

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.

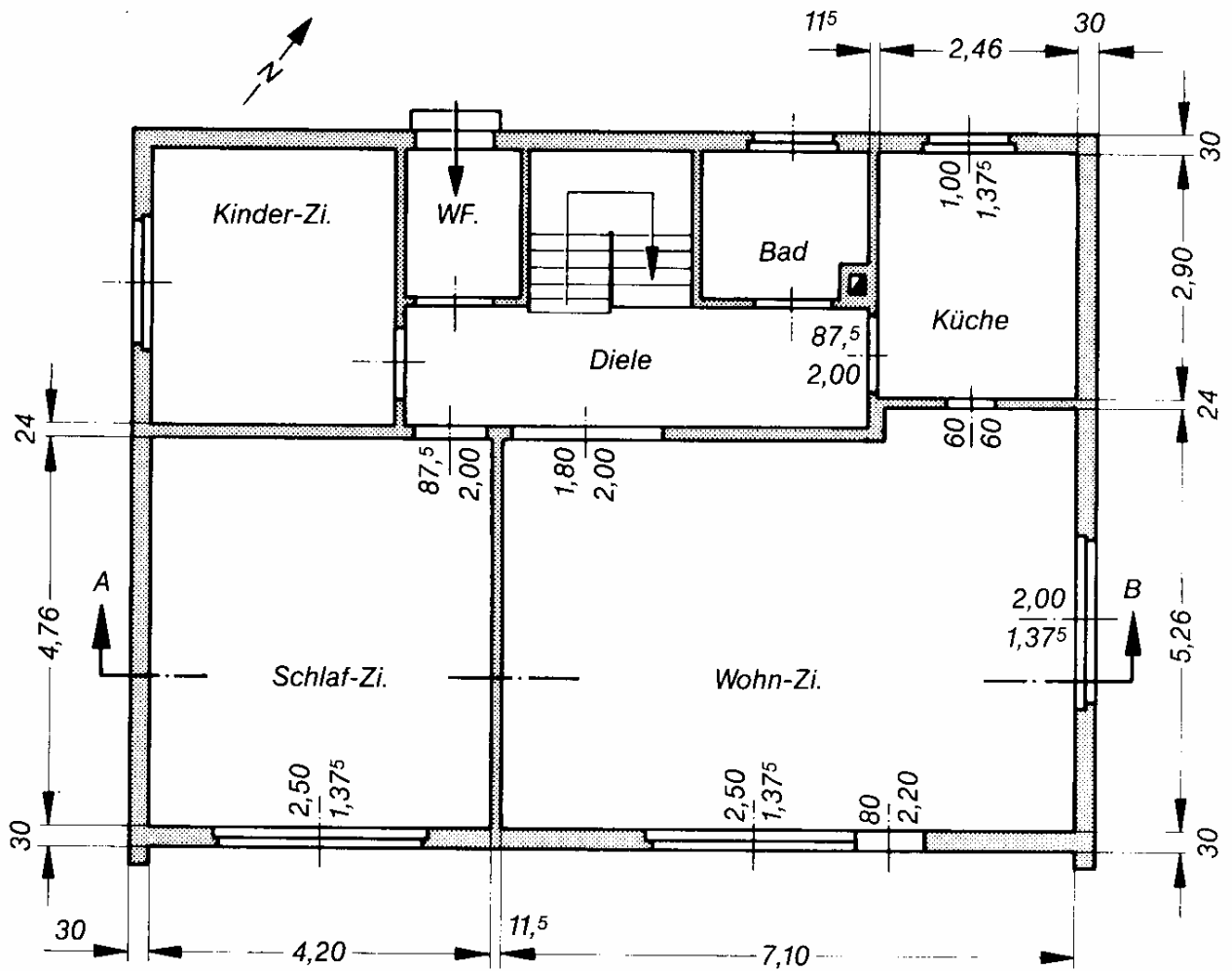
Folgende physikalischen U-Werte wurden berechnet:

