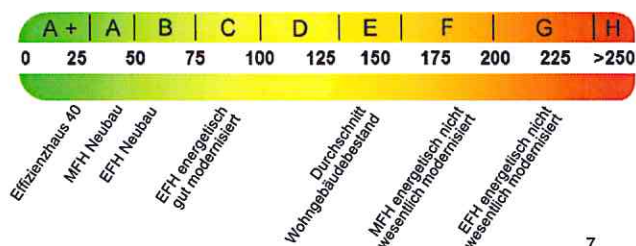
☒ Die nach § 7 Absatz 1 Nummer 2 EEWärmeG verschärften Anforderungswerte der EnEV sind eingehalten.

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

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

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

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

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

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

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

<sup>3</sup> freiwillige  
nur bei Neubau

# ENERGIEAUSWEIS für Wohngebäude

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

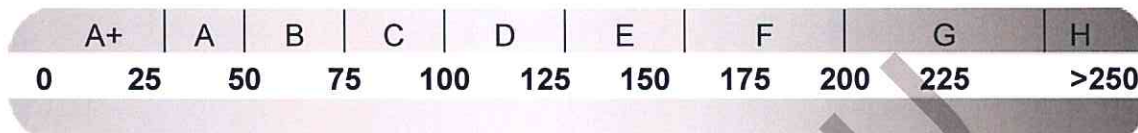
Erfasster Energieverbrauch des Gebäudes

Registriernummer <sup>2</sup>

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

3

## Energieverbrauch



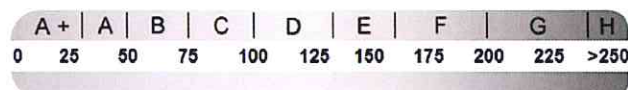
Endenergieverbrauch dieses Gebäudes  
[Pflichtangabe in Immobilienanzeigen]

kWh/(m<sup>2</sup>·a)

## Verbrauchserfassung - Heizung und Warmwasser

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

## Vergleichswerte Endenergie



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

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

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

## Erläuterungen zum Verfahren

Das Verfahren zur Ermittlung des Energieverbrauchs ist durch 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

## 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 Wärmegegewinne 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

## 1. Heizwärme- und Primärenergiebedarf (DIN 4108-6)

**Projekt:** Errichtung eines Einfamilienhauses - EH 70, Herr André Maske

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

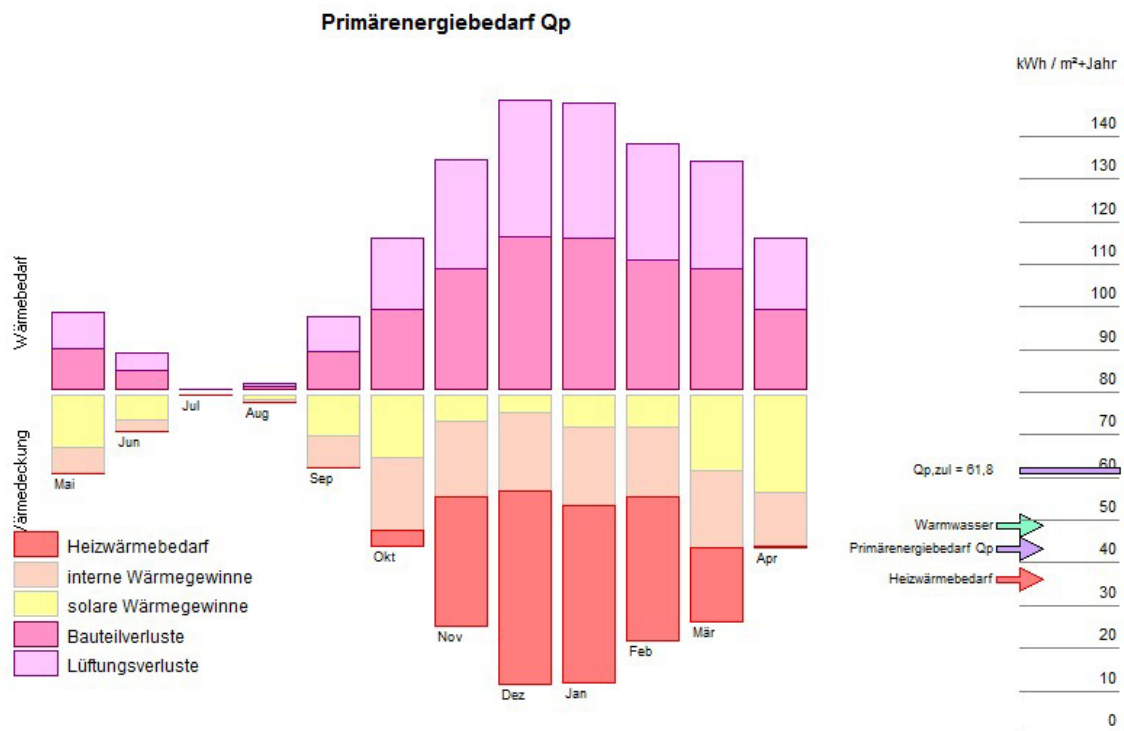
DIN EN ISO 13789:2007, Spezifischer Transmissionswärmeverlustkoeffizient

DIN EN ISO 13370:2007, Wärmeübertragung über das Erdreich

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

### 1.1 Gebäudeberechnung "Gebäude"

(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

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<sub>a</sub>(im Jahresmittel) = 9,5°C

Sollinnentemperatur = 19,0 °C

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

## 1.2 Wärmeverluste der thermischen Gebäudehülle (Ref-No 6.2)

| Hüllfläche                        | A<br>m <sup>2</sup> | U<br>W/(m <sup>2</sup> K) | F <sub>x</sub>                           | Anmerkung | L <sub>D</sub><br>W/K |
|-----------------------------------|---------------------|---------------------------|------------------------------------------|-----------|-----------------------|
| 1 Außentür S-O                    | 3,5                 | 1,587                     | 1,00 F <sub>AW</sub>                     | 51        | 5,7                   |
| 2 Außenwand S-W                   | 65,9                | 0,234                     | 1,00 F <sub>AW</sub>                     | 51        | 18,7                  |
| 3 Außenwand N-W                   | 81,9                | 0,234                     | 1,00 F <sub>AW</sub>                     | 51        | 23,3                  |
| 4 Außenwand N-O                   | 71,9                | 0,234                     | 1,00 F <sub>AW</sub>                     | 51        | 20,4                  |
| 5 Außenwand S-O                   | 63,5                | 0,234                     | 1,00 F <sub>AW</sub>                     | 51        | 18,1                  |
| 6 Außenwand gegen Erdreich        | 78,5                | 0,262                     | 0,60 F <sub>bw</sub>                     | 51 25 13  | 16,3                  |
| 7 Dachdecke                       | 146,3               | 0,200                     | 0,80 F <sub>Dd</sub>                     | 51 06     | 30,7                  |
| 8 Fenster S-W                     | 17,0                | 1,000                     | 1,00 F <sub>F</sub>                      | 51 02     | 17,8                  |
| 9 Fenster N-W                     | 36,6                | 1,000                     | 1,00 F <sub>F</sub>                      | 51 02     | 38,4                  |
| 10 Fenster N-O                    | 14,0                | 1,000                     | 1,00 F <sub>F</sub>                      | 51 02     | 14,7                  |
| 11 Fenster S-O                    | 18,6                | 1,000                     | 1,00 F <sub>F</sub>                      | 51 02     | 19,5                  |
| 13 Fenster KG                     | 4,6                 | 1,000                     | 1,00 F <sub>F</sub>                      | 51 02     | 4,8                   |
| 12 Sohle FB KG                    | 146,3               | 0,173                     | 0,25 F <sub>G</sub>                      | 51 25 15  | 13,6                  |
| <hr/>                             |                     |                           |                                          |           |                       |
| $\Sigma A \text{ [m}^2\text{]} =$ |                     | 748,6                     | $\Sigma L_D + H_u + L_s \text{ [W/K]} =$ |           | 242,1                 |

darin enthaltene Wärmebrückenzuschläge  $L_{D,WB} = 37,4 \text{ W/K}$  (15,5%)

