

DIN 4108 Beiblatt 2



ICS 91.120.10

Ersatz für
DIN 4108 Beiblatt 2:1998-08

Dieses Beiblatt enthält Informationen zu
DIN 4108, jedoch keine zusätzlich
genormten Festlegungen.

**Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden –
Wärmebrücken –
Planungs- und Ausführungsbeispiele**

Thermal insulation and energy economy in buildings –
Thermal bridges –
Examples for planning and performance

Isolation thermique et économie d'énergie en bâtiments immeubles –
Pontes thermiques –
Exemples pour la conception et l'exécution

Gesamtumfang 86 Seiten

Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN



Inhalt

	Seite
Vorwort.....	3
1 Anwendungsbereich.....	4
2 Planungsempfehlungen	4
3 Ausführungsbeispiele	4
3.1 Allgemeines	4
3.2 Gliederung und Darstellungstechnik	4
3.3 Außenbauteile.....	4
3.4 Hinweise zu Bauteilanschlüssen.....	5
3.5 Gleichwertigkeitsnachweis	5
4 Empfehlung zur energetischen Betrachtung	6
5 Übersichtsmatrix.....	7
6 Beispiele für Ausführungsarten von Anschlussdetails	11
7 Definition der Randbedingungen	60
Literaturhinweise.....	85

Vorwort

Die Bedeutung energiesparender Maßnahmen, insbesondere auf dem Gebiet der Gebäudeheizung, steht in engem Zusammenhang mit der Lösung von Umweltproblemen und ist ein vorrangiges, gesellschaftliches Anliegen.

Eine wesentliche Voraussetzung zur Einsparung von Heizenergie ist ein guter Wärmeschutz der Außenbauteile. Dabei ist zu beachten, dass die wärmeschutztechnische Qualität der Außenbauteile nicht nur von den Wärmedurchlasswiderständen (R) bzw. von den Wärmedurchgangskoeffizienten (U) der einzelnen Außenbauteile abhängt, sondern auch von der Ausbildung der Anschlussbereiche zwischen den einzelnen Bauteilen. Dieses Phänomen wird mit zunehmender Verbesserung des Wärmeschutzes bedeutsamer: Aus energetischer Sicht sind Wärmebrücken zu beachten, da ihr Anteil am Transmissionswärmeverlust eines Gebäudes erheblich sein kann.

Aus Gründen der Behaglichkeit ist es wünschenswert, möglichst gleichmäßige innere Oberflächentemperaturen zu erhalten. Wärmebrücken sind dabei die Schwachstellen, da sich an ihnen in der Regel die tiefsten raumseitigen Oberflächentemperaturen einstellen.

Tauwasserbildung setzt überall dort ein, wo die örtliche Oberflächentemperatur die Taupunkttemperatur des jeweiligen Wasserdampfdruckes unterschreitet. Tauwasserschäden treten deshalb in der Regel zuerst im Bereich von Wärmebrücken auf. Schimmelpilzbildung kann bereits bei Luftfeuchten erfolgen, die noch keine Tauwasserbildung zur Folge haben. Je nach Oberflächenmaterial kann bei relativen Luftfeuchten über etwa 80 %, entsprechend der dazugehörigen Oberflächentemperatur, auf dem Wege der Kapillarkondensation Feuchte aufgenommen werden und bei entsprechender Dauer zur Schimmelpilzbildung führen (siehe auch [18]).

Änderungen

Gegenüber Beiblatt 2 zu DIN 4108:1998-08 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Grundsätzliche Änderungen und Erweiterungen des Beiblattes 2.
- b) Aufnahme des Kapitels 3.5 „Gleichwertigkeitsnachweis“.
- c) Aufnahme des Kapitels 4 „Empfehlung zur energetischen Betrachtung“.
- d) Aufnahme neuer Anschlussdetails.
- e) Energetische Bewertung der Anschlussdetails.

Frühere Ausgaben

DIN 4108 Bbl 2: 1998-08

1 Anwendungsbereich

Dieses Beiblatt enthält Planungs- und Ausführungsbeispiele zur Verminderung von Wärmebrückenwirkungen. Das Beiblatt stellt Prinzipskizzen von Anschlussdetails aus dem Hochbau dar.

Bemessungswerte der Wärmebrückenverlustkoeffizienten und der Temperaturfaktoren können Wärmebrückenkatalogen (siehe z. B. [1] bis [10]) entnommen oder nach DIN EN ISO 10211-1 und DIN EN ISO 10211-2 (siehe auch [16] und [17]) berechnet werden.

Die angegebenen Wärmebrückenverlustkoeffizienten ψ dienen ausschließlich dem Nachweis der Gleichwertigkeit anderer, nicht im Beiblatt abgebildeter Anschlussausbildungen.

2 Planungsempfehlungen

Allgemeine Planungsempfehlungen zur Reduzierung von Wärmebrücken sind:

- Vermeidung stark gegliederter Baukörper;
- wärmetechnische Trennung auskragender Bauteile (Balkonplatten, Attiken, Tragkonsolen usw.) vom angrenzenden Baukörper;
- durchgehende Dämmebene, z. B. Wärmedämm-Verbundsystem auf einer Außenwand, Kelleraußenwand mit Außenwanddämmung und Übergang der einzelnen Dämmstoffebenen ohne Schwächung

3 Ausführungsbeispiele

3.1 Allgemeines

Dieses Beiblatt enthält Beispiele für Anschlussausbildungen um

- Konstruktionsempfehlungen auszusprechen und
- ein Referenzniveau für die Güte einer Anschlussausbildung festzulegen.

Es werden ausschließlich Anschlussausbildungen dargestellt, bei denen der Temperaturfaktor f_{Rsi} den in DIN 4108-2 geforderten Grenzwert von 0,7 einhält.

3.2 Gliederung und Darstellungstechnik

Die in diesem Beiblatt aufgeführten Beispiele geben Ausführungsarten von Anschlussausbildungen wieder. Die Anschlussausbildungen sind als Übersichtsmatrix in den Bildern der Tabelle 1 als Piktogramme dargestellt. Zur Erleichterung der Auffindbarkeit der einzelnen Details sind darin die Bildnummern der Anschlüsse eingetragen. Anschlussdetails, die nicht in diesem Beiblatt aufgeführt sind, deren Ausführung aber grundsätzlich ähnlich ist, werden in dieser Matrix gekennzeichnet.

3.3 Außenbauteile

Die betrachteten Außenbauteile stellen derzeit übliche Konstruktionen dar. Da die verwendeten Materialien unterschiedliche Wärmeleitfähigkeiten aufweisen und geringe Abweichungen der Schichtdicken möglich sind, werden keine Angaben zu den Wärmedurchgangskoeffizienten gemacht. Die dargestellten Maße sind Ungefährangaben, die im Einzelfall variiert werden können. Für die Wärmebrückenwirkung unbedeutende Schichten sind nicht vermaßt.

3.4 Hinweise zu Bauteilanschlüssen

In Kapitel 6 sind Beispiele für Ausführungsarten verschiedener Bauteilanschlüsse dargestellt.

Balkonplatten werden im vorliegendem Beiblatt nur als wärmetechnisch getrennte Konstruktionen behandelt. Andere Ausführungen unterschreiten in vielen Fällen die Mindestanforderungen nach DIN 4108-2.

Bei den Fensteranschlussdetails sind Abdichtungen, Befestigungen, Unterfütterungen für Trittfestigkeit im Bereich der Fenstertüren usw. nicht detailliert dargestellt.

Aufsparrendämmsysteme und Porenbetondächer sind entsprechend den Bildern 82 bis 87 zu führen.

Der Einfluss von Drahtankern bei zweischaligen Außenwänden wird bei der ψ -Wert Berechnung nicht berücksichtigt. Ebenso bleiben bei Holzverschalungen oder gleichwertigen Konstruktionen Befestigungen mit stiftförmigen metallischen Verbindungsmitteln unberücksichtigt.

Die ψ -Werte für die Anschlüsse in Holzbauweise beziehen sich auf den Wärmedurchgangskoeffizienten des Gefachs.

Dachflächenfenster und Rollladenkästen sind im Vergleich zu den sonstigen Bauteilanschlüssen recht komplexe Konstruktionen, die in ihrer Detailausbildung stark variieren können. Es ist daher nicht möglich, bei den in diesem Beiblatt dargestellten Prinzipskizzen Angaben bezüglich der Einhaltung der minimalen inneren Oberflächentemperatur zu machen. Dieser Nachweis ist vom Hersteller zu erbringen. Bei der Einbindung der Rollladenschiene sollten die Ausbildungen der dargestellten Laibungsanschlüsse sichergestellt sein. Bei Dachflächenfenstern ist nach Möglichkeit die herstellereigene Systemlösung (Fenster und Zarge) zu verwenden. Für handwerklich erstellte Detailausbildungen sollte das vom Hersteller des jeweiligen Dachfensters empfohlene Konstruktionsprinzip sinngemäß angewendet werden.

3.5 Gleichwertigkeitsnachweis

Die Randbedingungen, die bei der Ermittlung der in Kapitel 6 dargestellten ψ -Werte verwendet wurden, sind in Kapitel 7 dargestellt. Für die Stoffwerte und Bauteilabmessungen wurden bei Festlegung einer Wärmeleitfähigkeit für Dämmstoff von 0,04 W/(mK) jeweils die Werte gewählt, die einen hohen ψ -Wert ergeben. Eine eindeutige Reproduzierbarkeit der angegebenen ψ -Werte ist somit nicht gegeben, sie dienen nicht der Validierung eigener Berechnungen. Die in Kapitel 7 dargestellten Systemgrenzen zusatzgedämmter Außenwände gelten vereinfachend gleichermaßen für zweischaliges Mauerwerk mit und ohne Hinterlüftung der Vormauerschale.

Zur Ermittlung der Gleichwertigkeitsbedingungen bei erdberührten Bauteilen kann für die Faktoren F_{bw} und F_{bf} vereinfachend für beide Werte 0,6 angesetzt werden (Entsprechend $R > 1,0 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ für F_{bw}).

Für die Beziehung zwischen Temperaturkorrekturfaktor F und Temperaturfaktor f gilt: $F = 1 - f$

Bei der Führung des Gleichwertigkeitsnachweises sollte folgendermaßen verfahren werden.

- a) Bei der Möglichkeit einer eindeutigen Zuordnung des konstruktiven Grundprinzips und bei Vorliegen der Übereinstimmung der beschriebenen Bauteilabmessungen und Baustoffeigenschaften ist eine Gleichwertigkeit gegeben;
- b) Bei Materialien mit abweichender Wärmeleitfähigkeit erfolgt der Nachweis der Gleichwertigkeit über den Wärmedurchlasswiderstand der jeweiligen Schicht;
- c) Ist auf diesem Wege keine Übereinstimmung zu erzielen, so sollte die Gleichwertigkeit des entsprechenden Anschlussdetails mit einer Wärmebrückenberechnung nach den in DIN EN ISO 10211-1 beschriebenen Verfahren unter Verwendung der in Kapitel 7 angegebenen Randbedingungen vorgenommen werden;
- d) Ebenso können ψ -Werte Veröffentlichungen oder Herstellernachweisen entnommen werden, die auf den in diesem Beiblatt festgelegten Randbedingungen basieren.

4 Empfehlung zur energetischen Betrachtung

Bei der energetischen Betrachtung können folgende Details vernachlässigt werden:

- Anschluss Außenwand/Außenwand (Außen- und Innenecke);
- Anschluss Innenwand an durchlaufende Außenwand oder obere oder untere Außenbauteile, die nicht durchstoßen werden bzw. eine durchlaufende Dämmschicht mit einer Dicke ≥ 100 mm bei einer Wärmeleitfähigkeit von $0,04$ W/(mK) aufweisen;
- Anschluss Geschossdecke (zwischen beheizten Geschossen) an Außenwand, bei der eine durchlaufende Dämmschicht mit einer Dicke ≥ 100 mm bei einer Wärmeleitfähigkeit von $0,04$ W/(mK) vorliegt;
- einzeln auftretende Türanschlüsse von Wohngebäuden in der wärmetauschenden Hüllfläche (Haustür, Kellerabgangstür, Kelleraußentür, Türen zum unbeheizten Dachraum).

