

Bauphysikalische Bearbeitung zum Wärmeschutz

Projekt: P1220
GSE Schwimmhalle Eitorf
Am Eichelkamp 14
53783 Eitorf

Bauherr: Gemeinde Eitorf
Markt 1
53783 Eitorf

Architekten: Pannhausen Architektur
Oskar-Jäger-Straße 137
50825 Köln

Datum: 24.05.2013

Inhalt

1	Situation und Aufgabenstellung	3
2	Wärme- und Feuchteschutz	5
2.1	Grundlagen	5
2.2	Wind- und Luftdichtigkeit	6
2.3	Wärmebrücken	6
2.4	Bauwerksabdichtung	6
2.5	Schlagregenschutz	7
2.6	Dachabdichtung	7
2.7	Schutz gegen Oberflächenwasser	7
3	Bauteilkatalog	8
3.1	Bodenplatte auf Erdreich EG	8
3.2	Kellerdecke EG	9
3.3	Außenwand mit Wärmedämmverbundsystem (Neubauteil)	10
3.4	Außenwand mit Wetterschutz (Altbau Sportbad)	12
3.5	Fenster	13
3.6	Fenster (Altbau Sportbad - Glasaustausch)	14
3.7	Lichtkuppeln	15
3.8	Flachdach (Neubauteil)	16
3.9	Flachdach (Altbau Sportbad)	18
3.10	Außentür	19

1 Situation und Aufgabenstellung

Für das Hermann-Weber-Bad, Am Eichelkamp 14 in 53783 Eitorf, ist im Rahmen eines Gutachtens die Sanierung des Sportbades und der zugehörigen Umkleiden geplant. Zum derzeitigen Planungsstand sind wärmetechnische Modernisierungen an den Außenwänden, Fenstern und dem Flachdach des Sportbades sowie der Abriss und Neubau des Umkleidetraktes der Schwimmhalle geplant. Im Neubauteil wird neben Umkleiden, Duschen und Sanitärbereichen für das Schwimmbad im Untergeschoss der Technikbereich erweitert und im Obergeschoss die neue Sauna eingerichtet. Die Außenbauteile der Sporthalle und deren Nebenräume werden wärmetechnisch nicht verändert.

Die vorhandene Sauna befindet sich z.Zt. im OG des Anbaus zwischen Sporthalle und Spaßbad, errichtet ca. 2009 auf dem Bistro im EG. Der Anbau ist nach oben gegen die Außenluft mit einem Kaldachraum abgeschlossen, in dem es wegen offensichtlich zu hoher konvektiver Feuchteinträge von der Sauna und nicht ausreichender Belüftung des Dachraumes zu Feuchteschäden an der Holzverschalung des Daches und des Putzes in Raumecken des Innenbereiches gekommen ist (s. Abb. 1 + 2). Aus bauphysikalischer Sicht ist deshalb die Verlegung ins OG des geplanten Neubaus mit entsprechender Anlagentechnik für die Sauna sinnvoll.



Abb. 1 + 2: Tauwasserschäden auf der Schalung im Kaldachraum sowie am Innenputz in der Raumecke

Die Neuerrichtung des Umkleidetraktes ist in Verbindung mit den Korrosionsschäden an der Decke über dem Untergeschoss dieses Bereiches und der mangelnden Funktionalität begründet, was von anderen Fachbereichen in diesem Gutachten ausführlich erläutert wird. Dies gilt auch für die statisch erforderliche Erneuerung der Dachkonstruktion des Sportbades.

Wärmetechnisch und aus wirtschaftlicher Sicht empfiehlt sich für die Bauteile der wärmeübertragenden Umfassungsfläche dieser zu erneuernden Bereiche, besonders unter dem Gesichtspunkt der hohen erforderlichen Innentemperatur in einem Schwimmbad und der damit verbundenen langen Heizzeiten, die Ausführung in Anlehnung an die U-Werte für Passivhäuser, da dieser energetische Standard einen zukünftigen Stand der Technik abbildet.

Aus diesem Grund empfehlen wir auch, den Austausch der Verglasung des Sportbades aus dem Jahr 2000. Rechnerisch kann der U-Wert der Pfosten-Riegel-Fassade durch eine neue Dreischeibenisolierverglasung mit einem Wert des Glases $U_g = 0,64 \text{ W/m}^2\text{K}$ von ca. 1,5 auf ca. 1,0 $\text{W/m}^2\text{K}$ verbessert werden, was sich für ein Schwimmbad und die damit erzielbaren Einsparung beim Nutzenergiebedarf wirtschaftlich darstellen lässt.