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

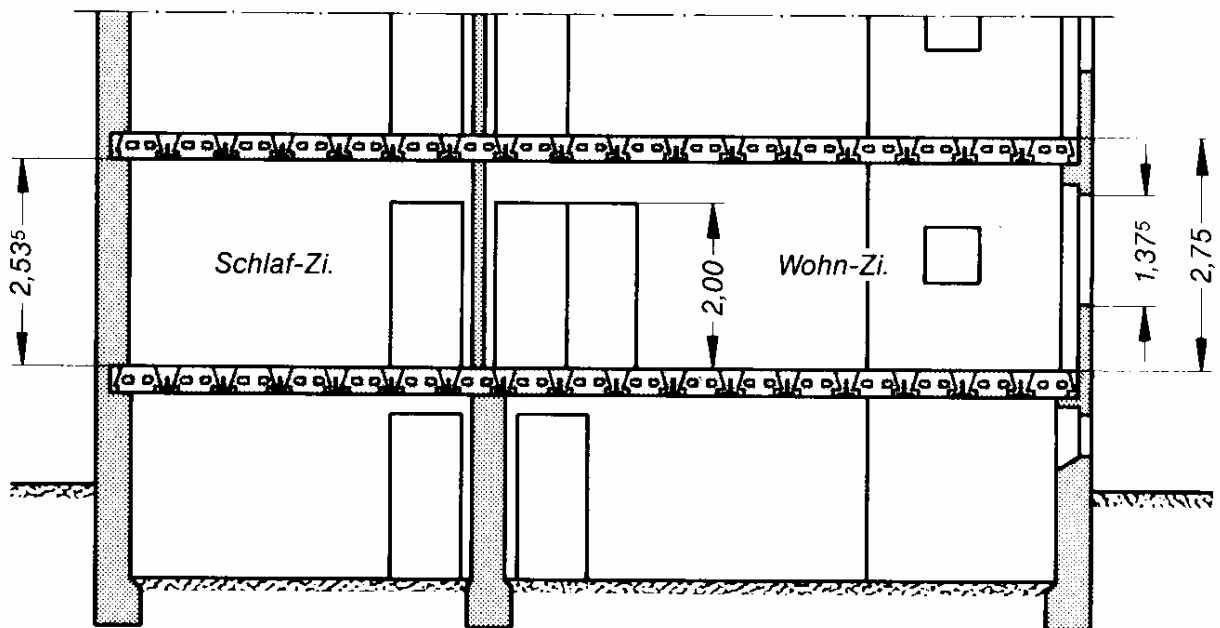
Die Nutzungsart der Räume und die zugehörigen Raumdaten sind mit dem Auftraggeber abzustimmen.

Nachfolgende Zeichnung wurde für die Bearbeitung abgegeben:

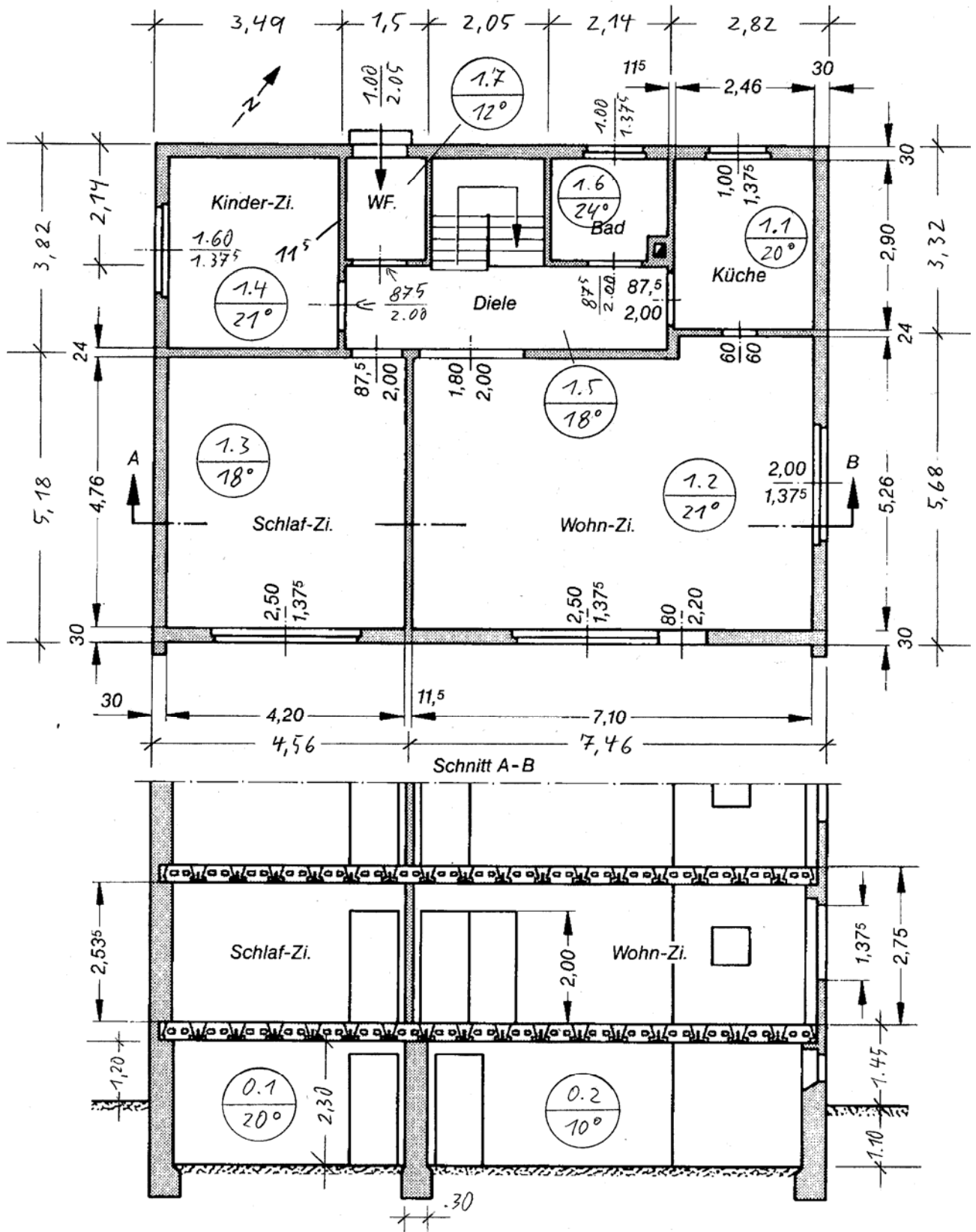
Grundriss UG und Schnitt: Wohnhaus Lübeck