5 Übersichtsmatrix

Tabelle 1 — Detailübersicht

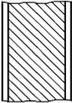
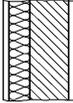
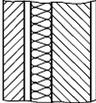
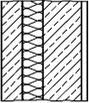
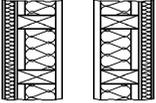
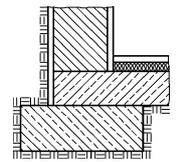
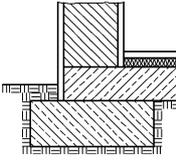
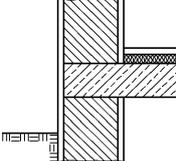
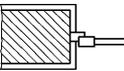
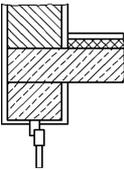
Art des Anschlusses		Regelquerschnitt				
		M	A	K	S	H
						
Bild						
1		Bild 1 bis Bild 3	Bild 4 bis Bild 6	—	Bild 7 bis Bild 9	—
1.1		Bild 10 bis Bild 12	Bild 13 bis Bild 15	Bild 16 bis Bild 18		Bild 19 bis Bild 24
2		Bild 25 bis Bild 28	Bild 29 bis Bild 31	Bild 32 bis Bild 35		Bild 36 bis Bild 41
3		Bild 42	Bild 43	Bild 44 bis Bild 46		Bild 47
4		Bild 48	Bild 49	Bild 50 bis Bild 52		Bild 53
5		Bild 54	Bild 55	Bild 56 bis Bild 58		Bild 59

Tabelle 1 (fortgesetzt)

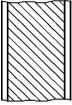
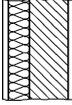
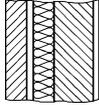
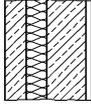
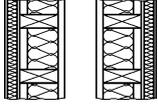
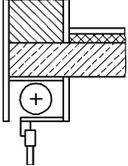
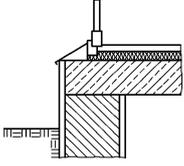
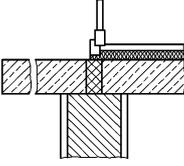
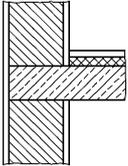
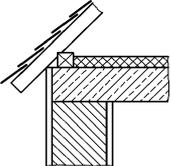
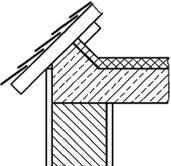
Art des Anschlusses		Regelquerschnitt				
		M	A	K	S	H
						
Bild						
6		Bild 60	Bild 61	Bild 62 bis Bild 64	Bild 65 bis Bild 66	
7		Bild 67 bis Bild 68	Bild 69 bis Bild 70		—	
8		Bild 71			—	
9		Bild 72	Bild 73	Bild 74	Bild 75	
10		Bild 76 bis Bild 77	Bild 78		—	
11		Bild 79 bis Bild 80	Bild 81		—	

Tabelle 1 (fortgesetzt)

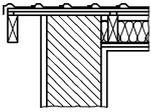
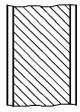
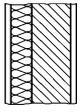
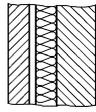
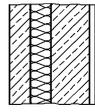
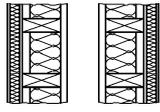
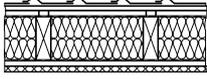
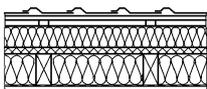
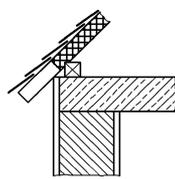
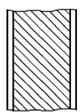
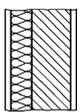
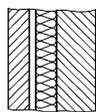
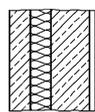
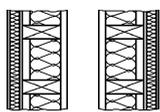
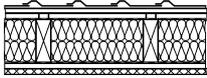
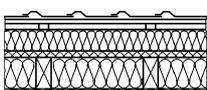
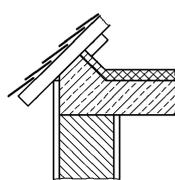
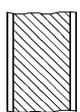
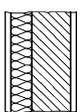
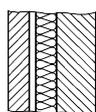
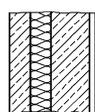
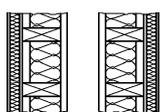
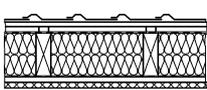
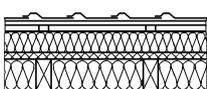
Ortgang		M	A	K	S	H
						
12		Bild 82	Bild 83			—
13						—
Traufe, Pfettendach		M	A	K	S	H
						
14		Bild 84	Bild 85			—
15						—
Traufe, Pfettendach		M	A	K	S	H
						
16		Bild 86	Bild 87			—
17						—

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Attika-Anschluss		M	A	K	S	H
18		Bild 88	Bild 89	Bild 90		—

		Regelquerschnitt	
		DZ	DA
Art des Anschlusses			
19		Bild 91 bis Bild 92	
20		Bild 93	
21		Bild 94	
22		Bild 95	
23		Bild 96	

6 Beispiele für Ausführungsarten von Anschlussdetails

Die für die Anschlussausbildung maßgeblichen Materialien mit den zu Grunde gelegten Bemessungswerten der Wärmeleitfähigkeiten sind in Tabelle 2 dargestellt.

In den nachfolgenden Bildern 1 – 96 sind alle Maße in mm angegeben, die Bezifferungen in den Bildern verweisen auf die Baustoff- bzw. Materialbezeichnung in Tabelle 2.

Tabelle 2 — Zeichenerklärung für die dargestellten Materialien

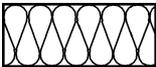
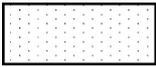
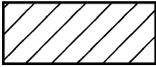
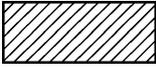
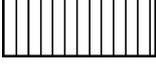
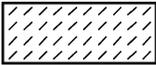
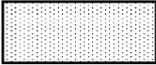
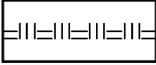
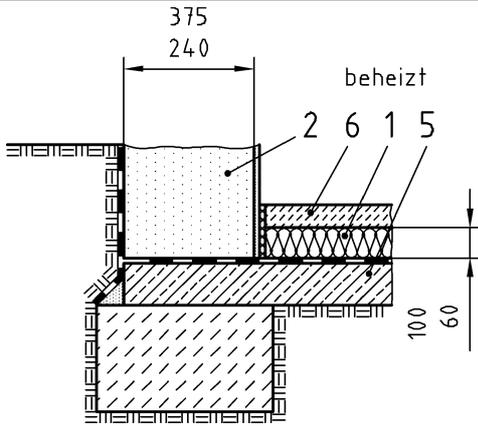
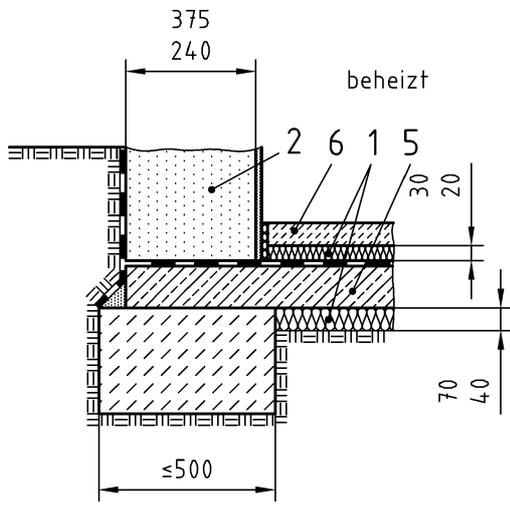
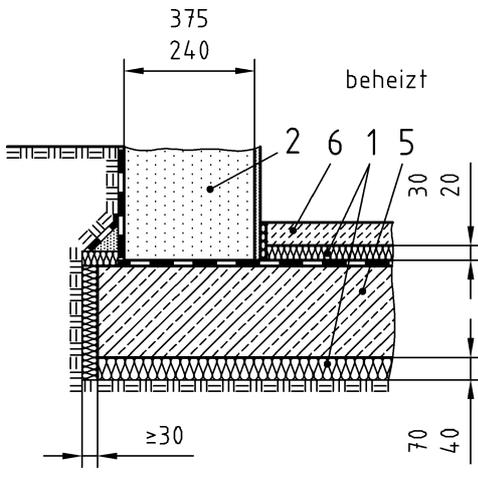
Nummer des Bildelements	Zeichnerische Abbildung	Material	Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit λ W/(m · K)
1		Wärmedämmung	0,04 ¹⁾
2		Mauerwerk	$\leq 0,21$ ²⁾
3			$0,21 < \lambda < 1,1$
4			$\geq 1,1$
5		Stahlbeton	2,1
6		Estrich	—
7		Gipskartonplatte	—
8		Holzwerkstoffplatte	—
—		Holz	—

Tabelle 2 (fortgesetzt)

Nummer des Bildelements	Zeichnerische Abbildung	Material	Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit λ W/(m · K)
—		unbewehrter Beton	—
—		Putz	—
—		Erdreich	—
<p>1) Allen Maßangaben bei Wärmedämmstoffen liegt eine Wärmeleitfähigkeit von $\lambda = 0,04 \text{ W/(mK)}$ zugrunde.</p> <p>2) Zur Einhaltung des Mindestwärmeschutzes sollte bei einschaligem Mauerwerk mit 300 mm Wanddicke eine Wärmeleitfähigkeit = $0,18 \text{ W/(m} \times \text{K)}$ und für Mauerwerk mit 240 mm Wanddicke eine Wärmeleitfähigkeit = $0,14 \text{ W/(mK)}$ eingehalten werden.</p>			

<p>Bild 1 — Bodenplatte/Keller — monolithisches Mauerwerk</p>	<p>Bemerkungen:</p>
	<p>$\Psi \leq -0,04 W / (m \cdot K)$</p>

<p>Bild 2 — Bodenplatte/Keller — monolithisches Mauerwerk</p>	<p>Bemerkungen:</p>
	<p>$\Psi \leq 0,15 W / (m \cdot K)$</p>

<p>Bild 3 — Bodenplatte/Keller — monolithisches Mauerwerk</p>	<p>Bemerkungen:</p>
	<p>$\Psi \leq -0,02 W / (m \cdot K)$</p>

<p>Bild 4 — Bodenplatte/Keller – außengedämmtes Mauerwerk</p>	<p>Bemerkungen:</p>
	<p>$\Psi \leq 0,30 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$</p>

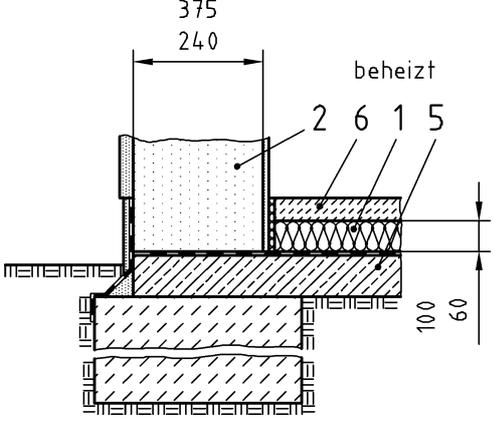
<p>Bild 5 — Bodenplatte/Keller – außengedämmtes Mauerwerk</p>	<p>Bemerkungen:</p>
	<p>$\Psi \leq 0,40 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$</p>

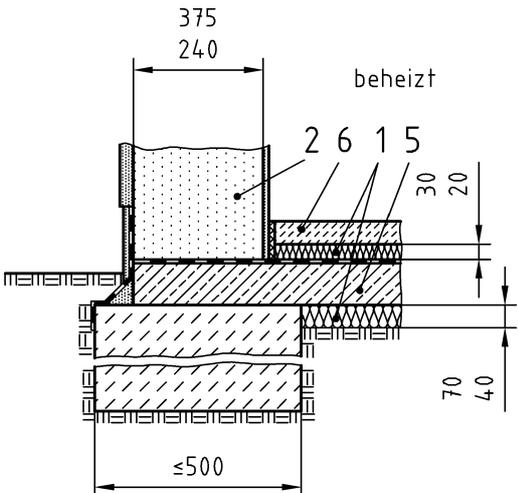
<p>Bild 6 — Bodenplatte/Keller – außengedämmtes Mauerwerk</p>	<p>Bemerkungen:</p>
	<p>$\Psi \leq -0,04 W / (m \cdot K)$</p>