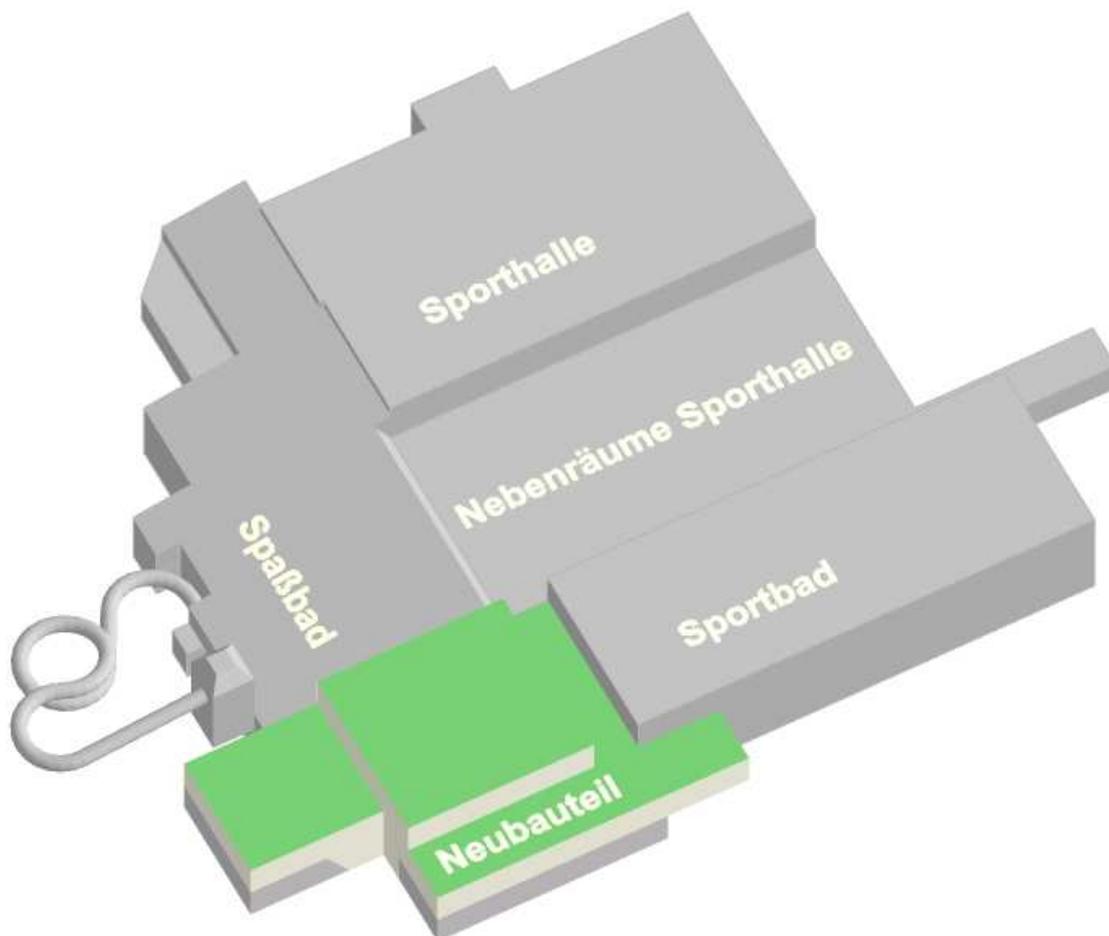


Abb. 3: Modell Altbau mit geplantem Neubauteil

Die in Abb. 3 dargestellten Gebäudeteile des Neubaus werden im EG und OG im Sinne der EnEV 2009 mit $\geq 19^\circ\text{C}$ normal beheizt, das Untergeschoss mit der Technikerweiterung ist unbeheizt. Der Neubau wird in Massivbauweise aus Stahlbeton und Mauerwerk errichtet.

Der wärmetechnischen Bearbeitung liegen nachfolgende Anforderungen und Empfehlungen zugrunde:

- Anforderungen an den Feuchtigkeitsschutz (Tauwasser- und Schlagregenschutz) nach DIN 4108 Teil 3 und mindestens an die Abdichtung gegen Bodenfeuchtigkeit nach DIN 18336 und DIN 18195
- Anforderungen an den Wärmeschutz nach der Energieeinsparverordnung (EnEV) 2009 in Verbindung mit der DIN V 18599 Teile 1 bis 10 `Energetische Bewertung von Gebäuden´
- Anforderungen nach dem Passivhaus Projektierungs-Paket Version 7 2012 für die Projektierung der Gebäudeteile als Passivhäuser

Die bauphysikalisch relevanten Bauteilaufbauten sind dem derzeitigen Bauteilkatalog unter Ziff. 3 zu entnehmen. Die angegebenen Materialstärken ergeben sich aus bauphysikalischen Anforderungen und Empfehlungen und sind im Zusammenhang mit anderen Fachplanungen (Statik, Haustechnik, Brandschutz, Bodengutachten etc.) zu prüfen und können nach entsprechender Abstimmung geändert werden können. Alternativausführungen sind möglich, wenn sichergestellt ist, dass diese wärme- und feuchteschutztechnisch gleichwertig sind.

2 Wärme- und Feuchteschutz

2.1 Grundlagen

Zur Begrenzung von Wärmeverlusten und zum Schutz vor Tauwasserschäden werden wärmetechnische Maßnahmen in Form von Nachweisen zum baulichen Wärmeschutz vorgegeben. Diesbezügliche Anforderungen oder Empfehlungen sind den oben aufgeführten Normen und Verordnungen entnommen. Zum derzeitigen Planungsstand orientieren sich die U-Werte der zu ändern geplanten Bauteile des Sportbades und des Neubauteils an den Empfehlungen für Außenbauteile von Passivhäusern. Wenn im weiteren Planungsablauf die Fensterflächenanteile der Fassaden und die TGA konkretisiert werden, erfolgt für den Neubauteil eine Berechnung nach EnEV 09 in Verbindung mit DIN V 18599. Durch die angestrebten niedrigen U-Werte kann jedoch bereits zum derzeitigen Planungsstand gewährleistet werden, dass die Anforderungen der EnEV 09 eingehalten werden. Für die Bauteile Außenwand, Fenster und Flachdach des Sportbades werden die maximalen Wärmedurchgangskoeffizienten nach EnEV 09 Anlage 3 Tabelle 1 eingehalten.

2.2 Wind- und Luftdichtigkeit

Gemäß Energieeinsparverordnung Anlage 4 in Verbindung DIN 4108 Teil 7 und dem Passivhaus Projektierungs-Paket werden Anforderungen an die Luftdichtigkeit der wärmeübertragenden Umfassungsfläche des Gebäudes gestellt. Dies betrifft insbesondere außenliegende Fenster, Fenster- und Außentüren sowie alle sonstigen Fugen, die gemäß den Ausführungshinweisen der DIN 4108 Teil 7 herzustellen sind. Zur Vermeidung von Energieverlusten ist eine luftdichte Ausführung erforderlich. Dabei ist sicherzustellen, dass Anschlüsse zwischen Bauteilen oder Durchdringungen, insbesondere beim Einbau von Fenstern und Türen, vollständig und dauerhaft luftdicht erfolgt. Der Einbau von Fenstern mittels PUR-Schaum stellt keine ausreichende Luftdichtigkeit sicher.

