

Merkblatt für den Wärmeschutz erdberührter Bauteile



Fachvereinigung Polystyrol-Extruderschaumstoff

Merkblatt für den Wärmeschutz erdberührter Bauteile

Inhaltsübersicht

1.	Einleitung	3
2.	Anwendungsbereich des Merkblattes	3
3.	Beanspruchungen der Perimeterdämmung	3
3.1	Erddruck	4
3.2	Verkehrslasten	5
3.3	Wasserbeanspruchung	5
4.	Anforderungen an den Wärmeschutz erdberührter Bauteile	7
4.1	Kennwerte für den Wärmeschutz	7
4.1.1	Wärmeleitfähigkeit	7
4.1.2	Nennwert der Wärmeleitfähigkeit	7
4.1.3	Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit	8
4.1.4	Wärmedurchlasswiderstand	8
4.1.5	Wärmeübergangswiderstand	9
4.1.6	Wärmedurchgangskoeffizient	9
4.2	Baurechtliche Grundlagen des baulichen Wärmeschutzes	9
4.3	Mindestanforderungen nach DIN 4108	10
4.4	Energiesparender Wärmeschutz nach der Energieeinsparverordnung	11
4.5	Normative Regelungen	15
5.	Anwendungsbezogene Mindestanforderungen an die Ausführung	16
5.1	Normative Anforderungen	16
5.2	Bauaufsichtliche Zulassungen	19
6.	Eigenschaften der Wärmedämmstoffe für die Perimeterdämmung	22
6.1	Wärmedämmvermögen	22
6.2	Druckfestigkeit	22
6.3	Langzeitdruckfestigkeit	22
6.4	Wasseraufnahme bei langzeitigem Eintauchen	23
6.5	Wasseraufnahme im Diffusionsversuch	23
6.6	Verhalten bei Frost-Tau-Wechselbeanspruchung	23
6.7	Dämmstoffauswahl	24
6.8	Produktkennzeichnung	25
6.8.1	CE-Kennzeichnung	25
6.8.2	Übereinstimmungsnachweis (Ü-Zeichen)	26
7.	Praktische Ausführung der Perimeterdämmung	27
7.1	Verlegen der Dämmplatten im Wandbereich	27
7.1.1	Plattenbefestigung	27
7.1.2	Übergang Perimeterdämmung Sockeldämmung	30

7.1.3	Dränung	31
7.1.4	Baugrubenverfüllung	33
7.2	Verlegen der Dämmplatten im Bodenbereich	34
7.3	Verlegen im Bereich von drückendem Wasser	36
7.4	Dämmung unter lastabtragenden Gründungsplatten	37
7.5	Nachträgliche Wärmedämmung und Frostschutz	40
8.	Langzeitverhalten von Perimeterdämmstoffen	41
8.1	Langzeiterfahrung	41
8.2	Wärmedämmwert	41
8.3	Druckfestigkeit	42
8.4	Wurzelfestigkeit	42
8.5	Beständigkeit gegen Verrottung und Tierangriff	42
9.	Literaturhinweise	43
10.	Normen	46
11.	Bauaufsichtliche Zulassungen	48
12.	Merkblätter	52
13.	Herausgeber	52

1. Einleitung

Als Perimeterdämmung wird die Wärmedämmung von Bauteilen im Erdreich bezeichnet. Bei dieser Anwendung ist der Wärmedämmstoff hoher Feuchte- und Druckbeanspruchung ausgesetzt. Außerdem muss er verrottungsfest sein. Den hohen Anforderungen der Anwendung in der Perimeterdämmung werden nur qualitativ hochwertige Dämmstoffe gerecht.

Häufig wird die bauliche Ausbildung von Außenwänden im Erdreich in Planung und Ausführung sehr nachlässig behandelt. Stellen sich später Feuchteschäden ein, weil die Abdichtung oder die Dränung nicht fachgerecht ausgeführt wurden, lassen sich solche Mängel nur unvollkommen oder nur mit großem Aufwand beheben.

Ähnlich ist es beim Wärmeschutz. Ist bei einem Neubau die wohnliche Nutzung von Räumen, deren Umfassungswände gegen Erdreich grenzen, von Anfang an schon vorgesehen, müssen diese Wände wärmeschutztechnisch bemessen werden. Vielfach werden solche Räume aber bewusst zunächst als Lager, Abstellraum, Weinkeller oder ähnlichem ausgewiesen und erst später in Büros, Spiel- oder Gästezimmer umgewandelt. Solche Nutzungen erfordern eine Beheizung und damit auch einen Wärmeschutznachweis. Deshalb sollte für die Umfassungsbauteile gleich von vornherein ein sinnvoller Wärmeschutz vorgesehen werden. Für die bauphysikalisch optimale Außendämmung unzureichend gedämmter Kellerwände müsste sonst die äußere Wandfläche freigelegt werden, was einen großen Aufwand erfordert. Deshalb sollte man bei Neubauten nicht nur die Außenwände über Erdreich, sondern auch gegen Erdreich gleich beim Herstellen ausreichend dämmen.

In der derzeitigen Baupraxis wird besonders im erdberührten Bereich, meist aus Unkenntnis der Gesetzes- und Vorschriftenlage gegen geltende Ausführungsbestimmungen verstoßen. Nachfolgend ist deshalb der Stand der Normung und der bauaufsichtlichen Regelungen für die Ausführung von Perimeterdämmungen dargestellt und es werden Empfehlungen für die praktische Ausführung gegeben.

2. Anwendungsbereich des Merkblattes

Dieses Merkblatt gibt Hilfestellung für die Planung und Ausführung von Wärmedämmmaßnahmen im erdberührten Gebäudebereich. Die Perimeterdämmung kann dabei sowohl vertikal an Kellerwänden als auch horizontal bei Kellerböden, als auch unter lastabtragenden Gründungsplatten (siehe schematische Darstellung in Bild 1) eingebaut werden.

Grundlagen für dieses Merkblatt bilden die derzeitigen bauaufsichtlichen Regelungen, Produkt- und Anwendungsnormen und gesetzliche Verordnungen für den baulichen Wärmeschutz.

3. Beanspruchungen der Perimeterdämmung

Charakteristisch für die Perimeterdämmung ist, dass die Wärmedämmschicht auf der Außenseite des betreffenden Bauteils außerhalb der Bauwerksabdichtung angeordnet wird. Der Untergrund muss aus massiven mineralischen Baustoffen bestehen. Diese müssen entweder mit einer Abdichtung versehen sein oder aus wasserundurchlässigem Beton (WU-Beton) bestehen.

Ebenso wie bei der Auswahl und der Ausführung der Abdichtung des Gebäudes im erdberührten Bereich ist auch für die Auswahl des Dämmstoffes und für die Ausführung der Perimeterdämmung die Wasserbelastung und der anstehende Boden zu berücksichtigen.

Im Erdkontakt kann die Perimeterdämmung durch den Erddruck, durch Erdfeuchte, durch Sickerwasser und Stauwasser, aber auch durch drückendes Grundwasser, durch Diffusionsvorgänge und im erdoberflächennahen Bereich der Frosteindringtiefe durch Frost-Tau-Wechsel-Einwirkung sowie durch Verkehrslasten beansprucht werden.



Bild 1: Schematische Darstellung verschiedener Wärmedämmungen von Bauteilen im Erdkontakt.

3.1 Erddruck

Aus dem anstehenden verdichteten Erdreich wirkt auf die Perimeterdämmung der Erddruck dauerhaft ein. Je nach anstehendem Boden und Einbautiefe können auf diese Weise Dauerdruckbeanspruchungen entstehen, denen nicht jeder Dämmstoff gewachsen ist. Bei der Auswahl des in der Perimeterdämmung eingesetzten Dämmstoffes ist deshalb darauf zu achten, dass diese für die Dauerdruckbeanspruchung ausreichende Festigkeitseigenschaften aufweisen.

Zur überschlägigen Abschätzung der dauerhaften Druckbeanspruchung von Wärmedämmstoffen im Erdkontakt nach DIN 1055 [1] sind in Tabelle 1 für verschiedene Bodenarten und Einbauhöhen Erddruckwerte angegeben. Der ungünstigste Lastfall für den Dämmstoff ist der Erdruhedruck e_0 (kN/m²) bei schluffigem Sand. Dieser wird nach folgender Gleichung berechnet:

$$e_0 = \gamma * h * (1 - \sin \varphi') \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

Dabei bedeuten:

γ = Wichte [kN/m³] (schluffiger Sand = 20 kN/m³)

h = Einbauhöhe [m]

φ' = Scherparameter [°] (schluffiger Sand = 29°)

Für die in der Perimeterdämmung eingesetzten Wärmedämmstoffe muss das Verhalten bei dauerhafter Lasteinwirkung bekannt sein, um die Wärmedämmleistung dauerhaft sicherzustellen.

3.2 Verkehrslasten

Befinden sich in der Nähe der Kellerwand Zufahrten oder Straßen, werden dadurch Druckkräfte auf die Wandkonstruktion übertragen. Die verwendeten Wärmedämmstoffe zur Perimeterdämmung müssen diesen Beanspruchungen standhalten, oder es müssen Beschränkungen für den Abstand der Lasteinwirkung oder die Höhe der Last getroffen werden.

Befinden sich Parkflächen oder Zufahrtsrampen auf Hofkellerdecken, müssen für die Auswahl des Wärmedämmstoffes die Nutzlasten aus dem Fahrzeugverkehr und die Radlasten der für das Parken oder befahren zugelassenen Fahrzeuge berücksichtigt werden.

Tabelle 1: Anhaltswerte für den Erdruchdruck e_0 für verschiedene Bodenarten in Abhängigkeit von der Einbautiefe.

Einbautiefe unter Geländeneiveau	Erdruchdruck e_0 in kN/m ² oder kPa		
	Ton und Schluff	Sand, Kies-Sand	Kies, Geröll
3 m	39	36	23
6 m	75	69	44
9 m	112	102	66
12 m	148	135	87
15 m	184	168	108

3.3 Wasserbeanspruchung

Die Wasserbeanspruchung des Bauwerks und somit auch der Perimeterdämmung ist von einer Vielzahl verschiedener Faktoren abhängig. Ist der Boden ausreichend durchlässig, so dass das anfallende Wasser versickert und kein Stau beim Wasserabfluss entsteht, liegt der Fall Bodenfeuchte vor. DIN 18195 [2] gibt für den Lastfall Bodenfeuchte als Grenzwert für stark durchlässige Böden einen Wasserdurchlässigkeitsbeiwert von $k > 10^{-4}$ m/s an. Solche Durchlässigkeitsbeiwerte werden lediglich bei Kies-, Sand und Kiessandböden, die keine Feinsande und keine bindigen Bestandteile enthalten, erreicht.

Bei weniger durchlässigen Böden, das sind alle bindigen Böden aber auch Feinsande und Sandböden mit höherem Feinkornanteil, ist entweder eine Dränung nach DIN 4095 [3] anzuordnen oder mit aufstauendem Sickerwasser zu rechnen. In dem mit lockerem und damit meist gut wasserdurchlässigem Material verfüllten Arbeitsraum der Baugrube vermag das anfallende Niederschlagswasser schneller abzusickern; es staut sich dann auf dem gewachsenen Boden der Baugrube und übt einen hydrostatischen Druck auf das Bauwerk und die Perimeterdämmung aus. Vor allem in Hanglagen wird der Wasserzudrang zur Baugrube durch Stauwasser, Schichtwasser und auch Oberflächenwasser verstärkt (siehe Bild 2). Hier wird empfohlen, ohne genauere Untersuchung der Boden- und Wasserverhältnisse, stets mit aufstauendem Wasser zu rechnen.

Die stärkste Beanspruchung erfährt Bauwerk und Perimeterdämmung in Böden mit Grundwasser, das ständig oder im Jahresverlauf langandauernd einen von allen Seiten einwirkenden hydrostatischen Druck ausübt. Im Bereich von drückendem Wasser ist zusätzlich zum Erddruck der von der Eintauchtiefe abhängige hydrostatische Druck zu berücksichtigen:

$$e_h = \gamma_w * h_w \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

mit:

$$\gamma_w = \text{Wichte des Wassers} = 10 \text{ [kN/m}^3\text{]}$$

$$h_w = \text{Höhe der Wassersäule [m].}$$

Außerdem erfährt die dabei im Wasser liegende Dämmschicht erfährt eine Auftriebskraft:

$$F_A = \gamma_w * V_w$$

Die der Wichte des Wassers γ_w , mal verdrängtes Wasservolumen V_w entspricht.

