



Anlage 1 zur GEG/DIN 18599 Berechnung

Auftragsnummer 20.001

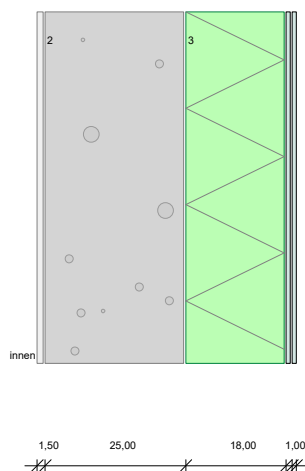
Bauvorhaben Stadt Neusäß, Neubau Grundschule
mit Feuerwache, Westheim
Von-Rehlingen-Str. 11, Westheim

- Bauteilquerschnitte

Stand 12.03.2024



Bauteilquerschnitt



Außenwand-XPS-WDVS
 $U = 0,18 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

von innen
 1 Gipsputzmörtel
 2 Normalbeton bewehrt nach DIN 1045
 3 XPS 035
 4 Armierungsspachtel (WDVS)
 5 Uniputz (WDVS)

- KG-Wände z. Erdreich (ohne Putz)

Bauteil: Außenwand-XPS-WDVS (Ref-No 1.0)

Bauteiltyp "Außenwand" (3)

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

Querschnitt (Ref-No 1.3)

von innen	s cm	ρ kg/m ³	kg/m ²	λ W/(mK)	R m ² K/W
R_{si}					0,130
01 Gipsputzmörtel	1,50	1400	21,0	0,700	0,021
02 Normalbeton bewehrt nach DIN 104	25,00	2400	600,0	2,100	0,119
03 XPS 035	18,00	25	4,5	0,035	5,143
04 Armierungsspachtel (WDVS)	1,00	1650	16,5	0,300	0,033
05 Uniputz (WDVS)	0,75	1200	9,0	1,000	0,007
R_{se}					0,040
d =	46,25	G =	651,0	$R_T =$	5,49

Wärmedurchgangskoeffizient (Ref-No 1.8)



Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,182 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (ohne Korrekturen)

Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

(Ref-No 1.8.1)

Außenwand in Gebäuden mit normalen Innentemperaturen. Mindestanforderungen nach Tab.3.

$R \quad 5,32 \geq 1,20 \quad \text{m}^2\text{K/W}$ erfüllt die Anforderungen

Referenzwertberechnung für Nichtwohngebäude (EnEV '14)

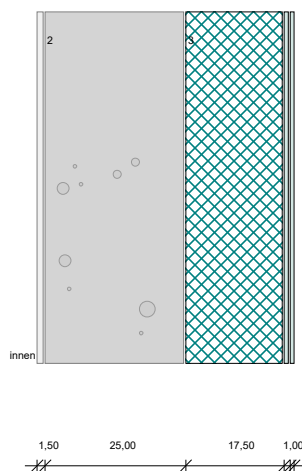
(Ref-No 1.8.2)

Anforderung: Referenzwert für Außenwände

$U \quad 0,18 \leq 0,28 \quad \text{W/(m}^2\text{K)}$ OK



Bauteilquerschnitt



Außenwand-zur-TG

$U = 0,19 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

von innen

1 Gipsputzmörtel

2 Normalbeton bewehrt nach DIN 1045

3 Tektalan A2-035/2

4 Armierungsspachtel (WDVS)

5 Uniputz (WDVS)

- KG-Wände z. TG

Bauteil: Außenwand-zur-TG

(Ref-No 1.0)

Bauteiltyp "Außenwand" (3)

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

Querschnitt

(Ref-No 1.3)

von innen	s cm	ρ kg/m ³	kg/m ²	λ W/(mK)	R m ² K/W
R_{si}					0,130
01 Gipsputzmörtel	1,50	1400	21,0	0,700	0,021
02 Normalbeton bewehrt nach DIN 104	25,00	2400	600,0	2,100	0,119
03 Tektalan A2-035/2	17,50	115	20,1	0,035	5,000
04 Armierungsspachtel (WDVS)	1,00	1650	16,5	0,300	0,033
05 Uniputz (WDVS)	0,75	1200	9,0	1,000	0,007
R_{se}					0,040
d =	45,75	G =	666,6	$R_T =$	5,35

Wärmedurchgangskoeffizient

(Ref-No 1.8)



Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,187 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (ohne Korrekturen)

Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

(Ref-No 1.8.1)

Außenwand in Gebäuden mit normalen Innentemperaturen. Mindestanforderungen nach Tab.3.

