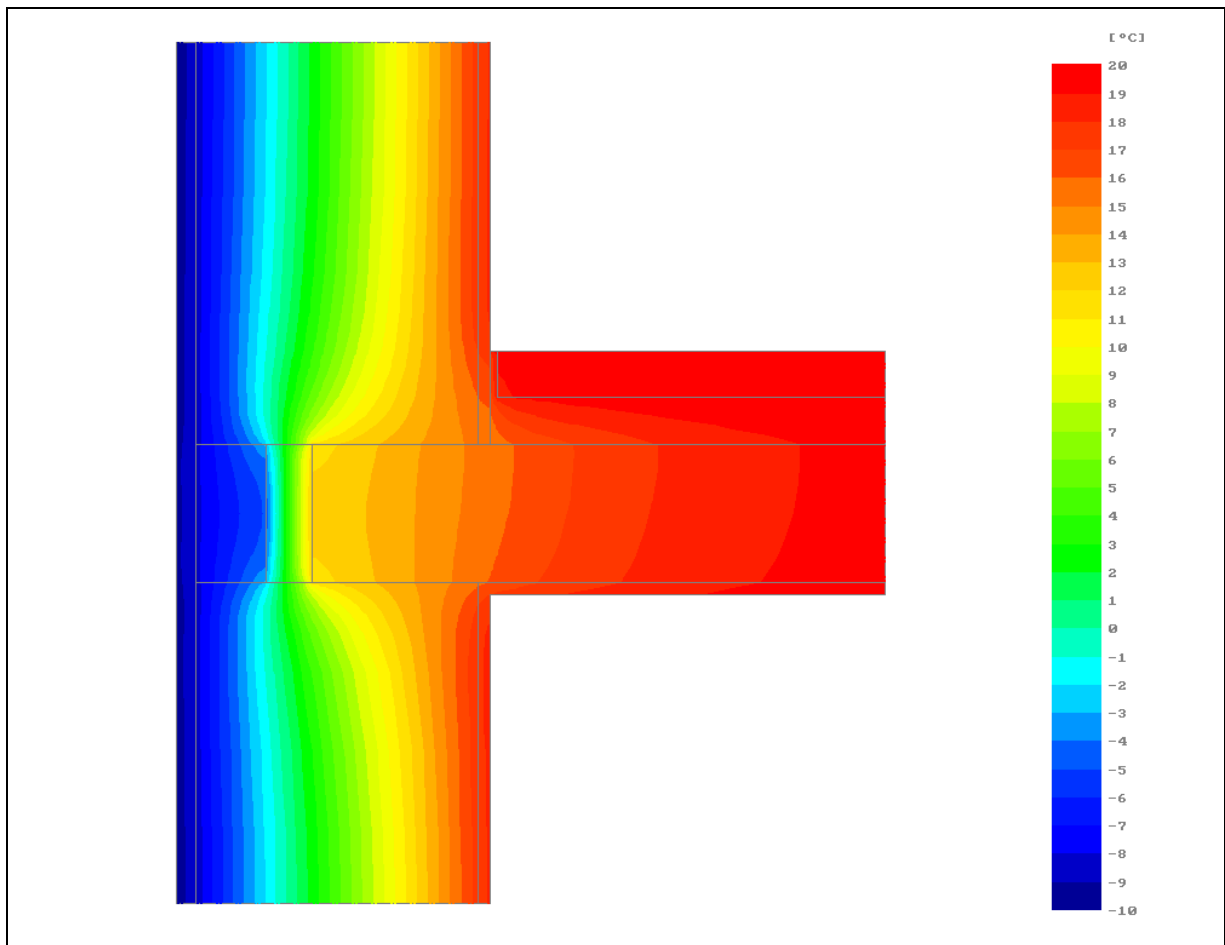


Ausführungssichere und kostengünstige Wärmebrückendetails monolithischer Ziegelgebäude

2. Auflage



Bonn, Februar 2004

1. Einleitung

Mit Einführung der Energie-Einsparverordnung (EnEV) [1] am 1. Februar 2002 werden in den Berechnungsverfahren für den öffentlich rechtlichen Nachweis des baulichen Wärmeschutzes erstmals die Wärmeverluste von Wärmebrücken bei der Ermittlung der Transmissionswärmeverluste explizit berücksichtigt.

Zur Vereinfachung des Nachweises und zur Vermeidung aufwändiger Wärmebrückenberechnungen werden im Beiblatt 2 zur DIN 4108 [2] beispielhafte Konstruktionsdetails für häufig vorkommende Wärmebrücken aufgezeigt. Diese Konstruktionsdetails bilden nur einen Teil der in der Praxis vorkommenden Ausführungen ab, so dass der Bedarf nach weiteren, gleichwertigen Lösungen besteht.

Die Ermittlung des Heizwärmebedarfs nach DIN V 4108-6 [3] macht die Berücksichtigung der Wärmebrückenverluste mindestens folgender Details erforderlich:

Gebäudekanten

Die senkrechten Außenwandecken eines Gebäudes führen immer zu einem Wärmebrückenverlustkoeffizienten mit negativem Vorzeichen. Dies resultiert aus der doppelten Flächenermittlung über die Außenmaße dieser Wärmebrückenart. Außen- und auch Innenecken werden daher im Beiblatt 2 nicht behandelt.

Fenster- und Türanschlüsse

Diese verursachen in der Regel die höchsten zusätzlichen spezifischen Verluste vor allem im Sturzbereich. Eine mittige Anordnung der Fenster in der Außenwand hat sich als ideal erwiesen. Werden Rollladenkästen verwendet, sind die von den Herstellern angegebenen Wärmebrückenverlustkoeffizienten zu beachten.

Wand- und Deckeneinbindungen

Im Bereich der Geschossdeckenaufleger erweisen sich Ziegel-Abmauerungen als ideale Lösung. Hierdurch werden sowohl Aspekte der Rissicherheit, der Verformung und des Schallschutzes positiv beeinflusst.

Bei Kellerdecken kann am Auflager auf eine Abmauerung verzichtet werden, sobald eine Perimeterdämmung vorgesehen ist.

Deckenaufleger

Bei Dachdecken ist zu beachten, dass die Dachdämmung möglichst ohne Unterbrechung in die Dämmebene der senkrechten Bauteile überführt wird. In der Regel stellen sich hier Wärmebrückenverlustkoeffizienten um den Wert $0 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ ein.

Balkonplatten

Es wird vorausgesetzt, dass Balkonplatten grundsätzlich wärmetechnisch vom Baukörper entkoppelt sind.

Werden für die zuvor genannten Anschlussdetails die Konstruktionsempfehlungen des Beiblatts 2 DIN 4108 eingehalten, darf im Rahmen des EnEV Nachweises mit einem pauschalen Wärmebrückenzuschlag auf die Transmissionswärmeverluste von $0,05 \cdot A_{\text{Hüll}} \text{ [W/K]}$ operiert werden.