2.3 Wärmebrücken

Zu einem guten Wärmeschutz gehören neben den hochgedämmten Außenbauteilen in der Fläche, die minimierten Wärmebrückenverluste der Bauteilanschlüsse. Im Bereich dieser Anschlüsse besteht die Gefahr niedriger, raumseitiger Bauteiloberflächentemperaturen während der Heizperiode, was neben zusätzlichem Heizenergieverbrauch zu Tauwasser- und Schimmelpilzschäden führen kann. Die Gefahr einer Schimmelpilzbildung besteht bereits bei relativen Luftfeuchten von ca. 80 % an Bauteiloberflächen, wenn sich noch kein sichtbares Tauwasser auf Bauteilen bildet. Beim vorliegenden Bauvorhaben werden die Bauteilanschlüsse nach den Vorgaben des „wärmebrückenfreien Konstruierens“ im Sinne des Passivhaus Projektierungs-Pakets so optimiert, dass diese Problematik i.d.R. nicht besteht. Die Abstimmung zur wärmetechnisch optimierten Ausführung von Bauteilanschlüssen erfolgt in der weiteren Planung im Rahmen der bauphysikalischen Beratung zu Ausführungsplanung, in der Architektendetails geprüft werden.

2.4 Bauwerksabdichtung

Bei der Planung und Ausführung sind die technischen Regeln zur Bauwerksabdichtung zu berücksichtigen (u.a. DIN 18195 `Bauwerksabdichtungen`, DIN 1045 für Abdichtungsmaßnahmen mit WU-Beton / "Weiße Wanne" in Verbindung mit der WU-Richtlinie des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton von 2003). Eine Bewertung von WU-Beton oder von "weißen Wannen" hinsichtlich ihrer ausreichenden Abdichtungsfunktion ist in ihrer Funktionsfähigkeit durch den Planer bzw. Ausführenden zu gewährleisten. Die notwendigen Maßnahmen zur Bauwerksabdichtung sind in Abhängigkeit von den örtlichen Bodenverhältnissen gemäß DIN 4095 `Dränung zum Schutz baulicher Anlagen` und DIN 18195 `Bauwerksabdichtungen` vor-

zusehen. Gegebenenfalls sind ein Bodengutachter und ein Fachplaner für Bauwerksabdichtungen zu Rate zu ziehen.

2.5 Schlagregenschutz

Die Außenwandoberflächen müssen ausreichend schlagregengeschützt im Sinne der DIN 4108 Teil 3 sein. Die entsprechende Beanspruchungsgruppe sollte von den ausführenden Firmen bestätigt werden. Fensteranschlüsse sind diffusionsoffen und schlagregendicht z.B. mit vorkomprimierten Fugenbändern auszuführen.

2.6 Dachabdichtung

Grundsätzlich sind bei der Auslegung von Dachabdichtungen die Flachdachrichtlinie, die DIN 18195 und DIN 18531 sowie der Teil C der VOB zu beachten. Wird ein Dachgefälle von $\leq 2\%$ ausgeführt, sind erhöhte Anforderungen an die Abdichtung gemäß Flachdachrichtlinie zu beachten (Anwendungskategorie K 2).

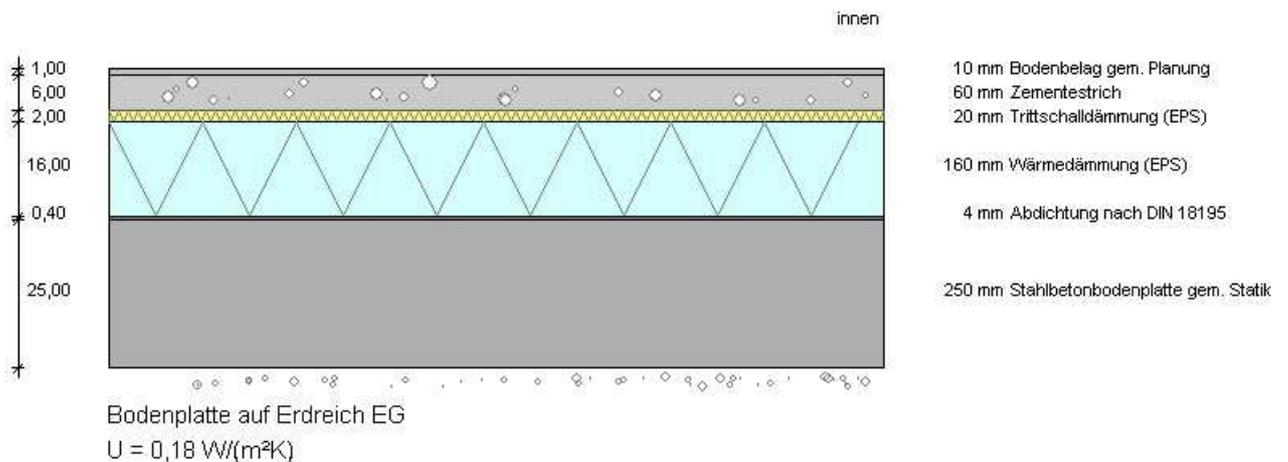
2.7 Schutz gegen Oberflächenwasser

Neben dem Schutz gegen Feuchtigkeit von außen sind Abdichtungen in Bereichen mit Oberflächenwasser innen, z.B. in den Duschen im EG und in der Sauna im OG zu beachten. Da es sich um hoch beanspruchte Nassräume handelt, ist die Ausführung einer zusätzlichen Abdichtung gegen Oberflächenwasser nach DIN 18195 Teil 5 oder gemäß dem Merkblatt `Hinweise für die Ausführung von flüssig zu verarbeitenden Verbundabdichtungen mit Bekleidungen und Belägen aus Fliesen und Platten für den Innen- und Außenbereich´ des Fachverbandes Fliesen und Naturstein erforderlich.