$R \quad 5,18 \geq 1,20 \quad \text{m}^2\text{K/W}$ erfüllt die Anforderungen

Referenzwertberechnung für Nichtwohngebäude (EnEV '14)

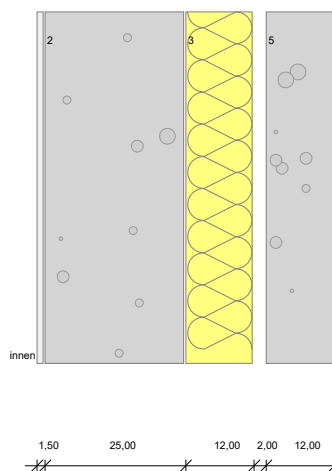
(Ref-No 1.8.2)

Anforderung: Referenzwert für Außenwände

$U \quad 0,19 \leq 0,28 \quad \text{W/(m}^2\text{K)}$ OK



Bauteilquerschnitt



Außenwand-MiWoDä-StbFT
 $U = 0,27 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

von innen
 1 Gipsputzmörtel
 2 Normalbeton bewehrt nach DIN 1045
 3 Mineralwolle MW 035
 4 Luftschicht ruhend
 5 Beton 2200

- KG-Wände sichtbar / im Freien

Bauteil: Außenwand-MiWoDä-StbFT (Ref-No 1.0)

Bauteiltyp "Außenwand" (3)

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

Querschnitt (Ref-No 1.3)

von innen	s cm	ρ kg/m ³	kg/m ²	λ W/(mK)	R m ² K/W
R_{si}					0,130
01 Gipsputzmörtel	1,50	1400	21,0	0,700	0,021
02 Normalbeton bewehrt nach DIN 104	25,00	2400	600,0	2,100	0,119
03 Mineralwolle MW 035	12,00	20	2,4	0,035	3,429
04 Luftschicht ruhend	2,00	1	0,0	-	0,175
05 Beton 2200	12,00	2200	264,0	1,650	0,073
R_{se}					0,040
d =	52,50	G =	887,4	$R_T =$	3,99

Wärmedurchgangskoeffizient (Ref-No 1.8)



Wärmedurchgangskoeffizient $U_c = 0,251 + 0,022 = \mathbf{0,273 \text{ W/(m}^2\text{K)}}$

0,022 Korrektur für Befestigungsteile aus Edelstahl $\Delta U_f = 0,8 \cdot \lambda_f \cdot n_f \cdot A_f / d_0 \cdot (R_1 / R_{T,h})^2$

2 Befestigungselemente / m² mit $\lambda_f = 17,000 \text{ W/(mK)}$, $A_f = 150 \text{ mm}^2/\text{St}$, $d_0 = 0,160 \text{ m}$, $R_1 / R_{T,h} = 4,57 / 4,94 \text{ m}^2\text{K/W}$

U-Wert Gesamtkorrektur = 9%

Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

(Ref-No 1.8.1)

Außenwand in Gebäuden mit normalen Innentemperaturen. Mindestanforderungen nach Tab.3.

$R \quad 3,82 \geq 1,20 \quad \text{m}^2\text{K/W} \quad \text{erfüllt die Anforderungen}$

Referenzwertberechnung für Nichtwohngebäude (EnEV '14)

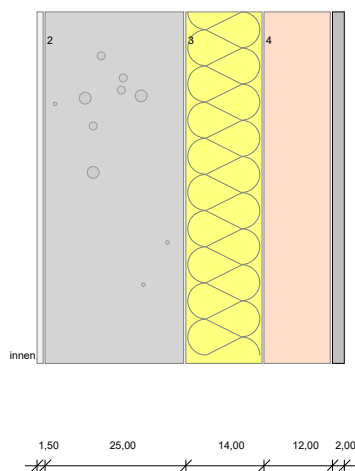
(Ref-No 1.8.2)

Anforderung: Referenzwert für Außenwände

$U \quad 0,27 \leq 0,28 \quad \text{W/(m}^2\text{K)} \quad \text{OK}$



Bauteilquerschnitt



Außenwand-MiWoDä-Ziegelschale
 $U = 0,16 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

von innen
 1 Gipsputzmörtel
 2 Normalbeton bewehrt nach DIN 1045
 3 Mineralwolle MW 035
 4 Ziegelschale m. Perlitfüllung
 5 Leichtputz

- EG-Wände

- OG-Wände

Bauteil: Außenwand-MiWoDä-Ziegelschale (Ref-No 1.0)

Bauteiltyp "Außenwand" (3)

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

Querschnitt

(Ref-No 1.3)

von innen	s cm	ρ kg/m ³	kg/m ²	λ W/(mK)	R m ² K/W
R_{si}					0,130
01 Gipsputzmörtel	1,50	1400	21,0	0,700	0,021
02 Normalbeton bewehrt nach DIN 104	25,00	2400	600,0	2,100	0,119
03 Mineralwolle MW 035	14,00	20	2,8	0,035	4,000
04 Ziegelschale m. Perlitfüllung	12,00	1400	168,0	0,060	2,000
05 Leichtputz	2,00	1300	26,0	0,180	0,111
R_{se}					0,040
d =	54,50	G =	817,8	$R_T =$	6,42

Wärmedurchgangskoeffizient

(Ref-No 1.8)



Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,156 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (ohne Korrekturen)

Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

(Ref-No 1.8.1)

Außenwand in Gebäuden mit normalen Innentemperaturen. Mindestanforderungen nach Tab.3.