Bodenplattenmaß  $B' = A_G / (0,5 P) = 146 / 27 = 5,52 \text{ m}$  (DIN V 4108-6, E.3)

### Anmerkungen

- 01 Fx-Werte nach DIN V 4108-6, Tab.3 (Regelfall)
- 02 Die solaren Gewinne werden gesondert ermittelt (siehe unten).
- 06 Dachgeschossdecke zum nicht ausgebauten Dachraum.
- 13 Wand des beheizten Kellers.
- 15 Bodenplatte auf Erdreich mit waagerechter Randdämmung (> 5 m breit,  $R_n > 2 \text{ m}^2\text{K/W}$ ).
- 25 Fx-Tabellenwert für das Bodenplattenmaß  $B' = 146,3 / 26,5 = 5,52$ .
- 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)

$$H_T = \Sigma U_i \cdot A_i + H_u + L_s + H_{WB} + \Delta H_{T,FH} = 242,1 \text{ W/K} \quad (0,32 \text{ W/(m}^2\text{K)})$$

## 1.3 Beheiztes Gebäude- und Luftvolumen (Ref-No 6.5)

| Bezeichnung         | Volumenermittlung | V [m <sup>3</sup> ] |
|---------------------|-------------------|---------------------|
| 1 beheiztes Volumen | 1338,92           | 1338,9              |
| 2                   |                   |                     |

|                          |                          |                      |
|--------------------------|--------------------------|----------------------|
| Beheiztes Gebäudevolumen | $V_e =$                  | 1.339 m <sup>3</sup> |
| Gebäudenutzfläche        | $A_N = 0,32 \cdot V_e =$ | 428 m <sup>2</sup>   |
| beheiztes Luftvolumen    | $V_L = 0,76 \cdot V_e =$ | 1.018 m <sup>3</sup> |

## 1.4 Lüftungswärmeverluste (Ref-No 6.6)

|             |                                                             |                     |
|-------------|-------------------------------------------------------------|---------------------|
| Luftvolumen | Netto-Luftvolumen $V_N = V_L =$                             | 1018 m <sup>3</sup> |
| Lüftung     | freie Lüftung, Dichtheitsprüfung, $n = 0,60 \text{ h}^{-1}$ |                     |

Spezifischer Lüftungswärmeverlust  $H_V = 0,34 \cdot n \cdot V_N = 207,6 \text{ W/K}$  (DIN V 4108-6, 6.2)

### 1.5 Interne Wärmegewinne (Ref-No 6.7)

Nutzfläche  $A_N = 0,32 * V = 428 \text{ m}^2$   
 Wärmeleistung Wohngebäude,  $q_{i,M} = 5,0 \text{ W/m}^2$

Brutto-Wärmegewinne  $\Phi_{i,M} = q_{i,M} * A_N = 2.142 \text{ W}$  (DIN V 4108-6, 6.3)

### 1.6 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         |      |                   |                |                |                |                |                |                |                |
| 8 Fenster S-W   | 17,0 | S-W 90°           | 0,61           | 0,70           |                |                |                |                | 6,5            |
| 9 Fenster N-W   | 36,6 | N-W 90°           | 0,61           | 0,70           |                |                |                |                | 14,1           |
| 10 Fenster N-O  | 14,0 | N-O 90°           | 0,61           | 0,70           |                |                |                |                | 5,4            |
| 11 Fenster S-O  | 18,6 | S-O 90°           | 0,61           | 0,70           |                |                |                |                | 7,1            |
| 13 Fenster KG   | 4,6  | - 0°              | 0,61           | 0,70           |                |                |                |                | 1,8            |

$A_S [\text{m}^2] = A * 0,90 * g_{\perp} * F_F * F_C * F_S$  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.

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                                |     |     |      |     |     |     |     |      |      |
| 8 Fenster S-W                          |     |     | 521  | 202 | 143 | 261 | 235 | 541  | 886  |
| 9 Fenster N-W                          |     |     | 394  | 183 | 98  | 155 | 253 | 534  | 1096 |
| 10 Fenster N-O                         |     |     | 156  | 70  | 38  | 59  | 102 | 221  | 468  |
| 11 Fenster S-O                         |     |     | 649  | 228 | 164 | 357 | 300 | 642  | 1113 |
| 13 Fenster KG                          |     |     | 136  | 55  | 30  | 51  | 78  | 172  | 335  |
| solare Wärmeströme $\Sigma \Phi_S$ [W] |     |     | 1857 | 738 | 474 | 883 | 968 | 2110 | 3899 |
| $\Sigma \Phi_S * t$ [kWh]              |     |     | 1381 | 531 | 352 | 657 | 650 | 1570 | 2807 |

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

### 1.7 Wirksame Wärmespeicherfähigkeit (Ref-No 6.9)

Vereinfachter Ansatz für schwere Gebäude mit massiven Innen- und Außenbauteilen ohne untergehängte Decken  $50 \text{ Wh/m}^3\text{K}$

$c_{\text{wirk}} = 50,0 \text{ Wh/(m}^3\text{K)}$ ,  $c_{\text{wirk}} * V_e = 66.946 \text{ Wh/K}$   
 Parameter  $a = a_0 + c_{\text{wirk}} / (H * \tau_0) = 1 + c_{\text{wirk}} / (H * 16) = 1 + 4184 / H$  (Gl.75, monatlich)

## 1.8 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  $\Phi_{pp} = 1,5 \cdot (H_T + H_V) \cdot 31 = 19.299$  W (automatisch aktualisiert, darin  $H_V$  mit Luftwechselrate  $n = 0,5$ )

Abschaltbetrieb

Interne Gewinne während der Nachtabenkung  $\Phi_g = 2142$  W, Luftwechselrate  $n = 0,50$