3 Bauteilkatalog

3.1 Bodenplatte auf Erdreich EG

Wärmeschutz



Bauteiltyp "Fußboden gegen Erdreich"
 mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,17$ und $R_{se} = 0,00$ m²K/W

Querschnitt

von innen	s cm	ρ kg/m³	kg/m²	λ W/(mK)	R m²K/W	
R_{si}					0,17	
01 Bodenbelag gem. Planung	1,00	-	1,0	-	-	
02 Zementestrich	6,00	2000	120,0	1,400	0,04	
03 Trittschalldämmung (EPS)	2,00	30	0,6	0,040	0,50	
04 Wärmedämmung (EPS)	16,00	30	4,8	0,035	4,57	
05 Abdichtung nach DIN 18195	0,40	1200	4,8	0,170	0,02	
06 Stahlbetonbodenplatte gem. Stati	25,00	2400	600,0	2,500	0,10	
R_{se}					0,00	
d = 50,40					G = 731,2	$R_T = 5,41$

Wärmedurchgangskoeffizient U = **0,18 W/(m²K)** (ohne Korrekturen)

Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

Bodenplatte auf Erdreich. Mindestanforderungen nach Tabelle 3.

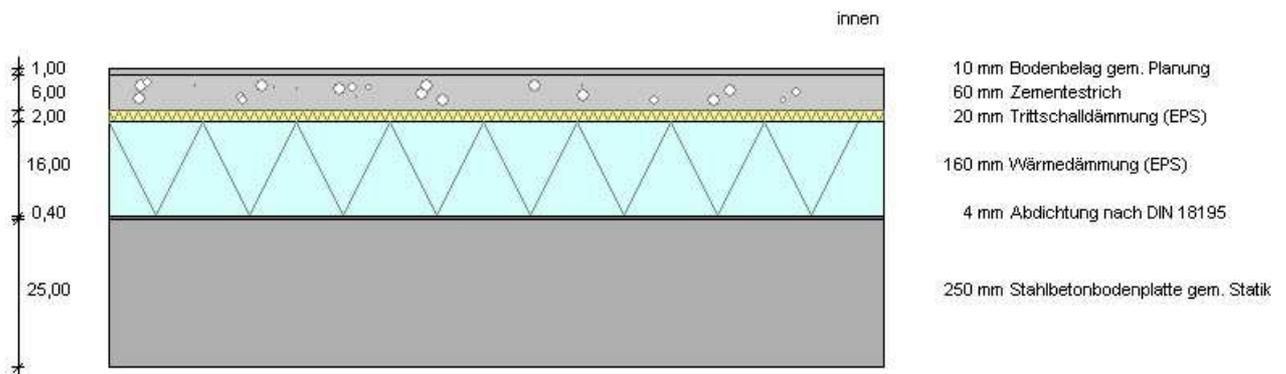
R 5,24 ≥ 0,90 m²K/W erfüllt die Anforderungen

ergänzende Hinweise zum Wärme- und Schallschutz:

- systemabhängiger schwimmender Zementestrich nach DIN 18560 Teil 2, Trennlage aus 0,2 mm PE-Folie, flächenbezogene Masse nach DIN 4109 $m' \geq 70 \text{ kg/m}^2$, mit $\geq 8 \text{ mm}$ Randdämmstreifen, ggf. höhere Estrichdicken gemäß maßgeblichen Verkehrslasten nach DIN 1055, ggf. Bewehrung
- Trittschalldämmung (Dicke unter Belastung) aus expandiertem Polystyrol (EPS, 20-2) nach DIN EN 13163, Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit $\lambda \leq 0,040 \text{ W/mK}$, Anwendungstyp DES sm nach DIN V 4108-10, dyn. Steifigkeit Stufe SD 20 ($s' \leq 20 \text{ MN/m}^3$), Dämmplatten stoßversetzt verlegt
- Wärmedämmung aus expandiertem Polystyrol (EPS) nach DIN EN 13163, Anwendungstyp DEO dg nach DIN V 4108-10, Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit $\lambda \leq 0,035 \text{ W/mK}$, Dämmplatten stoßversetzt verlegt
- das Verlegen von Elektroleitungen, Bodenkanälen und dergleichen innerhalb der Trittschalldämmebene ist aus Gründen des Schallschutzes zwingend zu vermeiden
- der Oberboden ist schallbrückenfrei an schalltechnisch entkoppelten Treppenläufe anzuschließen
- um Schallbrücken bei der Verlegung des Oberbodens zu vermeiden dürfen Randstreifen nach DIN 18560 Teil 2 erst nach Fertigstellung der Fußbodenbeläge abgeschnitten werden
- Nassräume sind mit einer zusätzlichen Feuchtigkeitssperre gegen Oberflächenwasser im Sinne der DIN 18195 zu versehen
- die nach bauphysikalischen Gesichtspunkten vorgegebenen Materialien sind auf ihre Eignung bezüglich anderer Fachgebiete zu prüfen (Brandschutz, Statik - maßgebende Verkehrslast usw.), ggf. sind geeignete alternative Materialien abzustimmen

3.2 Kellerdecke EG

Wärmeschutz



Kellerdecke EG
 $U = 0,18 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

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

Querschnitt

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

R_{si}						0,17
01 Bodenbelag gem. Planung	1,00	-	1,0	-	-	
02 Zementestrich	6,00	2000	120,0	1,400	0,04	
03 Trittschalldämmung (EPS)	2,00	30	0,6	0,040	0,50	
04 Wärmedämmung (EPS)	16,00	30	4,8	0,035	4,57	
05 Abdichtung nach DIN 18195	0,40	1200	4,8	0,170	0,02	
06 Stahlbetonbodenplatte gem. Stati	25,00	2400	600,0	2,500	0,10	
R_{se}						0,17
$d = 50,40 \quad G = 731,2 \quad R_T = 5,58$						

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,18 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (ohne Korrekturen)

Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

Bodenplatte auf Erdreich. Mindestanforderungen nach Tabelle 3.

