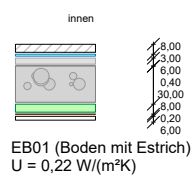


1. Bauteilquerschnitt



1.1 Bauteil: EB01 (Boden mit Estrich) (EB01)

Bauteiltyp "Fußboden gegen Erdreich" (9)
mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,17$ und $R_{se} = 0,00 \text{ m}^2\text{K/W}$

1.2 Querschnitt

von innen	s cm	ρ kg/m ³	kg/m ²	λ W/(mK)	R m ² K/W
R_{si}					0,17
01 Zementestrich	8,00	2000	160,0	1,400	0,06
02 Trittschall EPS 035	3,00	20	0,6	0,035	0,86
03 PS-Partikel Schüttung	6,00	15	0,9	0,050	1,20
04 Bitumenbahn	0,40	1100	4,4	0,230	0,02
05 Beton armiert (gem. Statik)	30,00	2400	720,0	2,500	0,12
06 XPS 038	8,00	25	2,0	0,038	2,11
07 PE-Folie	0,20	–	0,2	–	–

08 Sauberkeitsschicht
R_{se}

6,00

1700

102,0

2,000



d = 61,60

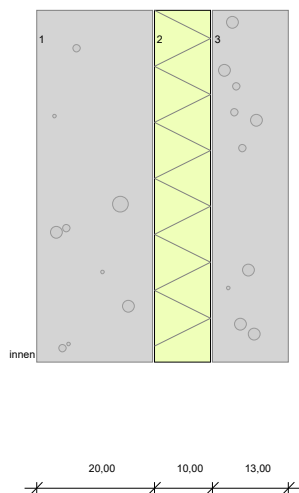
G = 990,1

R_T =

1.3 Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient U = **0,22 W/(m²K)** (ohne Korrekturen)

2. Bauteilquerschnitt



AW01 Betonsandwichwand
 $U = 0,28 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

von innen
1 Beton 2300 (1% Stahl)
2 PIR-Dämmung (+Zuschlag Anker)
3 Beton 2300 (1% Stahl)
81 kg CO₂/(m²50a)

2.1 Bauteil: AW01 Betonsandwichwand (AW01)

Bauteiltyp "Außenwand" (3)

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

2.2 Querschnitt

von innen	s cm	ρ kg/m ³	kg/m ²	λ W/(mK)	R m ² K/W
R_{si}					0,13
01 Beton 2300 (1% Stahl)	20,00	2300	460,0	2,300	0,09
02 PIR-Dämmung (+Zuschlag Anker)	10,00	30	3,0	0,027	3,70
03 Beton 2300 (1% Stahl)	13,00	2300	299,0	2,300	0,06
R_{se}					0,04
	d = 43,00	G =	762,0	$R_T =$	4,02

2.3 Wärmedurchgangskoeffizient

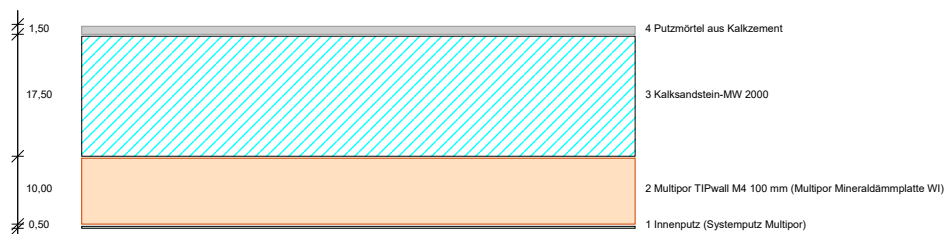
Wärmedurchgangskoeffizient $U_c = 0,249 + 0,029 = 0,28 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

0,029 Korrektur für Befestigungsteile aus Edelstahl $\Delta U_f = 0,8 \cdot \lambda_f \cdot n_f \cdot A_f / d_0 \cdot (R_1 / R_{T,h})^2$

6 Befestigungselemente / m² mit $\lambda_f = 17,000 \text{ W/(mK)}$, $A_f = 50 \text{ mm}^2/\text{St}$, $d_0 = 0,120 \text{ m}$, $R_1 / R_{T,h} = 3,43 / 3,73 \text{ m}^2\text{K/W}$