Es ist zu berücksichtigen, dass der hydrostatische Wasserdruck im Plattenfugenbereich mehrachsig auf den Dämmstoff einwirken kann. Die für Wärmedämmstoffe angegebenen zulässigen Druckbeanspruchungen gelten meist nur für einachsige Druckbeanspruchung in Dickenrichtung des Dämmstoffes.

Wegen der Lage im Grundwasser kann durch Dränmaßnahmen der hydrostatische Druck nicht verhindert werden. Bei Planung und Ausführung ist durch geeignete Vorkehrungen sicherzustellen, dass durch den Auftrieb keine Scherkräfte auf die Bauwerksabdichtung ausgeübt werden.

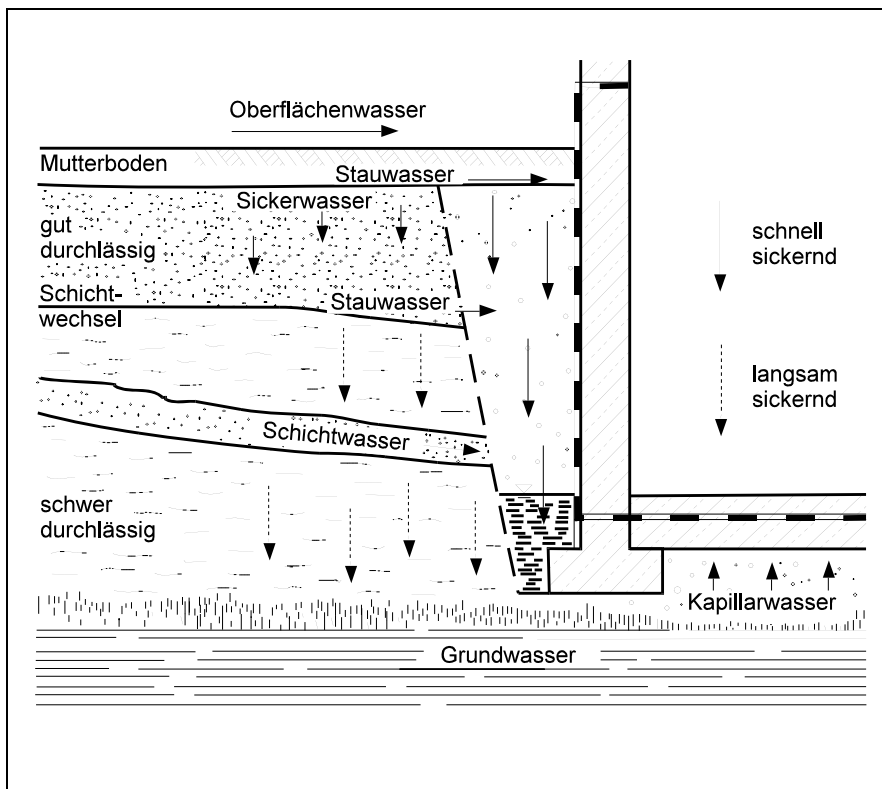


Bild 2: Wasserarten an der Bauwerkswand [46].

4. Anforderungen an den Wärmeschutz erdberührter Bauteile

Der Wärmeschutz von Bauteilen im Erdkontakt richtet sich nach der Nutzungsart der Kellerräume. Nach den Landesbauordnungen sind Aufenthaltsräume in Kellergeschossen zulässig, wenn der Feuchtigkeitsschutz und der Wärmeschutz gesichert ist. Bei beheizten Räumen muss die Energieeinsparverordnung [4] berücksichtigt werden. Für unbeheizte Kellerräume oder bei niedrigen Innentemperaturen muss durch Einhaltung des Mindestwärmeschutzes verhindert werden, dass sich an kalten Kellerwänden Tauwasser bildet. Diese Gefahr besteht besonders in den feuchtwarmen Sommermonaten. Mit der Tauwasserbildung besteht das Risiko der Schimmelpilzbildung und der Entstehung modrigen Kellergeruches.

4.1 Kennwerte für den Wärmeschutz

4.1.1 Wärmeleitfähigkeit

Kennzeichnend für die Dämmfähigkeit eines Materials ist seine Wärmeleitfähigkeit λ in $W/(m \cdot K)$, als Maß, wie viel Wärme ein Stoff zu leiten imstande ist. Je kleiner die Wärmeleitfähigkeit, desto besser sein Dämmvermögen. Für Anwendungen in der Perimeterdämmung müssen die in bauaufsichtlichen Zulassungen oder baurechtlichen Regelungen definierten Bemessungswerte der Wärmeleitfähigkeit verwendet werden, die mit Sicherheitszuschlägen behaftet sein können.

4.1.2 Nennwert der Wärmeleitfähigkeit

Mit der Einführung der harmonisierten europäischen Produktnormen:

- DIN EN 13162 für Mineralwolle-Dämmstoffe (MW)
- DIN EN 13163 für expandierten Polystyrol-Hartschaumstoff (EPS)
- DIN EN 13164 für extrudierten Polystyrol-Hartschaumstoff (XPS)
- DIN EN 13165 für Polyurethan-Hartschaumstoff (PUR)
- DIN EN 13167 für Schaumglas-Dämmstoffe (CG)
- etc.

wurde auch DIN EN ISO 10456, Baustoffe und Bauprodukte: Verfahren zur Bestimmung der wärmeschutztechnischen Nenn- und Bemessungswerte [5] bindend. Mit einem statistischen Verfahren wird aus den bei der laufenden Herstellung der Dämmstoffe gemessenen Werten ein statistisches Toleranzintervall (Vertrauensfraktile) berechnet und im Falle der Wärmeleitfähigkeiten ein „Nennwert der Wärmeleitfähigkeit“ λ_D sowie ein Nennwert des Wärmedurchlasswiderstandes R_D eines Dämmstoffes einer definierten Plattendicke ermittelt.

Aus einer Mindestanzahl einzelner Messwerte (≥ 10) der Wärmeleitfähigkeit wird der Mittelwert und die Standardabweichung ermittelt. Aus diesen Werten wird ein statistisches Toleranzintervall als „Vertrauenswert“ $\lambda_{90/90}$ berechnet, der einen 90%-Anteil mit 90% Vertrauensbereich charakterisiert:

$$\lambda_{90/90} = \lambda_{\text{Mittel}} + k * s_{\lambda}$$

wobei kein statistischer Faktor für ein einseitiges 90%-Toleranzintervall mit 90% Vertrauensbereich ist. „k“ ist umso kleiner, je mehr Messwerte zur Verfügung stehen. Aus $\lambda_{90/90}$ wird der Nennwert der Wärmeleitfähigkeit so festgelegt (deklariert), dass

$$\lambda_D \geq \lambda_{90/90} \text{ ist.}$$

Der 90%-Anteil mit 90% Vertrauensbereich für den Wärmedurchlasswiderstand ist:

$$R_{90/90} = d_N / \lambda_{90/90}$$

wobei d_N die Nenndicke des Dämmstoffes ist. Der Nennwert des Wärmedurchlasswiderstandes entsteht durch Abrundung des Wertes für $R_{90/90}$ auf 0,05 $\text{m}^2 \text{K/W}$ -Stufen.

Auf den Etiketten der Produkte oder auf den Produkten selbst sind die Nennwerte des Wärmedurchlasswiderstandes und gegebenenfalls auch der Nennwert der Wärmeleitfähigkeit ausgewiesen. Für die wärmeschutztechnische Dimensionierung und den Wärmeschutznachweis darf in Deutschland der Nennwert der Wärmeleitfähigkeit λ_D jedoch nicht herangezogen werden. Der Wärmeschutznachweis für den Mindestwärmeschutz oder gemäß EnEV muss mit dem Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit geführt werden.

4.1.3 Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit

Die Festlegung der Bemessungswerte für den wärmeschutztechnischen Nachweis erfolgt mit den nach DIN EN ISO 10456 ermittelten Werten nach DIN V 4108-4 [6]. Für Wärmedämmstoffe nach harmonisierten europäischen Normen sind dort zwei Kategorien für Wärmeleitfähigkeitsbemessungswerte festgelegt. In Kategorie I wird ausgehend vom Nennwert der Wärmeleitfähigkeit λ_D der Bemessungswert λ durch 20% Zuschlag auf λ_D ermittelt. Wärmedämmstoffe mit einem Nennwert λ_D von beispielsweise 0,030 $\text{W}/(\text{m K})$ haben danach einen Bemessungswert von $\lambda = 0,036 \text{ W}/(\text{m K})$.

Im Rahmen einer technischen Spezifikation, zum Beispiel einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung des DIBt, kann für den jeweiligen Dämmstoff ein Grenzwert festgelegt werden, der bei der Herstellung nicht überschritten werden darf. In diesem Fall kann der Bemessungswert λ aus dem festgelegten Grenzwert λ_{grenz} mit einem Zuschlagsfaktor 1,05 berechnet werden:

$$\lambda = 1,05 * \lambda_{\text{grenz}} \text{ in } \text{W}/(\text{m K})$$

Der Nachweis der Grenzwerte erfolgt durch ein Übereinstimmungszertifikat einer notifizierten Prüfstelle.

4.1.4 Wärmedurchlasswiderstand

Der Widerstand, den eine Bauteilschicht der Dicke d mit der Wärmeleitfähigkeit λ dem Wärmedurchfluss entgegenstellt, wird als Wärmedurchlasswiderstand R in $\text{m}^2 \text{K/W}$ bezeichnet.

$$R = d / \lambda = \text{Dicke} / \text{Wärmeleitfähigkeit}$$

4.1.5 Wärmeübergangswiderstand

Bei der Wärmeübertragung wird dem Grenzbereich zwischen Bauteil und angrenzender Luft ein auf Erfahrung basierender charakteristischer Übergangswiderstand zugeordnet. Er beträgt innen beispielsweise $R_i = 0,13 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ und außen $R_a = 0,04 \text{ m}^2 \text{ K/W}$.

In den Bereichen, in denen an der Außenseite keine Luft angrenzt, sondern direkt das Erdreich, ist der Übergangswiderstand $R_a = 0 \text{ m}^2 \text{ K/W}$.

4.1.6 Wärmedurchgangskoeffizient

Der Wärmedurchgangskoeffizient U eines Bauteils (dessen U -Wert) setzt sich aus dem Kehrwert der Wärmeübergangswiderstände innen und außen und dem Wärmedurchlasswiderstand der gesamten Wandkonstruktion zusammen.

$$U = 1 / (R_i + R_a + R_{\text{ges}})$$

Weist die Kellerwand eine Perimeterdämmung, eine Abdichtung und einen Innenputz auf, so ist R_{ges} die Summe der einzelnen Wärmedurchgangswiderstände. Diese werden aus der jeweiligen Schichtdicke, dividiert durch die jeweilige Wärmeleitfähigkeit, berechnet:

$$R_{\text{ges}} = d_D / \lambda_D + d_A / \lambda_A + d_W / \lambda_W + d_P / \lambda_P$$

Sind Mindestwerte für den Wärmedurchgangskoeffizienten U_{min} einzuhalten, so kann dies durch die Wahl der Schichtdicke der Dämmschicht der Perimeterdämmung dimensioniert werden:

$$d_{D,\text{min}} = \lambda_D (1/U_{\text{min}} - R_i - R_a - d_A / \lambda_A - d_W / \lambda_W - d_P / \lambda_P).$$

4.2 Baurechtliche Grundlagen des baulichen Wärmeschutzes

Beim Wärmeschutz sind 2 Bereiche zu unterscheiden: Zum einen muss der in den Landesbauordnungen (LBO) verlangte '*Mindest-Wärmeschutz*' in jedem Fall erbracht werden. Dessen Anforderungswerte sind der Technischen Baubestimmung (TBB) DIN 4108-2 [7] zu entnehmen. Zum anderen muss der '*energiesparende Wärmeschutz*' nach der Energieeinsparverordnung (EnEV) [4] eingehalten werden, deren Umsetzung nach dem Energieeinspargesetz (EnEG) [8] §5 dem Wirtschaftlichkeitsgebot unterliegt. Außerdem muss der Tauwasserschutz gemäß DIN 4108-3 [9] sichergestellt sein.