$R \quad 6,25 \geq 1,20 \quad \text{m}^2\text{K/W}$ erfüllt die Anforderungen

Referenzwertberechnung für Nichtwohngebäude (EnEV '14)

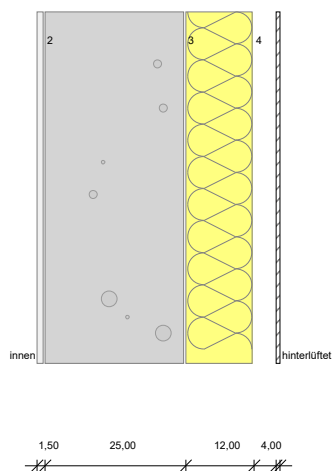
(Ref-No 1.8.2)

Anforderung: Referenzwert für Außenwände

$U \quad 0,16 \leq 0,28 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ OK



Bauteilquerschnitt



Außenwand-MiWoDä-Metall-Lamellen
 $U = 0,26 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

von innen
 1 Gipsputzmörtel
 2 Normalbeton bewehrt nach DIN 1045
 3 RW-Fixrock 035
 4 Luftschicht belüftet
 5 Metall-Lamellen

- EG-Wandbereiche zw. Fensterelementen

- OG-Wandbereiche zw. Fensterelementen

Bauteil: Außenwand-MiWoDä-Metall-Lamellen

(Ref-No 1.0)

Bauteiltyp "Außenwand hinterlüftet" (4)

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

Querschnitt

(Ref-No 1.3)

von innen	s cm	ρ kg/m ³	kg/m ²	λ W/(mK)	R m ² K/W
R_{si}					0,130
01 Gipsputzmörtel	1,50	1400	21,0	0,700	0,021
02 Normalbeton bewehrt nach DIN 104	25,00	2400	600,0	2,100	0,119
03 RW -Fixrock 035	12,00	47	5,6	0,035	3,429
04 Luftschicht belüftet	4,00	1	0,0	-	-
05 Metall-Lamellen	0,80	-	-	-	-
R_{se}					0,130
d =	43,30	G =	626,7	$R_T =$	3,83

Wärmedurchgangskoeffizient

(Ref-No 1.8)



Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,261 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (ohne Korrekturen)

.....

Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

(Ref-No 1.8.1)

Außenwand in Gebäuden mit normalen Innentemperaturen. Mindestanforderungen nach Tab.3.

$R \quad 3,57 \geq 1,20 \quad \text{m}^2\text{K/W}$ erfüllt die Anforderungen

.....

Referenzwertberechnung für Nichtwohngebäude (EnEV '14)

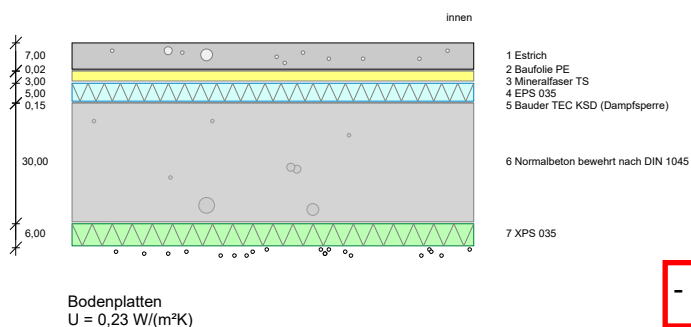
(Ref-No 1.8.2)

Anforderung: Referenzwert für Außenwände

$U \quad 0,26 \leq 0,28 \quad \text{W/(m}^2\text{K)}$ OK



Bauteilquerschnitt



- KG Bodenplatte allgemein

Bauteil: Bodenplatten

(Ref-No 1.0)

Bauteiltyp "Fußboden gegen Erdreich" (9)

mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,17$ und $R_{se} = 0,00 \text{ m}^2\text{K/W}$

Querschnitt

(Ref-No 1.3)

von innen	s cm	ρ kg/m ³	kg/m ²	λ W/ (mK)	R m ² K/W
R_{si}					0,170
01 Estrich	7,00	2000	140,0	1,400	0,050
02 Baufolie PE	0,02	1000	0,2	-	-
03 Mineralfaser TS	3,00	-	-	0,035	0,857
04 EPS 035	5,00	20	1,0	0,035	1,429
05 Bauder TEC KSD (Dampfsperre)	0,15	1000	1,5	0,170	0,009
06 Normalbeton bewehrt nach DIN 104	30,00	2400	720,0	2,100	0,143
07 XPS 035	6,00	25	1,5	0,035	1,714
R_{se}					0,000
d =	51,17	G =	864,2	$R_T =$	4,37

Wärmedurchgangskoeffizient



(Ref-No 1.8)

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,229 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (ohne Korrekturen)

Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

(Ref-No 1.8.1)

Sohlplatten, unmittelbar an das Erdreich grenzend bis zu einer Raumtiefe von 5 m (DIN 4108-2:2013. Mindestanforderungen nach Tab.3.

