

Berechnungen zum Bauteilnachweis

nach EnEV 2014 (Anforderungen ab 2016) in Verbindung mit den Normen
DIN EN ISO 6946, DIN 4108-2, DIN 4108-3

Objekt	Musterhaus: - MFH - Variante
	Musterstraße 3 99423 Weimar
Aktenzeichen:	WG 1980 Z2015
AuftraggeberIn	Musterfirma
	Familie Muster Mustergasse 1 99425 Weimar
BeraterIn	Peter Mustermann
	Musterfirma Musterstraße 9 99423 Weimar
	nur gültig mit Unterschrift



P. Mustermann

99423 Weimar, 23.6.2016

verwendete Software: EVEBI Version 9.0 der Firma ENVISYS GmbH & Co. KG
Berechnung nach: DIN V 18599 (individuelle Randbedingungen sowie Randbedingungen nach EnEV(2016))

Inhalt

1 Bauteilnachweis	3
1.1 Übersicht der Bauteile	3
1.2 Konstruktionen mit Abgrenzung nach oben	4
1.2.1 Detail-D.1	4
1.3 Konstruktionen mit seitlicher Abgrenzung	8
1.3.1 Detail-W.1	8
1.3.2 Detail-W.2	10
1.3.3 Detail-W.3	12
1.3.4 Detail-W.4	12
1.4 Konstruktionen mit Abgrenzung nach unten	13
1.4.1 Detail-K.1	13
1.4.2 Detail-K.2	15
1.5 Fensterkonstruktionen	16
1.5.1 Detail-F.1	16
1.5.2 Detail-F.2	16
1.5.3 Detail-F.3	17
1.5.4 Detail-F.4	17
1.5.5 Detail-F.5	18
1.6 Beispiele und Hinweise zur Erfüllung des Schlagregenschutzes	19
1.6.1 Außenwände	19
1.6.2 Fugen und Anschlüsse	19
1.6.3 Fenster, Außentüren, Vorhangfassaden	19

1 Bauteilnachweis

1.1 Übersicht der Bauteile

Vorbemerkungen

Für das Gebäude Musterstraße 3, 99423 Weimar wurden die U-Werte der Bauteile gemäß DIN EN ISO 6946 ermittelt. Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die vorhandenen Bauteile. Bauteile gleicher Konstruktion und Einbausituation wurden zu Details zusammengefasst.

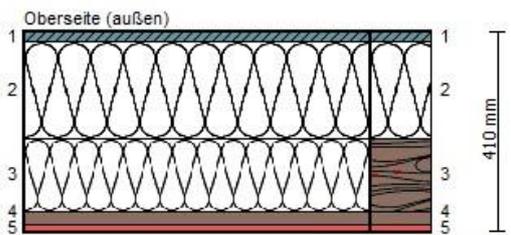
Bauteil	Detail	U-Wert [W/m²K]	Anforderung EnEV ¹⁾		Anforderung DIN 4108-2	
			max. U-Wert [W/m²K]	Status	min. R-Wert [m²K/W]	Status
<i>Abgrenzung nach oben</i>						
Dachschräge Süd	Detail-D.1	0,092	0,240	ok	1,200	ok
Dachschräge Nord	Detail-D.1	0,092	0,240	ok	1,200	ok
Dachschräge N erweitert	Detail-D.1	0,092	0,240	ok	1,200	ok
Dachschräge S erweitert	Detail-D.1	0,092	0,240	ok	1,200	ok
<i>Abgrenzung seitlich</i>						
Keller zum Treppenhaus	Detail-W.1	0,145	0,300	ok	1,200	ok
Außenwand S	Detail-W.2	0,222	0,240	ok	1,200	ok
Außenwand W	Detail-W.2	0,222	0,240	ok	1,200	ok
Außenwand O	Detail-W.2	0,222	0,240	ok	1,200	ok
Außenwand N	Detail-W.2	0,222	0,240	ok	1,200	ok
Kellertür	Detail-W.3	2,662	0,300	-	1,200	-
Kellerwand Erdreich	Detail-W.4	0,901	0,300	-	1,200	-
<i>Abgrenzung nach unten</i>						
Kellerdecke	Detail-K.1	0,134	0,300	ok	0,900	ok
Bodenplatte Treppenhaus	Detail-K.2	0,129	0,300	ok	0,900	ok
<i>Transparente Bauteile</i>						
Dachflächenfenster in Dach S	Detail-F.1	0,780	1,400	ok	-	-
Dachflächenfenster in Dach N	Detail-F.1	0,780	1,400	ok	-	-
Westfenster	Detail-F.2	0,780	1,300	ok	-	-
Fenster Ost	Detail-F.3	0,780	1,300	ok	-	-
Fenster Süd	Detail-F.3	0,780	1,300	ok	-	-
Fenster Nord	Detail-F.3	0,780	1,300	ok	-	-
Haustür	Detail-F.4	0,780	1,800	ok	-	-
Balkontür Süd	Detail-F.5	0,780	1,300	ok	-	-

¹⁾ Die Anforderungen der EnEV 2014 (Anforderungen ab 2016), Anhang 3, Tab. 1 gelten für den erstmaligen Einbau, Ersatz und Erneuerung von Bauteilen im Bestand. Für den Neubau werden diese Werte lediglich empfohlen!

1.2 Konstruktionen mit Abgrenzung nach oben

1.2.1 Detail-D.1

1.2.1.1 Wärmeschutz: Detail-D.1 (gemäß DIN EN ISO 6946:2008-04)

Dieses Detail gilt für folgende Bauteile: - Dachschräge Süd - Dachschräge Nord - Dachschräge N erweitert - Dachschräge S erweitert	Grafik: Bauteilaufbau <h3 style="text-align: center;">Dachschräge gedämmt</h3>  <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>Fach</p> <p>1: 20 mm, Ziegel 2: 200 mm, Mineral. Faserdämmstoff 3: 150 mm, Mineral. Faserdämmstoff 4: 25 mm, Holzwolle-Leichtbauplatte 5: 15 mm, Kalkgipsmörtel</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>Rahmen (Anteil 15 %)</p> <p>1: 20 mm, Ziegel 2: 200 mm, Mineral. Faserdämmstoff 3: 150 mm, Holz (Fichte, Kiefer, Tanne) 4: 25 mm, Holzwolle-Leichtbauplatte 5: 15 mm, Kalkgipsmörtel</p> </div> </div>
--	---