Eine weitere Bedeutung erhält der Wärmeschutz von Gebäuden als ein effektiver Beitrag zum Klimaschutz und zur Daseinsvorsorge. Die derzeit bekannten Erdölvorräte reichen beim derzeitigen Verbrauch nur noch für ca. 40 bis 60 Jahre aus. Alleine in Deutschland werden über 35% des Erdölkonsums zur Gebäudebeheizung verbraucht [10]. Mittlerweile ist kaum noch umstritten, dass sich Kohlendioxid aus der Verbrennung fossiler Energieträger in der Erdatmosphäre anreichert und damit zum globalen Treibhauseffekt führt. In keinem anderen Verbraucherbereich kann mit so einfachen und effektiven Maßnahmen der Energieverbrauch reduziert werden und damit zum Klimaschutz und zur Ressourcenschonung beigetragen werden, wie beim Energieverbrauch von Gebäuden.

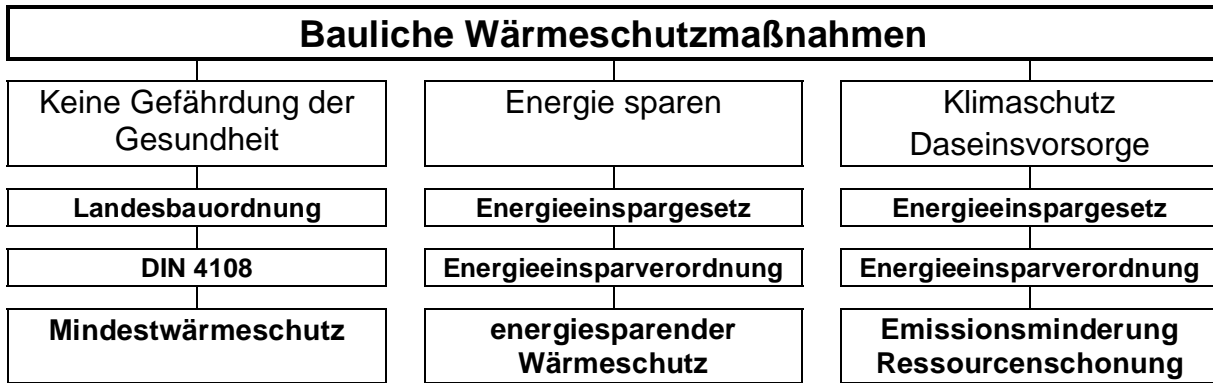


Bild 3: Entwicklung und Strukturierung des baulichen Wärmeschutzes und bauordnungsrechtlicher Grundlagen

4.3 Mindestanforderungen nach DIN 4108

Die Mindestanforderung an den Wärmeschutz wärmeübertragender Bauteile beträgt nach DIN 4108-2, Ausgabe März 2001 [7] für Außenwände gegen Erdreich: $R = 1,2 \text{ m}^2\text{K/W}$ (Mindestwärmedurchlasswiderstand), wenn die Kellerräume auf Innentemperaturen $\geq 19^\circ\text{C}$ beheizt werden. Bei niedrigen Innentemperaturen zwischen 12 und 19°C , ist der Mindestwärmedurchlasswiderstand auf $0,55 \text{ m}^2\text{K/W}$ festgelegt.

Für den unteren Gebäudeabschluss nicht unterkellerten Aufenthaltsräume, unmittelbar an das Erdreich grenzend, bis zu einer Raumtiefe von 5 m ist ein Mindestwärmedurchlasswiderstand von $0,9 \text{ m}^2\text{K/W}$ vorgeschrieben. Diese Werte müssen an jeder Stelle, auch im Bereich von Wärmebrücken, vorhanden sein. In Tabelle 2 sind die Werte aufgelistet.

Tabelle 2: Mindestwärmedurchlasswiderstand [$\text{m}^2\text{K/W}$] von Bauteilen im Erdkontakt nach DIN 4108-2, 2001-03.

Bauteil	Mindestwärmedurchlasswiderstand in $\text{m}^2 \text{K/W}$	
	Innenraumtemperatur $\geq 19^\circ\text{C}$	Innenraumtemperatur zwischen 12 und 19°C
Wände von Aufenthaltsräumen gegen Erdreich	1,20	0,55
Unterer Abschluss nicht unterkellerten Aufenthaltsräume	0,90	0,90

In Tabelle 3 sind Beispiele dafür angegeben, welche Dämmschichtdicken notwendig sind, um je nach Wandkonstruktion und Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit des Dämmstoffes an Kellerwänden den Mindestwärmeschutz zu erfüllen.

Tabelle 3: Erforderliche Dämmschichtdicken für verschiedene Kellerwandbaustoffe zur Erfüllung der Mindestwärmeschutzanforderungen ($R \geq 1,2 \text{ m}^2\text{K/W}$) beheizter Kellerräume nach DIN 4108-2 (ohne Berücksichtigung von Putz- und Abdichtungsschichten).

Baustoff der tragenden Kellerwand	Dicke der tragenden Kellerwand [mm]	Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit des Wandbaustoffs [W/(m K)]	R-Wert der tragenden Kellerwand [(m ² K)/W]	erforderliche Dämmschichtdicke [mm] für Mindestwärmeschutz bei dem Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit des Dämmstoffes in W/(m K)		
				0,030	0,035	0,040
Stahlbeton	250	2,1	0,119	40	40	50
Kalksandstein	300	0,99	0,303	30	40	40
Hohlblock	300	0,92	0,326	30	40	40
Porenbeton	300	0,29	1,034	10	10	10

Aus Tabelle 3 ist ersichtlich, dass die Mindestanforderungen an den Wärmeschutz selbst bei einer 300 mm dicken Porenbetonwand nicht mehr ohne zusätzliche Dämmung erreicht werden.

4.4 Energiesparender Wärmeschutz nach der Energieeinsparverordnung (EnEV)

Die Energieeinsparverordnung (EnEV) vom 16. November 2001 [4] schreibt die bauordnungsrechtlichen Anforderungen an das energiesparende Bauen auf der Grundlage des Energieeinspargesetzes gegenüber der früheren Wärmeschutzverordnung vom 16. August 1994 (WSVO 95) [11] fort. Die Anforderungen betreffen sowohl Neubauten, als auch Umbaumaßnahmen beheizter Gebäude. In die energetische Bilanzierung des Gebäudes wird bei der EnEV nun auch die Anlagentechnik mit einbezogen. Mit der EnEV wird für das Gebäude der Endenergiebedarf inklusive Anlagentechnik für Heizung, Lüftung und Warmwasserbereitung (Jahres-Primärenergiebedarf) ausgewiesen.

$$Q_P = (Q_h + Q_W) e_P$$

Dabei bedeuten:

Q_P = Jahres-Primärenergiebedarf in kWh/a

Q_h = Jahres-Heizwärmebedarf in kWh/a

Q_W = Nutzwärmebedarf für die Warmwasserbereitung in kWh/a

e_P = Anlagenaufwandszahl

Nach der EnEV wird der Jahres-Primärenergiebedarf beheizter Gebäude begrenzt. Die Anforderung an den maximal zulässigen Primärenergiebedarf hängt vom Verhältnis der wärmeaustauschenden Hüllfläche des Gebäudes (A) zum Gebäudevolumen (V_e) ab.

Je nach Art der Warmwasserbereitung unterscheiden sich die Anforderungen.

Wohngebäude mit nicht elektrischer Warmwasserbereitung:

$$Q_{P''} = 50,94 + 75,29 A/V_e + 2600/(100+A_N) \text{ in kWh/m}^2 \text{ a}$$

Wohngebäude mit überwiegend elektrischer Warmwasserbereitung:

$$Q_{P''} = 50,94 + 75,29 A/V_e \text{ in kWh/m}^2 \text{ a (bezogen auf die Gebäudenutzfläche } A_N)$$

Andere Gebäude:

$$Q_{P'} = 9,9 + 24,1 A/V_e \text{ in kWh/m}^3 \text{ a (bezogen auf das beheizte Gebäudevolumen)}$$

Wobei jeweils Begrenzungen für besonders große Gebäude ($A/V_e \leq 0,2 \text{ m}^{-1}$) und besonders kleine Gebäude ($A/V_e \geq 1,05 \text{ m}^{-1}$) bestehen.

Außerdem ist der spezifische, auf die wärmeübertragende Umfassungsfläche bezogene Transmissionswärmeverlust nach der EnEV in Abhängigkeit vom Fensterflächenanteil zu begrenzen.

Nichtwohngebäude mit einem Fensterflächenanteil $\leq 30\%$ und Wohngebäude:

$$H_{T'} = 0,3 + 0,15/(A/V_e) \text{ in W/(m}^2 \text{ K)}$$

Nichtwohngebäude mit einem Fensterflächenanteil $> 30\%$:

$$H_{T'} = 0,35 + 0,24/(A/V_e) \text{ in W/(m}^2 \text{ K)}$$

Der spezifische Transmissionswärmeverlust ist die Summe der Transmissionswärmeverluste der einzelnen Bauteile, unter Berücksichtigung eventueller Abminderungsfaktoren F_x einzelner Bauteile, sowie unter Berücksichtigung von Wärmebrückeneinflüssen H_{WB} :

$$H_T = \sum (F_{x,i} * U_i * A_i) + H_{WB} \text{ mit } H_{WB} = \Delta U_{WB} * A$$

Ohne weitere Nachweise wird ein pauschaler Wärmebrückenzuschlagskoeffizient $\Delta U_{WB} = 0,1 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$ angesetzt.

Zum Nachweis des Jahres-Primärenergiebedarfs (Q_P) wird der Jahres-Heizwärmebedarf (Q_h) ermittelt. Die Berechnung kann nach zwei Verfahren durchgeführt werden: Nach dem Periodenbilanzverfahren für die Heizperiode und nach dem Monatsbilanzverfahren. Die Berechnung erfolgt auf der Grundlage von DIN EN 832 [12] nach DIN 4108-6 [13].

Der Heizwärmebedarf während der Heizperiode (Q_h) setzt sich aus den Wärmeverlusten ($Q_{l,HP}$) und den Wärmegewinnen ($Q_{g,HP}$), unter Berücksichtigung eines Ausnutzungsgrades (η_{HP}) zusammen:

$$Q_h = Q_{l,HP} - \eta_{HP} * Q_{g,HP}$$

Bei den Wärmeverlusten werden die Transmissionswärmeverluste und die Lüftungswärmeverluste berücksichtigt:

$$Q_{l,HP} = F_{Gt} (H_T + H_V)$$

wobei

$$F_{Gt} = 0,024 * Gt_{x/y} \text{ und } Gt_{x/y} \text{ die Heizgradtagzahl ist.}$$

Die Lüftungswärmeverluste betragen:

$$H_V = \rho_L * c_{pL} * n * V$$

Dabei ist:

$$\rho_L * c_{pL} = 0,34 \text{ Wh}/(\text{m}^3 \text{ K})$$

$$V = 0,76 * V_e \text{ oder bei Ein- und Zweifamilienhäusern } V = 0,8 * V_e$$

$$n = \text{Luftwechselrate für den hygienisch notwendigen Luftwechsel zum Beispiel } 0,6 \text{ h}^{-1}$$

Die Transmissionswärmeverluste können durch die Gebäudehüllfläche (auch im Erdkontakt) durch Wärmedämmmaßnahmen reduziert werden. Dabei gilt der einfache Grundsatz, je kleiner der Wärmedurchgangskoeffizient U eines Bauteils ist, oder je größer der Wärmedurchgangswiderstand R desto geringer sind die Transmissionswärmeverluste. Die Lüftungswärmeverluste hängen von der Dichtheit der Gebäudehülle ab.

Bei Änderung von Bauteilen bestehender Gebäude und bei Errichtung von Gebäuden mit einem Volumen $< 100 \text{ m}^3$ müssen auch für die einzelnen Bauteile bei erstmaligem Einbau, sowie bei Ersatz oder Erneuerung von Bauteilen Höchstwerte des Wärmedurchgangskoeffizienten (U_{max} -Werte) eingehalten werden. Für Wände beheizter Räume gegen Erdreich beträgt U_{max} je nach Ausführungsart der baulichen Maßnahme $0,4$ oder $0,5 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$.

Für unbeheizte Kellerräume oder bei niedrigen Innentemperaturen muss aber auch durch Einhaltung des Mindestwärmeschutzes verhindert werden, dass sich an kalten Kellerwänden Tauwasser bildet. Diese Gefahr besteht besonders in den feuchtwarmen Sommermonaten. Mit der Tauwasserbildung besteht das Risiko der Schimmelpilzbildung und der Entstehung modrigen Kellergeruches.

