

E n e r g i e e i n s p a r n a c h w e i s

nach der Energieeinsparverordnung EnEV 2009

vom 29.04.2009

"Wohngebäude"

Änderung von bestehenden Gebäuden nach §9 der EnEV

KfW-Gebäudesanierung

Effizienzhaus 100 (EnEV2009)

Erweiterungen und Ausbauten von Wohngebäuden gemäß §9 Absatz 5 der EnEV

öffentlich rechtlicher Nachweis

nach dem "Monatsbilanzverfahren" der DIN V 4108-6:2003-06

und Berechnung der Anlagentechnik nach DIN V 4701-10:2003-08

Projekt Kurzbeschreibung: Sanierung Elbstraße

22.Feb 2013

Bauvorhaben : energetische Sanierung Wohnhaus

Bearbeiter : Jan-Holger Kahl

Objektstandort

Baujahr 1890

Straße/Hausnr. : Elbstraße 60

Plz/Ort : 06862 Dessau Roßlau

Gemarkung : Roßlau

Flurstücknummer: -----

Hauseigentümer/Bauherr

Name/Firma : Frank und Andreas Hänsch

Straße/Hausnr. : Dessauer Straße 16

Plz/Ort : 06844 Dessau-Roßlau OT Waldersee

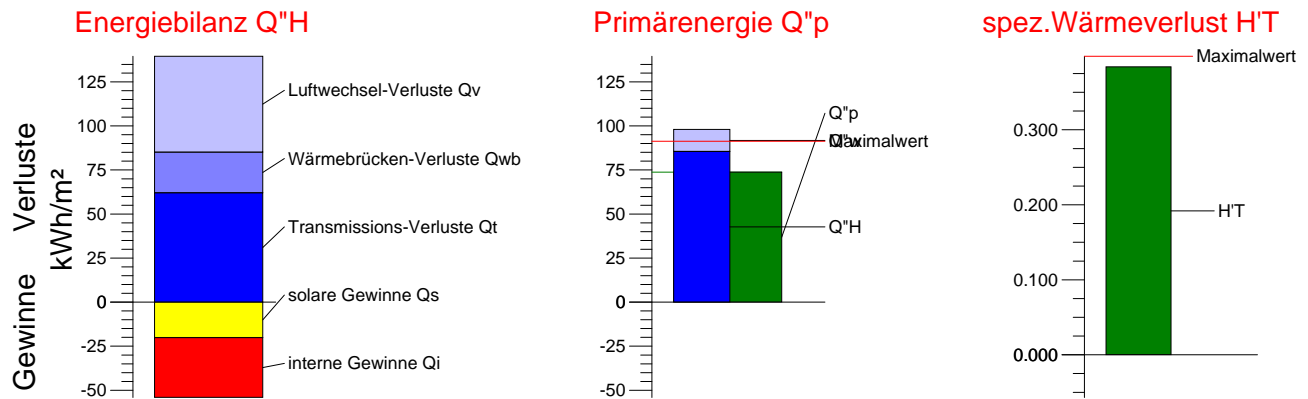
Telefon / Fax : 0340 2161175

| Name, Anschrift und Funktion des Ausstellers | Datum und Unterschrift, ggf. Stempel/Firmenzeichen |
|---|--|
| Jan-Holger Kahl Architekturbüro Ludwig-Würdig-Straße 10 06846 Dessau | 25.Feb 2013 |

Tabelle der verwendeten Bauteile

| | Bauteil | Fläche [m ²] | U-Wert * Faktor [W/m ² K] | Gewinn [kWh/a] | Verlust [kWh/a] |
|---|--------------------------|-----------------------------|---|-------------------|--------------------|
| 1 | Wand | 207.18 | 0.270 | 314 | 4908 |
| 2 | Fenster, Fenstertüren | 39.40 | 1.424 | 4252 | 4922 |
| 3 | Decke zum Dachge., Dach | 186.98 | 0.140 | ----- | 2294 |
| 4 | Grundfläche, Kellerdecke | 119.92 | 0.190 | ----- | 2269 |
| | Summe: | 553.49 | 0.291 | 4566 | 14393 |
| Jahresprimärenergiebedarf Q ["] _P = 73.8 [kWh/m ² a] Q ["] _{Pmax} = 91.3 [kWh/m ² a] spezifischer Transmissionswärmeverlust H'T = 0.384 [W/m ² K] H'T _{max} = 0.398 [W/m ² K] | | | | | |

E N E R G I E B I L A N Z



| nutzbare Gewinne | [kWh/a] | Verluste | [kWh/a] |
|---|---------|--|---------|
| solare Gewinne $\eta \cdot Q_s$: | 4252 | Transmission Q_t : | 14393 |
| interne Gewinne $\eta \cdot Q_i$: | 7157 | Wärmebrücken Q_{wb} : | 4855 |
| | | Lüftungsverluste Q_v : | 11492 |
| | | Nachabsenkung Q_{NA} : | -992 |
| | | solar opake Bauteile $Q_{S\text{ opak}}$: | -314 |
| | 11408 | | 29434 |
| ==> Jahresheizwärmebedarf Q_h 18025 [kWh/a] + Trinkwassererwärmung Q_w 2636 [kWh/a] | | | |

eine Nachtabschaltung wurde : berücksichtigt
 Anlagenaufwandszahl e_p : 0.753
 Nutzfläche : 210.9m²
 Gebäudeart : Wohngebäude
 Jahresheizwärmebedarf Q_h : 85.48kWh/m²a

Endergebnis der EnEV-Berechnung

| | | |
|---|---|---|
| Jahres-Primärenergiebedarf Q_p : bezogen auf die Gebäudenutzfläche | 73.8 [kWh/m²a] | 19.2% besser als Neubau |
| maximal zulässiger Jahres-Primärenergiebedarf: | 91.3 [kWh/m²a] | KfW-Effizienzhaus 100 |
| spezifischer Transmissionswärmeverlust $H'T$: der Gebäudehüllfläche | 0.384 [W/m²K] | 57.8% besser als Neubau 10.9% schlechter Ref-Gebäude |
| maximal zulässiger spezifischer Transmissionswärmeverlust: | 0.398 [W/m²K] 0.346 [W/m²K] 0.910 [W/m²K] | für KfW-Effizienzhaus 100 vom Referenzgebäude nach EnEV |

die maximal zulässigen Grenzwerte werden eingehalten.

Randbedingungen

Sommerlicher Wärmeschutz:

Die Überprüfung des sommerlichen Wärmeschutzes konnte nicht durchgeführt werden da keine Fenster/Raumzuordnungen eingegeben wurden.

Anforderungen an die Dichtheit:

Die Fugendurchlässkoeffizienten der außenliegenden Fenster und Fenstertüren von beheizten Räumen dürfen den in der Energieeinsparverordnung Anhang 4 Tabelle 1 genannten Wert 2.0 nicht überschreiten. Die Luftdichtheit der Wände, des Daches, des unteren Gebäudeabschlusses, der Anschlüsse und Fugen muss nach den anerkannten Regeln der Technik gewährleistet werden (§6 der Energieeinsparverordnung).

Abminderungsfaktoren Fx über das Erdreich nach DIN EN ISO 13370

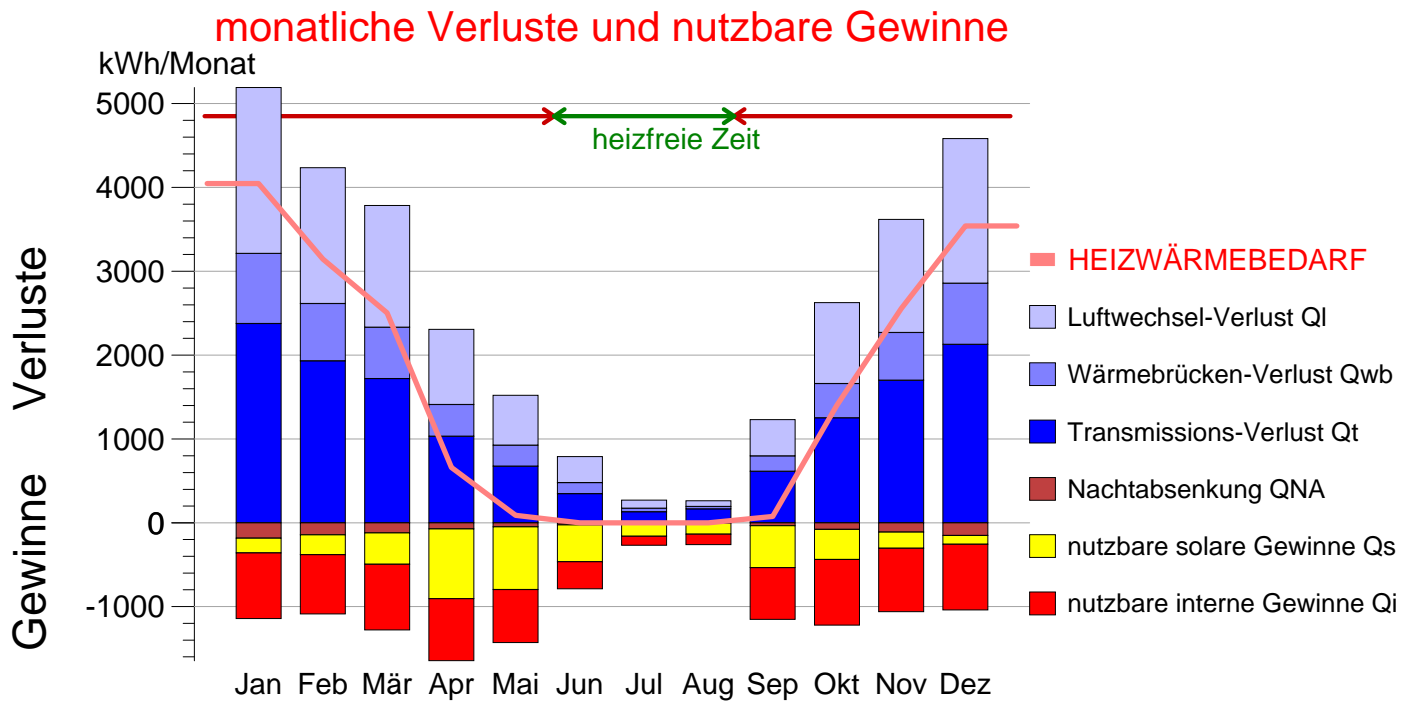
| Grundfläche gegen Erdreich ohne Randdämmung | | | | | | | | | | | | | | |
|---|------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Ag[m²] | P[m] | B' | Jan | Feb | März | April | Mai | Juni | Juli | Aug | Sep | Okt | Nov | Dez |
| 119.9 | 44.6 | 5.4 | 0.479 | 0.462 | 0.459 | 0.545 | 0.649 | 1.065 | 3.961 | 7.397 | 1.487 | 0.859 | 0.680 | 0.574 |

Gewinne und Verluste im einzelnen

| kWh/Monat | Jan | Feb | März | April | Mai | Juni | Juli | Aug | Sep | Okt | Nov | Dez | gesamt |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Ausnutzgrad η | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 0.975 | 0.808 | 0.428 | 0.139 | 0.162 | 0.814 | 0.999 | 1.000 | 1.000 | |
| Q Verlust | 5007 | 4091 | 3663 | 2234 | 1473 | 765 | 263 | 258 | 1196 | 2547 | 3507 | 4431 | 29434 |
| Q Gewinn | 961 | 945 | 1159 | 1614 | 1710 | 1785 | 1887 | 1597 | 1375 | 1145 | 951 | 890 | 16020 |
| $\eta * Q$ Gewinn | 961 | 945 | 1159 | 1574 | 1382 | 765 | 263 | 258 | 1118 | 1143 | 951 | 890 | 11408 |
| Q_{h,M} | 4046 | 3146 | 2504 | 660 | 91 | 0 | 0 | 0 | 77 | 1403 | 2556 | 3541 | 18025 |
| Verluste im einzelnen aufgeschlüsselt | | | | | | | | | | | | | |
| QT | 2362 | 1926 | 1725 | 1087 | 739 | 424 | 215 | 218 | 645 | 1258 | 1688 | 2107 | 14393 |
| QS opak | -15 | -5 | 6 | 54 | 63 | 76 | 83 | 51 | 30 | 5 | -12 | -22 | 314 |
| QNA Nachtabs. | 184 | 145 | 122 | 74 | 49 | 26 | 8 | 6 | 36 | 79 | 113 | 152 | 992 |
| QT-QNA-QSopak | 2193 | 1786 | 1597 | 959 | 627 | 322 | 124 | 161 | 579 | 1174 | 1588 | 1977 | 13087 |
| QWB | 836 | 684 | 614 | 379 | 251 | 132 | 41 | 29 | 183 | 408 | 570 | 729 | 4855 |
| QL | 1979 | 1620 | 1452 | 896 | 595 | 311 | 97 | 68 | 434 | 965 | 1349 | 1725 | 11492 |
| Gewinne im einzelnen aufgeschlüsselt | | | | | | | | | | | | | |
| QS | 177 | 236 | 375 | 855 | 926 | 1026 | 1103 | 813 | 616 | 360 | 192 | 106 | 6784 |
| QI | 784 | 709 | 784 | 759 | 784 | 759 | 784 | 784 | 759 | 784 | 759 | 784 | 9236 |
| Die äquivalente Heizgradtagezahl ermittelt aus dem energetischen Niveau des Gebäudes | | | | | | | | | | | | | |
| Heiz-Gt | 629 | 515 | 462 | 285 | 189 | 0 | 0 | 0 | 138 | 307 | 429 | 549 | 3503 |

Volumen und Flächen

| | | |
|---------------------------------|---|--|
| Gebäudevolumen V _e | : | 724.3 m ³ |
| Gebäudehüllfläche A | : | 553.5 m ² |
| A/V _e | : | 0.764 1/m |
| Außenwandfläche A _{AW} | : | 207.2 m ² |
| Fensterfläche A _w | : | 39.4 m ² |
| Fensterflächenanteil f | : | 16.0 % (max HT' berechnet nach Spalte 5) |



allgemeine Projektdaten

| | |
|------------------------------------|--|
| Temperatur Warmseite ϑ_i | : 19°C (normale Innenraumtemperatur ≥ 19 °C nach Anhang 1 der EnEV) |
| Gebäudeart | : Wohngebäude |
| Warmwasseraufbereitung | : zentral |
| Bauart | : ein Massivbau |
| das Gebäude ist | : ein Altbau Reihenhäuser |
| das Gebäude ist um | : 0.0° aus der Nord-Süd-Richtung gedreht. |

Luftvolumenberechnung

| | |
|----------------------|---|
| Gebäudeart | : es handelt sich um ein Gebäude mit bis zu drei Vollgeschossen und nicht mehr als zwei Wohnungen oder um ein Ein- oder Zweifamilienhaus bis zu 2 Vollgeschossen und nicht mehr als 3 Wohneinheiten |
| Gebäudevolumen V_e | : 724.3 m ³ |
| Luftvolumen | : 550.5 m ³ 0,76 * Gebäudevolumen |

Nutzflächenberechnung

| | |
|--------------------|---|
| Gebäudehöhe | : 6.40 m |
| Geschoßanzahl | : 2 |
| Geschoßhöhe | : 3.02 m |
| Gebäudegrundfläche | : 119.9 m ² |
| Grundflächenumfang | : 44.6 m |
| Gebäudenutzfläche | : 210.9 m ² (1/hG - 0,04) * Gebäudevolumen |

Gebäudevolumen

| | |
|-----------------------|------------------------|
| Gebäudevolumen brutto | : 724.3 m ³ |
| Volumen Außenbauteile | : 190.7 m ³ |
| Volumen Innenbauteile | : 0.0 m ³ |
| Gebäudevolumen netto | : 533.6 m ³ |

Gebäudegewicht

| | |
|-----------------------------------|---------------------------|
| mittlere Dichte der Innenbauteile | : ----- kg/m ³ |
| Gewicht der Außenbauteile | : 129036 kg |
| Gewicht der Trennwände | : ----- kg |
| Gebäudegewicht | : 129036 kg |

Wärmebrücken pauschal ohne weiteren Nachweis

Bei der Berechnung des Verlustes durch die Wärmebrücken wurde bei jedem verwendeten Bauteil ein Aufschlag auf den U-Wert von 0,1 W/m²K, berücksichtigt.
Dabei wurden 0.0 m² Oberfläche ausgenommen (z.B.Vorhangsfassade).

ursprünglicher mittlerer U-Wert 0.284 W/m²K [Abminderungsfaktoren sind berücksichtigt]
neuer mittlere U-Wert 0.384 W/m²K
Transmissionsverlust erhöht sich um 35.21 %

Qwb = 4855 kWh/a

Klimaort

Es wurden Solar- und Klimadaten vom "mittleren Standort Deutschland " verwendet.

