

# Projekt-Dokumentation



## **Projekt** Lehner-Ausführung n. Werkplan

Projektnummer 2015/7

**Gebäude** Mehrfamilienhaus I. Münchener Straße  
Innere Münchner Straße 41  
84036 Landshut

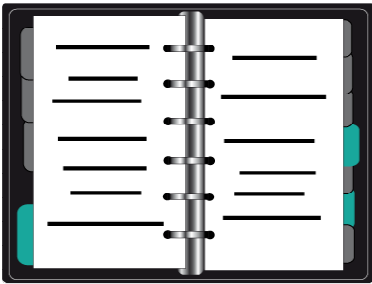
**Aussteller** Robert Rengstl  
Ingenieurbüro Rengstl  
Langenhettenbach 515  
84061 Ergoldsbach

**Auftraggeber** Heinrich Lehner  
Langenhettenbach 407  
84061 Ergoldsbach

**Erstellungsdatum** 29.03.2017

## Inhaltsverzeichnis

|  |    |
|--|----|
| Allgemein  | 3  |
| Nachweisergebnisse   | 3  |
| Gebäudeergebnisse  | 4  |
| Gebäude  | 4  |
| Wesentliche Angaben für Anzeigen nach EnEV §16a                                    | 5  |
| KfW-Ergebnisse   | 6  |
| Bautechnik   | 7  |
| Verwendete Konstruktionen  | 7  |
| Bauteilliste   | 20 |
| Gewinne/Verluste der Bauteile  | 21 |
| Anteilige Wärmeverluste der Bautechnik   | 22 |
| Anlagentechnik   | 23 |
| Ergebnisse der Anlagenberechnung   | 23 |
| Weitere Berechnungen   | 26 |
| Lüftung von Wohnungen nach DIN 1946-6, Abschnitt 4.2                               | 26 |
| Gebäudeheizlast nach DIN EN 12831 Beiblatt 2, Abschnitt 4.2 (Hüllflächenverfahren) | 28 |
| Variantenvergleich   | 29 |
| Tabellarischer Variantenvergleich  | 29 |



# Allgemein

## Nachweisergebnisse

**Projekt:** Lehner-Ausführung n. Werkplan, Innere Münchner Straße 41, 84036 Landshut

**Berechnung:** Wohngebäude nach EnEV 2014 (Anforderungsniveau ab 1.1. 2016), Verfahren nach DIN 4108-6 / DIN V 4701, Neubau

Der Effizienzhausstandard "**KfW-Effizienzhaus 55 (EnEV 2014)**" (Neubau) wurde erreicht.

| Ergebnisse                                      | Ist-Wert | Soll-Wert | % vom Soll-Wert | Soll-Wert für KfW-Effizienzhaus 55 |
|---|----------|-----------|-----------------|------------------------------------|
| $H_T'$ bzgl. Referenzgebäude $[W/(m^2K)]$       | 0,296    | 0,422     | 70 %            | 70 %                               |
| $H_T'$ bzgl. EnEV-Sollwert $[W/(m^2K)]$         | 0,296    | 0,650     | 46 %            | 100 %                              |
| spezifischer Primärenergiebedarf $[kWh/(m^2a)]$ | 22,5     | 48,4      | 46 %            | 55 %                               |
| Primärenergiebedarf $[kWh/a]$                   | 25.123,0 | 54.053,6  | 46 %            | 55 %                               |



## Gebäudeergebnisse

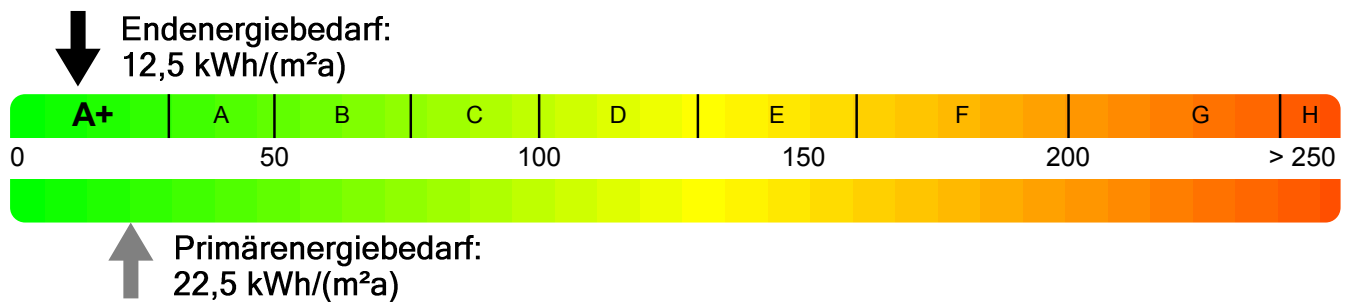
### Gebäude

|   | Ist-Wert |
|---|----------|
| spez. Transmissionswärmeverlust [W/(m²K)] | 0,296    |
| spez. Heizwärmebedarf [kWh/(m²a)]         | 26,0     |
| Anlagenaufwandszahl [-]                   | 0,59     |
| spez. Primärenergiebedarf [kWh/(m²a)]     | 22,51    |

Die flächenbezogenen Ergebnisse beziehen sich auf die Gebäudenutzfläche  $A_N$ .

#### Hinweis:

Die Werte für den Heizwärme- und Primärenergiebedarf wurden gemäß §5 EnEV 2014 korrigiert.



## Wesentliche Angaben für Anzeigen nach EnEV §16a

|                              |                       |
|------------------------------|-----------------------|
| 1. Art des Energieausweises  | Energiebedarfsausweis |
| 2. Endenergiebedarf          | 12,5 kWh/(m²a)        |
| 3. Wesentliche Energieträger | Strom                 |
| 4. Baujahr des Gebäudes      | 2017                  |
| 5. Energieeffizienzklasse    | A+                    |

Die angegebenen Werte beziehen sich auf die Variante "KfW 55".

## KfW-Ergebnisse

| Ergebnisse                                      | Ist-Wert | Soll-Wert | % vom Soll-Wert | Soll-Wert für KfW-Effizienzhaus 55 |
|---|----------|-----------|-----------------|------------------------------------|
| $H_T'$ bzgl. Referenzgebäude $[W/(m^2K)]$       | 0,296    | 0,422     | 70 %            | 70 %                               |
| $H_T'$ bzgl. EnEV-Sollwert $[W/(m^2K)]$         | 0,296    | 0,650     | 46 %            | 100 %                              |
| spezifischer Primärenergiebedarf $[kWh/(m^2a)]$ | 22,5     | 48,4      | 46 %            | 55 %                               |
| Primärenergiebedarf $[kWh/a]$                   | 25.123,0 | 54.053,6  | 46 %            | 55 %                               |

Der Effizienzhausstandard "**KfW-Effizienzhaus 55 (EnEV 2014)**" (Neubau) wurde erreicht.

Die in der Wärmeschutzberechnung berücksichtigte **Fensterfläche** beträgt **159,6 m<sup>2</sup>**

### Weitere Angaben:

|  |   |
|--|---|
| Gebäudevolumen $V_e$ $[m^3]$                   | 3.487,62  |
| Gebäudenutzfläche $A_N$ $[m^2]$                | 1.116,04  |
| Wärmeübertragende Umfassungsfläche $A$ $[m^2]$ | 1.247,26  |
| Fensterfläche $[m^2]$                          | 159,64  |
| Außentürfläche $[m^2]$                         | 7,40  |
| Bauart   | massiv  |
| Gebäudetyp                                     | sonstige Gebäude  |
| Berechnung nach                                | EnEV Anlage 1 Nummer 2.1.2 DIN EN 832, DIN V 4108-6 und DIN V 4701-10 |
| verwendete EnEV-Software                       | ZUB Helena  |
| Berücksichtigung von Wärmebrücken              | 0,05 $W/(m^2K)$ (Pauschalwert)  |

Der Transmissionswärmeverlust  $H_T'$  für das Referenzgebäude bzw. der Höchstwert von  $H_T'$  wurden gemäß Tabelle 1 bzw. Tabelle 2 der Anlage 1 der EnEV 2014 ermittelt.