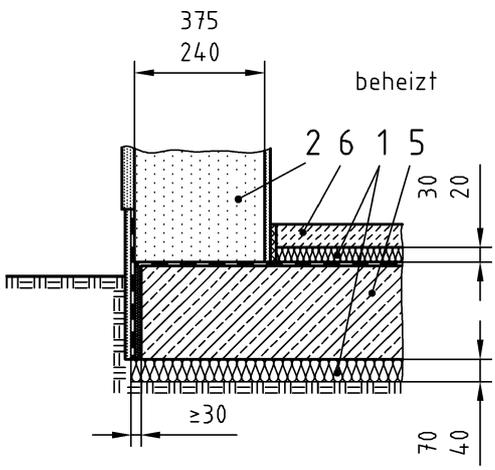
<p>Bild 7 — Bodenplatte/Keller – außengedämmter Stahlbeton</p>	<p>Bemerkungen:</p>
	<p>$\Psi \leq 0,43 W / (m \cdot K)$</p>

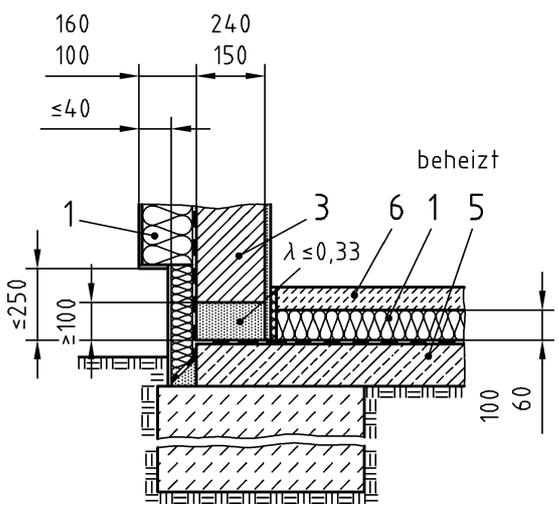
<p>Bild 8 — Bodenplatte/Keller – außengedämmter Stahlbeton</p>	<p>Bemerkungen:</p>
	<p>$\Psi \leq 0,50 W / (m \cdot K)$</p>

<p>Bild 9 — Bodenplatte/Keller – außengedämmter Stahlbeton</p>	<p>Bemerkungen:</p>
	<p>Kann auch ohne Dämmung unter dem Estrich ausgeführt werden.</p>
	<p>$\Psi \leq -0,03 W / (m \cdot K)$</p>

<p>Bild 10 — Bodenplatte auf Erdreich — monolithisches Mauerwerk</p>	<p>Bemerkungen:</p>
	<p>$\Psi \leq -0,05 W / (m \cdot K)$</p>

<p>Bild 11 — Bodenplatte auf Erdreich — monolithisches Mauerwerk</p>	<p>Bemerkungen:</p>
	<p>$\Psi \leq 0,20 W / (m \cdot K)$</p>

<p>Bild 12 — Bodenplatte auf Erdreich — monolithisches Mauerwerk</p>	<p>Bemerkungen:</p>
	<p>$\Psi \leq 0,08 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$</p>

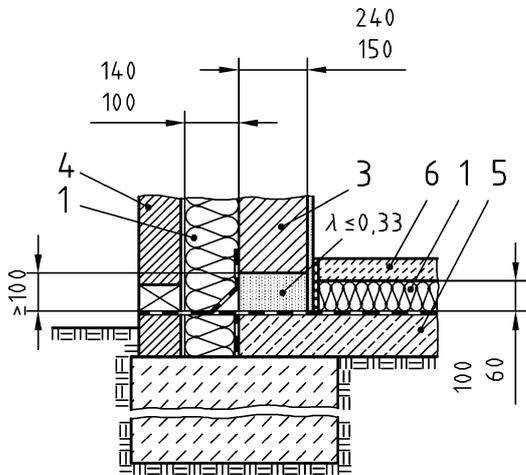
<p>Bild 13 — Bodenplatte auf Erdreich — außengedämmtes Mauerwerk</p>	<p>Bemerkungen:</p>
	<p>Auf die Verwendung eines wärmetechnisch verbesserten Kimmsteins ($\lambda \leq 0,33 \text{ W/mK}$) kann verzichtet werden, wenn das Streifenfundament stirnseitig gedämmt wird. Die Einbindetiefe der erdberührten Wärmedämmung ($d \geq 60 \text{ mm}$) beträgt mindestens 300 mm von Oberkante Bodenplatte (Rohdecke) gemessen, siehe auch Bild 31.</p> <p>$\Psi \leq 0,14 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$</p>

<p>Bild 14 — Bodenplatte auf Erdreich — außengedämmtes Mauerwerk</p>	<p>Bemerkungen:</p>
	<p>Auf die Verwendung eines wärmetechnisch verbesserten Kimmsteins ($\lambda \leq 0,33 \text{ W/mK}$) kann verzichtet werden, wenn das Streifenfundament stirnseitig gedämmt wird. Die Einbindetiefe der erdberührten Wärmedämmung ($d \geq 60 \text{ mm}$) beträgt mindestens 300 mm von Oberkante Bodenplatte (Rohdecke) gemessen, siehe auch Bild 30.</p>
	<p>$\Psi \leq 0,34 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$</p>

<p>Bild 15 — Bodenplatte auf Erdreich — außengedämmtes Mauerwerk</p>	<p>Bemerkungen:</p>
	<p>Kann auch ohne Dämmung unter dem Estrich ausgeführt werden.</p>
	<p>$\Psi \leq 0,11 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$</p>

Bild 16 — Bodenplatte auf Erdreich — zweischaliges Mauerwerk

Bemerkungen:

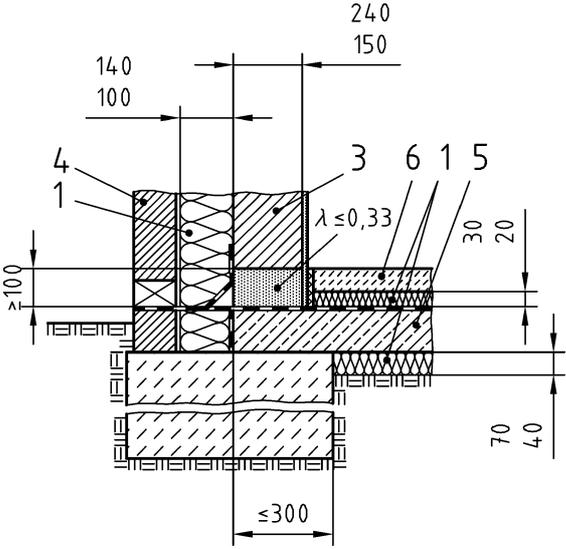


Auf die Verwendung eines wärmetechnisch verbesserten Kimmsteins ($\lambda \leq 0,33 \text{ W/mK}$) kann verzichtet werden, wenn die Kerndämmung weiter herabgeführt wird. Die Einbindetiefe dieser Kerndämmung ($d \geq 60 \text{ mm}$) beträgt mindestens 300 mm von Oberkante Bodenplatte (Rohdecke) gemessen, siehe auch Bild 35.

$$\Psi \leq 0,10 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$$

Bild 17 — Bodenplatte auf Erdreich — zweischaliges Mauerwerk

Bemerkungen:



Auf die Verwendung eines wärmetechnisch verbesserten Kimmsteins ($\lambda \leq 0,33 \text{ W/mK}$) kann verzichtet werden, wenn die Kerndämmung weiter herabgeführt wird. Die Einbindetiefe dieser Kerndämmung ($d \geq 60 \text{ mm}$) beträgt mindestens 300 mm von Oberkante Bodenplatte (Rohdecke) gemessen, siehe auch Bild 34.

$$\Psi \leq 0,29 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$$

<p>Bild 18 — Bodenplatte auf Erdreich — außengedämmter Stahlbeton</p>	<p>Bemerkungen:</p>
	<p>Kann auch ohne Dämmung unter dem Estrich ausgeführt werden.</p>
	<p>$\Psi \leq 0,11 W / (m \cdot K)$</p>

<p>Bild 19 — Bodenplatte auf Erdreich — Holzbauart</p>	<p>Bemerkungen:</p>
	<p>$\Psi \leq -0,02 W / (m \cdot K)$</p>

Bild 20 — Bodenplatte auf Erdreich — Holzbauart	Bemerkungen:
	<p style="text-align: center;">$\Psi \leq -0,03 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$</p>

Bild 21 — Bodenplatte auf Erdreich — Holzbauart	Bemerkungen:
	<p style="text-align: center;">$\Psi \leq 0,23 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$</p>

Bild 22 — Bodenplatte auf Erdreich – Holzbauart	Bemerkungen:
	$\Psi \leq 0,20 W / (m \cdot K)$

Bild 23 — Bodenplatte auf Erdreich – Holzbauart	Bemerkungen:
	$\Psi \leq 0,11 W / (m \cdot K)$

Bild 24 — Bodenplatte auf Erdreich — Holzbauart	Bemerkungen:
	<p style="text-align: center;">$\Psi \leq 0,13W/(m \cdot K)$</p>

Bild 25 — Kellerdecke — monolithisches Mauerwerk	Bemerkungen:
	<p style="text-align: center;">$\Psi \leq 0,07W/(m \cdot K)$</p>

<p>Bild 26 — Kellerdecke – monolithisches Mauerwerk</p>	<p>Bemerkungen:</p>
	<p>$\Psi \leq 0,10 W / (m \cdot K)$</p>

<p>Bild 27 — Kellerdecke – monolithisches Mauerwerk</p>	<p>Bemerkungen:</p>
	<p>$\Psi \leq 0,11 W / (m \cdot K)$</p>

<p>Bild 30 — Kellerdecke – außengedämmtes Mauerwerk</p>	<p>Bemerkungen:</p>
	<p>$\Psi \leq 0,30 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$</p>

<p>Bild 31 — Kellerdecke – außengedämmtes Mauerwerk</p>	<p>Bemerkungen:</p>
	<p>$\Psi \leq 0,20 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$</p>

Bild 32 — Kellerdecke – kerngedämmtes Mauerwerk	Bemerkungen:
	<p style="text-align: center;">$\Psi \leq 0,22 \text{ W / (m \cdot K)}$</p>

Bild 33 — Kellerdecke – kerngedämmtes Mauerwerk	Bemerkungen:
	<p style="text-align: center;">$\Psi \leq 0,11 \text{ W / (m \cdot K)}$</p>

<p>Bild 34 — Kellerdecke – kerngedämmtes Mauerwerk</p>	<p>Bemerkungen:</p>
	<p>$\Psi \leq 0,19 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$</p>

<p>Bild 35 — Kellerdecke – kerngedämmtes Mauerwerk</p>	<p>Bemerkungen:</p>
	<p>$\Psi \leq 0,20 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$</p>

Bild 36 — Kellerdecke – Holzbauart	Bemerkungen:
	$\Psi \leq 0,19 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$

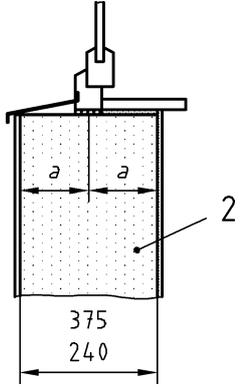
Bild 37 — Kellerdecke – Holzbauart	Bemerkungen:
	$\Psi \leq 0,24 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$

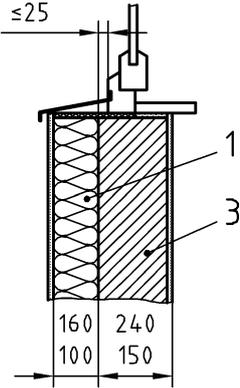
Bild 38 — Kellerdecke – Holzbauart	Bemerkungen:
	$\Psi \leq 0,24 W / (m \cdot K)$

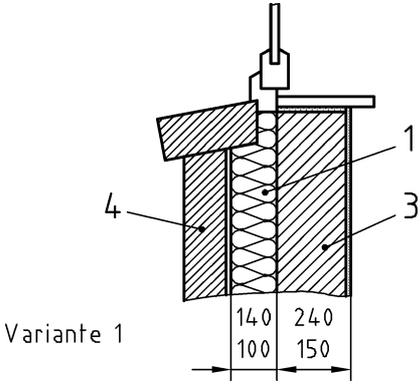
Bild 39 — Kellerdecke – Holzbauart	Bemerkungen:
	$\Psi \leq 0,21 W / (m \cdot K)$