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 $\underline{2}$
Länge l_{Geb}	$\underline{12,00} \text{ m}$	Gebäudehöhe h_{Geb} $\underline{6,95} \text{ m}$
Grundfläche A_{Geb}	$\underline{108} \text{ m}^2$ * KG nicht mitgerednet	
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	$\underline{1}$
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
---------------------------	--------------------------

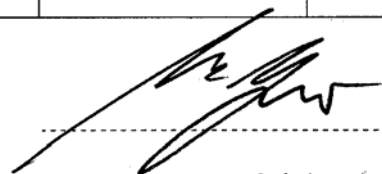
VEREINBARUNGEN	Datum 03/05/04	Seite V
-----------------------	----------------	---------

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
----------------------	-------------	------

Nebenrechnungen: Hossy

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

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

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)

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

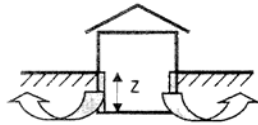
$$= 0,34$$

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

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

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

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



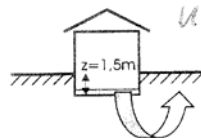
D: Kellerwände

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} $\text{W/m}^2 \times \text{K}$	$U_{\text{equiv,bw}}$ $\text{W/m}^2 \times \text{K}$			
	$z = 0 \text{ m}$	$z = 1 \text{ m}$	$z = 2 \text{ m}$	$z = 3 \text{ m}$
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 $z = 1,5$) $\text{W/m}^2 \times \text{K}$				
	keine Dämmung	$U_{\text{Boden}} =$ $2,0 \text{ W/m}^2 \times \text{K}$	$U_{\text{Boden}} =$ $1,0 \text{ W/m}^2 \times \text{K}$	$U_{\text{Boden}} =$ $0,5 \text{ W/m}^2 \times \text{K}$	$U_{\text{Boden}} =$ $0,25 \text{ W/m}^2 \times \text{K}$
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 Lünebeck
---------------------------	----------------------------

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 Wärmestücken	Korrigierter U-Wert	Wärmeverlust-Koeffizient	Transmissions-Wärmeverlust
			b	l/h											
			0,00 m		0,0 m ²		g/b		°C	$f_{r1} \times f_{r2} \times G_w$	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 Wärmebücken	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 $\rightarrow 18^\circ\text{C}$

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

$$= 0,096$$

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

Faktor: Küche 20°

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

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

Faktor: Keller 10° (unbeheizt)

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

$$= 0,35$$

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

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

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

Innentemperaturabfall:

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

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

(2,75) (26,1)

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

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