Für Bauteile im Erdkontakt wird gegenüber Bauteilen die an die Außenluft grenzen während der Heizperiode ein verminderter Wärmeverlust angenommen. Bei der Berechnung der Transmissionswärmeverluste durch die Bauteile im Erdkontakt wird dies durch Temperaturkorrekturfaktoren berücksichtigt:

$$H_T = F_x * U * A$$

Beim Periodenbilanzverfahren, wird als Temperaturkorrekturfaktor für den unteren Gebäudeabschluss (Kellerwände und Kellerdecken zu unbeheiztem Keller, Fußboden auf Erdreich oder Flächen des beheizten Kellers gegen Erdreich) der Temperaturkorrekturfaktor $F_x = 0,6$ gemäß EnEV, Anlage 1, Tabelle 3 angesetzt.

Im Monatsbilanzverfahren ist der Temperaturkorrekturfaktor abhängig von der Nutzungsart, von geometrischen Kenngrößen der Kellerräume und von den Wärmedurchlasswiderständen von Bodenplatte und Kellerwand. Die Werte liegen zwischen $0,1$ und $0,9$ und sind DIN V 4108-6, Tabelle 3 zu entnehmen. Bei der Berechnung des Wärmedurchlasswiderstandes der Bauteile im Erdkontakt sind die Wärmeübergangswiderstände $R_{si} = 0,13 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$ und wegen des Erdkontaktes $R_{se} = 0 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$ zu berücksichtigen.

Der Wärmedurchgangswiderstand R_T einer mehrschichtigen Kellerwand setzt sich aus den Teilwiderständen der einzelnen Schichten zusammen:

$$R_T = R_{si} + R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{se}$$

und der Wärmedurchgangskoeffizient U ist:

$$U = 1 / R_T$$

Vereinfachend können für die Planung Zielvorgaben definiert werden, die sich an den Vorgaben der bisherigen WSVO [11] orientieren. Da nach der früheren WSVO für Wände im Erdkontakt ein bauteilbezogener Wärmedurchgangskoeffizient von $0,35 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$ festgelegt war, kann für die Dimensionierung nach EnEV ein Ziel- Wärmedurchgangskoeffizienten von ca. $0,3 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$ angenommen werden.

In Tabelle 4 sind die Wärmedurchgangskoeffizienten angegeben, die sich an einer 250 mm dicken Betonwand mit unterschiedlichen Dämmschichtdicken bei verschiedenen Bemessungswerten der Wärmeleitfähigkeit des Dämmstoffes ergeben.

Wie aus Tabelle 4 ersichtlich ist, kann beispielsweise ein U -Wert von $0,35 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$ mit einem Dämmstoff dessen Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit $0,035 \text{ W}/(\text{m K})$ beträgt mit 100 mm Dämmschichtdicke erzielt werden. Hat der Dämmstoff einen Bemessungswert von $0,045 \text{ W}/(\text{m K})$ sind bereits 120 mm Dämmschichtdicke hierfür erforderlich. Steht ein Wärmedämmstoff mit einem Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit von $0,030 \text{ W}/(\text{m K})$ zur Verfügung, reichen 80 mm Schichtdicke aus, damit der U -Wert der Wand auf $0,35 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$ begrenzt wird.

Tabelle 4: Erforderliche Dämmschichtdicke zur Erreichung eines bestimmten Wärmedurchgangskoeffizienten einer 250 mm dicken Betonkellerwand für verschiedene Bemessungswerte der Wärmeleitfähigkeit des Dämmstoffes. Bei der Berechnung sind Wärmeübergangswiderstände mit $R_i = 0,13 \text{ (m}^2 \text{ K)/W}$ und $R_a = 0 \text{ (m}^2 \text{ K)/W}$ berücksichtigt.

Dämmschichtdicke [mm]	Wärmedurchgangskoeffizient in $[\text{W}/(\text{m}^2 \text{ K})]$				
	bei einem Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit des Dämmstoffes in $\text{W} / (\text{m K})$ von				
	0,030	0,035	0,040	0,045	0,050
50	0,52	0,60	0,67	0,74	0,80
60	0,44	0,51	0,57	0,63	0,69
80	0,34	0,39	0,44	0,49	0,54
100	0,28	0,32	0,36	0,40	0,44
120	0,24	0,27	0,31	0,34	0,38
140	0,20	0,24	0,27	0,30	0,33

In Tabelle 5 sind die erforderlichen Dämmschichtdicken (auf 10 mm-Stufen aufgerundet) angegeben, die sich zur Erzielung eines Wärmedurchgangskoeffizienten von $0,30 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$ bei verschiedenen Kellerwandbaustoffen ergeben.

Tabelle 5: Empfehlungen für Dämmschichtdicken zur Perimeterdämmung bei verschiedenen Kellerwandbaustoffen. Die Dimensionierung erfolgt mit einem U-Wert von 0,3 W/(m² K) (ohne Berücksichtigung von Putz- und Abdichtungsschichten).

Baustoff der tragenden Kellerwand	Dicke der tragenden Wand [mm]	Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit des Wandbaustoffs λ [W/(m K)]	Wärmedurchlasswiderstand der tragenden Wand R [(m ² K)/W]	erforderliche Dämmschichtdicke [mm] für zukunftsweisenden Wärmeschutz bei dem Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit des Dämmstoffes in W/(m K)	
				0,035	0,040
Stahlbeton	250	2,1	0,119	120	140
Kalksandstein	300	0,99	0,303	100	120
Hohlblock	300	0,92	0,326	100	120
Porenbeton	300	0,29	1,034	80	100

Bei einer 250 mm dicken Stahlbetonwand muss ein Dämmstoff, dessen Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit 0,040 W/(m K) beträgt, beispielsweise mit 140 mm Schichtdicke gedämmt werden, um einen U-Wert von 0,3 W/(m² K) zu erreichen. Mit 80 mm Dämmschichtdicke eines Dämmstoffes, dessen Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit 0,035 W/(m K) erreicht, wird bei einer 300 mm dicken Porenbetonwand der U-Wert 0,3 W/(m² K) erreicht.

4.5 Normative Regelungen

Aus bauphysikalischen Gründen wird im erdberührten Bereich die Perimeterdämmung außerhalb der Abdichtung angeordnet. Zur Berechnung des Wärmedurchlasswiderstandes für den Wärmeschutznachweis, dürfen nach DIN 4108-2 [7] normalerweise nur die Schichten angerechnet werden, die raumseitig der Abdichtung liegen. Ausgenommen davon sind Wärmedämmschichten aus extrudiertem Polystyrol-Hartschaumstoff (XPS) und Schaumglas (CG).

Für diese Dämmstoffe darf die Dämmschicht beim Wärmeschutznachweis nach DIN 4108-2 ausdrücklich eingerechnet werden. Eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung (AbZ) für die Anwendung als Perimeterdämmung ist für XPS und Schaumglas daher nicht erforderlich.

Für andere Wärmedämmstoffe, wie zum Beispiel EPS- oder PUR-Hartschaumstoffe muss im bauaufsichtlichen Genehmigungsverfahren der Verwendbarkeitsnachweis durch eine Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung (AbZ) erbracht werden.

Zudem wurde in der aktuellen DIN 4108-3 (7/2001) [9] die außenseitige Perimeterdämmung mit XPS als Regelkonstruktion aufgenommen, für die ein feuchtetechnischer Nachweis nicht mehr erbracht werden muss. Aufgrund der relativ neuen Sachlage ist es empfehlenswert, wenn Planer, Bauleiter und Ausführende ihren Besteller bzw. Auftraggeber

(AG) auf diese Sachlage hinweisen. Die Perimeterdämmung mit XPS und Schaumglas hat sich seit etwa 30 Jahren uneingeschränkt bewährt, so dass sie die Merkmale als allgemein anerkannte Regel der Technik (AaRdT) erfüllt.

DIN EN ISO 6946 [14] legt ein Verfahren zur Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten von Bauwerksteilen fest, die sich in Kontakt mit der Außenluft befinden. DIN EN ISO 13 370 [15] beschreibt die Berechnung für Bauteile, die sich in wärmetechnischem Kontakt mit dem Erdreich befinden. Die Schnittstelle dieser beiden Normen liegt bei Bodenplatten auf Erdreich, aufgeständerten Bodenplatten sowie unbeheizten Kellergeschossen.

Bei erdberührten Bodenplatten und Kellerwänden führt die große Wärmespeicherfähigkeit des Erdreichs zu periodischen Wärmeströmen, die mit dem Jahresgang der Innen- und Außentemperaturen zusammenhängen. Der stationäre Wärmestrom stellt oftmals eine gute Näherung für den mittleren Wärmestrom über die Dauer der Heizperiode dar. Im Berechnungsverfahren nach diesen Normen ist der Wärmedurchgangskoeffizient für stationäre Zustände definiert. Er bezieht sich auf den mittleren Wärmestrom und die mittlere Temperaturdifferenz.

5. Anwendungsbezogene Mindestanforderungen an die Ausführung

5.1 Normative Anforderungen

In DIN V 4108-10 [16] sind anwendungsbezogene Anforderungen an werkmäßig hergestellte Wärmedämmstoffe für die verschiedenen Anwendungsgebiete angegeben. Für den Anwendungsbereich Perimeterdämmung sind mit dem Anwendungskurzzeichen PW die außenliegende Wärmedämmung von Wänden gegen Erdreich bei außenliegender Abdichtung und mit PB die außenliegende Wärmedämmung unter der Bodenplatte gegen Erdreich, außerhalb der Abdichtung bezeichnet.

Bestimmte Produkteigenschaften, wie zum Beispiel die Druckbelastbarkeit und die Wasseraufnahme, die für Anwendungen in der Perimeterdämmung relevant sind, werden in Tabelle 2 von DIN V 4108-10 weiter differenziert. In Tabelle 6 ist nachfolgend ein Auszug daraus angegeben.

Tabelle 6: Differenzierung von bestimmten Produkteigenschaften der Wärmedämmstoffe (Auszug aus DIN V 4108-10, Tabelle 2).

Produkt-eigenschaft	Kurz-zeichen	Beschreibung	Beispiele
Druckbelast-barkeit	dk	keine Druckbelastbarkeit	Zwischensparrendämmung
	dg	geringe Druckbelastbarkeit	Wohnbereich unter Estrich
	dm	mittlere Druckbelastbarkeit	nicht genutztes Dach
	dh	hohe Druckbelastbarkeit	genutzte Dachflächen
	ds	sehr hohe Druckbelastbarkeit	Industrieböden
	dx	extrem hohe Druckbelastbarkeit	Parkdeck
Wasser-aufnahme	wk	keine Anforderung	Innendämmung Wohnbereich
	wf	Wasseraufnahme durch flüssiges Wasser	Außendämmung von Außenwänden
	wd	Wasseraufnahme durch flüssiges Wasser und/oder Diffusion	Perimeterdämmung

Für die nach DIN 4108-2 genormte Anwendung von XPS und Schaumglas in der Perimeterdämmung sind in DIN V 4108-10 in Tabelle 5 für XPS und in Tabelle 8 der DIN V 4108-10 für Schaumglas-Dämmstoffe Mindestanforderungen für verschiedene Anwendungsgebiete festgelegt. Die Mindestanforderungen die an XPS für die Perimeterdämmung (PW) im Wandbereich und im Bodenbereich (PB) gestellt werden, sind nachfolgend in Tabelle 7 als Auszug von Tabelle 5 der DIN V 4108-10, angegeben.

Tabelle 7: Mindestanforderungen gemäß DIN V 4108-10 an XPS nach DIN EN 13164 im Anwendungsbereich Perimeterdämmung. Auszug aus Tabelle 5 von DIN V 4108-10.

Kurz-Zeichen	Dicken-toleranz	Druckspan-nung oder Druckfestigkeit	Kriechverhalten	Wasserauf-nahme durch Diffusion	Frost-Tau-Wechselbe-anspruchung
PW, dh	T1	CS(10\Y)300	-	WD(V)5	FT1
PW, ds	T1	CS(10\Y)500	CC(2/1,5/50)150	WD(V)5	FT1
PW, dx	T1	CS(10\Y)700	CC(2/1,5/50)200	WD(V)5	FT1
PB, dh	T1	CS(10\Y)300	-	WD(V)5	FT1
PB, ds	T1	CS(10\Y)500	CC(2/1,5/50)150	WD(V)5	FT1
PB, dx	T1	CS(10\Y)700	CC(2/1,5/50)200	WD(V)5	FT1

Die Mindestanforderungen die an Schaumglas-Dämmstoffe für die Perimeterdämmung (PW) im Wandbereich und im Bodenbereich (PB) festgelegt sind, werden nachfolgend in Tabelle 8 als Auszug aus DIN V 4108-10 Tabelle 8 angegeben.

