

# **WÄRME SCHUTZ NACHWEIS**

**Neubau eines Geschäftshauses  
mit 4 Läden und 21 Ferienwohnungen  
Strandstraße 27 in 18225 Kühlungsborn**

**Bauherr:**

TIG Tatenberger Immobiliengesellschaft mbH  
Ostseepromenade 34a  
18225 Kühlungsborn

**Architekt:**

Arbeitsgemeinschaft

Ingenieurbüro Chlosta  
Dipl.-Ing. B. Chlosta  
Georginenplatz 6  
18119 Warnemünde

ibu+  
ingenieurbüro uhden GmbH & Co.KG  
Werkweg 1  
18273 Güstrow

**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 10.12.2015

  
Dipl.-Ing. Chr. Cebula  
ibu+ ingenieurbüro uhden GmbH & Co. KG

  
Dipl.-Ing. Christoph Cebula  
TP-0205-2007  
Tragwerksplaner  
MECKLENBURG-VORPOMMERN  
INGENIEURKAMMER

# ENERGIEAUSWEIS für Wohngebäude

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

Gültig bis: 09.12.2025

Registriernummer <sup>2</sup>

1

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

## Gebäude

Gebäudetyp	Mehrfamilienhaus		
Adresse	Strandstraße 27, 18225 Kühlungsborn		
Gebäudeteil	Errichtung Geschäftshaus mit 21 Ferienwohnungen		
Baujahr Gebäude <sup>3</sup>	2015		
Baujahr Wärmeerzeuger <sup>3, 4</sup>	2015		
Anzahl Wohnungen	21		
Gebäudenutzfläche (A <sub>N</sub> )	2628 m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/> nach § 19 EnEV aus der Wohnfläche ermittelt	
Wesentliche Energieträger für Heizung und Warmwasser <sup>3</sup>	[Heizgas] [Strom]		
Erneuerbare Energien	Art: Umweltwärme	Verwendung: Hzg.	
Art der Lüftung/Kühlung	<input checked="" type="checkbox"/> Fensterlüftung <input type="checkbox"/> Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung <input type="checkbox"/> Anlage zur Kühlung <input type="checkbox"/> Schachtlüftung <input type="checkbox"/> Lüftungsanlage ohne Wärmerückgewinnung		
Anlass der Ausstellung des Energieausweises	<input checked="" type="checkbox"/> Neubau <input type="checkbox"/> Modernisierung (Änderung/Erweiterung) <input type="checkbox"/> Sonstiges (freiwillig) <input type="checkbox"/> Vermietung/Verkauf		



## Hinweise zu den Angaben über die energetische Qualität des Gebäudes

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

- Der Energieausweis wurde auf der Grundlage von Berechnungen des **Energiebedarfs** erstellt (Energiebedarfssausweis). Die Ergebnisse sind auf **Seite 2** dargestellt. Zusätzliche Informationen zum Verbrauch sind freiwillig.
- Der Energieausweis wurde auf der Grundlage von Auswertungen des **Energieverbrauchs** erstellt (Energieverbrauchssausweis). 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 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 uhden  
GmbH & Co.KG  
Dipl.-Ing. (FH) Dagmar Brandt  
Werkweg 1 18273 Güstrow  
Fon: 03843/686197

10.12.2015

Ausstellungsdatum

**ibu** <sup>+</sup> ingenieurbüro  
uhden GmbH & Co.KG  
Werkweg 1  
Tel.: 03843/686197  
18273 Güstrow  
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  
Registriernummer (§ 17 Absatz 4 Satz 4 und 5 EnEV) ist das Datum der Antragstellung einzutragen; die Registriernummer ist nach deren Eingang nachträglich einzusetzen.

<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>

2

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

### Energiebedarf

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



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

##### Primärenergiebedarf

Ist-Wert 44,3 kWh/(m<sup>2</sup>·a) Anforderungswert 54,1 kWh/(m<sup>2</sup>·a)

##### Energetische Qualität der Gebäudehülle $H_T'$

Ist-Wert 0,40 W/(m<sup>2</sup>·K) Anforderungswert 0,50 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]

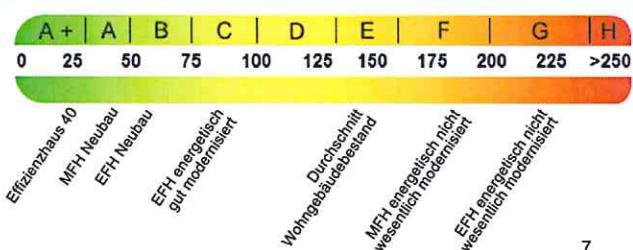
23,2 kWh/(m<sup>2</sup>·a)

### Angaben zum EEWärmeG <sup>5</sup>

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

Umweltwärme	59 %
Art:	Deckungsanteil:
	0 %
	0 %

### Vergleichswerte Endenergie



7

### 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  $H_T'$ : W/(m<sup>2</sup>·K)

### 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 ( $A_N$ ), 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>2</sup> siehe Fußnote 2 auf Seite 1 des Energieausweises  
<sup>7</sup> EFH: Einfamilienhaus, MFH: Mehrfamilienhaus

<sup>3</sup> freiwillige

<sup>5</sup> 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



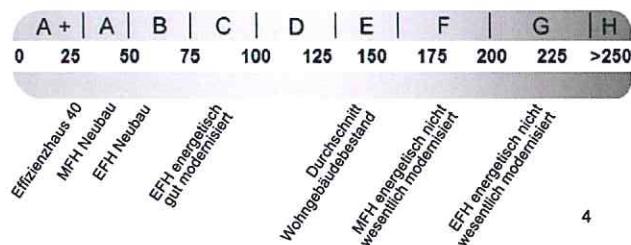
Endenergieverbrauch dieses Gebäudes  
[Pflichtangabe in Immobilienanzeigen]

kWh/(m<sup>2</sup>·a)

## Verbrauchserfassung - Heizung und Warmwasser

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

## 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.

4

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

<sup>3</sup> gegebenenfalls

# 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**

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

5

## Erläuterungen

### Angabe Gebäudeteil - Seite 1

Bei Wohngebäuden, die zu einem nicht unerheblichen Anteil zu anderen als Wohnzwecken genutzt werden, ist die Ausstellung des Energieausweises gemäß dem Muster nach Anlage 6 auf den Gebäudeteil zu beschränken, der getrennt als Wohngebäude zu behandeln ist (siehe im Einzelnen § 22 EnEV). Dies wird im Energieausweis durch die Angabe "Gebäudeteil" deutlich gemacht.

### Erneuerbare Energien - Seite 1

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

### Energiebedarf - Seite 2

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

### Primärenergiebedarf - Seite 2

Der Primärenergiebedarf bildet die Energieeffizienz des Gebäudes ab. Er berücksichtigt neben der Endenergie auch die so genannte "Vorkette" (Erkundung, Gewinnung, Verteilung, Umwandlung) der jeweils eingesetzten Energieträger (z.B. Heizöl, Gas, Strom, erneuerbare Energien etc.). Ein kleiner Wert signalisiert einen geringen Bedarf und damit eine hohe Energieeffizienz sowie eine die Ressourcen und die Umwelt schonende Energienutzung. Zusätzlich können die mit dem Energiebedarf verbundenen CO<sub>2</sub>-Emissionen des Gebäudes freiwillig angegeben werden.

### Energetische Qualität der Gebäudehülle - Seite 2

Angegeben ist der spezifische, auf die wärmeübertragende Umfassungsfläche bezogene Transmissionswärmeverlust (Formelzeichen in der EnEV: H<sub>T</sub>'). 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.

Nach dem EEWärmeG müssen Neubauten in bestimmtm 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: Gleches 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 Geschäftshaus mit 21 Ferienwohnungen

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

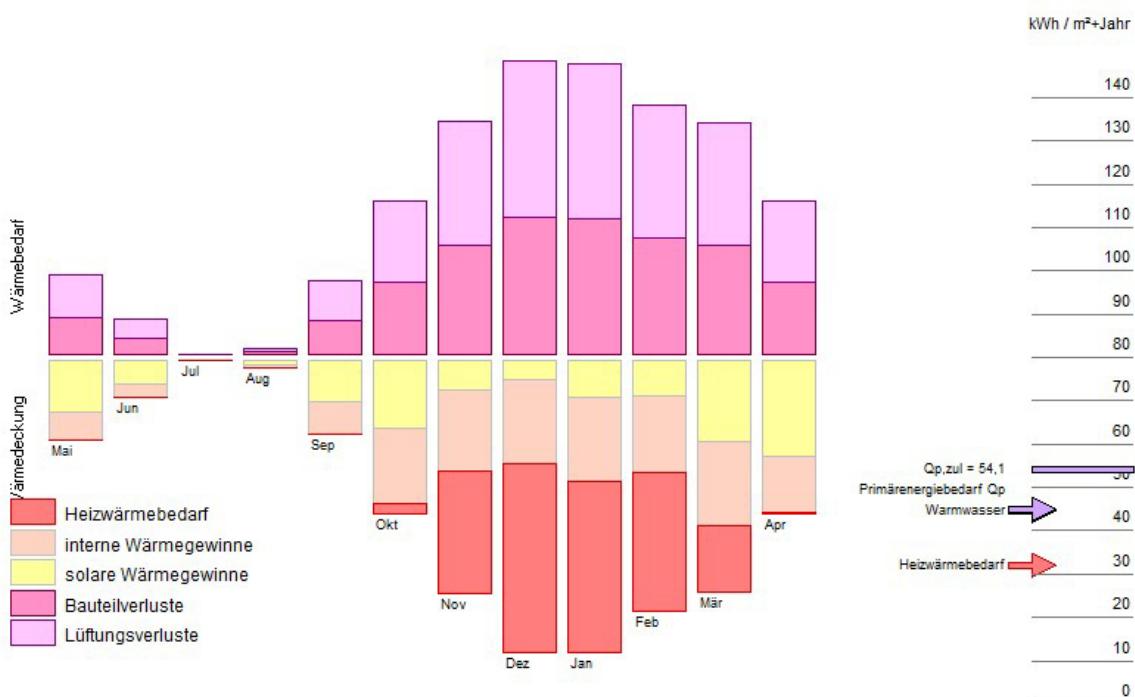
DIN EN ISO 13370:2007, Wärmeübertragung über das Erdreich

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

### Gebäudeberechnung "Gebäude"

( Ref-No 6.0 )

Primärenergiebedarf Qp



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,  $T_a$ (im Jahresmittel) = 9,5°C

