

Kapitel VIII: Beispiel einer Heizlastberechnung

In diesem Kapitel soll an einem Beispiel eine Heizlastberechnung nach dem ausführlichen Berechnungsverfahren dargestellt werden. Das ausgewählte Projekt ist ein fiktives Gebäude. Die Berechnung der Heizlast der Räume nach Formblatt R habe ich nur für die Räume Hobby und Wohnen durchgeführt. Nur die errechneten Werte dieser Räume habe ich auf Grund der besseren Zuordnung in die Formblätter G 2 und G 3 übertragen.

Wohnhaus in 23552 Lübeck

Bei dem Gebäude handelt es sich um ein Einfamilienhaus im Innenstadtbereich von Lübeck. Das Gebäude ist zweigeschossig und voll unterkellert. Die Wände des Gebäudes sind in Massivmauerwerk und die Böden und Decken in Beton ausgeführt. Das Dach ist als Flachdach geplant.

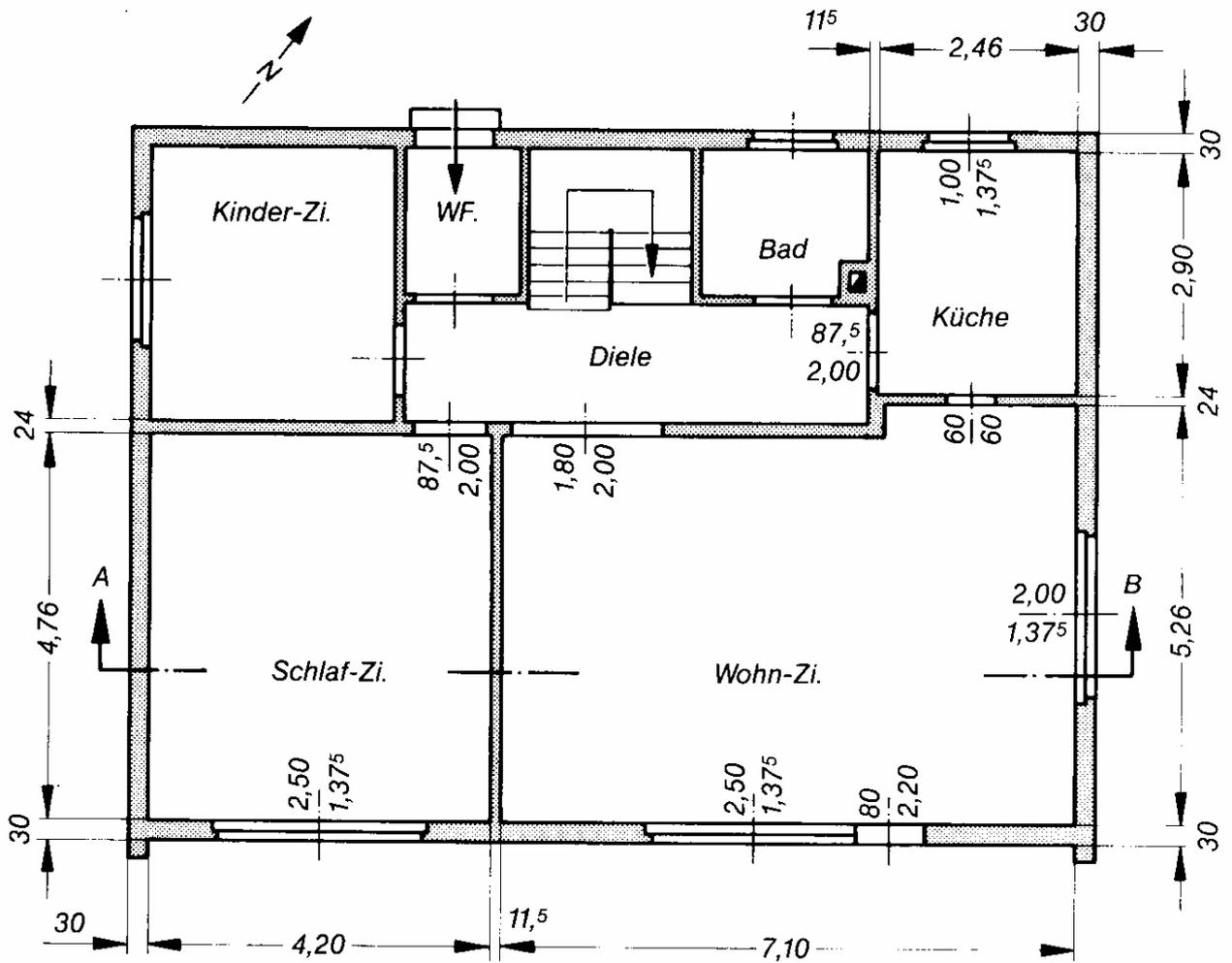
Folgende physikalischen U-Werte wurden berechnet:

| | |
|-----------------------|--------------------------|
| Außenwand an Luft | 0,34 W/m ² ×K |
| Außenwand an Erdreich | 0,28 W/m ² ×K |
| Innenwand 11,5 cm | 1,88 W/m ² ×K |
| Innenwand 24 cm | 1,28 W/m ² ×K |
| Innenwand 30 cm | 1,20 W/m ² ×K |
| Decke | 0,54 W/m ² ×K |
| Bodenplatte Keller | 0,58 W/m ² ×K |
| Außenfenster | 1,40 W/m ² ×K |
| Außentür-Terrasse | 1,40 W/m ² ×K |
| Eingangstür | 2,09 W/m ² ×K |
| Innentüren | 2,00 W/m ² ×K |
| Dach | 0,25 W/m ² ×K |