$R_{4,20} \geq 0,90 \text{ m}^2\text{K/W}$ erfüllt die Anforderungen

U-Referenzwert für Nichtwohngebäude (EnEV '14)

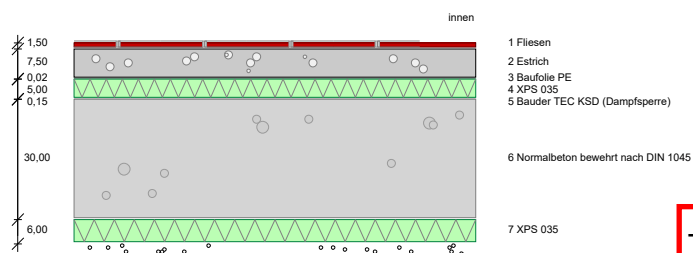
(Ref-No 1.8.2)

Anforderung: Referenzwert für Bodenplatten

$U_{0,23} \leq 0,35 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ OK



Bauteilquerschnitt



Bodenplatte-Umkleide
 $U = 0,28 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

- Bodenplatte Umkleide

Bauteil: Bodenplatte-Umkleide

(Ref-No 1.0)

Bauteiltyp "Fußboden gegen Erdreich" (9)

mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,17$ und $R_{se} = 0,00 \text{ m}^2\text{K/W}$

Querschnitt

(Ref-No 1.3)

von innen	s cm	ρ kg/m ³	kg/m ²	λ W/(mK)	R m ² K/W
R_{si}					0,170
01 Fliesen	1,50	2000	30,0	1,000	0,015
02 Estrich	7,50	2000	150,0	1,400	0,054
03 Baufolie PE	0,02	1000	0,2	-	-
04 XPS 035	5,00	25	1,3	0,035	1,429
05 Bauder TEC KSD (Dampfsperre)	0,15	1000	1,5	0,170	0,009
06 Normalbeton bewehrt nach DIN 104	30,00	2400	720,0	2,100	0,143
07 XPS 035	6,00	25	1,5	0,035	1,714
R_{se}					0,000
d =	50,17	G =	904,5	$R_T =$	3,53

Wärmedurchgangskoeffizient



(Ref-No 1.8)

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,283 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (ohne Korrekturen)

Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

(Ref-No 1.8.1)

Sohlplatten, unmittelbar an das Erdreich grenzend bis zu einer Raumtiefe von 5 m (DIN 4108-2:2013. Mindestanforderungen nach Tab.3.

$R_{3,36} \geq 0,90 \text{ m}^2\text{K/W}$ erfüllt die Anforderungen

U-Referenzwert für Nichtwohngebäude (EnEV '14)

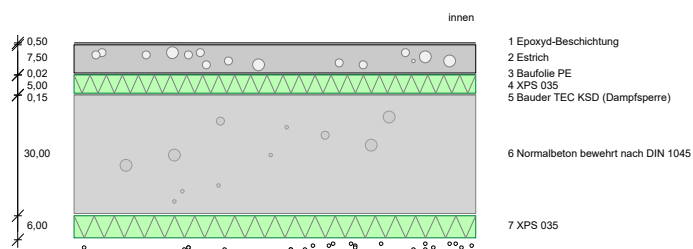
(Ref-No 1.8.2)

Anforderung: Referenzwert für Bodenplatten

$U_{0,28} \leq 0,35 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ OK



Bauteilquerschnitt



Bodenplatte-FW-Haus
 $U = 0,28 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

- Bodenplatte FW-Halle

Bauteil: Bodenplatte-FW-Haus

(Ref-No 1.0)

Bauteiltyp "Fußboden gegen Erdreich" (9)

mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,17$ und $R_{se} = 0,00 \text{ m}^2\text{K/W}$

Querschnitt

(Ref-No 1.3)

von innen	s cm	ρ kg/m ³	kg/m ²	λ W/(mK)	R m ² K/W
R_{si}					0,170
01 Epoxyd-Beschichtung	0,50	1200	6,0	0,200	0,025
02 Estrich	7,50	2000	150,0	1,400	0,054
03 Baufolie PE	0,02	1000	0,2	-	-
04 XPS 035	5,00	25	1,3	0,035	1,429
05 Bauder TEC KSD (Dampfsperre)	0,15	1000	1,5	0,170	0,009
06 Normalbeton bewehrt nach DIN 104	30,00	2400	720,0	2,100	0,143
07 XPS 035	6,00	25	1,5	0,035	1,714
R_{se}					0,000
	d = 49,17	G = 880,5		$R_T = 3,54$	

Wärmedurchgangskoeffizient



(Ref-No 1.8)

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,282 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (ohne Korrekturen)

Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

(Ref-No 1.8.1)

Sohlplatten, unmittelbar an das Erdreich grenzend bis zu einer Raumtiefe von 5 m (DIN 4108-2:2013. Mindestanforderungen nach Tab.3.

$R_{3,37} \geq 0,90 \text{ m}^2\text{K/W}$ erfüllt die Anforderungen

U-Referenzwert für Nichtwohngebäude (EnEV '14)

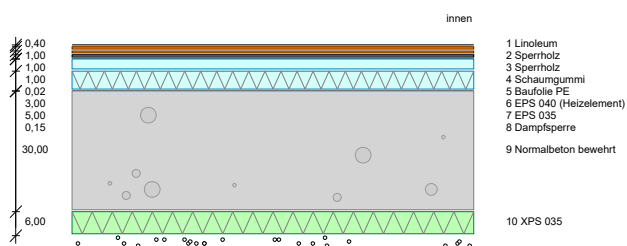
(Ref-No 1.8.2)

Anforderung: Referenzwert für Bodenplatten

$U_{0,28} \leq 0,35 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ OK



Bauteilquerschnitt



Bodenplatte-Turnhalle
 $U = 0,22 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