### Regenerativ erzeugter Strom

Gesamter Strombedarf: 13.957 kWh/a

Gesamte Eigennutzung regenerativ erzeugten Stromes: 0 kWh/a

Deckungsanteil am Strombedarf: 0,0 %

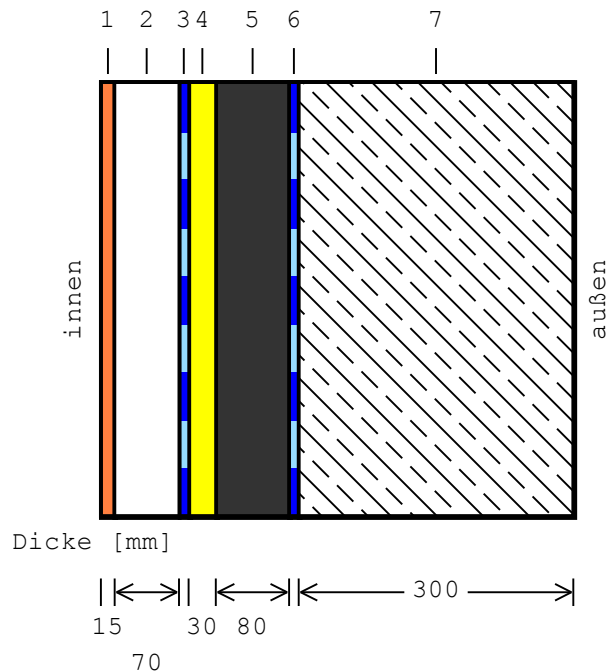
Berechnung des PV-Ertrags nach DIN EN 15316-4-6: nein



# Bautechnik

## Verwendete Konstruktionen

### Boden EG

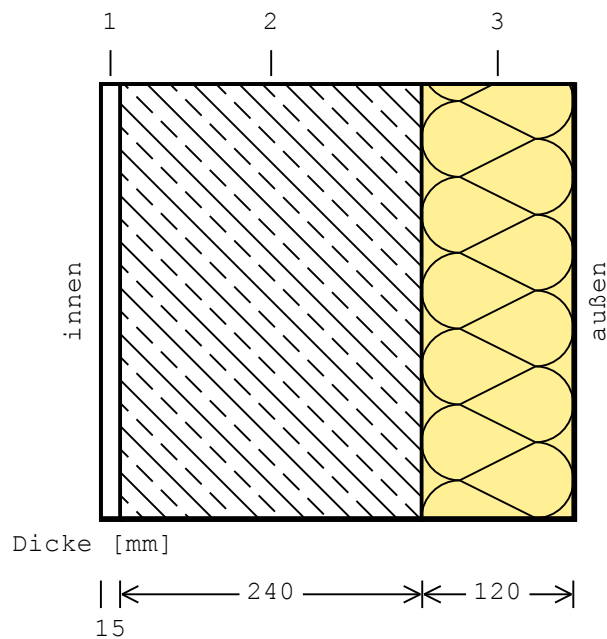


| Schicht | Material  | Dicke [mm]    | $\lambda$ [W/mK] |
|---------|---|---------------|------------------|
| 1       | DIN EN ISO 10456 Gestein Kristalliner Naturstein  | 15            | 3,500            |
| 2       | DIN 4108 1.3.2 Zement-Estrich   | 70            | 1,400            |
| 3       | Diffusionshemmende und luftdichte Schicht (z.B. PE-Folie sd=20m)                              | 0,02          | 0,200            |
| 4       | Tackerplatte EPS 040 DES sg   | 30            | 0,040            |
| 5       | Bachl PUR 024 DAA ALU   | 80            | 0,023            |
| 6       | Diffusionsdichte Schicht sd>1500m (z.B. Metallfolien oder Bitumenbahnen mit ALU-Einlage o.ä.) | 10            | 0,170            |
| 7       | DIN EN ISO 10456 Beton armiert (mit 1% Stahl) 2300  | 300           | 2,300            |
|         | <b>gesamt</b>   | <b>505,02</b> |                  |

## Verwendung

| Bauteile            | $R_{si}$ [m²K/W] | $R_{se}$ [m²K/W] | U-Wert [W/(m²K)] |
|---------------------|------------------|------------------|------------------|
| Boden EG (217,3 m²) | 0,17             | 0,00             | 0,22             |

## Garagenwand



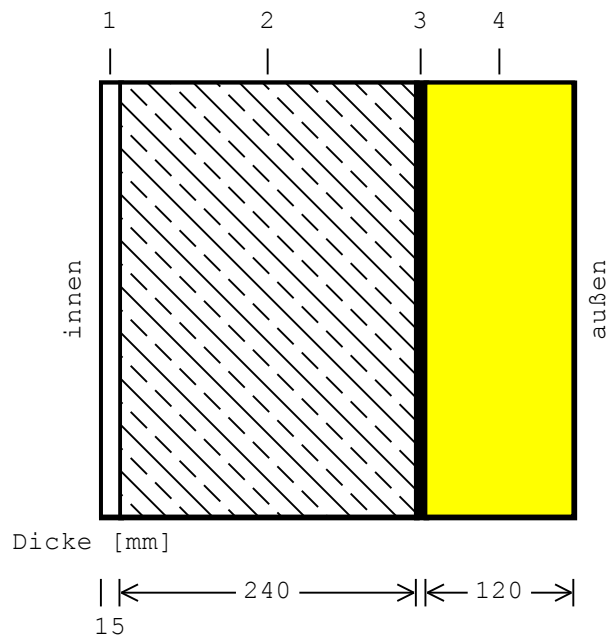
| Schicht | Material   | Dicke [mm] | $\lambda$ [W/mK] |
|---------|--|------------|------------------|
| 1       | DIN 4108 1.1.1 Putzmörtel aus Kalk, Kalkzement und hydraulischem Kalk                            | 15         | 1,000            |
| 2       | DIN EN ISO 10456 Beton armiert (mit 1% Stahl) 2300   | 240        | 2,300            |
| 3       | Knauf Insulation Tektalan A2-TK Holzwolle-Mehrschichtplatte mit Steinwollekern nach DIN EN 13168 | 120        | 0,040            |
|         | <b>gesamt</b>  | <b>375</b> |                  |

## Verwendung

| Bauteile                 | $R_{si}$ [m²K/W] | $R_{se}$ [m²K/W] | U-Wert [W/(m²K)] |
|--------------------------|------------------|------------------|------------------|
| Garagenwand EG (47,1 m²) | 0,13             | 0,04             | 0,30             |



## Kopie von Wärmedämmverbundsystem Außenwand Beton

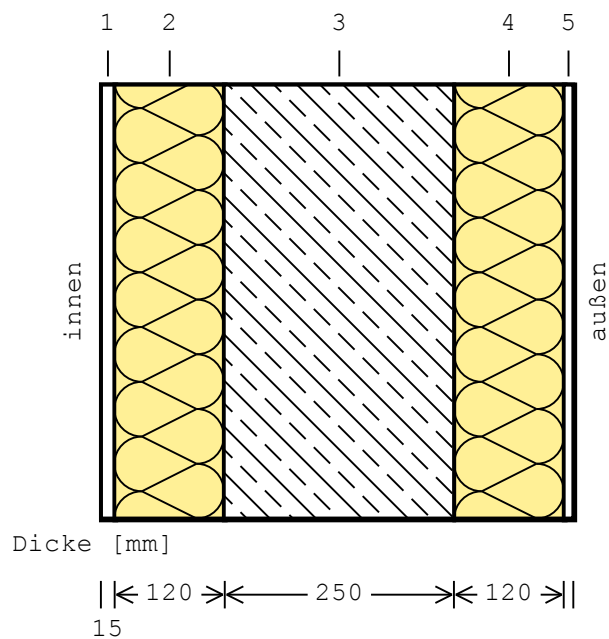


| Schicht | Material  | Dicke [mm] | $\lambda$ [W/mK] |
|---------|---|------------|------------------|
| 1       | DIN 4108 1.1.1 Putzmörtel aus Kalk, Kalkzement und hydraulischem Kalk | 15         | 1,000            |
| 2       | DIN EN ISO 10456 Beton armiert (mit 1% Stahl) 2300                    | 240        | 2,300            |
| 3       | DIN EN ISO 10456 Bitumen als Stoff                                    | 5          | 0,170            |
| 4       | Austrotherm Top 30  | 120        | 0,036            |
|         | <b>gesamt</b>   | <b>380</b> |                  |