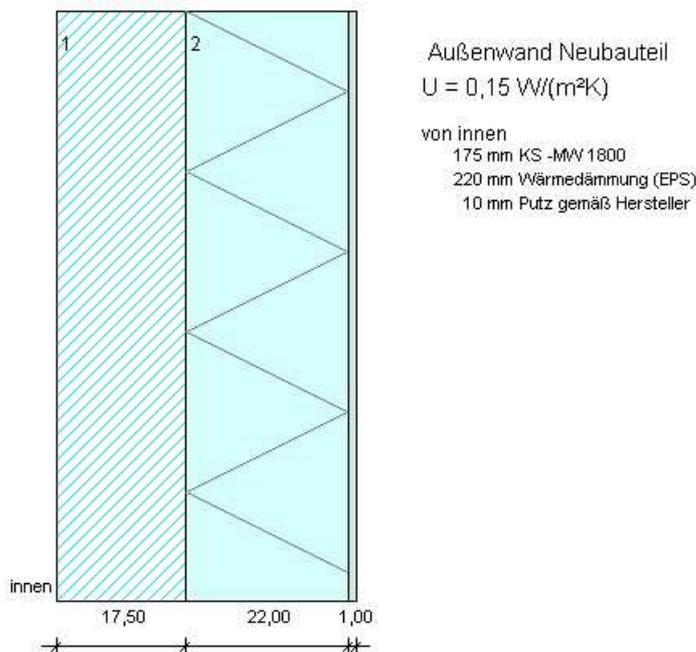
$R = 5,24 \geq 0,90 \text{ m}^2\text{K/W}$ erfüllt die Anforderungen

ergänzende Hinweise zum Wärme- und Schallschutz:

- siehe Hinweise Ziff. 3.1

3.3 Außenwand mit Wärmedämmverbundsystem (Neubauteil)

Wärmeschutz



Bauteiltyp "Außenwand"
 mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{Si} = 0,13$ und $R_{Se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$

.....
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 KS -MW 1800	17,50	1800	315,0	0,990	0,18
02 Wärmedämmung (EPS)	22,00	30	6,6	0,035	6,29
03 Putz gemäß Hersteller	1,00	1850	18,5	0,750	0,01
R_{se}					0,04
.....					
	d = 40,50	G =	340,1	$R_T =$	6,65

Wärmedurchgangskoeffizient U = **0,15 W/(m²K)** (ohne Korrekturen)

.....
Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

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

R 6,48 \geq 1,20 m²K/W erfüllt die Anforderungen

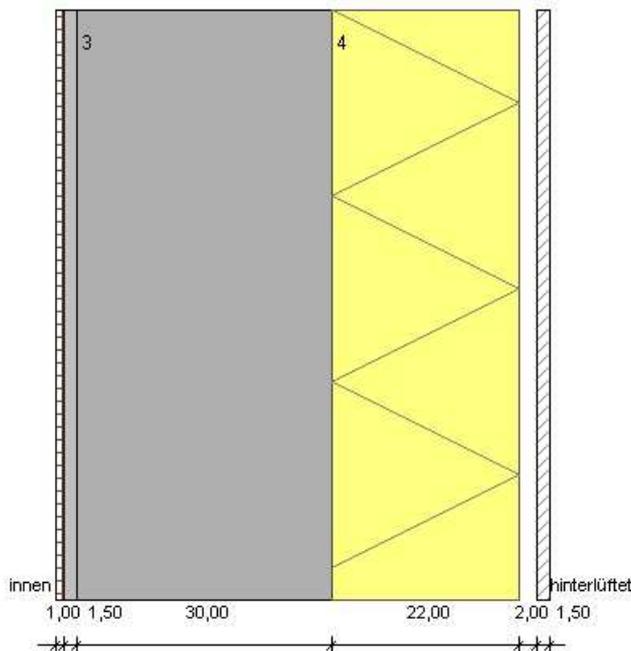
ergänzende Hinweise zum Wärmeschutz:

- Wärmedämmung aus expandiertem Polystyrol (EPS), Anwendungstyp WAP nach DIN V 4108-10, Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit $\lambda \leq 0,035$ W/mK, Dämmplatten stoßversetzt verlegt
- im Sockel- und Spritzwasserbereich ($h \geq 0,3$ m) ist außen ein gegen Feuchtigkeit unempfindliche Wärmedämmung vorzusehen, z.B. Sockelplatte des WDVS-Herstellers
- die nach bauphysikalischen Gesichtspunkten vorgegebenen Materialien sind auf ihre Eignung bezüglich anderer Fachgebiete zu prüfen (z.B. Brandschutz), ggf. sind geeignete alternative Materialien abzustimmen

3.4 Außenwand mit Wetterschutz (Altbau Sportbad)

Wärmeschutz

Bauteil: Außenwand Sportbad



Außenwand Sportbad

$U = 0,15 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

von innen

- 10 mm Fliesenbelag im Bestand
- 15 mm Innenputz im Bestand
- 300 mm Stahlbeton im Bestand
- 220 mm Wärmedämmung (MW)
- 20 mm Luftschicht belüftet
- 15 mm Wetterschutz gem. Planung

Bauteiltyp "Außenwand hinterlüftet"

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

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 Fliesenbelag im Bestand	1,00	2000	20,0	1,200	0,01
02 Innenputz im Bestand	1,50	1800	27,0	1,000	0,01
03 Stahlbeton im Bestand	30,00	2400	720,0	2,035	0,15
04 Wärmedämmung (MW)	22,00	30	6,6	0,035	6,29
05 Luftschicht belüftet	2,00	1	0,0	-	-
06 Wetterschutz gem. Planung	1,50	-	-	-	-
R_{se}					0,13
$d = 58,00$ $G = 773,6$ $R_T = 6,72$					

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,15 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (ohne Korrekturen)

Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

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

$R = 6,46 \geq 1,20 \text{ m}^2\text{K/W}$ erfüllt die Anforderungen

Änderung von Außenbauteilen an bestehenden Gebäuden / Gebäudezonen (EnEV '09)

Anforderung: Einbau einer Dämmschicht in die Außenwand

$$U \quad 0,15 \leq 0,24 \quad \text{OK}$$

Änderung von Außenbauteilen an bestehenden Gebäuden / Gebäudezonen (EnEV '09)