Sollinnentemperatur = 19,0 °C

Wärmebrückeneinflüsse werden pauschal berücksichtigt  $L_D = A^*(U^*F_x + 0.05)$

### 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 Süd	6,7	1,587	1,00	FAW 51	11,0
2 Außentür West	6,8	1,587	1,00	FAW 51	11,1
3 Außentür Ost	4,2	1,587	1,00	FAW 51	6,9
4 AW-Stb. d=25,0 cm Süd	82,8	0,318	1,00	FAW 51	30,4
5 AW-Stb. d=25,0 cm West	47,9	0,318	1,00	FAW 51	17,6
6 AW-Stb. d=25,0 cm N-W	11,3	0,318	1,00	FAW 51	4,2
7 AW-Stb. d=25,0 cm Nord	64,5	0,318	1,00	FAW 51	23,7
8 AW-Stb. d=25,0 cm Ost	62,0	0,318	1,00	FAW 51	22,8
9 AW-PP4 d=17,5 cm Süd	62,9	0,232	1,00	FAW 51	17,7
10 AW-PP4 d=17,5 cm Ost	10,1	0,232	1,00	FAW 51	2,8
11 AW-PP4 d=24,0 cm Süd	4,0	0,209	1,00	FAW 51	1,0
12 AW-PP4 d=24,0 cm West	60,0	0,209	1,00	FAW 51	15,5
13 AW-PP4 d=24,0 cm N-W	17,7	0,209	1,00	FAW 51	4,6
14 AW-PP4 d=24,0 cm Nord	78,7	0,209	1,00	FAW 51	20,4
15 AW-PP4 d=24,0 cm Ost	55,0	0,209	1,00	FAW 51	14,3
16 AW-PP6 d=17,5 cm Süd	6,7	0,248	1,00	FAW 51	2,0
17 AW-PP6 d=17,5 cm Ost	9,3	0,248	1,00	FAW 51	2,8
18 AW-Fahrstuhlschacht	9,8	0,303	1,00	FAW 51	3,5
19 Dachdecke+Gaubendecke	320,5	0,223	0,80	FDd 51 06	73,3
20 DF-Fenster Süd	13,1	1,200	1,00	FF 51 02	16,4
21 DF-Fenster West	5,5	1,200	1,00	FF 51 02	6,8
22 DF-Fenster Nord	8,7	1,200	1,00	FF 51 02	10,9
23 DF-Fenster Ost	5,5	1,200	1,00	FF 51 02	6,8
24 Dachschräge Süd	183,8	0,203	1,00	FD 51	46,5
25 Dachschräge West	93,6	0,203	1,00	FD 51	23,7
26 Dachschräge Nord	151,8	0,203	1,00	FD 51	38,4
27 Dachschräge Ost	120,1	0,203	1,00	FD 51	30,4
28 Decke Fahrstuhl	9,0	0,233	1,00	FD 51	2,5
29 Fenster Süd	92,5	1,000	1,00	FF 51 02	97,1
30 Fenster verschattet Süd	45,5	1,000	1,00	FF 51 02	47,7
31 Fenster West	43,9	1,000	1,00	FF 51 02	46,1
32 Fenster verschattet West	71,6	1,000	1,00	FF 51 02	75,2
33 Fenster N-W	27,7	1,000	1,00	FF 51 02	29,1
34 Fenster Nord	142,4	1,000	1,00	FF 51 02	149,5
35 Fenster Ost	100,6	1,000	1,00	FF 51 02	105,6
36 Sohle Treppenhaus	21,7	0,482	0,35	FG 51 25 14	4,7
37 Gaubenwand + Loggia Süd	42,5	0,147	1,00	FAW 51	8,4
38 Gaubenwand + Loggia West	38,6	0,147	1,00	FAW 51	7,6
39 Gaubenwand + Loggia Nord	41,1	0,147	1,00	FAW 51	8,1
40 Gaubenwand + Loggia Ost	43,2	0,147	1,00	FAW 51	8,5
41 Treppenhauswand KG	34,8	0,437	0,50	Fu 51 08	9,3
42 Decke TG	714,5	0,284	0,55	FG 51 25 21	147,5
43 Sohle Fahrstuhl	5,2	0,303	0,55	FG 51 25 14	1,1
44 Tür-Treppenhaus KG	4,3	1,800	0,50	Fu 51 08	4,1
45 Deckenkante 2.DG	47,4	0,185	0,80	FDd 51 06	9,4
46 Terrassendecke	51,1	0,195	1,00	FD 51	12,5

$$\Sigma A [m^2] = 3.080,2$$

$$\Sigma L_D + H_u + L_S [W/K] = 1.239,6$$

darin enthaltene Wärmebrückenzuschläge  $L_{D,WB} = 154,0 \text{ W/K (12,4\%)}$

Bodenplattenmaß  $B' = A_G / (0.5 P) = 715 / 64 = 11,14 \text{ m (DIN V 4108-6, E.3)}$

### 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.
- 08 Wärmeverluste zum unbeheizten Raum.
- 14 Bodenplatte auf Erdreich ohne Randdämmung.
- 21 Decke / Wand zum unbeheizten Keller ohne Perimeterdämmung.
- 25 Fx-Tabellenwert für das Bodenplattenmaß  $B' = 714,5 / 64,2 = 11,14$ .
- 51 Der Einfluss der Wärmebrücken wird mit einem U-Wert-Zuschlag von 0,05 W/m<sup>2</sup>K pauschal berücksichtigt. Die Konstruktionshinweise nach DIN 4108, Bbl.2 werden eingehalten.

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

$$H_T = \sum U_i * A_i + H_u + L_s + H_{WB} + \Delta H_{T,FH} = \mathbf{1239,6 \text{ W/K}} \quad (0,40 \text{ W/(m}^2\text{K)})$$

### Beheiztes Gebäude- und Luftvolumen

(Ref-No 6.5)

Bezeichnung	Volumenermittlung	V [m <sup>3</sup> ]
1 beheiztes Volumen	8213,14	8213,1
2		

Beheiztes Gebäudevolumen	$V_e = 8.213 \text{ m}^3$
Gebäudenutzfläche	$A_N = 0,32 * V_e = 2.628 \text{ m}^2$
beheiztes Luftvolumen	$V_L = 0,80 * V_e = 6.571 \text{ m}^3$

### Lüftungswärmeverluste

(Ref-No 6.6)

Luftvolumen	Netto-Luftvolumen $V_N = V_L = 6571 \text{ m}^3$
Lüftung	freie Lüftung, Dichtheitsprüfung, $n = 0,60 \text{ h}^{-1}$

Spezifischer Lüftungswärmeverlust  $H_V = 0.34 * n * V_N = \mathbf{1340,4 \text{ W/K}}$  (DIN V 4108-6, 6.2)

### Interne Wärmegewinne

(Ref-No 6.7)

Nutzfläche	$A_N = 0,32 * V = 2.628 \text{ m}^2$
Wärmeleistung	Wohngebäude, $q_{i,M} = 5,0 \text{ W/m}^2$

Brutto-Wärmegewinne  $\Phi_{i,M} = q_{i,M} * A_N = \mathbf{13.141 \text{ W}}$  (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 <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								
20 DF-Fenster S	13,1	Süd	90°	0,42	0,70			3,5
21 DF-Fenster W	5,5	West	90°	0,42	0,70			1,4
22 DF-Fenster N	8,7	Nord	90°	0,42	0,70			2,3
23 DF-Fenster O	5,5	Ost	90°	0,42	0,70			1,4
29 Fenster Süd	92,5	Süd	90°	0,61	0,70			35,5
30 Fenster vers	45,5	Süd	90°	0,61	0,70	0,90		15,7
31 Fenster West	43,9	West	90°	0,61	0,70			16,9
32 Fenster vers	71,6	West	90°	0,61	0,70	0,90		24,8
33 Fenster N-W	27,7	N-W	90°	0,61	0,70			10,6
34 Fenster Nord	142,4	Nord	90°	0,61	0,70			54,7
35 Fenster Ost	100,6	Ost	90°	0,61	0,70			38,6

$A_s [m^2] = A * 0,90 * g_{\perp} * F_F * F_C * F_s$  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 Sonneschutzvorrichtungen, 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.

Die Summe der Teilbestrahlungsfaktoren  $F_s$  wird für den öffentlich-rechtlichen Nachweis mit 0.9 angenommen

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
Kollektorfäche			Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mrz	Apr
Fenster									
20 DF-Fenster Süd			368	135	101	205	163	340	510
21 DF-Fenster West			68	27	16	25	35	87	165
22 DF-Fenster Nord			58	30	16	23	42	72	134
23 DF-Fenster Ost			79	29	17	36	42	98	194
29 Fenster Süd			3768	1386	1031	2097	1671	3484	5226
30 Fenster verschattet Süd			1667	613	456	928	739	1541	2312
31 Fenster West			793	321	186	287	405	1013	1924
32 Fenster verschattet West			1164	471	273	421	595	1486	2824
33 Fenster N-W			298	138	75	117	192	405	830
34 Fenster Nord			1368	711	383	547	985	1696	3173
35 Fenster Ost			2126	773	464	966	1121	2628	5179
solare Wärmeströme	$\Sigma \Phi_s$ [W]	11757	4635	3016	5652	5988	12849	22471	
	$\Sigma \Phi_s * t$ [kWh]	8747	3337	2244	4205	4024	9560	16179	

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

$c_{wirk} = 50,0 \text{ Wh}/(\text{m}^3\text{K})$ ,  $c_{wirk} * V_e = 410.657 \text{ Wh/K}$

Parameter  $a = a_0 + c_{wirk} / (H * \tau_0) = 1 + c_{wirk} / (H * 16) = 1 + 25666 / H$  (Gl.75, monatlich)

### Heizunterbrechung

(Ref-No 6.10)

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

Nachtabsenkung für  $t_u = 7,0$  Stunden

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

Heizungsanlage mit Nennleistung  $\Phi_{pp} = 1.5 * (H_T + H_V) * 31 = 109.581 \text{ W}$  (automatisch aktualisiert, darin  $H_V$  mit Luftwechselrate  $n = 0.5$ )

Abschaltbetrieb

Interne Gewinne während der Nachtabsenkung  $\Phi_g = 13141 \text{ W}$ , Luftwechselrate  $n = 0.50$

Wirksame Wärmespeicherfähigkeit  $C_{wirk, Heizunterbrechung} = 18,0 * V_e = 147.837 \text{ Wh/K}$