## Verwendung

| Bauteile                                 | $R_{si}$ [m²K/W] | $R_{se}$ [m²K/W] | U-Wert [W/(m²K)] |
|--|------------------|------------------|------------------|
| Wand EG gegen Erdreich Nachbar (16,9 m²) | 0,13             | 0,00             | 0,28             |
| Wand EG gegen Erdreich Garten (20,9 m²)  |                  |                  |                  |

## Außenwand Keller

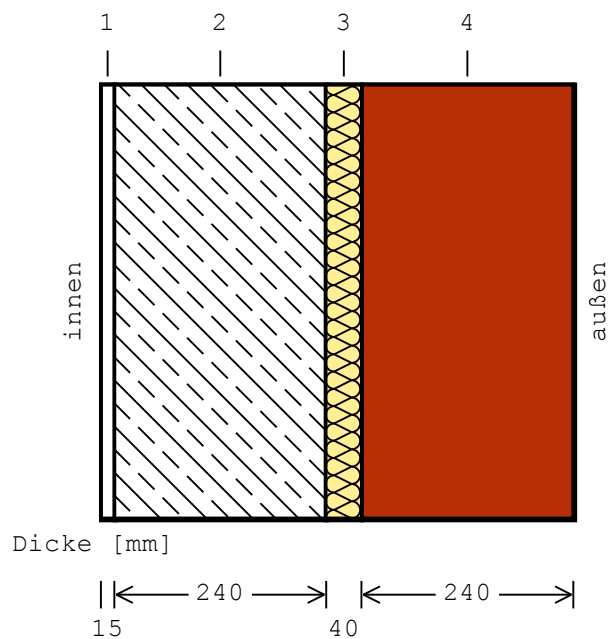


| Schicht | Material  | Dicke [mm] | $\lambda$ [W/mK] |
|---------|---|------------|------------------|
| 1       | DIN 4108 1.1.1 Putzmörtel aus Kalk, Kalkzement und hydraulischem Kalk | 15         | 1,000            |
| 2       | RW -Putzträgerplatte Coverrock 035                                    | 120        | 0,035            |
| 3       | DIN EN ISO 10456 Beton armiert (mit 1% Stahl) 2300                    | 250        | 2,300            |
| 4       | RW -Putzträgerplatte Coverrock 035                                    | 120        | 0,035            |
| 5       | DIN 4108 1.1.8 Kunstharzputz  | 5          | 0,700            |
|         | <b>gesamt</b>   | <b>510</b> |                  |

## Verwendung

| Bauteile                          | $R_{si}$ [m²K/W] | $R_{se}$ [m²K/W] | U-Wert [W/(m²K)] |
|-----------------------------------|------------------|------------------|------------------|
| Wand EG gegen Außenluft (15,2 m²) | 0,13             | 0,04             | 0,14             |

## Kopie von Kopie von Kommunwand

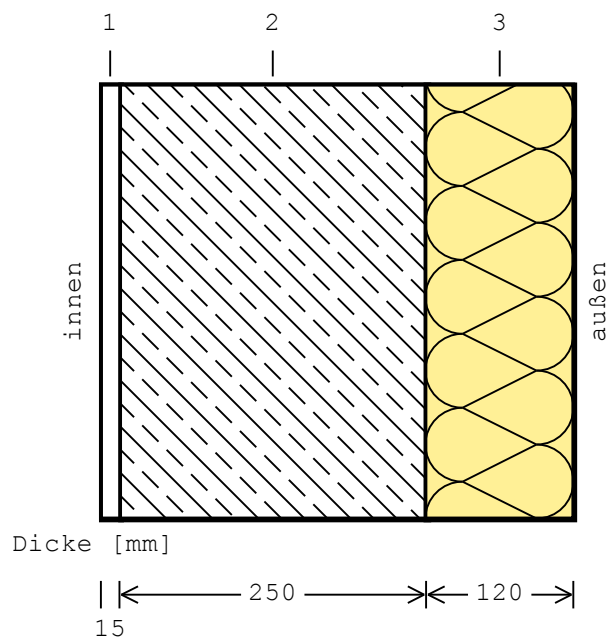


| Schicht | Material  | Dicke [mm] | $\lambda$ [W/mK] |
|---------|---|------------|------------------|
| 1       | DIN 4108 1.1.1 Putzmörtel aus Kalk, Kalkzement und hydraulischem Kalk | 15         | 1,000            |
| 2       | DIN EN ISO 10456 Beton armiert (mit 1% Stahl) 2300                    | 240        | 2,300            |
| 3       | RW -Haustrennfugenplatte Splittrock MW                                | 40         | 0,035            |
| 4       | DIN 4108 4.1.2 Voll-, Hochloch-, Füllziegel 1400                      | 240        | 0,580            |
|         | <b>gesamt</b>   | <b>535</b> |                  |

## Verwendung

| Bauteile                            | $R_{si}$ [m²K/W] | $R_{se}$ [m²K/W] | U-Wert [W/(m²K)] |
|-------------------------------------|------------------|------------------|------------------|
| Wand EG zum Nachbarkeller (15,6 m²) | 0,13             | 0,13             | 0,52             |

## Wand Treppe/Keller

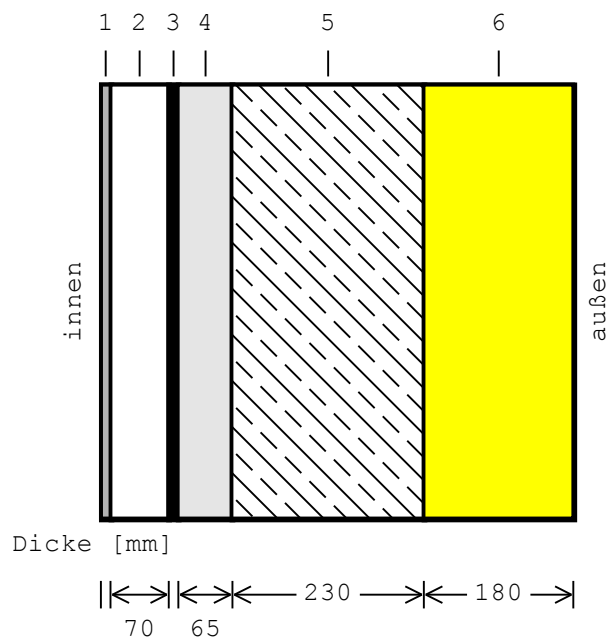


| Schicht | Material  | Dicke [mm] | $\lambda$ [W/mK] |
|---------|---|------------|------------------|
| 1       | DIN 4108 1.1.1 Putzmörtel aus Kalk, Kalkzement und hydraulischem Kalk | 15         | 1,000            |
| 2       | DIN EN ISO 10456 Beton armiert (mit 1% Stahl) 2300                    | 250        | 2,300            |
| 3       | RW -Kellendeckenlamelle Planarock                                     | 120        | 0,040            |
|         | <b>gesamt</b>   | <b>385</b> |                  |

## Verwendung

| Bauteile                               | $R_{si}$ [m²K/W] | $R_{se}$ [m²K/W] | U-Wert [W/(m²K)] |
|--|------------------|------------------|------------------|
| Treppenhauswand EG - Nachbar (88,2 m²) | 0,13             | 0,13             | 0,30             |

## Variante für Decke über Außenluft/Garage



| Schicht | Material  | Dicke [mm]   | $\lambda$ [W/mK] |
|---------|---|--------------|------------------|
| 1       | DIN EN ISO 10456 Platten Keramik/Porzellan                        | 12           | 1,300            |
| 2       | DIN 4108 1.3.2 Zement-Estrich                                     | 70           | 1,400            |
| 3       | (WUFI-Wert) PE-Folie  | 0,2          | 2,300            |
| 4       | DIN 4108 5.2 Expandierter Polystyrolschaum GW 0,0385 Kategorie II | 65           | 0,040            |
| 5       | DIN EN ISO 10456 Beton armiert (mit 1% Stahl) 2300                | 230          | 2,300            |
| 6       | ISOVER Topdec DF 1-035 RENO Decken-Filz                           | 180          | 0,035            |
|         | <b>gesamt</b>   | <b>557,2</b> |                  |