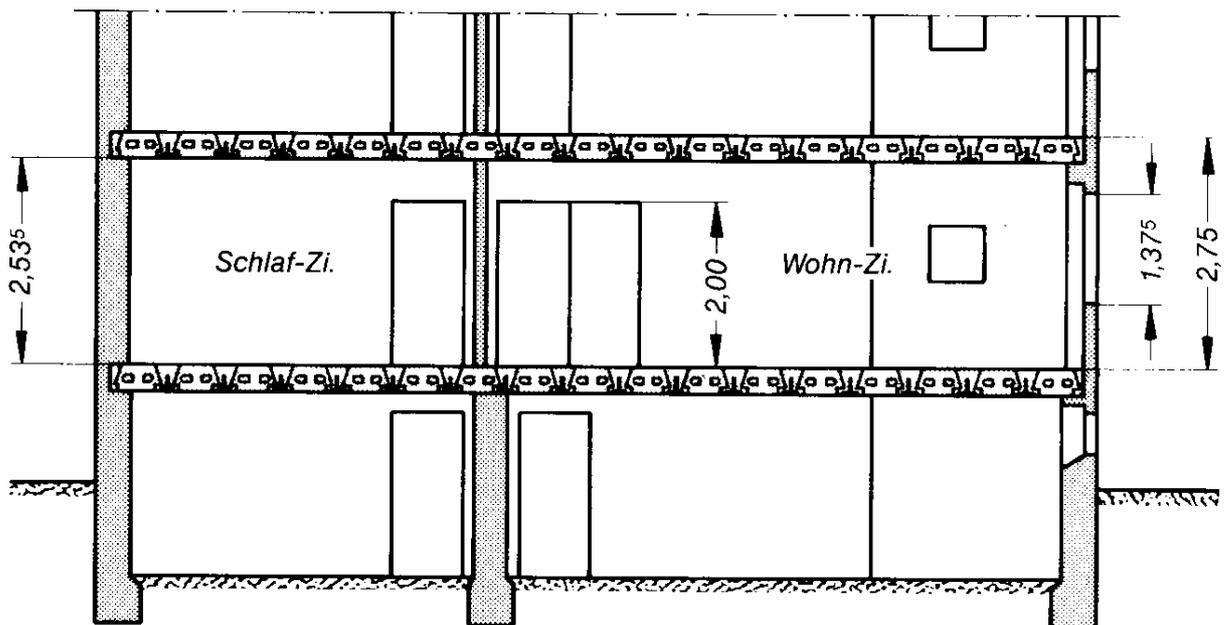
Die Nutzungsart der Räume und die zugehörigen Raumdaten sind mit dem Auftraggeber abzustimmen.

Nachfolgende Zeichnung wurde für die Bearbeitung abgegeben:

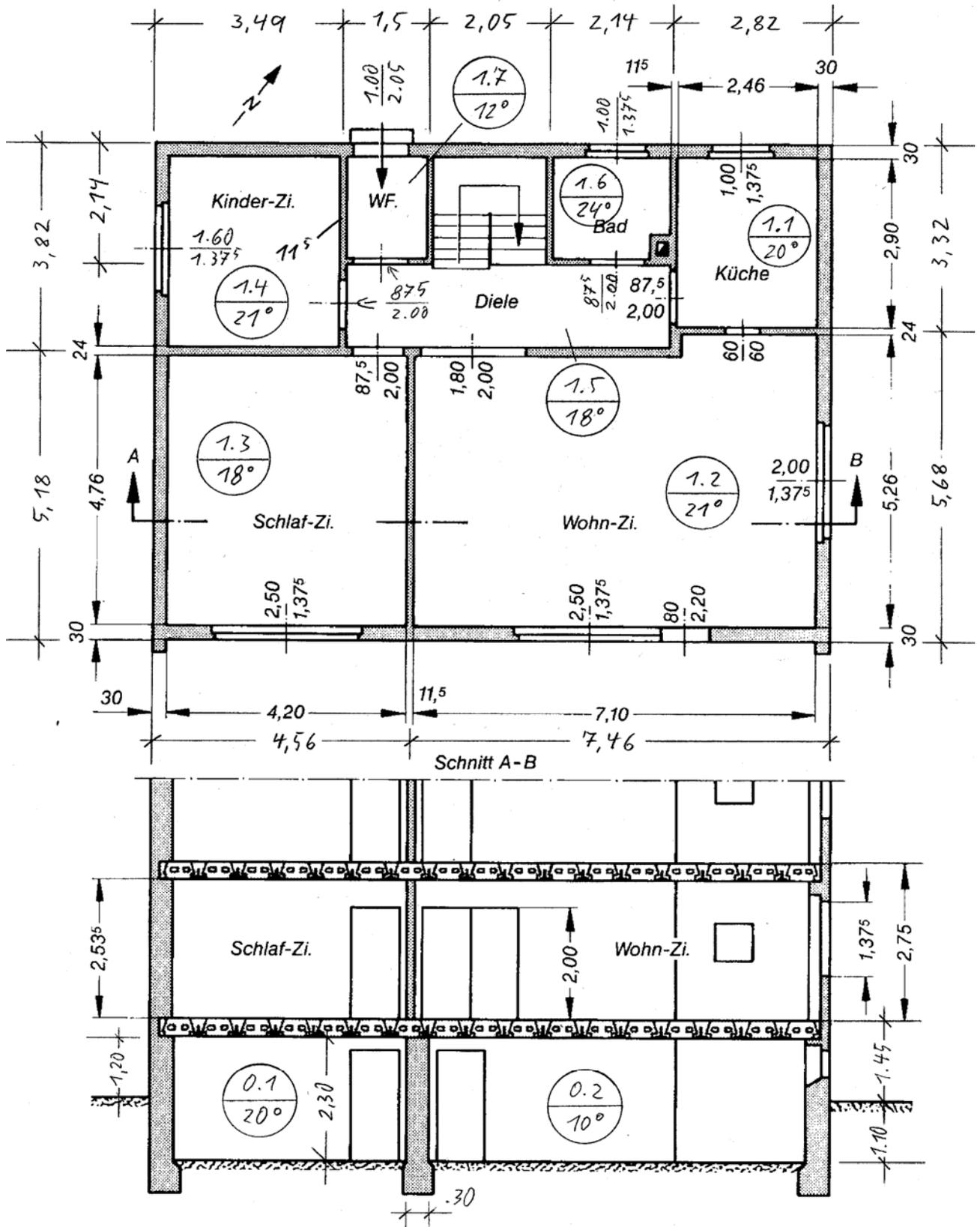
Grundriss UG und Schnitt: Wohnhaus Lübeck