Das vorliegende technische Merkblatt gibt über die Anschlussdetails des Beiblatts 2 hinausgehende Empfehlungen zu besonders ausführungssicheren und kostengünstigen Detaillösungen in monolithischer Ziegelbauweise. Dabei ist zu beachten, dass diese Konstruktionsempfehlungen immer den örtlichen Gegebenheiten angepasst werden müssen, d. h. Statik, Brand-, Feuchte- und Schallschutz müssen zusätzlich betrachtet werden.

2. Grundlagen

Die Details des Beiblatts 2 zu DIN 4108 sind für Gebäude mit Innentemperaturen $> 19^{\circ}\text{C}$ zusammen gestellt worden. Im Folgenden wird für Detaillösungen vornehmlich des Wohnungsbaus eine Umsetzung empfohlen. Hierbei ist berücksichtigt, dass die Mindestanforderungen an den Wärmeschutz hinsichtlich der Tauwasserfreiheit im Bauteilinneren und der ausreichenden raumseitigen Oberflächentemperatur eingehalten sind.

Alle aufgeführten Details sind nach DIN EN ISO 10211-1 [4] mit den Randbedingungen des Beiblatts 2 DIN 4108 numerisch bewertet worden [5]. Sie erfüllen die Anforderung nach Gleichwertigkeit gemäß Kapitel 3.5 des Beiblatts 2 unter Berücksichtigung der bei den Details angegebenen Anmerkungen. Darüber hinaus gehende Detaillösungen sind einem Wärmebrückenprogramm der Arbeitsgemeinschaft Mauerziegel e.V. zu entnehmen, welches bei den im Impressum genannten Organisationen zu beziehen ist.

Die wärmetechnische Gleichwertigkeit der abgebildeten Details gilt für alle Ausführungen monolithischer Außenwandaufbauten, die einen Mindestwärmedurchlasswiderstand R von $1,74 \text{ (m}^2 \text{ K)/W}$ aufweisen [3]. Dies entspricht einem U -Wert von höchstens $0,5 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$.

Die in den folgenden Tabellen angegebenen Wärmebrückenverlustkoeffizienten sind u. U. abweichend von den für die Gleichwertigkeitsbetrachtungen angegebenen Maximalwerten nach Kapitel 6 Beiblatt 2 DIN 4108. Insbesondere bei erdreichberührten Bauteilen weichen die hier aufgeführten realen Ψ_e - Rechenwerte von denen zur Gleichwertigkeitsbetrachtung herangezogenen auf Grund vereinfachter Annahmen der DIN erheblich ab.

3. Ausgewählte Details

Auf den folgenden Seiten werden einige ausgewählte und häufig vorkommende Details abgebildet, die in Beiblatt 2 zu DIN 4108 in der Form nicht enthalten sind. Dabei handelt es sich um die nach Anhang D von DIN V 4108-6 relevanten Anschlüsse aus den Gruppen:

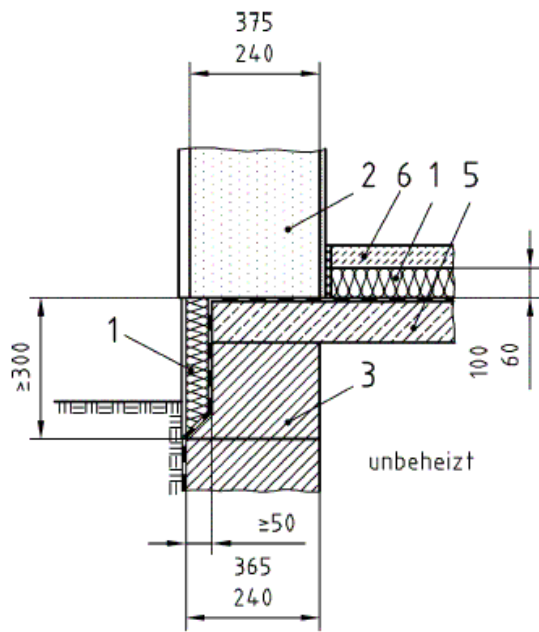
- Wand- und Deckeneinbindungen
- Tür- und Fensteranschlüsse
- Deckenaufleger

Neben dem Basisanschluss gemäß Kapitel 6 Beiblatt 2 zu DIN 4108 werden Ziegel – Vorzugsdetails in Form einer Prinzipskizze mit Maßangaben zu den wärmeschutztechnisch relevanten Schichten dargestellt. Dazu ist ein Isothermenbild zur Veranschaulichung der Temperaturverteilung im Bauteilquerschnitt beigefügt. Ergänzt werden die Bilder durch Angabe der außenmaßbezogenen Wärmebrückenverlustkoeffizienten Ψ_e , wie sie sich für wärmeschutztechnische Berechnungen nach EnEV ergeben. Weiterhin werden die dimensionslosen Temperaturfaktoren f_{Rsi} für die Punkte der niedrigsten raumseitigen Oberflächentemperatur angegeben.

In einem kurzen Kommentar wird die Nummer des in Beiblatts 2 DIN 4108 aufgeführten Bezugsdetails genannt und die davon abweichenden Ausführungen kurz beschrieben. Der Anwender erhält damit eine höchstmögliche Sicherheit bei der Übernahme der hier vorgestellten Lösungen in seine Planungsunterlagen.