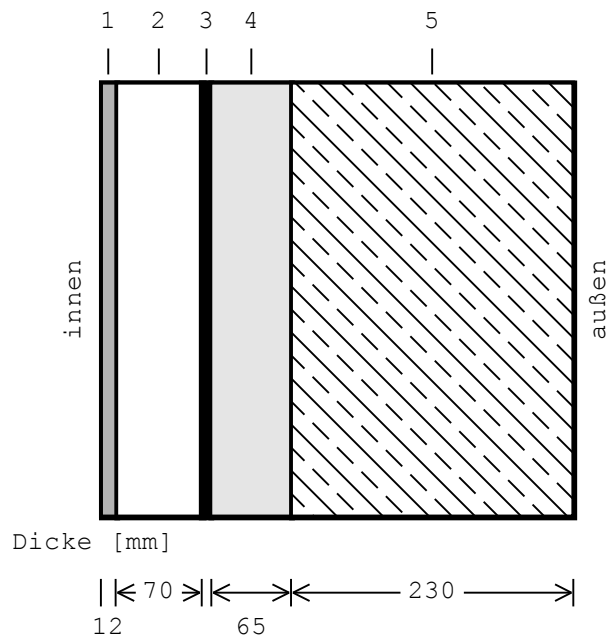
### Beschreibung:

-

### Verwendung

| Bauteile   | $R_{si}$ [m <sup>2</sup> K/W] | $R_{se}$ [m <sup>2</sup> K/W] | U-Wert [W/(m <sup>2</sup> K)] |
|--|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Decke über Garage (59,5 m <sup>2</sup> )         | 0,17                          | 0,04                          | 0,14                          |
| Variante Decke über Garage (1,0 m <sup>2</sup> ) | 0,17                          | 0,17                          | 0,14                          |

## Kopie von Decke über Garage



| Schicht | Material  | Dicke [mm]   | $\lambda$ [W/mK] |
|---------|---|--------------|------------------|
| 1       | DIN EN ISO 10456 Platten Keramik/Porzellan                        | 12           | 1,300            |
| 2       | DIN 4108 1.3.2 Zement-Estrich                                     | 70           | 1,400            |
| 3       | (WUFI-Wert) PE-Folie  | 0,2          | 2,300            |
| 4       | DIN 4108 5.2 Expandierter Polystyrolschaum GW 0,0385 Kategorie II | 65           | 0,040            |
| 5       | DIN EN ISO 10456 Beton armiert (mit 1% Stahl) 2300                | 230          | 2,300            |
|         | <b>gesamt</b>   | <b>377,2</b> |                  |

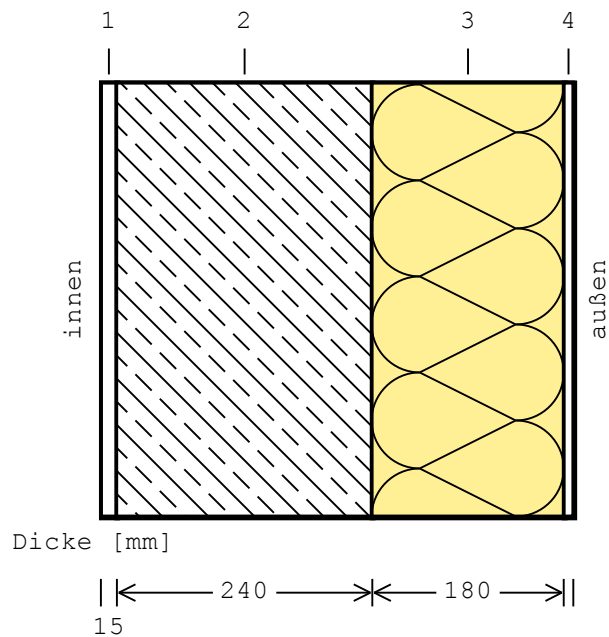
### Beschreibung:

-

### Verwendung

| Bauteile                                       | $R_{si}$ [m <sup>2</sup> K/W] | $R_{se}$ [m <sup>2</sup> K/W] | U-Wert [W/(m <sup>2</sup> K)] |
|--|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Decke über Kellerabteile (1,0 m <sup>2</sup> ) | 0,17                          | 0,17                          | 0,47                          |

## Wärmedämmverbundsystem Außenwand Beton

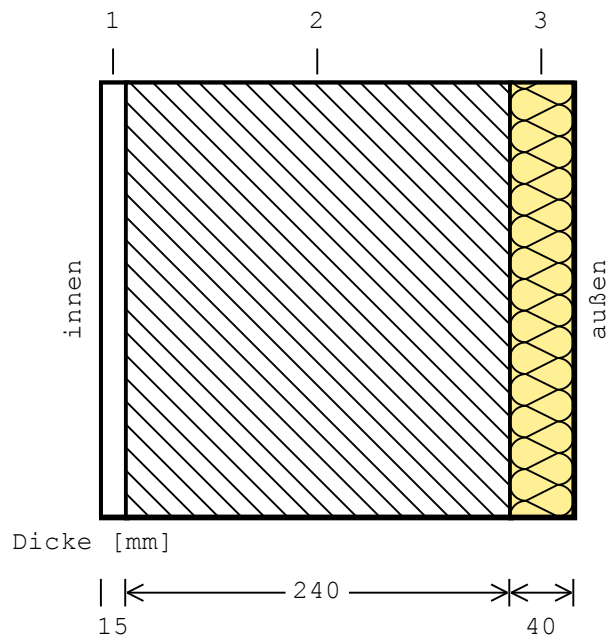


| Schicht | Material  | Dicke [mm] | $\lambda$ [W/mK] |
|---------|---|------------|------------------|
| 1       | DIN 4108 1.1.1 Putzmörtel aus Kalk, Kalkzement und hydraulischem Kalk | 15         | 1,000            |
| 2       | DIN EN ISO 10456 Beton armiert (mit 1% Stahl) 2300                    | 240        | 2,300            |
| 3       | RW -Putzträgerplatte Coverrock 035                                    | 180        | 0,035            |
| 4       | DIN 4108 1.1.8 Kunstharzputz  | 5          | 0,700            |
|         | <b>gesamt</b>   | <b>440</b> |                  |

## Verwendung

| Bauteile  | $R_{si}$ [m²K/W] | $R_{se}$ [m²K/W] | U-Wert [W/(m²K)] |
|---|------------------|------------------|------------------|
| Fassade straßenseitig (77,5 m²)<br>Aufzugüberfahrt (6,0 m²) | 0,13             | 0,04             | 0,18             |

## Kopie von Kommunwand



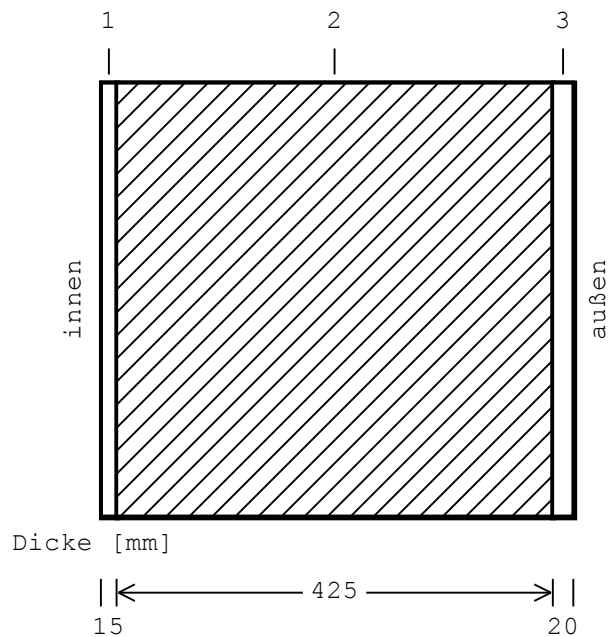
| Schicht | Material  | Dicke [mm] | $\lambda$ [W/mK] |
|---------|---|------------|------------------|
| 1       | DIN 4108 1.1.1 Putzmörtel aus Kalk, Kalkzement und hydraulischem Kalk | 15         | 1,000            |
| 2       | DIN 4108 4.1.2 Hochlochziegel 1200                                    | 240        | 0,500            |
| 3       | RW -Haustrennfugenplatte Splittrock MW                                | 40         | 0,035            |
|         | <b>gesamt</b>   | <b>295</b> |                  |