Wirksame Wärmespeicherfähigkeit  $C_{\text{wirk, Heizunterbrechung}} = 18,0 \cdot V_e = 24.101$  Wh/K

|     | $\theta_e$<br>°C | $\theta_{inh}$<br>°C | $\theta_{i1}$<br>°C | $t_{nh}$<br>h | $t_{sb}$<br>h | $t_{bh}$<br>h | $\theta_{co}$<br>°C | $\theta_{c1}$<br>°C | $\theta_{c2}$<br>°C | $\theta_{c3}$<br>°C | $\Delta Q_{ilj}$<br>°C | $\Delta Q_{il}$<br>kWh | kWh |
|-----|------------------|----------------------|---------------------|---------------|---------------|---------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|------------------------|------------------------|-----|
| Jan | 1,0              | 1,0                  | 16,5                | 7,0           | 0,0           | 1,6           | 18,8                | 16,8                | 16,8                | 17,8                | 4,8                    | 149                    |     |
| Feb | 1,9              | 1,9                  | 16,6                | 7,0           | 0,0           | 1,3           | 18,9                | 17,0                | 17,0                | 17,8                | 4,5                    | 126                    |     |
| Mär | 4,7              | 4,7                  | 17,0                | 7,0           | 0,0           | 0,6           | 18,9                | 17,3                | 17,3                | 17,7                | 3,6                    | 113                    |     |
| Apr | 9,2              | 9,2                  | 17,6                | 7,0           | 0,0           | 0,0           | 18,9                | 17,8                | 17,8                | 17,8                | 2,5                    | 74                     |     |
| Mai | 14,1             | 14,1                 | 18,3                | 7,0           | 0,0           | 0,0           | 19,0                | 18,4                | 18,4                | 18,4                | 1,2                    | 38                     |     |
| Jun | 16,7             | 16,7                 | 18,7                | 7,0           | 0,0           | 0,0           | 19,0                | 18,7                | 18,7                | 18,7                | 0,6                    | 17                     |     |
| ... |                  |                      |                     |               |               |               |                     |                     |                     |                     |                        |                        |     |
| Aug | 18,6             | 18,6                 | 18,9                | 7,0           | 0,0           | 0,0           | 19,0                | 19,0                | 19,0                | 19,0                | 0,1                    | 3                      |     |
| Sep | 14,3             | 14,3                 | 18,3                | 7,0           | 0,0           | 0,0           | 19,0                | 18,4                | 18,4                | 18,4                | 1,2                    | 35                     |     |
| Okt | 9,5              | 9,5                  | 17,7                | 7,0           | 0,0           | 0,0           | 18,9                | 17,9                | 17,9                | 17,9                | 2,4                    | 74                     |     |
| Nov | 4,1              | 4,1                  | 16,9                | 7,0           | 0,0           | 0,8           | 18,9                | 17,2                | 17,2                | 17,7                | 3,8                    | 114                    |     |
| Dez | 0,9              | 0,9                  | 16,5                | 7,0           | 0,0           | 1,6           | 18,8                | 16,8                | 16,8                | 17,8                | 4,8                    | 150                    |     |

Reduzierung der Wärmeverluste durch eine Heizunterbrechung

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

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

Reduzierung der Wärmeverluste in einem Jahr  $Q_{NA} = \Sigma \Delta Q_{il} = 892,8$  kWh/a

$H_V$  Spezifischer Lüftungswärmeverlust während der Heizunterbrechung =  $0,34 \cdot 0,50 \cdot V_L = 173$  W/K

$H_{sb}$  Spezifischer Wärmeverlust während der Heizunterbrechung =  $H_T + H_V = 415$  W/K

$H_{ic}$  Spezifischer Wärmeverlust zwischen den Bauteilen und dem Innenraum =  $4 \cdot A_N / 0,13 = 13.183$  W/K

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

$$H_W = 5,7 + 30,7 + 17,8 + 38,4 + 14,7 + 19,5 + 4,8 = 132$$
 W/K

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

$$H_{ce} = H_{ic} \cdot (H_{sb} - H_W - H_V) / (H_{ic} - H_{sb} + H_W + H_V) = 111$$
 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 =  $\zeta \cdot C / (\xi \cdot H_{sb}) = 58,91$

$\tau_T$  Ansprechzeit der Bauteiltemperatur auf einen Wechsel der Lufttemperatur =  $\zeta \cdot C / (H_{ce} + H_{ic}) = 1,80$

$\theta_e$  Außentemperatur

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

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

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

$t_{nh}$  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 ( $\theta_e + \zeta \cdot (\theta_{i0} - \theta_e)$ )

$\theta_{c1}$  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)

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

## 1.9 Heizwärmebedarf (Ref-No 6.11)

|                            |                                                                                                                         |
|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Transmissionsverluste      | $Q_t = (\Sigma L_D) \cdot \Delta T \cdot d - \Delta Q_{il}$                                                             |
| Transmissionswärmeverluste | $\Sigma L_D = 242 \text{ W/K}$                                                                                          |
| Heizunterbrechung          | $\Delta Q_{il}$ monatlich                                                                                               |
| Lüftungswärmeverluste      | $H_V = 208 \text{ W/K}$                                                                                                 |
| Interne Gewinne            | $\Phi_{i,M} = 2142 \text{ W}$                                                                                           |
| Solare Gewinne             | $\Phi_S [\text{W}]$ (monatlich)                                                                                         |
| Ausnutzungsgrad            | $\eta = (1 - \gamma^a) / (1 - \gamma^{a+1})$ (a sh. $c_{wirk}$ )<br>$\gamma = Q_g / Q_l$ (monatlich, DIN V 4108-6, 6.5) |

|     | $t_A$<br>°C | $Q_t$<br>kWh | $H_V \cdot \Delta T \cdot d$<br>kWh | $\Phi_{i,M} \cdot d \cdot \eta$<br>kWh | $\Phi_S \cdot d \cdot \eta$<br>kWh | $\eta$ | $Q_h$<br>kWh |
|-----|-------------|--------------|-------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------------|--------|--------------|
| Jan | 1,0         | 3.093        | 2.780                               | 1.594                                  | 657                                | 1,00   | 3.622        |
| Feb | 1,9         | 2.656        | 2.385                               | 1.440                                  | 650                                | 1,00   | 2.951        |
| Mär | 4,7         | 2.463        | 2.209                               | 1.584                                  | 1.560                              | 0,99   | 1.526        |
| Apr | 9,2         | 1.634        | 1.465                               | 1.089                                  | 1.982                              | 0,71   | 28           |
| Mai | 14,1        | 844          | 757                                 | 540                                    | 1.062                              | 0,34   | 0            |
| Jun | 16,7        | 384          | 344                                 | 235                                    | 492                                | 0,15   | 0            |
| Jul | 19,0        | –            | –                                   | –                                      | –                                  | 0,00   | –            |
| Aug | 18,6        | 69           | 62                                  | 49                                     | 81                                 | 0,03   | 0            |
| Sep | 14,3        | 784          | 702                                 | 655                                    | 831                                | 0,42   | 0            |
| Okt | 9,5         | 1.637        | 1.467                               | 1.482                                  | 1.284                              | 0,93   | 339          |
| Nov | 4,1         | 2.483        | 2.227                               | 1.542                                  | 531                                | 1,00   | 2.636        |
| Dez | 0,9         | 3.110        | 2.795                               | 1.594                                  | 352                                | 1,00   | 3.959        |
|     | 9,5         | 19.155       | 17.193                              | 11.804                                 | 9.484                              |        | 15.061       |