- Bodenplatte Turnhalle

Bauteil: Bodenplatte-Turnhalle

(Ref-No 1.0)

Bauteiltyp "Fußboden gegen Erdreich" (9)

mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,17$ und $R_{se} = 0,00 \text{ m}^2\text{K/W}$

Querschnitt

(Ref-No 1.3)

von innen	s cm	ρ kg/m ³	kg/m ²	λ W/(mK)	R m ² K/W
R_{si}					0,170
01 Linoleum	0,40	1200	4,8	0,170	0,024
02 Sperrholz	1,00	800	8,0	0,150	0,067
03 Sperrholz	1,00	800	8,0	0,150	0,067
04 Schaumgummi	1,00	70	0,7	0,060	0,167
05 Baufolie PE	0,02	1000	0,2	-	-
06 EPS 040 (Heizelement)	3,00	20	0,6	0,040	0,750
07 EPS 035	5,00	20	1,0	0,035	1,429
08 Dampfsperre	0,15	1000	1,5	0,170	0,009
09 Normalbeton bewehrt	30,00	2400	720,0	2,100	0,143
10 XPS 035	6,00	25	1,5	0,035	1,714
R_{se}					0,000
d =	47,57	G =	746,3	$R_T =$	4,54



Wärmedurchgangskoeffizient

(Ref-No 1.8)

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,220 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (ohne Korrekturen)

Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

(Ref-No 1.8.1)

Sohlplatten, unmittelbar an das Erdreich grenzend bis zu einer Raumtiefe von 5 m (DIN 4108-2:2013. Mindestanforderungen nach Tab.3.

$R \quad 4,37 \geq 0,90 \quad \text{m}^2\text{K/W}$ erfüllt die Anforderungen

U-Referenzwert für Nichtwohngebäude (EnEV '14)

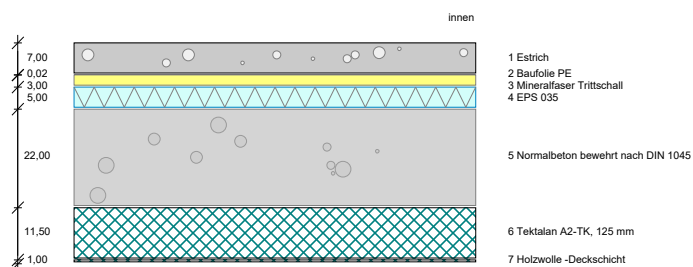
(Ref-No 1.8.2)

Anforderung: Referenzwert für Bodenplatten

$U \quad 0,22 \leq 0,35 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ OK



Bauteilquerschnitt



Decke-gege-TG-Dä-unten
 $U = 0,18 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

- Decke ü. TG

- Decken ü. Eingangs-Nischen EG + UG

Bauteil: Decke-gege-TG-Dä-unten

(Ref-No 1.0)

Bauteiltyp "Decke nach unten gegen die Außenluft" (10)

mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,17$ und $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$

Querschnitt

(Ref-No 1.3)

von innen	s cm	ρ kg/m ³	kg/m ²	λ W/(mK)	R m ² K/W
R_{si}					0,170
01 Estrich	7,00	2000	140,0	1,400	0,050
02 Baufolie PE	0,02	1000	0,2	-	-
03 Mineralfaser Trittschall	3,00	-	-	0,035	0,857
04 EPS 035	5,00	20	1,0	0,035	1,429
05 Normalbeton bewehrt nach DIN 104	22,00	2400	528,0	2,100	0,105
06 Tektalan A2-TK, 125 mm	11,50	115	13,2	0,040	2,875
07 Holzwolle -Deckschicht	1,00	360	3,6	0,090	0,111
R_{se}					0,040
d =	49,52	G =	686,0	$R_T =$	5,64

Wärmedurchgangskoeffizient



(Ref-No 1.8)

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,177 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (ohne Korrekturen)

Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

(Ref-No 1.8.1)

Decken gegen Außenluft, Garagen (auch beheizte), Durchfahrten und belüftete Kriechkeller (DIN 4108-2:2013. Mindestanforderungen nach Tab.3.

$R \quad 5,43 \geq 1,75 \text{ m}^2\text{K/W}$ erfüllt die Anforderungen

U-Referenzwert für Nichtwohngebäude (EnEV '14)

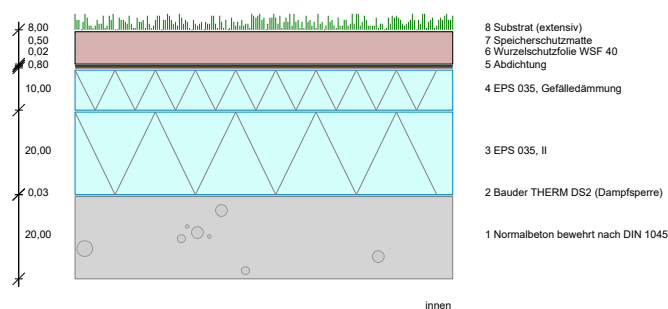
(Ref-No 1.8.2)