Nr.	Dicke [cm]	Fach			Rahmen (15%)			R'' _(T) [m²K/W]		
		Material	λ [W/mK]	R [m²K/W]	Material	λ [W/mK]	R [m²K/W]			
innerer Wärmeübergangswiderstand R _{S,i}				R _{S,i}				0,100		
1	1,5	Kalkgipsmörtel	0,700	0,021	Kalkgipsmörtel	0,700	0,021	0,021		
2	2,5	Holzwohle-Leichtbauplatte	0,100	0,250	Holzwohle-Leichtbauplatte	0,140	0,179	0,236		
3	15,0	Mineral. Faserdämmstoff	0,030	5,000	Holz (Fichte, Kiefer, Tanne)	0,130	1,154	3,333		
4	20,0	Mineral. Faserdämmstoff	0,030	6,667	Mineral. Faserdämmstoff	0,030	6,667	6,667		
5	2,0	Ziegel	2,100	0,010	Ziegel	2,100	0,010	0,010		
äußerer Wärmeübergangswiderstand R _{S,a}				R _{S,a}				0,040		
Σ				Σ				12,088	8,170	Σ
1/(Anteil _{Fach} / Σ R _{Fach} + Anteil _{Rahmen} / Σ R _{Rahmen})								R' _T	11,277	
(R' _T + Σ R'' _T) / 2								R _T	10,842	
1/R in [W/m²K]								U	0,092	

1.2.1.2 Feuchteschutz: Detail-D.1 (gemäß DIN 4108-2:2013-02 und DIN 4108-3:2014-11)

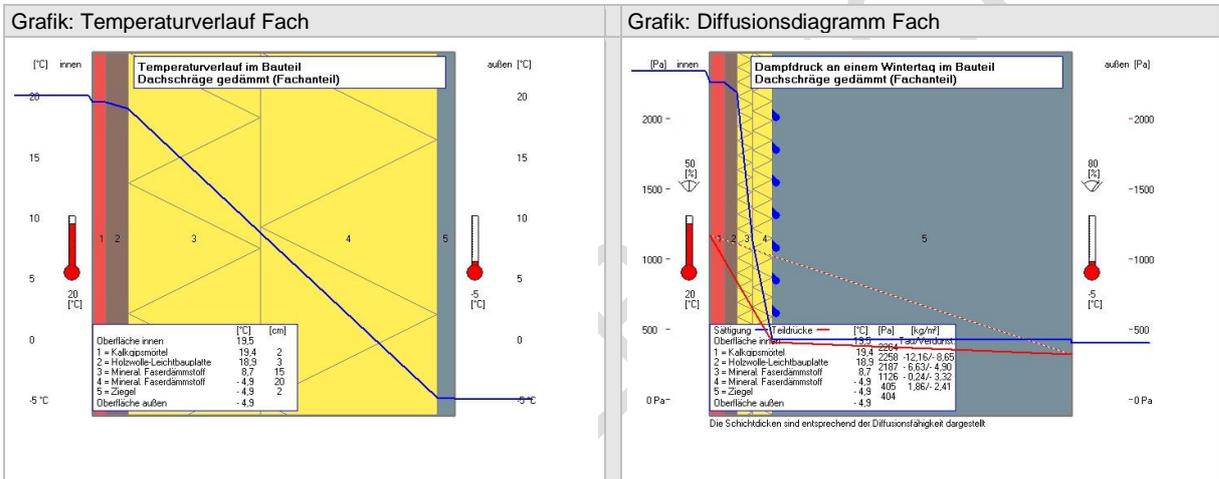
Tauwasserkondensation ¹⁾ auf der Bauteiloberfläche (gemäß DIN 4108-2:2013-02)							
Tauwasser Fach				Tauwasser Rahmen (15%)			
R [m²K/W]	>	R _{min} [m²K/W]	erfüllt	R [m²K/W]	>	R _{min} [m²K/W]	erfüllt
11,948	>	0,294	ok	8,030	>	0,294	ok

¹⁾ Betrachtung unter folgenden Randbedingungen: Temperatur innen/außen: 20°C / -5°C
relative Luftfeuchte innen: 50,0 %

Tauwasserausfall im Bauteilinneren (GLASER-Verfahren) (gemäß DIN 4108-3:2014-11)					
Tauwasser Fach			Tauwasser Rahmen (15%)		
Tauperiode ¹⁾	Verdunstungsperiode ²⁾	erfüllt	Tauperiode ¹⁾	Verdunstungsperiode ²⁾	erfüllt
Tauwasser	Tauwasser verdunstet	teilweise	Tauwasser	Tauwasser verdunstet	teilweise

¹⁾ Randbedingungen Tauperiode: Temperatur innen/außen: 20°C / -5°C
relative Luftfeuchte innen/außen: 50,0 % / 80,0 %
Zeit: 2.160 Stunden

²⁾ Randbedingungen Verdunstungsperiode: Wasserdampfpartialdruck (p/p_a): 1.200 Pa/1.200 Pa
Sättigungsdampfdruck im Tauwasserbereich: 2.000 Pa
Zeit: 2.160 Stunden



Berechnung Fach	d	λ	R	μ	S _d	θ	p _s	p	Tauwasser
	[cm]	][W/mK]	[m²K/W]	[-]	[m]	[°C]	[Pa]	[Pa]	[kg/m²]
Luft innen			0,250			20,00	2.337		
Oberfläche innen						19,49	2.264	1.168	
Kalkgipsmörtel	1,500	0,700	0,021	10	0,15				
Grenzschicht						19,45	2.258	1.133	-12,162
Holzwohle-Leichtbauplatte	2,500	0,100	0,250	5	0,13				
Grenzschicht						18,93	2.187	1.104	-6,628
Mineral. Faserdämmstoff	15,000	0,030	5,000	1	0,15				
Grenzschicht						8,72	1.126	1.069	-0,236
Mineral. Faserdämmstoff	20,000	0,030	6,667	1	0,20				
Grenzschicht						-4,90	405	1.022	1,857
Ziegel	2,000	2,100	0,010	150	3,00				
Oberfläche außen						-4,92	404	321	
Luft außen			0,040			-5,00	401		

Bewertung

Feststellungen und Anforderungen:

- Es findet Tauwasserausfall in der Ebene zwischen den Schichten *Mineral. Faserdämmstoff* und *Mineral. Faserdämmstoff* statt.
- Von beiden an die Tauwasserebene angrenzenden Schichten ist/sind folgende Schicht(en) als kapillar nicht wasseraufnahmefähig zu bezeichnen:
 - Mineral. Faserdämmstoff

- Mineral. Faserdämmstoff
- Die insgesamt zulässige flächenbezogene Tauwassermenge beträgt demnach $0,5 \text{ kg/m}^2$.
Die angefallene Tauwassermasse muss in der Verdunstungsperiode wieder abgegeben werden können.