U-Wert Gesamtkorrektur = 12%

3. Bauteilquerschnitt



3.1 Bauteil: IW-mitMultipor (IW)

Innenwand zu Garage (unbeheizt)

Multipor Innendämmung (beachten: keinen dampfdichten Anstriche/Bekleidungen)

Bauteiltyp "Außenwand" (3)

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

3.2 Querschnitt

von innen	s cm	ρ kg/m ³	kg/m ²	λ W/(mK)	R m ² K/W
R_{si}					0,13
01 Innenputz (Systemputz Multipor)	0,50	1800	9,0	0,700	0,01
02 Multipor TIPwall M4 100 mm (Mult	10,00	90	9,0	0,042	2,38
03 Kalksandstein-MW 2000	17,50	2000	350,0	1,100	0,16
04 Putzmörtel aus Kalkzement	1,50	1800	27,0	1,000	0,01

R_{se}

d = 29,50

G = 395,0

R_T =

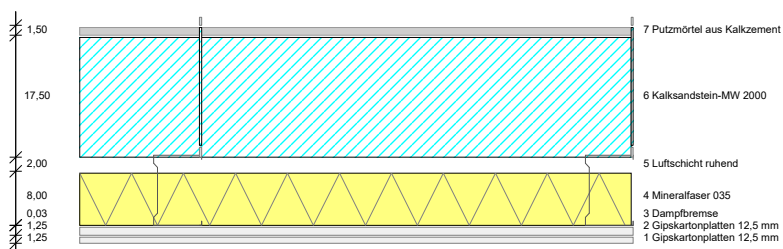
3.3 Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient U_c = **0,37 W/(m²K)**

0,000 Korrektur für Luftspalte, Dämmschicht dicht gestoßen.

U-Wert Gesamtkorrektur < 3% ⇒ U = 0,366 W/(m²K) (EN ISO 6946:2008, Nr.7)

4. Bauteilquerschnitt



4.1 Bauteil: IW zu Garage mit VSS (IW02)

Innwand zu Garage (unbeheizt) mit Vorsatzschale
Dampfbremse erforderlich
schweres Mauerwerk wegen Schallschutz (Garage - Büro)

Bauteiltyp "Trennwand" (6)

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

4.2 Querschnitt

von innen	s cm	ρ kg/m ³	kg/m ²	λ W/(mK)	R m ² K/W
R_{si}					0,13
01 Gipskartonplatten 12,5 mm	1,25	900	11,3	0,210	0,06
02 Gipskartonplatten 12,5 mm	1,25	900	11,3	0,210	0,06
03 Dampfbremse	0,03	–	0,1	–	0,03

04 Mineralfaser 035	8,00	20	1,6	0,036
05 Luftschicht ruhend	2,00	1	0,0	-
06 Kalksandstein-MW 2000	17,50	2000	350,0	1,100
07 Putzmörtel aus Kalkzement	1,50	1800	27,0	1,000
R _{Se}				0,13



$$d = 31,53 \quad G = 401,2 \quad R_T = 2,98$$

$$U_{\text{Gefach}} = 0,34 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

Rahmenbereich

Rahmenbreite	Achsabstand	zusammengesetztes Bauteil				
0,2 cm	62,5 cm	0,3 %	401,2 kg/m ²			
Rahmenanteil von innen		s cm	ρ kg/m ³	kg/m ²	λ W/(mK)	R m ² K/W
R _{Si}						0,13
01 Gipskartonplatten 12,5 mm		1,25	900	11,3	0,210	0,06
02 Gipskartonplatten 12,5 mm		1,25	900	11,3	0,210	0,06
03 Ampatex DB 90 Dampfbremse		0,02	-	0,1	-	0,03
04 Ständerprofil CW 100 x 06		10,00	-	-	60,000	0,00
05 Gipsputz		1,50	1200	18,0	0,350	0,04
06 Kalksandstein-MW 2000		17,50	2000	350,0	1,100	0,16
07 Gipsputz		1,50	1200	18,0	0,350	0,04
R _{Se}						0,13
		33,02		408,6		R _T = 0,65