	$\theta_e$ °C	$\theta_{inh}$ °C	$\theta_{il}$ °C	$t_{nh}$ h	$t_{sb}$ h	$t_{bh}$ h	$\theta_{co}$ °C	$\theta_{c1}$ °C	$\theta_{c2}$ °C	$\theta_{c3}$ °C	$\Delta Q_{ilj}$ kWh	$\Delta Q_{il}$ kWh
Jan	1,0	1,0	16,7	7,0	0,0	1,6	18,9	17,0	17,0	17,9	25,3	784
Feb	1,9	1,9	16,8	7,0	0,0	1,3	18,9	17,1	17,1	17,9	23,7	663
Mär	4,7	4,7	17,1	7,0	0,0	0,6	18,9	17,4	17,4	17,8	19,1	593
Apr	9,2	9,2	17,7	7,0	0,0	0,0	18,9	17,9	17,9	17,9	12,9	388
Mai	14,1	14,1	18,4	7,0	0,0	0,0	19,0	18,5	18,5	18,5	6,5	200
Jun	16,7	16,7	18,7	7,0	0,0	0,0	19,0	18,7	18,7	18,7	3,0	91
...												
Aug	18,6	18,6	18,9	7,0	0,0	0,0	19,0	19,0	19,0	19,0	0,5	16
Sep	14,3	14,3	18,4	7,0	0,0	0,0	19,0	18,5	18,5	18,5	6,2	186
Okt	9,5	9,5	17,8	7,0	0,0	0,0	18,9	18,0	18,0	18,0	12,5	388
Nov	4,1	4,1	17,1	7,0	0,0	0,8	18,9	17,4	17,4	17,8	20,1	602
Dez	0,9	0,9	16,7	7,0	0,0	1,6	18,9	17,0	17,0	17,9	25,5	790

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  $\Delta Q_{il} = \Delta Q_{ij} * \dots$  Tage

Reduzierung der Wärmeverluste in einem Jahr  $Q_{NA} = \sum \Delta Q_{il} = 4702,8 \text{ kWh/a}$

$H_y$  Spezifischer Lüftungswärmeverlust während der Heizunterbrechung =  $0,34 * 0,50 * V_L = 1.117 \text{ W/K}$

$H_{sb}$  Spezifischer Wärmeverlust während der Heizunterbrechung =  $H_T + H_V = 2.357 \text{ W/K}$

$H_{ic}$  Spezifischer Wärmeverlust zwischen den Bauteilen und dem Innenraum =  $4 * A_N / 0,13 = 80.868 \text{ W/K}$

$H_w$  Spezifischer Wärmeverlust aller leichten Bauteile ( $60 \text{ kg/m}^2$ )

$$H_w = 11,0 + 11,1 + 6,9 + 73,3 + 16,4 + 6,8 + 10,9 + 6,8 + 97,1 + 47,7 + 46,1 + 75,2 + 29,1 + 149,5 + 105,6 + 4,1 = 698 \text{ W/K}$$

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

$$H_{ce} = H_{ic} * (H_{sb} - H_w - H_V) / (H_{ic} - H_{sb} + H_w + H_V) = 546 \text{ W/K}$$

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

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

$$\tau_p \text{ Reaktionszeit der Bauteiltemperatur auf einen Wechsel der Heizleistung} = \zeta * C / (\xi * H_{sb}) = 63,71$$

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

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

$t_{nh}$  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

$$Q_t = (\sum L_D) * \Delta T * d - \Delta Q_{il}$$

Transmissionswärmeverluste

$$\sum L_D = 1240 \text{ W/K}$$

Heizunterbrechung

$$\Delta Q_{il} \text{ monatlich}$$

Lüftungswärmeverluste

$$H_V = 1340 \text{ W/K}$$

Interne Gewinne

$$\Phi_{i,M} = 13141 \text{ W}$$

Solare Gewinne

$$\Phi_S [\text{W}] \text{ (monatlich)}$$

Ausnutzungsgrad

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

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

	$t_A$ °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	15.816	17.950	9.777	4.205	1,00	19.785
Feb	1,9	13.581	15.403	8.830	4.024	1,00	16.130
Mär	4,7	12.595	14.261	9.700	9.485	0,99	7.670
Apr	9,2	8.359	9.458	6.537	11.177	0,69	102
Mai	14,1	4.319	4.887	3.302	5.903	0,34	0
Jun	16,7	1.962	2.220	1.458	2.723	0,15	0
Jul	19,0	–	–	–	–	0,00	–
Aug	18,6	353	399	297	455	0,03	–
Sep	14,3	4.009	4.536	3.808	4.737	0,40	0
Okt	9,5	8.373	9.474	8.782	7.857	0,90	1.208
Nov	4,1	12.697	14.380	9.460	3.337	1,00	14.279
Dez	0,9	15.903	18.050	9.777	2.244	1,00	21.932
	9,5	97.965	111.016	71.727	56.147		81.107

Jahres-Heizwärmebedarf  $Q_h = 81.107 \text{ kWh/a}$  ( $q_h = 30,9 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$ )

Heizzeit vom 5.11. bis 4.4. (150 Tage, Gl.27, Orientierungsgröße informativ)  
 erforderliche Heizleistung, Orientierungswert 110 kW (kein Bemessungswert)

Berechnungsgang für den Monat Januar

$$Q_t = (1239,6) * 18,0 * 31 * 24 / 1000 - 784,4 = 15816,3 \text{ kWh}$$

$$H_V * \Delta T * d = 1340,4 * 18,0 * 31 * 24 / 1000 = 17950,6 \text{ kWh}$$

$$\Phi_{i,M} * d = 13141,0 * 31 * 24 / 1000 = 9776,9 \text{ kWh}$$

$$\Phi_S * d = 5652,2 * 31 * 24 / 1000 = 4205,2 \text{ kWh}$$

$$\gamma = (9776,9 + 4205,2) / (15816,3 + 17950,6) = 0,41 \quad a = 1 + 410657 / (1239,6 + 1340,4) / 16 = 10,95$$

$$\eta = (1 - \gamma^a) / (1 - \gamma^{a+1}) = 1,000 / 1,000 / 0,992 / 0,691 / 0,338 \text{ (Jan / Feb / Mrz / Apr / Mai)}$$

### Wärmebedarf für Warmwasserbereitung

( Ref-No 6.12 )

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

$$Q_{tw} = A_N * q_{tw} = 2.628 * 12,5 = 32.853 \text{ kWh/a}$$

### Anlagentechnik (DIN V 4701-10)

( Ref-No 6.13 )

Anlagen-Aufwandszahl aus der Anlagenberechnung (siehe Haustechnik)

Heizung: Elt-Wärmepumpe ... freie Lüftung ... Warmwasser: mit Zirkulation - Energieträger: [Heizgas], [Strom]

---

Anlagen-Aufwandszahl  $e_p = 1,02$  – vorbehaltlich Nachweis Hersteller Haustechnik

Gesamt-Endenergie ohne Hilfsenergie, lokal  $Q_{WE,E} = 75.171 \text{ kWh/a}$  (28,6 kWh/(m<sup>2</sup>a))

Hilfsenergie, lokal  $Q_{HE,E} = 3.972 \text{ kWh/a}$  (1,5 kWh/(m<sup>2</sup>a))

### EnEV-Nachweis (2014)

( Ref-No 6.14 )

zulässiger, spezifischer Transmissionswärmeverlust für ein Wohngebäude

zul  $H_T = 0,50 \text{ W/(m}^2\text{K)}$  (EnEV '14, A1, Tab.2, freistehende Wohngebäude über 350 m<sup>2</sup>)

vorh  $H_T = 1239,6 / 3080,2 = 0,40 \leq 0,50 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

#### Grenzwert wird eingehalten

Höchstwert des grundflächenbezogenen Jahres-Primärenergiebedarfs

vorh.  $Q_p = (Q_h + Q_w) * e_p = 116.312 \text{ kWh/a}$ ,  $A_N = 2.628 \text{ m}^2$

$q_{P,Ref} = 54,08 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$  aus der Berechnung zum Referenzgebäude "Gebäude-REFERENZ-WG2014"

nach EnEV '14

vorh  $q_p = 116312 / 2628,2 = 44,3 \leq 54,1 \text{ kWh/(m}^2\text{a)} = q_{P,Ref}$

#### Grenzwert wird eingehalten

### Fensterflächenanteil

( Ref-No 6.16 )

Die wärmeübertragenden Umfassungsflächen enthalten 1323 m<sup>2</sup> Fassadenflächen, davon 766 m<sup>2</sup> Wandflächen und 557 m<sup>2</sup> Fensterflächen. Der Fensterflächenanteil beträgt 42%.

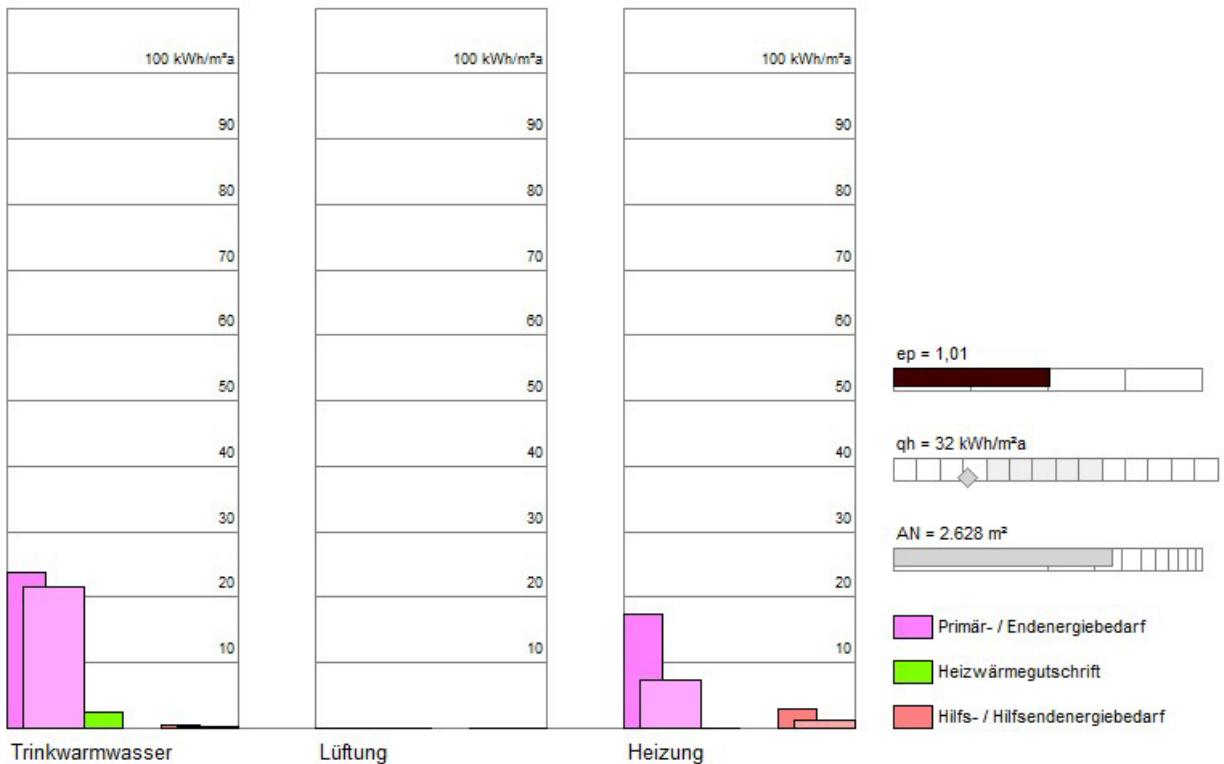
Die Sonneneintragskennwerte sind nach DIN 4108-2:2013 zu begrenzen (EnEV 2014)