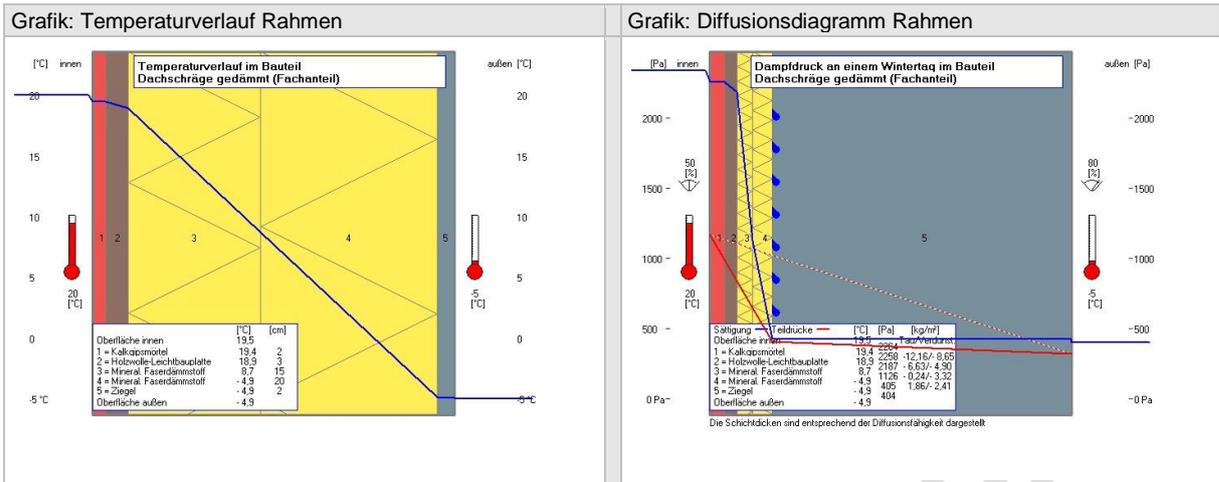
Zusammenstellung der Untersuchungsergebnisse

- ermittelte flächenbezogene Tauwassermenge insgesamt: $M_c = 1,857 \text{ kg/m}^2$
- mögliche flächenbezogene Verdunstungsmasse insgesamt: $M_{ev} = -2,405 \text{ kg/m}^2$

Prüfergebnisse und Bewertung

- $M_c < 0,5 \text{ kg}$
- $M_{ev} > m_c$
- Es sind alle Anforderungen erfüllt.

BEISPIELBERICHT



Berechnung Rahmen	d	λ	R	μ	S _d	θ	p _s	p	Tauwasser
	[cm]	[W/mK]	[m²K/W]	[-]	[m]	[°C]	[Pa]	[Pa]	[kg/m²]
Luft innen			0,250			20,00	2.337		
Oberfläche innen						19,25	2.230	1.168	
Kalkputzmörtel	1,500	0,700	0,021	10	0,15				
Grenzschicht						19,18	2.222	1.155	-11,235
Holzwole-Leichtbauplatte	2,500	0,140	0,179	5	0,13				
Grenzschicht						18,65	2.148	1.144	-5,850
Holz (Fichte, Kiefer, Tanne)	15,000	0,130	1,154	40	6,00				
Grenzschicht						15,18	1.724	607	-0,820
Mineral. Faserdämmstoff	20,000	0,030	6,667	1	0,20				
Grenzschicht						-4,85	406	589	0,139
Ziegel	2,000	2,100	0,010	150	3,00				
Oberfläche außen						-4,88	405	321	
Luft außen			0,040			-5,00	401		

Bewertung

Feststellungen und Anforderungen:

- Es findet Tauwasserausfall in der Ebene zwischen den Schichten Holz (Fichte, Kiefer, Tanne) und Mineral. Faserdämmstoff statt.
- Von beiden an die Tauwasserebene angrenzenden Schichten ist/sind folgende Schicht(en) als kapillar nicht wasseraufnahmefähig zu bezeichnen:
 - Holz (Fichte, Kiefer, Tanne)
 - Mineral. Faserdämmstoff
- Die insgesamt zulässige flächenbezogene Tauwassermenge beträgt demnach 0,5 kg/m².
Die angefallene Tauwassermasse muss in der Verdunstungsperiode wieder abgegeben werden können.

Zusammenstellung der Untersuchungsergebnisse

- ermittelte flächenbezogene Tauwassermenge insgesamt: M_c = 0,139 kg/m²
- mögliche flächenbezogene Verdunstungsmasse insgesamt: M_{ev} = -0,607 kg/m²

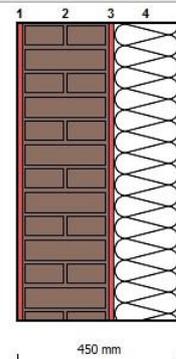
Prüfergebnisse und Bewertung

- M_c < 0,5 kg
- M_{ev} > m_c.
- Es sind alle Anforderungen erfüllt.

1.3 Konstruktionen mit seitlicher Abgrenzung

1.3.1 Detail-W.1

1.3.1.1 Wärmeschutz: Detail-W.1 (gemäß DIN EN ISO 6946:2008-04)

Dieses Detail gilt für folgende Bauteile: - Keller zum Treppenhaus	Grafik: Bauteilaufbau <div style="text-align: center;">  </div> <p>Kellerinnenwand zum Treppenhaus neu</p> <p>1: 15 mm, Reibputz 2: 240 mm, Hochlochziegel 3: 15 mm, Reibputz 4: 180 mm, Dämmschicht</p> <p style="text-align: center;">450 mm</p>
---	---

Nr.	Dicke [cm]	Fach			Rahmen (0%)			R'' _(T) [m²K/W]
		Material	λ [W/mK]	R [m²K/W]	Material	λ [W/mK]	R [m²K/W]	
innerer Wärmeübergangswiderstand R _{S,i}				R _{S,i}			-	-
1	1,5	Reibputz	0,870	0,017	-	-	-	-
2	24,0	Hochlochziegel	0,410	0,585	-	-	-	-
3	1,5	Reibputz	0,870	0,017	-	-	-	-
4	18,0	Dämmschicht	0,030	6,000	-	-	-	-
äußerer Wärmeübergangswiderstand R _{S,a}				R _{S,a}			-	-
Σ				Σ			-	Σ
				1/R in [W/m²K]			U	0,145