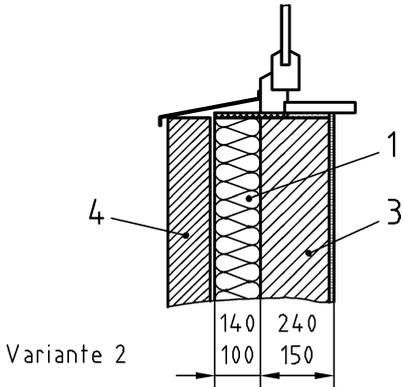
Bild 40 — Kellerdecke — Holzbauart	Bemerkungen:
	$\Psi \leq 0,02 \text{ W / (m} \cdot \text{K)}$

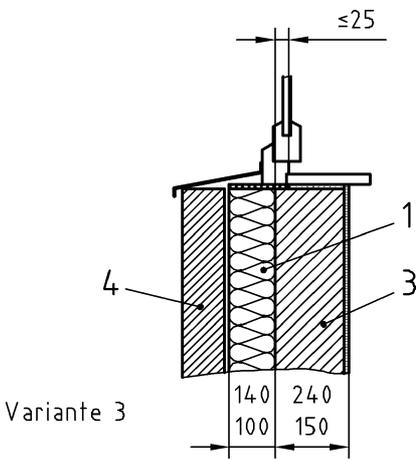
Bild 41 — Kellerdecke — Holzbauart	Bemerkungen:
	$\Psi \leq -0,02 \text{ W / (m} \cdot \text{K)}$

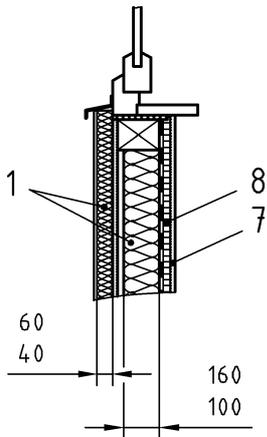
<p>Bild 42 — Fensterbrüstung – monolithisches Mauerwerk</p>	<p>Bemerkungen:</p>
	<p>Lage des Fensters im mittleren Drittel der Wand zulässig. Der Ψ - Wert ist für mittigen Einbau angegeben. Die Fuge zwischen Blendrahmen und Baukörper sollte mit Dämmstoff ($\geq 10\text{mm}$) ausgefüllt sein.</p> <p style="text-align: right;">$\Psi \leq 0,07\text{ W / (m \cdot K)}$</p>

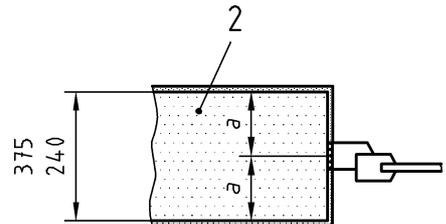
<p>Bild 43 — Fensterbrüstung – außengedämmtes Mauerwerk</p>	<p>Bemerkungen:</p>
	<p>Die Fuge zwischen Blendrahmen und Baukörper sollte mit Dämmstoff ($\geq 10\text{mm}$) ausgefüllt sein.</p> <p style="text-align: right;">$\Psi \leq 0,14\text{ W / (m \cdot K)}$</p>

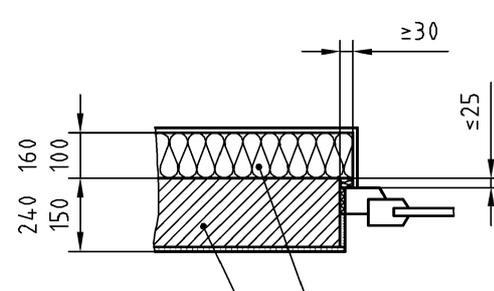
<p>Bild 44 — Fensterbrüstung – kerngedämmtes Mauerwerk</p>	<p>Bemerkungen:</p>
 <p>Variante 1</p>	<p style="text-align: right;">$\Psi \leq 0,04\text{ W / (m \cdot K)}$</p>

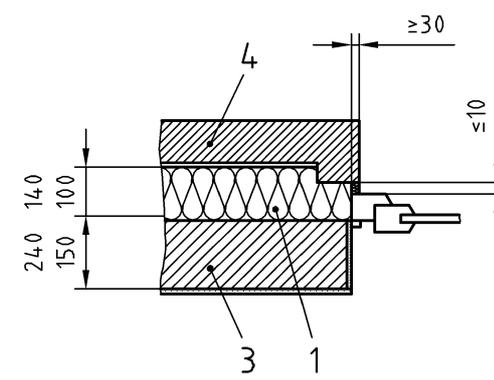
<p>Bild 45 — Fensterbrüstung – kerngedämmtes Mauerwerk</p>	<p>Bemerkungen:</p>
	<p>Die Fuge zwischen Blendrahmen und Baukörper sollte mit Dämmstoff ($\geq 10\text{mm}$) ausgefüllt sein.</p>
<p>$\Psi \leq 0,11\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$</p>	

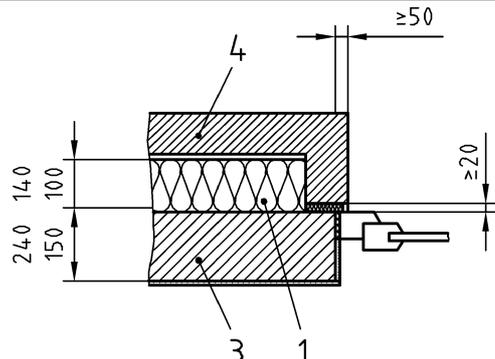
<p>Bild 46 — Fensterbrüstung – kerngedämmtes Mauerwerk</p>	<p>Bemerkungen:</p>
	<p>Die Fuge zwischen Blendrahmen und Baukörper ist mit Dämmstoff ($\geq 10\text{mm}$) auszufüllen.</p>
<p>$\Psi \leq 0,05\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$</p>	

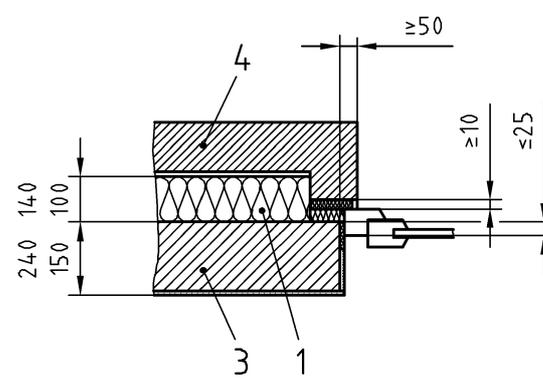
<p>Bild 47 — Fensterbrüstung – Holzbauart</p>	<p>Bemerkungen:</p>
	<p>Die Fuge zwischen Blendrahmen und Baukörper ist mit Dämmstoff ($\geq 10\text{mm}$) auszufüllen.</p>
<p>$\Psi \leq 0,04\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$</p>	

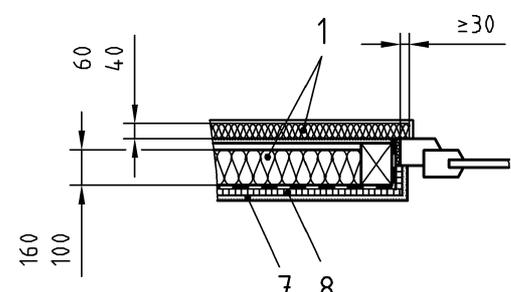
<p>Bild 48 — Fensterlaibung – monolithisches Mauerwerk</p>	<p>Bemerkungen:</p>
	<p>Lage des Fensters im mittleren Drittel der Wand zulässig. Der Ψ - Wert ist für mittigen Einbau angegeben. Die Fuge zwischen Blendrahmen und Baukörper sollte mit Dämmstoff ($\geq 10\text{mm}$) ausgefüllt sein.</p>
<p style="text-align: center;">$\Psi \leq 0,05\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$</p>	

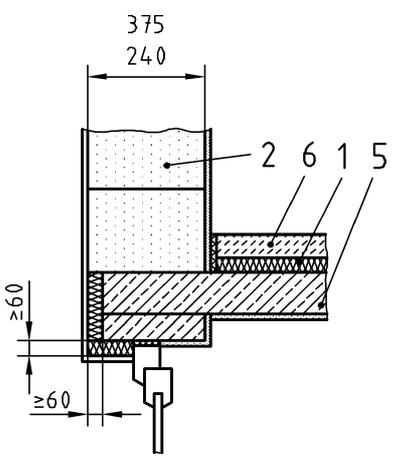
<p>Bild 49 — Fensterlaibung – außengedämmtes Mauerwerk</p>	<p>Bemerkungen:</p>
	<p>Die Fuge zwischen Blendrahmen und Baukörper sollte mit Dämmstoff ($\geq 10\text{mm}$) ausgefüllt sein.</p>
<p style="text-align: center;">$\Psi \leq 0,08\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$</p>	

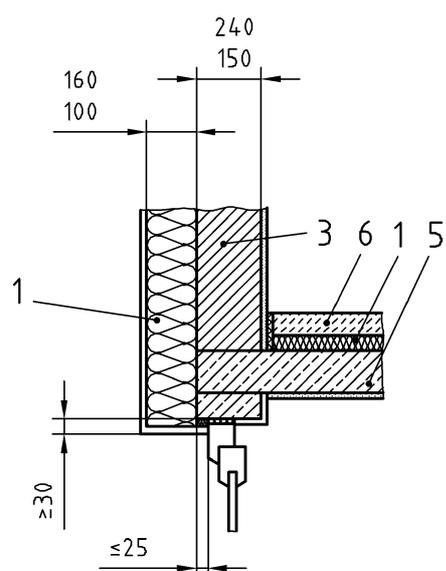
<p>Bild 50 — Fensterlaibung – kerngedämmtes Mauerwerk</p>	<p>Bemerkungen:</p>
	<p>Wärmebrückenwirkung durch Einbaulage ausreichend optimiert.</p>
<p>Variante 1</p>	<p style="text-align: center;">$\Psi \leq 0,03\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$</p>

<p>Bild 51 — Fensterlaibung – kerngedämmtes Mauerwerk</p>	<p>Bemerkungen:</p>
	<p>Die Fuge zwischen Blendrahmen und Baukörper sollte mit Dämmstoff ($\geq 10\text{mm}$) ausgefüllt sein.</p>
<p>Variante 2</p>	<p>$\Psi \leq 0,06\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$</p>

<p>Bild 52 — Fensterlaibung – kerngedämmtes Mauerwerk</p>	<p>Bemerkungen:</p>
	<p>Die Fuge zwischen Blendrahmen und Baukörper sollte mit Dämmstoff ($\geq 10\text{mm}$) ausgefüllt sein</p>
<p>Variante 3</p>	<p>$\Psi \leq 0,03\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$</p>

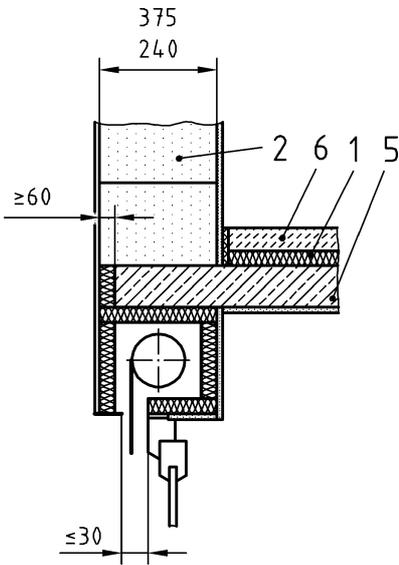
<p>Bild 53 — Fensterlaibung – Holzbauart</p>	<p>Bemerkungen:</p>
	<p>Die Fuge zwischen Blendrahmen und Baukörper sollte mit Dämmstoff ($\geq 10\text{mm}$) ausgefüllt sein</p>
<p></p>	<p>$\Psi \leq 0,03\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$</p>