Solar-Referenzort: mittlerer Standort Deutschland
Temperatur-Referenzort: mittlerer Standort Deutschland

monatliches Temperaturmittel

| Jan | Feb | Mär | Apr | Mai | Jun | Jul | Aug | Sep | Okt | Nov | Dez |
|------|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|
| -1.3 | 0.6 | 4.1 | 9.5 | 12.9 | 15.7 | 18.0 | 18.3 | 14.4 | 9.1 | 4.7 | 1.3 |

monatliche Strahlungsintensität

| Strahlungsintensitäten die für die Berechnung benötigten Richtungen und Neigungen in W/m ² | | | | | | | | | | | | | |
|---|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Richtung | Neig. | Jan | Feb | Mär | Apr | Mai | Jun | Jul | Aug | Sep | Okt | Nov | Dez |
| Ost | 90° | 25 | 37 | 53 | 125 | 131 | 150 | 156 | 115 | 90 | 51 | 28 | 15 |
| West | 90° | 25 | 37 | 53 | 125 | 131 | 150 | 156 | 115 | 90 | 51 | 28 | 15 |
| Nord | 90° | 14 | 23 | 34 | 64 | 81 | 99 | 100 | 70 | 48 | 33 | 18 | 10 |

Ausnutzungsgrad der Gewinne

Für die Berechnung des Ausnutzungsgrades η solarer und interner Wärmegewinne wurde der vereinfachte Ansatz verwendet.

die Bauart ist: ein Massivbau
Speicherfähigkeit: 50.00 Wh/m³K
Volumen: 724 m³
Cwirk: 36215 Wh/K
spezifischer Wärmeverlust H: 344 W/K

monatliche Ausnutzungsgrade

| Jan | Feb | Mär | Apr | Mai | Jun | Jul | Aug | Sep | Okt | Nov | Dez |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1.000 | 1.000 | 1.000 | 0.975 | 0.808 | 0.428 | 0.139 | 0.162 | 0.814 | 0.999 | 1.000 | 1.000 |

Warmwasser

Warmwasser pauschal (12,5KWh/m²a)

Energiebedarf für die Warmwasseraufbereitung Q_w 2636 kWh/a

Endenergie / CO₂ Ausstoß

| Endenergie | CO ₂ kg/kWh | absolut | | bezogen auf die Nutzfläche 210.9 m ² | |
|--------------|---------------------------|-----------------|-------------------------|--|--|
| | | Bedarf kWh/a | CO ₂ kg/a | Bedarf kWh/m ² a | CO ₂ kg/m ² a |
| 1 Strom-Mix | 0.683 | 5981 | 4085 | 28.37 | 19.37 |
| Summe | | 5981 | 4085 | 28.37 | 19.37 |

Als Berechnungsgrundlage des CO₂ Ausstoßes wurden GEMIS 4.13 Werte (www.gemis.de) verwendet

Schadstoffausstoß

| Energieträger | NO _x kg/m ² a | NO _x kg/a | CO kg/a | SO ₂ kg/a | Staub kg/a |
|---------------|--|-------------------------|-------------|-------------------------|---------------|
| Strom-Mix | 0.018 | 3.77 | 1.22 | 2.30 | 0.32 |
| SUMME | 0.018 | 3.77 | 1.22 | 2.30 | 0.32 |

Endenergie- Wartungskosten (bedarfsberechnet)

| Energieträger | Bedarf kWh pro Jahr | Energie- kosten Cent pro kWh | Wartungs- kosten pro Jahr | Gesamt- kosten € pro Jahr |
|--|------------------------|---------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Strom incl. Hilfsenergie ohne Hausstrom Stromsondertarif Wärmepumpe | 696 | 24.1 pro kWh | 0,-€ | 168,-€ |
| *Wartung inkl. zusätzlicher Zählergebühr | 5286 | 7.0 pro kWh | 130,-€ | 500,-€ |
| | | Summe: | 130,-€ | 668,-€ |

maximaler Wärmebedarf der Heizungsanlage

maximale Temperaturdifferenz

| | | | |
|----------------------|---|----------|--|
| Warmseitentemperatur | : | 20.0 °C | |
| Kaltseitentemperatur | : | -12.0 °C | (Abminderung z.B. Keller oder Erdreich ist berücksichtigt) |
| Temperaturdifferenz | : | 32.0 °K | |

Wärmeverlust durch die Gebäudeoberfläche

| | | | |
|--|---|----------------------------|---------|
| spezifischer Wärmeverlust H _T | : | 0.384 [W/m ² K] | |
| Gebäudeoberfläche | : | 553.5 [m ²] | 6.80 kW |

Wärmeverlust durch den Luftwechsel

| | | | |
|--------------------|---|-------------|---------|
| Luftwechselverlust | : | 131.0 [W/K] | 4.19 kW |
| ausreichend für | : | 11 Personen | |

maximale Heizleistung: 10.99 kW

Begrenzung der Leitungsverluste

Die Rohrleitungen der Wärme- und Warmwasserverteilungsleitungen sind gem. EnEV §10 Abs.(2) 2 in unbeheizten Räumen bis zum 31.12.2006 bzw. bei Erneuerung und Ersatz nach §14 Abs.5 wie folgt zu dämmen (Anhang 5 der EnEV):

| Zeile | Art der der Leitungen/Armaturen | Mindestdicke der Dämmschicht, bezogen auf eine Wärmeleitfähigkeit von 0,035 W/(m ² .K) |
|-------|---|---|
| 1 | Innendurchmesser bis 22 mm | 20 mm |
| 2 | Innendurchmesser über 22 mm bis 35 mm | 30 mm |
| 3 | Innendurchmesser über 34 mm bis 100 mm | gleich Innendurchmesser |
| 4 | Innendurchmesser über 100 mm | 100 mm |
| 5 | Leitungen und Armaturen nach den Zeilen 1 bis 4 in Wand- und Deckendurchbrüchen, im Kreuzungsbereich von Leitungen, an Leitungsverbindungsstellen, bei zentralen Leitungsnetzverteilern | 1/2 der Anforderungen der Zeilen 1 bis 4 |
| 6 | Leitungen von Zentralheizungen nach den Zeilen 1 bis 4, die nach Inkrafttreten dieser Verordnung in Bauteilen zwischen beheizten Räumen verschiedener Nutzer verlegt werden. | 1/2 der Anforderungen der Zeilen 1 bis 4 |
| 7 | Leitungen nach Zeile 6 im Fußbodenaufbau | 6 mm |

hydraulischer Abgleich

Die Berechnung der Anlagentechnik wurde mit "**hydraulischem Abgleich**" durchgeführt. Es muss sichergestellt werden, daß dieser hydraulische Abgleich auch im Gebäude durchgeführt wird/wurde.

Anlagenbewertung nach DIN 4701 Teil 10 für ein Gebäude mit normalen Innentemperaturen

Bezeichnung des Gebäudes: Sanierung Elbstraße
 Ort: 06862 Dessau Roßlau
 Gemarkung: Roßlau

Straße/Nr.: Elbstraße 60
 Flurstücknummer:

I. Eingaben

$A_N =$

$t_{HP} =$

Trinkwasser- Erwärmung

Heizung

Lüftung

absoluter Bedarf

$Q_{tw} =$

$Q_h =$

bezogener Bedarf

$q_{tw} =$

$q_h =$

II. Systembeschreibung

Details siehe Trinkwasser- Heizungs- und Lüftungsbeschreibung

III. Ergebnisse

Deckung von Q_h

$q_{h,TW} =$

$q_{h,H} =$

$q_{h,L} =$

Σ Wärme

$Q_{TW,E} =$

$Q_{H,E} =$

$Q_{L,E} =$

Σ Hilfsenergie

Σ Primärenergie

$Q_{TW,P} =$

$Q_{H,P} =$

$Q_{L,P} =$

Endenergie

$Q_E =$

Σ Wärme

Σ Hilfsenergie

Primärenergie

$Q_P =$

Σ Primärenergie

Anlagenaufwandzahl

$e_P =$

TRINKWASSERERWÄRMUNG nach DIN 4701 TEIL 10

| | | |
|------------|---------------------|---------------------------------|
| Bereich 1: | Anteil 100.0 % | Nutzfläche 210.9 m ² |
| | Wärmeverlust | Hilfsenergie |
| | | Heizwärmegutschriften |

| | | |
|-------------------|------------|----------------------------|
| Verlust aus EnEV: | $q_{tw} =$ | 12.50 kWh/m ² a |
|-------------------|------------|----------------------------|

| | | | | | | |
|-----------|---------------|---------------------------|------------------|---------------------------|-----------------|---------------------------|
| Übergabe: | $q_{TW,ce} =$ | 0.00 kWh/m ² a | $q_{TW,ce,HE} =$ | 0.00 kWh/m ² a | $q_{h,TW,ce} =$ | 0.00 kWh/m ² a |
|-----------|---------------|---------------------------|------------------|---------------------------|-----------------|---------------------------|

| | | | | | | |
|-------------|--------------|---------------------------|-----------------|---------------------------|----------------|---------------------------|
| Verteilung: | $q_{TW,d} =$ | 3.75 kWh/m ² a | $q_{TW,d,HE} =$ | 0.00 kWh/m ² a | $q_{h,TW,d} =$ | 1.68 kWh/m ² a |
|-------------|--------------|---------------------------|-----------------|---------------------------|----------------|---------------------------|

Verteilungsart: gebäudezentrale Trinkwasseraufbereitung ohne Zirkulation (max. 500 m² Nutzfläche)
Verteilung des Trinkwassers innerhalb thermischer Hülle
die Sticleitungen werden nicht von einer gemeinsamen Installationswand in benachbarte Räume geführt

| | | | | | | |
|--------------|--------------|---------------------------|-----------------|---------------------------|----------------|---------------------------|
| Speicherung: | $q_{TW,s} =$ | 3.69 kWh/m ² a | $q_{TW,s,HE} =$ | 0.07 kWh/m ² a | $q_{h,TW,s} =$ | 0.00 kWh/m ² a |
|--------------|--------------|---------------------------|-----------------|---------------------------|----------------|---------------------------|

Speicherart: indirekt beheizter Speicher (z.B. durch die Gebäudeheizung)
der Speicher steht ausserhalb der thermischen Hülle

| | | | | |
|----------------|------------|----------------------------|-----------------|---------------------------|
| Wärmeerzeuger: | $\Sigma =$ | 19.94 kWh/m ² a | $q_{TW,g,HE} =$ | 0.29 kWh/m ² a |
|----------------|------------|----------------------------|-----------------|---------------------------|

Wärmeerzeugerart: Heizungswärmepumpe Erdreich/Wasser
Energieträgerart: Strom-Mix

| | | | |
|------------------------------|-------------------|-------|----------------------|
| Deckungsanteil | $\alpha_{TW,g} :$ | 100.0 | % |
| Aufwandzahl Erzeuger | $e_{TW,g} :$ | 0.270 | |
| Endenergie Erzeuger | $q_{TW,E} :$ | 5.38 | kWh/m ² a |
| Primärenergiefaktor Erzeuger | $f_{p,i} :$ | 2.60 | |
| Primärenergie Erzeuger | $q_{TW,P} :$ | 14.00 | kWh/m ² a |

| | | |
|---------------|------------------------|---------------------------|
| Hilfsenergie: | $\Sigma q_{TW,HE,E} =$ | 0.36 kWh/m ² a |
|---------------|------------------------|---------------------------|

| | | | |
|----------------------------------|-----------------|------|----------------------|
| Primärenergiefaktor Hilfsenergie | $f_{p,H} :$ | 2.60 | |
| Primärenergie Hilfsenergie | $q_{TW,HE,P} :$ | 0.94 | kWh/m ² a |

| | | |
|--------------------|--|--|
| Endergebnis | Heizwärmegutschrift pro m ² : | $q_{h,TW} =$ 1.68 kWh/m ² a |
|--------------------|--|--|

| | | |
|------------------------------------|-----------------|----------------------------|
| Wärmeendenergie pro m ² | $q_{TW,E} :$ | 5.38 kWh/m ² a |
| Hilfsendenergie pro m ² | $q_{TW,HE,E} :$ | 0.36 kWh/m ² a |
| Primärenergie pro m ² | $q_{TW,P} :$ | 14.93 kWh/m ² a |

| | | |
|-----------------|--------------|--------------|
| Wärmeendenergie | $Q_{TW,E} :$ | 1135.1 kWh/a |
| Hilfsendenergie | $Q_{TW,E} :$ | 76.0 kWh/a |
| Primärenergie | $Q_{TW,P} :$ | 3148.9 kWh/a |

| | | |
|--------------------------------------|----------------|---------------------------------|
| HEIZUNG nach DIN 4701 TEIL 10 | | |
| Bereich 1: | Anteil 100.0 % | Nutzfläche 210.9 m ² |
| Wärmeverlust | | Hilfsenergie |

| | | | |
|-----------------------|--------------|----------------------------|--------------------------|
| Heizwärmebedarf | $q_h =$ | 85.48 kWh/m ² a | |
| Heizwärmegutschriften | $q_{h,TW} =$ | 1.68 kWh/m ² a | vom Trinkwasser |
| Heizwärmegutschriften | $q_{h,L} =$ | 0.00 kWh/m ² a | durch die Lüftungsanlage |

| | | | |
|-----------|-------------|---------------------------|---|
| Übergabe: | $q_{c,e} =$ | 1.10 kWh/m ² a | $q_{ce,HE} =$ 0.00 kWh/m²a |
|-----------|-------------|---------------------------|---|