Schnitt A-B



Grundriss UG und Schnitt: Zeichnung für die Berechnung vervollständigt



Formblatt G1 – ausführliches Verfahren -

DIN EN 12831

| | | |
|---|--|---|
| Projekt-Nr. / Bezeichnung | Wohnhaus in 23552 Lüneck | |
| GEBÄUDEDATEN | Datum 10/05/04 | Seite G 1 |
| Kenngrößen | | |
| Gebäudetyp <input checked="" type="checkbox"/> Einfamilienhaus <input type="checkbox"/> Mehrfamilienhaus, Nicht-Wohngebäude Gebäudemassen / Speicherfähigkeit <input type="checkbox"/> leicht $C_{\text{wirk}} \underline{50} \text{ Wh/m}^3\text{K}$ <input type="checkbox"/> mittelschwer <small>Optionale Angabe aus DIN V 4108-6</small> <input checked="" type="checkbox"/> schwer | Gebäudelage <input checked="" type="checkbox"/> gute Abschirmung <input type="checkbox"/> moderate Abschirmung <input type="checkbox"/> keine Abschirmung Luftdichtheit der Gebäudehülle <input checked="" type="checkbox"/> sehr dicht <input type="checkbox"/> dicht <input type="checkbox"/> wenig dicht | |
| Temperaturen | | |
| Norm-Außentemperatur θ_e | $\underline{-10} \text{ }^\circ\text{C}$ | Innentemperaturen nach |
| Jahresmittel $\theta_{\text{m,e}}$ | $\underline{8,4} \text{ }^\circ\text{C}$ | <input type="checkbox"/> Norm <input checked="" type="checkbox"/> Vereinbarung siehe Formblatt V |
| Geometrie | | |
| Breite b_{Geb} | $\underline{9,00} \text{ m}$ | Geschossanzahl * n |
| Länge l_{Geb} | $\underline{12,00} \text{ m}$ | Gebäudehöhe h_{Geb} |
| Grundfläche A_{Geb} | $\underline{108} \text{ m}^2$ * <i>KG nicht mitgerednet</i> | $\underline{2} -$ $\underline{6,95} \text{ m}$ |
| Erdreich | | |
| <input type="checkbox"/> global <input checked="" type="checkbox"/> raumweise | Grundwassertiefe zur Fundamentplatte: | |
| Tiefe der Bodenplatte z | _____ m | <input type="checkbox"/> $\geq 3 \text{ m } G_W = 1,00$ <input checked="" type="checkbox"/> $< 3 \text{ m } G_W = 1,15$ |
| Erdreich berührter Umfang P | _____ m | |
| Parameter B' | _____ m | Faktor period. f_{g1} $\underline{1,45} -$ |
| Lüftung | | |
| Luftdurchlässigkeitswert aus Gebäudetyp und Luftdichtheit der Gebäudehülle | n_{50} | $\underline{3} \text{ h}^{-1}$ |
| Gleichzeitig wirksamer Lüftungswärmeanteil | ζ_v | $\underline{0,5} -$ |
| Wirkungsgrad des Wärmerückgewinnungssystems (Herstellerangaben) | η_v | $\underline{/} -$ |
| Zusatz-Aufheizleistung | | |
| Berechnung <input checked="" type="checkbox"/> raumweise <input type="checkbox"/> global Beheiztes Volumen $V_{\text{N,Geb}}$ _____ m^3 Wärmeverlustkoeff. $\Sigma H_{\text{T,e}}$ _____ W/K | Absenkhase Absenkdauer t_{Abs} $\underline{8} \text{ h}$ Luftwechsel n_{Abs} $\underline{0,3} \text{ h}^{-1}$ Temperaturabfall <input type="checkbox"/> Angenommen $\Delta\theta_{\text{RH}}$ _____ K Aufheizphase Wiederaufheizzeit t_{RH} _____ h Luftwechsel n_{RH} _____ h^{-1} Wiederaufheizfaktor f_{RH} _____ W/m^2 | |

Formblatt V – ausführliches Verfahren -

DIN EN 12831

| | |
|---------------------------|--------------------------|
| Projekt-Nr. / Bezeichnung | Wohnhaus in 23552 Lübeck |
|---------------------------|--------------------------|

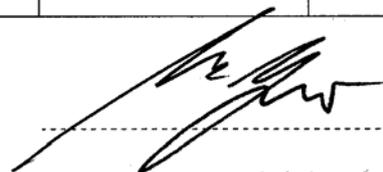
| | | |
|-----------------------|----------------|---------|
| VEREINBARUNGEN | Datum 03/05/04 | Seite V |
|-----------------------|----------------|---------|

Sortierung nach Geschoss Wohneinheit

| GS / WE | Raum-Nr. / -Name | Innentemperatur °C | Luftwechselrate h ⁻¹ | Wiederaufheizzeit h |
|---------|------------------|--------------------|---------------------------------|---------------------|
| KG | 0.1 Hobby | | | |
| | 0.2 Keller | 10° | 0,5 | — |
| UG | 1.1 Küche | 20° | 1 | 2 |
| | 1.2 Wohnen | | | |
| | 1.3 Schlafen | 18° | 1,0 | — |
| | 1.4 Kinder | 21° | 0,5 | — |
| | 1.5 Fl. / Tr. | 18° | 0,5 | — |
| | 1.6 Bad | 24° | 1,5 | 1 |
| | 1.7 Windf. | 12° | 2,0 | — |
| OG | 2.1 Gäste | 20° | 0,5 | — |
| | 2.2 Arbeiten | 20° | 0,5 | — |
| | 2.3 WC | 20° | 1,0 | — |
| | 2.4 Bad | 24° | 1,5 | 1 |
| | 2.5 Flür | 18° | 0,5 | — |

Festgelegt am 13/05/04

Auftraggeber:



Auftragnehmer:



Formblatt R – ausführliches Verfahren -

DIN EN 12831

| | |
|---------------------------|--------------------------|
| Projekt-Nr. / Bezeichnung | Wohnhaus in 23552 Lüseck |
|---------------------------|--------------------------|

| | | |
|----------------------|----------------|-----------|
| RAUM-HEIZLAST | Datum 10/05/04 | Seite R 8 |
|----------------------|----------------|-----------|