Tabelle 8: Mindestanforderungen gemäß DIN V 4108-10 an Schaumglas nach DIN EN 13167 im Anwendungsbereich Perimeterdämmung

Kurz-zeichen	Punkt-last	Di-men-sions-stabili-tät	Dimen-sions-stabili-tät	Druckspan-nung oder Druck-festigkeit	Biege-festig-keit	Zug-festig-keit	Kriech-verhalten	kurz-zeitige Was-ser-auf-nahme	Lang-zeitige Was-ser-auf-nahme	Was-ser-dampf-diffu-sions-wider-stand
PW, dh	PL(P) 2	DS(T+)	DS(TH)	CS(10\Y)400	BS 200	TR 150	CC(2/1,5/50)150	WS	WL(P)	>40000
PW, ds	PL(P) 2	DS(T+)	DS(TH)	CS(10\Y)900	BS 450	TR 150	CC(2/1,5/50)270	WS	WL(P)	>40000
PW, dx	PL(P) 2	DS(T+)	DS(TH)	CS(10\Y)1200	BS 450	TR 150	CC(2/1,5/50)480	WS	WL(P)	>40000
PB, dh	PL(P) 2	DS(T+)	DS(TH)	CS(10\Y)400	BS 200	TR 150	CC(2/1,5/50)150	WS	WL(P)	>40000
PB, ds	PL(P) 2	DS(T+)	DS(TH)	CS(10\Y)900	BS 450	TR 150	CC(2/1,5/50)270	WS	WL(P)	>40000
PB, dx	PL(P) 2	DS(T+)	DS(TH)	CS(10\Y)1200	BS 450	TR 150	CC(2/1,5/50)480	WS	WL(P)	>40000

Aufgrund der Sprödigkeit und der Punktlastempfindlichkeit der Schaumglas-Dämmstoffe werden in DIN 4108-10 auch an diese Eigenschaften für die Anwendung in der Perimeterdämmung Mindestanforderungen gestellt.

Für EPS- und PUR-Hartschaumstoffe sind in DIN 4108-10 keine Anforderungen gelistet, weil diese Dämmstoffe für die Anwendung in der Perimeterdämmung keine genormten Konstruktionen sind. Ihre Anwendung ist in bauaufsichtlichen Zulassungen geregelt.

5.2 Bauaufsichtliche Zulassungen

Eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung (AbZ) wird immer produktbezogen vom Deutschen Institut für Bautechnik (DIBt) erteilt. Sie gilt nur für das darin beschriebene Bauprodukt.

Nach DIN 4108 Wärmeschutz und Energieeinsparung in Gebäuden, Teil 2 [7], dürfen extrudierte Polystyrol-Hartschaumstoffe und Schaumglas bei der Berechnung des Wärmedurchlasswiderstandes auch bei Anordnung außerhalb der Bauwerksabdichtung als genormte Konstruktionen für den Wärmeschutz angerechnet werden. Für alle anderen Wärmedämmstoffe, wie EPS, PUR, Mineralwolle etc. ist eine bauaufsichtliche Zulassung erforderlich, um sie bei der Berechnung des Wärmeschutznachweises bei Anordnung außerhalb der Bauwerksabdichtung berücksichtigen zu dürfen.

Die Perimeterdämmung im Bereich von drückendem Wasser und unter lastabtragenden Gründungsplatten bedarf jedoch grundsätzlich für alle Dämmstoffe der bauaufsichtlichen Zulassung.

Für Anwendungen im Bereich von drückendem Wasser liegen derzeit nur für einige XPS-Marken und für Schaumglas bauaufsichtliche Zulassungen vor. Als lastabtragende Wärmedämmung sind Schaumglasprodukte, einige XPS-Marken und spezielles hydrophobiertes EPS bauaufsichtlich zugelassen.

Die allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen für Wärmedämmstoffe als Perimeterdämmung beschreiben jeweils den Anwendungsbereich. Darüber hinaus enthalten sie jeweils in Abschnitt 2. Bestimmungen für das Bauprodukt, in Abschnitt 3. Bestimmungen für Entwurf und Bemessung sowie in Abschnitt 4. Bestimmungen für die Ausführung.

Für den Bauausführenden ist es keinesfalls ausreichend, bei der Dämmstoffauswahl zu wissen, dass für ein bestimmtes Produkt eine bauaufsichtliche Zulassung vorliegt. Die genaue Kenntnis der Bestimmungen in der jeweiligen bauaufsichtlichen Zulassung und deren Abgleich mit den konkreten Anforderungen beim jeweiligen Bauvorhaben sind zwingend.

Zur Verdeutlichung der verschiedenen Anforderungen der bauaufsichtlichen Zulassungen geben die Tabellen 9 bis 12 einen Überblick.

Da eine bauaufsichtliche Zulassung immer produktbezogen erteilt wird, ergeben sich im Vergleich verschiedener Zulassungen naturgemäß Unterschiede im Anwendungsbereich und bei den Bestimmungen für das Bauprodukt. Tabelle 9 gibt eine kurze Übersicht der Anwendungsbereiche für verschiedene Produktgruppen.

Tabelle 9: Unterschiede in den „Anwendungsbereichen“ verschiedener bauaufsichtlicher Zulassungen als Perimeterdämmung.

Produkt	Zulässige Einbautiefe	Anforderung an den anstehenden Boden	Abstand von Verkehrslasten > 5 kN/m ²	Einbau im Kapillarsaum des Grundwassers	Einbau im Bereich von drückendem Wasser
EPS	3 m	gut wasserdurchlässig	3 m	nicht zugelassen	nicht zugelassen
EPS, hydrophobiert	3 bis 6 m	gut wasserdurchlässig	keine Anforderung	nicht zugelassen	nicht zugelassen
PUR	3 m	gut wasserdurchlässig	3 m	nicht zugelassen	nicht zugelassen
XPS	keine Beschränkung	keine Anforderung	keine Anforderung	zugelassen	bis 3,5 m
Schaumglas	keine Beschränkung	keine Anforderung	keine Anforderung	zugelassen	bis 12 m

Bei XPS und bei Schaumglas gibt es keine Einbautiefenbeschränkung. Außerdem dürfen nur XPS und Schaumglas im Kapillarsaum des Grundwassers oder im Bereich von drückendem Wasser eingebaut werden. Falls Stau- oder Schichtenwasser auftreten kann ist bei Verwendung von EPS- und PUR-Hartschaum eine Dränung nach DIN 4095 vorzusehen.

Die in verschiedenen bauaufsichtlichen Zulassungen für verschiedene Dämmstoffgruppen ersichtlichen Unterschiede in den „Bestimmungen für Entwurf und Bemessung“ sind in Tabelle 10 aufgeführt.

Tabelle 10: Unterschiede in den „Bestimmungen für Entwurf und Bemessung“ verschiedener bauaufsichtlicher Zulassungen als Perimeterdämmung.

Produkt	Zuschlag zum Wärmedurchgangskoeffizienten ΔU in W/(m ² K)	Auftriebssicherung im Grundwasser
EPS, EPSH, PUR	0,04	Anwendung ist <u>nicht</u> zugelassen
XPS	kein Zuschlag	ist nachzuweisen
Schaumglas	kein Zuschlag	ist nachzuweisen

Auch bei den „Bestimmungen für die Ausführung“ gibt es bei den verschiedenen bauaufsichtlichen Zulassungen für verschiedene Dämmstoffgruppen Unterschiede. In Tabelle 11 ist dazu eine Übersicht angegeben. Je nach Dämmstoffwahl ist zum Beispiel zu beachten, ob die Dämmplatten zusätzlich vor mechanischer Beschädigung und vor Frosteinwirkung geschützt werden müssen.

Tabelle 11: Unterschiede in den „Bestimmungen für die Ausführung“ verschiedener bauaufsichtlicher Zulassungen als Perimeterdämmung.

Produkt	Verlegung	Befestigung	Schutz der Dämmplatten	Anwendung bei drückendem Wasser
EPS, EPSH, PUR	einlagig im Verband	verkleben	nur erforderlich falls Dämmplatten sonst beschädigt werden	<ul style="list-style-type: none"> • nicht zugelassen
XPS	einlagig im Verband	verkleben	nur erforderlich falls Dämmplatten sonst beschädigt werden	<ul style="list-style-type: none"> • Kantenprofilierung, • vollflächig verkleben, • Auftriebsicherung
Schaumglas	einlagig im Verband	verkleben	Frostschutz, mindestens 2 mm frostbeständige Bitumenspachtelmasse	<ul style="list-style-type: none"> • vollflächig verkleben, • Fugen vollflächig verschlossen • Auftriebsicherung

Tabelle 12: Unterschiede in den „Bestimmungen für die Ausführung“ verschiedener bauaufsichtlicher Zulassungen als Perimeterdämmung.

Produkt	Verfüllen	Anschlüsse
EPS, EPSH, PUR, XPS	Sand-Kies-Gemisch, lagenweise verdichten	<ul style="list-style-type: none"> • UV-Schutz im Sockelbereich, • Schutz vor mechanischer Beschädigung, • hinterlaufen durch Oberflächenwasser ausschließen, • Wärmebrücken vermeiden
Schaumglas	Sand-Kies-Gemisch, lagenweise verdichten	<ul style="list-style-type: none"> • Schutz vor mechanischer Beschädigung • hinterlaufen durch Oberflächenwasser ausschließen • Wärmebrücken vermeiden

6. Eigenschaften der Wärmedämmstoffe für die Perimeterdämmung

6.1 Wärmedämmvermögen

Charakteristische Kenngrößen zur Beschreibung des Wärmedämmvermögens sind die produktspezifische Wärmeleitfähigkeit oder der jeweils plattendickenbezogene Wärmedurchlasswiderstand. Diese Kennwerte sind produkt- und herstellerabhängig.

6.2 Druckfestigkeit

Die für einen Dämmstoff ausgewiesene Druckfestigkeit ist das Verhältnis von kurzzeitig einwirkender Kraft zur Krafteinwirkungsfläche auf dem Dämmstoff. Dies ist die Grenzspannung unterhalb der die Materialzerstörung des Dämmstoffes vermieden wird. Bei elastischen Dämmstoffen kommt es zu keiner Materialzerstörung. Diese Stoffe werden bei Krafteinwirkung einfach zusammengedrückt. Als Grenzwert für die höchstzulässige Zusammendrückung sind 10% Dickenverringerung definiert, so dass bei diesen Stoffen als „Druckfestigkeitswert“ die Druckspannung bei 10 % Stauchung gilt. Die Ermittlung dieser Kennwerte erfolgt nach DIN EN 826 [17].

6.3 Langzeitdruckfestigkeit

Wirken auf einen Stoff dauerhaft konstante oder wechselnde Kräfte ein, so ist außer der spontanen Verformung bei der Krafteinwirkung ein gewisses „Alterungsverhalten“, bei Schaumkunststoffen als „Kriechen“ und bei sprödharten Stoffen als „Materialermüdung“ bezeichnet, zu beobachten.

Um in einer Anwendung, bei der auf die Konstruktion dauerhafte Lasten einwirken, wie in der Perimeterdämmung beispielsweise der Erddruck, die gewünschte Funktionsweise der Konstruktion für die erwartete Lebensdauer sicherzustellen, muss die Leistungsfähigkeit des eingesetzten Materials den erwarteten Beanspruchungen in der Anwendung angepasst werden. Dies geschieht in der Perimeterdämmung und unter lastabtragenden Gründungsplatten beispielsweise durch Dimensionierung der Langzeitdruckfestigkeit. Hierfür werden von den Materialherstellern Kennwerte angegeben, die nach DIN EN 1606 [18] in Kriechversuchen ermittelt werden.

Das Verformungsverhalten von polymeren Hartschaumstoffen ist abhängig vom zeitlichen Belastungsablauf und vom Belastungsniveau. Dies ist zum einen in der Zellstruktur und zum anderen im Aufbau der Polymermatrix aus einzelnen fadenförmigen Makromolekülen begründet.