Anforderung: Einbau einer Dämmschicht in die Außenwand

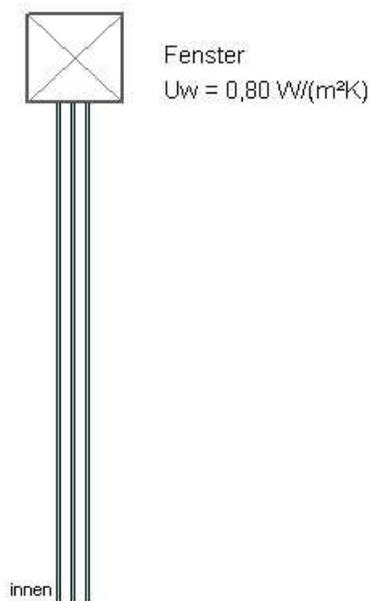
$$U \quad 0,15 \leq 0,24 \quad \text{OK}$$

ergänzende Hinweise zum Wärmeschutz:

- Wärmedämmung aus Mineralwolle (MW), Anwendungstyp WAB nach DIN V 4108-10, Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit $\lambda \leq 0,035 \text{ W/mK}$, Dämmplatten stoßversetzt verlegt
- im Sockel- und Spritzwasserbereich ($h \geq 0,3 \text{ m}$) ist außen ein gegen Feuchtigkeit unempfindliche Sockelplatte vorzusehen, z.B. kann die Perimeterdämmung entsprechend hochgezogen werden
- die nach bauphysikalischen Gesichtspunkten vorgegebenen Materialien sind auf ihre Eignung bezüglich anderer Fachgebiete zu prüfen (z.B. Brandschutz), ggf. sind geeignete alternative Materialien abzustimmen

3.5 Fenster

Wärmeschutz



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

Fenster

Dreischeibenisolierverglasung
Kunststoffrahmen

U-Wert des Fensters mit Zwei- / Dreischeibenverglasung, 30% Rahmenanteil, Tab. F.3
(verbesserter Randverbund)
mit $U_g = 0,64$ und $U_f = 0,70 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

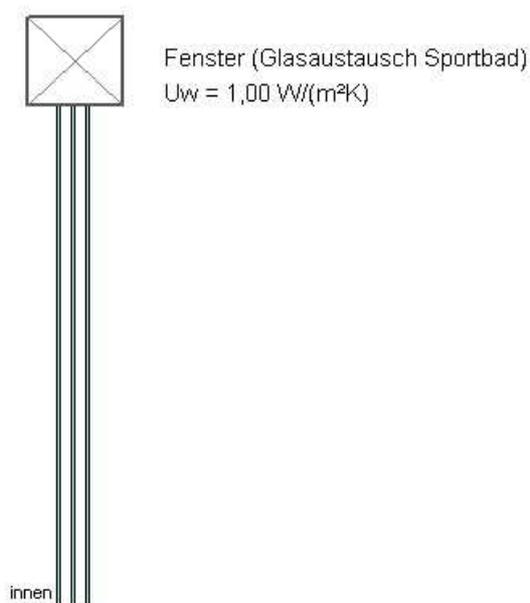
Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,80 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
(Fenster mit $A_g = 70\%$ Verglasung, Energiedurchlassgrad $g = 61\%$)

ergänzende Hinweise zum Wärmeschutz:

- die Fensterprofile sollen umlaufend mit Lippendichtungen ausgestattet sein, die weichfedernd, alterungsbeständig und leicht auswechselbar sind
- Fensteranschlüsse sind winddicht und schlagregensicher auszuführen, beim Einbau der Fenster werden die entstehenden Zwischenräume vorzugsweise mit Mineralwolle oder Moltoprenschnüren ausgefüllt, es wird ausdrücklich auf die Ausführungshinweise der DIN 4108 Teil 7 und die Einbauhinweise nach dem Passivhaus Projektierungs-Paket hingewiesen
- Klasse der Fugendurchlässigkeit nach DIN EN 12207-1:2000-06 (für Gebäude mit mehr als 2 Vollgeschossen): Klasse 3

3.6 Fenster (Altbau Sportbad - Glasaustausch)

Wärmeschutz



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

Fenster

Dreischeibenisolierverglasung
Metallrahmen

Wärmedurchgangskoeffizient nach EN ISO 10077-1

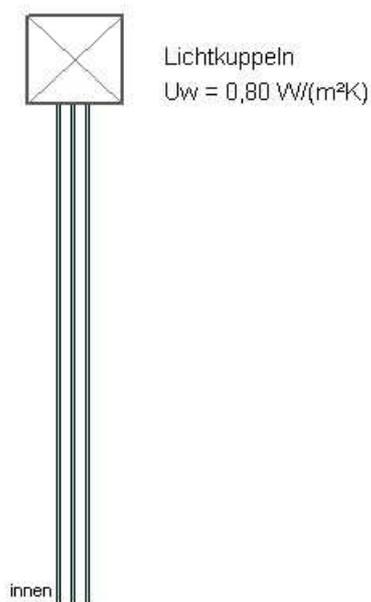
Einfachfenster, Tabellenwert $U_W = 1,04 (1,0) \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

U-Wert des Fensters mit Zwei- / Dreischeibenverglasung, 30% Rahmenanteil, Tab. F.3
(verbesserter Randverbund)
mit $U_g = 0,64$ und $U_f = 1,40 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

$U_W = 1,00 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ wird mit zwei wertgebenden Ziffern für die weiteren Berechnungen angenommen