1. Kellerdecke unbeheizter Keller (Ziegelkeller) gemäß Bild 28 Beiblatt 2

Bild 28 DIN 4108 Beiblatt 2:2004-01

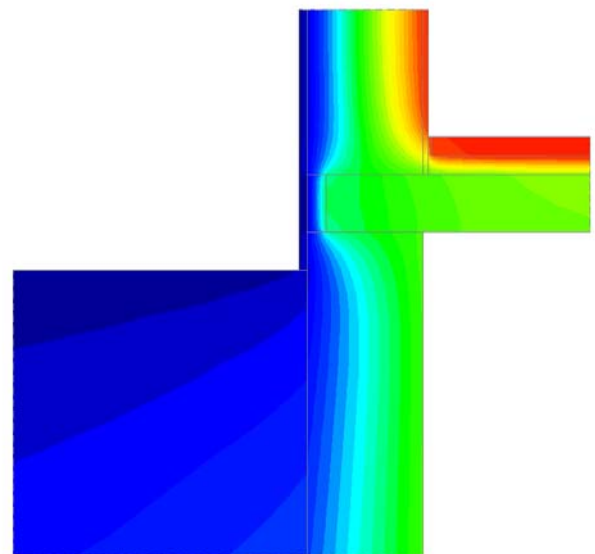
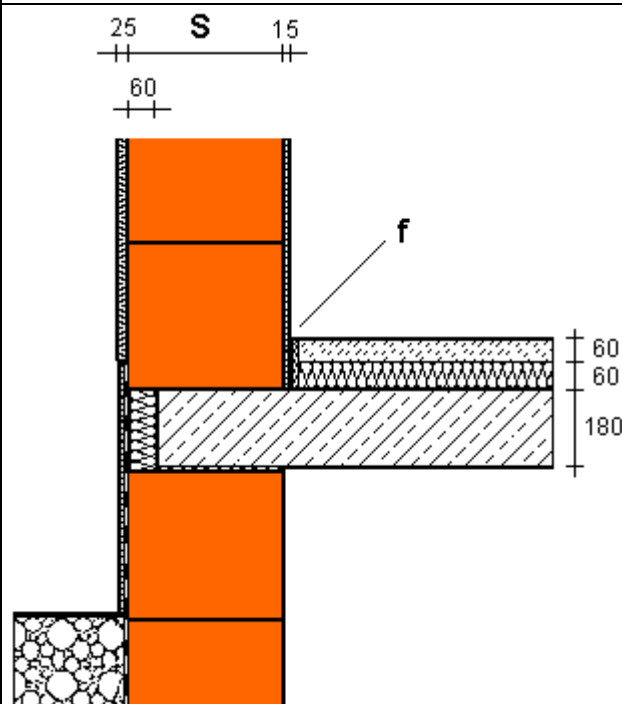


Gleichwertig zu Bild 28 Beiblatt 2.

60 mm Deckenstirndämmung mit $\lambda \leq 0,04 \text{ W/(m K)}$, Wärmeleitfähigkeit Kellermauerwerk $\leq 0,24 \text{ W/(m K)}$, Dicke 36,5 cm. Damit ist bewehrtes Mauerwerk möglich. Beträgt die Dicke der Estrichdämmung 60 mm, kann bei Verwendung eines Abmauersteins das Kellermauerwerk aus DIN-HLz-Mauerwerk hoher Wärmeleitfähigkeit ausgeführt werden. Die unten angegebenen Wanddicken und Wärmeleitfähigkeiten beziehen sich auf das Außenmauerwerk im Erdgeschoss.

Wird ein Teil der Kellerdeckendämmung unterhalb der Kellerdecke angeordnet, empfiehlt sich eine Ausführung mit Decken-Abmauersteinen.

Bei beheizten Kellern ist entweder eine Abmauerung der Kellerdecke oder eine Perimeterdämmung (vgl. Detail 3) erforderlich.

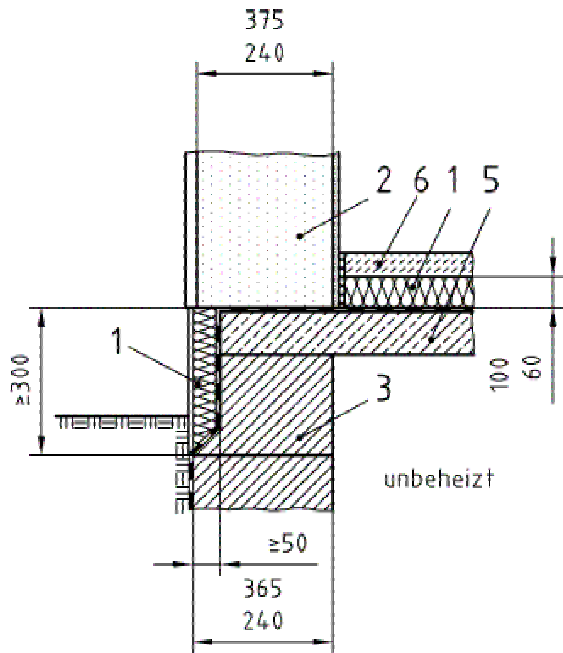


Wärmeleitfähigkeit [W/(m K)]	$\Psi_e \text{ [W/(m K)]} / f_{Rsi} \text{ [-]}$					
	Wanddicke S					
	30,0 cm		36,5 cm		42,5 cm	
0,12	-0,040	0,829	-0,060	0,818	-0,070	0,836
0,16	-0,047	0,806	-0,066	0,793	-0,075	0,816
0,21	-0,053	0,782	-0,072	0,766	-0,081	0,793

Kursiv: Gleichwertigkeit ist mit dieser Ausführung nicht gegeben

2. Kellerdecke unbeheizter Keller (Betonkeller) gemäß Bild 28 Beiblatt 2

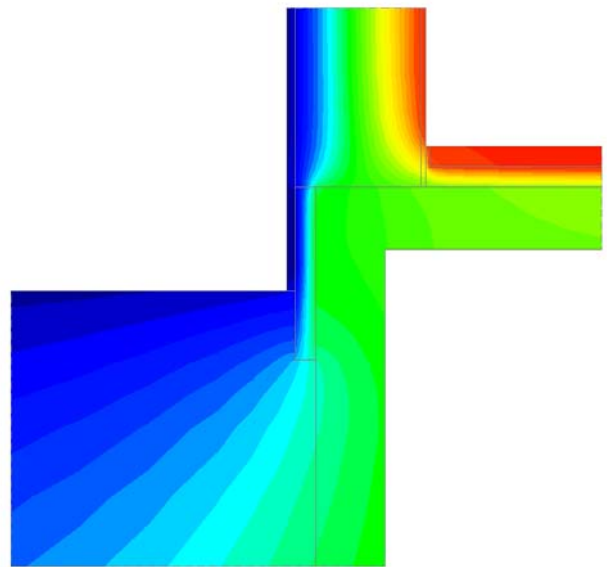
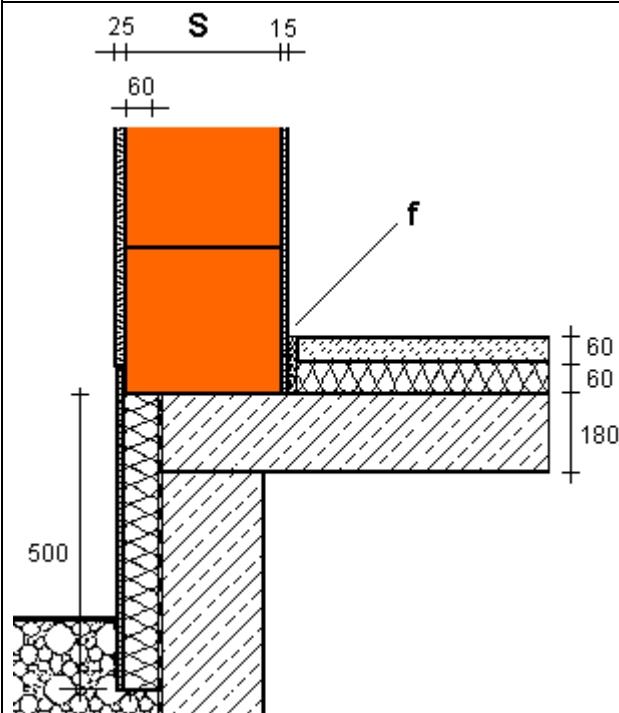
Bild 28 DIN 4108 Beiblatt 2:2004-01



Gleichwertig zu Bild 28 Beiblatt 2.