Übergabeart: Wasserheizung: integrierte Heizflächen, Einzelraumregelung mit Zweipunktregler Schaltdiff. 1°K
Übergabe erfolgt ohne zusätzliche Luftumwälzung z.B. durch einen Ventilator

| | | | |
|-------------|---------|---------------------------|--|
| Verteilung: | $q_d =$ | 0.59 kWh/m ² a | $q_{d,HE} =$ 1.83 kWh/m²a |
|-------------|---------|---------------------------|--|

Verteilungsart: Heizkreistemperatur 35/28°C
die horizontale Verteilung der Wärme erfolgt innerhalb der thermischen Hülle
Verteilungsstränge (vertikal) befinden sich innerhalb der thermischen Hülle
für die Verteilung der Heizungswärme wird eine geregelte Pumpe eingesetzt

| | | | |
|--------------|---------|---------------------------|--|
| Speicherung: | $q_s =$ | 0.09 kWh/m ² a | $q_{s,HE} =$ 0.00 kWh/m²a |
|--------------|---------|---------------------------|--|

Speicherart: Pufferspeicher z.B. bei Wärmepumpenanlagen
der Speicher steht innerhalb der thermischen Hülle
der Pufferspeicher ist in Reihe mit dem Verteilernetz geschaltet

| | | | |
|----------------|------------|----------------------------|--|
| Wärmeerzeuger: | $\Sigma =$ | 85.58 kWh/m ² a | $q_{g,HE} =$ 1.11 kWh/m²a |
|----------------|------------|----------------------------|--|

| | | | |
|------------------------------|------------------------------------|-------|----------------------|
| Wärmeerzeugerart: | Heizungswärmepumpe Erdreich/Wasser | | |
| Energieträgerart: | Strom-Mix | | |
| Deckungsanteil | $\alpha_{H,g} :$ | 100.0 | % |
| Aufwandzahl Erzeuger | $e_g :$ | 0.230 | |
| Endenergie Erzeuger | $q_E :$ | 19.68 | kWh/m ² a |
| Primärenergiefaktor Erzeuger | $f_p :$ | 2.60 | |
| Primärenergie Erzeuger | $q_P :$ | 51.18 | kWh/m ² a |

| | | | |
|---------------|--|--|---|
| Hilfsenergie: | | | $\Sigma q_{HE,E} =$ 2.94 kWh/m²a |
|---------------|--|--|---|

| | | | |
|----------------------------------|--------------|------|----------------------|
| Primärenergiefaktor Hilfsenergie | $f_{p,H} :$ | 2.60 | |
| Primärenergie Hilfsenergie | $q_{HE,P} :$ | 7.64 | kWh/m ² a |

Endergebnis

| | | | |
|------------------------------------|----------------|----------------------------|--|
| Wärmeendenergie pro m ² | $q_{H,E} :$ | 19.68 kWh/m ² a | |
| Hilfsendenergie pro m ² | $q_{H,HE,E} :$ | 2.94 kWh/m ² a | |
| Primärenergie pro m ² | $q_{H,HE,P} :$ | 58.82 kWh/m ² a | |

| | | | |
|-----------------|-------------|---------------|--|
| Wärmeendenergie | $Q_{H,E} :$ | 4150.5 kWh/a | |
| Hilfsendenergie | $Q_{H,E} :$ | 619.8 kWh/a | |
| Primärenergie | $Q_{H,P} :$ | 12402.9 kWh/a | |

Dampfdiffusionsnachweis

| Bauteil | Fall | Tauw. | Verd. | Rest | Schicht | OK |
|---------------------------|--------|-------------------|-------------------|-------------------|---------|----|
| | R-Type | kg/m ² | kg/m ² | kg/m ² | | |
| Außenwand Giebel | D 1 | 0.397 | 0.460 | ----- | 3-4 | OK |
| Außenwand Straße | A 1 | ----- | ----- | ----- | ----- | OK |
| Balkenbereich | A 1 | ----- | ----- | ----- | ----- | OK |
| Außenwand Hof | D 1 | 0.398 | 2.706 | ----- | 4-5 | OK |
| Balkenbereich | B 1 | 0.027 | 0.668 | ----- | 5/6 | OK |
| 12cm-Sparren Dach Däm22+2 | A 3 | ----- | ----- | ----- | ----- | OK |
| Balkenbereich | A 3 | ----- | ----- | ----- | ----- | OK |

Randbedingungen der Dampfdiffusionsberechnung

| R-Type | °C warm | °C kalt | % warm | % kalt | Stunden | °C Dach |
|-----------------------------------|---------|---------|--------|--------|---------|---------|
| Type 1 normale Außenwand | | | | | | |
| Tauperiode | 20 | -10 | 50 | 80 | 1440 | |
| Verdunstungsperiode | 12 | 12 | 70 | 70 | 2160 | |
| Type 3 Dach/Decke gegen Außenluft | | | | | | |
| Tauperiode | 20 | -10 | 50 | 80 | 1440 | |
| Verdunstungsperiode | 12 | 12 | 70 | 70 | 2160 | 20 |

Bauteilverwendung und Flächenberechnung

Bauteile der Bauteilart: Wand

| Bauteil/Einsatzart | U-Wert | Fläche |
|---|--|-----------------------|
| normale Außenwand beheizter Räume Faktor = 1.00 R _{Si} = 0.13 R _{Se} = 0.04 R = 4.54 Strahlungsabsorbtionsgrad α = 0.50 heller Anstrich (öffentlich rechtlich) Emissionsgrad ϵ = 0.80 Richt. = 0° Norden Neig = 90° senkrecht | | |
| Außenwand Giebel Breite 9,03 * 2 * Geschosshöhe 3.02 Giebel Breite 9,03 * 5,28 / 2 | Bez.: AwNord 0.21 W/m ² K | 78.38 m ² |
| | | 78.38 m ² |
| normale Außenwand beheizter Räume Faktor = 1.00 R _{Si} = 0.13 R _{Se} = 0.04 R = 2.19 Strahlungsabsorbtionsgrad α = 0.50 heller Anstrich (öffentlich rechtlich) Emissionsgrad ϵ = 0.80 Richt. = 90° Osten Neig = 90° senkrecht | | |
| Außenwand Straße Länge 13.86 * 2 * Geschosshöhe 3.02 Flächenanteil des Feldbereiches 88.00 % 88 | Bez.: AwOst 0.42 W/m ² K | 83.71 m ² |
| "Altbau Rahmengr." DIN 4108 Rahmengruppe 1 Glas 1,1 H x B : 1.50 m x 1.06 m 4 Stück 6.36 m ² H x B : 1.54 m x 1.10 m 4 Stück 6.78 m ² Glas+Ra. : U-Wert = 1.30 W/m ² K (Herstellerangabe) g-Wert = 55 % Verschattung: F _s =0.900 F _F =0.600 F _c =1.000 | 1.30 W/m ² K | -13.14 m ² |
| | | 70.58 m ² |

Sanierung Elbstraße

25.Feb 2013 16:04:47

normale Außenwand beheizter Räume

Faktor = 1.00 R_{Si} = 0.13 R_{Se} = 0.04 R = 6.00

Strahlungsabsorptionsgrad $\alpha = 0.50$ heller Anstrich (öffentlich rechtlich) Emissionsgrad $\epsilon = 0.80$

Richt. = -90° Westen Neig = 90° senkrecht

Außenwand Hof

Bez.: AwSüd

0.16 W/m²K

76.83 m²

Breite 12,72 * 2 * Geschosshöhe 3.02

Flächenanteil des Feldbereiches 88.00 %

88

"Altbau Rahmengr."

DIN 4108 Rahmengruppe 1 Glas 1,1

1.30 W/m²K

-18.60 m²

H x B : 2.24 m x 2.09 m 2 Stück 9.36 m²

H x B : 1.54 m x 1.20 m 5 Stück 9.24 m²

Glas+Ra. : U-Wert = 1.30 W/m²K (Herstellerangabe) g-Wert = 55 %

Verschattung: F_s=0.900 F_F=0.600 F_C=1.000

58.23 m²

Bauteile der Bauteilart: Fenster, Fenstertüren

Bauteil/Einsatzart

U-Wert

Fläche

Faktor = 1.00

Richt. = 90° Osten Neig = 90° senkrecht

"TÜREN"

Holzhaustür mit Glasfenster

Bez.: TorO

2.10 W/m²K

5.60 m²

H x B : 3.20 m x 1.75 m 1 Stück 5.60 m²

Glas+Ra. : U-Wert = 2.10 W/m²K (Herstellerangabe) g-Wert = 30 %

Verschattung: F_s=0.900 F_F=0.600 F_C=1.000

5.60 m²

Faktor = 1.00

Richt. = -90° Westen Neig = 90° senkrecht

"TÜREN"

Haustür mit Fenster 1,5

Bez.: TürW

1.50 W/m²K

2.06 m²

H x B : 2.24 m x 0.92 m 1 Stück 2.06 m²

Glas+Ra. : U-Wert = 1.50 W/m²K (Herstellerangabe) g-Wert = 20 %

Verschattung: F_s=0.900 F_F=0.600 F_C=1.000

2.06 m²

Bauteile der Bauteilart: Decke zum Dachge., Dach

Bauteil/Einsatzart

U-Wert

Fläche

Decke gegen Dachgeschoß kalt

Faktor = 0.80 R_{Si} = 0.10 R_{Se} = 0.08 R = 5.54

Richt. = 0° Norden Neig = 45°

12cm-Sparren Dach Däm22+2

Bez.: Dach

0.17 W/m²K

186.98 m²

Breite 7,04*2 * Länge 13.28

Flächenanteil des Feldbereiches 88.00 %

88

186.98 m²

Bauteile der Bauteilart: Grundfläche, Kellerdecke

Bauteil/Einsatzart

U-Wert

Fläche

gedämmte Fußböden beheizter Aufenthaltsr. auf dem Erdreich

Faktor = 0.50 keine Randdämmung B'=5.4 m R_{Si} = 0.17 R_{Se} = 0.00 R = 2.99

Richt. = 0° ---- Neig = 0° waagrecht

Boden auf Erdreich

Bez.: Grundfläche

0.32 W/m²K

119.92 m²

Breite 9.03 * Länge 13.28

Flächenanteil des Feldbereiches 83.00 %

83

119.92 m²

Volumenberechnung des Gebäudes

Geschosse: Breite 9.03 * Länge 13.28 * (2 * Geschosshöhe 3.02)

= 724.3 m³

| |
|----------------------|
| 724.3 m ³ |
|----------------------|

Materialliste der thermischen Gebäudehülle

| Material | Dichte kg/m ³ | Dicke mm | λ w/mK | Fläche m ² | Gewicht kg |
|------------------------------|-----------------------------|-------------|-----------|--------------------------|---------------|
| Kalkzementputz | 1800.0 | 5.00 | 0.8700 | 51.24 | 461 |
| Kalkzementputz | 1800.0 | 15.00 | 0.8700 | 148.96 | 4022 |
| Kalkzementputz | 1800.0 | 25.00 | 0.8700 | 78.38 | 3527 |
| Kunstharzputz | 1100.0 | 5.00 | 0.7000 | 6.99 | 38 |
| Zementestrich | 2000.0 | 50.00 | 1.4000 | 20.39 | 2039 |
| Beton normal DIN 1045 | 2400.0 | 100.00 | 2.1000 | 119.92 | 28780 |
| Faserzementplatten DIN18517 | 2000.0 | 20.00 | 0.5800 | 99.53 | 3981 |
| Gipskarton DIN 18180 | 900.0 | 25.00 | 0.2100 | 315.79 | 7105 |
| Gasbeton-Blockstein DIN 4165 | 800.0 | 300.00 | 0.2900 | 78.38 | 18811 |
| Porenbeton-Planst. PPW 2-0,4 | 400.0 | 175.00 | 0.1200 | 78.38 | 5487 |
| Vollziegel | 1800.0 | 320.00 | 0.8100 | 70.58 | 40653 |
| Polystyrolhartschaum 040 | 0.0 | 110.00 | 0.0400 | 20.39 | 0 |
| Polystyrolhartschaum 040 | 0.0 | 115.00 | 0.0400 | 99.53 | 0 |
| Rigibead | 18.0 | 70.00 | 0.0350 | 78.38 | 99 |
| Steico protect H | 265.0 | 40.00 | 0.0500 | 58.23 | 617 |
| Steico universal | 270.0 | 22.00 | 0.0500 | 186.98 | 1111 |
| Thermofloc | 50.0 | 60.00 | 0.0370 | 62.11 | 186 |
| Thermofloc | 50.0 | 220.00 | 0.0370 | 215.78 | 2374 |
| Fichte, Kiefer, Tanne | 600.0 | 220.00 | 0.1300 | 6.99 | 922 |
| Holz (Fichte, Kiefer, Tanne) | 600.0 | 24.00 | 0.1300 | 99.53 | 1433 |
| Holz (Fichte, Kiefer, Tanne) | 600.0 | 60.00 | 0.1300 | 8.47 | 305 |
| Holz (Fichte, Kiefer, Tanne) | 600.0 | 220.00 | 0.1300 | 22.44 | 2962 |
| OSB-Platten | 650.0 | 15.00 | 0.1300 | 186.98 | 1823 |
| OSB-Platten | 650.0 | 22.00 | 0.1300 | 128.80 | 1842 |
| Aluminium Folie | 2700.0 | 0.50 | 200.0000 | 99.53 | 134 |
| Bitumendachbahn DIN 52128 | 1200.0 | 2.00 | 0.1700 | 99.53 | 239 |
| Bitumendachbahn nackte | 1200.0 | 2.00 | 0.1700 | 20.39 | 49 |
| Dampfbremse PE-Folie | 1100.0 | 0.20 | 0.2000 | 90.96 | 20 |
| Luft ruhend aufwärts | 1.3 | 40.00 | 0.2500 | 186.98 | 10 |
| Luftschicht senkr>.02 0.17 | 1.3 | 30.00 | 0.1765 | 128.80 | 5 |
| Summe | | | | 2869.34 | 129036 |