3.7 Lichtkuppeln

Wärmeschutz



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

Fenster

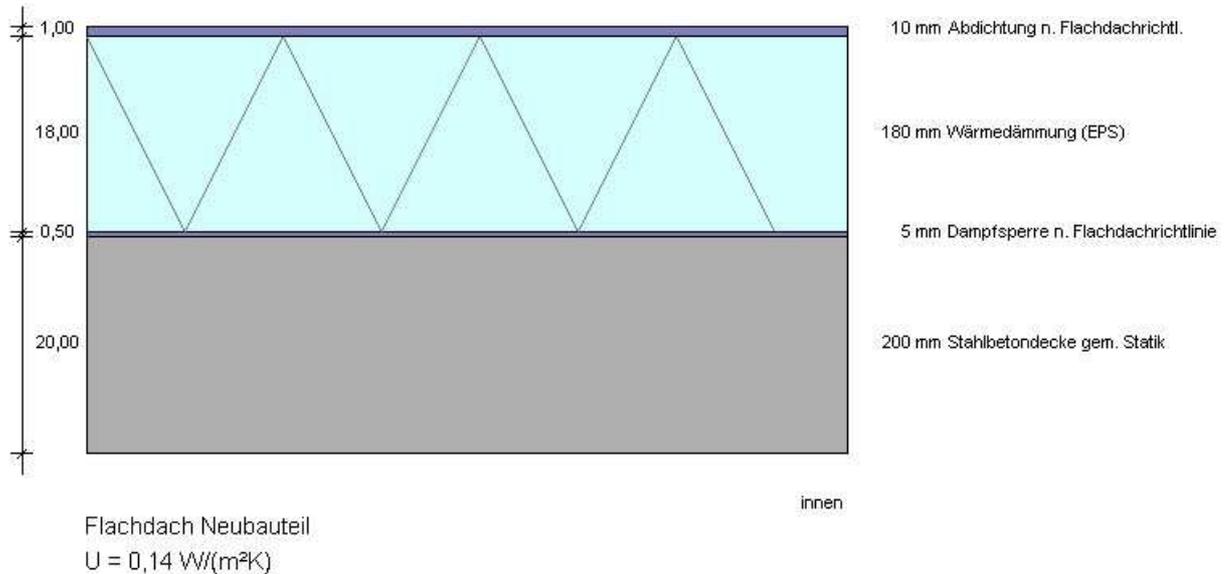
Dreischeibenisolierverglasung
Kunststoffrahmen

U-Wert des Fensters mit Zwei- / Dreischeibenverglasung, 30% Rahmenanteil, Tab. F.3
mit $U_g = 0,64$ und $U_f = 0,70 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,80 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
(Fenster mit $A_g = 70\%$ Verglasung, Energiedurchlassgrad $g = 61\%$)

3.8 Flachdach (Neubauteil)

Wärmeschutz



Bauteiltyp "Decke gegen die Außenluft"
 mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,10$ und $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$

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 Stahlbetondecke gem. Statik	20,00	2400	480,0	2,500	0,08
02 Dampfsperre n. Flachdachrichtlin	0,50	1200	6,0	0,170	0,03
03 Wärmedämmung (EPS)	18,00	30	5,4	0,035	5,14
04 Abdichtung n. Flachdachrichtl.	1,00	1200	12,0	0,170	0,06
R_{se}					0,04
$d = 39,50$ $G = 503,4$ $R_T = 5,45$					

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

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

keilförmige Schicht: 3 Wärmedämmung (EPS) $\lambda = 0,035 \text{ W/(mK)}$

rechteckige Dachfläche $14,67 * 13,57 \text{ m}$, $A = 199,0 \text{ m}^2$
 Außenentwässerung nach vier Seiten, Grate unter 30°
 Gefälledämmung mit 2,0 % Gefälle, größte Dicke $d_k = 0,147 \text{ m}$

$74,8 \text{ m}^2$ rechteckige Keilfläche mit $U = 0,136 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
 $124,3 \text{ m}^2$ dreieckige Keilfläche, Spitze hoch mit $U = 0,149 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
 Dämmstoffvolumen (nur Gefälledämmung) = $11,6 \text{ m}^3$

mittlerer U-Wert mit keilförmiger Dämmschicht = $0,14 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

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

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

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

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,14 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ (ohne Korrekturen)

Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

Dachdecke. Mindestanforderungen nach Tabelle 3.

$R \quad 5,31 \geq 1,20 \quad \text{m}^2\text{K}/\text{W}$ erfüllt die Anforderungen

ergänzende Hinweise zum Wärmeschutz:

- Gefälledämmung aus expandiertem Polystyrol (EPS), Anwendungstyp DAA nach DIN V 4108-10, Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit $\lambda \leq 0,035 \text{ W}/\text{mK}$, Dämmplatten stoßversetzt verlegt
- wird ein Dachgefälle von $\leq 2\%$ ausgeführt sind nach Flachdachrichtlinie die Anforderungen entsprechend Anwendungskategorie K 2 einzuhalten
- bei sämtlichen Ausführungen ist die Flachdachrichtlinie zu beachten
- die Gefälledämmung liegt auf der ebenen Dämmschicht in einer Dämmstärke von 18,0 cm
- in Anlehnung an Planungshinweise für das Passivhaus ist an der Attika ein 'wärmebrückenfreier Anschluss' ($\Psi \leq 0,01 \text{ W}/\text{mK}$) empfehlenswert, z.B. mit einem als passivhaus-taugliche Komponente zertifizierten Abschalelement des Herstellers LohrElement herzustellen