60 mm Perimeterdämmung und 60 mm Estrichdämmung mit $\lambda \leq 0,04 \text{ W/(m K)}$. Die Perimeterdämmung muss mindestens 500 mm breit sein und bis in das Erdreich hineinreichen.

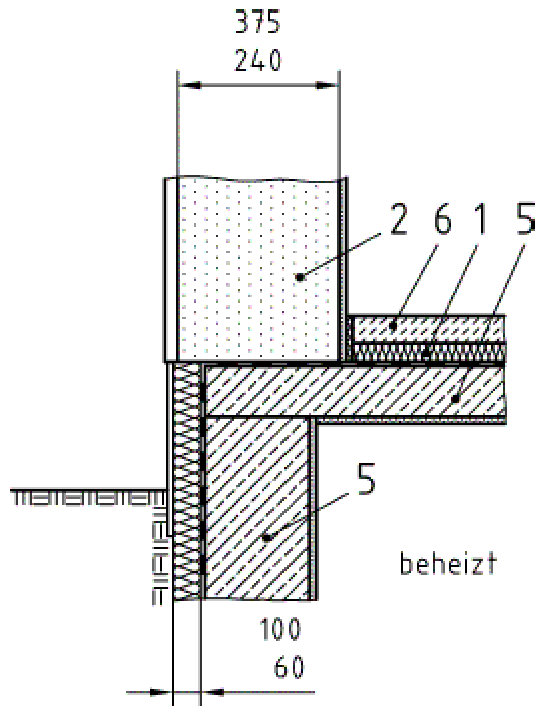
Wird die Kellerdeckendämmung teilweise unterhalb der Decke eingebaut, so ergeben sich deutlich höhere Wärmebrückenverlustkoeffizienten. Die Perimeterdämmung sollte dann bis zur Kellersohle geführt werden.



Wärmeleitfähigkeit [W/(m K)]	Ψ_e [W/(m K)] / f_{Rsi} [-]					
	Wanddicke S					
	30,0 cm		36,5 cm		42,5 cm	
0,12	- 0,060	0,822	- 0,070	0,833	- 0,077	0,840
0,16	- 0,070	0,798	- 0,075	0,811	- 0,084	0,820
0,21	- 0,075	0,771	- 0,080	0,787	- 0,090	0,798

3. Kellerdecke beheizter Keller mit Perimeterdämmung gemäß Bild 26 Beiblatt 2

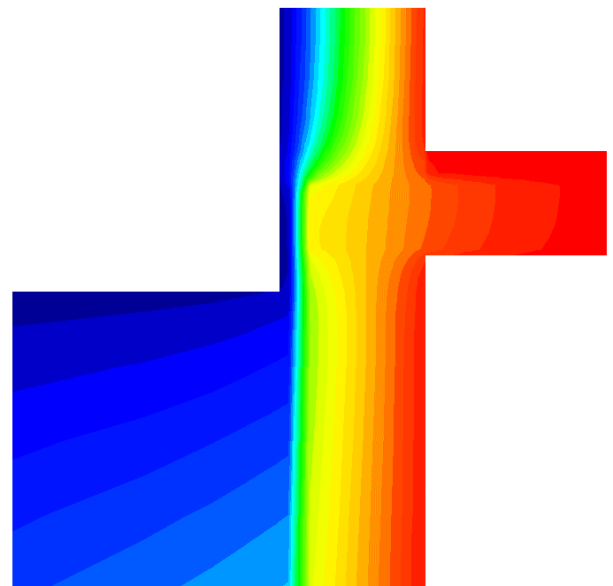
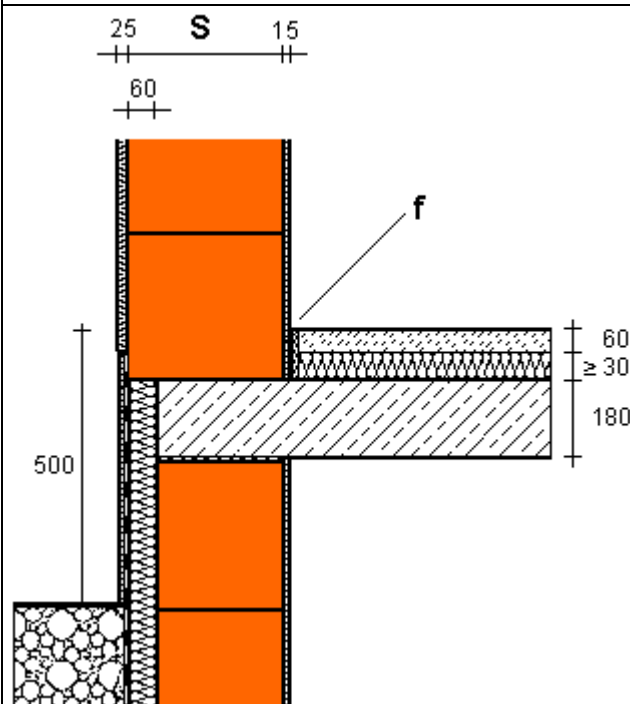
Bild 26 DIN 4108 Beiblatt 2:2004-01



Gleichwertig zu Bild 26 Beiblatt 2.

60 – 100 mm Perimeterdämmung mit $\lambda \leq 0,04 \text{ W/(m K)}$ vor dem Kellermauerwerk. Die Dämmung muss bis zur Kellersohle geführt werden. Das Kellermauerwerk ist mindestens 24 cm dick, die Wärmeleitfähigkeit beträgt $\geq 0,21 \text{ W/(m K)}$.

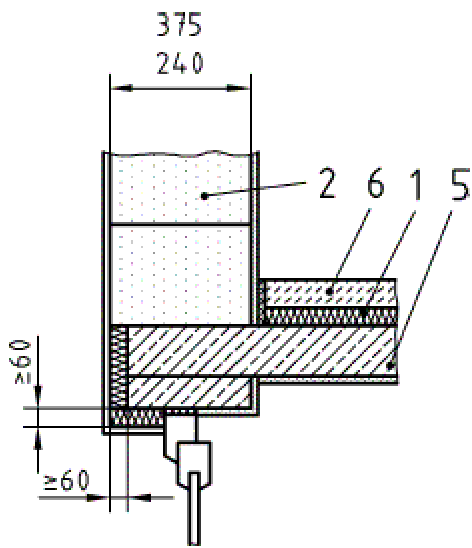
Die unten angegebenen Wanddicken und Wärmeleitfähigkeiten beziehen sich auf das Außenmauerwerk im Erdgeschoss.