1.3.1.2 Feuchteschutz: Detail-W.1 (gemäß DIN 4108-2:2013-02 und DIN 4108-3:2014-11)

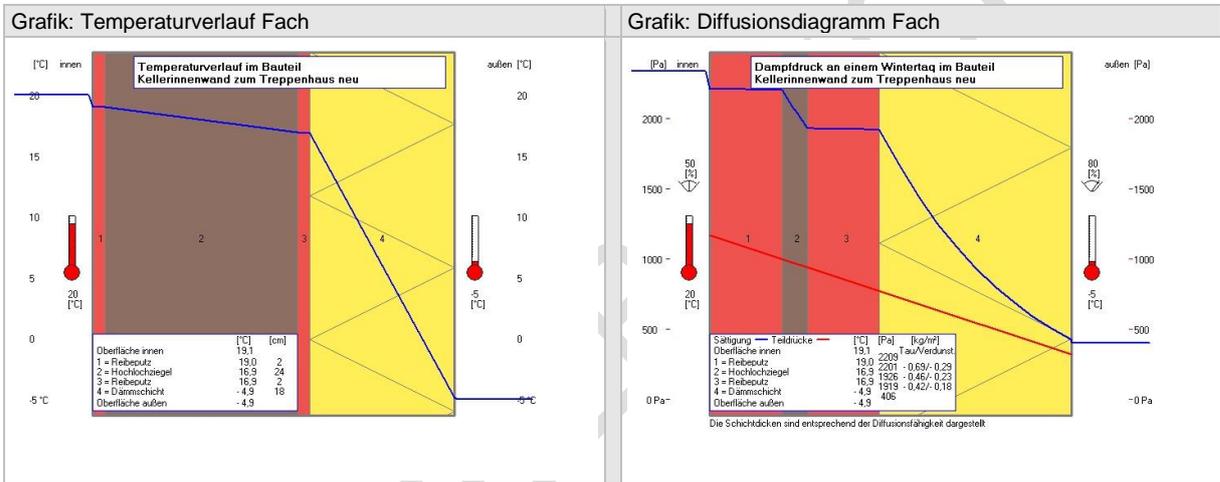
Tauwasser Kondensation ¹⁾ auf der Bauteiloberfläche (gemäß DIN 4108-2:2013-02)							
Tauwasser Fach				Tauwasser Rahmen (0%)			
R [m²K/W]	>	R _{min} [m²K/W]	erfüllt	R [m²K/W]	>	R _{min} [m²K/W]	erfüllt
6,620	>	0,294	ok	-	>	-	-

¹⁾ Betrachtung unter folgenden Randbedingungen: Temperatur innen/außen: 20°C / -5°C
relative Luftfeuchte innen: 50,0 %

Tauwasserausfall im Bauteilinneren (GLASER-Verfahren) (gemäß DIN 4108-3:2014-11)					
Tauwasser Fach			Tauwasser Rahmen (0%)		
Tauperiode ¹⁾	Verdunstungsperiode ²⁾	erfüllt	Tauperiode ¹⁾	Verdunstungsperiode ²⁾	erfüllt
kein Tauwasser	nicht relevant	ok	-	-	-

¹⁾ Randbedingungen Tauperiode: Temperatur innen/außen: 20°C / -5°C
relative Luftfeuchte innen/außen: 50,0 % / 80,0 %
Zeit: 2.160 Stunden

²⁾ Randbedingungen Verdunstungsperiode: Wasserdampfpartialdruck (p_v/p_a): 1.200 Pa/1.200 Pa
Sättigungsdampfdruck im Tauwasserbereich: 1.700 Pa
Zeit: 2.160 Stunden



Berechnung Fach	d	λ	R	μ	S _d	θ	p _s	p	Tauwasser
	[cm]	[W/mK]	[m²K/W]	[-]	[m]	[°C]	[Pa]	[Pa]	[kg/m²]
Luft innen			0,250			20,00	2.337		
Oberfläche innen						19,10	2.209	1.168	
Reibputz	1,500	0,870	0,017	225	3,38				
Grenzschicht						19,03	2.201	1.000	-0,691
Hochlochziegel	24,000	0,410	0,585	5	1,20				
Grenzschicht						16,92	1.926	940	-0,459
Reibputz	1,500	0,870	0,017	225	3,38				
Grenzschicht						16,85	1.919	771	-0,423
Dämmschicht	18,000	0,030	6,000	0	9,00				
Oberfläche außen						-4,86	406	321	
Luft außen			0,040			-5,00	401		

Bewertung

Feststellungen und Anforderungen:

- Es findet in keiner Ebene ein Tauwasserausfall statt.
- Die Konstruktion ist diffusionstechnisch zulässig.

1.3.2 Detail-W.2

1.3.2.1 Wärmeschutz: Detail-W.2 (gemäß DIN EN ISO 6946:2008-04)

Dieses Detail gilt für folgende Bauteile: - Außenwand S - Außenwand W - Außenwand O - Außenwand N	Grafik: Bauteilaufbau <p>Außenwand mit WDVS</p> <p>1: 15 mm, Kalk - Gipsputz 2: 360 mm, Hochlochziegel 3: 15 mm, Reibputz 4: 160 mm, Holzfaserdämmstoff (WF) 5: 20 mm, Grundputz 6: 20 mm, Außenputz</p> <p style="text-align: center;">590 mm</p>
---	---

Nr.	Dicke [cm]	Fach			Rahmen (0%)			R'' (T)
		Material	λ [W/mK]	R [m²K/W]	Material	λ [W/mK]	R [m²K/W]	
innerer Wärmeübergangswiderstand R _{S,i}				0,130	R _{S,i}			-
1	1,5	Kalk - Gipsputz	0,580	0,026	-	-	-	-
2	36,0	Hochlochziegel	0,410	0,878	-	-	-	-
3	1,5	Reibputz	0,870	0,017	-	-	-	-
4	16,0	Holzfaserdämmstoff (WF)	0,041	3,902	-	-	-	-
5	2,0	Grundputz	0,200	0,100	-	-	-	-
6	2,0	Außenputz	0,200	0,100	-	-	-	-
äußerer Wärmeübergangswiderstand R _{S,a}				0,040	R _{S,a}			-
Σ				5,194	Σ			-
					1/R in [W/m²K]		U	0,193

Korrektur Befestigungspunkte												
	[m]	[W/m·K]	[m²]	n _f	:	(	[m]	)² · (	[m²·K/W]	:	[m²·K/W]
0,8	d ₁	λ _f	A _f	n _f	:	(	d ₀	)² · (	R ₁	:	R _T
0,8	0,160	15,00	0,00079	9	:	(	0,160	)² · (	3,902	:	5,194
)² =	ΔU _f
)² =	+ 0,030

Summe in [W/m²·K]	U _{ges}	= 0,222
-------------------	------------------	---------

1.3.2.2 Schlagregenschutz von Wänden (gemäß DIN 4108-3:2014-11)

Schlagregenschutz von Wänden (gemäß DIN 4108-3:2014-11)	
Beanspruchungsgruppe	erfüllt
I - geringe Schlagregenbeanspruchung ¹⁾	ok

¹⁾ In der Regel gilt diese Beanspruchungsgruppe für Gebiete mit Jahresniederschlagsmengen unter 600 mm sowie für besonders windgeschützte Lagen auch in Gebieten mit größeren Niederschlagsmengen.