Anforderung: Referenzwert für Geschossdecken gegen Außenluft

$U \quad 0,18 \leq 0,28 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ OK



Bauteilquerschnitt



- Dachdecke Achse K-L/8-11

- Dachdecke Turnhalle

Dachdecke-20cmGrundDä
U = 0,12 W/(m²K)

Bauteil: Dachdecke-20cmGrundDä (Ref-No 1.0)

Bauteiltyp "Dachdecke" (1)

mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,10$ und $R_{se} = 0,04$ m²K/W

Querschnitt (Ref-No 1.3)

von innen	s cm	ρ kg/m³	kg/m²	λ W/(mK)	R m²K/W
R_{si}					0,100
01 Normalbeton bewehrt nach DIN 104	20,00	2400	480,0	2,100	0,095
02 Bauder THERM DS2 (Dampfsperre)	0,03	1150	4,6	0,170	0,002
03 EPS 035, II	20,00	30	6,0	0,035	5,714
04 EPS 035, Gefälledämmung	10,00	30	3,0	-	-
05 Abdichtung	0,80	2200	17,6	0,170	0,047
06 Wurzelschutzfolie WSF 40	0,02	-	0,4	-	-
07 Speicherschutzmatte	0,50	-	0,5	-	-
08 Substrat (extensiv)	8,00	1000	80,0	-	-
R_{se}					0,040
d =	59,35	G =	592,1	$R_T =$	6,00

U = 0,167 W/(m²K)



Bauteil mit keilförmiger Schicht (EN ISO 6946:2008, Anhang C)

(Ref-No 1.4)

keilförmige Schicht: 4 EPS 035, Gefälledämmung $\lambda = 0,035 \text{ W/(mK)}$

Rechteckige Dachfläche $11,66 * 8,70 \text{ m}$, $A = 101,4 \text{ m}^2$

innenliegender Dachablauf bei $x = 7,3$ und $y = 1,2 \text{ m}$, Kehlen unter 45° ,

Gefälledämmung mit $2,0 \%$ Gefälle, $d_{k,\min} = 0 \text{ m}$ (Ablauf), größte Dicke $d_{k,\max} = 0,150 \text{ m}$

mittlere Dämmstoffdicke der Gefälledämmung $d_{k,m} = 8,90 \text{ cm}$

$R_{T,\text{Keil},m} = 2,54 \text{ m}^2\text{K/W}$, $U = 1 / (1 / U + R_{T,\text{Keil},m}) = 0,117 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Dämmstoffvolumen (nur Gefälledämmung) = $9,0 \text{ m}^3$

mittlerer U-Wert mit keilförmiger Dämmschicht = $0,117 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Wärmedurchgangskoeffizient

(Ref-No 1.8)

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,117 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (ohne Korrekturen)

Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

(Ref-No 1.8.1)

Decken beheizter Räume nach oben gegen Außenluft (DIN 4108-2:2013). Mindestanforderungen nach Tab.3.

$R \quad 5,86 \geq 1,20 \text{ m}^2\text{K/W}$ erfüllt die Anforderungen

U-Referenzwert für Nichtwohngebäude (EnEV '14)

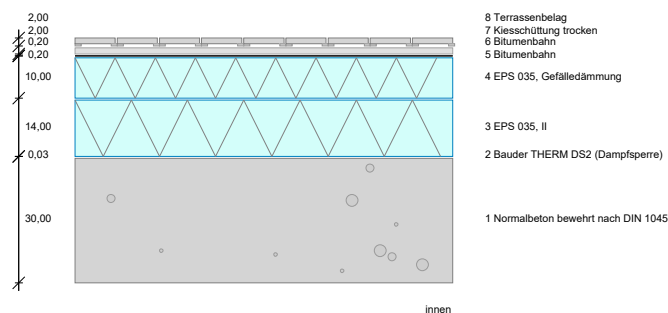
(Ref-No 1.8.2)

Anforderung: Referenzwert für Dächer und oberste Geschossdecken

$U \quad 0,12 \leq 0,20 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ OK



Bauteilquerschnitt



- Terrasse Ost

- Terrasse West

Dachdecke-14cmGrundDä_GefälleDä
 $U = 0,17 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Bauteil: Dachdecke-14cmGrundDä-GefälleDä (Ref-No 1.0)

Bauteiltyp "Dachdecke" (1)

mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,10$ und $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$

Querschnitt (Ref-No 1.3)

von innen	s cm	ρ kg/m ³	kg/m ²	λ W/(mK)	R m ² K/W
R_{si}					0,100
01 Normalbeton bewehrt nach DIN 104	30,00	2400	720,0	2,100	0,143
02 Bauder THERM DS2 (Dampfsperre)	0,03	1150	4,6	0,170	0,002
03 EPS 035, II	14,00	30	4,2	0,035	4,000
04 EPS 035, Gefälledämmung	10,00	30	3,0	-	-
05 Bitumenbahn	0,20	1100	2,2	0,230	0,009
06 Bitumenbahn	0,20	1100	2,2	0,230	0,009
07 Kiesschüttung trocken	2,00	1800	36,0	-	-
08 Terrassenbelag	2,00	1550	31,0	-	-
R_{se}					0,040
d =	58,43	G =	803,2	$R_T =$	4,30