Während bei Kurzzeitbelastungen mit stetig steigender Beanspruchung (z. B. Druckversuch nach DIN EN 826 [17]) der Zellaufbau und der Matrixwerkstoff, und hier im wesentlichen die chemischen Bindungen im Makromolekül das Verformungsverhalten charakterisieren, wird das Kriechen bei Langzeitbelastung durch die zwischen den verschlauften Makromolekülen vorliegenden physikalischen Bindungen (van der Waals'sche Bindung) geprägt.

Bei dauerhafter Lasteinwirkung weisen Polystyrol-Hartschaumstoffe ein nichtlinear-viskoelastische Verhalten auf. Mit dem Aufbringen der Last stellt sich spontan, vergleichbar mit einer Feder, beim Aufbringen der Last, eine zur Last proportionale elastische Verformung ein. Sie bleibt über die gesamte Zeit konstant und stellt sich bei Entlastung spontan zurück. Bei dauerhafter Lasteinwirkung wird mit der Zeit dieser spontanen elastischen

Verformung eine zunehmende viskoelastische Verformung überlagert, die als Kriechen bezeichnet wird.

Das Kriechverhalten von Polystyrol-Hartschaumstoffen wird mit dem Ansatz nach DIN EN 1606 (Findley-Verfahren) [18] beschrieben und in Zeitstandsdruckprüfungen ermittelt. Für die Beschreibung des Kriechverhaltens eines Produktes ist danach mindestens eine Prüfdauer von 90 Tagen (2160 h) zu Grunde zu legen. Allerdings richtet sich die erforderliche Prüfdauer nach der erlaubten Extrapolationszeit, d.h. sollen Aussagen zum Kriechverhalten bis zu 50 Jahren (438000 h) gemacht werden, dann ist eine Prüfdauer von ca. 2 Jahren (17520 h) erforderlich.

Da bei Polystyrol-Hartschaumstoffen kein Bruchversagen auftritt, sondern sich nur eine zeit- und belastungsabhängige Verformung einstellt, wird als Grenzzustand ein Verformungswert festgelegt. Dieser Verformungswert ist nicht gleichbedeutend mit einem Versagenswert, er ist lediglich als Grenzzustand definiert.

Basierend auf Langzeiterfahrungen wird als Grenzwert für Polystyrol-Hartschaum eine Verformung ε_{zul} von 2 % bis 5 % im Gebrauchszustand und bis 10 % im Grenzzustand festgelegt [19].

6.4 Wasseraufnahme bei langfristigem Eintauchen

Baustoffe können im Kontakt mit Wasser Feuchtigkeit aufnehmen. Bei Wärmedämmstoffen wird dadurch deren Dämmvermögen beeinträchtigt. Besonders bei der Perimeterdämmung ist im Kontakt mit zeitweilig oder dauerhaft feuchter Erde, oder bei zeitweilig oder dauerhaft drückendem Wasser sicherzustellen, dass der Wärmedämmstoff dadurch nicht durchfeuchtet und sein Wärmedämmvermögen verringert wird.

Durch eine Laborprüfung nach DIN EN 12087 [20] wird das Verhalten bei langfristigem Eintauchen in Wasser ermittelt. Für die Perimeterdämmung sind nur solche Dämmstoffe geeignet, die dabei nur sehr geringe Feuchtigkeitsmengen aufnehmen.

6.5 Wasseraufnahme im Diffusionsversuch

Unterschiedliche Wasserdampfpartialdrücke an Baukonstruktionen, zum Beispiel zwischen warmer Innenluft und der kalten Außenumgebungsluft, versuchen sich stets auszugleichen. Baukonstruktionen müssen daher immer so ausgeführt werden, dass durch die mit dem Partialdruckausgleich stattfindenden Wasserdampftransporte durch die Bauteile zu keiner unzulässig hohen Feuchtigkeitsanreicherung in Bauteilschichten und in der Konstruktion führen.

In der Baupraxis hat sich der Diffusionsversuch nach DIN EN 12088 [21] als geeignet erwiesen, das Verhalten eines Baustoffes im dauerhaften Praxiseinsatz zeitgerafft nachzustellen. Für die Perimeterdämmung sind nur solche Dämmstoffe zu empfehlen, die bei diesem Diffusionsversuch nach DIN EN 12099 nur eine geringe, baupraktisch nicht relevante Wassermenge aufnehmen.

6.6 Verhalten bei Frost-Tau-Wechselbeanspruchung

Im Jahresverlauf kann die Perimeterdämmung wechselndem Frost und Tauvorgängen ausgesetzt sein. Diese Beanspruchung kann im Labor ebenfalls zeitgerafft mit dem in DIN

EN 12091 [22] festgelegten Frost-Tau-Wechselversuch nachgestellt werden. Für die Perimeterdämmung sind nur solche Dämmstoffe zu empfehlen, die bei diesem Versuch nach vorangegangenem Diffusionsversuch nach DIN EN 12088 nur eine sehr begrenzte zusätzliche Wassermenge aufnehmen und deren Druckfestigkeit durch diese Beanspruchung nicht unzulässig hoch herabgesetzt wird.

6.7 Dämmstoffauswahl

Für die verschiedenen Beanspruchungen stehen unterschiedliche Dämmmaterialien zur Verfügung. Nicht jeder Dämmstoff kann in jedem Anwendungsfall eingesetzt werden. Im Einzelfall sind die technischen Baubestimmungen und die bauaufsichtlichen Regelungen für das entsprechende Produkt zu berücksichtigen.

Anwendungsbezogene Mindestanforderungen an die in der Perimeterdämmung eingesetzten Wärmedämmstoffe sind in DIN 4108-10 [16] festgelegt. Tabelle 13 zeigt die wichtigsten „Bestimmungen für das Bauprodukt“ der Produktgruppen in verschiedenen bauaufsichtlichen Zulassungen.

Tabelle 13: Unterschiede in den „Bestimmungen für das Bauprodukt“ verschiedener bauaufsichtlicher Zulassungen als Perimeterdämmung.

Produkt	Druckfestigkeit in N/mm ²	Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit in W/(m K)	Wasseraufnahme nach Unterwasserlagerung in Vol.-%	Wasseraufnahme im Diffusionsversuch in Vol.-%	Wasseraufnahme im Frost-Tau-Wechselversuch in Vol.-%	Druckfestigkeitsänderung nach Frost-Tau-Wechselversuch in %
EPS	0,15 - 0,35	0,035 - 0,040	3 bis 7	5 bis 20	10 bis 20	< 20
EPSH	0,25 - 0,35	0,035	< 3	< 5	< 10	< 20
PUR	0,15	0,030	< 5	< 8	< 15	< 20
XPS	0,3 - 0,7	0,030 - 0,040	< 0,5	< 3	< 1	< 10
Schaumglas	0,5 - 1,2	0,040 - 0,055	keine Anforderung	keine Anforderung	keine Anforderung	keine Anforderung

Insbesondere nach Frost-Tau-Wechselbeanspruchung nach EN 12091 zeigt z.B. XPS ein deutlich günstigeres Verhalten als EPS- und PUR-Schaumstoffe. Außerdem ist zu beachten, dass der zugelassene Dickenbereich produktspezifisch in den Zulassungen unterschiedlich ist.

Bei der Dämmstoffauswahl müssen die im jeweiligen Objekt vorliegenden besonderen Beanspruchungen berücksichtigt werden. In der nachfolgenden Tabelle 14 wird eine Auswahlhilfe unter Berücksichtigung des anstehenden Bodens und der Wasserbelastung gegeben.

Tabelle 14: Dämmstoffauswahl nach anstehendem Boden und Wasserbelastung

Anstehender Boden	Rolliger Boden (Kies / Sand)				Bindiger Boden		
	Gebäudelage	Ebene	Hanglage		Alle Lagen	Alle Lagen	
Wasseranfall	Gering	mit Dränung	ohne Dränung	drückendes Wasser	mit Dränung	ohne Dränung	drückendes Wasser
EPS	√	√	eventuell zulässig	nicht zulässig	√	nicht zulässig	nicht zulässig
EPSH	√	√	eventuell zulässig	nicht zulässig	√	nicht zulässig	nicht zulässig
XPS	√	√	√	√	√	√	√
Schaumglas	√	√	√	√	√	√	√

Die Angaben in Tabelle 13 stellen den derzeitigen Stand dar, der sich durch kontinuierliche Produktentwicklungen ständig ändern kann. Falls bei rolligen Böden in Hanglagen genauere Untersuchungen der Boden- und Wasserverhältnisse zu dem Ergebnis führen, dass der Wasseranfall sehr gering ist, darf auch mit EPS- und EPSH Dämmschichten auf die Dränung verzichtet werden.

6.8 Produktkennzeichnung

6.8.1 CE-Kennzeichnung

Nach der Bauproduktenrichtlinie der früheren Europäischen Gemeinschaft (EG) müssen Wärmedämmstoffe, die im Bereich der Europäischen Union (EU) in den Handel gebracht werden, mit dem CE-Zeichen gekennzeichnet sein. Mit dem CE-Zeichen ist für das Produkt ausgewiesen, dass es die Anforderungen erfüllt, die für dieses Produkt nach der betreffenden harmonisierten europäischen Produktnorm festgelegt sind. Ergänzend zum CE-Zeichen müssen durch einen Kennzeichnungsschlüssel Mindestanforderungen an physikalische Kennwerte des Produktes in Klassen oder Stufen ausgewiesen werden.

Mit dem CE-Zeichen müssen folgende Angaben gemacht werden:

- Angabe des Herstellers (gegebenenfalls verschlüsselt)
- EN-Nummer der Produktnorm
- Produktidentität
- Brandverhalten
- Nennwert des Wärmedurchlasswiderstandes und des Nennwertes der Wärmeleitfähigkeit
- Dicke
- Bezeichnungsschlüssel für technische Eigenschaften

Für extrudierten Polystyrol-Hartschaumstoff (XPS) lautet diese Kennzeichnung beispielsweise:

XPS - EN 13164 – T1 – CS(10Y)500 – DLT(2)5 – CC(2/1,5/50)180 – WD(V)3 – FT2

Dieser Bezeichnungsschlüssel bedeutet:

T1	Grenzabmaße für die Dicke: zum Beispiel – 2 mm und + 3 mm für Plattendicken zwischen 50 und 120 mm
CS(10\Y)500	Druckfestigkeit oder Druckspannung bei 10% Stauchung 500 kPa
DLT(2)5	Verformung bei Druck- (40kPa) und Temperaturbeanspruchung (80°C) für 168 Stunden ist $\leq 5\%$
CC(2/1,5/50)180	die gesamte Dickenverringerung beträgt $< 2\%$ und die Kriechverformung $< 1,5\%$, wenn der Dämmstoff für einen extrapolierten Zeitraum von 50 Jahren mit einer Dauerdruckspannung ≤ 180 kPa belastet wird
WD(V)3	die Wasseraufnahme im Diffusionsversuch nach DIN EN 12088 beträgt für Plattendicken bis 50 mm < 5 Vol.-%, für Plattendicken bis 100 mm < 3 Vol.-% und für Plattendicken bis 200 mm $< 1,5$ Vol.-%
FT2	nach Frost-Tau-Wechselbeanspruchung gemäß DIN EN 12091 ist die Wasseraufnahme nicht größer als 1 Vol.-% und die Verringerung der Druckfestigkeit oder der Druckspannung bei 10% Stauchung nicht größer als 10% des Ausgangswertes vor der Beanspruchung.

Bauherren und Bauausführende können sich vom Hersteller des Bauproduktes in einer „Übereinstimmungserklärung“ (Konformitätserklärung) bestätigen lassen, dass das Bauprodukt mit den für die beabsichtigte Anwendung relevanten technischen Regeln übereinstimmt.

6.8.2 Übereinstimmungsnachweis (Ü-Zeichen)

Für die Anwendung des Bauproduktes in den einzelnen EU-Ländern können diese nationale Anforderungen nach den in den Produktnormen festgelegten Eigenschaftsklassen oder Eigenschaftsstufen festlegen. Für Deutschland ist beispielsweise das Brandverhalten der Produkte durch Fremdüberwachung einer amtlich anerkannten Prüfstelle nachzuweisen. Werden Produkte über bauaufsichtliche Zulassungen für spezielle Anwendungen zugelassen, sind in den Zulassungen festgelegte Anforderungen durch Eigen- und Fremdüberwachung nachzuweisen. Für die Produkte wird die Übereinstimmung durch ein Überwachungszeichen (Ü-Zeichen) dokumentiert.