| | | |
|--------------------------|---------------------------|--|
| Wohneinheit | Geschoss KG | Raum-Nr. / -Name 01. Hobby |
| Innentemperatur | θ_{int} 20 °C | Lüftung |
| Geometrie (netto) | | Mindest-Luftwechsel n_{min} 0,5 h ⁻¹ |
| Raubbreite | b_R 4,20 m | Luftwechselrate n_{50} 3 h ⁻¹ |
| Raumlänge | l_R 4,76 m | Koeffizient Abschirmklasse e 0,01 - |
| Raumfläche | A_R 20 m ² | Höhe über Erdreich h - m |
| Geschosshöhe | h_G 2,55 m | Höhen-Korrekturfaktor ϵ - - |
| Deckendicke | d 0,25 m | Zuluft-Volumenstrom V_{su} / m ³ /h |
| Raumhöhe | h_R 2,30 m | - Temperatur θ_{su} / °C |
| Raumvolumen | V_R 46,0 m ³ | - Temp.-Reduktionsfaktor $f_{v,su}$ / - |
| Erdreich | | Abluft-Volumenstrom V_{ex} / m ³ /h |
| Tiefe unter Erdreich | z 1,10 m | - Temperatur $\theta_{mech,inf}$ / °C |
| Erdreichberührter Umfang | P 9,74 m | - Temp.-Reduktionsfaktor $f_{v,mech,inf}$ / - |
| B'-Wert | B' 9,5 m | Zusatzheizung: <input type="checkbox"/> global <input type="checkbox"/> Nebenrechnung |
| | | Wiederaufheizfaktor f_{RH} / W/m ² |

| Orientierung | Bauteil | Anzahl | Breite / Länge / Höhe | | Bruttofläche | Abzugsfläche | Nettofläche | grenz an | angrenzende Temperatur | Korrekturfaktor | U-Wert | Korrekturwert Wärmebrücken | Korrigierter U-Wert | Wärmeverlust-Koeffizient | Transmissions-Wärmeverlust |
|----------------------------------|---------|--------|-----------------------|------|--------------------|--------------|-------------|----------|------------------------|-----------------|-------------------------|----------------------------|---------------------|--------------------------|----------------------------|
| | | | n | b | | | | | | | | | | | |
| | | | 0,00 m | | 0,0 m ² | | g/b | | °C | | 0,00 W/m ² K | | W/K | | W |
| SO | AW | 1 | 4,56 | 1,45 | 6,6 | 1,0 | 5,6 | e | | | 0,34 | 0,05 | 0,39 | 2,2 | 66 |
| | AF | 1 | 1,20 | 0,80 | 1,0 | - | 1,0 | e | | | 1,40 | 0,05 | 1,45 | 1,5 | 44 |
| | AW | 1 | 4,56 | 1,10 | 5,0 | - | 5,0 | g | 0,62 | | 0,28 | 0,05 | 0,27 | 0,9 | 26 |
| SW | AW | 1 | 5,18 | 1,45 | 7,5 | - | 7,5 | e | | | 0,34 | 0,05 | 0,39 | 3,0 | 88 |
| | AW | 1 | 5,18 | 1,10 | 5,7 | - | 5,7 | g | 0,62 | | 0,28 | 0,05 | 0,27 | 1,0 | 29 |
| NW | JW | 1 | 4,56 | 2,55 | 11,7 | 1,8 | 9,8 | u | 0,8 | | 1,20 | - | 1,20 | 9,4 | 283 |
| | JT | 1 | 0,88 | 1,95 | 1,8 | - | 1,8 | u | 0,8 | | 2,00 | - | 2,00 | 2,9 | 87 |
| NO | JW | 1 | 5,18 | 2,55 | 13,3 | - | 13,3 | u | 0,8 | | 1,20 | - | 1,20 | 12,8 | 383 |
| H | FB | 1 | 4,20 | 4,76 | 20 | - | 20 | g | 0,62 | | 0,58 | 0,05 | 0,23 | 2,9 | 86 |
| Transmissionswärmeverlust | | | | | | | | | | | | H_T 36,6 | Φ_T 1092 | | |

| | | |
|---|--|-----|
| Mindest-Luftwechsel | V_{min} 23 m ³ /h | 7,8 |
| natürliche Infiltration | V_{inf} 2,8 m ³ /h | |
| mechanischer Zuluftstrom | $V_{su} \times f_{v,su}$ / m ³ /h | |
| Abluftvolumenüberschuss | $V_{mech,inf} \times f_{v,mech,inf}$ / m ³ /h | |
| Thermisch wirksamer Luftvolumenstrom | V_{therm} 23 m ³ /h | |

| | | | |
|-----------------------------|----------------|-----|-----|
| Lüftungswärmeverlust | H_V / Φ_V | 7,8 | 235 |
|-----------------------------|----------------|-----|-----|

| | | | |
|-----------------------|-------------------|---|------|
| Netto-Heizlast | $\Phi_{HL,Netto}$ | 66,4 W/m ² 28,9 W/m ³ | 1327 |
|-----------------------|-------------------|---|------|

| | | |
|-------------------------------|-------------|---|
| Zusatz-Aufheizleistung | Φ_{RH} | / |
|-------------------------------|-------------|---|

| | | |
|----------------------|-------------|------|
| NORM-HEIZLAST | Φ_{HL} | 1327 |
|----------------------|-------------|------|

Nebeerwärmungen: H055y

$$f_{g2} = \frac{\theta_{int,i} - \theta_{m,e}}{\theta_{int,i} - \theta_e} = \frac{20 - 9}{20 - (-10)}$$

$$= \underline{\underline{0,37}}$$

Faktor gesamt

$$f_{g1} \times f_{g2} \times 6W = 1,45 \times 0,37 \times 1,15$$

$$= \underline{\underline{0,62}}$$

Faktor: Keller 10° (unbeheizt)

$$b_u = \frac{\theta_{int,i} - \theta_{\bar{u}}}{\theta_{int,i} - \theta_e} = \frac{20 - 10}{20 - (-10)}$$

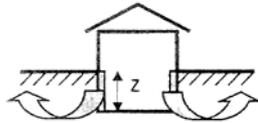
$$= 0,34$$

$$\Rightarrow \underline{\underline{0,4}}$$

gemäß Tabelle 4 : ohne Fenster : 0,5
 mit Fenster : 0,8

DIN EN 12831 (Aug. 2003): 7.1.3 Wärmeverluste an das Erdreich

$U\text{-Wand} : 0,28 + 0,05 = 0,33 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$