$U = 0,232 \text{ W/(m}^2\text{K)}$



Bauteil mit keilförmiger Schicht (EN ISO 6946:2008, Anhang C)

(Ref-No 1.4)

keilförmige Schicht: 4 EPS 035, Gefälledämmung $\lambda = 0,035 \text{ W/(mK)}$

rechteckige Dachfläche $6,40 * 10,00 \text{ m}$, $A = 64,0 \text{ m}^2$

Außenentwässerung einseitig

Gefälledämmung mit 2,0 % Gefälle, größte Dicke $d_k = 0,128 \text{ m}$

$64,0 \text{ m}^2$ rechteckige Keilfläche mit $U = 0,168 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Dämmstoffvolumen (nur Gefälledämmung) = $4,1 \text{ m}^3$

mittlerer U-Wert mit keilförmiger Dämmschicht = $0,168 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

$U_{\text{Rechteck-Keil}} = 1/R_1 * \ln(1 + R_1 / R_0)$ mit $R_1 = d_k / \lambda$ und $R_0 = R_T$ (C.1)

$U_{\text{Dreieck-Keil, Spitze hoch}} = 2/R_1 * [(1 + R_0 / R_1) * \ln(1 + R_1 / R_0) - 1]$ (C.2)

$U_{\text{Dreieck-Keil, Spitze tief}} = 2/R_1 * [1 - R_0 / R_1 * \ln(1 + R_1 / R_0)]$ (C.3)

Wärmedurchgangskoeffizient

(Ref-No 1.8)

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,168 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (ohne Korrekturen)

Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

(Ref-No 1.8.1)

Decken beheizter Räume nach oben gegen Außenluft (DIN 4108-2:2013). Mindestanforderungen nach Tab.3.

$R \quad 4,16 \geq 1,20 \text{ m}^2\text{K/W}$ erfüllt die Anforderungen

U-Referenzwert für Nichtwohngebäude (EnEV '14)

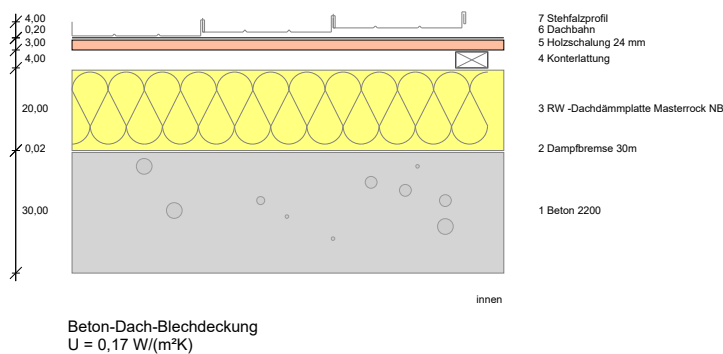
(Ref-No 1.8.2)

Anforderung: Referenzwert für Dächer und oberste Geschossdecken

$U \quad 0,17 \leq 0,20 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ OK



Bauteilquerschnitt



- Schrägdächer

Bauteil: Beton-Dach-Blechdeckung

(Ref-No 1.0)

Bauteiltyp "Decke gegen die Außenluft" (1)

mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,10$ und $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$

Querschnitt

(Ref-No 1.3)

von innen	s cm	ρ kg/m³	kg/m²	λ W/(mK)	R m²K/W
R_{si}					0,100
01 Beton 2200	30,00	2200	660,0	1,650	0,182
02 Dampfbremse 30m	0,02	-	-	-	-
03 RW -Dachdämmplatte Masterrock NB	20,00	160	32,0	0,036	5,556
04 Konterlattung	4,00	-	-	-	-
05 Holzschalung 24 mm	3,00	600	18,0	-	-
06 Dachbahn	0,20	1500	3,0	-	-
07 Stehfalzprofil	4,00	-	-	-	-
R_{se}					0,040
d =	61,22	G =	713,0	$R_T =$	5,88



Wärmedurchgangskoeffizient

(Ref-No 1.8)

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,170 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (ohne Korrekturen)

Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

(Ref-No 1.8.1)

Wärmegeädämmte Dachschrägen (DIN 4108-2:2013). Mindestanforderungen nach Tab.3.

$R \quad 5,74 \geq 1,20 \text{ m}^2\text{K/W}$ erfüllt die Anforderungen

U-Referenzwert für Wohngebäude (EnEV '14)

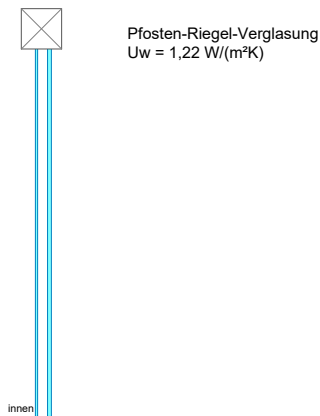
(Ref-No 1.8.2)

Anforderung: Referenzwert für Dächer und oberste Geschossdecken

$U \quad 0,17 \leq 0,20 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ OK



Bauteilquerschnitt



Bauteil: Pfosten-Riegel-Verglasung

(Ref-No 1.0)

Bauteiltyp "Fenster" (20)

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

Fenster

(Ref-No 1.5.1)