Jahres-Heizwärmebedarf  $Q_h = 15.061 \text{ kWh/a}$  ( $q_h = 35,2 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$ )  
 Heizzeit vom 1.11. bis 8.4. (158 Tage, Gl.27, Orientierungsgröße informativ)  
 erforderliche Heizleistung, Orientierungswert 19 kW (kein Bemessungswert)

Berechnungsgang für den Monat Januar  
 $Q_t = (242,1) \cdot 18,0 \cdot 31 \cdot 24 / 1000 - 149,0 = 3093,2 \text{ kWh}$   
 $H_V \cdot \Delta T \cdot d = 207,6 \cdot 18,0 \cdot 31 \cdot 24 / 1000 = 2780,2 \text{ kWh}$   
 $\Phi_{i,M} \cdot d = 2142,3 \cdot 31 \cdot 24 / 1000 = 1593,9 \text{ kWh}$   
 $\Phi_S \cdot d = 882,7 \cdot 31 \cdot 24 / 1000 = 656,7 \text{ kWh}$   
 $\gamma = (1593,9 + 656,7) / (3092,6 + 2780,2) = 0,38$       $a = 1 + 66946 / (242,1 + 207,6) / 16 = 10,30$   
 $\eta = (1 - \gamma^a) / (1 - \gamma^{a+1}) = 1,000 / 1,000 / 0,994 / 0,706 / 0,339$  (Jan / Feb / Mrz / Apr / Mai)

## 1.10 Wärmebedarf für Warmwasserbereitung (Ref-No 6.12)

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

$$Q_{tw} = A_N \cdot q_{tw} = 428 \cdot 12,5 = 5.356 \text{ kWh/a}$$

## 1.11 Anlagentechnik (DIN V 4701-10) (Ref-No 6.13)

Anlagen-Aufwandszahl aus der Anlagenberechnung (siehe Haustechnik)  
 Heizung: Elt-Wärmepumpe + Elt-Direktheizung ... freie Lüftung ... Warmwasser: Heizungs-WP mit  
 Zirkulation + solar - Energieträger: [Strom], solar

Anlagen-Aufwandszahl  $e_p = 0,89$  – vorbehaltlich Nachweis Hersteller Haustechnik

Gesamt-Endenergie ohne Hilfsenergie, lokal  $Q_{WE,E} = 11.747 \text{ kWh/a}$  ( $27,4 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$ )  
 Hilfsenergie, lokal  $Q_{HE,E} = 557 \text{ kWh/a}$  ( $1,3 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$ )

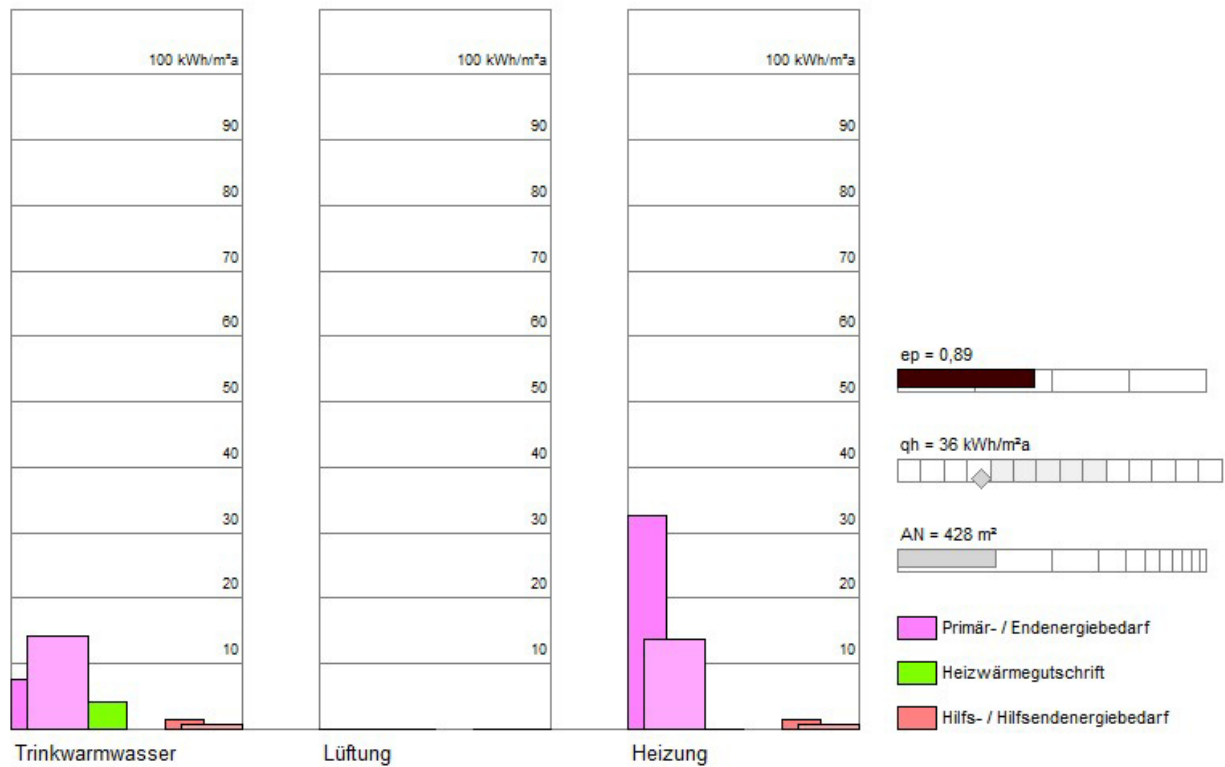
Die Sonneneintragskennwerte sind nach DIN 4108-2:2013 zu begrenzen (EnEV 2014)

### 3. Haus- und Anlagentechnik (DIN V 4701-10)

**Projekt** Errichtung eines Einfamilienhauses - EH 70, Herr André Maske

zur Gebäudeberechnung "Gebäude"

Primär- und Endenergiebedarf



#### 3.1 Anlagenkurzbeschreibung

( Ref-No 7.4 )

mit Endenergie versorgter Bereich  $A_N = 428 \text{ m}^2$

Heizwärmebedarf  $q_h = 36,2 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ , Trinkwasserwärmebedarf  $q_{tw} = 12,5 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$

Tabellenverfahren nach DIN V 4701-10 Anhang C.3

Heizung: Elt-Wärmepumpe + Elt-Direktheizung ... freie Lüftung ... Warmwasser: Heizungs-WP mit Zirkulation + solar ... Energieträger: [Strom], solar

#### 3.2 Ermittlung der Anlagen-Aufwandszahl 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.

### 3.3 Anlage zur Warmwasserbereitung ( Ref-No 7.6 )

mit Trinkwarmwasser versorgter Bereich  $A_N = 428 \text{ m}^2$   
 Trinkwasserwärmebedarf  $q_{\text{tw}} = 12,5 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$

| Anlagenteil | Aufwandszahl<br>[–] | Verlust<br>kWh/ (m <sup>2</sup> a) | Gutschrift<br>kWh/ (m <sup>2</sup> a) | Hilfsenergie<br>kWh/ (m <sup>2</sup> a) | $\alpha$<br>[%] | f <sub>p</sub> | Anm. |
|-------------|---------------------|------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------|----------------|------|
| Erzeuger I  | 0,30                |                                    |                                       |                                         | 48              | 2,40           | 60   |
| Speicher    |                     | 1,8                                | 0,8                                   | 0,04                                    |                 |                | 30   |
| Verteilung  |                     | 7,2                                | 3,2                                   | 0,39                                    |                 |                | 20   |
| Erzeuger II | 1,00                |                                    |                                       | 0,42                                    | 52              |                | 70   |
|             |                     | 9,0                                | 4,1                                   | 0,86                                    | 100             |                |      |