## Haus- und Anlagentechnik (Wohngebäude)

Projekt Neubau Geschäftshaus mit 21 Ferienwohnungen

zur Gebäudeberechnung "Gebäude"

### Primär- und Endenergiebedarf



### Anlagenkurzbeschreibung ( Ref-No 7.4 )

mit Endenergie versorgter Bereich  $A_N = 2628 \text{ m}^2$

Heizwärmeverbrauch  $q_h = 31,9 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ , Trinkwasserwärmeverbrauch  $q_{tw} = 12,5 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$

Tabellenverfahren nach DIN V 4701-10 Anhang C.3

Heizung: Elt-Wärmepumpe ... freie Lüftung ... Warmwasser: mit Zirkulation ... Energieträger: [Heizgas], [Strom]

### 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.

### Anlage zur Warmwasserbereitung

(Ref-No 7.6)

mit Trinkwarmwasser versorger Bereich  $A_N = 2628 \text{ m}^2$

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)	$\alpha$ [%]	$f_P$	Anm.
Erzeuger I	1,09			0,08	100	1,10	901
Speicher		0,7	0,3	0,03			30
Verteilung		6,6	2,2	0,14			22
Erzeuger II							
	7,3		2,5	0,25		100	

901) BW-Kessel, Aufwandszahl  $e_{TW,g}$  und Hilfsenergiebedarf  $q_{TW,g,HE}$  nach DIN V 4701-10, Tab. C.1-4b (manuell) [Heizgas]

30) Indirekt beheizter Speicher innen, Wärmeverlust  $q_{TW,s}$ , Wärmegutschrift  $q_{h,TW,s}$  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 $\Sigma(e_{TW,g,i} * \alpha_{TW,g,i} * f_{P,i})$	1,20
Gl. 4.2-3, Primärenergiebedarf $q_{TW,P} = (12,5 + 7,3) * 1,20$	23,7 kWh/(m <sup>2</sup> a)
Gl. 4.2-4, Heizwärmegutschrift $q_{h,TW} = 2,5$	2,5 kWh/(m <sup>2</sup> a)
Gl. 4.2-5, Hilfsenergiebedarf $q_{TW,HE} = 0,08+0,03+0,14$	0,2 kWh/(m <sup>2</sup> a)
Gl. 4.2-5, Hilfsenergiebedarf $q_{TW,HE,P} = 0,2 * 2,4$	0,6 kWh/(m <sup>2</sup> a)

Endenergiebedarf  $Q_{TW,E} = (12,5 + 7,3) * (1,09 + 0,00) * 2628$

Hilfsenergiebedarf  $Q_{TW,HE,E} = 0,2 * 2628$

56.641 kWh/a

654 kWh/a

### Heizungsanlage

(Ref-No 7.8)

beheizter Bereich  $A_N = 2628 \text{ m}^2$

Heizwärmeverlust  $q_h = 31,9 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$

verbleibender Bedarf  $q_{h,0} = 31,9 - 2,5 = 29,4 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$

Anlagenteil	Aufwandszahl [-]	Verlust kWh/ (m <sup>2</sup> a)	Hilfsenergie kWh/ (m <sup>2</sup> a)	$\alpha$ %	$f_P$	Anm.
Erzeuger I	0,23		0,86	100	2,40	193
Erzeuger II	0,97		0,23		1,10	913
Speicher			0,07			207
Verteilung		1,9	0,33			216
Übergabe		0,4				259
	2,3		1,49		100	

193) Elektro-Wärmepumpe Erdreich/Wasser, 35/28°C, Aufwandszahl  $e_g$  und Hilfsenergiebedarf  $q_{g,HE}$  nach DIN V 4701-10 Tab. C.3-4c [Strom]

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

207) Pufferspeicher des Wärmeerzeugers innen, Systemtemperatur 35/28 °C, Wärmeverlust  $q_{H,S}$  und Hilfsenergiebedarf  $q_{H,S,HE}$  nach DIN V 4701-10, Tab. C.3-3

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

259) Fußboden- und andere Flächenheizungen, 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 $q_{h,0} = q_h - q_{h,TW} - q_{h,L} = 31,9 - 2,5$	29,4 kWh/(m <sup>2</sup> a)
Gl. 4.2-18, Aufwandszahl * Primärenergiefaktor $\Sigma(e_{H,g,i} * \alpha_{H,g,i} * f_{P,i})$	0,55
Gl. 4.2-18, Primärenergiebedarf $q_{H,P} = (29,4 + 2,3) * 0,55$	17,5 kWh/(m <sup>2</sup> a)
Gl. 4.2-19, Hilfsenergiebedarf $q_{H,HE,P} = (0,9+0,1+0,3) * 2,4$	3,0 kWh/(m <sup>2</sup> a)
Endenergiebedarf $Q_{H,E} = (29,4 + 2,3) * (0,23 + 0,00) * 2628$	19.164 kWh/a
Hilfsendenergiebedarf $Q_{H,HE,E} = 1,3 * 2628$	3.318 kWh/a

**Anlagen-Aufwandszahl**

( Ref-No 7.9 )

Strom aus erneuerbaren Energiequellen steht nicht zur Verfügung.

$Q_P = (23,7+0,6)*2.628+(17,5+3,0)*2.628$	117.833 kWh/a
Heizwärmebedarf $Q_h = q_h * A_N = 31,9 * 2628$	83.862 kWh/a
Trinkwasserwärmebedarf $Q_{tw} = q_{tw} * A_N = 12,5 * 2628$	32.853 kWh/a

Anlagen-Aufwandszahl $e_p = Q_P / (Q_h + Q_{tw}) = 117.833 / (83.862 + 32.853)$	<b>1,02 – vorbehaltlich          Nachweis Hersteller          Haustechnik</b>
---	---

Primärenergie  $Q_P = 117.833 \text{ kWh/a (44,8 kWh/(m}^2\text{a)}$

Endenergie ohne Hilfsenergie, lokal  $Q_{WE,E} = 56.641 + 19.164 = 75.805 \text{ kWh/a (28,8 kWh/(m}^2\text{a)}$

Hilfsendenergie, lokal  $Q_{HE,E} = 654 + 3.318 = 3.972 \text{ kWh/a (1,5 kWh/(m}^2\text{a)}$

Effizienzklasse auf Basis des Endenergiebedarfs  $(75805 + 3972 - 18204) / 2628,2 = 23,4 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$ , Korrektur für Solarthermie 18204 kWh/a

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

**Energiebedarf nach Energieträgern**

( Ref-No 7.11 )

Bedarfswerte auch für den Energieausweis

Energieträger	Endenergie kWh/a	$f_P$	Primärenergie kWh/a
[Heizgas]	56.641	71 %	62.305
[Strom]	19.164	24 %	45.994
Hilfsenergie (Strom)	3.972	5 %	9.534
	79.778	100 %	117.833
			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)
[Heizgas]	0,0	21,6	0,0	21,6
[Strom]	7,3	0,0	0,0	7,3
Hilfsenergie Strom	1,3	0,3	0,0	1,5

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

Nachweis für privat genutzte Gebäude

Wärme- und Kälteenergiebedarf =  $75.805 + 64.152 = 139.957 \text{ kWh/Jahr}$  (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 [Hzg-WP]	83.314	59,5 %	50,0 %	119,0 %
				119,0 %

Deckungsanteil durch Einsparung von Energie

	Grenzwert	erzielt	Unterschreitung erzielt	Unterschreitung gefordert	Nutzungs- anteil
HT' - Wert QP	W/ (m <sup>2</sup> K) kWh/ (m <sup>2</sup> a)	0,50 54,1	0,42 44,8	16,6 % 17,1 %	15,0 % 15,0 %

erreichter Nutzungsanteil, Summe = 229,5 % ≥ Nutzungspflichtanteil = 100 %

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

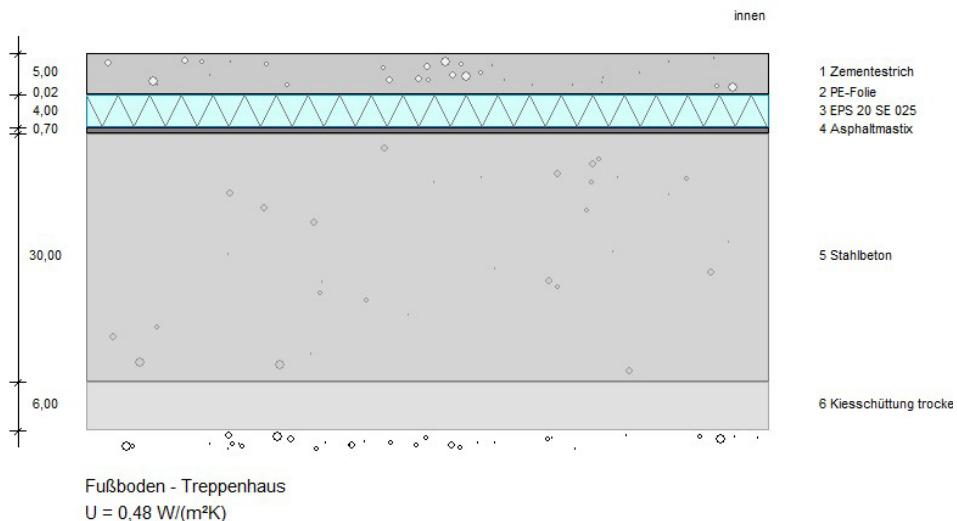
Geothermie (Sole) und Umweltwärme (Luft) können im Zusammenhang mit Wärmepumpen, Kälteerzeugern oder bei direkter Kälteentnahme aus dem Erdboden bilanziert werden. Wärmepumpen müssen über Jahresarbeitszahlen von mindesten 3,5 für Luft-Wasser-WP (3,3 wenn auch WW erzeugt wird) bzw. 4,0 für andere WP (3,8 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.

## Bauteilquerschnitt

Projekt Neubau Geschäftshaus mit 21 Ferienwohnungen

### Bauteil: Fußboden - Treppenhaus

( Ref-No 1.0 )



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

### 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
$R_{\text{si}}$					0,170
01 Zementestrich	5,00	2000	100,0	1,400	0,036
02 PE-Folie	0,02	1000	0,2	—	—
03 EPS 20 SE 025	4,00	20	0,8	0,025	1,600
04 Asphaltmastix	0,70	2000	14,0	0,170	0,041
05 Stahlbeton	30,00	2400	720,0	2,100	0,143
06 Kiesschüttung trocken	6,00	1800	108,0	0,700	0,086
$R_{\text{se}}$					0,000
	d = 45,72		G = 943,0		R <sub>T</sub> = 2,08

Wärmedurchgangskoeffizient  $U = 0,482 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  (ohne Korrekturen)

### Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

( Ref-No 1.8.1 )

Bodenplatte auf Erdreich. Mindestanforderungen nach Tabelle 3.