1.3.2.3 Feuchteschutz: Detail-W.2 (gemäß DIN 4108-2:2013-02 und DIN 4108-3:2014-11)

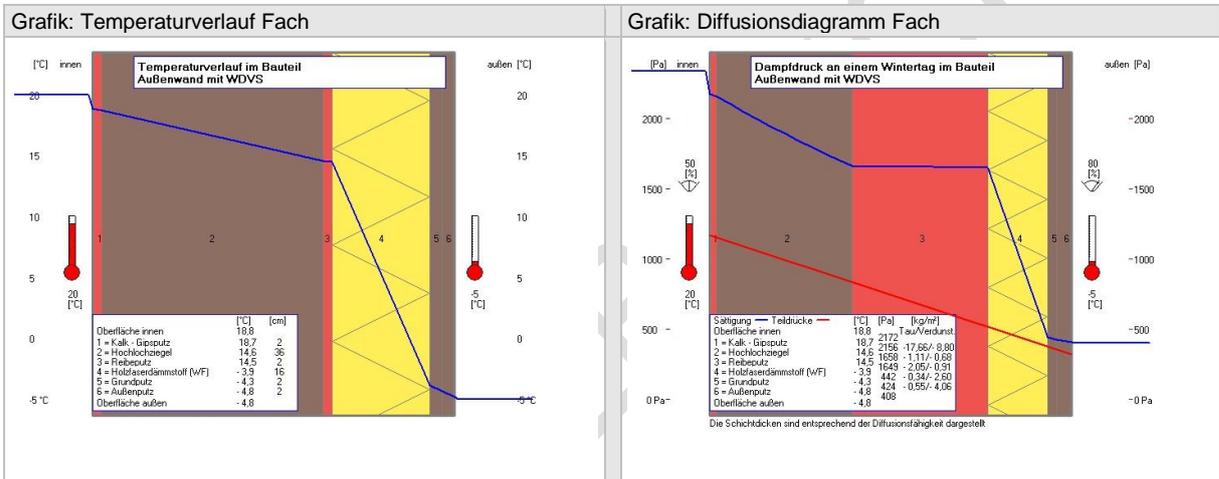
Tauwasser Kondensation ¹⁾ auf der Bauteiloberfläche (gemäß DIN 4108-2:2013-02)							
Tauwasser Fach				Tauwasser Rahmen (0%)			
R [m²K/W]	>	R _{min} [m²K/W]	erfüllt	R [m²K/W]	>	R _{min} [m²K/W]	erfüllt
5,024	>	0,294	ok	-	>	-	-

¹⁾ Betrachtung unter folgenden Randbedingungen: Temperatur innen/außen: 20°C / -5°C
relative Luftfeuchte innen: 50,0 %

Tauwasserausfall im Bauteilinneren (GLASER-Verfahren) (gemäß DIN 4108-3:2014-11)					
Tauwasser Fach			Tauwasser Rahmen (0%)		
Tauperiode ¹⁾	Verdunstungsperiode ²⁾	erfüllt	Tauperiode ¹⁾	Verdunstungsperiode ²⁾	erfüllt
kein Tauwasser	nicht relevant	ok	-	-	-

¹⁾ Randbedingungen Tauperiode: Temperatur innen/außen: 20°C / -5°C
relative Luftfeuchte innen/außen: 50,0 % / 80,0 %
Zeit: 2.160 Stunden

²⁾ Randbedingungen Verdunstungsperiode: Wasserdampfpartialdruck (p_v/p_a): 1.200 Pa/1.200 Pa
Sättigungsdampfdruck im Tauwasserbereich: 1.700 Pa
Zeit: 2.160 Stunden



Berechnung Fach	d	λ	R	μ	S _d	θ	p _s	p	Tauwasser
	[cm]	][W/mK]	[m²K/W]	[-]	[m]	[°C]	[Pa]	[Pa]	[kg/m²]
Luft innen			0,250			20,00	2.337		
Oberfläche innen						18,82	2.172	1.168	
Kalk - Gipsputz	1,500	0,580	0,026	6	0,09				
Grenzschicht						18,70	2.156	1.153	-17,663
Hochlochziegel	36,000	0,410	0,878	5	1,80				
Grenzschicht						14,57	1.658	835	-1,115
Reibeputz	1,500	0,870	0,017	120	1,80				
Grenzschicht						14,49	1.649	518	-2,047
Holzfaserdämmstoff (WF)	16,000	0,041	3,902	5	0,80				
Grenzschicht						-3,87	442	377	-0,335
Grundputz	2,000	0,200	0,100	6	0,12				
Grenzschicht						-4,34	424	356	-0,553
Außenputz	2,000	0,200	0,100	10	0,20				
Oberfläche außen						-4,81	408	321	
Luft außen			0,040			-5,00	401		

Bewertung

Feststellungen und Anforderungen:

- Es findet in keiner Ebene ein Tauwasserausfall statt.
- Die Konstruktion ist diffusionstechnisch zulässig.

1.3.3 Detail-W.3

1.3.3.1 Wärmeschutz: Detail-W.3 (gemäß DIN EN ISO 6946:2008-04)

Dieses Detail gilt für folgende Bauteile:	Grafik: Bauteilaufbau
- Kellertür	Für diese Konstruktion liegt kein detaillierter Schichtaufbau vor.