$$U_{(R)} = 1,54 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

$$R'_T = 1 / (99,68\% \cdot 1/2,975 + 0,32\% \cdot 1/0,651) = 2,94 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R''_T = 0,13 + 1/(0,997/0,060 + 0,003/0,060) + 1/(0,997/0,060 + 0,003/0,060) + 1/(0,997/2,247 + 0,003/0,026) + 1/(0,997/0,175 + 0,003/0,17) + 1/(0,997/0,014 + 0,003/0,043) + 1/(0,997/0,145 + 0,003/0,145) + 1/(0,997/0,015 + 0,003/0,014) + 0,13 = 2,52 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R_T = (R'_T + R''_T)/2 = 2,73 \text{ m}^2\text{K/W (maximaler Fehler = } R'_T - R''_T / 2 \cdot R_T = 8\%)$$

$$U = 1 / R_T = 0,366 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

4.3 Wärmedurchgangskoeffizient

$$\text{Wärmedurchgangskoeffizient } U_c = 0,37 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

0,000 Korrektur für Luftspalte, Dämmschicht dicht gestoßen.

$$U\text{-Wert Gesamtkorrektur} < 3\% \Rightarrow U = 0,366 \text{ W/(m}^2\text{K)} \text{ (EN ISO 6946:2008, Nr.7)}$$

5. Bauteilquerschnitt



IW02.1 Innenwand_Trockenbau($R'_{w}>42$)
 $U = 1,19 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

von innen
1 Gipskartonplatte
2 Gipskartonplatte
3 Zellulose-Einblasdämmung mit CW50 Profil
4 Gipskartonplatte
5 Gipskartonplatte

5.1 Bauteil: IW02.1 Innenwand-Trockenbau($R'_{w}>42$)

Bauteiltyp "Wohnungstrennwand" (6)

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

5.2 Querschnitt

von innen	s cm	ρ kg/m ³	kg/m ²	λ W/ (mK)	R m ² K/W
R_{si}					0,13
01 Gipskartonplatte	1,25	700	8,8	0,210	0,06
02 Gipskartonplatte	1,25	700	8,8	0,210	0,06
03 Zellulose-Einblasdämmung mit CW5	5,00	60	3,0	0,040	1,25
04 Gipskartonplatte	1,25	700	8,8	0,210	0,06
05 Gipskartonplatte	1,25	700	8,8	0,210	0,06
R_{se}					0,13

$$d = 10,00 \quad G = 38,0$$

$$U_{\text{Gefach}} = 0,57 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$$

Rahmenbereich

Rahmenbreite	Achsabstand	zusammengesetztes Bauteil			
12,0 cm	62,5 cm	19,2 %	37,4 kg/m²		
Rahmenanteil von innen	s cm	ρ kg/m³	kg/m²	λ W/ (mK)	R m² K/W
R _{si}					0,13
01 Gipskartonplatte	1,25	700	8,8	0,210	0,06
02 Gipskartonplatte	1,25	700	8,8	0,210	0,06
03 Zellulose-Einblasdämmung mit CW5	5,00	-	-	-	-
04 Gipskartonplatte	1,25	700	8,8	0,210	0,06
05 Gipskartonplatte	1,25	700	8,8	0,210	0,06
R _{se}					0,13
		10,00	35,0	R _T =	0,50

$$U_{(R)} = 2,01 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$$

$$R'_T = 1 / (80,80\% \cdot 1/1,748 + 19,20\% \cdot 1/0,498) = 1,18 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$$

$$R''_T = 0,13 + 1/(0,808/0,060 + 0,192/0,060) + 1/(0,808/0,060 + 0,192/0,060) + 1/(0,808/1,250 + 0,19/0,17) + 1/(0,808/0,060 + 0,192/0,060) + 1/(0,808/0,060 + 0,192/0,060) + 0,13 = 1,07 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$$

$$R_T = (R'_T + R''_T)/2 = 1,12 \text{ m}^2\text{K}/\text{W} \text{ (maximaler Fehler} = R'_T - R''_T / 2 \cdot R_T = 5 \%)$$

$$U = 1 / R_T = 0,890 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$$

5.3 Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient U = **0,89 W/(m²K)** (ohne Korrekturen)