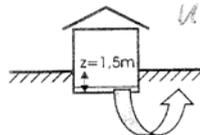
D: Kellerwände

Tabelle 7 – DIN EN 12831: $U_{\text{equiv,bw}}$ – Wert für Bodenelemente eines beheizten Kellers als Funktion des Wärmedurchgangskoeffizienten des Wandelementes und der Tiefe z unter Erdbodenniveau

| U_{Wand} $\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$ | $U_{\text{equiv,bw}}$ $\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$ | | | |
|--|--|-------------------|-------------------|-------------------|
| | $z = 0 \text{ m}$ | $z = 1 \text{ m}$ | $z = 2 \text{ m}$ | $z = 3 \text{ m}$ |
| 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 0,50 | 0,44 | 0,39 | 0,35 | 0,32 |
| 0,75 | 0,63 | 0,54 | 0,48 | 0,43 |
| 1,00 | 0,81 | 0,68 | 0,59 | 0,53 |
| 1,25 | 0,98 | 0,81 | 0,69 | 0,61 |
| 1,50 | 1,14 | 0,92 | 0,78 | 0,68 |
| 1,75 | 1,28 | 1,02 | 0,85 | 0,74 |
| 2,00 | 1,42 | 1,11 | 0,92 | 0,79 |
| 2,25 | 1,55 | 1,19 | 0,98 | 0,84 |
| 2,50 | 1,67 | 1,27 | 1,04 | 0,88 |
| 2,75 | 1,78 | 1,34 | 1,09 | 0,92 |
| 3,00 | 1,89 | 1,41 | 1,13 | 0,96 |

DIN EN 12831 (Aug. 2003): 7.1.3 Wärmeverluste an das Erdreich

B: Bodenplatte 1,5 m unter Erdreichniveau



$U\text{-Boden} : 0,58 + 0,05 = 0,63$
 $B' = 9,5$
 $B' = \frac{A_g}{0,5 \times P}$

A_g = Fläche der betrachteten Bodenplatte in m^2
 P = Länge des erdreichberührenden Umfangs in m

Tabelle 5 – DIN EN 12831: $U_{\text{equiv,bf}}$ – Wert für Bodenelemente eines beheizten Kellers mit Bodenplatte 1,5m unter Erdbodenniveau als Funktion des Wärmedurchgangskoeffizienten des Bodenelementes und dem Wert des Parameters B' .

| B' - Wert m | $U_{\text{equiv,bf}}$ (für $z = 1,5$) $\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$ | | | | |
|------------------|---|--|--|--|---|
| | keine Dämmung | $U_{\text{Boden}} =$ $2,0 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ | $U_{\text{Boden}} =$ $1,0 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ | $U_{\text{Boden}} =$ $0,5 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ | $U_{\text{Boden}} =$ $0,25 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ |
| 2 | 0,86 | 0,58 | 0,44 | 0,28 | 0,16 |
| 4 | 0,64 | 0,48 | 0,38 | 0,26 | 0,16 |
| 6 | 0,52 | 0,40 | 0,33 | 0,25 | 0,15 |
| 8 | 0,44 | 0,35 | 0,29 | 0,23 | 0,15 |
| 10 | 0,38 | 0,31 | 0,26 | 0,21 | 0,14 |
| 12 | 0,34 | 0,28 | 0,24 | 0,19 | 0,14 |
| 14 | 0,30 | 0,25 | 0,22 | 0,18 | 0,13 |
| 16 | 0,28 | 0,23 | 0,20 | 0,17 | 0,12 |
| 18 | 0,25 | 0,22 | 0,19 | 0,16 | 0,12 |
| 20 | 0,24 | 0,20 | 0,18 | 0,15 | 0,11 |

Formblatt R – ausführliches Verfahren -

DIN EN 12831

| | |
|---------------------------|--------------------------|
| Projekt-Nr. / Bezeichnung | Wohnhaus in 23552 Lüneck |
|---------------------------|--------------------------|

| | | |
|----------------------|----------------|-------------|
| RAUM-HEIZLAST | Datum 10/05/04 | Seite R 2.1 |
|----------------------|----------------|-------------|

| | | |
|--------------------------|---------------------------|---|
| Wohneinheit / | Geschoss UG | Raum-Nr./-Name 1.2 Wohnen |
| Innentemperatur | θ_{int} 21 °C | Lüftung |
| Geometrie (netto) | | Mindest-Luftwechsel n_{min} 0,5 h ⁻¹ |
| Raubbreite | b_R 5,10 m | Luftwechselrate n_{50} 3 h ⁻¹ |
| Raumlänge | l_R 7,10 m | Koeffizient Abschirmklasse e 0,03 - |
| Raumfläche | A_R 36,2 m ² | Höhe über Erdreich h 2,70 m |
| Geschosshöhe | h_G 2,75 m | Höhen-Korrekturfaktor ϵ 1,0 - |
| Deckendicke | d 0,22 m | Zuluft-Volumenstrom V_{su} / m ³ /h |
| Raumhöhe | h_R 2,53 m | - Temperatur θ_{su} / °C |
| Raumvolumen | V_R 91,6 m ³ | - Temp.-Reduktionsfaktor $f_{v,su}$ / - |
| Erdreich | | Abluft-Volumenstrom V_{ex} / m ³ /h |
| Tiefe unter Erdreich | z / m | - Temperatur $\theta_{mech,inf}$ / °C |
| Erdreichberührter Umfang | P / m | - Temp.-Reduktionsfaktor $f_{v,mech,inf}$ / - |
| B'-Wert | B' / m | Zusatzheizung: <input type="checkbox"/> global <input checked="" type="checkbox"/> Nebenrechnung |
| | | Wiederaufheizfaktor f_{RH} 29 W/m ² |