60) Heizungswärmepumpe Luft/Wasser, Aufwandszahl  $e_{\text{TW,g}}$  nach DIN V 4701-10, Tab. C.1-4d [Strom]  
 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  
 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],  $A_c = 11,4 \text{ m}^2$

#### Primär- und Endenergiebedarf für Trinkwasserbereitung

Gl. 4.2-3, Aufwandszahl \* Primärenergiefaktor  $\Sigma(e_{\text{TW,g,i}} * \alpha_{\text{TW,g,i}} * f_{\text{P,i}})$  0,35  
 Gl. 4.2-3, Primärenergiebedarf  $q_{\text{TW,P}} = (12,5 + 9,0) * 0,35$  7,5 kWh/(m<sup>2</sup>a)  
 Gl. 4.2-4, Heizwärmegutschrift  $q_{\text{h,TW}} = 4,1$  4,1 kWh/(m<sup>2</sup>a)  
 Gl. 4.2-5, Hilfsenergiebedarf  $q_{\text{TW,HE}} = +0,04+0,39+0,22$  0,7 kWh/(m<sup>2</sup>a)  
 Gl. 4.2-5, Hilfsenergiebedarf  $q_{\text{TW,HE,P}} = 0,7 * 2,4$  1,6 kWh/(m<sup>2</sup>a)  
 Endenergiebedarf  $Q_{\text{TW,E}} = (12,5 + 9,0) * (0,15 + 0,52) * 428$  6.081 kWh/a  
 Hilfsendenergiebedarf  $Q_{\text{TW,HE,E}} = 0,7 * 428$  280 kWh/a

### 3.4 Heizungsanlage ( Ref-No 7.8 )

beheizter Bereich  $A_N = 428 \text{ m}^2$   
 Heizwärmebedarf  $q_{\text{h}} = 36,2 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$   
 verbleibender Bedarf  $q_{\text{h,0}} = 36,2 - 4,1 = 32,1 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$

| Anlagenteil | Aufwandszahl<br>[–] | Verlust<br>kWh/ (m <sup>2</sup> a) | Hilfsenergie<br>kWh/ (m <sup>2</sup> a) | $\alpha$<br>% | f <sub>p</sub> | Anm. |
|-------------|---------------------|------------------------------------|-----------------------------------------|---------------|----------------|------|
| Erzeuger I  | 0,37                |                                    |                                         | 95            | 2,40           | 194  |
| Erzeuger II | 1,00                |                                    |                                         | 5             | 2,40           | 200  |
| Speicher    |                     |                                    |                                         |               |                |      |
| Verteilung  |                     | 1,4                                | 0,65                                    |               |                | 224  |
| Übergabe    |                     | 0,4                                |                                         |               |                | 259  |
|             |                     | 1,8                                | 0,65                                    | 100           |                |      |

194) Elektro-Wärmepumpe Luft/Wasser, 55/45°C, Aufwandszahl  $e_g$  und Hilfsenergiebedarf  $q_{\text{g,HE}}$  nach DIN V 4701-10 Tab. C.3-4c [Strom]  
 200) Elektro-Direktheizung, Aufwandszahl  $e_g$  nach DIN V 4701-10 Tab. C.3-4d [Strom]  
 224) horizontale Verteilung innen, Steiger innenliegend, Systemtemperaturen 55/45 °C, geregelte Pumpe, Wärmeverluste der Verteilleitungen  $q_d$  und Hilfsenergiebedarf  $q_{\text{d,HE}}$  nach DIN V 4701-10, Tab. C.3-2  
 259) Fußboden- und andere Flächenheizungen, 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 $q_{h,0} = q_h - q_{h,TW} - q_{h,L} = 36,2 - 4,1$             | 32,1 kWh/(m²a) |
| Gl. 4.2-18, Aufwandszahl * Primärenergiefaktor $\Sigma(e_{H,g,i} * \alpha_{H,g,i} * f_{P,i})$ | 0,96           |
| Gl. 4.2-18, Primärenergiebedarf $q_{H,P} = (32,1 + 1,8) * 0,96$                               | 32,7 kWh/(m²a) |
| Gl. 4.2-19, Hilfsenergiebedarf $q_{H,HE,P} = (+0,6) * 2,4$                                    | 1,5 kWh/(m²a)  |
| Endenergiebedarf $Q_{H,E} = (32,1 + 1,8) * (0,35 + 0,05) * 428$                               | 5.840 kWh/a    |
| Hilfsendenergiebedarf $Q_{H,HE,E} = 0,6 * 428$                                                | 276 kWh/a      |

### 3.5 Anlagen-Aufwandszahl

( Ref-No 7.9 )

Strom aus erneuerbaren Energiequellen steht nicht zur Verfügung.

|                                                             |              |
|-------------------------------------------------------------|--------------|
| $Q_P = (7,5+1,6)*428+(32,7+1,5)*428$                        | 18.560 kWh/a |
| Heizwärmebedarf $Q_h = q_h * A_N = 36,2 * 428$              | 15.494 kWh/a |
| Trinkwasserwärmebedarf $Q_{tw} = q_{tw} * A_N = 12,5 * 428$ | 5.356 kWh/a  |

Anlagen-Aufwandszahl  $e_p = Q_P / (Q_h + Q_{tw}) = 18.560 / (15.494 + 5.356)$

**0,89 – vorbehaltlich  
 Nachweis Hersteller  
 Haustechnik**

Primärenergie  $Q_P = 18.560$  kWh/a (43,3 kWh/(m²a))

Endenergie ohne Hilfsenergie, lokal  $Q_{WE,E} = 6.081 + 5.840 = 11.921$  kWh/a (27,8 kWh/(m²a))

Hilfsendenergie, lokal  $Q_{HE,E} = 280 + 276 = 557$  kWh/a ( 1,3 kWh/(m²a))

Effizienzklasse auf Basis des Endenergiebedarfs  $(11921 + 557 - 4744) / 428,5 = 18,1$  kWh/(m²a),

Korrektur für Solarthermie 4744 kWh/a

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

### 3.6 Energiebedarf nach Energieträgern

( Ref-No 7.11 )

Bedarfswerte auch für den Energieausweis

| Energieträger        | Endenergie<br>kWh/a |       | f <sub>P</sub> | Primärenergie<br>kWh/a |       |
|----------------------|---------------------|-------|----------------|------------------------|-------|
| [Strom]              | 7.177               | 58 %  | 2,4            | 17.224                 | 93 %  |
| [solar]              | 4.744               | 38 %  | –              | –                      | – %   |
| Hilfsenergie (Strom) | 557                 | 4 %   | 2,4            | 1.336                  | 7 %   |
|                      | 12.477              | 100 % |                | 18.560                 | 100 % |
| erneuerbare Energie  | 4.744               | 38 %  |                |                        |       |

| Endenergie<br>nach Energieträgern | Heizung<br>kWh/ (m²a) | Warmwasser<br>kWh/ (m²a) | Lüftung<br>kWh/ (m²a) | Summe<br>kWh/ (m²a) |
|-----------------------------------|-----------------------|--------------------------|-----------------------|---------------------|
| [Strom]                           | 13,6                  | 3,1                      | 0,0                   | 16,8                |
| [solar]                           | 0,0                   | 11,1                     | 0,0                   | 11,1                |
| Hilfsenergie Strom                | 0,7                   | 0,7                      | 0,0                   | 1,3                 |