Wärmeleitfähigkeit [W/(m K)]	$\Psi_e \text{ [W/(m K)]} / f_{Rsi} \text{ [-]}$					
	Wanddicke S					
	30,0 cm		36,5 cm		42,5 cm	
0,12	0,080	0,907	0,110	0,923	0,130	0,934
0,16	0,060	0,888	0,090	0,906	0,115	0,919
0,21	0,030	0,866	0,070	0,887	0,105	0,902

4. Beton-Fenstersturz für große Spannweiten gemäß Bild 54 Beiblatt 2

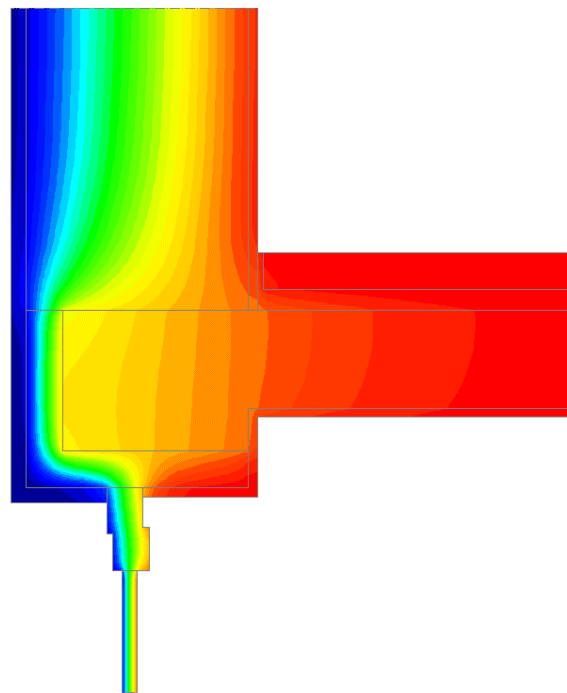
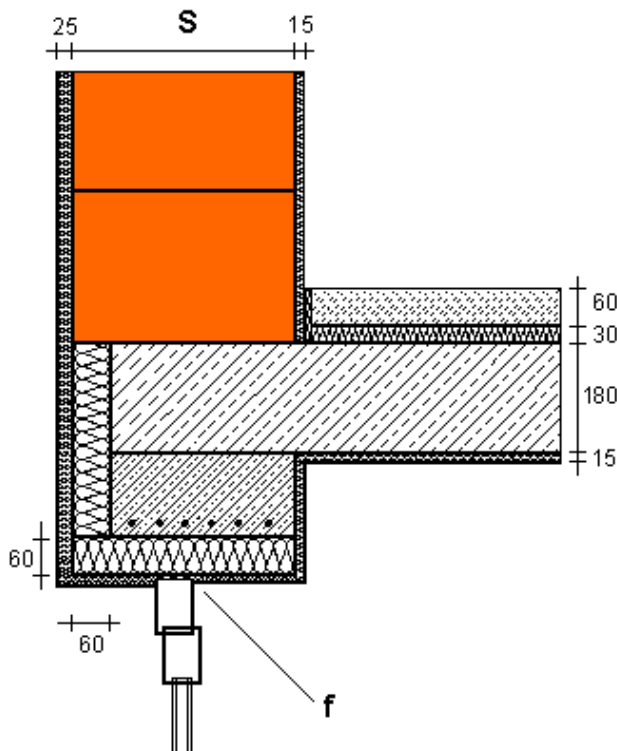
Bild 54 DIN 4108 Beiblatt 2:2004-01



Gleichwertig zu Bild 54 Beiblatt 2.

Bei größeren Sturzhöhen ist eine unterseitige Dämmung bis zur Wandinnenseite wärmetechnisch besonders hochwertig. Es bietet sich an, die Wärmedämmung als Sandwichplatte auszuführen, um eine gute Putzhaftung zu gewährleisten. Die Befestigung der Fensterelemente im Sturzbereich kann problemlos über entsprechend lange (Metall)-Rahmendübel erfolgen.

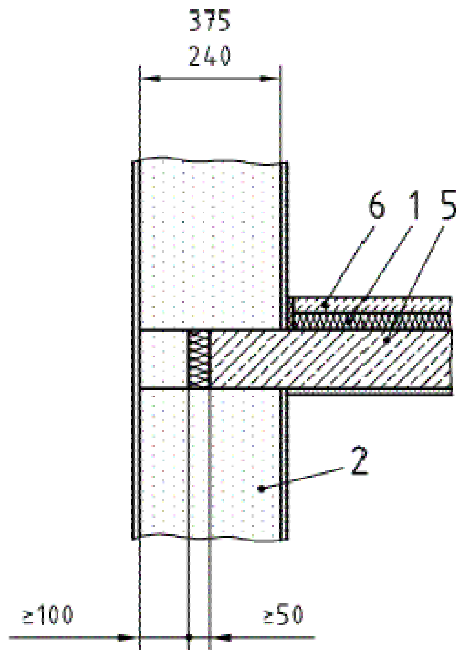
Bei geringen Sturzhöhen oder bei deckengleichen Unterzügen ist eine außenseitige Wärmedämmung bis vor den Blendrahmen ausreichend.



Wärmeleitfähigkeit [W/(m K)]	Ψ_e [W/(m K)] / f_{Rsi} [-]					
	Wanddicke S					
	30,0 cm		36,5 cm		42,5 cm	
0,12	0,040	0,861	0,070	0,859	0,090	0,859
0,16	0,030	0,851	0,060	0,849	0,080	0,849
0,21	0,010	0,839	0,040	0,838	0,070	0,839