6. Bauteilquerschnitt



6.1 Bauteil: Trapezblechdach

65

Bauteiltyp "Dachdecke" (1)

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

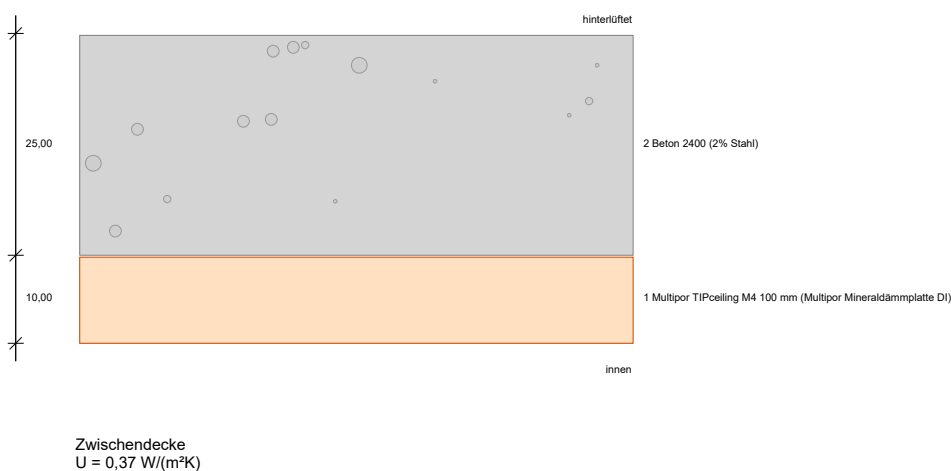
6.2 Querschnitt

von innen	s cm	ρ kg/m ³	kg/m ²	λ W/(mK)	R m ² K/W
R_{si}					0,13
01 Trapezblech 110/275/0,88	11,00	–	10,0	–	–
02 Dampfbremse 100m	0,10	–	–	–	–
03 Isover-Dämmplatten	6,00	80	4,8	0,045	1,33
04 Kunststoff-Dachdichtung	0,15	1500	2,3	–	–
R_{se}					0,04
	d = 17,25	G =	17,1	$R_T =$	1,50

6.3 Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,67 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (ohne Korrekturen)

7. Bauteilquerschnitt



7.1 Bauteil: Zwischendecke (ZD01)

Zwischendecke gegen unbeheizt

Innendämmung mit Multipor (kapillaraktive Dämmung)

geringe raumakustische Absorption ($\alpha_{w} = 0,35$)

Nachteil: keine dampfdichten Beschichtung, kein Putz möglich (wegen Schallabsorption)

Bauteiltyp "Decke unter Dachräumen" (2)

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

7.2 Querschnitt

von innen	s cm	ρ kg/m ³	kg/m ²	λ W/(mK)	R m ² K/W
R_{si}					0,10
01 Multipor TIPceiling M4 100 mm (M	10,00	90	9,0	0,042	2,38
02 Beton 2400 (2% Stahl)	25,00	2400	600,0	2,500	0,10

03

 R_{se}

-

-

-

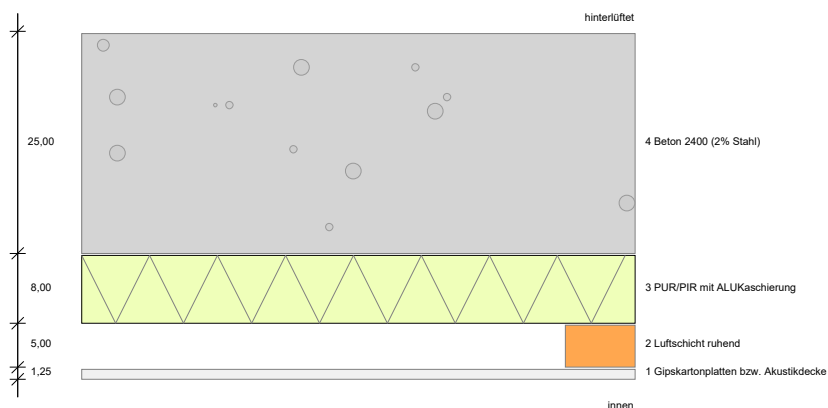
-

 $d = 35,00$ $G = 609,0$ $R_T =$

7.3 Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,37 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (ohne Korrekturen)