Schichtaufbau und U-Werte der verwendeten Bauteile

| | | |
|------------------|----------------------|-----------------------------------|
| Außenwand Giebel | 78.38 m ² | U-Wert = 0.212 W/m ² K |
|------------------|----------------------|-----------------------------------|

| Material | Dichte [kg/m ³] | Dicke s [mm] | λ [W/mK] | R [m ² K/W] | Diff. - Wid. |
|---|--------------------------------|-----------------|-------------|---------------------------|--------------|
| Luftübergang Warmseite R _{si} 0.13 | | | | | |
| 1 Kalkzementputz | D 1800.0 | 15.00 | 0.870 | 0.017 | 15 / 35 |
| 2 Porenbeton-Planst. PPW 2-0,4 | D 400.0 | 175.00 | 0.120 | 1.458 | 5 / 10 |
| 3 Rigibead | 18.0 | 70.00 | 0.035 | 2.000 | 5 |
| 4 Gasbeton-Blockstein DIN 4165 | D 800.0 | 300.00 | 0.290 | 1.034 | 5 / 10 |
| 5 Kalkzementputz | 1800.0 | 25.00 | 0.870 | 0.029 | 15 / 35 |
| Luftübergang Kaltseite R _{se} 0.04 | | | | | |

Bauteildicke = 585.00 mm

Flächengewicht = 383.3 kg/m²

R = 4.54 m²K/W

Wärmedurchgangsberechnung

Berechnete Daten:

Wärmedurchlaßwiderstand R 4.54 [m²K/W]
Wärmedurchgangswiderstand R_T 4.71 [m²K/W]

| | |
|-----------------------------------|---------------------------|
| Wärmedurchgangskoeffizient U-Wert | 0.21 [W/m ² K] |
|-----------------------------------|---------------------------|

Überprüfung des Mindestwärmeschutzes nach DIN 4108-2:2003-7 Tabelle 3, normale Bauteile (>=100kg/m²):

Einsatzart: normale Außenwand beheizter Räume
zur Berechnung herangezogenes Flächengewicht : 383.3 kg/m²
R an der ungünstigsten Stelle : 4.539 m²K/W
Grenzwert (Mindestwert) für R : 1.200 m²K/W

| |
|---|
| die Anforderungen sind nach DIN 4108-2:2003-7 erfüllt |
|---|

Randbedingungen der Dampfdiffusion

| | Warmseite | Kaltseite |
|-------------------------------|--------------|-----------|
| Tauperiode: | | |
| Lufttemperatur | 20.0 °C | -10.0 °C |
| relative Feuchte | 50.0 % | 80.0 % |
| Dauer der Tauperiode | 1440 Stunden | |
| Verdunstungsperiode: | | |
| Lufttemperatur | 12.0 °C | 12.0 °C |
| relative Feuchte | 70.0 % | 70.0 % |
| Dauer der Verdunstungsperiode | 2160 Stunden | |
| Dachtemperatur | ----- °C | |

das Bauteil wird als Wand berechnet.

Ergebnis der Dampfdiffusionsberechnung

Falluntersuchung nach DIN 4108 ergab: FALL D

Tauwasser in der Tauperiode: (1440h) 0.397 kg/m²
mögliche Verdunstungsmenge: (2160h) 0.460 kg/m²
verbleibende Restmenge 0.000 kg/m²

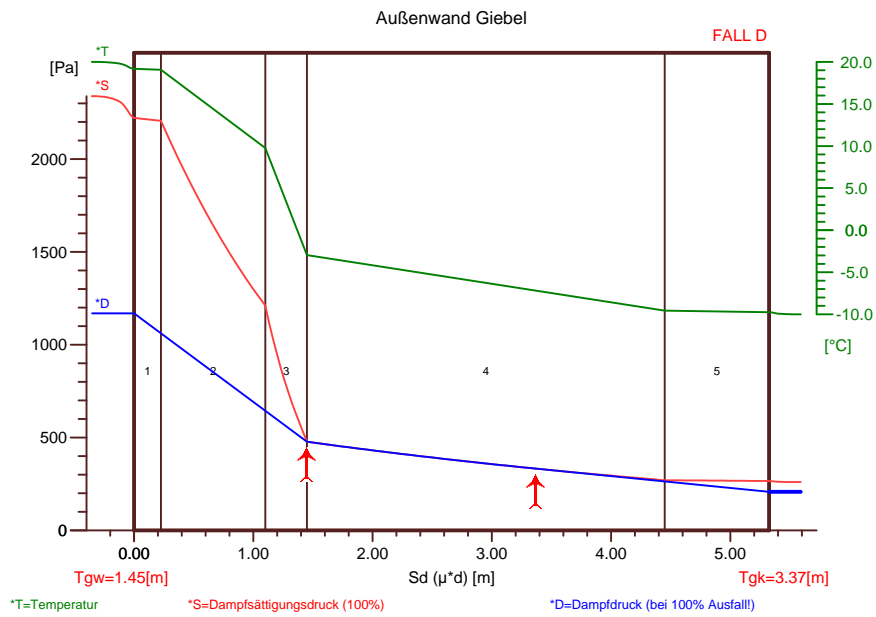
| |
|--|
| Aufbau ist OK. Es verbleibt kein Wasser im Bauteil |
|--|

Ausfallpunkt Warmseite 1.450 [m] (μ*d) 477.5 [Pa] an Schichtgrenze 3/4
Ausfallpunkt Kaltseite 3.368 [m] (μ*d) 332.8 [Pa] in Schicht 4

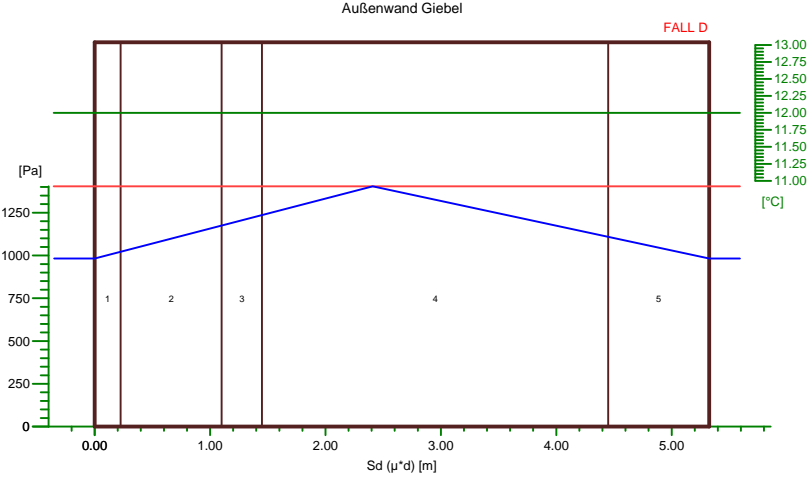
Vom Ausfall betroffene Schichten:

| Nr. | Material | DIN | μ1/μ2 | μ |
|-----|------------------------------|-----|-------|----|
| 3 | Rigibead | | μ1 | 5 |
| 4 | Gasbeton-Blockstein DIN 4165 | D | μ2 | 10 |

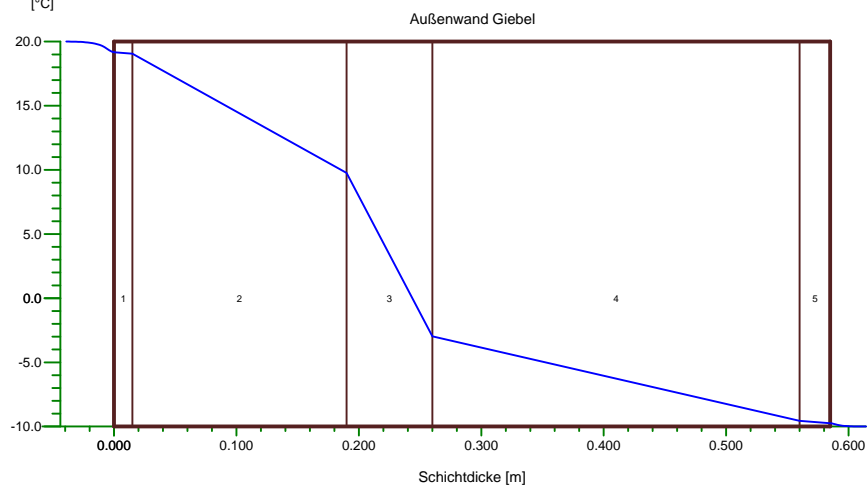
Dampfdruckverlauf der Tauperiode nach Glaser



Dampfdruckverlauf der Verdunstungsperiode nach Glaser



Temperaturverlauf im Schichtaufbau



| | | |
|------------------|----------------------|-----------------------------------|
| Außenwand Straße | 70.58 m ² | U-Wert = 0.423 W/m ² K |
|------------------|----------------------|-----------------------------------|

| Das Bauteil besitzt 2 Schichtbereiche | | | | | | |
|---|---|--------------------------------|-----------------|-------------|---------------------------|--------------|
| Material | | Dichte [kg/m ³] | Dicke s [mm] | λ [W/mK] | R [m ² K/W] | Diff. - Wid. |
| Aufbau des Feldbereichs 88.0 % | | | | | | |
| Luftübergang Warmseite R _{si} 0.13 | | | | | | |
| F1 Gipskarton DIN 18180 | D | 900.0 | 25.00 | 0.210 | 0.119 | 8 |
| F2 Luftschicht senkr>.02 0.17 | D | 1.3 | 30.00 | 0.176 | 0.170 | 1 |
| F3 Dampfbremse PE-Folie | | 1100.0 | 0.20 | 0.200 | 0.001 | 100000 |
| F4 OSB-Platten | D | 650.0 | 22.00 | 0.130 | 0.169 | 30 / 50 |
| F5 Thermofloc | | 50.0 | 60.00 | 0.037 | 1.622 | 1 / 2 |
| F6 Vollziegel | D | 1800.0 | 320.00 | 0.810 | 0.395 | 5 / 10 |
| F7 Kalkzementputz | | 1800.0 | 15.00 | 0.870 | 0.017 | 15 / 35 |
| Luftübergang Kaltseite R _{se} 0.04 | | | | | | |
| Aufbau des Balkenbereichs 12.0 % | | | | | | |
| Luftübergang Warmseite R _{si} 0.13 | | | | | | |
| B1 Gipskarton DIN 18180 | D | 900.0 | 25.00 | 0.210 | 0.119 | 8 |
| B2 Luftschicht senkr>.02 0.17 | D | 1.3 | 30.00 | 0.176 | 0.170 | 1 |
| B3 Dampfbremse PE-Folie | | 1100.0 | 0.20 | 0.200 | 0.001 | 100000 |
| B4 OSB-Platten | D | 650.0 | 22.00 | 0.130 | 0.169 | 30 / 50 |
| B5 Holz (Fichte,Kiefer,Tanne) | | 600.0 | 60.00 | 0.130 | 0.462 | 40 |
| B6 Vollziegel | D | 1800.0 | 320.00 | 0.810 | 0.395 | 5 / 10 |
| B7 Kalkzementputz | | 1800.0 | 15.00 | 0.870 | 0.017 | 15 / 35 |
| Luftübergang Kaltseite R _{se} 0.04 | | | | | | |

U-Wert-Berechnung inhomogener Bauteile nach DIN EN ISO 6946

| | | | | | | |
|--------------|------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Bauteildicke | Feldanteil | Flächengewicht | U-Wert | R _T | R _T ' | R _T '' |
| 472.20 mm | 88.0 % | 647.0 kg/m ² | 0.423 W/m ² K | 2.36 m ² K/W | 2.44 m ² K/W | 2.29 m ² K/W |

Wärmedurchgangsberechnung Feldbereich

Berechnete Daten:

| | |
|--|---------------------------|
| Wärmedurchlaßwiderstand R | 2.49 [m ² K/W] |
| Wärmedurchgangswiderstand R _T | 2.66 [m ² K/W] |

| | |
|-----------------------------------|---------------------------|
| Wärmedurchgangskoeffizient U-Wert | 0.38 [W/m ² K] |
|-----------------------------------|---------------------------|

Wärmedurchgangsberechnung Balkenbereich

Berechnete Daten:

| | |
|--|---------------------------|
| Wärmedurchlaßwiderstand R | 1.33 [m ² K/W] |
| Wärmedurchgangswiderstand R _T | 1.50 [m ² K/W] |

| | |
|-----------------------------------|---------------------------|
| Wärmedurchgangskoeffizient U-Wert | 0.67 [W/m ² K] |
|-----------------------------------|---------------------------|

Überprüfung des Mindestwärmeschutzes nach DIN 4108-2:2003-7 Tabelle 3, normale Bauteile (>=100kg/m²):

| | | |
|--|-----------------------------------|------------------------------------|
| Einsatzart: | normale Außenwand beheizter Räume | |
| zur Berechnung herangezogenes Flächengewicht | : 647.0 | kg/m ² |
| R an der ungünstigsten Stelle | : 1.333 | m ² K/W (Balkenbereich) |
| Grenzwert (Mindestwert) für R | : 1.200 | m ² K/W |

| |
|---|
| die Anforderungen sind nach DIN 4108-2:2003-7 erfüllt |
|---|

Randbedingungen der Dampfdiffusion

| | Warmseite | Kaltseite |
|----------------------|--------------|-----------|
| Tauperiode: | | |
| Lufttemperatur | 20.0 °C | -10.0 °C |
| relative Feuchte | 50.0 % | 80.0 % |
| Dauer der Tauperiode | 1440 Stunden | |

Sanierung Elbstraße

25.Feb 2013 16:04:47

Verdunstungsperiode:

| | | |
|-------------------------------|--------------|---------|
| Lufttemperatur | 12.0 °C | 12.0 °C |
| relative Feuchte | 70.0 % | 70.0 % |
| Dauer der Verdunstungsperiode | 2160 Stunden | |

Dachtemperatur ----- °C

das Bauteil wird als Wand berechnet.