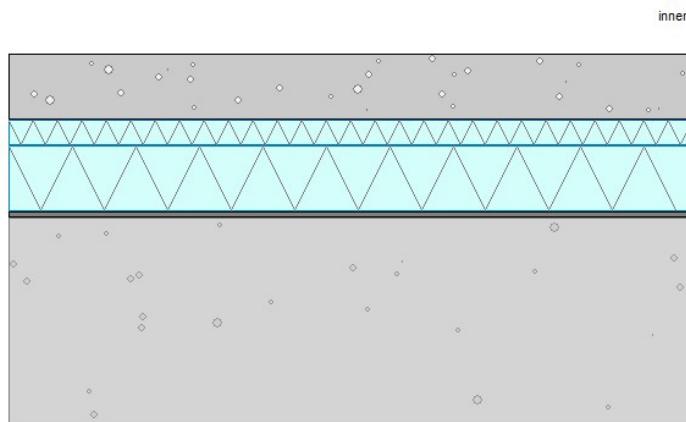
$R = 1,91 \geq 0,90 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$  erfüllt die Anforderungen

## Bauteilquerschnitt

Projekt Neubau Geschäftshaus mit 21 Ferienwohnungen

### Bauteil: Kellerdecke

( Ref-No 1.0 )



Kellerdecke  
 $U = 0,28 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

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

### Querschnitt

( Ref-No 1.3 )

von innen	s cm	$\rho$ $\text{kg}/\text{m}^3$	$g$ $\text{kg}/\text{m}^2$	$\lambda$ $\text{W}/(\text{mK})$	R $\text{m}^2\text{K}/\text{W}$
$R_{si}$					0,170
01 Zementestrich	8,00	2000	160,0	1,400	0,057
02 PE-Folie	0,02	1000	0,2	—	—
03 EPS 20 SE 045	3,00	20	0,6	0,045	0,667
04 EPS 20 SE 035	8,00	20	1,6	0,035	2,286
05 Asphaltmastix	0,70	2000	14,0	0,170	0,041
06 Stahlbetondecke	25,00	2400	600,0	2,000	0,125
$R_{se}$					0,170
$d = 44,72$					
$G = 776,4$					
$R_T = 3,52$					

Wärmedurchgangskoeffizient  $U = 0,284 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  (ohne Korrekturen)

### Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

( Ref-No 1.8.1 )

Kellerdecke. Mindestanforderungen nach Tabelle 3.

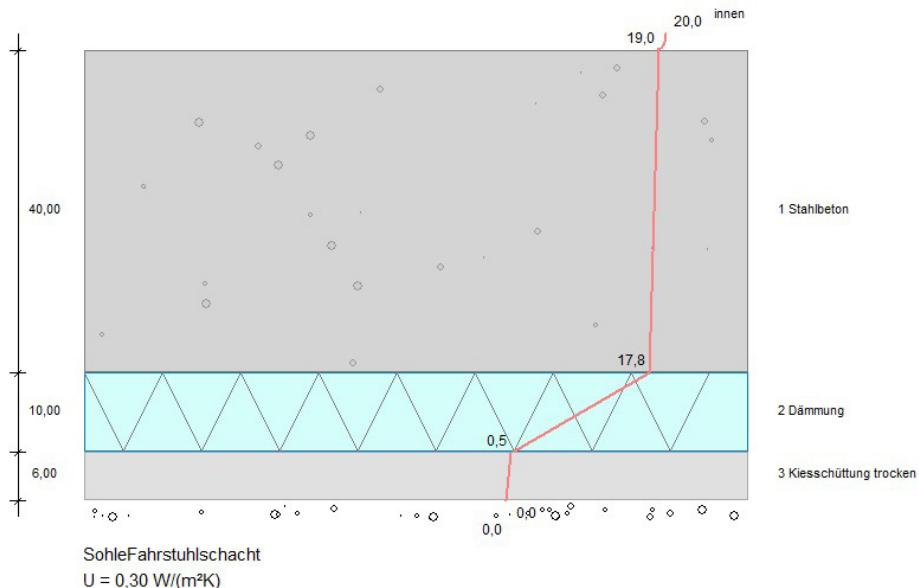
$R = 3,18 \geq 0,90 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$  erfüllt die Anforderungen

## Bauteilquerschnitt

Projekt Neubau Geschäftshaus mit 21 Ferienwohnungen

### Bauteil: Sohle Fahrstuhlschacht

(Ref-No 1.0)



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

### 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 Stahlbeton	40,00	2400	960,0	2,100
02 Dämmung	10,00	15	1,5	0,035
03 Kiesschüttung trocken	6,00	1800	108,0	0,700
$R_{se}$				0,000
	d = 56,00	G = 1069,5		R <sub>T</sub> = 3,30

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

### Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

(Ref-No 1.8.1)

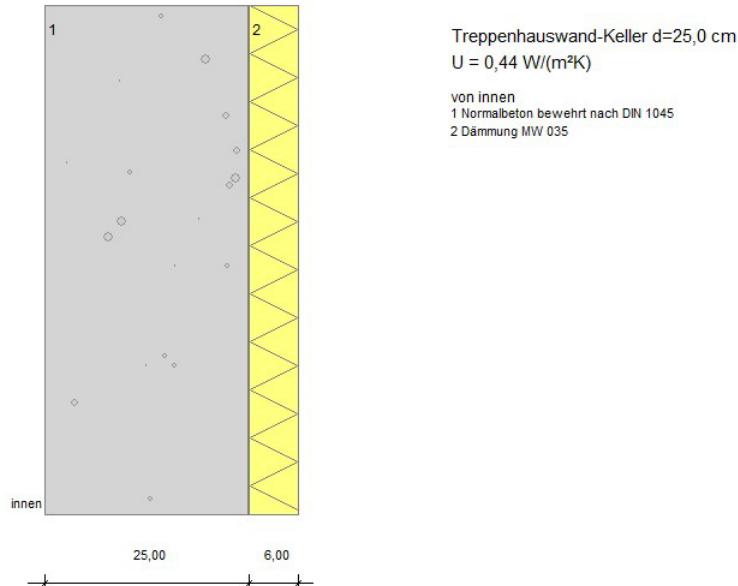
Sohlplatten, unmittelbar an das Erdreich grenzend bis zu einer Raumtiefe von 5 m (DIN 4108-2:2013. Mindestanforderungen nach Tabelle 3.

R = 3,13 ≥ 0,90 m<sup>2</sup>K/W erfüllt die Anforderungen

## Bauteilquerschnitt

Projekt Neubau Geschäftshaus mit 21 Ferienwohnungen

### Bauteil: Treppenhauswand-Keller d=25,0 cm ( Ref-No 1.0 )



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

### Querschnitt ( Ref-No 1.3 )

von innen	s cm	$\rho$ $\text{kg}/\text{m}^3$	$\lambda$ $\text{W}/(\text{mK})$	R $\text{m}^2\text{K}/\text{W}$
$R_{si}$				0,130
01 Normalbeton bewehrt nach DIN 1045	25,00	2400	600,0	2,100
02 Dämmung MW 035	6,00	30	1,8	0,030
$R_{se}$				2,000
				0,040
	d = 31,00		G = 601,8	R <sub>T</sub> = 2,29

Wärmedurchgangskoeffizient  $U = 0,437 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  (ohne Korrekturen)

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

Außenwand gegen Erdreich. Mindestanforderungen nach Tabelle 3.

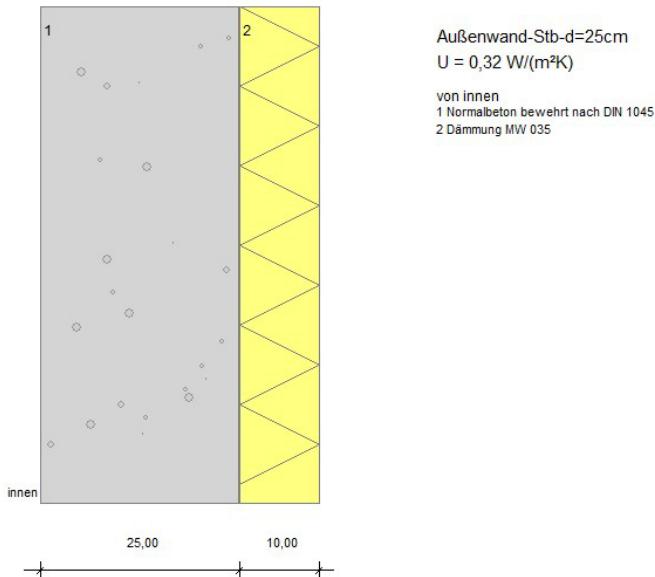
$R = 2,12 \geq 1,20 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$  erfüllt die Anforderungen

## Bauteilquerschnitt

Projekt Neubau Geschäftshaus mit 21 Ferienwohnungen

### Bauteil: Außenwand-Stb. d=25cm

( Ref-No 1.0 )



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

### Querschnitt

( Ref-No 1.3 )

von innen	$s$ cm	$\rho$ $\text{kg}/\text{m}^3$	$kg/\text{m}^2$	$\lambda$ $\text{W}/(\text{mK})$	$R$ $\text{m}^2\text{K}/\text{W}$
$R_{si}$					0,130
01 Normalbeton bewehrt nach DIN 104	25,00	2400	600,0	2,100	0,119
02 Dämmung MW 035	10,00	30	3,0	0,035	2,857
$R_{se}$					0,040
	$d = 35,00$		$G = 603,0$		$R_T = 3,15$

Wärmedurchgangskoeffizient  $U = 0,318 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  (ohne Korrekturen)

### Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

( Ref-No 1.8.1 )

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

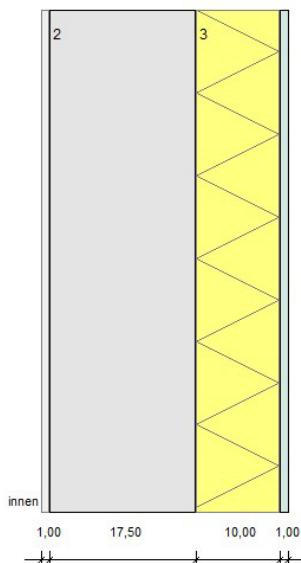
$R = 2,98 \geq 1,20 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$  erfüllt die Anforderungen

## Bauteilquerschnitt

Projekt Neubau Geschäftshaus mit 21 Ferienwohnungen

### Bauteil: Außenwand PP4-d=17,5cm + WDVS

( Ref-No 1.0 )