### 3.7 Nutzungspflicht für Erneuerbare Energien (EEWärmeG) (Ref-No 7.12)

Nachweis für privat genutzte Gebäude

Wärme- und Kälteenergiebedarf =  $11.921 + 4.744 - 4.744 + 11.801 = 23.722 \text{ kWh/Jahr}$  (mit Solar-, Umwelt- und Abwärme sowie Kälteenergie)

darin enthaltene Deckungsanteile aus erneuerbaren Energiequellen oder Ersatzmaßnahmen:

| Energiequelle               | Energieertrag<br>kWh/a | Deckungsanteil |           | Nutzungs-<br>anteil |
|-----------------------------|------------------------|----------------|-----------|---------------------|
|                             |                        | erzielt        | gefordert |                     |
| Solaranlage [solar]         | 4.744                  | 20,0 %         | 15,0 %    | 133,3 %             |
| Umweltwärme [WW-WP] [Htg-W] | 18.240                 | 76,9 %         | 50,0 %    | 153,8 %             |
|                             |                        |                |           | 287,1 %             |

#### Deckungsanteil durch Einsparung von Energie

|          |           | Grenzwert | erzielt | Unterschreitung |           | Nutzungs-<br>anteil |
|----------|-----------|-----------|---------|-----------------|-----------|---------------------|
|          |           |           |         | erzielt         | gefordert |                     |
| HT'-Wert | W/(m²K)   | 0,40      | 0,33    | 16,8 %          | 15,0 %    |                     |
| QP       | kWh/(m²a) | 61,8      | 43,3    | 29,9 %          | 15,0 %    | 112,0 %             |

erreichter Nutzungsanteil, Summe = 399,1 % ≥ Nutzungspflichtanteil = 100 %

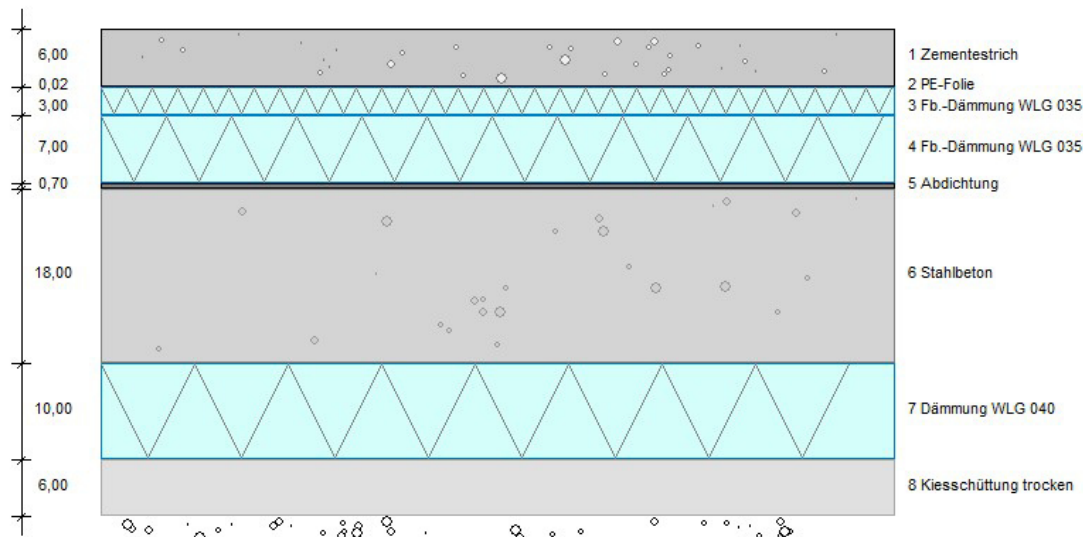
Die Anforderungen aus dem EEWärmeG 2011 **werden erfüllt**

Thermische Solaranlagen müssen mit dem europäischen Prüfzeichen "solar keymark" zertifiziert sein. Bei öffentlichen Gebäuden ist auch örtlich produzierte, solarthermische Energie, die anderweitig genutzt wird, anrechenbar. 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 mindestens 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.

## 5. Bauteilberechnung

**Projekt** Errichtung eines Einfamilienhauses - EH 70, Herr André Maske

### 5.1 Bauteil: Fußboden (Ref-No 1.0)



Bauteiltyp "Fußboden gegen Erdreich"

mit den Wärmeübergangswiderständen  $R_{si} = 0,17$  und  $R_{se} = 0,00 \text{ m}^2\text{K/W}$

### 5.2 Querschnitt (Ref-No 1.3)

| von innen                | s<br>cm | $\rho$<br>kg/m <sup>3</sup> | kg/m <sup>2</sup> | $\lambda$<br>W/(mK) | R<br>m <sup>2</sup> K/W |
|--------------------------|---------|-----------------------------|-------------------|---------------------|-------------------------|
| $R_{si}$                 |         |                             |                   |                     | 0,170                   |
| 01 Zementestrich         | 6,00    | 2000                        | 120,0             | 1,400               | 0,043                   |
| 02 PE-Folie              | 0,02    | 1000                        | 0,2               | –                   | –                       |
| 03 Fb.-Dämmung WLG 035   | 3,00    | 30                          | 0,9               | 0,035               | 0,857                   |
| 04 Fb.-Dämmung WLG 035   | 7,00    | 30                          | 2,1               | 0,035               | 2,000                   |
| 05 Abdichtung            | 0,70    | 2000                        | 14,0              | 0,170               | 0,041                   |
| 06 Stahlbeton            | 18,00   | 2400                        | 432,0             | 2,100               | 0,086                   |
| 07 Dämmung WLG 040       | 10,00   | 20                          | 2,0               | 0,040               | 2,500                   |
| 08 Kiesschüttung trocken | 6,00    | 1800                        | 108,0             | 0,700               | 0,086                   |
| $R_{se}$                 |         |                             |                   |                     | 0,000                   |
| <hr/>                    |         |                             |                   |                     |                         |
|                          | d =     | 50,72                       | G =               | 679,2               | $R_T =$ 5,78            |

Wärmedurchgangskoeffizient  $U = 0,173 \text{ W/(m}^2\text{K)}$  (ohne Korrekturen)

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

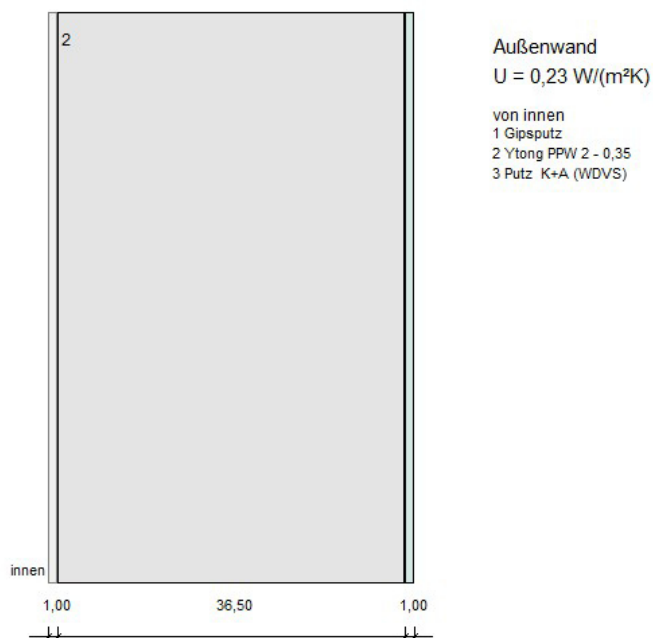
Bodenplatte auf Erdreich. Mindestanforderungen nach Tabelle 3.