Ergebnis der Dampfdiffusionsberechnung (Feldbereich des Bauteils)

Falluntersuchung nach DIN 4108 ergab: FALL A

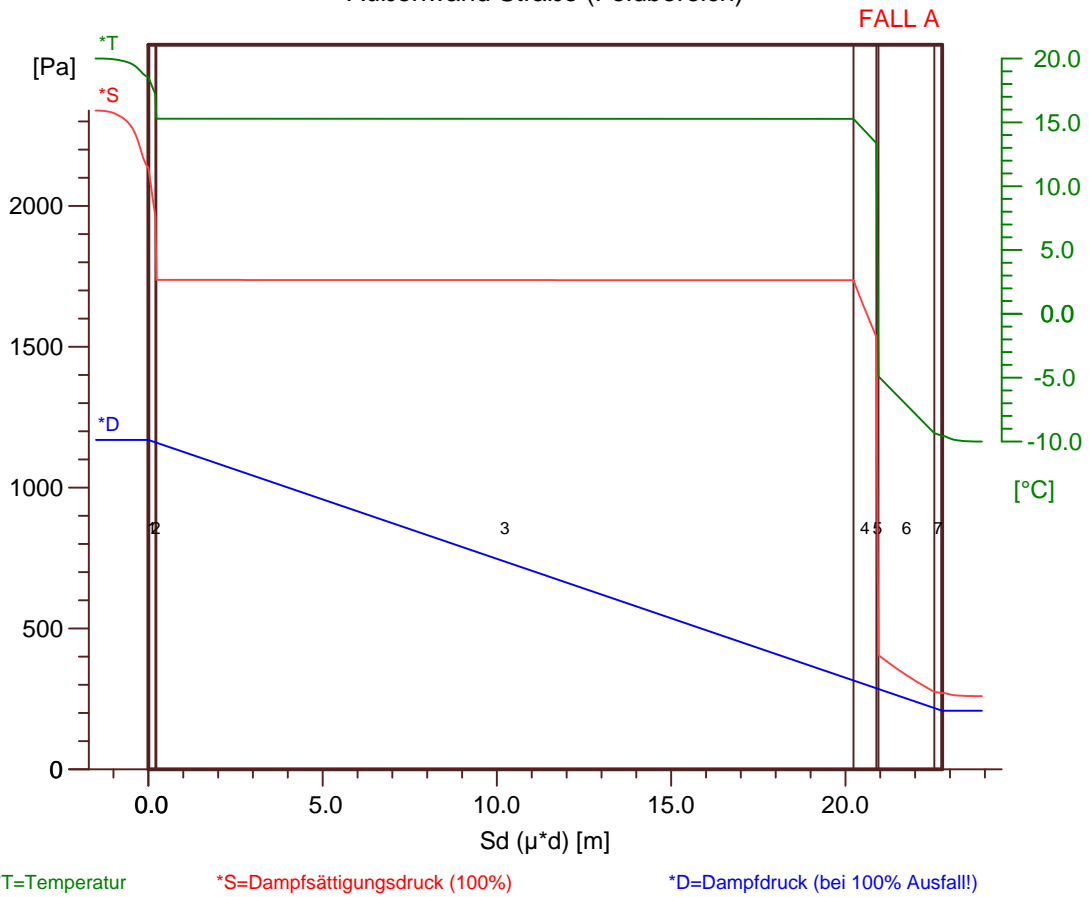
Aufbau ist OK. Kein Tauwasserausfall

Ergebnis der Dampfdiffusionsberechnung (Balkenbereich des Bauteils)

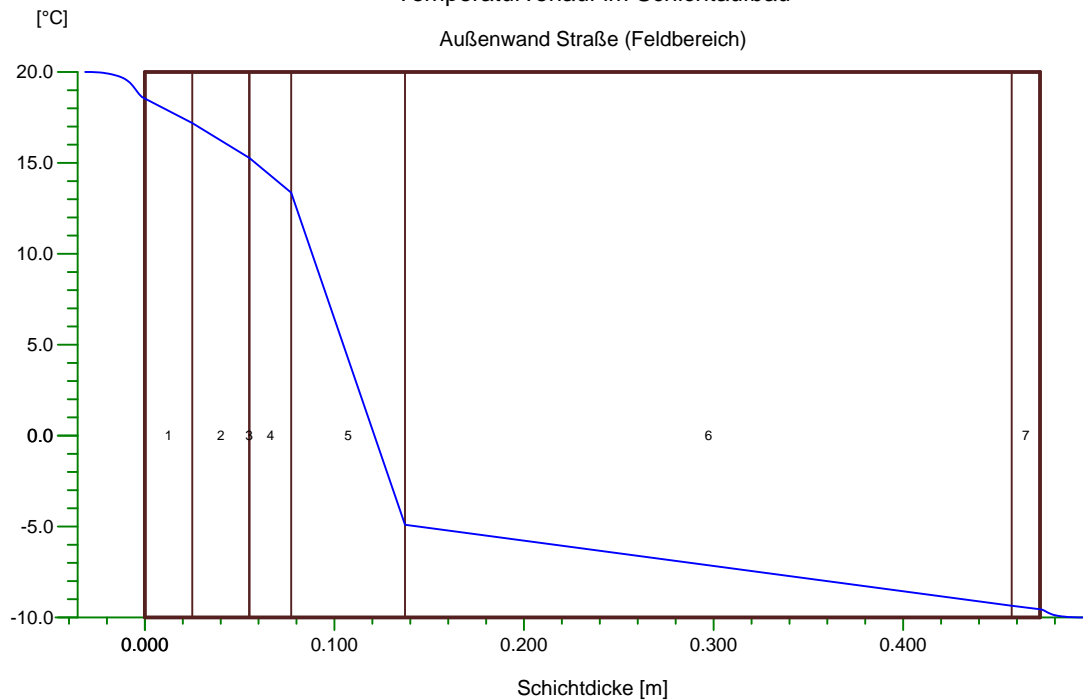
Falluntersuchung nach DIN 4108 ergab: FALL A

Aufbau ist OK. Kein Tauwasserausfall

Dampfdruckverlauf der Tauperiode nach Glaser Außenwand Straße (Feldbereich)



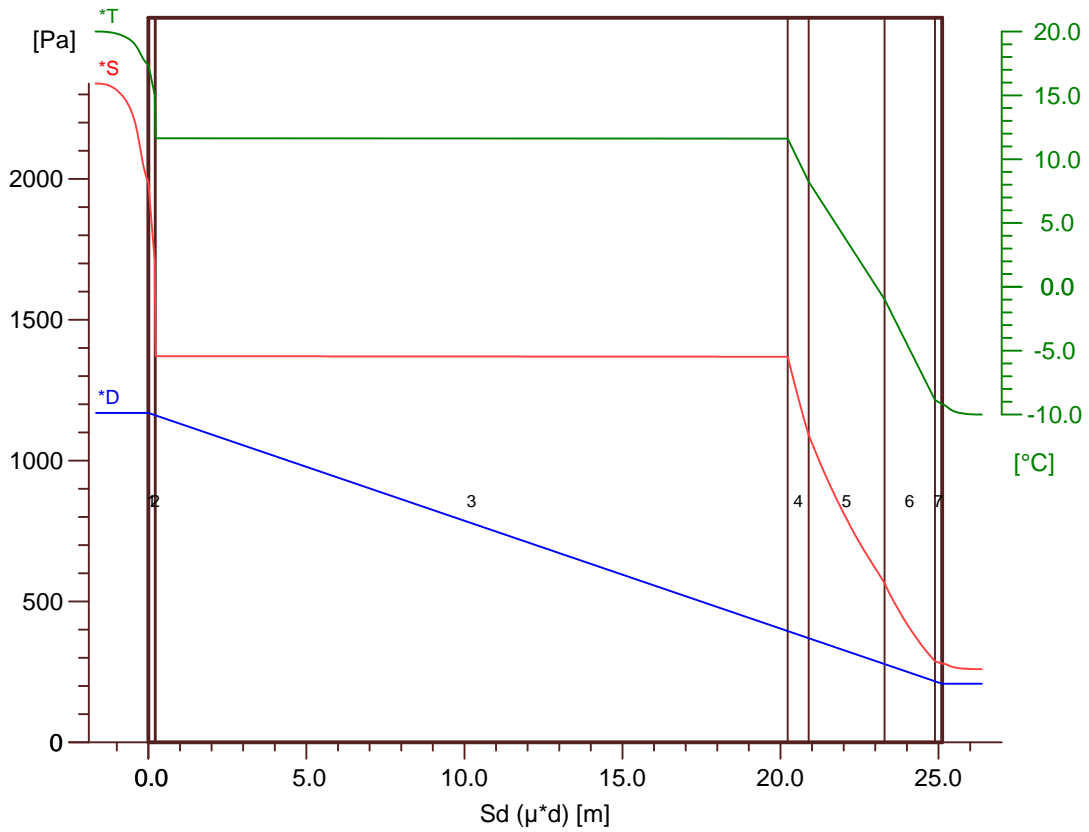
Temperaturverlauf im Schichtaufbau



Dampfdruckverlauf der Tauperiode nach Glaser

Außenwand Straße (Balkenbereich)

FALL A



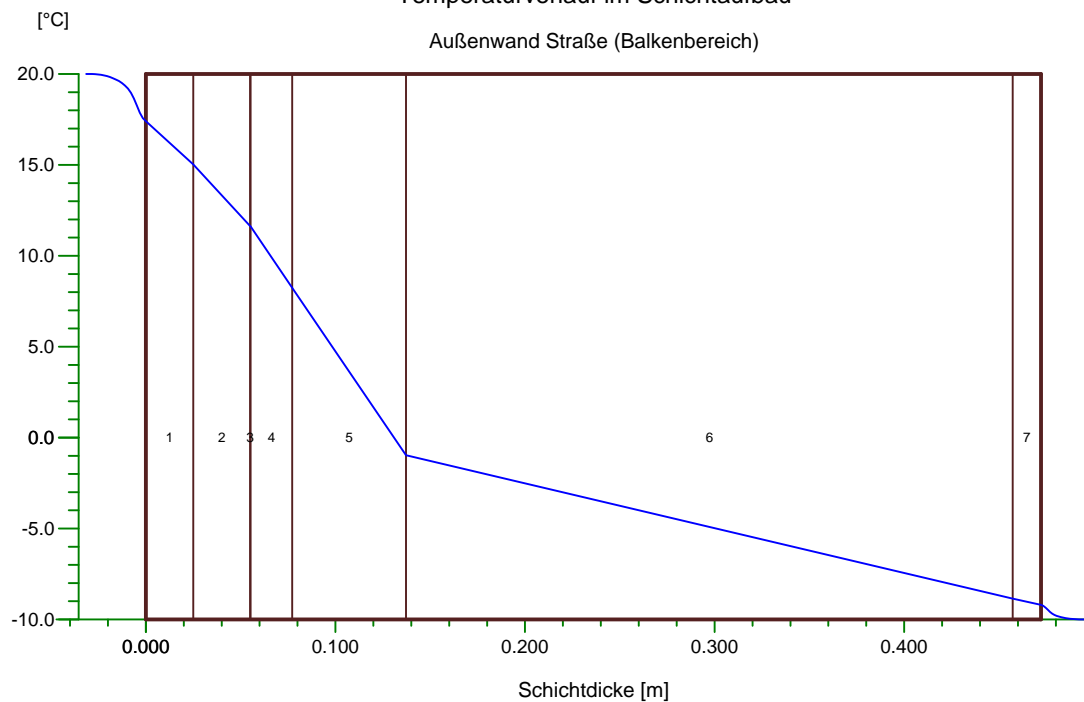
*T=Temperatur

*S=Dampfsättigungsdruck (100%)

*D=Dampfdruck (bei 100% Ausfall!)

Temperaturverlauf im Schichtaufbau

Außenwand Straße (Balkenbereich)



| | | |
|---------------|----------------------|-----------------------------------|
| Außenwand Hof | 58.23 m ² | U-Wert = 0.162 W/m ² K |
|---------------|----------------------|-----------------------------------|

Das Bauteil besitzt 2 Schichtbereiche

| Material | Dichte [kg/m ³] | Dicke s [mm] | λ [W/mK] | R [m ² K/W] | Diff. - Wid. |
|---|--------------------------------|-----------------|-------------|---------------------------|----------------|
| Aufbau des Feldbereichs 88.0 % | | | | | |
| Luftübergang Warmseite R _{Si} 0.13 | | | | | |
| F1 Gipskarton DIN 18180 | D | 900.0 | 25.00 | 0.210 | 0.119 8 |
| F2 Luftschicht senkr>.02 0.17 | D | 1.3 | 30.00 | 0.176 | 0.170 1 |
| F3 OSB-Platten | D | 650.0 | 22.00 | 0.130 | 0.169 30 / 50 |
| F4 Thermofloc | | 50.0 | 220.00 | 0.037 | 5.946 1 / 2 |
| F5 Steico protect H | D | 265.0 | 40.00 | 0.050 | 0.800 5 |
| F6 Kalkzementputz | D | 1800.0 | 5.00 | 0.870 | 0.006 15 / 35 |
| Luftübergang Kaltseite R _{Se} 0.04 | | | | | |
| Aufbau des Balkenbereichs 12.0 % | | | | | |
| Luftübergang Warmseite R _{Si} 0.13 | | | | | |
| B1 Gipskarton DIN 18180 | D | 900.0 | 25.00 | 0.210 | 0.119 8 |
| B2 Luftschicht senkr>.02 0.17 | D | 1.3 | 30.00 | 0.176 | 0.170 1 |
| B3 OSB-Platten | D | 650.0 | 22.00 | 0.130 | 0.169 30 / 50 |
| B4 Fichte,Kiefer,Tanne | | 600.0 | 220.00 | 0.130 | 1.692 40 |
| B5 Steico protect H | D | 265.0 | 40.00 | 0.050 | 0.800 5 |
| B6 Kunstharzputz | D | 1100.0 | 5.00 | 0.700 | 0.007 50 / 200 |
| Luftübergang Kaltseite R _{Se} 0.04 | | | | | |

U-Wert-Berechnung inhomogener Bauteile nach DIN EN ISO 6946

| | | | | | | |
|--------------|------------|------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Bauteildicke | Feldanteil | Flächengewicht | U-Wert | R _T | R _{T'} | R _{T''} |
| 342.00 mm | 88.0 % | 81.5 kg/m ² | 0.162 W/m ² K | 6.17 m ² K/W | 6.34 m ² K/W | 6.00 m ² K/W |

Wärmedurchgangsberechnung Feldbereich

Berechnete Daten:

| | |
|--|---------------------------|
| Wärmedurchlasswiderstand R | 7.21 [m ² K/W] |
| Wärmedurchgangswiderstand R _T | 7.38 [m ² K/W] |

| | |
|-----------------------------------|---------------------------|
| Wärmedurchgangskoeffizient U-Wert | 0.14 [W/m ² K] |
|-----------------------------------|---------------------------|

Wärmedurchgangsberechnung Balkenbereich

Berechnete Daten:

| | |
|--|---------------------------|
| Wärmedurchlasswiderstand R | 2.96 [m ² K/W] |
| Wärmedurchgangswiderstand R _T | 3.13 [m ² K/W] |

| | |
|-----------------------------------|---------------------------|
| Wärmedurchgangskoeffizient U-Wert | 0.32 [W/m ² K] |
|-----------------------------------|---------------------------|

Überprüfung des Mindestwärmeschutzes nach DIN 4108-2:2003-7 leichte Bauteile (<100kg/m²):

| | | |
|--|---------|----------------------------------|
| der Wärmedurchlasswiderstand des Feldbereichs und der mittlere Wärmedurchlasswiderstand wurden überprüft | | |
| zur Berechnung herangezogenes Flächengewicht | : 81.5 | kg/m ² |
| R an der ungünstigsten Stelle | : 7.210 | m ² K/W (Feldbereich) |
| Grenzwert (Mindestwert) für R | : 1.750 | m ² K/W |
| R gesamte Bauteil (Mittelwert) | : 6.004 | m ² K/W |
| Grenzwert (Mindestwert) für das Gesamtbauteil | : 1.000 | m ² K/W |

die Anforderungen sind nach DIN 4108-2:2003-7 erfüllt

Randbedingungen der Dampfdiffusion

| | Warmseite | Kaltseite |
|----------------------|--------------|-----------|
| Tauperiode: | | |
| Lufttemperatur | 20.0 °C | -10.0 °C |
| relative Feuchte | 50.0 % | 80.0 % |
| Dauer der Tauperiode | 1440 Stunden | |

Sanierung Elbstraße

25.Feb 2013 16:04:47

Verdunstungsperiode:

| | | |
|-------------------------------|--------------|---------|
| Lufttemperatur | 12.0 °C | 12.0 °C |
| relative Feuchte | 70.0 % | 70.0 % |
| Dauer der Verdunstungsperiode | 2160 Stunden | |

Dachtemperatur ----- °C

das Bauteil wird als Wand berechnet.