## Verwendung

| Bauteile   | $R_{si}$ [m²K/W] | $R_{se}$ [m²K/W] | U-Wert [W/(m²K)] |
|--|------------------|------------------|------------------|
| Kommunwand West (177,6 m²)<br>Kommunwand Ost (72,6 m²) | 0,13             | 0,13             | 0,53             |



## Außenwand S8

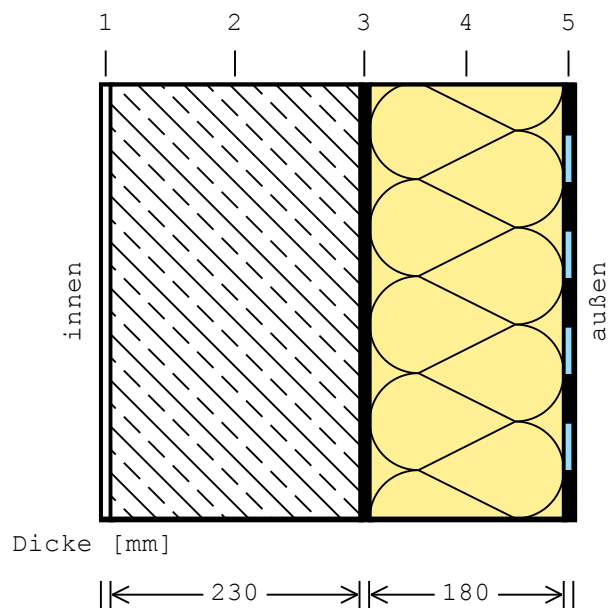


| Schicht | Material  | Dicke [mm] | $\lambda$ [W/mK] |
|---------|---|------------|------------------|
| 1       | DIN 4108 1.1.1 Putzmörtel aus Kalk, Kalkzement und hydraulischem Kalk | 15         | 1,000            |
| 2       | Wärmedämmziegel WDz nach Zulassung 0,08                               | 425        | 0,080            |
| 3       | DIN 4108 1.1.4 Leichtputz $\leq 1000$                                 | 20         | 0,380            |
|         | <b>gesamt</b>   | <b>460</b> |                  |

## Verwendung

| Bauteile  | $R_{si}$ [m <sup>2</sup> K/W] | $R_{se}$ [m <sup>2</sup> K/W] | U-Wert [W/(m <sup>2</sup> K)] |
|---|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| AW Ost (115,0 m <sup>2</sup> )<br>AW Ost Hof (46,5 m <sup>2</sup> )<br>AW West (83,8 m <sup>2</sup> )<br>AW Süd (104,2 m <sup>2</sup> ) | 0,13                          | 0,04                          | 0,18                          |

## Kopie von IVPU Flachdach, Terrasse, 18 cm PUR 023 , Abdichtung



| Schicht | Material  | Dicke [mm]   | $\lambda$ [W/mK] |
|---------|---|--------------|------------------|
| 1       | DIN 4108 1.1.2 Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit | 5            | 0,700            |
| 2       | DIN EN ISO 10456 Beton armiert (mit 2% Stahl) 2400                      | 230          | 2,500            |
| 3       | (WUFI-Wert) PE-Folie  | 0,2          | 2,300            |
| 4       | Polyurethan-Hartschaum WLS 023  | 180          | 0,023            |
| 5       | DIN 4108 7.3.1 Bitumendachbahnen nach DIN EN 13707                      | 9            | 0,170            |
|         | <b>gesamt</b>   | <b>424,2</b> |                  |

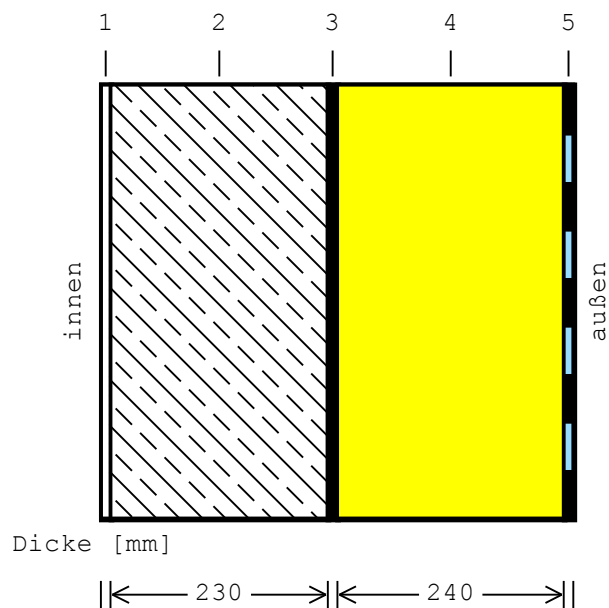
### Beschreibung:

-

### Verwendung

| Bauteile               | $R_{si}$ [m²K/W] | $R_{se}$ [m²K/W] | U-Wert [W/(m²K)] |
|------------------------|------------------|------------------|------------------|
| Dachterrasse (80,2 m²) | 0,10             | 0,04             | 0,12             |

## Flachdach, 22cm XPS035 , Abdichtung



| Schicht | Material  | Dicke [mm]   | $\lambda$ [W/mK] |
|---------|---|--------------|------------------|
| 1       | DIN 4108 1.1.2 Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit | 5            | 0,700            |
| 2       | DIN EN ISO 10456 Beton armiert (mit 2% Stahl) 2400                      | 230          | 2,500            |
| 3       | (WUFI-Wert) PE-Folie  | 0,2          | 2,300            |
| 4       | URSA - URSA XPS N-FT  | 240          | 0,038            |
| 5       | DIN 4108 7.3.1 Bitumendachbahnen nach DIN EN 13707                      | 9            | 0,170            |
|         | <b>gesamt</b>   | <b>484,2</b> |                  |

### Beschreibung:

-

### Verwendung

| Bauteile             | $R_{si}$ [m²K/W] | $R_{se}$ [m²K/W] | U-Wert [W/(m²K)] |
|----------------------|------------------|------------------|------------------|
| Flachdach (172,5 m²) | 0,10             | 0,04             | 0,15             |