| Orientierung | Bauteil | Anzahl | Breite / Länge / Höhe | | Bruttofläche | Abzugsfläche | Nettofläche | grenz an | angrenzende Temperatur | Korrekturfaktor | U-Wert | Korrekturwert Wärmebrücken | Korrigierter U-Wert | Wärmeverlust-Koeffizient | Transmissions-Wärmeverlust |
|----------------------------------|---------|--------|-----------------------|------|--------------------|--------------|-------------|----------|------------------------|-----------------------------------|-------------------------|----------------------------|---------------------|--------------------------|----------------------------|
| | | | b | l/h | | | | | | | | | | | |
| | | | 0,00 m | | 0,0 m ² | | g/b | | °C | $f_{g1} \times f_{g2} \times G_w$ | 0,00 W/m ² K | | W/K | W | |
| NO | AW | 1 | 5,68 | 2,75 | 15,6 | 2,8 | 12,8 | e | | | 0,34 | 0,05 | 0,39 | 5,0 | 155 |
| | AF | 1 | 2,00 | 1,38 | 2,8 | - | 2,8 | e | | | 1,40 | 0,05 | 1,45 | 4,1 | 126 |
| SO | AW | 1 | 7,46 | 2,75 | 20,5 | 5,3 | 15,2 | e | | | 0,34 | 0,05 | 0,39 | 5,9 | 184 |
| | AT | 1 | 0,80 | 2,20 | 1,8 | - | 1,8 | e | | | 1,40 | 0,05 | 1,45 | 2,6 | 81 |
| | AF | 1 | 2,50 | 1,38 | 3,5 | - | 3,5 | e | | | 1,40 | 0,05 | 1,45 | 5,1 | 158 |
| SW | JW | 1 | 5,68 | 2,75 | 15,6 | - | 15,6 | b | 18 | 0,1 | 1,88 | | 1,88 | 3,0 | 91 |
| NW | JW | 1 | 4,24 | 2,75 | 11,7 | 3,6 | 8,1 | b | 18 | 0,1 | 1,28 | | 1,28 | 1,1 | 33 |
| | JT | 1 | 1,80 | 2,00 | 3,6 | - | 3,6 | b | 18 | 0,1 | 2,00 | | 2,00 | 0,8 | 23 |
| | JW | 1 | 2,82 | 2,75 | 7,8 | 0,4 | 7,4 | b | 20 | 0,1 | 1,28 | | 1,28 | 1,0 | 30 |
| | JF | 1 | 0,60 | 0,60 | 0,4 | - | 0,4 | b | 20 | 0,1 | 2,00 | | 2,00 | 0,1 | 3 |
| Transmissionswärmeverlust | | | | | H_T / Φ_T | | + Seite 2.2 | | | | H_T 48,2 | Φ_T 148'7 | | | |

| | | | |
|---|--------------------------------------|------------------------|------|
| Mindest-Luftwechsel | V_{min} | 45,8 m ³ /h | 15,6 |
| natürliche Infiltration | V_{inf} | 16,5 m ³ /h | |
| mechanischer Zuluftstrom | $V_{su} \times f_{v,su}$ | / m ³ /h | |
| Abluftvolumenüberschuss | $V_{mech,inf} \times f_{v,mech,inf}$ | / m ³ /h | |
| Thermisch wirksamer Luftvolumenstrom | V_{therm} | 45,8 m ³ /h | |

| | | | |
|-----------------------------|----------------|------|-----|
| Lüftungswärmeverlust | H_V / Φ_V | 15,6 | 483 |
|-----------------------------|----------------|------|-----|

| | | | |
|-----------------------|-------------------|---|-------|
| Netto-Heizlast | $\Phi_{HL,Netto}$ | 54,4 W/m ² 21,5 W/m ³ | 19'70 |
|-----------------------|-------------------|---|-------|

| | | |
|-------------------------------|-------------|------|
| Zusatz-Aufheizleistung | Φ_{RH} | 1050 |
|-------------------------------|-------------|------|

| | | |
|----------------------|-------------|------|
| NORM-HEIZLAST | Φ_{HL} | 3020 |
|----------------------|-------------|------|

Formblatt R – ausführliches Verfahren -

DIN EN 12831

| | |
|---------------------------|--------------------------|
| Projekt-Nr. / Bezeichnung | Wohnhaus in 23552 Lüseck |
|---------------------------|--------------------------|

| | |
|----------------------|----------------------------|
| RAUM-HEIZLAST | Datum 10/05/04 Seite R 2,2 |
|----------------------|----------------------------|

| | | |
|--------------------------|----------------------------|--|
| Wohneinheit | Geschoss UG | Raum-Nr./-Name 1.2 Wohnen |
| Innentemperatur | θ_{in} _____ °C | Lüftung |
| Geometrie (netto) | | Mindest-Luftwechsel n_{min} _____ h ⁻¹ |
| Raubbreite | b_R _____ m | Luftwechselrate n_{50} _____ h ⁻¹ |
| Raumlänge | l_R _____ m | Koeffizient Abschirmklasse e _____ - |
| Raumfläche | A_R _____ m ² | Höhe über Erdreich h _____ m |
| Geschosshöhe | h_G _____ m | Höhen-Korrekturfaktor ϵ _____ - |
| Deckendicke | d _____ m | Zuluft-Volumenstrom V_{su} _____ m ³ /h |
| Raumhöhe | h_R _____ m | - Temperatur θ_{su} _____ °C |
| Raumvolumen | V_R _____ m ³ | - Temp.-Reduktionsfaktor $f_{v,su}$ _____ - |
| Erdreich | | Abluft-Volumenstrom V_{ex} _____ m ³ /h |
| Tiefe unter Erdreich | z _____ m | - Temperatur $\theta_{mech,inf}$ _____ °C |
| Erdreichberührter Umfang | P _____ m | - Temp.-Reduktionsfaktor $f_{v,mech,inf}$ _____ - |
| B'-Wert | B' _____ m | Zusatzheizung: <input type="checkbox"/> global <input type="checkbox"/> Nebenrechnung |
| | | Wiederaufheizfaktor f_{RH} _____ W/m ² |

| Orientierung | Bauteil | Anzahl | Breite | Länge / Höhe | Bruttofläche | Abzugsfläche | Nettofläche | grenz an | angrenzende Temperatur | Korrekturfaktor | U-Wert | Korrekturwert Wärmebrücken | Korrigierter U-Wert | Wärmeverlust-Koeffizient | Transmissions-Wärmeverlust |
|----------------------------------|---------|--------|--------|--------------|---------------------|--------------------|--------------------|----------|------------------------|-----------------------------------|-------------------------|----------------------------|---------------------|--------------------------|----------------------------|
| | | n | b | l/h | A _{Brutto} | A _{Abzug} | A _{Netto} | e/u | θ_u/θ_b | b_u/f_{ij} | U | ΔU_{WB} | $U_{c/equiv}$ | H_T | Φ_T |
| | | | 0,00 m | | 0,0 m ² | | | g/b | °C | $f_{g1} \times f_{g2} \times G_w$ | 0,00 W/m ² K | | | W/K | W |
| H | FB | 1 | 5,52 | 7,46 | 41,2 | - | 41,2 | u | | 0,80 | 0,54 | 0,05 | 0,59 | 19,5 | 603 |
| Transmissionswärmeverlust | | | | | H_T / Φ_T | | | | | | | | H_T | Φ_T | |