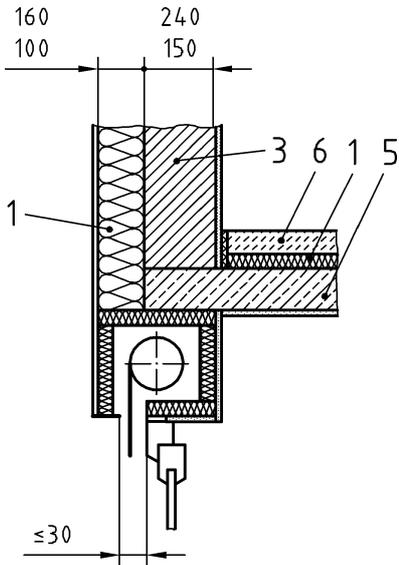
<p>Bild 54 — Fenstersturz – monolithisches Mauerwerk</p>	<p>Bemerkungen:</p>
	<p>Lage des Fensters im mittleren Drittel der Wand zulässig. Der Ψ-Wert ist für mittigen Einbau angegeben. Die Fuge zwischen Blendrahmen und Baukörper sollte mit Dämmstoff ($\geq 10\text{mm}$) ausgefüllt sein</p>
<p>$\Psi \leq 0,15\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$</p>	

<p>Bild 55 — Fenstersturz – außengedämmtes Mauerwerk</p>	<p>Bemerkungen:</p>
	<p>Die Fuge zwischen Blendrahmen und Baukörper sollte mit Dämmstoff ($\geq 10\text{mm}$) ausgefüllt sein</p>
<p>$\Psi \leq 0,05\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$</p>	

<p>Bild 58 — Fenstersturz – kerngedämmtes Mauerwerk</p>	<p>Bemerkungen:</p>
<p>Variante 3</p>	<p>Die Fuge zwischen Blendrahmen und Baukörper sollte mit Dämmstoff ($\geq 10\text{mm}$) ausgefüllt sein.</p>
	<p>$\Psi \leq 0,05\text{W} / (\text{m} \cdot \text{K})$</p>

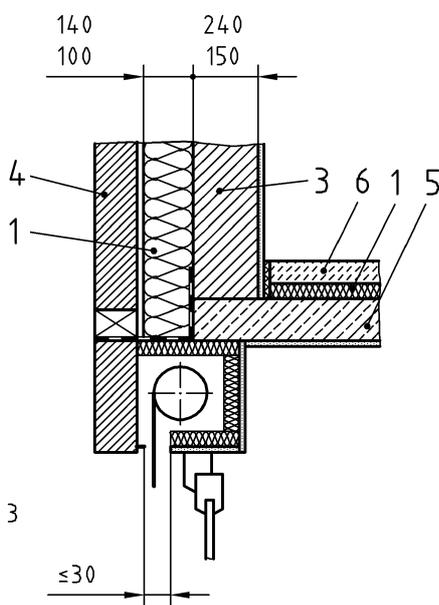
<p>Bild 59 — Fenstersturz – Holzbauart</p>	<p>Bemerkungen:</p>
<p>Achtung: Für Luftdichtheits- schicht geeignetes Material verwenden</p>	<p>Die Fuge zwischen Blendrahmen und Baukörper sollte mit Dämmstoff ($\geq 10\text{mm}$) ausgefüllt sein.</p>
	<p>$\Psi \leq 0,08\text{W} / (\text{m} \cdot \text{K})$</p>

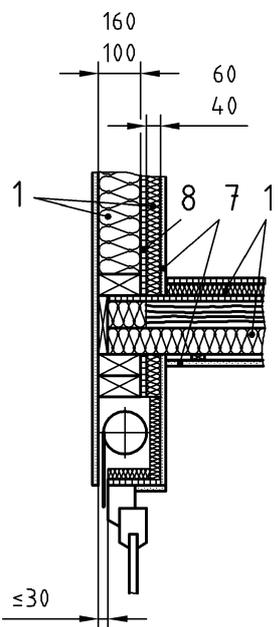
<p>Bild 60 — Rollladenkasten – monolithisches Mauerwerk</p>	<p>Bemerkungen:</p>
	<p>Die Anordnung/ Verteilung des Dämmstoffes im Rollladenkasten ist, sofern die Mindestanforderungen der DIN 4108-2 eingehalten sind, freigestellt.</p>
	<p>$\Psi \leq 0,36 W / (m \cdot K)$</p>

<p>Bild 61 — Rollladenkasten – außengedämmtes Mauerwerk</p>	<p>Bemerkungen:</p>
	<p>Die Anordnung/ Verteilung des Dämmstoffes im Rollladenkasten ist, sofern die Mindestanforderungen der DIN 4108-2 eingehalten sind, freigestellt.</p>
	<p>$\Psi \leq 0,29 W / (m \cdot K)$</p>

<p>Bild 62 — Rollladenkasten – kerngedämmtes Mauerwerk</p>	<p>Bemerkungen:</p>
<p>Variante 1</p>	<p>Die Anordnung/ Verteilung des Dämmstoffes im Rollladenkasten ist, sofern die Mindestanforderungen der DIN 4108-2 eingehalten sind, freigestellt.</p>
	<p>$\Psi \leq 0,31W / (m \cdot K)$</p>

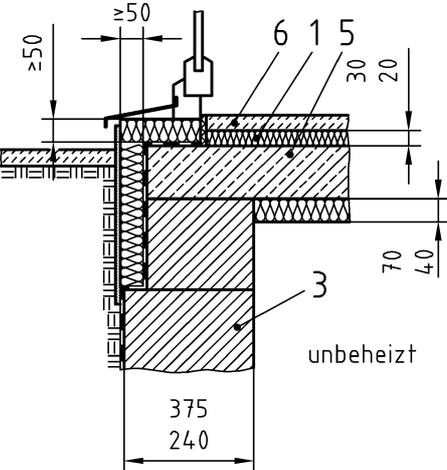
<p>Bild 63 — Rollladenkasten – kerngedämmtes Mauerwerk</p>	<p>Bemerkungen:</p>
<p>Variante 2</p>	<p>Die Anordnung/ Verteilung des Dämmstoffes im Rollladenkasten ist, sofern die Mindestanforderungen der DIN 4108-2 eingehalten sind, freigestellt.</p>
	<p>$\Psi \leq 0,29W / (m \cdot K)$</p>

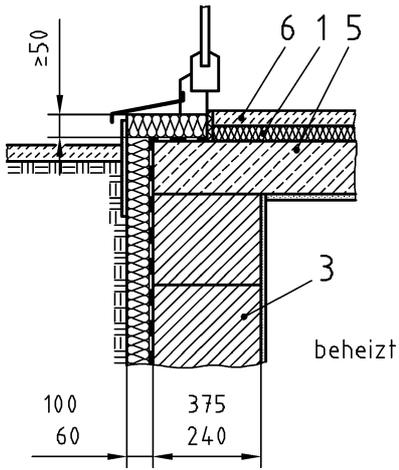
<p>Bild 64 — Rollladenkasten – kerngedämmtes Mauerwerk</p>	<p>Bemerkungen:</p>
 <p>Variante 3</p>	<p>Die Anordnung/ Verteilung des Dämmstoffes im Rollladenkasten ist, sofern die Mindestanforderungen der DIN 4108-2 eingehalten sind, freigestellt.</p> <p>$\Psi \leq 0,27W/(m \cdot K)$</p>

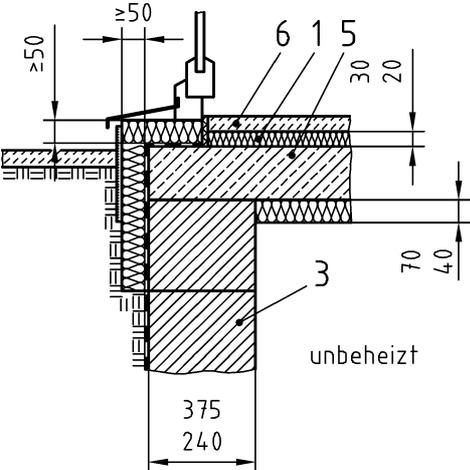
<p>Bild 65 — Rollladenkasten – Holzbauart</p>	<p>Bemerkungen:</p>
	<p>Die Anordnung/ Verteilung des Dämmstoffes im Rollladenkasten ist, sofern die Mindestanforderungen der DIN 4108-2 eingehalten sind, freigestellt.</p> <p>$\Psi \leq 0,31W/(m \cdot K)$</p>

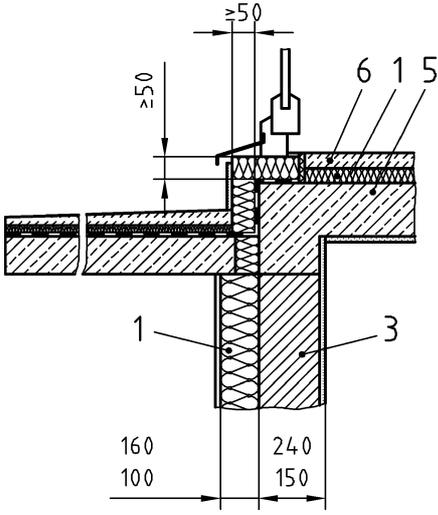
<p>Bild 66 — Rollladenkasten – Holzbauart</p>	<p>Bemerkungen:</p>
	<p>Die Anordnung/ Verteilung des Dämmstoffes im Rollladenkasten ist, sofern die Mindestanforderungen der DIN 4108-2 eingehalten sind, freigestellt.</p>
	<p>$\Psi \leq 0,36 \text{ W} / (\text{m} \cdot \text{K})$</p>

<p>Bild 67 — Terrasse – monolithisches Mauerwerk</p>	<p>Bemerkungen:</p>
	<p>Gilt auch für den Holzbau. Sinngemäß auch für nicht unterkellerte Gebäude.</p>
	<p>$\Psi \leq 0,09 \text{ W} / (\text{m} \cdot \text{K})$</p>

<p>Bild 68 — Terrasse – monolithisches Mauerwerk</p>	<p>Bemerkungen:</p>
	<p>Gilt auch für den Holzbau.</p> <p>Sinngemäß auch für nicht unterkellerte Gebäude.</p>
<p>$\Psi \leq 0,09W / (m \cdot K)$</p>	

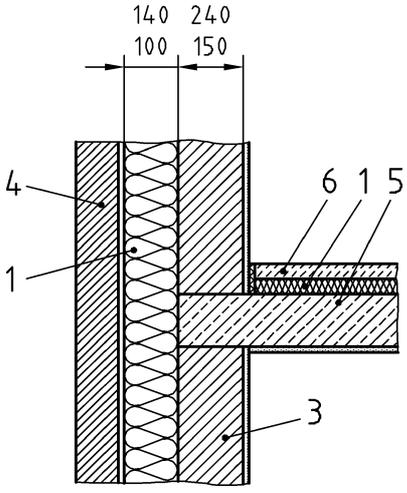
<p>Bild 69 — Terrasse – außengedämmtes Mauerwerk</p>	<p>Bemerkungen:</p>
	<p>Gilt auch für den Holzbau.</p> <p>Sinngemäß auch für nicht unterkellerte Gebäude.</p>
<p>$\Psi \leq -0,01W / (m \cdot K)$</p>	

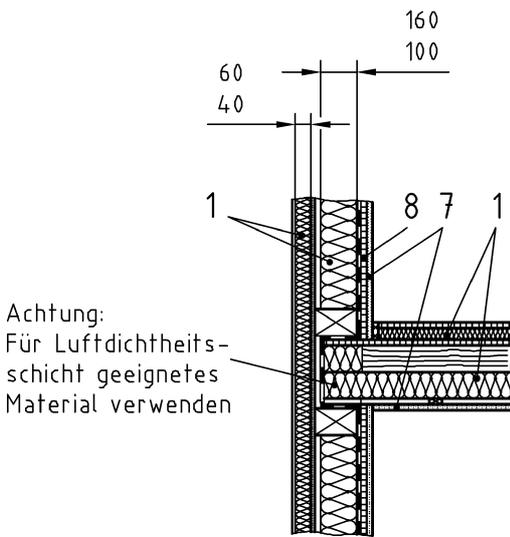
<p>Bild 70 — Terrasse – außengedämmtes Mauerwerk</p>	<p>Bemerkungen:</p>
	<p>Gilt auch für den Holzbau.</p> <p>Sinngemäß auch für nicht unterkellerte Gebäude.</p> <p>$\Psi \leq 0,12 W / (m \cdot K)$</p>

<p>Bild 71 — Balkonplatte – außengedämmtes Mauerwerk</p>	<p>Bemerkungen:</p>
	<p>Es sind thermisch getrennte Konstruktionen zu verwenden.</p> <p>Kein weiterer Nachweis erforderlich.</p>