Außenwand PP4-d=17,5cm + WDVS

$U = 0,23 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

von innen

1 Gipsputz

2 Ytong PPW 4 - 0,55

3 WDVS-Dämmplatte 035

4 Putz K+A (WDVS)

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

### Querschnitt ( Ref-No 1.3 )

von innen	s cm	$\rho$ $\text{kg}/\text{m}^3$	$\lambda$ $\text{W}/(\text{mK})$	R $\text{m}^2\text{K}/\text{W}$
$R_{si}$				0,130
01 Gipsputz	1,00	1200	12,0	0,350
02 Ytong PPW 4 - 0,55	17,50	550	96,3	0,140
03 WDVS-Dämmplatte 035	10,00	120	12,0	0,035
04 Putz K+A (WDVS)	1,00	1400	14,0	0,870
$R_{se}$				0,040
$d = 29,50$		$G = 134,3$		$R_T = 4,32$

Wärmedurchgangskoeffizient  $U = 0,232 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  (ohne Korrekturen)

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

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

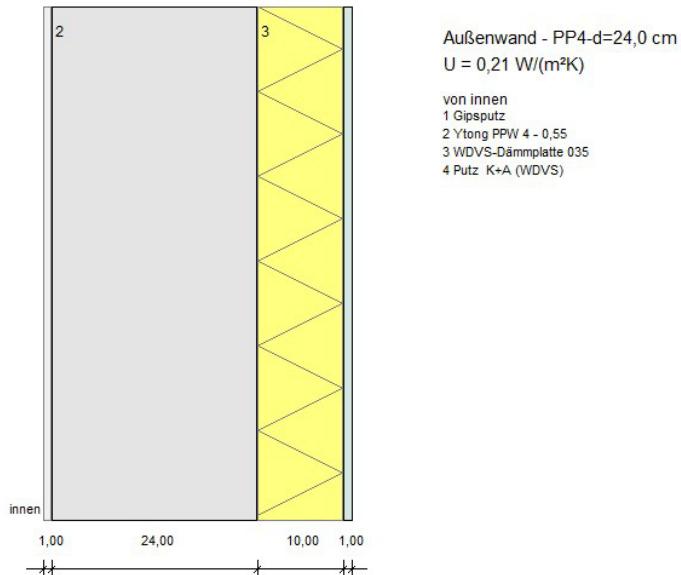
$R = 4,15 \geq 1,20 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$  erfüllt die Anforderungen

## Bauteilquerschnitt

Projekt Neubau Geschäftshaus mit 21 Ferienwohnungen

### Bauteil: Außenwand - PP4-d=24,0 cm

( Ref-No 1.0 )



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

### Querschnitt ( Ref-No 1.3 )

von innen	s cm	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>	kg/m <sup>2</sup>	$\lambda$ W / (mK)	R $\text{m}^2\text{K}/\text{W}$
$R_{si}$					0,130
01 Gipsputz	1,00	1200	12,0	0,350	0,029
02 Ytong PPW 4 - 0,55	24,00	550	132,0	0,140	1,714
03 WDVS-Dämmplatte 035	10,00	120	12,0	0,035	2,857
04 Putz K+A (WDVS)	1,00	1400	14,0	0,870	0,011
$R_{se}$					0,040
	d = 36,00		G = 170,0		R <sub>T</sub> = 4,78

Wärmedurchgangskoeffizient  $U = 0,209 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  (ohne Korrekturen)

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

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

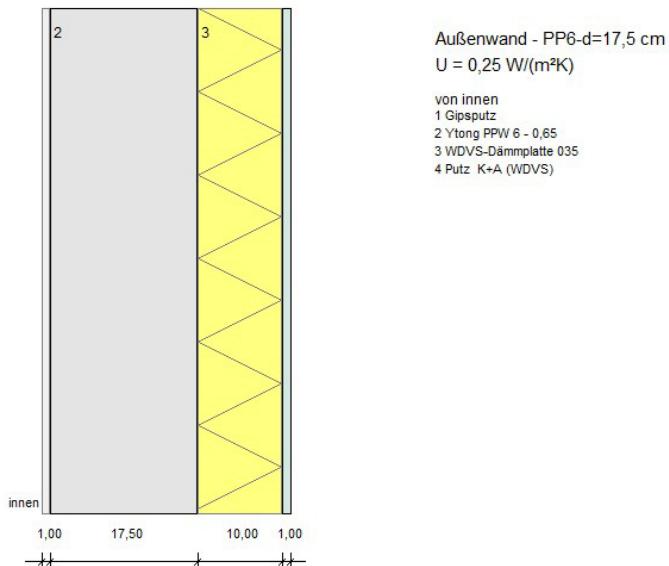
$R = 4,61 \geq 1,20 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$  erfüllt die Anforderungen

## Bauteilquerschnitt

Projekt Neubau Geschäftshaus mit 21 Ferienwohnungen

### Bauteil: Außenwand - PP6-d=17,5 cm

( Ref-No 1.0 )



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

### Querschnitt ( Ref-No 1.3 )

von innen	s cm	$\rho$ $\text{kg}/\text{m}^3$	$\lambda$ $\text{W}/(\text{mK})$	R $\text{m}^2\text{K}/\text{W}$
$R_{si}$				0,130
01 Gipsputz	1,00	1200	12,0	0,350
02 Ytong PPW 6 - 0,65	17,50	650	113,8	0,180
03 WDVS-Dämmplatte 035	10,00	120	12,0	0,035
04 Putz K+A (WDVS)	1,00	1400	14,0	0,870
$R_{se}$				0,040
	d = 29,50	G = 151,8		$R_T = 4,04$

Wärmedurchgangskoeffizient  $U = 0,248 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  (ohne Korrekturen)

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

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

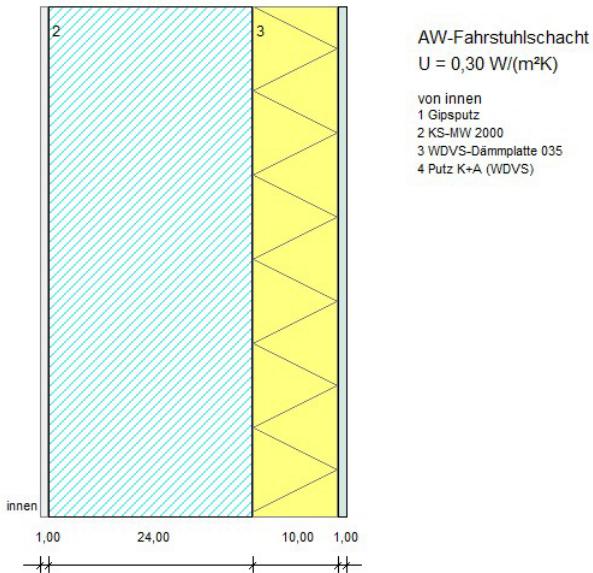
$R = 3,87 \geq 1,20 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$  erfüllt die Anforderungen

## Bauteilquerschnitt

Projekt Neubau Geschäftshaus mit 21 Ferienwohnungen

### Bauteil: AW-Fahrstuhlschacht

( 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>	$\lambda$ W/(mK)	R m <sup>2</sup> K/W
$R_{si}$				0,130
01 Gipsputz	1,00	1200	12,0	0,350
02 KS-MW 2000	24,00	2000	480,0	1,100
03 WDVS-Dämmplatte 035	10,00	120	12,0	0,035
04 Putz K+A (WDVS)	1,00	1200	12,0	0,440
$R_{se}$				0,040
	d = 36,00	G = 516,0		R <sub>T</sub> = 3,30

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

### Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

( Ref-No 1.8.1 )

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

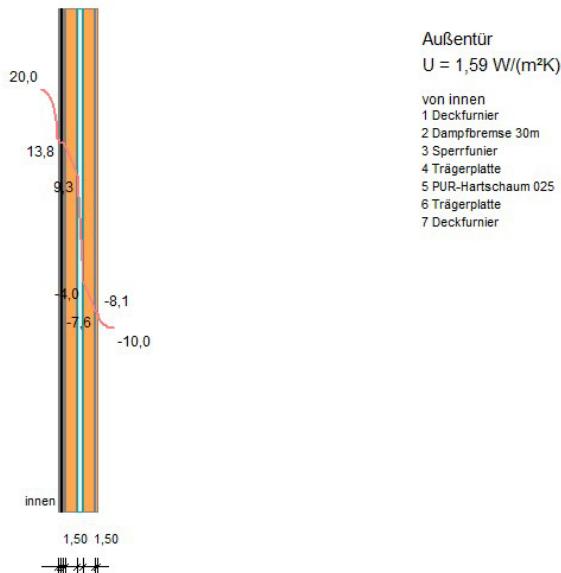
$R = 3,13 \geq 1,20 \text{ m}^2\text{K/W}$  erfüllt die Anforderungen

## Bauteilquerschnitt

Projekt Neubau Geschäftshaus mit 21 Ferienwohnungen

### Bauteil: Außentür

( Ref-No 1.0 )



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

### Querschnitt

( Ref-No 1.3 )

von innen	s cm	$\rho$ $\text{kg}/\text{m}^3$	kg/ $\text{m}^2$	$\lambda$ $\text{W}/(\text{mK})$	R $\text{m}^2\text{K}/\text{W}$
$R_{si}$					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
$d = 4,33$		$G = 29,0$		$R_T = 0,63$	

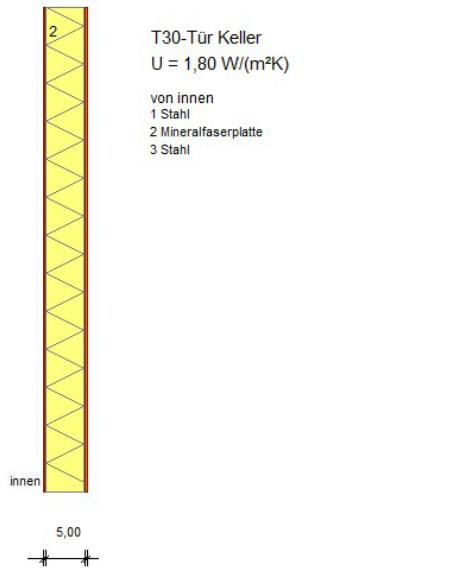
Wärmedurchgangskoeffizient  $U = 1,587 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  (ohne Korrekturen)

## Bauteilquerschnitt

Projekt Neubau Geschäftshaus mit 21 Ferienwohnungen

### Bauteil: T30-Tür Keller

( Ref-No 1.0 )



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

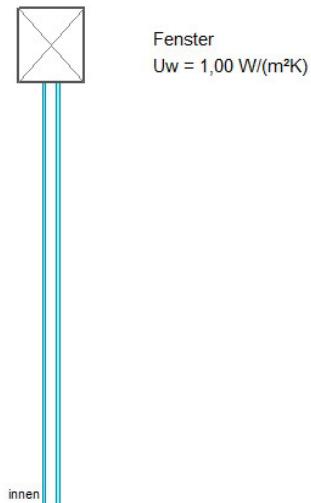
Wärmedurchgangskoeffizient  $U = 1,800 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  (manuell festgelegt)