5. Geschossdecke von Normalgeschossen gemäß Bild 72 Beiblatt 2

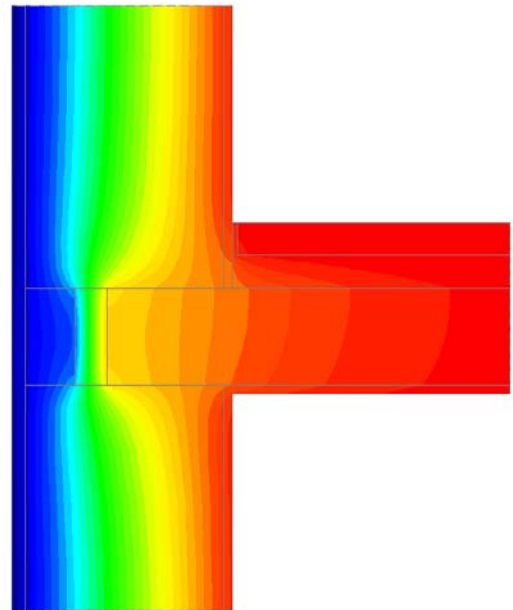
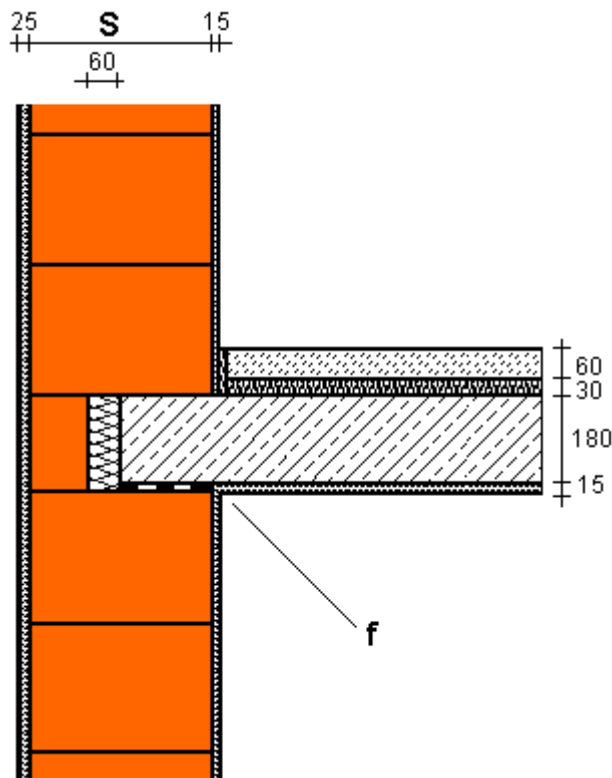
Bild 72 DIN 4108 Beiblatt 2:2004-01



Gleichwertig zu Bild 72 Beiblatt 2.

Beträgt die Dicke der Wärmedämmung vor der Deckenstirn ≥ 60 mm mit mindestens $\lambda = 0,04$ W/(m K), kann der Deckenabmauerstein 90 mm dick sein. Die Wärmeleitfähigkeit des Abmauersteins aus DIN - HLz kann bis zu 0,42 W/(m K) betragen.

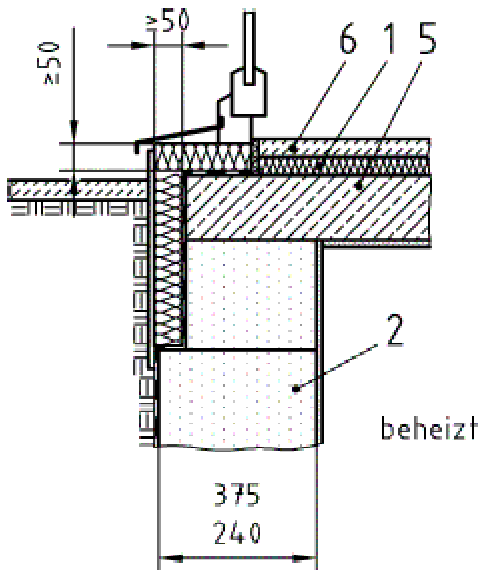
Bei geringen Wanddicken und großen Auflagertiefen der Geschossdecken können Wärmedämmstoffe geringerer Wärmeleitfähigkeit Verwendung finden. Die erforderlichen Wärmedurchlasswiderstände R von 1,5 (m² K)/W dürfen nicht unterschritten werden.



Wärmeleitfähigkeit [W/(m K)]	Ψ_e [W/(m K)] / f_{Rsi} [-]						
	Wanddicke S						
	30,0 cm		36,5 cm		42,5 cm		
0,12	0,023	0,911	0,046	0,908	0,058	0,907	
0,16	0,017	0,892	0,043	0,890	0,056	0,889	
0,21	0,007	0,871	0,038	0,870	0,054	0,869	

6. Terrassentür über beheiztem Keller gemäß Bild 67 Beiblatt 2

Bild 67 DIN 4108 Beiblatt 2:2004-01

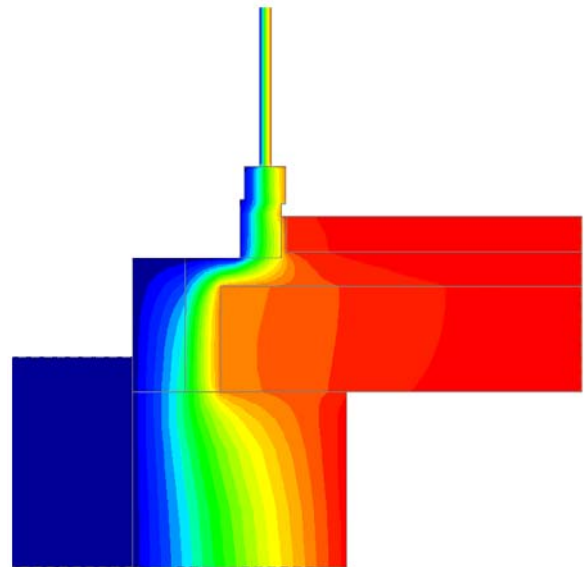
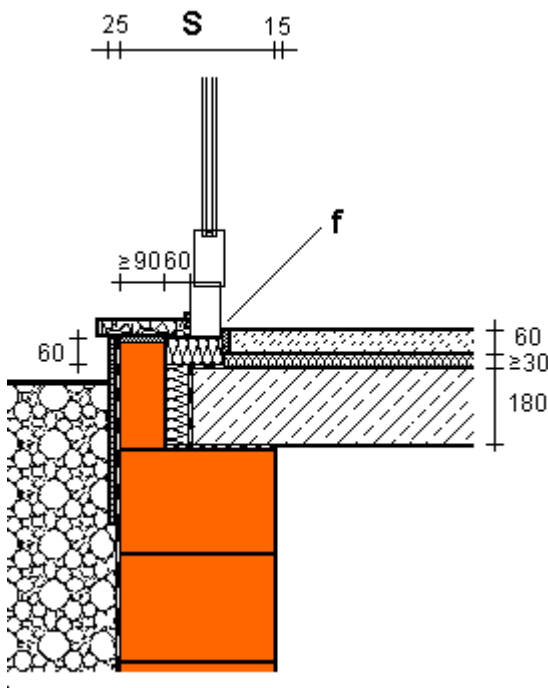


Gleichwertig zu Bild 67 Beiblatt 2.

Beträgt die Dicke der Wärmedämmung vor der Deckenstirn ≥ 60 mm mit mindestens $\lambda = 0,04$ W/(m K), kann die Wärmeleitfähigkeit des Abmauersteins aus DIN-HLz bis zu $0,42$ W/(m K) betragen. Die Einbaulage der Fenstertür ist mittig in der Leibung. Der Deckenabmauerstein kann 90 mm dick sein.

Bei geringen Wanddicken und großen Auflagertiefen der Geschosdecken können Wärmedämmstoffe geringerer Wärmeleitfähigkeit Verwendung finden. Die erforderlichen Wärmedurchlasswiderstände R von $1,5$ (m² K)/W dürfen nicht unterschritten werden.