8. Bauteilquerschnitt



Zwischendecke Variante (ZD02)
 $U = 0,25 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

8.1 Bauteil: Zwischendecke Variante (ZD02) (ZD02)

Verwendung: Zwischendecke gegen unbeheizt

Varianten mit Innendämmung + Abhangdecke (wahlweise mit Raumakustikfunktion)

Bauteiltyp "Decke unter Dachräumen" (2)

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

8.2 Querschnitt

von innen	s cm	ρ kg/m ³	kg/m ²	λ W/(mK)	R m ² K/W
R_{si}					0,10
01 Gipskartonplatten bzw. Akustikde	1,25	800	10,0	0,250	0,05
02 Luftschicht ruhend	5,00	1	0,1	–	0,16
03 PUR/PIR mit ALUKaschierung	8,00	30	2,4	0,023	3,48
04 Beton 2400 (2% Stahl)	25,00	2400	600,0	2,500	0,10

R_{se}

d = 39,25 G = 612,5 R_T =

U_{Gefach} = 0,25 W/(m²K)

Rahmenbereich

Rahmenbreite	Achsabstand	zusammengesetztes Bauteil			
8,0 cm	80,0 cm	10,0 %	614,9 kg/m²		
Rahmenanteil von innen	s cm	ρ kg/m³	kg/m²	λ W/ (mK)	R m² K/W
R _{si}					0,10
01 Gipskartonplatten bzw. Akustikde	1,25	800	10,0	0,250	0,05
02 Nutzholz 500	5,00	500	25,0	0,130	0,38
03 PUR/PIR mit ALUKaschierung	8,00	30	2,4	0,023	3,48
04 Beton 2400 (2% Stahl)	25,00	2400	600,0	2,500	0,10
R _{se}					0,10
	39,25		637,4	R _T =	4,21

U_(R) = 0,24 W/(m²K)

$R'_T = 1 / (90,00\% \cdot 1/3,988 + 10,00\% \cdot 1/4,213) = 4,01 \text{ m}^2\text{K/W}$
 $R''_T = 0,10 + 1/(0,900/0,050 + 0,100/0,050) + 1/(0,900/0,160 + 0,100/0,385) + 1/(0,900/3,478 + 0,100/3,478) + 1/(0,900/0,100 + 0,100/0,100) + 0,10 = 4,00 \text{ m}^2\text{K/W}$
 $R_T = (R'_T + R''_T)/2 = 4,00 \text{ m}^2\text{K/W}$ (maximaler Fehler = $R'_T - R''_T / 2 \cdot R_T = 0 \%$)

U = 1 / R_T = 0,250 W/(m²K)

8.3 Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient U = **0,25 W/(m²K)** (ohne Korrekturen)

Anlagen

9. Bauteilquerschnitt

0,00

1

innen

Tür
 $U = 1,50 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

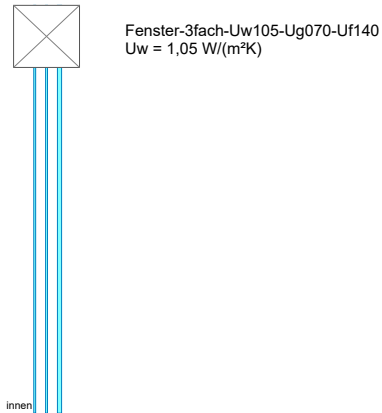
9.1 Bauteil: Tür (T01)

Bauteiltyp "Türen aus Metallrahmen und metallenen Bekleidungen" (27)
mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,13$ und $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$

9.2 Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 1,50 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (manuell festgelegt)