Ergebnis der Dampfdiffusionsberechnung (Feldbereich des Bauteils)

Falluntersuchung nach DIN 4108 ergab: FALL D

| | | |
|------------------------------|---------|-------------------------|
| Tauwasser in der Tauperiode: | (1440h) | 0.398 kg/m ² |
| mögliche Verdunstungsmenge: | (2160h) | 2.706 kg/m ² |
| verbleibende Restmenge | | 0.000 kg/m ² |

Aufbau ist OK. Es verbleibt kein Wasser im Bauteil

| | | | |
|------------------------|------------------------|------------|----------------------|
| Ausfallpunkt Warmseite | 1.110 [m] (μ^*d) | 351.3 [Pa] | an Schichtgrenze 4/5 |
| Ausfallpunkt Kaltseite | 1.310 [m] (μ^*d) | 264.2 [Pa] | an Schichtgrenze 5/6 |

Vom Ausfall betroffene Schichten:

| Nr. | Material | DIN | μ_1/μ_2 | μ |
|-----|------------------|-----|---------------|-------|
| 4 | Thermofloc | | μ_1 | 1 |
| 5 | Steico protect H | D | μ_1 | 5 |
| 6 | Kalkzementputz | D | μ_2 | 35 |

Ergebnis der Dampfdiffusionsberechnung (Balkenbereich des Bauteils)

Falluntersuchung nach DIN 4108 ergab: FALL B

| | | |
|------------------------------|---------|-------------------------|
| Tauwasser in der Tauperiode: | (1440h) | 0.027 kg/m ² |
| mögliche Verdunstungsmenge: | (2160h) | 0.668 kg/m ² |
| verbleibende Restmenge | | 0.000 kg/m ² |

Aufbau ist OK. Es verbleibt kein Wasser im Bauteil

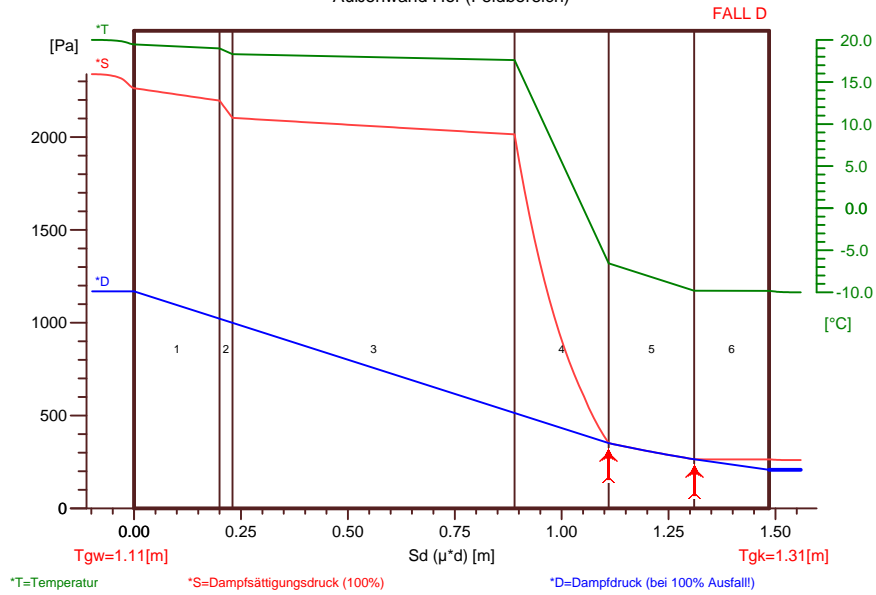
| | | | |
|--------------|-----------------------|-----------|----------------------|
| Ausfallpunkt | 9.890[m] (μ^*d) | 270.5[Pa] | an Schichtgrenze 5/6 |
|--------------|-----------------------|-----------|----------------------|

Vom Ausfall betroffene Schichten:

| Nr. | Material | DIN | μ_1/μ_2 | μ |
|-----|------------------|-----|---------------|-------|
| 5 | Steico protect H | D | μ_1 | 5 |
| 6 | Kunstharzputz | D | μ_2 | 200 |

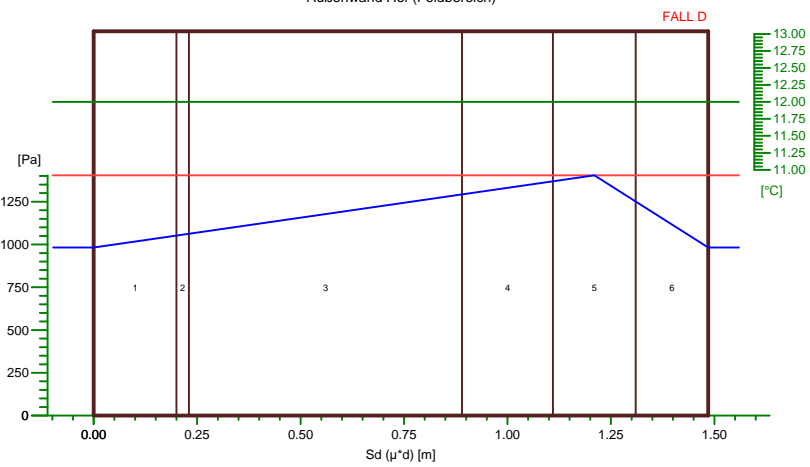
Dampfdruckverlauf der Tauperiode nach Glaser

Außenwand Hof (Feldbereich)



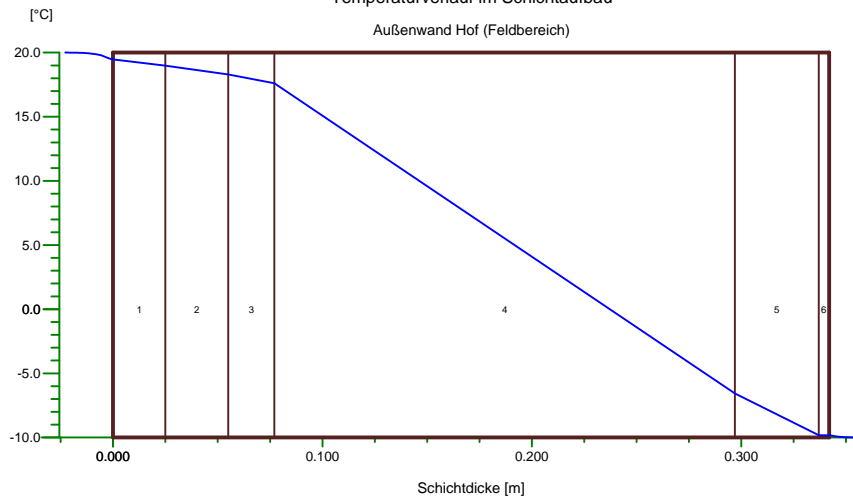
Dampfdruckverlauf der Verdunstungsperiode nach Glaser

Außenwand Hof (Feldbereich)



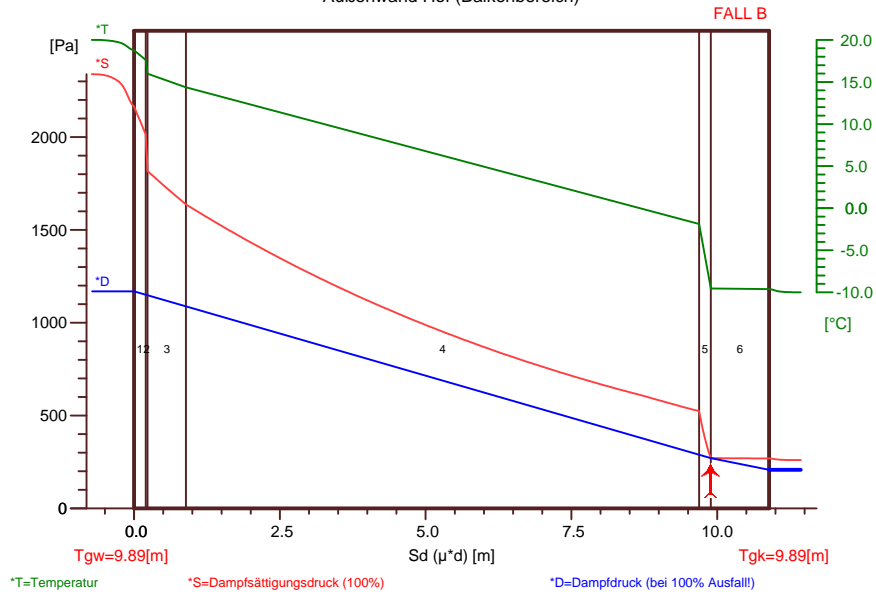
Temperaturverlauf im Schichtaufbau

Außenwand Hof (Feldbereich)



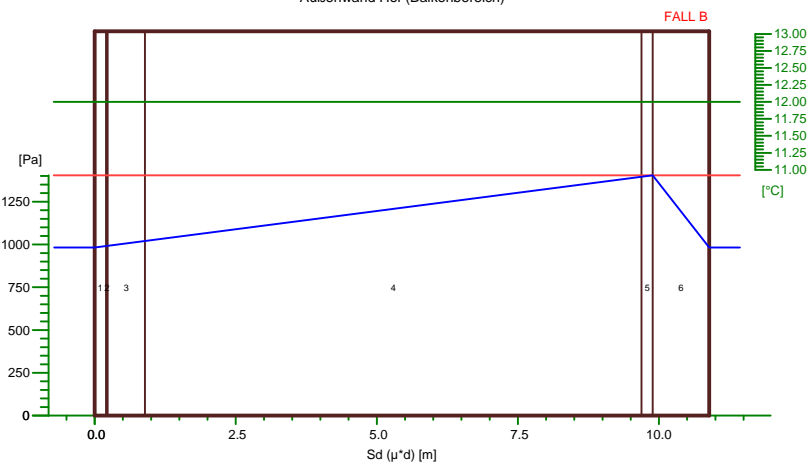
Dampfdruckverlauf der Tauperiode nach Glaser

Außenwand Hof (Balkenbereich)



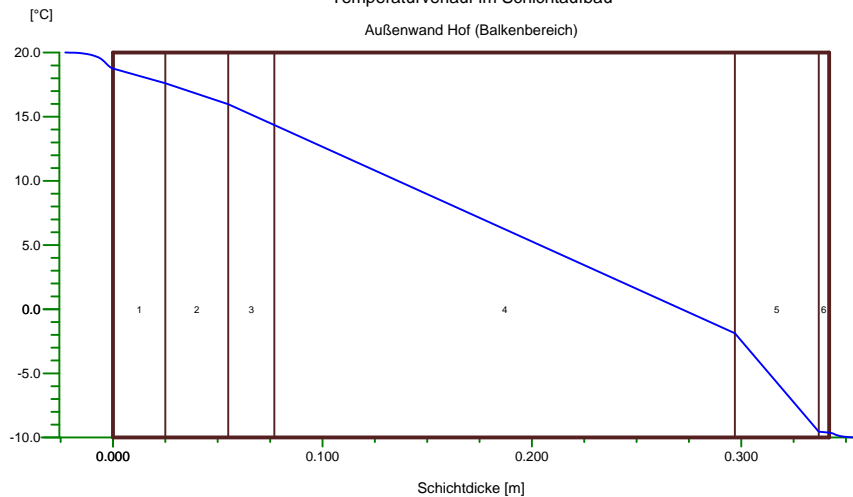
Dampfdruckverlauf der Verdunstungsperiode nach Glaser

Außenwand Hof (Balkenbereich)



Temperaturverlauf im Schichtaufbau

Außenwand Hof (Balkenbereich)



| | | |
|---------------------------|-----------------------|-----------------------------------|
| 12cm-Sparren Dach Däm22+2 | 186.98 m ² | U-Wert = 0.175 W/m ² K |
|---------------------------|-----------------------|-----------------------------------|

Das Bauteil besitzt 2 Schichtbereiche

| Material | | Dichte [kg/m ³] | Dicke s [mm] | λ [W/mK] | R [m ² K/W] | Diff. - Wid. |
|---|---|--------------------------------|-----------------|-------------|---------------------------|--------------|
| Aufbau des Feldbereichs 88.0 % | | | | | | |
| Luftübergang Warmseite R _{Si} 0.10 | | | | | | |
| F1 Gipskarton DIN 18180 | D | 900.0 | 25.00 | 0.210 | 0.119 | 8 |
| F2 Luft ruhend aufwärts | D | 1.3 | 40.00 | 0.250 | 0.160 | 1 |
| F3 OSB-Platten | D | 650.0 | 15.00 | 0.130 | 0.115 | 30 / 50 |
| F4 Thermofloc | D | 50.0 | 220.00 | 0.037 | 5.946 | 1 / 2 |
| F5 Steico universal | D | 270.0 | 22.00 | 0.050 | 0.440 | 5 |
| Luftübergang Kaltseite R _{Se} 0.08 | | | | | | |
| Aufbau des Balkenbereichs 12.0 % | | | | | | |
| Luftübergang Warmseite R _{Si} 0.10 | | | | | | |
| B1 Gipskarton DIN 18180 | D | 900.0 | 25.00 | 0.210 | 0.119 | 8 |
| B2 Luft ruhend aufwärts | D | 1.3 | 40.00 | 0.250 | 0.160 | 1 |
| B3 OSB-Platten | D | 650.0 | 15.00 | 0.130 | 0.115 | 30 / 50 |
| B4 Holz (Fichte,Kiefer,Tanne) | D | 600.0 | 220.00 | 0.130 | 1.692 | 40 |
| B5 Steico universal | D | 270.0 | 22.00 | 0.050 | 0.440 | 5 |
| Luftübergang Kaltseite R _{Se} 0.08 | | | | | | |