## Bauteilliste

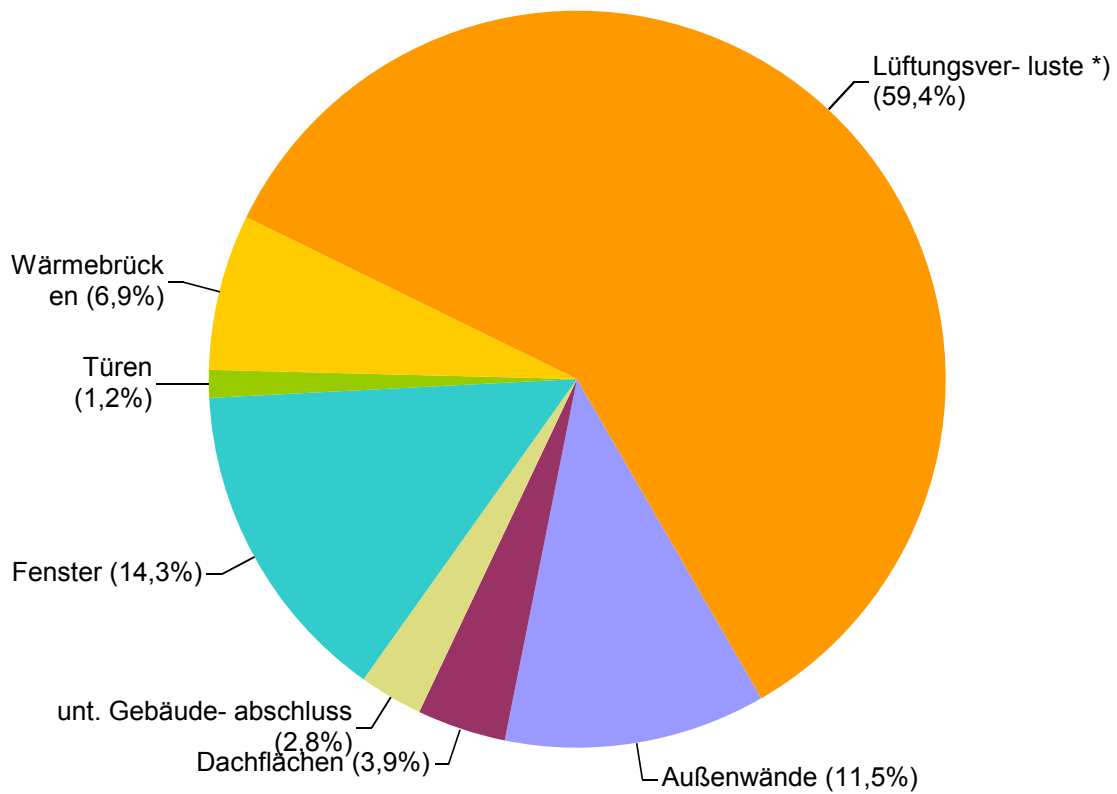
| Bezeichnung                         | Fläche<br>[m²] | Nettofläche<br>[m²] | Aus-<br>richtung | U-Wert<br>[W/(m²K)] | Fx-Wert<br>[-] |
|-------------------------------------|----------------|---------------------|------------------|---------------------|----------------|
| Boden EG                            | 217,31         | 217,31              | horizontal       | 0,22                | 0,35           |
| Garagenwand EG                      | 51,58          | 47,07               | Nord             | 0,30                | 1,00           |
| Tür 1                               |                | 4,51                |                  | 1,5                 | 1,00           |
| Wand EG gegen Erdreich Nachbar      | 16,90          | 16,90               |                  | 0,28                | 0,60           |
| Wand EG gegen Erdreich Garten       | 20,91          | 20,91               |                  | 0,28                | 0,60           |
| Wand EG gegen Außenluft             | 18,13          | 15,25               | Nord             | 0,14                | 1,00           |
| Tür 1                               |                | 2,89                |                  | 1,5                 | 1,00           |
| Wand EG zum Nachbarkeller           | 15,62          | 15,62               |                  | 0,52                | 0,50           |
| <i>Treppenhauswand EG - Nachbar</i> | <i>88,20</i>   | <i>88,20</i>        |                  | <i>0,30</i>         |                |
| Decke über Garage                   | 59,51          | 59,51               | horizontal       | 0,14                | 1,00           |
| Decke über Kellerabteile            | 1,00           | 1,00                | horizontal       | 0,47                | 0,55           |
| Variante Decke über Garage          | 1,00           | 1,00                | horizontal       | 0,14                | 0,55           |
| Fassade straßenseitig               | 158,72         | 77,45               | Nord             | 0,18                | 1,00           |
| Fenster 1                           |                | 63,42               |                  | 0,8                 | 1,00           |
| Fenster 2                           |                | 17,85               |                  | 0,8                 | 1,00           |
| <i>Kommunwand West</i>              | <i>177,59</i>  | <i>177,59</i>       |                  | <i>0,53</i>         |                |
| <i>Kommunwand Ost</i>               | <i>72,56</i>   | <i>72,56</i>        |                  | <i>0,53</i>         |                |
| AW Ost                              | 114,96         | 114,96              | Ost              | 0,18                | 1,00           |
| AW Ost Hof                          | 83,86          | 46,51               | Ost              | 0,18                | 1,00           |
| Fenster 1                           |                | 12,44               |                  | 0,8                 | 1,00           |
| Fenster 2                           |                | 14,97               |                  | 0,8                 | 1,00           |
| Fenster 3                           |                | 9,94                |                  | 0,8                 | 1,00           |
| AW West                             | 83,79          | 83,79               | West             | 0,18                | 1,00           |
| AW Süd                              | 143,25         | 104,23              | Süd              | 0,18                | 1,00           |
| Fenster 1                           |                | 11,34               |                  | 0,8                 | 1,00           |
| Fenster 2                           |                | 12,89               |                  | 0,8                 | 1,00           |
| Fenster 3                           |                | 14,79               |                  | 0,8                 | 1,00           |
| Dachterrasse                        | 80,20          | 80,20               | horizontal       | 0,12                | 1,00           |
| Flachdach                           | 174,52         | 172,52              | horizontal       | 0,15                | 1,00           |
| Fenster 1                           |                | 2,00                |                  | 2,2                 | 1,00           |
| Aufzugüberfahrt                     | 6,00           | 6,00                | Ost              | 0,18                | 1,00           |
| <b>Thermische Hüllfläche</b>        |                | <b>1.247,26</b>     |                  |                     |                |

Thermische nicht relevante Bauteile wurden in grauer Kursivschrift dargestellt.

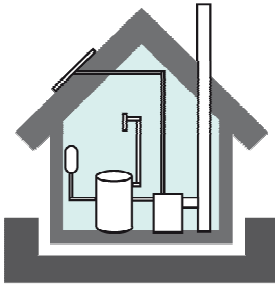
## Gewinne/Verluste der Bauteile

| Nr. | Name                               | Gewinne<br>[kWh/a] | Verluste<br>[kWh/a] |
|-----|------------------------------------|--------------------|---------------------|
| 1   | Boden EG                           | 0                  | 1.386               |
| 2   | Garagenwand EG                     | 4                  | 1.170               |
| 3   | Tür 1 in Garagenwand EG            | 2                  | 560                 |
| 4   | Wand EG gegen Erdreich Nachbar     | 0                  | 235                 |
| 5   | Wand EG gegen Erdreich Garten      | 0                  | 291                 |
| 6   | Wand EG gegen Außenluft            | 1                  | 177                 |
| 7   | Tür 1 in Wand EG gegen Außenluft   | 1                  | 358                 |
| 8   | Wand EG zum Nachbarkeller          | 0                  | 336                 |
| 9   | Decke über Garage                  | 0                  | 690                 |
| 10  | Decke über Kellerabteile           | 0                  | 21                  |
| 11  | Variante Decke über Garage         | 0                  | 6                   |
| 12  | Fassade straßenseitig              | 4                  | 1.155               |
| 13  | Fenster 1 in Fassade straßenseitig | 6.568              | 4.202               |
| 14  | Fenster 2 in Fassade straßenseitig | 1.848              | 1.183               |
| 15  | AW Ost                             | 148                | 1.714               |
| 16  | AW Ost Hof                         | 60                 | 693                 |
| 17  | Fenster 1 in AW Ost Hof            | 2.495              | 824                 |
| 18  | Fenster 2 in AW Ost Hof            | 3.002              | 992                 |
| 19  | Fenster 3 in AW Ost Hof            | 1.993              | 659                 |
| 20  | AW West                            | 83                 | 1.249               |
| 21  | AW Süd                             | 183                | 1.554               |
| 22  | Fenster 1 in AW Süd                | 2.692              | 751                 |
| 23  | Fenster 2 in AW Süd                | 3.060              | 854                 |
| 24  | Fenster 3 in AW Süd                | 3.511              | 980                 |
| 25  | Dachterrasse                       | 71                 | 797                 |
| 26  | Flachdach                          | 192                | 2.143               |
| 27  | Fenster 1 in Flachdach             | 607                | 364                 |
| 28  | Aufzugüberfahrt                    | 8                  | 89                  |

## Anteilige Wärmeverluste der Bautechnik



**\*) Hinweis:** Die Wärmegewinne durch eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung sind hier nicht berücksichtigt.