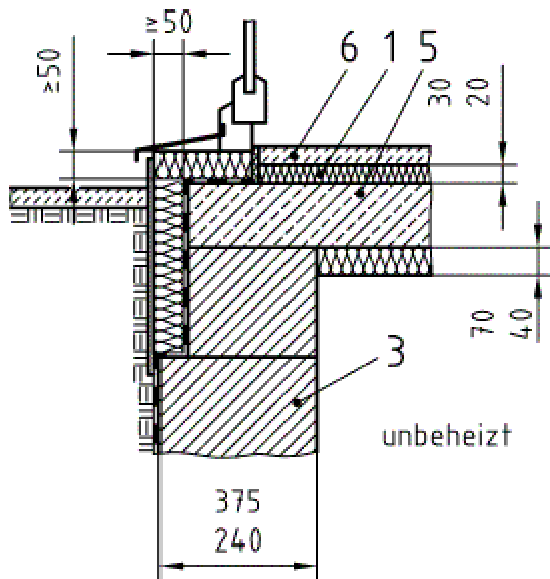
Die unten angegebenen Wanddicken und Wärmeleitfähigkeiten beziehen sich auf das Kellermauerwerk und sind unabhängig von der Wärmeleitfähigkeit des Erdgeschossmauerwerks.



Wärmeleitfähigkeit [W/(m K)]	Ψ_e [W/(m K)] / f_{Rsi} [-]					
	Wanddicke S					
	30,0 cm		36,5 cm		42,5 cm	
0,12	- 0,308	0,778	- 0,290	0,776	- 0,275	0,775
0,16	- 0,334	0,777	- 0,309	0,776	- 0,291	0,774
0,21	- 0,364	0,776	- 0,333	0,775	- 0,312	0,773

7. Terrassentür über unbeheiztem Keller gemäß Bild 68 Beiblatt 2

Bild 68 DIN 4108 Beiblatt 2:2004-01

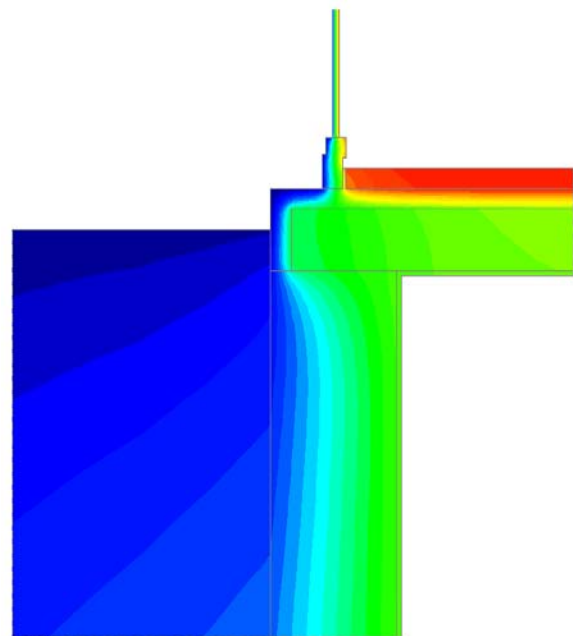
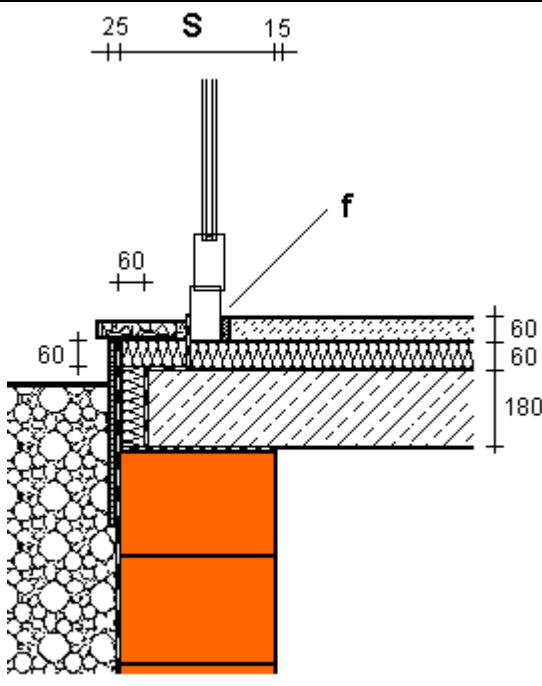


Gleichwertig zu Bild 68 Beiblatt 2.

Die Dicke der Wärmedämmung vor der Deckenstirn beträgt ≥ 60 mm mit mindestens $\lambda = 0,04$ W/(m K). Die Wärmedämmung der Kellerdecke mit ≥ 60 mm liegt ausschließlich auf der Kellerdecke. Die Einbaulage der Fenstertür ist mittig in der Leibung.

Die unten angegebenen Wanddicken und Wärmeleitfähigkeiten beziehen sich auf das Kellermauerwerk und sind unabhängig von der Wärmeleitfähigkeit des Erdgeschossmauerwerks. Die Wärmebrückenverlustkoeffizienten sind lediglich abhängig von der Wanddicke des Kellermauerwerks.

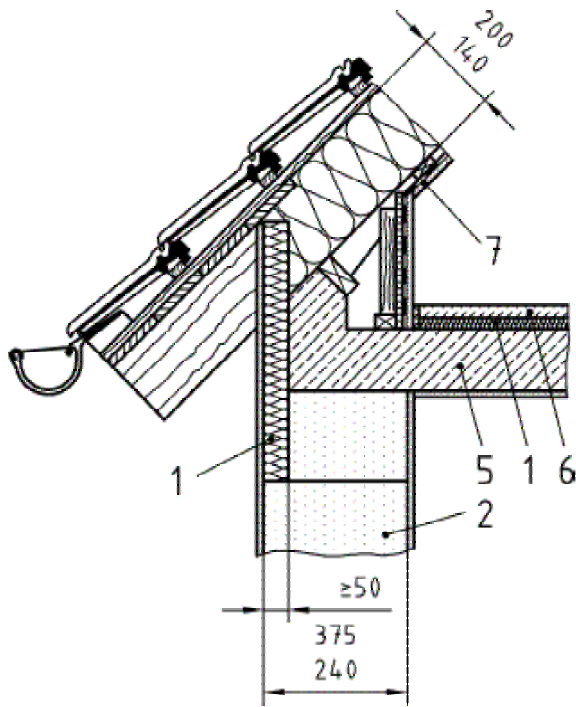
Die dimensionslosen Oberflächentemperaturen liegen unter dem Mindestwert von 0,7. Hier kann an der Türschwelle Oberflächentauwasser auftreten. Dies ist nach DIN 4108-2 Kap. 6.2 kurzzeitig zulässig.