10. Bauteilquerschnitt



10.1 Bauteil: Fenster-3fach-Uw105-Ug070-Uf140 (FE)

Verwendung: Büro, Besprechung beheizter Bereich

3-fach Wärmeschutzglas

$U_f = 1,4$

$U_g = 0,7$

$U_w = 1,05$

$g = 50\%$

Bauteiltyp "Fenster" (20)

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

10.2 Querschnitt

von innen	s cm	ρ kg/m^3	kg/m^2	λ W/(mK)	R $\text{m}^2\text{K/W}$
R_{si}					0,13

01 Glas	0,40	2500	10,0	0,800
02 Scheibenzwischenraum	1,20	-	-	-
03 Glas	0,40	2500	10,0	0,800
04 Scheibenzwischenraum	1,20	-	-	-
05 Glas	0,40	2500	10,0	0,800
R _{se}				0,04

$$d = 3,60 \quad G = 30,0 \quad R_T = 0,53$$

10.3 Fenster

3-fach Wärmedämmglas, Argon 0,7

Rahmen aus Profilen U_f 1.3 - 1.6 W/(m²K), DIN V 4108-4:2004, Tab.9, $U_{f,BW}$ 1.4

10.3.1 Wärmedurchgangskoeffizient nach EN ISO 10077-1

Einfachfenster U_g 0,7 U_f 1,40 Ψ_g 0,050 (4,5 m) $U_W = 1,05$ (1,0) W/(m²K)

$A_{glas} = 1,23$ m² (68%), $A_{frame} = 0,59$ m², $A_W = 1,82$ m²

Abmessungen b x h = 1,23 * 1,48m, Rahmenbreite 120 mm

Glas-Rahmen Verbindungsbereich $\Psi_g = 0.05$ Holz- oder Kunststoffrahmen, Scheiben beschichtet
g=53%

$U_W = (1,23 \cdot 0,70 + 0,59 \cdot 1,40 + 4,46 \cdot 0,050) / (1,23 + 0,59) = 1,05$ W/(m²K)

$U_W = 1,05$ W/(m²K) wird für die weiteren Berechnungen angenommen

11. Bauteilquerschnitt



Fenster-2fach-Uw134-Ug110-Uf140
 $U_w = 1,34 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

innen

11.1 Bauteil: Fenster-2fach-Uw134-Ug110-Uf140 (FE)

Verwendung: Lager, Werkstatt beheizt bzw. niedrig beheizter Bereich

2-fach Wärmeschutzglas

$U_f = 1,4$

$U_g = 1,1$

$U_w = 1,34$

$g = 63\%$

Bauteiltyp "Fenster" (20)

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

11.2 Querschnitt

von innen	s cm	ρ kg/m^3	kg/m^2	λ W/(mK)	R $\text{m}^2\text{K/W}$
R_{si}					0,13

01 Glas	0,40	2500	10,0	0,800
02 Scheibenzwischenraum	1,20	-	-	-
03 Glas	0,40	2500	10,0	0,800
04	-	-	-	-
05	-	-	-	-
R _{se}				0,04



$$d = 2,00 \quad G = 20,0 \quad R_T = 0,35$$

11.3 Fenster

2-fach Wärmedämmglas, Argon1,1

Rahmen aus Profilen U_f 1.3 - 1.6 W/(m²K), DIN V 4108-4:2004, Tab.9, U_{f,BW} 1.4

11.3.1 Wärmedurchgangskoeffizient nach EN ISO 10077-1

Einfachfenster U_g 1,1 U_f 1,40 Ψ_g 0,060 (4,5 m) U_W = 1,34 (1,3) W/(m²K)

A_{glas} = 1,23 m² (68%), A_{frame} = 0,59 m², A_W = 1,82 m²

Abmessungen b x h = 1,23 * 1,48m, Rahmenbreite 120 mm

Rahmen-Verbindung Ψ = 0.06 Holz- oder Kunststoffrahmen, Scheiben beschichtet, verbesserter Randverbund

U_W = (1,23*1,10 + 0,59*1,40 + 4,46*0,060) / (1,23 + 0,59) = 1,34 W/(m²K)

U_W = **1,34 W/(m²K)** wird für die weiteren Berechnungen angenommen