# Anlagentechnik

## Ergebnisse der Anlagenberechnung

### Gebäude

#### Gesamtergebnisse

| Bezeichnung                   | absoluter Wert<br>[kWh/a] | bezogener Wert<br>[kWh/(m²a)] |
|-------------------------------|---------------------------|-------------------------------|
| Primärenergiebedarf           | 25.123                    | 22,5                          |
| Endenergiebedarf gesamt       | 13.957                    | 12,5                          |
| Endenergiebedarf Wärmeenergie | 6.662                     | 6,0                           |
| Endenergiebedarf Hilfsenergie | 7.295                     | 6,5                           |

|   |      |
|---|------|
| Anlagenaufwandzahl [-]                      | 0,59 |
| Jahres-Heizwärmebedarf [kWh/(m²a)]          | 26,0 |
| Wärmebedarf Trinkwarmwasser [kWh/(m²a)]     | 12,5 |
| Deckung des Wärmebedarfs für Heizung durch: |      |
| Heizung [kWh/(m²a)]                         | 5,9  |
| Trinkwassererwärmung [kWh/(m²a)]            | 2,9  |
| Lüftung [kWh/(m²a)]                         | 17,2 |
| Norm-Heizlast nach DIN V 4108-6 [kW]        | 38,1 |

**Hinweis:** Die Angabe der Norm-Heizlast ist nur eine ungefähre Abschätzung gemäß DIN V 4108-6 und kann eine genaue Berechnung der Heizlast nach DIN EN 12831 nicht ersetzen.

#### Ergebnisse nach Energieträgern

| Bezeichnung          | Endenergie<br>absolut<br>[kWh/a] | Endenergie<br>spez. [kWh/<br>(m²a)] | Primärenergie<br>absolut [kWh/a] | Primärenergie<br>spez. [kWh/<br>(m²a)] | f <sub>P</sub> [-] |
|----------------------|----------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|--|--------------------|
| Strom (Wärmeenergie) | 6.662                            | 6,0                                 | 11.992                           | 10,7                                   | 1,80               |
| Strom (Hilfsenergie) | 7.295                            | 6,5                                 | 13.131                           | 11,8                                   | 1,80               |

### Heizung

|  |        |
|--|--------|
| Jahres-Heizwärmebedarf [kWh/a]                         | 28.986 |
| spez. Jahres-Heizwärmebedarf [kWh/(m²a)]               | 26,0   |
| Wärmegutschrift durch Trinkwassererwärmung [kWh/(m²a)] | 2,9    |

|  |      |
|--|------|
| Wärmegutschrift durch Lüftung [kWh/(m²a)]          | 17,2 |
| Verluste durch Übergabe [kWh/(m²a)]                | 0,7  |
| Verluste durch Verteilung [kWh/(m²a)]              | 0,5  |
| Verluste durch Speicherung [kWh/(m²a)]             | 0,0  |
| Bereitzustellende Wärmeenergie $q^*_H$ [kWh/(m²a)] | 7,0  |
| Hilfsenergie für Übergabe [kWh/(m²a)]              | 0,0  |
| Hilfsenergie für Verteilung [kWh/(m²a)]            | 0,7  |
| Hilfsenergie für Speicherung [kWh/(m²a)]           | 0,0  |
| Endenergiebedarf [kWh/(m²a)]                       | 3,6  |
| Primärenergiebedarf [kWh/(m²a)]                    | 6,5  |

## Wärmeerzeuger

| Bezeichnung                    | Grundlast    | Spitzenlast | Solaranlage |
|--------------------------------|--------------|-------------|-------------|
| Name                           | Wärmepumpe 1 |             |             |
| Energieträger                  | Strom        |             |             |
| Deckungsanteil [-]             | 1,00         |             |             |
| Erzeugeraufwandszahl [-]       | 0,19         |             |             |
| Jahresarbeitszahl [-]          | 5,2          |             |             |
| Hilfsenergiebedarf [kWh/(m²a)] | 1,59         |             |             |

## Nach Energieträgern

| Bezeichnung          | Endenergie absolut [kWh/a] | Endenergie spez. [kWh/(m²a)] | Primärenergie absolut [kWh/a] | Primärenergie spez. [kWh/(m²a)] | $f_P$ [-] |
|----------------------|----------------------------|------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|-----------|
| Strom (Wärmeenergie) | 1.495                      | 1,3                          | 2.691                         | 2,4                             | 1,80      |
| Strom (Hilfsenergie) | 2.565                      | 2,3                          | 4.617                         | 4,1                             | 1,80      |

## Warmwasser

|   |        |
|---|--------|
| Wärmebedarf Trinkwarmwasser [kWh/a]                   | 13.950 |
| spez. Wärmebedarf Trinkwarmwasser [kWh/(m²a)]         | 12,5   |
| Verluste durch Übergabe [kWh/(m²a)]                   | 0,0    |
| Verluste durch Verteilung [kWh/(m²a)]                 | 6,4    |
| Verluste durch Speicherung [kWh/(m²a)]                | 1,0    |
| Bereitzustellende Wärmeenergie $q^*_{TW}$ [kWh/(m²a)] | 20,0   |
| Hilfsenergie für Übergabe [kWh/(m²a)]                 | 0,0    |
| Hilfsenergie für Verteilung [kWh/(m²a)]               | 0,2    |
| Hilfsenergie für Speicherung [kWh/(m²a)]              | 0,0    |
| Heizwärmegutschrift durch Verteilung [kWh/(m²a)]      | 2,9    |
| Heizwärmegutschrift durch Speicherung [kWh/(m²a)]     | 0,0    |
| Endenergiebedarf [kWh/(m²a)]                          | 5,3    |
| Primärenergiebedarf [kWh/(m²a)]                       | 9,5    |



### Wärmeerzeuger

| Bezeichnung                    | Grundlast    | Spitzenlast | Solaranlage |
|--------------------------------|--------------|-------------|-------------|
| Name                           | Wärmepumpe 1 |             |             |
| Energieträger                  | Strom        |             |             |
| Deckungsanteil [-]             | 1,00         |             |             |
| Erzeugeraufwandszahl [-]       | 0,23         |             |             |
| Jahresarbeitszahl [-]          | 4,3          |             |             |
| Hilfsenergiebedarf [kWh/(m²a)] | 0,40         |             |             |

### Nach Energieträgern

| Bezeichnung          | Endenergie absolut [kWh/a] | Endenergie spez. [kWh/(m²a)] | Primärenergie absolut [kWh/a] | Primärenergie spez. [kWh/(m²a)] | f <sub>P</sub> [-] |
|----------------------|----------------------------|------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|--------------------|
| Strom (Wärmeenergie) | 5.167                      | 4,6                          | 9.301                         | 8,3                             | 1,80               |
| Strom (Hilfsenergie) | 715                        | 0,6                          | 1.287                         | 1,2                             | 1,80               |

### Lüftung

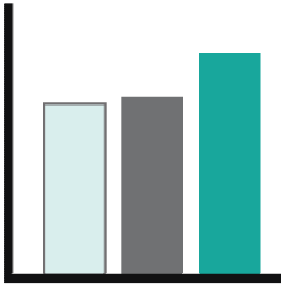
|  |      |
|--|------|
| Korrekturfaktor der Lüftungswärmegewinne [-] | 0,9  |
| Luftwechselkorrektur [kWh/(m²a)]             | 0,0  |
| Heizwärmegutschrift für Heizung [kWh/(m²a)]  | 17,2 |
| Verluste durch Übergabe [kWh/(m²a)]          | 0,0  |
| Verluste durch Verteilung [kWh/(m²a)]        | 0,0  |
| Hilfsenergie für Übergabe [kWh/(m²a)]        | 0,0  |
| Hilfsenergie für Verteilung [kWh/(m²a)]      | 0,0  |
| Endenergiebedarf [kWh/(m²a)]                 | 3,6  |
| Primärenergiebedarf [kWh/(m²a)]              | 6,5  |

### Erzeugung

| Bezeichnung              | Erzeuger WRG mit WÜT | Erzeuger Abluft-WP | Erzeuger Heizregister | Abluft-anlage |
|--------------------------|----------------------|--------------------|-----------------------|---------------|
| Heizarbeit [kWh/(m²a)]   | 17,2                 | 0,0                | 0,0                   |               |
| Aufwandszahl [-]         | 0,00                 | 0,00               | 0,00                  |               |
| Hilfsenergie [kWh/(m²a)] | 3,6                  | 0,0                | 0,0                   | 0,0           |