$R \quad 5,61 \geq 0,90 \text{ m}^2\text{K/W}$  erfüllt die Anforderungen

## 6. Bauteilberechnung

**Projekt** Errichtung eines Einfamilienhauses - EH 70, Herr André Maske

### 6.1 Bauteil: Außenwand ( Ref-No 1.0 )



empfohlener Querschnitt der Ytong AG

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

### 6.2 Querschnitt ( Ref-No 1.3 )

| von innen             | s<br>cm   | $\rho$<br>kg/m <sup>3</sup> | kg/m <sup>2</sup> | $\lambda$<br>W/ (mK) | R<br>m <sup>2</sup> K/W |
|-----------------------|-----------|-----------------------------|-------------------|----------------------|-------------------------|
| $R_{si}$              |           |                             |                   |                      | 0,130                   |
| 01 Gipsputz           | 1,00      | 1200                        | 12,0              | –                    | 0,030                   |
| 02 Ytong PPW 2 - 0,35 | 36,50     | 350                         | 127,8             | 0,090                | 4,056                   |
| 03 Putz K+A (WDVS)    | 1,00      | 1400                        | 14,0              | 0,870                | 0,011                   |
| $R_{se}$              |           |                             |                   |                      | 0,040                   |
| <hr/>                 |           |                             |                   |                      |                         |
|                       | d = 38,50 | G = 153,8                   |                   | $R_T = 4,27$         |                         |

Wärmedurchgangskoeffizient  $U = 0,234 \text{ W/(m}^2\text{K)}$  (ohne Korrekturen)

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

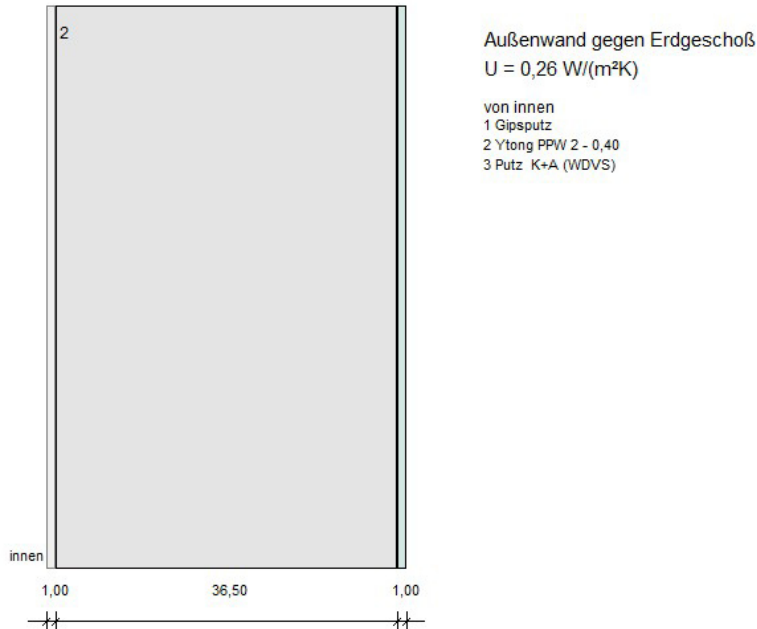
Außenwand in Gebäuden mit normalen Innentemperaturen. Mindestanforderungen nach Tabelle 3.

R 4,10  $\geq$  1,20 m<sup>2</sup> K/W erfüllt die Anforderungen

## 7. Bauteilberechnung

**Projekt** Errichtung eines Einfamilienhauses - EH 70, Herr André Maske

### 7.1 Bauteil: Außenwand gegen Erdgeschoß (Ref-No 1.0)



empfohlener Querschnitt der Ytong AG

Bauteiltyp "Außenwand gegen Erdreich"

mit den Wärmeübergangswiderständen  $R_{si} = 0,13$  und  $R_{se} = 0,00 \text{ m}^2\text{K/W}$

### 7.2 Querschnitt (Ref-No 1.3)

| von innen             | s<br>cm   | $\rho$<br>kg/m <sup>3</sup> | kg/m <sup>2</sup> | $\lambda$<br>W/(mK) | R<br>m <sup>2</sup> K/W |
|-----------------------|-----------|-----------------------------|-------------------|---------------------|-------------------------|
| $R_{si}$              |           |                             |                   |                     | 0,130                   |
| 01 Gipsputz           | 1,00      | 1200                        | 12,0              | 0,350               | 0,029                   |
| 02 Ytong PPW 2 - 0,40 | 36,50     | 400                         | 146,0             | 0,100               | 3,650                   |
| 03 Putz K+A (WDVS)    | 1,00      | 1400                        | 14,0              | 0,870               | 0,011                   |
| $R_{se}$              |           |                             |                   |                     | 0,000                   |
| <hr/>                 |           |                             |                   |                     |                         |
|                       | d = 38,50 | G = 172,0                   |                   | $R_T = 3,82$        |                         |

Wärmedurchgangskoeffizient  $U = 0,262 \text{ W/(m}^2\text{K)}$  (ohne Korrekturen)

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

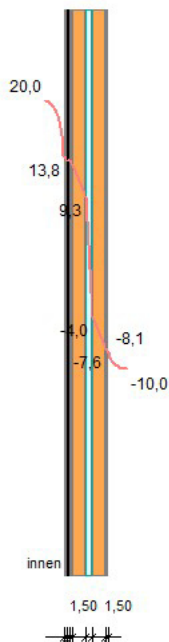
Außenwand in Gebäuden mit normalen Innentemperaturen. Mindestanforderungen nach Tabelle 3.