<p>Bild 72 — Geschossdecke – monolithisches Mauerwerk</p>	<p>Bemerkungen:</p>
	<p>$\Psi \leq 0,06 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$</p>

<p>Bild 73 — Geschossdecke – außengedämmtes Mauerwerk</p>	<p>Bemerkungen:</p>
	<p>Empfehlung zur Energetischen Betrachtung: Nachweis der Gleichwertigkeit entfällt.</p>

<p>Bild 74— Geschosdecke – kerngedämmtes Mauerwerk</p>	<p>Bemerkungen:</p>
	<p>Empfehlung zur Energetischen Betrachtung: Nachweis der Gleichwertigkeit entfällt..</p>

<p>Bild 75— Geschosdecke – Holzbauart</p>	<p>Bemerkungen:</p>
 <p>Achtung: Für Luftdichtheits- schicht geeignetes Material verwenden</p>	<p>Gilt auch für den anderen in diesem Beiblatt dargestellten Holzregelquerschnitt.</p> <p>$\Psi \leq 0,06 \text{ W / (m \cdot K)}$</p>

<p>Bild 76 — Pfettendach – monolithisches Mauerwerk</p>	<p>Bemerkungen:</p>
	<p>$\Psi \leq 0,02 W / (m \cdot K)$.</p>

<p>Bild 77 — Pfettendach – monolithisches Mauerwerk</p>	<p>Bemerkungen:</p>
	<p>$\Psi \leq -0,01 W / (m \cdot K)$</p>

<p>Bild 78 — Pfettendach – kerngedämmtes Mauerwerk</p>	<p>Bemerkungen:</p>
	<p>$\Psi \leq -0,06W / (m \cdot K)$</p>

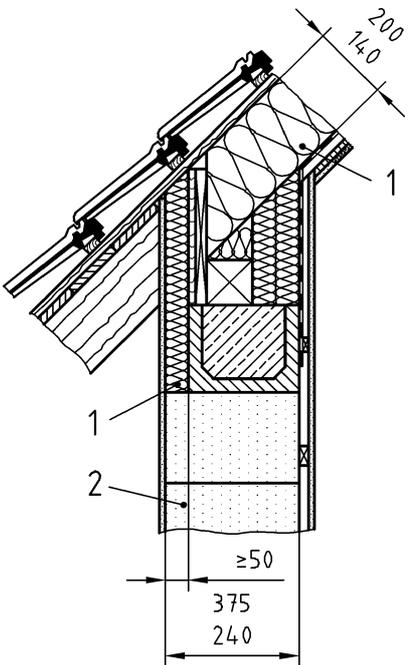
<p>Bild 79 — Sparrendach – monolithisches Mauerwerk</p>	<p>Bemerkungen:</p>
	<p>$\Psi \leq 0,05W / (m \cdot K)$</p>

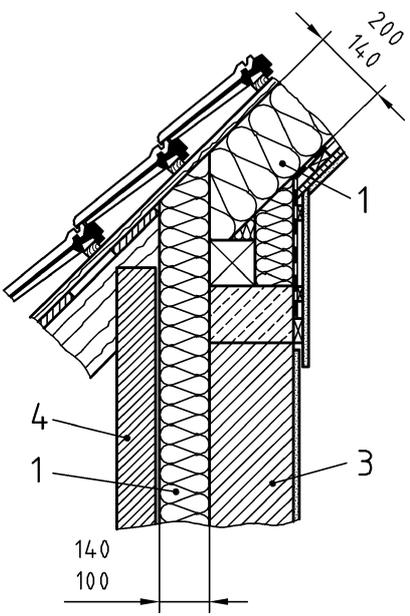
<p>Bild 80 — Sparrendach – monolithisches Mauerwerk</p>	<p>Bemerkungen:</p>
	<p>$\Psi \leq 0,03W / (m \cdot K)$</p>

<p>Bild 81 — Sparrendach – kerngedämmtes Mauerwerk</p>	<p>Bemerkungen:</p>
	<p>Gilt bei gleichen Dämmstoffdicken auch für den Holzbau</p>
	<p>$\Psi \leq -0,04W / (m \cdot K)$</p>

<p>Bild 82 — Ortgang — monolithisches Mauerwerk</p>	<p>Bemerkungen:</p>
	<p>$\Psi \leq 0,06W / (m \cdot K)$</p>

<p>Bild 83 — Ortgang — kerngedämmtes Mauerwerk</p>	<p>Bemerkungen:</p>
	<p>Gilt bei gleichen Dämmstoffdicken auch für den Holzbau</p>
	<p>$\Psi \leq 0,06W / (m \cdot K)$</p>

<p>Bild 84 — Pfettendach – monolithisches Mauerwerk</p>	<p>Bemerkungen:</p>
	<p>$\Psi \leq 0,08W / (m \cdot K)$</p>

<p>Bild 85 — Pfettendach – kerngedämmtes Mauerwerk</p>	<p>Bemerkungen:</p>
	<p>Empfehlung zur Energetischen Betrachtung: Nachweis der Gleichwertigkeit entfällt.</p>

<p>Bild 86 — Sparrendach – monolithisches Mauerwerk</p>	<p>Bemerkungen:</p>
	<p>$\Psi \leq 0,16W / (m \cdot K)$</p>

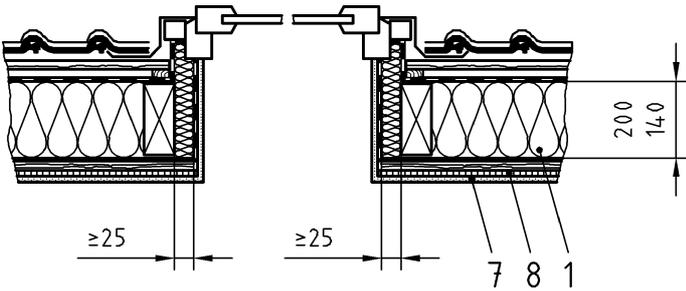
<p>Bild 87 — Sparrendach – kerngedämmtes Mauerwerk</p>	<p>Bemerkungen:</p>
	<p>Gilt bei gleichen Dämmstoffdicken auch für den Holzbau.</p>
	<p>Empfehlung zur Energetischen Betrachtung: Nachweis der Gleichwertigkeit entfällt.</p>

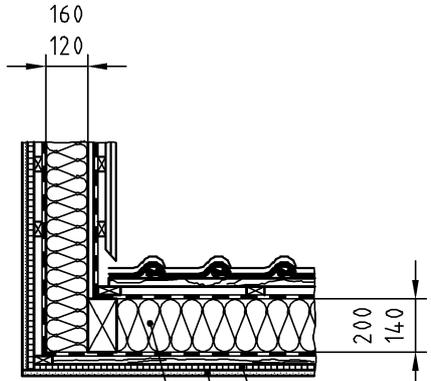
<p>Bild 88 — Flachdach – monolithisches Mauerwerk</p>	<p>Bemerkungen:</p>
	<p>$\Psi \leq 0,18W / (m \cdot K)$</p>

<p>Bild 89 — Flachdach – außengedämmtes Mauerwerk</p>	<p>Bemerkungen:</p>
	<p>$\Psi \leq 0,16W / (m \cdot K)$</p>

<p>Bild 90 — Flachdach – kerngedämmtes Mauerwerk</p>	<p>Bemerkungen:</p>
	<p>Gilt bei gleichen Dämmstoffdicken auch für den Holzbau.</p>
	<p>$\Psi \leq 0,14W / (m \cdot K)$</p>

<p>Bild 91 — Dachflächenfenster: Anschluss oben und unten</p>	<p>Bemerkungen:</p>
	<p>$\Psi \leq 0,16W / (m \cdot K)$</p>

<p>Bild 92— Dachflächenfenster: Anschluss seitlich</p>	<p>Bemerkungen:</p>
	
	<p>$\Psi \leq 0,11W / (m \cdot K)$</p>

<p>Bild 93— Gaubenanschluss</p>	<p>Bemerkungen:</p>
	
	<p>$\Psi \leq 0,06W / (m \cdot K)$</p>

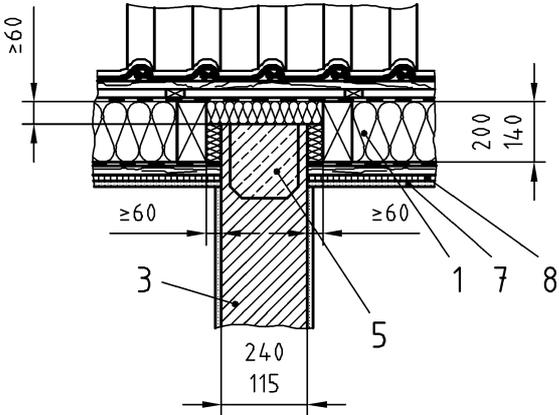
<p>Bild 94— Dach – Innenwand-Anschluss</p>	<p>Bemerkungen:</p>
	<p>Gilt bei gleichen Dämmstoffdicken auch für den Holzbau.</p>
	<p>$\Psi \leq 0,17W / (m \cdot K)$</p>

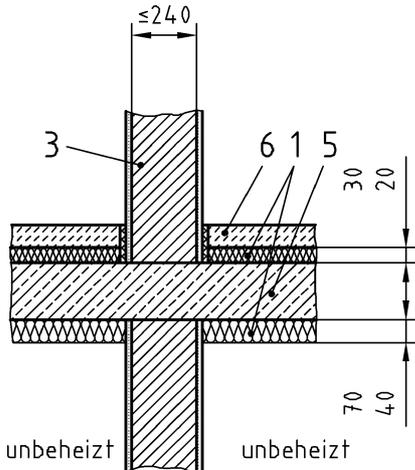
Bild 95— Innenwand/ Keller	Bemerkungen:
	
	$\Psi \leq 0,47W / (m \cdot K)$

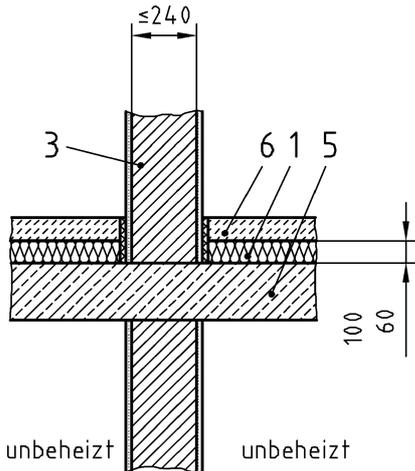
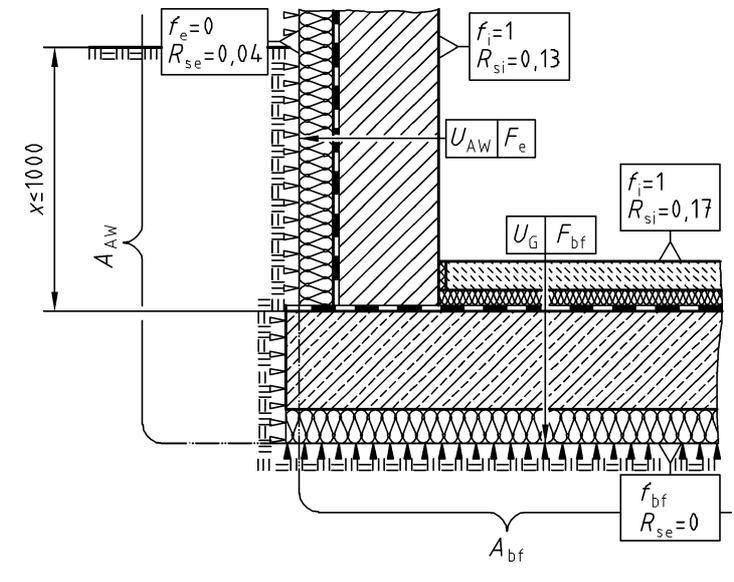
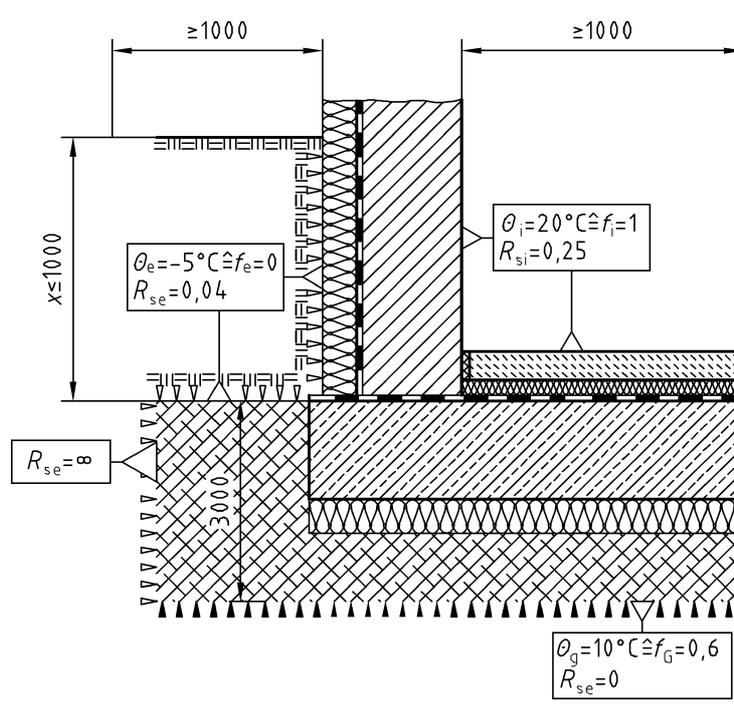
Bild 96— Innenwand/ Keller	Bemerkungen:
	<p>Für Decken gegen Außenluft nicht zulässig $f \leq 0,70$</p>
	$\Psi \leq 0,56W / (m \cdot K)$