1.3.4 Detail-W.4

1.3.4.1 Wärmeschutz: Detail-W.4 (gemäß DIN EN ISO 6946:2008-04)

Dieses Detail gilt für folgende Bauteile:	Grafik: Bauteilaufbau
- Kellerwand Erdreich	<p>Kellerwand 36 cm</p> <p>1: 15 mm, Kalk - Gipsputz 2: 360 mm, Hochlochziegel 3: 15 mm, Reibputz 4: 10 mm, Bitumen</p> <p>Außenseite</p> <p>400 mm</p>

Nr.	Dicke [cm]	Fach			Rahmen (0%)			R'' (T)
		Material	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	Material	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	
innerer Wärmeübergangswiderstand R _{S,i}				0,130	R _{S,i}			-
1	1,5	Kalk - Gipsputz	0,580	0,026	-	-	-	-
2	36,0	Hochlochziegel	0,410	0,878	-	-	-	-
3	1,5	Reibputz	0,870	0,017	-	-	-	-
4	1,0	Bitumen	0,170	0,059	-	-	-	-
äußerer Wärmeübergangswiderstand R _{S,a}				0,040	R _{S,a}			-
Σ				1,110	Σ			-
1/R in [W/m ² K]							U	0,901

1.3.4.2 Schlagregenschutz von Wänden (gemäß DIN 4108-3:2014-11)

Schlagregenschutz von Wänden (gemäß DIN 4108-3:2014-11)		
Beanspruchungsgruppe		erfüllt
I - geringe Schlagregenbeanspruchung ¹⁾		nein

¹⁾ In der Regel gilt diese Beanspruchungsgruppe für Gebiete mit Jahresniederschlagsmengen unter 600 mm sowie für besonders windgeschützte Lagen auch in Gebieten mit größeren Niederschlagsmengen.

1.3.4.3 Feuchteschutz: Detail-W.4 (gemäß DIN 4108-2:2013-02 und DIN 4108-3:2014-11)

Tauwassercondensation ¹⁾ auf der Bauteiloberfläche (gemäß DIN 4108-2:2013-02)							
Tauwasser Fach				Tauwasser Rahmen (0%)			
R [m ² K/W]	>	R _{min} [m ² K/W]	erfüllt	R [m ² K/W]	>	R _{min} [m ² K/W]	erfüllt
0,980	>	0,294	ok	-	>	-	-

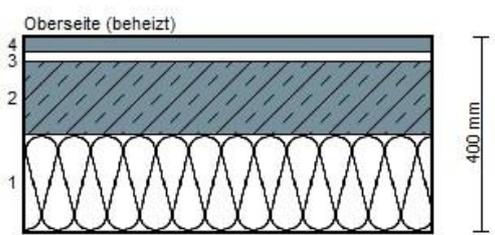
¹⁾ Betrachtung unter folgenden Randbedingungen:

Temperatur innen/außen: 20°C / -5°C
relative Luftfeuchte innen: 50,0 %

1.4 Konstruktionen mit Abgrenzung nach unten

1.4.1 Detail-K.1

1.4.1.1 Wärmeschutz: Detail-K.1 (gemäß DIN EN ISO 6946:2008-04)

Dieses Detail gilt für folgende Bauteile: - Kellerdecke	Grafik: Bauteilaufbau <h3 style="text-align: center;">Kellerdecke neu</h3> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="font-size: small;"> 1: 200 mm, Dämmschicht 2: 150 mm, Stahlbeton 3: 20 mm, Polystyrol 4: 30 mm, Zement-Estrich </p>
--	--

Nr.	Dicke [cm]	Fach			Rahmen (0%)			R'' _(T) [m²K/W]
		Material	λ [W/mK]	R [m²K/W]	Material	λ [W/mK]	R [m²K/W]	
innerer Wärmeübergangswiderstand R _{s,i}				0,170	R _{s,i}			-
1	3,0	Zement-Estrich	1,400	0,021	-	-	-	-
2	2,0	Polystyrol	0,050	0,400	-	-	-	-
3	15,0	Stahlbeton	2,500	0,060	-	-	-	-
4	20,0	Dämmschicht	0,030	6,667	-	-	-	-
äußerer Wärmeübergangswiderstand R _{s,a}				0,000	R _{s,a}			-
Σ				7,488	Σ			-
1/R in [W/m²K]							U	0,134

1.4.1.2 Feuchteschutz: Detail-K.1 (gemäß DIN 4108-2:2013-02 und DIN 4108-3:2014-11)

Tauwasser Kondensation ¹⁾ auf der Bauteiloberfläche (gemäß DIN 4108-2:2013-02)							
Tauwasser Fach				Tauwasser Rahmen (0%)			
R [m²K/W]	>	R _{min} [m²K/W]	erfüllt	R [m²K/W]	>	R _{min} [m²K/W]	erfüllt
7,148	>	0,294	ok	-	>	-	-

¹⁾ Betrachtung unter folgenden Randbedingungen:

Temperatur innen/außen: 20°C / -5°C
relative Luftfeuchte innen: 50,0 %

Tauwasserausfall im Bauteilinneren (GLASER-Verfahren) (gemäß DIN 4108-3:2014-11)					
Tauwasser Fach			Tauwasser Rahmen (0%)		
Tauperiode ¹⁾	Verdunstungsperiode ²⁾	erfüllt	Tauperiode ¹⁾	Verdunstungsperiode ²⁾	erfüllt
kein Tauwasser	nicht relevant	ok	-	-	-

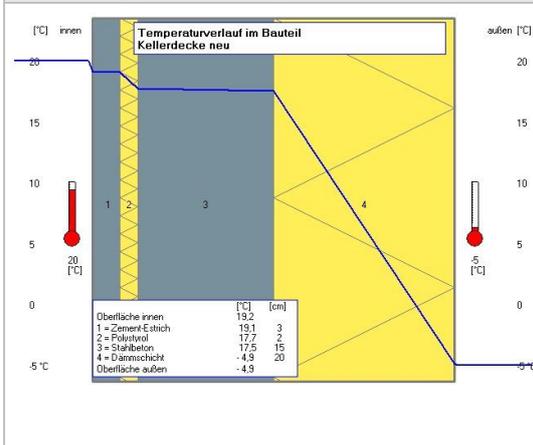
¹⁾ Randbedingungen Tauperiode:

Temperatur innen/außen: 20°C / -5°C
relative Luftfeuchte innen/außen: 50,0 % / 80,0 %
Zeit: 2.160 Stunden

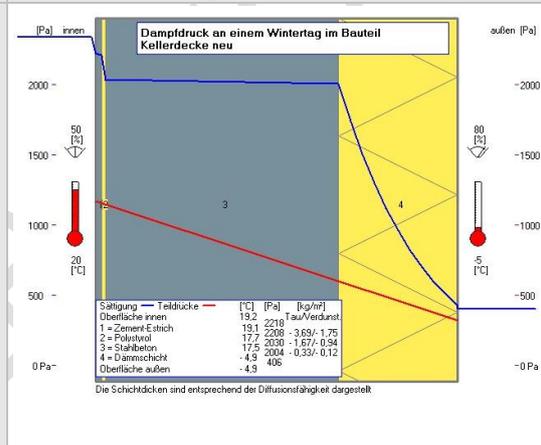
²⁾ Randbedingungen Verdunstungsperiode:

Wasserdampfpartialdruck (p/p_a): 1.200 Pa/1.200 Pa
Sättigungsdampfdruck im Tauwasserbereich: 1.700 Pa
Zeit: 2.160 Stunden

Grafik: Temperaturverlauf Fach



Grafik: Diffusionsdiagramm Fach



Berechnung Fach	d	λ	R	μ	S _d	θ	p _s	p	Tauwasser
	[cm]	[W/mK]	[m²K/W]	[-]	[m]	[°C]	[Pa]	[Pa]	[kg/m²]
Luft innen			0,250			20,00	2.337		
Oberfläche innen						19,16	2.218	1.168	
Zement-Estrich	3,000	1,400	0,021	15	0,45				
Grenzschicht						19,09	2.208	1.156	-3,691
Polystyrol	2,000	0,050	0,400	20	0,40				
Grenzschicht						17,74	2.030	1.145	-1,666
Stahlbeton	15,000	2,500	0,060	130	19,50				
Grenzschicht						17,54	2.004	600	-0,326
Dämmschicht	20,000	0,030	6,667	0	10,00				
Oberfläche außen						-4,87	406	321	
Luft außen			0,040			-5,00	401		

Bewertung

Feststellungen und Anforderungen:

- Es findet in keiner Ebene ein Tauwasserausfall statt.
- Die Konstruktion ist diffusionstechnisch zulässig.

1.4.2 Detail-K.2

1.4.2.1 Wärmeschutz: Detail-K.2 (gemäß DIN EN ISO 6946:2008-04)

Dieses Detail gilt für folgende Bauteile: - Bodenplatte Treppenhaus	Grafik: Bauteilaufbau <h3 style="text-align: center;">Bodenplatte Treppenhaus neu</h3> <p style="font-size: small;">1: 200 mm, Dämmschicht 2: 150 mm, Betondecke 3: 30 mm, Polystyrolschaum 4: 40 mm, Zement-Estrich</p>
--	---

		Fach			Rahmen (0%)				
Nr.	Dicke [cm]	Material	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	Material	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	R'' (T) [m ² K/W]	
innerer Wärmeübergangswiderstand R _{S,i}				0,170	R _{S,i}				-
1	4,0	Zement-Estrich	1,400	0,029	-	-	-	-	
2	3,0	Polystyrolschaum	0,040	0,750	-	-	-	-	
3	15,0	Betondecke	1,150	0,130	-	-	-	-	
4	20,0	Dämmschicht	0,030	6,667	-	-	-	-	
äußerer Wärmeübergangswiderstand R _{S,a}				0,000	R _{S,a}				-
Σ				7,746	Σ				-
							1/R in [W/m ² K]	U	0,129

1.4.2.2 Feuchteschutz: Detail-K.2 (gemäß DIN 4108-2:2013-02 und DIN 4108-3:2014-11)

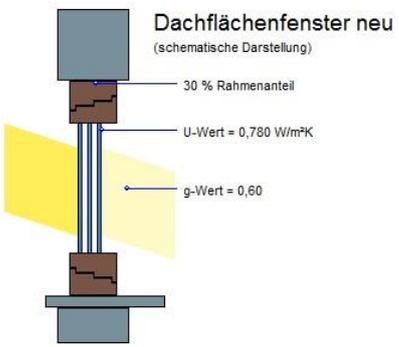
Tauwasserkondensation ¹⁾ auf der Bauteiloberfläche (gemäß DIN 4108-2:2013-02)							
Tauwasser Fach				Tauwasser Rahmen (0%)			
R [m ² K/W]	>	R _{min} [m ² K/W]	erfüllt	R [m ² K/W]	>	R _{min} [m ² K/W]	erfüllt
7,576	>	0,294	ok	-	>	-	-

¹⁾ Betrachtung unter folgenden Randbedingungen:

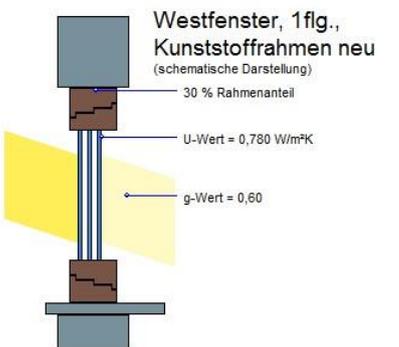
Temperatur innen/außen: 20°C / -5°C
 relative Luftfeuchte innen: 50,0 %

1.5 Fensterkonstruktionen

1.5.1 Detail-F.1

<p>Dieses Detail gilt für folgende Bauteile:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dachflächenfenster in Dach S - Dachflächenfenster in Dach N 	<p>Grafik: Bauteilaufbau</p> 								
	<table border="1"> <tr> <td>g-Wert:</td> <td>0,60</td> </tr> <tr> <td>Lichttransmission τ</td> <td>0,82</td> </tr> <tr> <td>Rahmenanteil [%]</td> <td>40,00</td> </tr> <tr> <td>U-Wert [W/m²K]</td> <td>0,780</td> </tr> </table>	g-Wert:	0,60	Lichttransmission τ	0,82	Rahmenanteil [%]	40,00	U-Wert [W/m²K]	0,780
g-Wert:	0,60								
Lichttransmission τ	0,82								
Rahmenanteil [%]	40,00								
U-Wert [W/m²K]	0,780								

1.5.2 Detail-F.2

<p>Dieses Detail gilt für folgende Bauteile:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Westfenster 	<p>Grafik: Bauteilaufbau</p> 								
	<table border="1"> <tr> <td>g-Wert:</td> <td>0,60</td> </tr> <tr> <td>Lichttransmission τ</td> <td>0,82</td> </tr> <tr> <td>Rahmenanteil [%]</td> <td>40,00</td> </tr> <tr> <td>U-Wert [W/m²K]</td> <td>0,780</td> </tr> </table>	g-Wert:	0,60	Lichttransmission τ	0,82	Rahmenanteil [%]	40,00	U-Wert [W/m²K]	0,780
g-Wert:	0,60								
Lichttransmission τ	0,82								
Rahmenanteil [%]	40,00								
U-Wert [W/m²K]	0,780								