### Nach Energieträgern

| Bezeichnung          | Endenergie absolut [kWh/a] | Endenergie spez. [kWh/(m²a)] | Primärenergie absolut [kWh/a] | Primärenergie spez. [kWh/(m²a)] | f <sub>P</sub> [-] |
|----------------------|----------------------------|------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|--------------------|
| Strom (Hilfsenergie) | 4.015                      | 3,6                          | 7.227                         | 6,5                             | 1,80               |



## Weitere Berechnungen

### Lüftung von Wohnungen nach DIN 1946-6, Abschnitt 4.2

#### Nutzungseinheit 1

##### Gebäudedaten

|  |  |
|--|--|
| fensterlose Räume sind vorhanden                                 | nein   |
| Gebäudetyp   | MFH als eingeschossige Nutzungseinheit   |
| Gebäudelage  | windschwach  |
| Fläche $A_{NE}$ [m <sup>2</sup> ]                                | 47,0   |
| Neubau   | ja   |
| Messwert der Gebäude-Luftdichtheit liegt vor                     | nein   |
| Vorgabewert des Auslegungsluftwechsels $n_{50}$                  | freie Lüftung bei Neubau in ein- und mehrgeschossigen Nutzungseinheiten (z. B. typisch im MFH) |
| Luftwechsel bei 50 Pa Druckdifferenz $n_{50}$ [h <sup>-1</sup> ] | 1,5  |
| Druckexponent $n$ [-]  | 0,667  |

##### Ergebnisse

|  |      |
|--|------|
| Infiltration $q_{v,inf,wirk}$ [m <sup>3</sup> /h]        | 10,3 |
| Feuchteschutz $q_{v,ges,NE,FL}$ [m <sup>3</sup> /h]      | 21,6 |
| Reduzierte Lüftung $q_{v,ges,NE,RL}$ [m <sup>3</sup> /h] | 50,3 |
| Nennlüftung $q_{v,ges,NE,NL}$ [m <sup>3</sup> /h]        | 71,9 |
| Intensivlüftung $q_{v,ges,NE,IL}$ [m <sup>3</sup> /h]    | 93,4 |

**Lüftungstechnische Maßnahme ist erforderlich!**

**Bei erhöhten Anforderungen an Energieeffizienz ist eine ventilatorgestützte Lüftung erforderlich.**

Sicherstellung des notwendigen Außenluftvolumenstroms von Nenn- und reduzierter Lüftung notwendig.

#### Nutzungseinheit 2

##### Gebäudedaten

|  |   |
|--|---|
| fensterlose Räume sind vorhanden             | nein                                    |
| Gebäudetyp                                   | EFH als mehrgeschossige Nutzungseinheit |
| Gebäudelage                                  | windschwach                             |
| Fläche $A_{NE}$ [m <sup>2</sup> ]            | 92,7                                    |
| Neubau                                       | ja                                      |
| Messwert der Gebäude-Luftdichtheit liegt vor | nein                                    |

|  |  |
|--|--|
| Vorgabewert des Auslegungsluftwechsels $n_{50}$        | freie Lüftung bei Neubau in ein- und mehrgeschossigen Nutzungseinheiten (z. B. typisch im MFH) |
| Luftwechsel bei 50 Pa Druckdifferenz $n_{50} [h^{-1}]$ | 1,5  |
| Druckexponent $n [-]$                                  | 0,667  |

### Ergebnisse

|  |       |
|--|-------|
| Infiltration $q_{v,Inf,wirk} [m^3/h]$        | 37,5  |
| Feuchteschutz $q_{v,ges,NE,FL} [m^3/h]$      | 35,4  |
| Reduzierte Lüftung $q_{v,ges,NE,RL} [m^3/h]$ | 82,6  |
| Nennlüftung $q_{v,ges,NE,NL} [m^3/h]$        | 118,0 |
| Intensivlüftung $q_{v,ges,NE,IL} [m^3/h]$    | 153,5 |

**Lüftungstechnische Maßnahme ist erforderlich!**

**Bei erhöhten Anforderungen an Energieeffizienz ist eine ventilatorgestützte Lüftung erforderlich.**

Sicherstellung des notwendigen Außenluftvolumenstroms von Nenn- und reduzierter Lüftung notwendig.  
Sicherstellung des Außenluftvolumenstroms der Nutzungsstufen muss durch aktives Öffnen der Fenster erfolgen.

## Gebäudeheizlast nach DIN EN 12831 Beiblatt 2, Abschnitt 4.2 (Hüllflächenverfahren)

|  |   |
|--|---|
| PLZ des Gebäudestandortes                  | 84028   |
| Außentemperatur $\vartheta'_e$ [°C]        | -16,0   |
| Innenraumtemperatur $\vartheta_{int}$ [°C] | 20,0 (Standardwert)   |
| Bestimmung des Gebäudeluftwechsels         | Gebäude ab Baujahr 1995 und mit dichter Fensterausführung ( $n_{50} < 3$ (1/h)) |
| Gebäudeluftwechsel $n_{Geb}$ [1/h]         | 0,25  |

|                                       |       |
|---------------------------------------|-------|
| $H_T$ [W/K]                           | 403,9 |
| $H_V$ [W/K]                           | 225,3 |
| Gebäudeheizlast $\Phi_{HL, Geb}$ [kW] | 22,65 |

Die Gebäudeheizlast beinhaltet weder die Aufheizleistung noch die für Warmwasserbereitstellung erforderliche Nennleistung.



# Variantenvergleich

## Tabellarischer Variantenvergleich

| Bezeichnung                                    | KfW 55   |
|--|----------|
| Heizwärmebedarf [kWh/a]                        | 28.986,5 |
| Endenergiebedarf [kWh/a]                       | 13.957,2 |
| Primärenergiebedarf [kWh/a]                    | 25.123,0 |
| spez. Heizwärmebedarf [kWh/(m²a)]              | 26,0     |
| spez. Endenergiebedarf [kWh/(m²a)]             | 12,5     |
| spez. Primärenergiebedarf [kWh/(m²a)]          | 22,5     |
| Gebäudevolumen [m³]                            | 3.487,6  |
| Nutz- bzw. Nettogrundfläche [m²]               | 1.116,0  |
| Thermische Hüllfläche [m²]                     | 1.247,3  |
| A/V-Verhältnis [1/m]                           | 0,36     |
| Randbedingungen Gebäude                        | Standard |
| Amortisationszeit [a]                          | –        |
| Annuität [€/a]                                 | –        |
| Interner Zinsfuß [%]                           | 0,0      |
| Zuschüsse [€]                                  | 0        |
| Kredite [€]                                    | 0        |
| Eigenkapital [€]                               | 0        |
| Investitionssumme [€]                          | 0,0      |
| spez. Energiekosten [€/m²a]                    | 3,1      |
| Energiekosten [€/a]                            | 3.489,3  |
| HT' [W/(m²K)]                                  | 0,296    |
| HT' zulässig nach EnEV [W/(m²K)]               | 0,650    |
| HT' bzgl. EnEV-Sollwert [%]                    | 45,5     |
| HT' (Referenzgebäude) [W/(m²K)]                | 0,422    |
| HT' bzgl. Referenzgebäude [%]                  | 70,1     |
| Qp (nach EnEV) [kWh/(m²a)]                     | 22,5     |
| Primärenergiebedarf zulässig [kWh/a]           | 54.053,6 |
| spez. Primärenergiebedarf zulässig [kWh/(m²a)] | 48,4     |
| Primärenergiebedarf unterschritten [%]         | 53,52    |
| Norm-Heizlast nach DIN 4108-6 [kW]             | 38,1     |
| Anlagenaufwandszahl [-]                        | 0,59     |
| CO2-Emissionen [kg/a]                          | 11.634,8 |
| spez. CO2-Emissionen [kg/(m²a)]                | 10,4     |
| NOx-Emissionen [kg/a]                          | 6,71     |
| spez. NOx-Emissionen [kg/(m²a)]                | 0,0060   |