## Bauteilquerschnitt

Projekt Neubau Geschäftshaus mit 21 Ferienwohnungen

### Bauteil: Fenster

( Ref-No 1.0 )



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

### Fenster

( Ref-No 1.5.1 )

NEUTRALUX ensolar 3 Kr 0.6/36, 4/12/4/12/4, Ug=0.6, g=61%, Rw=32  
Rahmen aus Profilen  $U_f$  1.3 - 1.6 W/(m<sup>2</sup>K), 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       $U_w = 1,00 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$        $U_{w,BW} = 1,00 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$       g = 61 %

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

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

Einelnachweis für die Verglasung  $U_{g,BW} = 0,60 + 0,10 = 0,70 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$   
Bemessungswert der Verglasung im Fall von Ersatz und Erneuerung, DIN V 4108-4:2004, 5.3  
+0.10 Korrektur für einfaches Sprossenkreuz im SZR

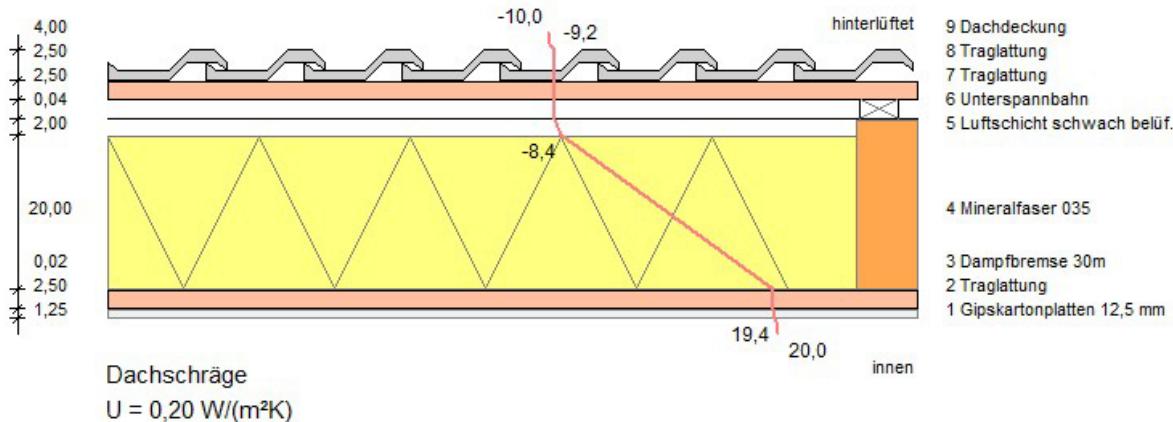
$U_w = 1,00 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  wird für die weiteren Berechnungen angenommen

## Bauteilquerschnitt

Projekt Neubau Geschäftshaus mit 21 Ferienwohnungen

### Bauteil: Dachschräge

( Ref-No 1.0 )



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	$\rho$ $\text{kg}/\text{m}^3$	$\lambda$ $\text{W}/(\text{mK})$	R $\text{m}^2\text{K}/\text{W}$
$R_{si}$				0,130
01 Gipskartonplatten 12,5 mm	1,25	900	11,3	0,210
02 Traglattung	2,50	-	2,0	-
03 Dampfbremse 30m	0,02	1000	0,2	-
04 Mineralfaser 035	20,00	30	6,0	0,035
05 Luftsicht schwach belüf.	2,00	1	0,0	-
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
$d = 34,81$		$G = 63,5$		$R_T = 6,25$

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

$$\Rightarrow R = (1500/1000*5,949 + (-500)/1000*5,774 = 6,04 \text{ m}^2\text{K}/\text{W} \text{ (EN ISO 6946:2008, Gl.2)}$$

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

$$U_{Gefach} = 0,160 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$$

## Rahmenbereich

Rahmenbreite	Achsabstand	zusammengesetztes Bauteil				
8,0 cm	100,0 cm	8,0 %	73,4 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		22,00	600	132,0	0,130	1,692
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
		34,81		187,4		R <sub>T</sub> = 1,96

$$U_{(R)} = 0,510 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

$$R'_T = 1 / (92,00\% * 1/6,247 + 8,00\% * 1/1,962) = 5,32 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R''_T = 0,13 + 1/(0,920/0,060+0,080/0,060) + 1/(0,920/5,714+0,080/1,538) +$$

$$1/(0,920/0,175+0,080/0,154) + 0,08 = 5,14 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R_T = (R'_T + R''_T)/2 = 5,23 \text{ m}^2\text{K/W} \text{ (maximaler Fehler} = R'_T - R''_T / 2 * R_T = 2\%)$$

$$\text{Wärmedurchgangskoeffizient} U_C = 0,191 + 0,012 = \mathbf{0,203 \text{ W/(m}^2\text{K)}}$$

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

U-Wert Gesamtkorrektur = 6%

## 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> 6,04 ≥ 1,75 m<sup>2</sup>K/W erfüllt die Anforderungen

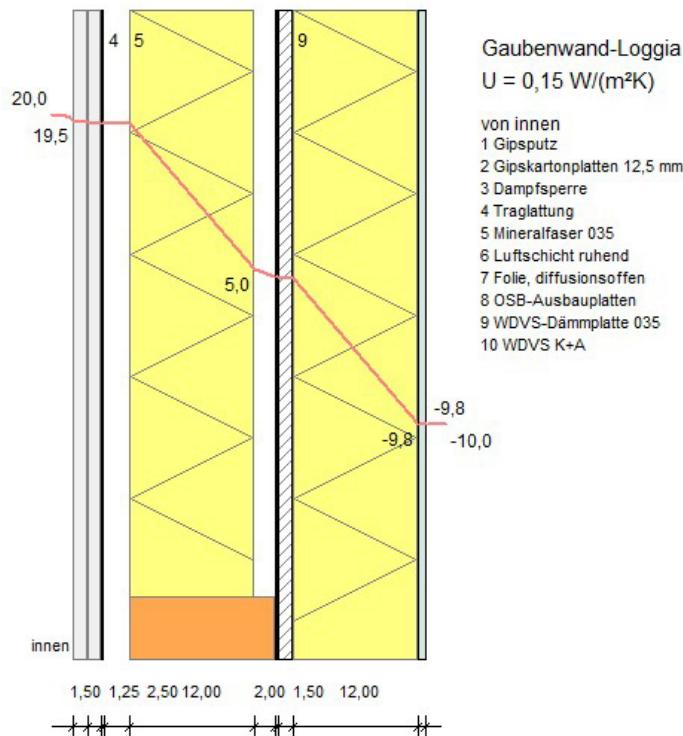
R 5,02 ≥ 1,00 m<sup>2</sup>K/W erfüllt die Anforderungen

## Bauteilquerschnitt

Projekt Neubau Geschäftshaus mit 21 Ferienwohnungen

### Bauteil: Gaubenwand-Loggia

( Ref-No 1.0 )



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

### Querschnitt

( Ref-No 1.3 )

von innen	s cm	$\rho$ $\text{kg}/\text{m}^3$	$\lambda$ $\text{W}/(\text{mK})$	R $\text{m}^2\text{K}/\text{W}$
$R_{si}$				0,130
01 Gipsputz	1,50	1200	18,0	0,043
02 Gipskartonplatten 12,5 mm	1,25	900	11,3	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
06 Luftschicht ruhend	2,00	1	0,0	0,160
07 Folie, diffusionsoffen	0,02	1000	0,2	–
08 OSB-Ausbauplatten	1,50	650	9,8	0,043
09 WDVS-Dämmplatte 035	12,00	130	15,6	0,035
10 WDVS K+A	0,70	1400	9,8	0,008
$R_{se}$				0,040
	d = 33,57	G = 71,3	$R_T = 7,34$	

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

## 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

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

$$\begin{aligned}
 R'_T &= 1 / (90,40\% * 1/7,337 + 9,60\% * 1/4,819) = 6,99 \text{ m}^2\text{K/W} \\
 R''_T &= 0,13 + 1/(0,904/0,043+0,096/0,043) + 1/(0,904/0,050+0,096/0,050) + \\
 &1/(0,904/0,006+0,10/0,17) + 1/(0,904/3,429+0,096/0,923) + 1/(0,904/0,160+0,096/0,154) + \\
 &1/(0,904/0,043+0,096/0,043) + 1/(0,904/3,429+0,096/3,429) + 1/(0,904/0,008+0,096/0,008) + 0,04 \\
 &= 6,63 \text{ m}^2\text{K/W} \\
 R_T &= (R'_T + R''_T)/2 = 6,81 \text{ m}^2\text{K/W} \text{ (maximaler Fehler} = R'_T - R''_T / 2 * R_T = 3\% \text{)}
 \end{aligned}$$

Wärmedurchgangskoeffizient  $U = 0,147 \text{ W/(m}^2\text{K)}$  (ohne Korrekturen)

## Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

(Ref-No 1.8.1)

Wände beheizter Räume gegen Außenluft, Erdreich, Tiefgaragen (DIN 4108-2:2013). Erhöhte Anforderungen für leichte Bauteile mit einer flächenbezogenen Gesamtmasse < 100 kg/m<sup>2</sup>

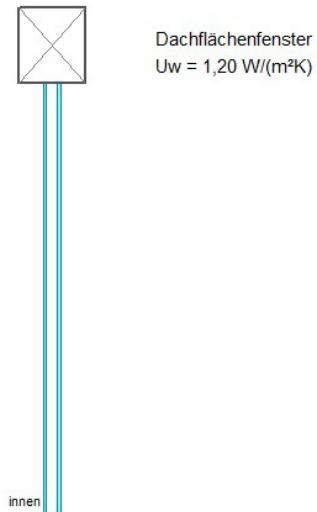
$R(G) \geq 1,75 \text{ m}^2\text{K/W}$  erfüllt die Anforderungen  
 $R \geq 1,00 \text{ m}^2\text{K/W}$  erfüllt die Anforderungen

## Bauteilquerschnitt

Projekt Neubau Geschäftshaus mit 21 Ferienwohnungen

### Bauteil: Dachflächenfenster

( Ref-No 1.0 )



Dachflächenfenster  
 $U_w = 1,20 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Dachflächenfenster  
2 Scheibenverglasung "5-Star", 6-12-2x3