Die Perimeterdämmung erfüllt im baurechtlichen Sinne „wesentliche Anforderungen“ im Gebäude. Die in der jeweiligen Anwendung gestellten Anforderungen müssen daher durch Übereinstimmungsnachweise bestätigt werden. Die Übereinstimmung mit den zuvor erläuterten technischen Regeln (zum Beispiel den DIN-Normen und bauaufsichtlichen Zulassungen) werden durch das Ü-Zeichen (Übereinstimmungszeichen gemäß Bauregelliste A) und/oder durch das CE-Zeichen (gemäß Bauregelliste B) dokumentiert. Diese Zeichen werden auf dem Produkt selbst, auf einem an dem Produkt befestigten Etikett oder auf der Verpackung angebracht. Der Hersteller garantiert damit die Übereinstimmung mit den technischen Regeln.

Mit dem Übereinstimmungszeichen (Ü-Zeichen) müssen folgende Angaben ausgewiesen werden:

- Angabe des Herstellers (gegebenenfalls verschlüsselt)
- die Übereinstimmung mit den technischen Regeln (Norm oder Zulassung)
- der Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit
- Zeichen der Zertifizierungsstelle für die Fremdüberwachung.

Für Sonderanwendungen, wie zum Beispiel im Bereich von drückendem Wasser, muss außerdem der Verwendbarkeitsnachweis durch Angabe der Nummer der bauaufsichtlichen Zulassung geführt werden.

Werden für den Wärmeschutznachweis Bemessungswerte nach DIN 4108-4 verwendet, kann der Bauherr oder der Bauausführende vom Hersteller des Bauproduktes ein Übereinstimmungszertifikat fordern, das die angegebenen Bemessungswerte oder die Definition von Grenzwerten durch eine notifizierte Prüfstelle bestätigt.

7. Praktische Ausführung der Perimeterdämmung

Voraussetzung für die Verlegung von Dämmplatten als Perimeterdämmung ist die fachgerechte Ausführung der Gebäudeabdichtung nach DIN 18195 [2]. Die erdberührten Bauteile können auch aus wasserundurchlässigem Beton nach DIN 1045 [23] bestehen. Eine Perimeterdämmung ersetzt jedoch nicht die Bauwerksabdichtung!

7.1 Verlegen der Dämmplatten im Wandbereich

7.1.1 Plattenbefestigung

Die Perimeterdämmplatten werden mit geeigneten Klebern an den Wandflächen dicht gestoßen, mit versetzten Fugen im Verband verlegt (vergleiche Bild 4). Kreuzstöße sind zu vermeiden. Die Auswahl des Klebers ist abhängig von der Art der Abdichtung und des Dämmstoffes. Bewährt haben sich geeignete bituminöse Kleber. Die Verklebung dient hauptsächlich als Montagehilfe, die die Platten bis zum Verfüllen des Arbeitsraumes gegen Verschieben und Verrutschen sichern soll. Zur Vermeidung von Wärmebrücken sind Platten mit Stufenfalz besonders geeignet. Die Dämmschicht sorgt für den Wärmeschutz der Konstruktion. Darüber hinaus schützt sie die Abdichtung vor mechanischen Einwirkungen. In DIN 18195 werden Perimeterdämmstoffe als Schutzschichten empfohlen. Beim Verkleben ist darauf zu achten, dass die Dämmplatten nicht die Abdichtung beschädigen.

Bei Verwendung von Schaumglas werden im Standardfall großformatige so genannte Boards eingesetzt. Diese Wärmedämmplatten werden werksseitig aus mehreren kleinformatigen Schaumglasplatten zusammengeklebt und mit einer Bitumenkaschierung versehen. Solche werksseitig bereits kaschierten Boards benötigen keine zusätzliche Frostschutzbeschichtung. Unkaschierte Schaumglasdämmplatten müssen bis zur Frosttiefe mit einer frostbeständigen, mindestens 2 mm dicken Spachtelmasse gegen Frostschäden geschützt werden.

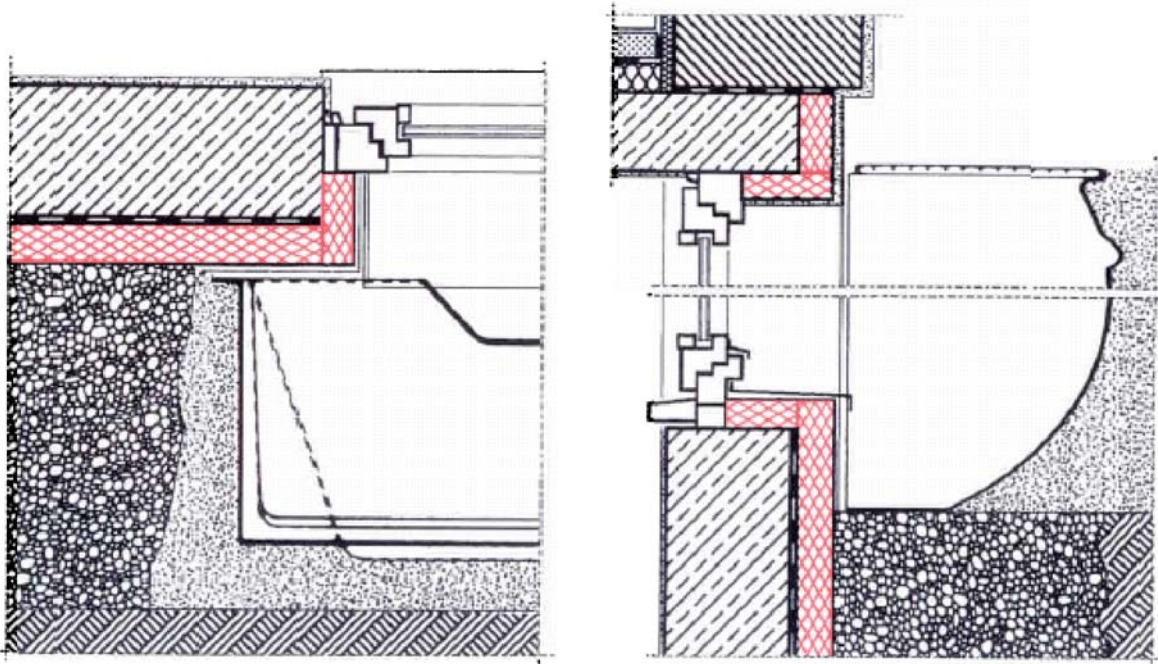
Es ist besonders darauf zu achten, dass die Perimeterdämmplatten im Fußpunkt (Hohlkehle) fest aufstehen. Dies verhindert ein Abgleiten der Platten während des Verfüllens der Baugrube und ein späteres Abrutschen durch Setzungenvorgänge. Dabei ist auch besonders auf den Schutz der Abdichtung im Bereich der Hohlkehle zu achten. Die Aufstandsfläche muss so ausgebildet sein, dass auch eine Beschädigung der Abdichtung in der Hohlkehle vermieden wird.

Für die Auswahl eines geeigneten Wärmedämmstoffes für die Perimeterdämmung ist die jeweilige Beanspruchung zu prüfen. Schaumglas und extrudierter Polystyrol-Hartschaumstoff dürfen bei allen anstehenden Bodenarten und Gebäudelagen eingebaut werden, auch bei drückendem Wasser, sofern eine bauaufsichtliche Zulassung für die eingesetzte Marke vorliegt.



Bild 4: Verlegung der Dämmplatten im Verband.

Auch im Bereich von Fenstern muss die Dämmung wärmebrückenfrei ausgeführt werden. Deshalb müssen auch Fensterstürze und Fensterlaibungen gedämmt werden. Lichtschächte müssen so angebracht werden, dass die Perimeterdämmung nicht unterbrochen wird und keine Wärmebrücken entstehen. In den Bildern 5 ist ein Ausführungsbeispiel angegeben.



Bilder 5: Wärmebrückenfreie Installation der Lichtschächte.

7.1.2 Übergang Perimeterdämmung Sockeldämmung

Auch der Kellersockelbereich zwischen Oberkante Erdreich und aufgehendem, wärmedämmendem Mauerwerk (Bild 6) oder außenliegendem Wärmedämmverbundsystem muss gedämmt werden.

Im Übergangsbereich zwischen Perimeterdämmung und Sockel ist zu beachten, dass bei Wärmedämmverbundsystemen die Armierungsschicht und der Putz ca. 20 bis 30 cm unterhalb der Geländeoberkante enden soll [24]. Im erdberührten Bereich ist der Putz nach Durchtrocknung mit einem geeigneten Feuchteschutz, z.B. einem Bitumenanstrich, zu versehen. Dieser ist bis auf die ungeputzten Perimeterdämmplatten zu ziehen. Außenseitig ist dieser Feuchteschutz nochmals mit einer Schutzschicht, z.B. mit einer Noppenfolie, abzudecken.

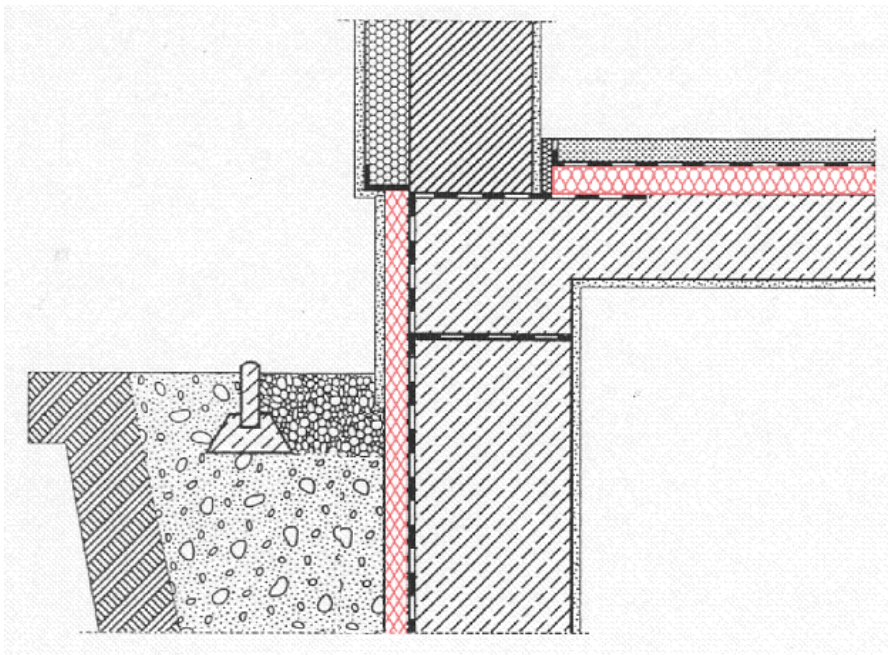


Bild 6: Sockelbereich, wärmebrückenfreier Anschluss der Perimeterdämmung an das wärmedämmende Mauerwerk oder an das außenliegende Wärmedämmverbundsystem.

Das Verputzen von EPS-Dämmplatten oder von XPS Dämmplatten mit geprägter oder rauher Oberfläche erfolgt nach Merkblättern des Bundesverbandes der Deutschen Mörtelindustrie [25 und 26].

Für das Verputzen der Wärmedämmplatten eignen sich sowohl Kunstharzputze als auch mineralische Putze als Oberputz. Die Ausführung erfolgt in Anlehnung an DIN 18550 in der Mörtelgruppe PII (Mindestdruckfestigkeit 2,5 N/mm²). Eine erhöhte mechanische Beanspruchbarkeit des Sockels kann durch erhöht belastbare Wärmedämmplatten, z.B. XPS-Dämmplatten, eine zusätzliche Armierungsschicht oder die zusätzliche Einlage eines Panzergewebes erreicht werden.

Bei der Anwendung der Dämmstoffe im Übergangsbereich Sockel/Perimeterdämmung ist zu beachten, dass nicht alle für die Wärmedämmung der Außenwand geeigneten Dämm-

stoffe auch für die Perimeterdämmung zugelassen sind. Daher kann ein Wechsel des Produktes notwendig sein.