U-Wert-Berechnung inhomogener Bauteile nach DIN EN ISO 6946

| | | | | | | |
|--------------|------------|------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Bauteildicke | Feldanteil | Flächengewicht | U-Wert | R _T | R _T ' | R _T '' |
| 322.00 mm | 88.0 % | 63.8 kg/m ² | 0.175 W/m ² K | 5.72 m ² K/W | 5.86 m ² K/W | 5.58 m ² K/W |

Wärmedurchgangsberechnung Feldbereich

Berechnete Daten:

| | |
|--|---------------------------|
| Wärmedurchlasswiderstand R | 6.78 [m ² K/W] |
| Wärmedurchgangswiderstand R _T | 6.96 [m ² K/W] |

| | |
|-----------------------------------|---------------------------|
| Wärmedurchgangskoeffizient U-Wert | 0.14 [W/m ² K] |
|-----------------------------------|---------------------------|

Wärmedurchgangsberechnung Balkenbereich

Berechnete Daten:

| | |
|--|---------------------------|
| Wärmedurchlasswiderstand R | 2.53 [m ² K/W] |
| Wärmedurchgangswiderstand R _T | 2.71 [m ² K/W] |

| | |
|-----------------------------------|---------------------------|
| Wärmedurchgangskoeffizient U-Wert | 0.37 [W/m ² K] |
|-----------------------------------|---------------------------|

Überprüfung des Mindestwärmeschutzes nach DIN 4108-2:2003-7 leichte Bauteile (<100kg/m²):

der Wärmedurchlasswiderstand des Feldbereichs und der mittlere Wärmedurchlasswiderstand wurden überprüft

| | | | |
|---|---------|--------------------|---------------|
| zur Berechnung herangezogenes Flächengewicht | : 63.8 | kg/m ² | |
| R an der ungünstigsten Stelle | : 6.780 | m ² K/W | (Feldbereich) |
| Grenzwert (Mindestwert) für R | : 1.750 | m ² K/W | |
| R gesamte Bauteil (Mittelwert) | : 5.539 | m ² K/W | |
| Grenzwert (Mindestwert) für das Gesamtbauteil | : 1.000 | m ² K/W | |

die Anforderungen sind nach DIN 4108-2:2003-7 erfüllt

Randbedingungen der Dampfdiffusion

| | Warmseite | Kaltseite |
|-------------------------------|--------------|-----------|
| Tauperiode: | | |
| Lufttemperatur | 20.0 °C | -10.0 °C |
| relative Feuchte | 50.0 % | 80.0 % |
| Dauer der Tauperiode | 1440 Stunden | |
| Verdunstungsperiode: | | |
| Lufttemperatur | 12.0 °C | 12.0 °C |
| relative Feuchte | 70.0 % | 70.0 % |
| Dauer der Verdunstungsperiode | 2160 Stunden | |
| Dachtemperatur | ----- °C | |

das Bauteil wird als Decke berechnet.

Ergebnis der Dampfdiffusionsberechnung (Feldbereich des Bauteils)

Falluntersuchung nach DIN 4108 ergab: FALL A

Aufbau ist OK. Kein Tauwasserausfall

Ergebnis der Dampfdiffusionsberechnung (Balkenbereich des Bauteils)

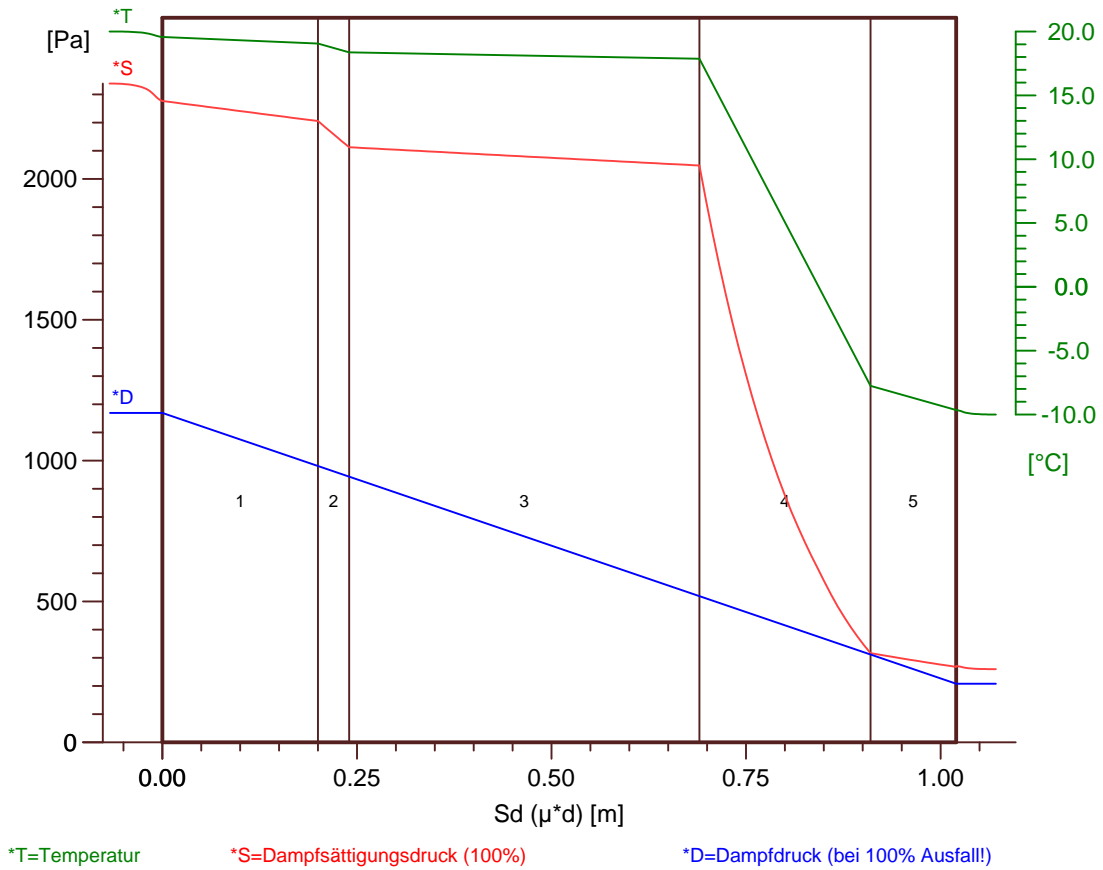
Falluntersuchung nach DIN 4108 ergab: FALL A

Aufbau ist OK. Kein Tauwasserausfall

Dampfdruckverlauf der Tauperiode nach Glaser

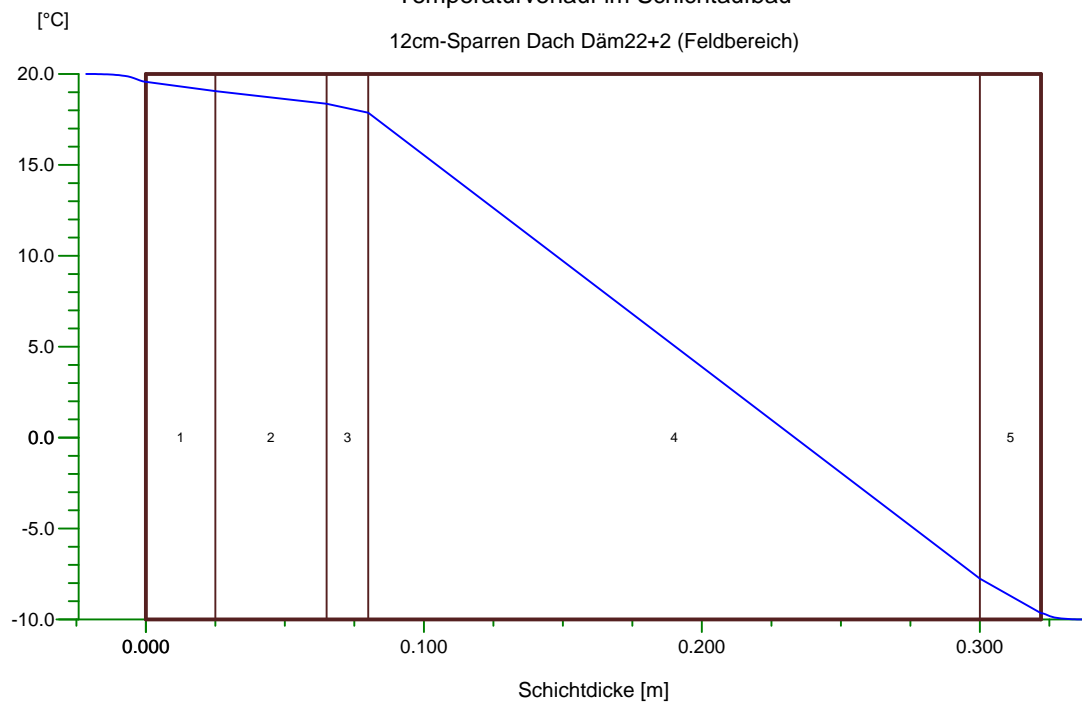
12cm-Sparren Dach Däm22+2 (Feldbereich)

FALL A



Temperaturverlauf im Schichtaufbau

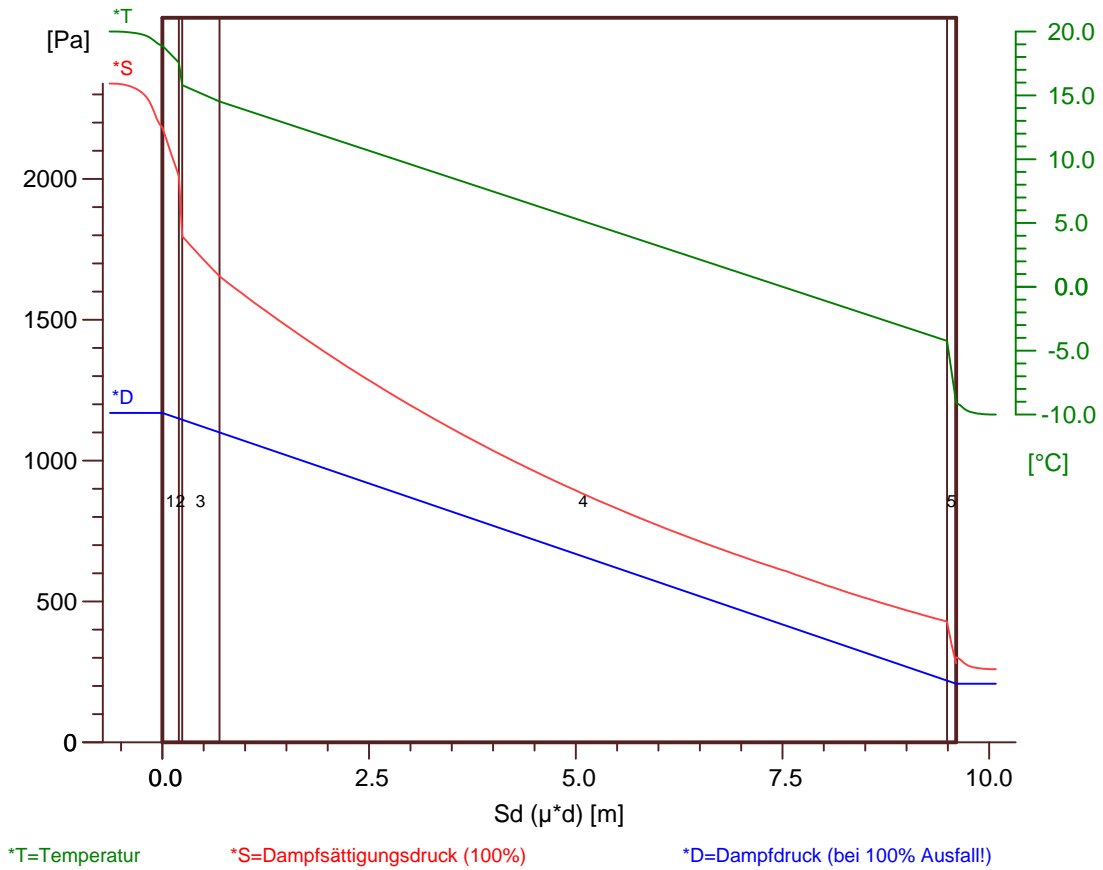
12cm-Sparren Dach Däm22+2 (Feldbereich)



Dampfdruckverlauf der Tauperiode nach Glaser

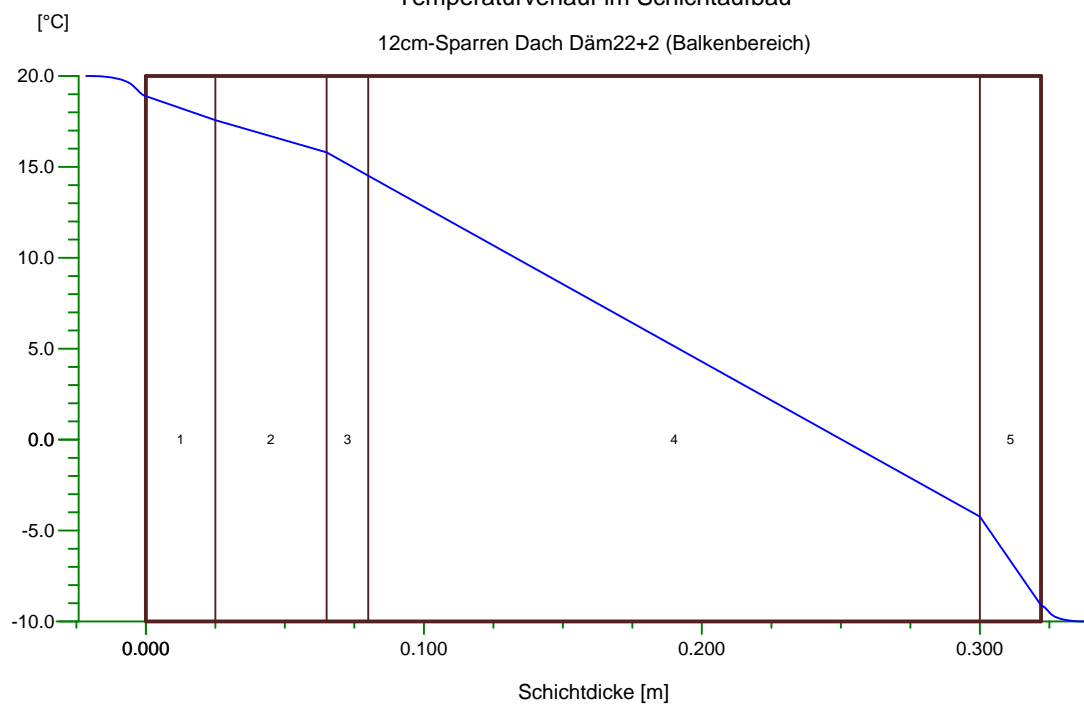
12cm-Sparren Dach Däm22+2 (Balkenbereich)