| | | |
|---|--|-------|
| Mindest-Luftwechsel | V_{min} _____ m ³ /h | _____ |
| natürliche Infiltration | V_{inf} _____ m ³ /h | _____ |
| mechanischer Zuluftstrom | $V_{su} \times f_{v,su}$ _____ m ³ /h | _____ |
| Abluftvolumenüberschuss | $V_{mech,inf} \times f_{v,mech,inf}$ _____ m ³ /h | _____ |
| Thermisch wirksamer Luftvolumenstrom | V_{therm} _____ m ³ /h | _____ |

| | | | |
|-----------------------------|----------------|--|--|
| Lüftungswärmeverlust | H_V / Φ_V | | |
|-----------------------------|----------------|--|--|

| | | | |
|-----------------------|-------------------|------------------|------------------|
| Netto-Heizlast | $\Phi_{HL,Netto}$ | W/m ² | W/m ³ |
|-----------------------|-------------------|------------------|------------------|

| | | |
|-------------------------------|-------------|--|
| Zusatz-Aufheizleistung | Φ_{RH} | |
|-------------------------------|-------------|--|

| | | |
|----------------------|-------------|--|
| NORM-HEIZLAST | Φ_{HL} | |
|----------------------|-------------|--|

Heizverordnungen: 1.2 Wohnen

Faktor: Schlafen / Flür $\rightarrow 18^\circ\text{C}$

$$f_{i,j} = \frac{\theta_{\text{int},i} - \theta_{\text{Nacht}}}{\theta_{\text{int},i} - \theta_e} = \frac{21 - 18}{21 - (-10)}$$

$$= 0,096$$

$$\Rightarrow \underline{\underline{0,1}}$$

Faktor: Küche 20°

$$f_{i,j} = \frac{21 - 20}{21 - (-10)} = 0,03$$

$$\Rightarrow \underline{\underline{0,1}}$$

Faktor: Keller 10° (unbeheizt)

$$b_u = \frac{\theta_{\text{int},i} - \theta_{\bar{u}}}{\theta_{\text{int},i} - \theta_e} = \frac{21 - 10}{21 - (-10)}$$

$$= 0,35$$

$$\Rightarrow \underline{\underline{0,4}}$$

nach Tabelle 4 $\Rightarrow 0,8$

Lüftungswärmeverluste:

$$\dot{V}_{\text{min}} = 0,5 \times 91,6 = 45,8 \text{ m}^3$$

$$\dot{V}_{\text{inf}} = 2 \times 91,6 \times 3 \times 0,03 \times 1,0$$

$$= 16,5 \text{ m}^3 \text{ (nach alter Tabelle 8)}$$

$$H_v = 0,34 \times 45,8 = 15,6 \text{ W/K}$$

Nebenrechnung: 1.2 Wohnen

Wärmeverlustk.: $H_{Abs} = \left(\frac{H_T}{V_R} \right) + 0,34 \times H$

$$H_{Abs} = \left(\frac{48,2}{91,6} \right) + 0,34 \times 0,3 = 0,63 \text{ W/K} \times \text{m}^3$$

Raumzeitkonstante: $\tau = \frac{C_{\text{wirk}}}{H_{Abs.}}$
(54,2)*

$$\tau = \frac{50}{0,63} = 79,4 \text{ h} \quad (26,1)$$

Innentemperaturabfall:

$$\Delta \theta_{RH} = (\theta_{\text{int},i} - \theta_c) \times \left(1 - e^{-\frac{t_{Abs}}{\tau}} \right)$$

$$\Delta \theta_{RH} = (21 - (-10)) \times \left(1 - e^{-\frac{8}{79,4}} \right)$$

(2,75) (26,1)

$\Delta \theta_{RH} = 2,8 \text{ K}$ $\Rightarrow f_{RH}$ über Tabellen

10a + 10b
bestimmen!

* Berechnete wirksame Raummasse

Tabelle 10a Wiederaufheizfaktor f_{RH} für eine Luftwechselrate $n = 0,1 \text{ h}^{-1}$

| Wieder- aufheiz- zeit [h] | $f_{RH} \text{ [W/m}^2\text{]}$ | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|--|----|----|-----|----|----|-----|----|----|-----|----|----|-----|----|----|-----|-----|-----|
| | Angenommener Innentemperaturabfall $\Delta\theta_{RH}$ während der Absenkung | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 1 K | | | 2 K | | | 3 K | | | 4 K | | | 5 K | | | 7 K | | |
| | Gebäudemasse* | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | l | m | s | l | m | s | l | m | s | l | m | s | l | m | s | l | m | s |
| 0,5 | 12 | 12 | 12 | 27 | 28 | 28 | 39 | 44 | 44 | 50 | 59 | 60 | - | - | - | - | - | - |
| 1 | 8 | 8 | 8 | 18 | 21 | 21 | 26 | 34 | 34 | 33 | 47 | 48 | - | - | - | - | - | - |
| 2 | 5 | 5 | 5 | 10 | 15 | 15 | 15 | 25 | 25 | 20 | 34 | 35 | 43 | 81 | 88 | 61 | 117 | 126 |
| 3 | 3 | 3 | 3 | 7 | 12 | 12 | 9 | 19 | 20 | 14 | 28 | 30 | 33 | 70 | 79 | 47 | 103 | 112 |
| 4 | 2 | 2 | 2 | 5 | 9 | 10 | 7 | 17 | 19 | 10 | 25 | 27 | 28 | 63 | 72 | 38 | 92 | 102 |

* Gebäudemasse: l = leicht m = mittelschwer s = schwer

Tabelle 10b Wiederaufheizfaktor f_{RH} für eine Luftwechselrate $n = 0,5 \text{ h}^{-1}$

| Wieder- aufheiz- zeit [h] | $f_{RH} \text{ [W/m}^2\text{]}$ | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|--|----|----|-----|----|----|-----|----|----|-----|----|----|-----|----|----|-----|-----|-----|
| | Angenommener Innentemperaturabfall $\Delta\theta_{RH}$ während der Absenkung | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 1 K | | | 2 K | | | 3 K | | | 4 K | | | 5 K | | | 7 K | | |
| | Gebäudemasse* | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | l | m | s | l | m | s | l | m | s | l | m | s | l | m | s | l | m | s |
| 0,5 | 14 | 17 | 18 | 29 | 34 | 35 | 44 | 52 | 53 | 58 | 68 | 70 | - | - | - | - | - | - |
| 1 | 10 | 13 | 14 | 21 | 27 | 28 | 32 | 42 | 44 | 41 | 55 | 57 | - | - | - | - | - | - |
| 2 | 7 | 10 | 11 | 13 | 21 | 23 | 21 | 32 | 34 | 28 | 42 | 44 | 47 | 89 | 99 | 67 | 125 | 137 |
| 3 | 5 | 9 | 10 | 10 | 18 | 20 | 15 | 26 | 28 | 21 | 35 | 38 | 37 | 78 | 89 | 53 | 110 | 122 |
| 4 | 4 | 8 | 9 | 8 | 16 | 18 | 13 | 24 | 26 | 17 | 32 | 35 | 31 | 70 | 81 | 43 | 99 | 111 |