Tabelle 3 — Symbole und Einheiten

Symbol	Größe	Einheit
A_{AW}	Fläche der Außenwand	m^2
A_{bf}	Fläche der Bodenplatte	m^2
A_{bw}	Fläche der Kellerwand zum Erdreich	m^2
A_D	Fläche des Daches/der obersten Geschosdecke	m^2
A_G	Fläche der Kellerdecke	m^2
A_W	Fläche des Fensters	m^2
d	Dicke	mm
F_{bf}	Temperaturkorrekturfaktor, Bodenplatte (Fußboden)	—
f_{bf}	Temperaturfaktor, Bodenplatte (Fußboden)	—
F_{bw}	Temperaturkorrekturfaktor, Kellerwand zum Erdreich	—
f_{bw}	Temperaturfaktor, Kellerwand zum Erdreich	—
F_D	Temperaturkorrekturfaktor Dach (als Systemgrenze)	—
f_D	Temperaturfaktor Dach (als Systemgrenze)	—
F_e	Temperaturkorrekturfaktor, außen	—
f_e	Temperaturfaktor, außen	—
F_G	Temperaturkorrekturfaktor, Kellerdecke zum unbeheizten Keller	—
f_G	Temperaturfaktor, Erdreich und unbeheizter Keller	—
f_i	Temperaturfaktor, innen	—
F_U	Temperaturkorrekturfaktor, Bauteile zu unbeheizten Räumen	—
f_U	Temperaturfaktor, unbeheizter Dachraum	—
R_{se}	Wärmeübergangswiderstand, außen	$m^2 \cdot K/W$
R_{si}	Wärmeübergangswiderstand, innen	$m^2 \cdot K/W$
U_{AW}	Wärmedurchgangskoeffizient, Außenwand	$W/(m^2 \cdot K)$
U_D	Wärmedurchgangskoeffizient, Dach	$W/(m^2 \cdot K)$
U_G	Wärmedurchgangskoeffizient, Bauteile zum Erdreich, Kellerdecke	$W/(m^2 \cdot K)$
U_U	Wärmedurchgangskoeffizient, Bauteile zu unbeheizten Räumen	—
θ_e	Außenlufttemperatur	$^{\circ}C$
θ_G	Temperatur Erdreich/unbeheizter Keller	$^{\circ}C$
θ_i	Innenlufttemperatur	$^{\circ}C$
θ_U	Temperatur im unbeheizten Dachraum	$^{\circ}C$
λ	Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit	$W/(m \cdot K)$

7 Definition der Randbedingungen

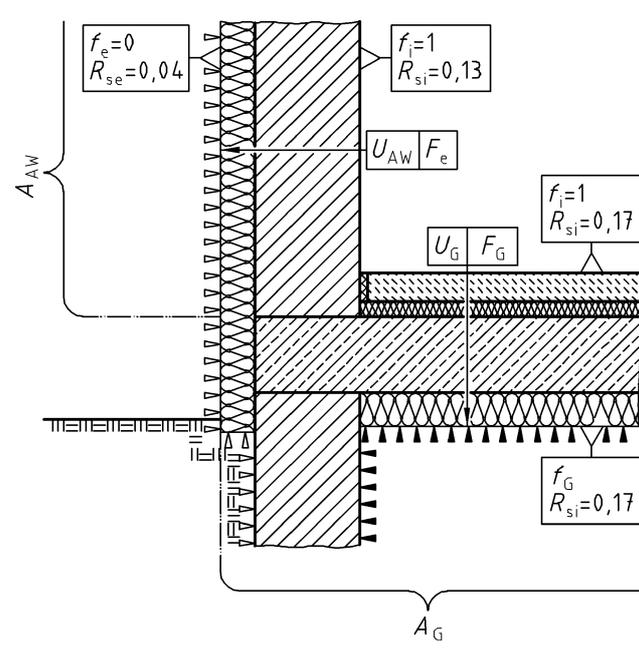
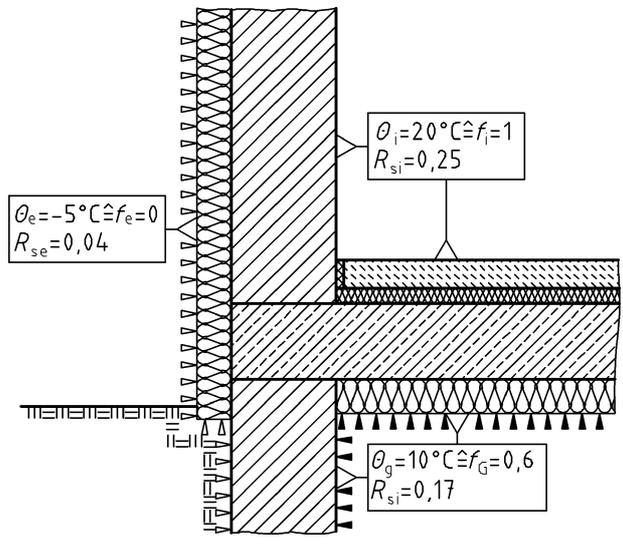
	<p>KG-Fundament – Bodenplatte innengedämmt, geringe oder keine Erdreichanschüttung Sockel-Bodenplatte (nicht unterkellert) – Bodenplatte innengedämmt</p>
<p>Randbedingungen für ψ-Wert-Berechnung</p>	
<p>Randbedingungen für f-Wert-Berechnung</p>	

	<p>KG-Fundament – Bodenplatte außengedämmt, geringe oder keine Erdreichanschüttung</p>
<p>Randbedingungen für ψ-Wert-Berechnung</p>	 <p>Diagram illustrating the cross-section of a wall and foundation for ψ-value calculation. The wall height is $x \leq 1000$. The area of the wall is A_{AW} and the area of the foundation is A_{bf}. Thermal parameters are defined as follows:</p> <ul style="list-style-type: none"> Exterior surface: $f_e = 0$, $R_{se} = 0,04$ Interior surface: $f_i = 1$, $R_{si} = 0,13$ Foundation surface: $f_{bf} = 1$, $R_{si} = 0,17$ Ground surface: $f_g = 0$, $R_{se} = 0$ Thermal resistance of the wall: U_{AW}, F_e Thermal resistance of the foundation: U_G, F_{bf}
<p>Randbedingungen für f-Wert-Berechnung</p>	 <p>Diagram illustrating the cross-section of a wall and foundation for f-value calculation. The wall height is $x \leq 1000$. The distance from the wall to the foundation edge is ≥ 1000. The area of the wall is A_{AW} and the area of the foundation is A_{bf}. Thermal parameters are defined as follows:</p> <ul style="list-style-type: none"> Exterior surface: $\theta_e = -5^\circ\text{C} \hat{=} f_e = 0$, $R_{se} = 0,04$ Interior surface: $\theta_i = 20^\circ\text{C} \hat{=} f_i = 1$, $R_{si} = 0,25$ Foundation surface: $\theta_g = 10^\circ\text{C} \hat{=} f_g = 0,6$, $R_{se} = 0$ Ground surface: $R_{se} = \infty$ Thermal resistance of the wall: U_{AW}, F_e Thermal resistance of the foundation: U_G, F_{bf}

<p>Randbedingungen für ψ-Wert-Berechnung</p>	<p>KG-Fundament – Bodenplatte innengedämmt, Erdreichanschüttung größer 1 m</p>
<p>Randbedingungen für f-Wert-Berechnung</p>	

	<p>Sockel-Bodenplatte (nicht unterkellert) – Bodenplatte außengedämmt</p>
<p>Randbedingungen für ψ-Wert-Berechnung</p>	
<p>Randbedingungen für f-Wert-Berechnung</p>	

Sockel (unbeheizter Keller) – Kellerdecke innengedämmt	
Randbedingungen für ψ -Wert-Berechnung	
Randbedingungen für f-Wert-Berechnung	

	<p>Sockel (unbeheizter Keller) – Kellerdecke außengedämmt</p>
<p>Randbedingungen für ψ-Wert-Berechnung</p>	 <p>Diagram illustrating the cross-section of a basement wall and floor for ψ-value calculation. The wall is on the left, and the floor is on the right. The diagram shows the thermal resistances (R_{se}, R_{si}, R_{G}) and surface coefficients (f_e, f_i, f_G) for different layers. The area of the wall is labeled A_{AW} and the area of the floor is labeled A_G. The diagram also shows the thermal conductivities (U_{AW}, F_e, U_G, F_G) and the thermal conductivities (U_{AW}, F_e, U_G, F_G) for different layers.</p>
<p>Randbedingungen für f-Wert-Berechnung</p>	 <p>Diagram illustrating the cross-section of a basement wall and floor for f-value calculation. The wall is on the left, and the floor is on the right. The diagram shows the temperatures (θ_e, θ_i, θ_g) and thermal resistances (R_{se}, R_{si}, R_{G}) for different layers. The diagram also shows the thermal conductivities (U_{AW}, F_e, U_G, F_G) for different layers.</p>

Terrassentür (unbeheizter Keller) — Kellerdecke innengedämmt	
<p>Randbedingungen für ψ-Wert-Berechnung</p>	
<p>Randbedingungen für f-Wert-Berechnung</p>	

<p>Randbedingungen für ψ-Wert-Berechnung</p>	<p>Terrassentür (unbeheizter Keller) – Kellerdecke außengedämmt</p> <p> $d=70$ $\lambda=0,13$ $f_e=0$ $R_{se}=0,04$ $\theta_i=20^\circ\text{C} \hat{=} f_i=1$ $R_{si}=0,13$ U_w, F_e U_G, F_G $f_i=1$ $R_{si}=0,17$ f_G $R_{si}=0,17$ $R_{si}=0,13$ A_w A_G </p>
<p>Randbedingungen für f-Wert-Berechnung</p>	<p> $d=70$ $\lambda=0,13$ $\theta_e=-5^\circ\text{C} \hat{=} f_e=0$ $R_{se}=0,04$ $\theta_i=20^\circ\text{C} \hat{=} f_i=1$ $R_{si}=0,13$ (nur für Fenster) $\theta_i=20^\circ\text{C} \hat{=} f_i=1$ $R_{si}=0,25$ $\theta_g=10^\circ\text{C} \hat{=} f_G=0,6$ $R_{si}=0,17$ </p>

	<p>Terrassentür (beheizter Keller)</p>
<p>Randbedingungen für ψ-Wert-Berechnung</p>	
<p>Randbedingungen für f-Wert-Berechnung</p>	

	<p>Fensterbrüstung</p>
<p>Randbedingungen für ψ-Wert-Berechnung</p>	
<p>Randbedingungen für f-Wert-Berechnung</p>	

	<p>Fensterlaibung</p>
<p>Randbedingungen für ψ-Wert-Berechnung</p>	
<p>Randbedingungen für f-Wert-Berechnung</p>	