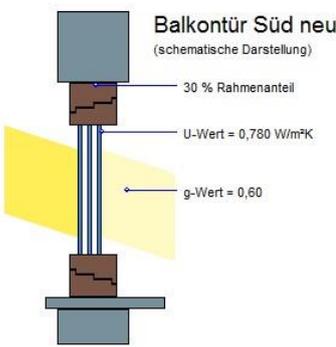
1.5.3 Detail-F.3

<p>Dieses Detail gilt für folgende Bauteile:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fenster Ost - Fenster Süd - Fenster Nord 	<p>Grafik: Bauteilaufbau</p> <div style="text-align: center;"> </div>								
	<table border="0"> <tr> <td style="padding-right: 10px;">g-Wert:</td> <td>0,60</td> </tr> <tr> <td>Lichttransmission τ</td> <td>0,82</td> </tr> <tr> <td>Rahmenanteil [%]</td> <td>40,00</td> </tr> <tr> <td>U-Wert [W/m²K]</td> <td>0,780</td> </tr> </table>	g-Wert:	0,60	Lichttransmission τ	0,82	Rahmenanteil [%]	40,00	U-Wert [W/m²K]	0,780
g-Wert:	0,60								
Lichttransmission τ	0,82								
Rahmenanteil [%]	40,00								
U-Wert [W/m²K]	0,780								

1.5.4 Detail-F.4

<p>Dieses Detail gilt für folgende Bauteile:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Haustür 	<p>Grafik: Bauteilaufbau</p> <div style="text-align: center;"> </div>								
	<table border="0"> <tr> <td style="padding-right: 10px;">g-Wert:</td> <td>0,60</td> </tr> <tr> <td>Lichttransmission τ</td> <td>0,78</td> </tr> <tr> <td>Rahmenanteil [%]</td> <td>30,00</td> </tr> <tr> <td>U-Wert [W/m²K]</td> <td>0,780</td> </tr> </table>	g-Wert:	0,60	Lichttransmission τ	0,78	Rahmenanteil [%]	30,00	U-Wert [W/m²K]	0,780
g-Wert:	0,60								
Lichttransmission τ	0,78								
Rahmenanteil [%]	30,00								
U-Wert [W/m²K]	0,780								

1.5.5 Detail-F.5

Dieses Detail gilt für folgende Bauteile:	Grafik: Bauteilaufbau		
<p>- Balkontür Süd</p>			
	<table border="0" style="width: 100%; text-align: right;"> <tr> <td style="width: 150px;">g-Wert:</td> <td>0,60</td> </tr> </table>	g-Wert:	0,60
g-Wert:	0,60		
	<table border="0" style="width: 100%; text-align: right;"> <tr> <td style="width: 150px;">Lichttransmission τ</td> <td>0,78</td> </tr> </table>	Lichttransmission τ	0,78
Lichttransmission τ	0,78		
	<table border="0" style="width: 100%; text-align: right;"> <tr> <td style="width: 150px;">Rahmenanteil [%]</td> <td>40,00</td> </tr> </table>	Rahmenanteil [%]	40,00
Rahmenanteil [%]	40,00		
	<table border="0" style="width: 100%; text-align: right;"> <tr> <td style="width: 150px;">U-Wert [W/m²K]</td> <td>0,780</td> </tr> </table>	U-Wert [W/m²K]	0,780
U-Wert [W/m²K]	0,780		

BEISPIELBERICHT

1.6 Beispiele und Hinweise zur Erfüllung des Schlagregenschutzes

1.6.1 Außenwände

Beispiele für die Anwendung von Wandbauarten in Abhängigkeit von der Schlagregenbeanspruchung sind in der nachfolgenden Tabelle angegeben. Andere Bauausführungen entsprechend gesicherten praktischen Erfahrungen sind ebenso zulässig.

Beanspruchungsgruppe I	Beanspruchungsgruppe II	Beanspruchungsgruppe III
geringe Schlagregenbeanspruchung	mittlere Schlagregenbeanspruchung	starke Schlagregenbeanspruchung
Außenputz ohne besondere Anforderungen an den Schlagregenschutz auf	Wasserabweisender Außenputz nach DIN 18550 auf	
– Außenwänden aus Mauerwerk, Wandbauplatten, Beton u. ä. sowie verputzten außenseitigen Wärmebrückendämmungen		
Einschaliges Sichtmauerwerk mit einer Dicke von 31 cm (mit Innenputz)	Einschaliges Sichtmauerwerk mit einer Dicke von 37,5 cm (mit Innenputz)	Zweischaliges Verblendmauerwerk mit Luftschicht und Wärmedämmung oder mit
Kerndämmung (mit Innenputz)		
Außenwände mit im Dickbett oder Dünnbett angemörtelten Fliesen oder Platten		Außenwände mit im Dickbett oder Dünnbett angemörtelten Fliesen oder Platten nach DIN 18515-1 mit wasserabweisendem Ansetzmörtel
Außenwände mit gefügedichter Betonaußenschicht		
Wände mit hinterlüfteten Außenwandbekleidungen		
Wände mit Außendämmung durch ein Wärmedämmputzsystem oder durch ein bauaufsichtlich zugelassenes Wärmedämmverbundsystem		
Außenwände in Holzbauart mit Wetterschutz nach DIN 68800-2		

1.6.2 Fugen und Anschlüsse

Der Schlagregenschutz eines Gebäudes muss auch im Bereich der Fugen und Anschlüsse sichergestellt sein. Zur Erfüllung dieser Anforderungen können Fugen und Anschlüsse entweder durch Fugendichtstoffe (siehe auch DIN 18540), Dichtbänder, Folien oder durch konstruktive Maßnahmen gegen Schlagregen abgedichtet werden. Beispiele für die Anwendung von Fugenabdichtungen sind in Abhängigkeit von der Schlagregenbeanspruchung in der nachfolgenden Tabelle angegeben.

Die Möglichkeit der Wartung von Fugen, einschließlich der Fugen von Anschlüssen, ist vorzusehen.

Bei Außenwandbekleidungen ist nach DIN 18515-1, DIN 18515-2, DIN 18516-1 und DIN 18516-3 zu verfahren.

Fugenart	Beanspruchungsgruppe I	Beanspruchungsgruppe II	Beanspruchungsgruppe III
	geringe	mittlere	starke
Vertikalfugen	Konstruktive Fugenausbildung		
	Fugen nach DIN 18540		
Horizontalfugen	Offene, schwellenförmige Fugen, Schwellenhöhe ≥ 60 mm	Offene, schwellenförmige Fugen, Schwellenhöhe ≥ 80 mm	Offene, schwellenförmige Fugen, Schwellenhöhe ≥ 100 mm
	Fugen nach DIN 18540 mit zusätzlichen konstruktiven Maßnahmen, z. B. mit Schwellenhöhe ≥ 50 mm		

1.6.3 Fenster, Außentüren, Vorhangfassaden

Die Schlagregendichtheit wird geregelt:

- für Fenster und Außentüren nach DIN EN 12208;
- für Vorhangfassaden nach DIN EN 12154.