Isolierverglasung 4-12-4, Kryptonfüllung, beschichtet, $\varepsilon \leq 0,05$, U_g 1.1, $t_{D65} = 0,78$
 Alu-Fassade THERM+ 50 A-I mit ISOBLOC P, U_f Pfosten 1,0 U_f Riegel 1,2

Fenster DIN V 4108-4:2004 Tab.8 VORNORM

(Ref-No 1.5.3)

Tabellenwert $U_w = 1,20 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ $U_{w,BW} = 1,20 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ $g = 60 \%$

U-Wert des Fensters mit Zweischeiben-Isolierverglasung nach Tab.8, DIN V 4108-4:2004
 mit $U_f = 1,00 \text{ W/(m}^2\text{K)}$, $U_{f,BW} = 1,00 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (Tab.9) und $U_g = 1,10 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Indizes: $U_w = U_{\text{Fenster}}$ $U_f = U_{\text{Rahmen}}$ $U_g = U_{\text{Verglasung}}$ BW = Bemessungswert

Einzelnachweis für die Verglasung $U_{g,BW} = U_g = 1,10 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Bemessungswert der Verglasung im Fall von Ersatz und Erneuerung, DIN V 4108-4:2004, 5.3



Wärmedurchgangskoeffizient nach EN ISO 10077-1
(Ref-No 1.5.5)

Einfachfenster U_g 1,1 U_f 1,00 Ψ_g 0,060 (12,3 m) $U_W = 1,22$ (1,2) W/(m²K)

$A_{\text{glas}} = 4,38 \text{ m}^2$ (84%), $A_{\text{frame}} = 0,87 \text{ m}^2$, $A_W = 5,25 \text{ m}^2$

Abmessungen b x h = 2,50 * 2,10m, Rahmenbreite 80 mm, Pfosten 80 mm

Glas-Rahmen Verbindungsbereich $\Psi_g = 0,06$ Holz- oder Kunststoffrahmen, Scheiben beschichtet

$U_W = (4,38 * 1,10 + 0,87 * 1,00 + 12,28 * 0,060) / (4,38 + 0,87) = 1,22 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

$U_W = 1,22 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ wird für die weiteren Berechnungen angenommen

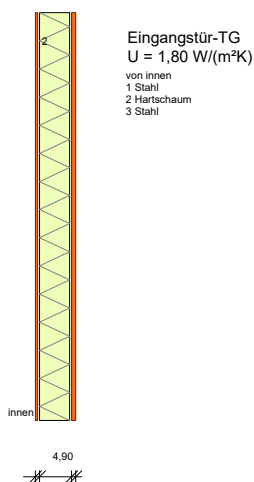
U-Referenzwert für Nichtwohngebäude (EnEV '14)
(Ref-No 1.8.2)

Anforderung: Referenzwert für Fenster und Fenstertüren

U $1,22 \leq 1,30 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ OK



Bauteilquerschnitt



- Eingangstüren TG-KG

Bauteil: Eingangstür-TG

(Ref-No 1.0)

doppelwandige Stahltür, 3-seitig gefälzt mit Dickfalz

Aussteifung: Flachstahl

Dämmung: Hartschaum

Blechdicke: 1,0 oder 1,5 mm

Türblattdicke: 52 mm

Bauteiltyp "Außentür" (3)

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

Wärmedurchgangskoeffizient

(Ref-No 1.8)

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 1,800 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (manuell festgelegt)

U-Referenzwert für Nichtwohngebäude (GEG '20)

(Ref-No 1.8.2)

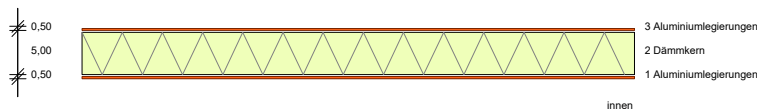
Anforderung: Referenzwert für Außentüren

$U \quad 1,80 \leq 1,80 \text{ W/(m}^2\text{K)} \quad \text{OK}$



Bauteilquerschnitt

- Hallen-Tore FW-Halle



FW-Tore-03
 $U = 1,80 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Bauteil: FW-Tore-03 (Ref-No 1.0)

Bauteiltyp "Außenwand" (3)

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

Querschnitt (Ref-No 1.3)

von innen	s cm	ρ kg/m ³	kg/m ²	λ W/(mK)	R m ² K/W
R_{si}					0,130
01 Aluminiumlegierungen	0,50	2800	14,0	160,000	0,000
02 Dämmkern	5,00	30	1,5	0,130	0,385



03 Aluminiumlegierungen	0,50	2800	14,0	160,000	0,000
R _{se}					0,040
	d = 6,00	G =	29,5	R _T =	0,55

Wärmedurchgangskoeffizient

(Ref-No 1.8)

Wärmedurchgangskoeffizient U = **1,803 W/(m²K)** (ohne Korrekturen)**U-Referenzwert für Nichtwohngebäude (GEG '20, Ti < 19°C)**

(Ref-No 1.8.2)

Anforderung: Referenzwert für Außentüren

U 1,80 ≤ 2,90 W/(m²K) **OK**

Dämmwert nach Hersteller - mit 3-fach-Verglasung