* Gebäudemasse: l = leicht m = mittelschwer s = schwer

$$\Delta \theta_{RH} = 2,8 \text{ K}$$

$$\text{Luftwechsel } 0,1 \text{ h}^{-1} : 15 : 25 \Rightarrow 23 \text{ W/m}^2$$

$$0,5 \text{ h}^{-1} : 23 : 34 \Rightarrow 32 \text{ W/m}^2$$

$$0,3 \text{ h}^{-1} : 23 : 32 \Rightarrow 28,4 \text{ W/m}^2$$

$$f_{RH} = \underline{\underline{29 \text{ W/m}^2}}$$

Zum besseren Verständnis sind in den Formblättern G 2 und G 3 nur die Daten der vorab berechneten Räume (Hobby und Wohnen) aufgeführt.

Formblatt G 2 – ausführliches Verfahren -

DIN EN 12831

| | | |
|---------------------------|--------------------------|-----------|
| Projekt-Nr. / Bezeichnung | Wohnhaus in 23552 Lüseck | |
| RAUMLISTE | Datum 10/05/04 | Seite G 2 |

Sortierung nach Geschoss Wohneinheit

| Raum-Nr. / -Name | $\Phi_{T,e}$ | Φ_T | $\Phi_{V,min}$ | $\Phi_{V,inf}$ | $\Phi_{V,su}$ | $\Phi_{V,m,inf}$ | $\Phi_{HL,Netto}$ | Φ_{RH} | Φ_{HL} |
|--|--------------|----------|----------------|----------------|---------------|------------------|-------------------|-------------|-------------|
| <u>1.2 Wohnen</u> | | | | | | | | | |
| 21°C 36,2 m ² 91,6 m ³ | 1307 | 1487 | 483 | - | - | - | 1970 | 1050 | 3020 |
| <u>0.1 Hobby</u> | | | | | | | | | |
| 20° 20 m ² 46 m ³ | 1092 | 1092 | 235 | - | - | - | 1327 | - | 1327 |
| <u>Gesäude</u> | | | | | | | | | |
| | 2399 | 2579 | 718 | - | - | - | 3297 | 1050 | 4347 |

Erklärungen der Kürzel:

- | | |
|--|---|
| $\Phi_{T,e}$ ⇒ Transmissionswärmeverlust nach außen in W ($\Phi_{T,e} + \Phi_{T,g} + \Phi_{T,inc}$) | $\Phi_{V,su}$ ⇒ Lüftungswärmeverluste durch Zuluftstr. in W |
| Φ_T ⇒ Transmissionswärmeverlust des Raumes in W | $\Phi_{V,m,inf}$ ⇒ Norm-Lüftungswärmeverlust in W |
| $\Phi_{V,min}$ ⇒ Mindest-Lüftungswärmeverluste in W | $\Phi_{HL,netto}$ ⇒ Netto-Heizlast in W |
| $\Phi_{V,inf}$ ⇒ Lüftungswärmeverluste durch Infiltration in W | Φ_{RH} ⇒ Zusatz-Aufheizleistung in W |
| | Φ_{HL} ⇒ Norm-Heizlast in W |

Formblatt G 3 – ausführliches Verfahren -

DIN EN 12831

| | | | |
|--|--|----------------------------|--------------------------------|
| Projekt-Nr. / Bezeichnung | | Wohnhaus in 23552 Lünebeck | |
| GEBÄUDEZUSAMMENSTELLUNG | | Datum | 10/05/04 |
| | | Seite | G 3 |
| Wärmeverlust-Koeffizienten | | W/K | |
| Transmissionswärmeverlust-Koeffizient | $\Sigma H_{T,e}$ | <u>79</u> | |
| Lüftungswärmeverlust-Koeffizient | ΣH_V | <u>24</u> | |
| Gebäude-Wärmeverlust-Koeffizient | H_{Geb} | <u>103</u> | |
| Wärmeverluste | | W | |
| Transmissionswärmeverluste (nach außen) | $\Phi_{T,Geb}$ | <u>2399</u> | |
| Mindest-Luftwechsel | $\Phi_{V,min,Geb}$ | <u>718</u> | |
| natürliche Infiltration | $\Phi_{V,inf,Geb} = \zeta \times \Sigma \Phi_{V,inf}$ | <u>-</u> | |
| mech. Zuluftvolumenstrom | $\Phi_{V,su,Geb} = (1-\eta_V) \times \Sigma \Phi_{V,su}$ | <u>-</u> | |
| Abluftvolumenüberschuss | $\Phi_{V,mech,inf,Geb}$ | <u>-</u> | |
| Lüftungswärmeverluste | $\Phi_{V,Geb}$ | <u>718</u> | |
| Gebäudeheizlast | | W | |
| Netto-Heizlast | $\Phi_{N,Geb}$ | <u>3297</u> | |
| Zusatz-Heizleistung | $\Phi_{RH,Geb}$ | <u>1050</u> | |
| Norm-Gebäudeheizlast | $\Phi_{HL,Geb}$ | <u>4347</u> | |
| Spezifische Werte | | | |
| Netto-Heizlast / beh. Gebäudefläche | $\Phi_{N,Geb} / A_{N,Geb}$ | <u>217</u> m ² | <u>15,2</u> W/m ² |
| Netto-Heizlast / beh. Gebäudevolumen | $\Phi_{N,Geb} / V_{N,Geb}$ | <u>522</u> m ³ | <u>6,3</u> W/m ³ |
| wärmeübertragende Umfassungsfläche | A | <u>554</u> m ² | |
| Spezifischer Transmissionswärmeverlust | H_T | | <u>0,2</u> W/m ² ×K |