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

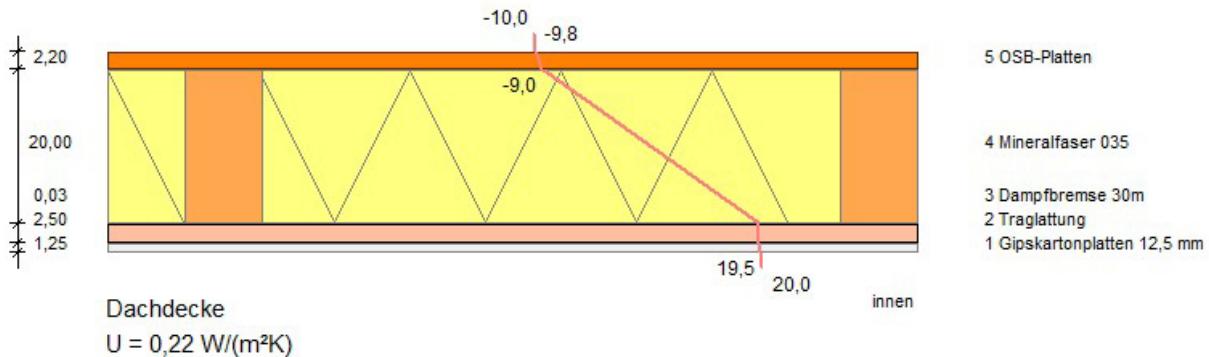
Wärmedurchgangskoeffizient  $U = 1,200 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  (manuell festgelegt)  
(Fenster mit  $A_g = 70\%$  Verglasung, Energiedurchlassgrad  $g = 42\%$ , Lichttransmissionsgrad  $t_{D65} = 0,78$ )

## Bauteilquerschnitt

Projekt Neubau Geschäftshaus mit 21 Ferienwohnungen

### Bauteil: Dachdecke

( Ref-No 1.0 )



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

### Querschnitt

( Ref-No 1.3 )

von innen	s cm	$\rho$ $\text{kg}/\text{m}^3$	$kg/\text{m}^2$	$\lambda$ $\text{W}/(\text{mK})$	R $\text{m}^2\text{K}/\text{W}$
$R_{si}$					0,100
01 Gipskartonplatten 12,5 mm	1,25	900	11,3	0,210	0,060
02 Traglattung	2,50	–	2,0	–	–
03 Dampfbremse 30m	0,03	–	–	–	–
04 Mineralfaser 035	20,00	30	6,0	0,035	5,714
05 OSB-Platten	2,20	650	14,3	0,130	0,169
$R_{se}$					0,040
$d = 25,98$		$G = 33,5$		$R_T = 6,08$	

$U_{\text{Gefach}} = 0,164 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

## Rahmenbereich

Rahmenbreite	Achsabstand	zusammengesetztes Bauteil				
10,0 cm	85,0 cm	11,8 %	47,0 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>						0,100
01 Gipskartonplatten 12,5 mm	1,25	900	11,3	0,210	0,060	
02 Traglattung	2,50	–	2,0	–	–	
03 Dampfbremse 30m	0,03	–	–	–	–	
04 Nadelholz	20,00	600	120,0	0,130	1,538	
05 OSB-Platten	2,20	650	14,3	0,130	0,169	
R <sub>se</sub>						0,040
	25,98		147,6		R <sub>T</sub> =	1,91

$$U_{(R)} = 0,524 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

$$R'_{T} = 1 / (88,24\% * 1/6,083 + 11,76\% * 1/1,907) = 4,84 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R''_{T} = 0,10 + 1/(0,882/0,060+0,118/0,060) + 1/(0,882/5,714+0,118/1,538) +$$

$$1/(0,882/0,169+0,118/0,169) + 0,04 = 4,70 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R_T = (R'_{T} + R''_{T})/2 = 4,77 \text{ m}^2\text{K/W} \text{ (maximaler Fehler} = R'_{T} - R''_{T} / 2 * R_T = 1\%)$$

$$\text{Wärmedurchgangskoeffizient } U_c = 0,210 + 0,014 = \mathbf{0,223 \text{ W/(m}^2\text{K)}}$$

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

U-Wert Gesamtkorrektur = 6%

## 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>

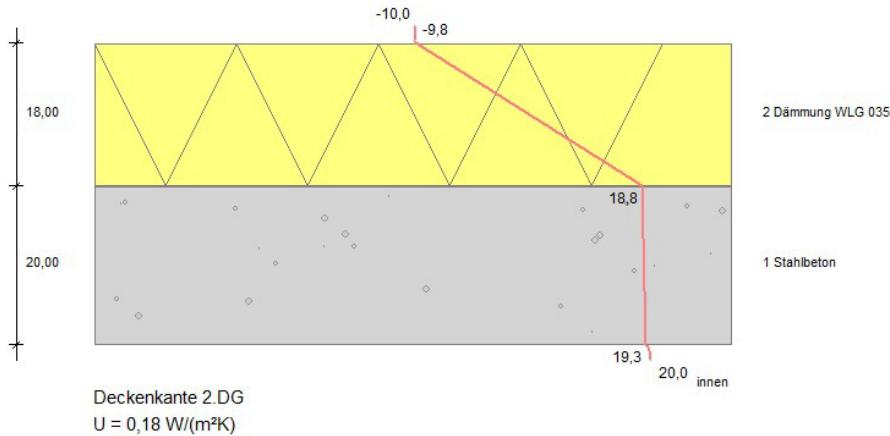
R (G) 5,94 ≥ 1,75 m<sup>2</sup>K/W erfüllt die Anforderungen  
 R 4,63 ≥ 1,00 m<sup>2</sup>K/W erfüllt die Anforderungen

## Bauteilquerschnitt

Projekt Neubau Geschäftshaus mit 21 Ferienwohnungen

### Bauteil: Deckenkante 2.DG

( Ref-No 1.0 )



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

### Querschnitt

( Ref-No 1.3 )

von innen	$s$ cm	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>	$kg/m^2$	$\lambda$ W/(mK)	R m <sup>2</sup> K/W
$R_{si}$					0,130
01 Stahlbeton	20,00	2400	480,0	2,100	0,095
02 Dämmung WLG 035	18,00	20	3,6	0,035	5,143
$R_{se}$					0,040
	$d = 38,00$		$G = 483,6$		$R_T = 5,41$

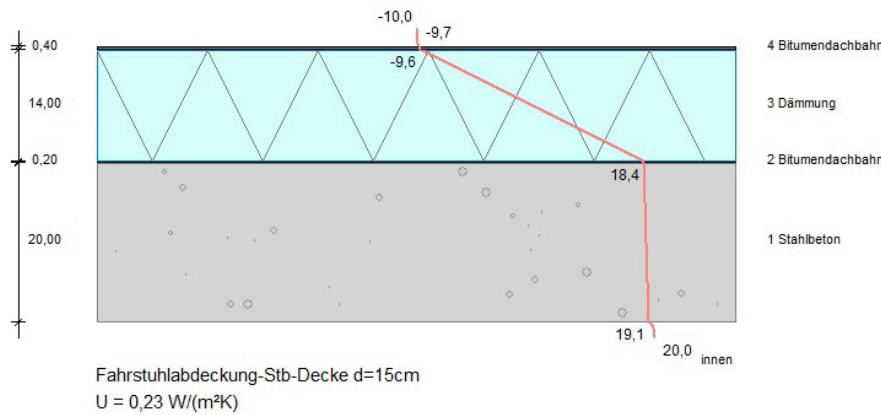
Wärmedurchgangskoeffizient  $U = 0,185 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  (ohne Korrekturen)

## Bauteilquerschnitt

Projekt Neubau Geschäftshaus mit 21 Ferienwohnungen

### Bauteil: Fahrstuhlabdeckung-Stb-Decke d=15cm

( Ref-No 1.0 )



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

### Querschnitt

( Ref-No 1.3 )

von innen	s cm	$\rho$ $\text{kg}/\text{m}^3$	$g$ $\text{kg}/\text{m}^2$	$\lambda$ $\text{W}/(\text{mK})$	R $\text{m}^2\text{K}/\text{W}$
$R_{si}$					0,130
01 Stahlbeton	20,00	2400	480,0	2,100	0,095
02 Bitumendachbahn	0,20	1200	2,4	-	-
03 Dämmung	14,00	30	4,2	0,035	4,000
04 Bitumendachbahn	0,40	1200	4,8	0,170	0,024
$R_{se}$					0,040
$d = 34,60$		$G = 491,4$		$R_T = 4,29$	

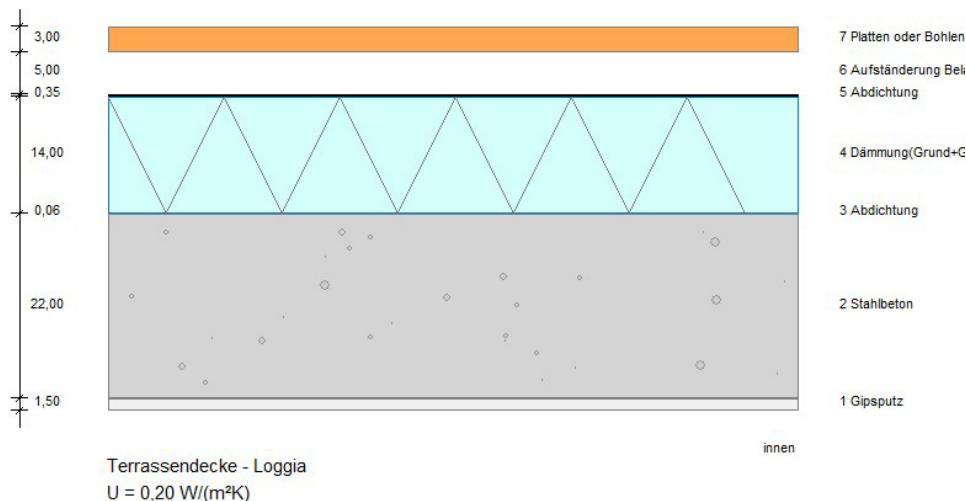
Wärmedurchgangskoeffizient  $U = 0,233 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  (ohne Korrekturen)

## Bauteilquerschnitt

Projekt Neubau Geschäftshaus mit 21 Ferienwohnungen

### Bauteil: Terrassendecke - Loggia

( Ref-No 1.0 )



Bauteiltyp "Decke gegen die Außenluft"  
 mit den Wärmeübergangswiderständen  $R_{si} = 0,10$  und  $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$

### Querschnitt

( Ref-No 1.3 )

von innen	s cm	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>	$\lambda$ W/(mK)	R m <sup>2</sup> K/W
$R_{si}$				0,100
01 Gipsputz	1,50	1200	18,0	0,350
02 Stahlbeton	22,00	2400	528,0	2,100
03 Abdichtung	0,06	2000	1,2	—
04 Dämmung(Grund+Gefälledämmung)	14,00	20	2,8	0,030
05 Abdichtung	0,35	2000	7,0	0,170
06 Aufständerung Belag	5,00	—	2,0	—
07 Platten oder Bohlenbelag	3,00	800	24,0	0,200
$R_{se}$				0,040
	d = 45,91	G = 583,0		R <sub>T</sub> = 5,12

Wärmedurchgangskoeffizient  $U = 0,195 \text{ W/(m}^2\text{K)}$  (ohne Korrekturen)

### Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

( Ref-No 1.8.1 )

Dachdecke unter Terrasse. Mindestanforderungen nach Tabelle 3.

$R = 4,98 \geq 1,20 \text{ m}^2\text{K/W}$  erfüllt die Anforderungen