R 3,69  $\geq$  1,20 m<sup>2</sup>K/W erfüllt die Anforderungen

## 8. Bauteilberechnung

**Projekt** Errichtung eines Einfamilienhauses - EH 70, Herr André Maske

### 8.1 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  $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$

### 8.2 Querschnitt ( Ref-No 1.3 )

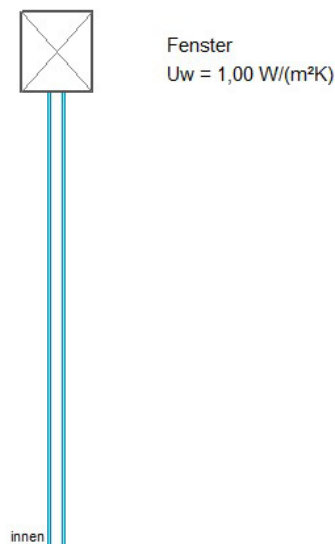
| von innen             | s<br>cm  | $\rho$<br>kg/m <sup>3</sup> | kg/m <sup>2</sup> | $\lambda$<br>W/(mK) | R<br>m <sup>2</sup> K/W |
|-----------------------|----------|-----------------------------|-------------------|---------------------|-------------------------|
| $R_{si}$              |          |                             |                   |                     | 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                   |
| <hr/>                 |          |                             |                   |                     |                         |
|                       | d = 4,33 | G =                         | 29,0              | $R_T =$             | 0,63                    |

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

## 9. Bauteilberechnung

**Projekt** Errichtung eines Einfamilienhauses - EH 70, Herr André Maske

### 9.1 Bauteil: Fenster ( Ref-No 1.0 )



Bauteiltyp "Fenster"

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

### 9.2 Fenster ( Ref-No 1.5.1 )

NEUTRALUX ensolar 3 Kr 0.6/36, 4/12/4/12/4,  $U_g=0.6$ ,  $g=61\%$ ,  $R_w=32$   
 Rahmen aus Profilen  $U_f 1.3 - 1.6 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ , DIN V 4108-4:2004, Tab.9,  $U_{f,BW} 1.4$

#### 9.2.1 Fenster DIN V 4108-4:2004 Tab.8 VORNORM ( Ref-No 1.5.3 )

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

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

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

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

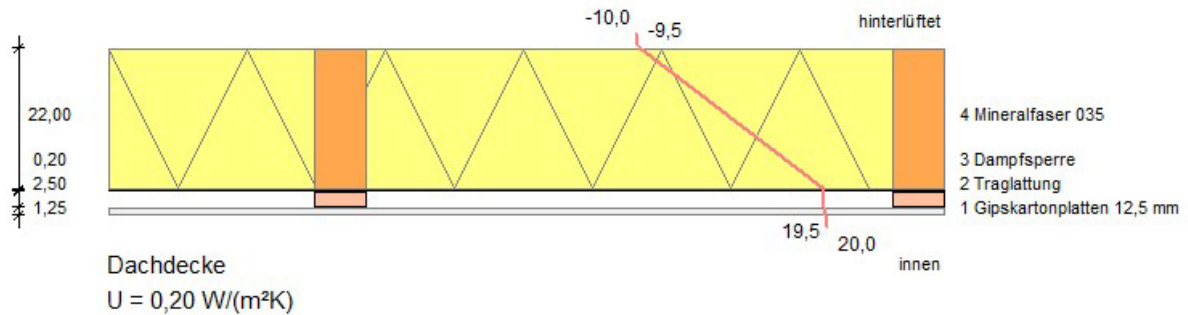
Bemessungswert der Verglasung im Fall von Ersatz und Erneuerung, DIN V 4108-4:2004, 5.3

$U_w = 1,00 \text{ W/(m}^2\text{K)}$  wird für die weiteren Berechnungen angenommen

## 10. Bauteilberechnung

**Projekt** Errichtung eines Einfamilienhauses - EH 70, Herr André Maske

### 10.1 Bauteil: Dachdecke ( Ref-No 1.0 )



## Bauteiltyp "Decke unter Dachräumen"

mit den Wärmeübergangswiderständen  $R_{Si} = 0,10$  und  $R_{Se} = 0,10 \text{ m}^2\text{K/W}$

## 10.2 Querschnitt

( Ref-No 1.3 )

| von innen                    | s<br>cm | ρ<br>kg/m³ | kg/m² | λ<br>W/ (mK)     | R<br>m²K/W |
|------------------------------|---------|------------|-------|------------------|------------|
| Rsi                          |         |            |       |                  | 0,100      |
| 01 Gipskartonplatten 12,5 mm | 1,25    | 900        | 11,3  | 0,250            | 0,050      |
| 02 Traglattung               | 2,50    | –          | 2,0   | –                | –          |
| 03 Dampfsperre               | 0,20    | 1100       | 2,2   | 0,170            | 0,012      |
| 04 Mineralfaser 035          | 22,00   | 30         | 6,6   | 0,035            | 6,286      |
| Rse                          |         |            |       |                  | 0,100      |
| d =                          | 25,95   | G =        | 22,0  | R <sub>T</sub> = | 6,55       |

$$U_{\text{Gefach}} = 0,153 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$$

### 10.3 Rahmenbereich

| Rahmenbreite                 | Achsabstand | zusammengesetztes Bauteil |            |                  |            |  |
|------------------------------|-------------|---------------------------|------------|------------------|------------|--|
| 8,0 cm                       | 90,0 cm     | 8,9 %                     | 33,2 kg/m² |                  |            |  |
| Rahmenanteil von innen       | s<br>cm     | ρ<br>kg/m³                | kg/m²      | λ<br>W/ (mK)     | R<br>m²K/W |  |
| R <sub>si</sub>              |             |                           |            |                  | 0,100      |  |
| 01 Gipskartonplatten 12,5 mm | 1,25        | 900                       | 11,3       | 0,250            | 0,050      |  |
| 02 Traglattung               | 2,50        | –                         | 2,0        | –                | –          |  |
| 03 Dampfsperre               | 0,20        | 1100                      | 2,2        | 0,170            | 0,012      |  |
| 04 Nadelholz                 | 22,00       | 600                       | 132,0      | 0,130            | 1,692      |  |
| R <sub>se</sub>              |             |                           |            |                  | 0,100      |  |
|                              | 25,95       |                           | 147,4      | R <sub>T</sub> = | 1,95       |  |

$$U_{(R)} = 0,512 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

$$R'_T = 1 / (91,11\% \cdot 1/6,547 + 8,89\% \cdot 1/1,954) = 5,42 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R''_T = 0,10 + 0,05 + 0,00 + 0,01 + 5,06 + 0,10 = 5,33 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R_{\min} = 0,001 \text{ m}^2\text{K/W angenommen: Gefach-2 Rahmen-2}$$

$$R_T = (R'_T + R''_T) / 2 = 5,37 \text{ m}^2\text{K/W (maximaler Fehler} = R'_T - R''_T / 2 \cdot R_T = 1 \%)$$

$$\text{Wärmedurchgangskoeffizient } U_c = 0,186 + 0,014 = \mathbf{0,200 \text{ W/(m}^2\text{K)}}$$

0,014 Korrektur für Luftspalte, Dämmschicht zwischen den Sparren (4)

U-Wert Gesamtkorrektur = 7%

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

(Ref-No 1.8.1)

Decke zum nicht ausgebauten Dachraum. Erhöhte Anforderungen für leichte Bauteile mit einer flächenbezogenen Gesamtmasse < 100 kg/m<sup>2</sup>

$$R_{(G)} \quad 6,35 \geq 1,75 \text{ m}^2\text{K/W} \text{ erfüllt die Anforderungen}$$

$$R \quad 5,17 \geq 1,00 \text{ m}^2\text{K/W} \text{ erfüllt die Anforderungen}$$