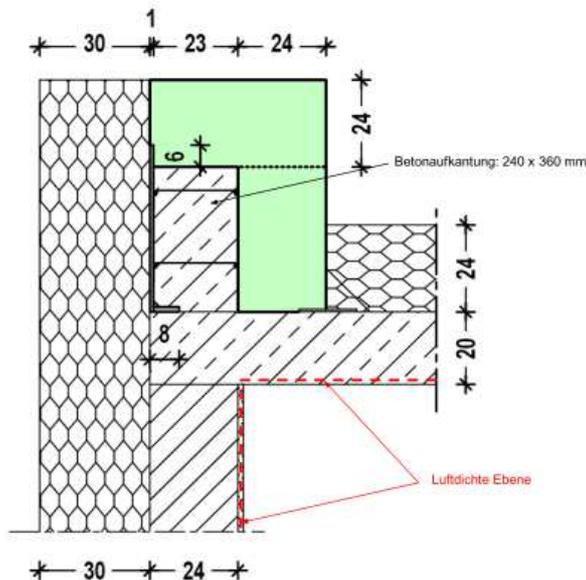
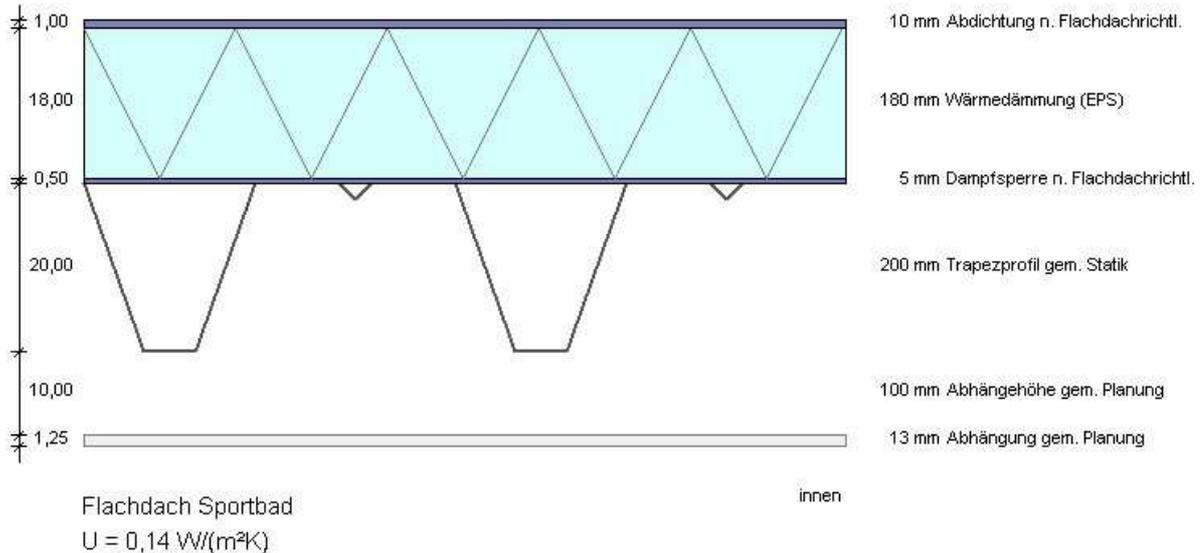


Abb. 2: LohrElement Attikaschalung

3.9 Flachdach (Altbau Sportbad)

Wärmeschutz



Bauteiltyp "Decke gegen die Außenluft"
 mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,10$ und $R_{se} = 0,04$ m²K/W

Querschnitt

von innen	s cm	ρ kg/m³	kg/m²	λ W/(mK)	R m²K/W
R_{si}					0,10
01 Abhängung gem. Planung	1,25	-	-	-	-
02 Abhängehöhe gem. Planung	10,00	1	0,1	-	-
03 Trapezprofil gem. Statik	20,00	-	-	-	-
04 Dampfsperre n. Flachdachrichtl.	0,50	1200	6,0	0,170	0,03
05 Wärmedämmung (EPS)	18,00	30	5,4	0,035	5,14
06 Abdichtung n. Flachdachrichtl.	1,00	1200	12,0	0,170	0,06
R_{se}					0,04
$d = 50,75$ $G = 23,5$ $R_T = 5,37$					

U = 0,19 W/(m²K)

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

keilförmige Schicht: 3 Trapezprofil gem. Statik $\lambda = 0,035$ W/(mK)

rechteckige Dachfläche 13,50 * 36,00 m, A = 486,0 m²
 Außenentwässerung nach vier Seiten, Grate unter 30°
 Gefälledämmung mit 2,0 % Gefälle, größte Dicke $d_k = 0,135$ m

380,8 m² rechteckige Keilfläche mit U = 0,140 W/(m²K)
 105,2 m² dreieckige Keilfläche, Spitze hoch mit U = 0,153 W/(m²K)
 Dämmstoffvolumen (nur Gefälledämmung) = 30,4 m³

mittlerer U-Wert mit keilförmiger Dämmschicht = 0,14 W/(m²K)

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

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

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

Wärmedurchgangskoeffizient U = **0,14 W/(m²K)** (ohne Korrekturen)

Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände nach DIN 4108-2

Dachdecke. Erhöhte Anforderungen für leichte Bauteile mit einer flächenbezogenen Gesamtmasse < 100 kg/m² nach 5.2.2.

R 6,85 ≥ 1,75 m²K/W erfüllt die Anforderungen

Änderung von Außenbauteilen an bestehenden Gebäuden / Gebäudezonen (EnEV '09)

Anforderung: Ersatz oder erstmaliger Einbau des Flachdachs

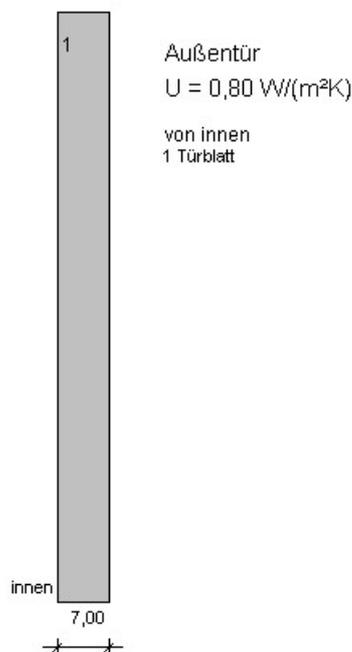
U 0,14 ≤ 0,20 OK

ergänzende Hinweise zum Wärmeschutz:

- siehe Ziff. 3.7

3.10 Außentür

Wärmeschutz



Bauteiltyp "Außentür"
mit den Wärmeübergangswiderständen $R_{si} = 0,13$ und $R_{se} = 0,04$ m²K/W

.....
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 Türblatt	7,00	-	-	0,065	1,08
R_{se}					0,04
d = 7,00 G = - $R_T = 1,25$					

Wärmedurchgangskoeffizient U = **0,80 W/(m²K)** (ohne Korrekturen)

aufgestellt, 24.05.2013

Thomas Wabbels

Thomas Wabbels