FALL A



Temperaturverlauf im Schichtaufbau

12cm-Sparren Dach Däm22+2 (Balkenbereich)



| | | |
|--------------------|-----------------------|-----------------------------------|
| Boden auf Erdreich | 119.92 m ² | U-Wert = 0.316 W/m ² K |
|--------------------|-----------------------|-----------------------------------|

Das Bauteil besitzt 2 Schichtbereiche

| Material | Dichte [kg/m ³] | Dicke s [mm] | λ [W/mK] | R [m ² K/W] | Diff. - Wid. |
|---|--------------------------------|-----------------|-------------|---------------------------|---------------|
| Aufbau des Feldbereichs 83.0 % | | | | | |
| Luftübergang Warmseite R _{Si} 0.17 | | | | | |
| F1 Holz (Fichte,Kiefer,Tanne) | D 600.0 | 24.00 | 0.130 | 0.185 | 40 |
| F2 Faserzementplatten DIN18517 | D 2000.0 | 20.00 | 0.580 | 0.034 | 20 / 50 |
| F3 Aluminium Folie | D 2700.0 | 0.50 | 200.000 | 0.000 | 999999 |
| F4 Polystyrolhartschaum 040 | D 0.0 | 115.00 | 0.040 | 2.875 | 40 |
| F5 Bitumendachbahn DIN 52128 | D 1200.0 | 2.00 | 0.170 | 0.012 | 10000 / 80000 |
| F6 Beton normal DIN 1045 | D 2400.0 | 100.00 | 2.100 | 0.048 | 70 / 150 |
| Luftübergang Kaltseite R _{Se} 0.00 | | | | | |
| Aufbau des Balkenbereichs 17.0 % | | | | | |
| Luftübergang Warmseite R _{Si} 0.17 | | | | | |
| B1 Zementestrich | D 2000.0 | 50.00 | 1.400 | 0.036 | 15 / 35 |
| B2 Dampfbremse PE-Folie | 1100.0 | 0.20 | 0.200 | 0.001 | 100000 |
| B3 Polystyrolhartschaum 040 | D 0.0 | 110.00 | 0.040 | 2.750 | 40 |
| B4 Bitumendachbahn nackte | D 1200.0 | 2.00 | 0.170 | 0.012 | 2000 / 20000 |
| B5 Beton normal DIN 1045 | D 2400.0 | 100.00 | 2.100 | 0.048 | 70 / 150 |
| Luftübergang Kaltseite R _{Se} 0.00 | | | | | |

U-Wert-Berechnung inhomogener Bauteile nach DIN EN ISO 6946

| | | | | | | |
|--------------|------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Bauteildicke | Feldanteil | Flächengewicht | U-Wert | R _T | R _{T'} | R _{T''} |
| 261.50 mm | 83.0 % | 305.7 kg/m ² | 0.316 W/m ² K | 3.16 m ² K/W | 3.27 m ² K/W | 3.06 m ² K/W |

Wärmedurchgangsberechnung Feldbereich

Berechnete Daten:

| | |
|--|---------------------------|
| Wärmedurchlaßwiderstand R | 3.15 [m ² K/W] |
| Wärmedurchgangswiderstand R _T | 3.32 [m ² K/W] |

| | |
|-----------------------------------|---------------------------|
| Wärmedurchgangskoeffizient U-Wert | 0.30 [W/m ² K] |
|-----------------------------------|---------------------------|

Wärmedurchgangsberechnung Balkenbereich

Berechnete Daten:

| | |
|--|---------------------------|
| Wärmedurchlaßwiderstand R | 2.85 [m ² K/W] |
| Wärmedurchgangswiderstand R _T | 3.02 [m ² K/W] |

| | |
|-----------------------------------|---------------------------|
| Wärmedurchgangskoeffizient U-Wert | 0.33 [W/m ² K] |
|-----------------------------------|---------------------------|

Überprüfung des Mindestwärmeschutzes nach DIN 4108-2:2003-7 Tabelle 3, normale Bauteile (>=100kg/m²):

| | |
|--|--|
| Einsatzart: | gedämmte Fußböden beheizter Aufenthaltsr. auf dem Erdreich |
| zur Berechnung herangezogenes Flächengewicht | : 305.7 kg/m ² |
| R an der ungünstigsten Stelle | : 2.846 m ² K/W (Balkenbereich) |
| Grenzwert (Mindestwert) für R | : 0.900 m ² K/W |

ACHTUNG! Dichteangaben im Schichtaufbau sind unvollständig,

| |
|---|
| die Anforderungen sind nach DIN 4108-2:2003-7 erfüllt |
|---|

Randbedingungen der Dampfdiffusion

| | Warmseite | Kaltseite |
|-------------------------------|--------------|-----------|
| Tauperiode: | | |
| Lufttemperatur | 20.0 °C | 8.0 °C |
| relative Feuchte | 50.0 % | 80.0 % |
| Dauer der Tauperiode | 8760 Stunden | |
| Verdunstungsperiode: | | |
| Lufttemperatur | 12.0 °C | 8.0 °C |
| relative Feuchte | 70.0 % | 70.0 % |
| Dauer der Verdunstungsperiode | 0 Stunden | |
| Dachtemperatur | ----- °C | |

das Bauteil wird als Decke berechnet.

Ergebnis der Dampfdiffusionsberechnung (Feldbereich des Bauteils)

Falluntersuchung nach DIN 4108 ergab: FALL A

Aufbau ist OK. Kein Tauwasserausfall

Ergebnis der Dampfdiffusionsberechnung (Balkenbereich des Bauteils)

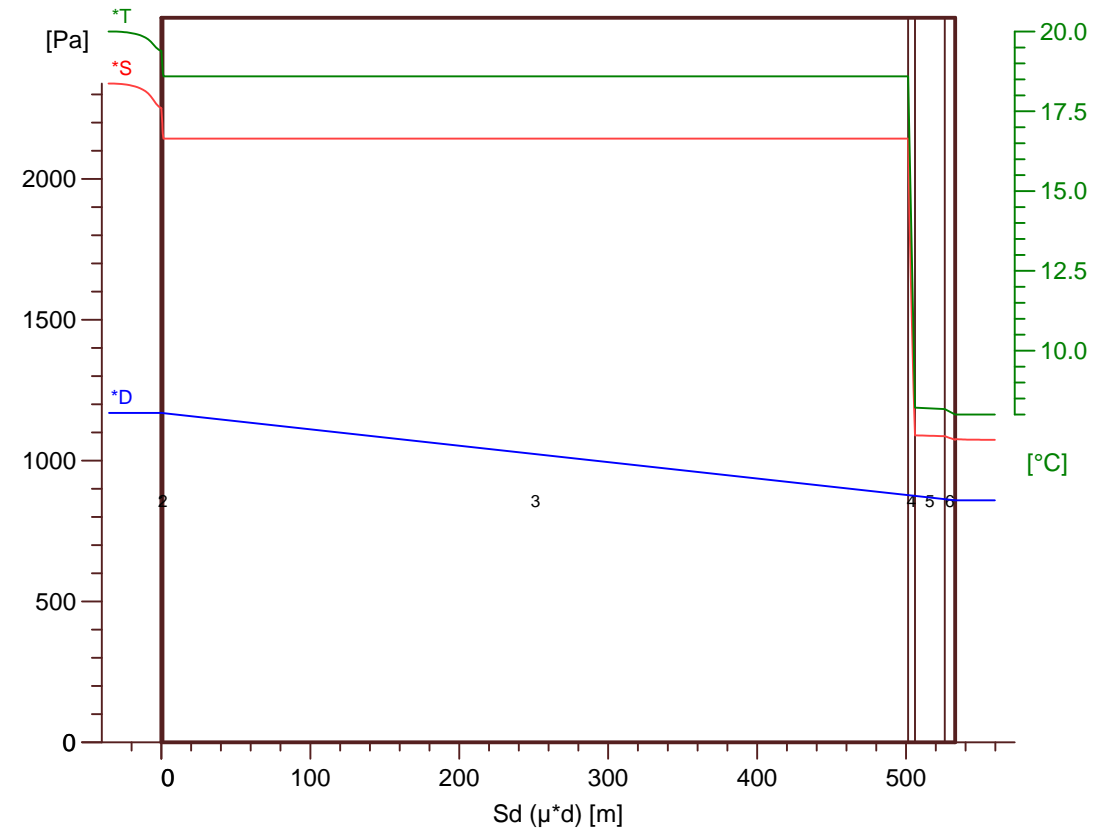
Falluntersuchung nach DIN 4108 ergab: FALL A

Aufbau ist OK. Kein Tauwasserausfall

Dampfdruckverlauf der Tauperiode nach Glaser

Boden auf Erdreich (Feldbereich)

FALL A



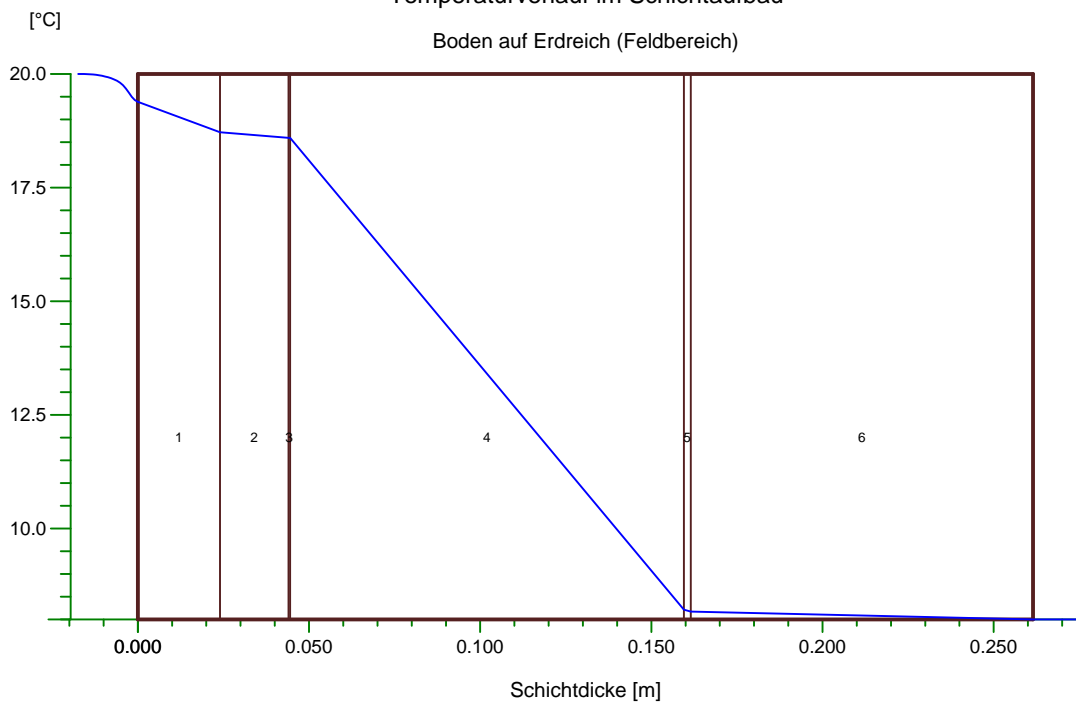
*T=Temperatur

*S=Dampfsättigungsdruck (100%)

*D=Dampfdruck (bei 100% Ausfall!)

Temperaturverlauf im Schichtaufbau

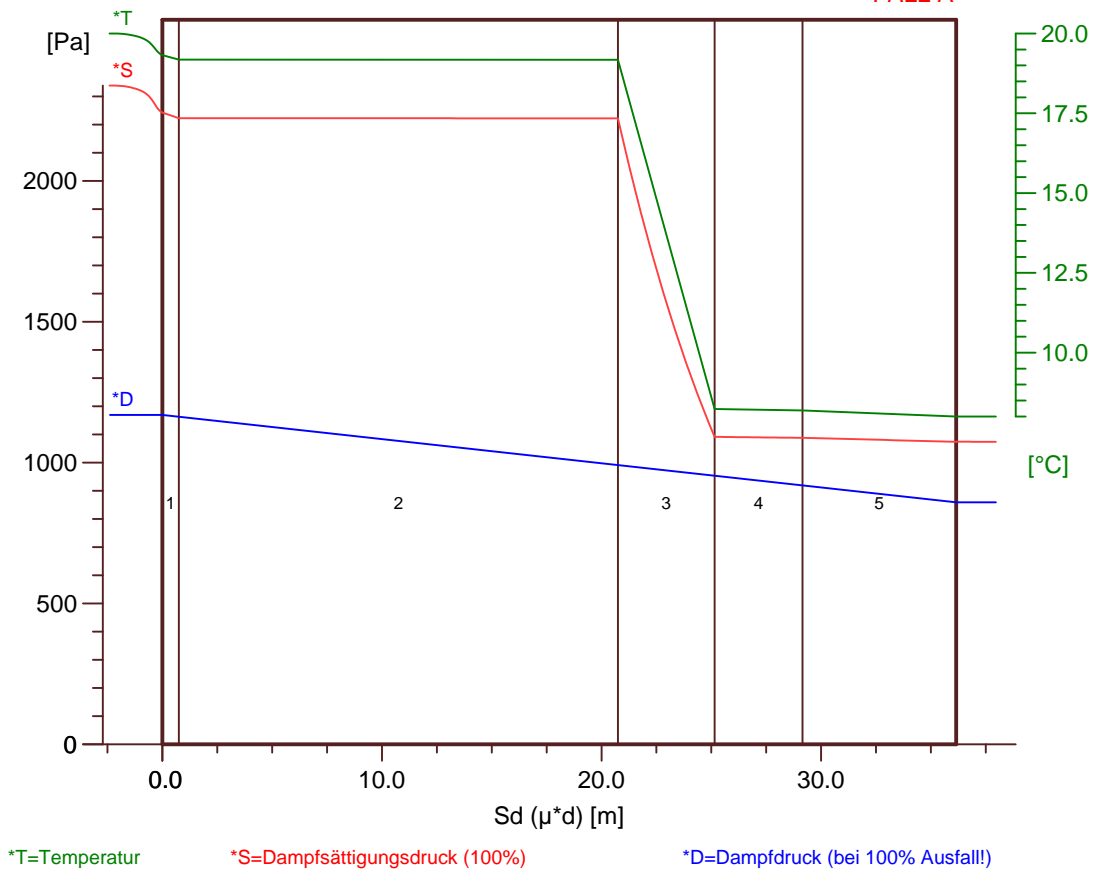
Boden auf Erdreich (Feldbereich)



Dampfdruckverlauf der Tauperiode nach Glaser

Boden auf Erdreich (Balkenbereich)

FALL A



Temperaturverlauf im Schichtaufbau

Boden auf Erdreich (Balkenbereich)