	Fenstersturz
Randbedingungen für ψ -Wert-Berechnung	
Randbedingungen für f-Wert-Berechnung	

	<p>Rollladenkasten</p>
<p>Randbedingungen für ψ-Wert-Berechnung</p>	
<p>Randbedingungen für f-Wert-Berechnung</p>	

	<p>Rollladenkasten</p>
<p>Randbedingungen für ψ-Wert-Berechnung</p>	<p> $f_e=0$ $R_{se}=0,04$ </p> <p> $f_i=1$ $R_{si}=0,13$ </p> <p> $U_{AW} F_e$ </p> <p> A_{AW} </p> <p> $f_e=0$ $R_{se}=0,04$ </p> <p> $f_i=1$ $R_{si}=0,13$ </p> <p> $U_w F_e$ </p> <p> A_w </p> <p> $d=70$ $\lambda=0,13$ </p> <p> d </p>
<p>Randbedingungen für f-Wert-Berechnung</p>	<p> $\theta_e=-5^\circ\text{C} \hat{=} f_e=0$ $R_{se}=0,04$ </p> <p> $\theta_i=20^\circ\text{C} \hat{=} f_i=1$ $R_{si}=0,25$ </p> <p> $\theta_e=-5^\circ\text{C} \hat{=} f_e=0$ $R_{se}=0,04$ </p> <p> $\theta_i=20^\circ\text{C} \hat{=} f_i=1$ $R_{si}=0,25$ </p> <p> $\theta_i=20^\circ\text{C} \hat{=} f_i=1$ $R_{si}=0,13$ (nur für Fenster) </p> <p> $d=70$ $\lambda=0,13$ </p> <p> d </p>

	<p>Geschossdeckeneinbindung</p>
<p>Randbedingungen für ψ-Wert-Berechnung</p>	<p> $f_e = 0$ $R_{se} = 0,04$ </p> <p> A_{AW} </p> <p> $f_i = 1$ $R_{si} = 0,13$ </p> <p> $f_i = 1$ $R_{si} = 0,13$ </p> <p> U_{AW} F_e </p> <p> U_{AW} F_e </p>
<p>Randbedingungen für f-Wert-Berechnung</p>	<p> $\theta_e = -5^\circ\text{C} \hat{=} f_e = 0$ $R_{se} = 0,04$ </p> <p> $\theta_i = 20^\circ\text{C} \hat{=} f_i = 1$ $R_{si} = 0,25$ </p> <p> $\theta_i = 20^\circ\text{C} \hat{=} f_i = 1$ $R_{si} = 0,25$ </p>

Balkonplattenanschluss	
Randbedingungen für ψ -Wert-Berechnung	<p>Diagram illustrating the boundary conditions for the ψ-value calculation of a balcony slab connection. The diagram shows a cross-section of the slab and its connection to a wall. The boundary conditions are defined as follows:</p> <ul style="list-style-type: none"> External surface (left): $f_e = 0$, $R_{se} = 0,04$ Internal surface (top and bottom): $f_i = 1$, $R_{si} = 0,13$ External surface (right): U_{AW}, F_e
Randbedingungen für f-Wert-Berechnung	<p>Diagram illustrating the boundary conditions for the f-value calculation of a balcony slab connection. The diagram shows a cross-section of the slab and its connection to a wall. The boundary conditions are defined as follows:</p> <ul style="list-style-type: none"> External surface (left): $\theta_e = -5^\circ\text{C} \hat{=} f_e = 0$, $R_{se} = 0,04$ Internal surface (top and bottom): $\theta_i = 20^\circ\text{C} \hat{=} f_i = 1$, $R_{si} = 0,25$

	<p>Oberste Geschossdecke (Dachraum beheizt)</p>
<p>Randbedingungen für ψ-Wert-Berechnung</p>	<p> $f_e=0$ $R_{se}=0,10$ </p> <p> A_D </p> <p> A_{AW} </p> <p> U_D, F_D </p> <p> $f_i=1$ $R_{si}=0,10$ </p> <p> U_{AW}, F_e </p> <p> $f_i=1$ $R_{si}=0,13$ </p> <p> $f_e=0$ $R_{se}=0,04$ </p> <p> $f_i=1$ $R_{si}=0,13$ </p>
<p>Randbedingungen für f-Wert-Berechnung</p>	<p> $\theta_e=-5^\circ\text{C} \hat{=} f_e=0$ $R_{se}=0,04$ </p> <p> $\theta_i=20^\circ\text{C} \hat{=} f_i=1$ $R_{si}=0,25$ </p> <p> $\theta_e=-5^\circ\text{C} \hat{=} f_e=0$ $R_{se}=0,04$ </p> <p> $\theta_i=20^\circ\text{C} \hat{=} f_i=1$ $R_{si}=0,25$ </p>

<p>Randbedingungen für ψ-Wert-Berechnung</p>	<p>Oberste Geschossdecke (Dachraum unbeheizt)</p>
<p>Randbedingungen für f-Wert-Berechnung</p>	

	<p>Dachflächenfenster – unten/oben</p>
<p>Randbedingungen für ψ-Wert-Berechnung</p>	<p>Technical drawing showing the cross-section of a roof window for ψ-value calculation. The drawing includes labels for thermal parameters and areas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Left side: $f_e=0$, $R_{se}=0,10$ Window frame: $f_e=0$, $R_{se}=0,04$ Roof structure: $\alpha=70$, $\lambda=0,13$ Window frame: $f=1$, $R_{si}=0,10$ Labels: U_w/F_D, U_g/F_D, A_D, A_W
<p>Randbedingungen für f-Wert-Berechnung</p>	<p>Technical drawing showing the cross-section of a roof window for f-value calculation. The drawing includes labels for thermal parameters:</p> <ul style="list-style-type: none"> Left side: $\theta_e=-5^\circ\text{C}$ ($\epsilon_{f_e}=0$), $R_{se}=0,04$ Window frame: $\theta=20^\circ\text{C}$ ($\epsilon_{f_i}=1$), $R_{si}=0,13$ (Inur für Fenster) Right side: $\theta=20^\circ\text{C}$ ($\epsilon_{f_i}=1$), $R_{si}=0,25$

<p>Randbedingungen für ψ-Wert-Berechnung</p>	<p style="text-align: center;">Dachflächenfenster — seitlich</p>
<p>Randbedingungen für f-Wert-Berechnung</p>	

	Attika
Randbedingungen für ψ -Wert-Berechnung	
Randbedingungen für f-Wert-Berechnung	

<p>Ortgang</p>	
<p>Randbedingungen für f-Wert-Berechnung</p>	

	<p>Dach — Innenwand</p>
<p>Randbedingungen für ψ-Wert-Berechnung</p>	<p>Diagram illustrating the boundary conditions for the ψ-value calculation. The structure consists of a roof and an interior wall. The roof is labeled with A_D. The boundary conditions are specified as follows:</p> <ul style="list-style-type: none"> Top roof: $f_e=0$, $R_{se}=0,10$ Left wall: $f_i=1$, $R_{si}=0,10$ Right wall: $f_i=1$, $R_{si}=0,10$ Bottom wall: $f_i=1$, $R_{si}=0,13$ <p>The diagram also shows the roof structure with insulation and the wall structure with insulation. The roof is labeled with U_D and F_D.</p>
<p>Randbedingungen für f-Wert-Berechnung</p>	<p>Diagram illustrating the boundary conditions for the f-value calculation. The structure consists of a roof and an interior wall. The boundary conditions are specified as follows:</p> <ul style="list-style-type: none"> Top roof: $\theta_e=-5^\circ\text{C} \hat{=} f_e=0$, $R_{se}=0,04$ Left wall: $\theta_i=20^\circ\text{C} \hat{=} f_i=1$, $R_{si}=0,25$ Right wall: $\theta_i=20^\circ\text{C} \hat{=} f_i=1$, $R_{si}=0,25$ <p>The diagram shows the roof and wall structures with insulation.</p>

	<p>Gaube</p>
<p>Randbedingungen für ψ-Wert-Berechnung</p>	
<p>Randbedingungen für f-Wert-Berechnung</p>	

Literaturhinweise

- [1] Brunner, C. U. und Nänni, J.: Wärmebrückenkatalog, Neubaudetails, SIA-Dokumentation 99, Zürich 1985
- [2] Mainka, G. W. und Paschen, H.: Wärmebrückenkatalog, Teubner-Verlag, Stuttgart (1986)
- [3] Brunner, C. U. und Nänni, J.: Wärmebrückenkatalog 2, Verbesserte Neubaudetails, SIA-Dokumentation D 078, Zürich
- [4] Brunner, C. U. und Nänni, J.: Wärmebrückenkatalog 3, Altbaudetails, SIA-Dokumentation D 0107, Zürich 1993
- [5] Hauser, G. und Stiegel, H.: Wärmebrückenatlas für den Mauerwerksbau, Bauverlag Wiesbaden 1990, 3. durchgesehene Auflage 1997
- [6] Hauser, G. und Stiegel, H.: Wärmebrücken-Atlas für den Holzbau, Bauverlag Wiesbaden 1992
- [7] Hauser, G.; Schulze, H; Stiegel, H.: Anschlussdetails von Niedrigenergiehäusern, Fraunhofer IRB Verlag 1996
- [8] Pohl, W.-H., Horschler, S. und Pohl, R.: Niedrigenergiehäuser unter Verwendung des Dämmstoffes Styropor – Konstruktionsempfehlungen und optimierte Anschlusssituationen (Details). Bauforschung für die Praxis. IRB-Verlag, Stuttgart, Band 31, 1997
- [9] Hauser, G. und Stiegel, H.: Quantitative Darstellung der Wirkung von Wärmebrücken. Bauforschung für die Praxis IRB-Verlag, Stuttgart, Band 31, 1997
- [10] Hauser, G., Stiegel, H. und Haupt, W.: Wärmebrückenkatalog auf CD-ROM Version 1.2i. Ingenieurbüro Prof. Dr. Hauser GmbH, Baunatal
- [11] DIN 4108-2:2003-07, *Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden — Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz.*
- [12] DIN 4108-3:2001-07, *Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden — Teil 3: Klimabedingter Feuchteschutz; Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise für Planung und Ausführung.*
- [13] DIN V 4108-4:2002-02, *Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden — Teil 4: Wärme- und feuchtschutztechnische Bemessungswerte.*
- [14] DIN V 4108-6:2000-11, *Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden — Teil 6: Berechnung des Jahresheizenergiebedarfs von Gebäuden.*
- [15] DIN 4108-7:2001-08, *Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden — Teil 7: Luftdichtheit von Gebäuden, Anforderungen, Planungs- und Ausführungsempfehlungen sowie Beispiele.*
- [16] DIN ISO 10211-1:1995-11, *Wärmebrücken im Hochbau — Wärmeströme und Oberflächentemperaturen — Teil 1: Allgemeine Berechnungsverfahren (ISO 10211-1:1995); Deutsche Fassung EN ISO 10211-1: 1995-11.*
- [17] DIN EN ISO 10211-2:2001-06, *Wärmebrücken im Hochbau — Berechnung der Wärmeströme und Oberflächentemperaturen Teil 2: Linienförmige Wärmebrücken (ISO 10211-2:2001); Deutsche Fassung EN ISO 10211-2:2001.*

- [18] DIN EN ISO 13788, *Wärme- und feuchtetechnisches Verhalten von Bauteilen — Oberflächentemperatur zur Vermeidung kritischer Oberflächenfeuchte und Tauwasserbildung im Bauteilinneren — Berechnungsverfahren (ISO 13788:2001); Deutsche Fassung EN ISO 13788:2001.*
- [19] DIN EN ISO 14683:1999-09, *Wärmebrücken im Hochbau — Längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient — Vereinfachte Verfahren und Anhaltswerte (ISO 14683:1999); Deutsche Fassung EN ISO 14683:1999.*
- [20] DIN EN ISO 13370:1998-12, *Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden — Wärmeübertragung über das Erdreich Berechnungsverfahren (ISO 13370:1998); Deutsche Fassung EN ISO 13370:1998-12.*
- [21] Froelich, H.; Hartmann H.-J.; Huber, K.; Leuschner, I.; Freinberger, M.; Pütz, M.; Sack, N.: *Vermeidung von Schimmelpilzbefall, Forschungsbericht des ift Rosenheim im Auftrag des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung, Bonn. Abschlussbericht Oktober 2002*