Wärmeleitfähigkeit [W/(m K)]	Ψ_e [W/(m K)] / f_{Rsi} [-]					
	Wanddicke S					
	30,0 cm		36,5 cm		42,5 cm	
0,12	- 0,115	0,582	- 0,120	0,582	- 0,123	0,582
0,16	- 0,115	0,582	- 0,120	0,582	- 0,123	0,582
0,21	- 0,115	0,582	- 0,120	0,582	- 0,123	0,582

8. Sparrendach Traufe des beheizten Dachraums gemäß Bild 86 Beiblatt 2

Bild 86 DIN 4108 Beiblatt 2:2004-01

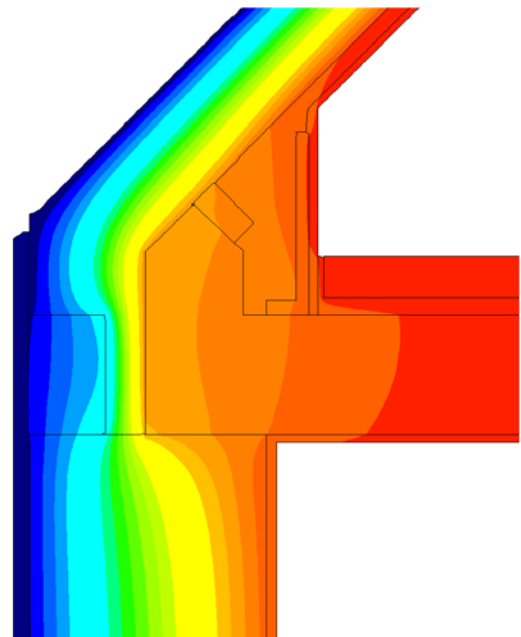
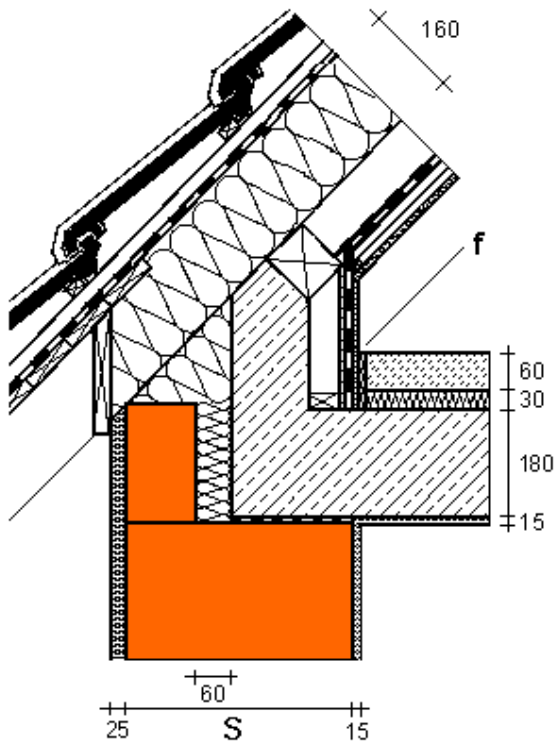


Gleichwertig zu Bild 86 Beiblatt 2.

Die 60 mm Deckenstirndämmung zwischen Abmauerstein und Sparrenaufleger führt zu niedrigeren Wärmebrückenverlustkoeffizienten als in der Beiblatt-Lösung. Die Wärmeleitfähigkeit des Abmauersteins aus DIN - HLz kann bis zu 0,42 W/(m K) betragen.

Bei geringen Wanddicken und großen Auflagertiefen der Dachgeschossdecke können Wärmedämmstoffe geringerer Wärmeleitfähigkeit Verwendung finden. Die erforderlichen Wärmedurchlasswiderstände R von 1,5 (m² K)/W dürfen nicht unterschritten werden.

Die unten angegebenen Wanddicken und Wärmeleitfähigkeiten beziehen sich auf den Regelquerschnitt der Außenwand.



Wärmeleitfähigkeit [W/(m K)]	Ψ_e [W/(m K)] / f_{Rsi} [-]					
	Wanddicke S					
	30,0 cm		36,5 cm		42,5 cm	
0,12	- 0,011	0,912	- 0,002	0,917	- 0,010	0,920
0,16	- 0,049	0,903	- 0,028	0,909	- 0,013	0,912
0,21	- 0,094	0,893	- 0,065	0,898	- 0,046	0,900

4. Fazit

Die zuvor gezeigten Details weisen bei hoher Praxistauglichkeit günstige Wärmebrückenverlustkoeffizienten auf. Sie sind allesamt als gleichwertige Lösungen in Bezug auf die in Beiblatt 2 zu DIN 4108 aufgezeigten Beispiele an zu sehen. Es wird noch einmal deutlich darauf hingewiesen, dass die hier aufgeführten Konstruktionen immer den örtlichen Gegebenheiten unter den Aspekten des Feuchteschutzes, des Brand- und des Schallschutzes sowie den statischen Erfordernissen anzupassen sind.

5. Literatur

[1] Verordnung über einen energie-sparenden Wärmeschutz und energie-sparende Anlagentechnik bei Gebäuden (Energieeinsparverordnung-EnEV) vom Dezember 2001. Bundesgesetzblatt 21. November 2001, Bonn.

[2] Beiblatt 2 zu DIN 4108: Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden, Wärmebrücken, Planungs- und Ausführungsbeispiele, Ausgabe Januar 2004. Beuth Verlag, Berlin.

[3] DIN V 4108-6: Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Teil 4: Berechnung des Jahresheizwärme- und des Jahresheizenergiebedarfs, Ausgabe November 2001. Beuth Verlag, Berlin.

[4] DIN EN ISO 10211: Wärmebrücken im Hochbau - Wärmeströme und Oberflächentemperaturen, Ausgabe 1995. Beuth Verlag, Berlin.

[5] Metzemacher, H.: Vergleichende Untersuchung von Wärmebrückendetails: Beiblatt 2, DIN 4108-2 und Vorzugsdetails. Forschungsbericht im Auftrag der Arbeitsgemeinschaft Mauerziegel e.V. November 2002, Köln.

[6] DIN 4108-2: Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz, Ausgabe März 2001. Beuth Verlag, Berlin.

Klimaton
Interessengemeinschaft e.V.
Ziegeleistraße 10
95145 Oberkotzau

Deutsche Poroton
Cäsariusstraße 83a
53637 Königswinter

Thermopor
Ziegel-Kontor Ulm GmbH
Postfach 4345
89033 Ulm

unipor-Ziegel Marketing
Aidenbachstraße 234
81479 München

Wienerberger Ziegelindustrie
Oldenburger Allee 26
30659 Hannover

© Arbeitsgemeinschaft Mauerziegel e.V.
Bonn
Schaumburg-Lippe-Straße 4
53113 Bonn
www.ziegel.de

Verfasser: Dipl.-Ing. Michael Gierga