7.1.3 Dränung

Wegen einer besonderen Bodenbeschaffenheit (zum Beispiel wasserundurchlässiger Bodenhorizont) oder einer besonderen Lage des Bauteils (zum Beispiel am Hang) oder bei Verwendung bestimmter Wärmedämmstoffe, können zusätzlich zur Wärmedämmung Dränmaßnahmen zur Ableitung des Oberflächen- und Sickerwassers erforderlich werden. Beispielsweise dürfen nach derzeitigen Zulassungsregelungen EPS- und PUR-Schäume bei bindigem Boden nur mit Dränanlage [zum Beispiel 27 und 28] eingesetzt werden. Auch bei gut wasserdurchlässigem Boden muss bei Gebäuden in Hanglage, mit aufstauendem Sickerwasser gerechnet werden, so dass eine Dränanlage eingebaut werden muss, wenn EPS- oder PUR-Schäume zur Perimeterdämmung eingesetzt werden sollen. Wird durch genauere Untersuchung der Boden- und Wasserverhältnisse festgestellt, dass der Wasseranfall sehr gering ist, darf auf die Dränung verzichtet werden.

Ist eine Dränung erforderlich, so muss diese die Anforderungen der DIN 4095 [3] erfüllen. Eine Gesamtdränmaßnahme besteht aus Flächendränung der Wand, Dränrohren, einer Kiespackung, Filtervlies, Revisionsschächten und einem Anschluss an die Kanalisation oder den Vorfluter.

Die Flächendränung kann nach DIN 4095 auch aus Verbundelementen bestehen, bei denen Filterschicht und Sickerschicht kombiniert sind. Diese Dränplatten oder Dränmatten sind auf der dem Erdreich zugewandten Seite der Wärmedämmung anzuordnen.

Beim Einbau von Perimeterdämmplatten mit integrierten Dränrillen und aussenseitiger Abdeckung durch ein Geotextil kann auf diese zusätzlichen Dränschichten verzichtet werden (vergleiche Bild 7). Bei Verwendung von Wärmedämmplatten mit integrierten Dränrillen ist darauf zu achten, dass die oberseitigen Öffnungen der Dränrillen in geeigneter Weise, z.B. mit Kaltbitumenabstrich, verschlossen werden. Damit wird sichergestellt, dass die Dränrillen beim Verfüllen der Baugrube nicht verstopft werden können. Die Oberkante der Dämm- und Dränplatten muss unterhalb der Geländeoberkante liegen. Die Dämm- und Dränplatten müssen dicht gestoßen an die Wärmedämmplatten im Sockelbereich anschließen.



Bild 7: Einbau von Perimeterdämmplatten aus XPS mit integrierten Dränrillen und außenseitigem Filtervlies.

Voraussetzung für den Einbau ist der Nachweis der Dränfähigkeit auch unter höherer Druckbeanspruchung. Das bedeutet, dass sich die Schaumstoffstege zwischen den Dränrillen nicht zusammendrücken dürfen und somit den verfügbaren Dränquerschnitt reduzieren. Im Bild 8 ist die Abhängigkeit der Verformung der Dränrillen von der Druckbeanspruchung für XPS-Dämmplatten mit eingefrästen Dränrillen dargestellt.

Bei einer Belastung mit 50 kN/m^2 , was je nach anstehendem Erdreich etwa einem Erdreichdruck in 5 m bis 7 m Tiefe entspricht, werden die Stege um ca. 20 % gestaucht. Das bedeutet, dass die Tiefe der Rillen von 5 mm auf 4 mm reduziert wird. Die Dränkapazität wird somit nur in geringem Masse beeinflusst. DIN 4095 fordert für Dränelemente vor Wänden im Regelfall, also in 3 m Tiefe eine Abflussmenge von mindestens $0,30 \text{ l/(s m)}$. Die untersuchten Dränelemente weisen in 3 m Tiefe eine Abflussmenge von $1,35 \text{ l/(s m)}$ auf. Sogar in 8 m Tiefe ist die Abflussmenge noch größer als $1,0 \text{ l/(s m)}$.

Zur Sicherstellung der Wirksamkeit der Flächendränung muss die Dränleitung in einem geeigneten dränfähigen Material eingebettet und im Gefälle unterhalb der Oberfläche der Bodenplatte verlegt werden.

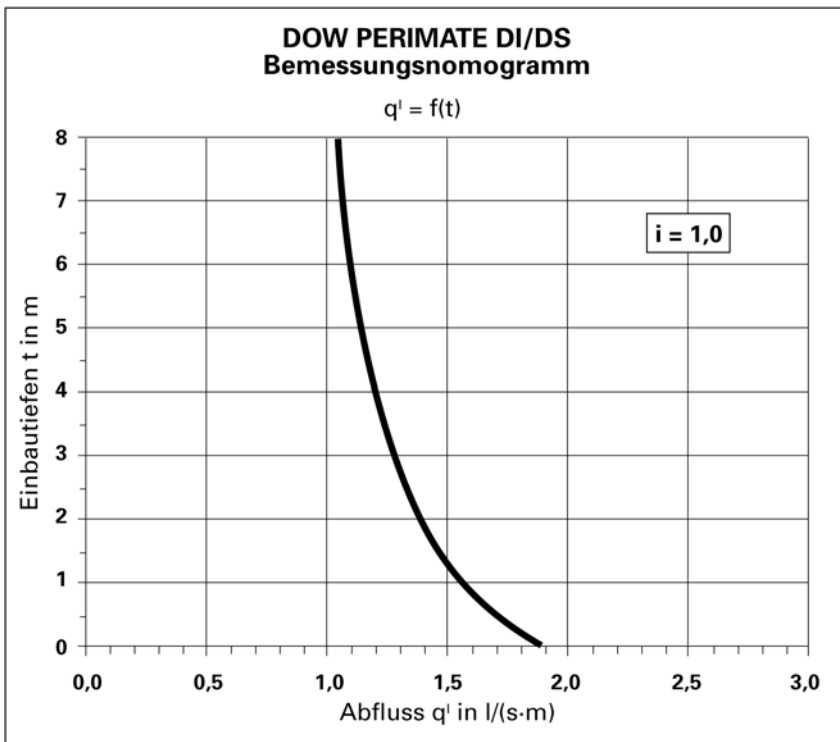


Bild 8: Bemessungsnomogramm nach [29] für Perimeterdämmplatten mit Dränrillen

7.1.4 Baugrubenverfüllung

Nach der Verdingungsordnung für Bauleistungen, DIN 18300, Erdarbeiten, ist die Wahl des Materials zum Verfüllen der Baugrube dem Auftragnehmer überlassen. Weitgehend wird mit dem vorhandenen Erdaushub verfüllt. Hierfür sollten jedoch Fremdkörper, wie Baustellenabfall, große Steine etc. entfernt werden. Gemäß den bauaufsichtlichen Zulassungen ist zum Verfüllen der Baugrube gleichmäßig gemischt körniges Sand-Kiesgemisch zu verwenden. Die Baugrube ist lagenweise in Schichten zu verfüllen und mechanisch zu verdichten (siehe Bild 9).

Bei fachgerechter Baugrubenverfüllung benötigen Hartschaumstoffe keine zusätzliche Schutzschicht. Besteht beim Verfüllen des Arbeitsraumes die Gefahr einer Beschädigung der Dämmschicht durch grobkörniges Material, ist gegebenenfalls ein Anfüllschutz, einzubauen.

Schaumglasplatten müssen vollflächig mit der werkseits oder bauseits aufgetragenen bituminösen Deckschicht versehen werden.



Bild 9: Lagenweise Verdichtung

7.2 Verlegen der Dämmplatten im Bodenbereich

Erhöhte Anforderungen an den baulichen Wärmeschutz müssen auch bei den an das Erdreich grenzenden Bauteilen eingehalten werden.

Bei der außenseitigen Wärmedämmung von Böden besteht eine weitgehende Analogie zwischen Hartschaumstoffen und Schaumglas in der Verfahrensweise ihrer Verlegung, wenn Schaumglas-Boards eingesetzt werden. Unbeschichtete Schaumglasplatten können nicht im Trockenverfahren verlegt werden. Sie müssen in Heißbitumen eingeschwennt werden.

Die Verlegung der Wärmedämmplatten erfolgt lose, dicht gestoßen im Verband [30]. Die Auflagefläche für die Wärmedämmplatten muss ausreichend tragfähig und eben sein. Die Ebenheit wird durch eine Sauberkeitsschicht erreicht. Diese kann beispielsweise aus verdichtetem Kies-Sand-Gemisch oder Magerbeton bestehen. Bei größeren Bauvorhaben sollte letzterem der Vorzug gegeben werden, da eine abgezogene Kiesschicht durch den Baustellenbetrieb relativ leicht in Mitleidenschaft gezogen werden kann. Zwischen den Dämmplatten und der Bodenplatte ist eine PE-Folie als Trennlage anzuordnen. Die Bewehrung für die Betonbodenplatte wird, auf Abstandshaltern gelagert, oberhalb der Trennlage verlegt und anschließend die Bodenplatte betoniert.

Auch im Bodenbereich ist die Bauwerksabdichtung nach DIN 18195 auszuführen. Die Wärmedämmung des Bodens kann auch an den Flanken von Streifenfundamenten hochgeführt werden. Das führt zu einer weiteren Reduzierung der Wärmebrückenwirkung im

Fundamentbereich. Dabei können die Dämmplatten als verlorene Schalung für die Fundamente eingesetzt werden.

Perimeterdämmstoffe unterhalb von Böden werden durch das Eigengewicht der Betonplatte und die abzuleitenden Verkehrslasten beansprucht. In der Regel handelt es sich bei den Verkehrslasten um ruhende Lasten im Sinne der DIN 1055 [1].

Bei längerfristig nahezu konstant einwirkenden Verkehrslasten ist das Kriechverhalten des Dämmstoffes bei der Bemessung der Bodenplatte zu berücksichtigen.

Für den Fall dynamischer Beanspruchungen, z.B. schwingende Maschinen, muss eine spezielle Bemessung der Konstruktion erfolgen. Entsprechende Materialkennwerte müssen durch die Dämmstoffhersteller nachgewiesen werden.

Das Verhalten von XPS unter dynamischer Beanspruchung wurde zum Beispiel in [31] beschrieben. Die Auswertung der Be- und Entlastungsversuche ergab, dass die zyklische Belastung gegenüber der konstanten Belastung die geringere Beanspruchung darstellt. Demnach kann die Dimensionierung von Wärmedämmschichten unter zyklischen Belastungen auf den Ergebnissen der Langzeitdruckfestigkeit abgestützt werden. Außerdem liegen für XPS jahrzehntelange Erfahrungen aus dem Verkehrswegebau in Skandinavien vor [32].

Bild 10 zeigt das Beispiel einer wärmegeprägten Bodenplatte.



Bild 10: Verlegung der Perimeterdämmung unter der Bodenplatte.

7.3 Verlegen im Bereich von drückendem Wasser

XPS und Schaumglasplatten dürfen auch im Bereich von ständig oder langanhaltend drückendem Wasser (Grundwasser) angewendet werden, sofern hierfür bauaufsichtliche Zulassungen vorliegen. Die Bauwerksabdichtung darf durch die Wärmedämmschicht in ihrer Funktionsfähigkeit jedoch nicht beeinträchtigt werden. Die Dämmplatten müssen auf dem zu dämmenden Bauteil im Verband verlegt und vollflächig mit dem Untergrund verklebt werden, damit ein Hinterfließen des Dämmstoffes durch Wasser verhindert wird (siehe Bild 11). Der seitliche Plattenrand ist umlaufend durch Verspachteln mit einem Kleber oder geeigneten Dichtmassen vor dem Eindringen von Wasser zu schützen.

Neben der Druckbeanspruchung durch das Erdreich und eventuell angrenzende Bauwerke tritt die Beanspruchung durch direkte Wassereinwirkung auf. Hierbei ist neben dem hydrostatischen Wasserdruck auch die Auftriebswirkung zu beachten. Die Auftriebssicherheit der Wärmedämmplatten ist nachzuweisen, gegebenenfalls müssen konstruktive Maßnahmen zur Auftriebssicherung vorgenommen werden. Dabei kann beispielsweise der unmittelbare Anschluss an ein Wärmedämmverbundsystem oder an einschaliges aufgehendes Mauerwerk als Auftriebssicherung bereits ausreichend sein.

Der Nachweis der Auftriebssicherung gilt für XPS beispielsweise als erbracht, wenn:

- die Dämmplatten vollflächig mit dem Bauteil verklebt werden
- bei einer Dämmplattendicke von maximal 120 mm der Wasserhöchststand höchstens bis 1 m unter Geländeoberkante reicht
- bei einer Dämmplattendicke von maximal 80 mm der Grundwasserstand bis höchstens 0,5 m unter Geländeoberkante reicht
- konstruktive Vorkehrungen zur Auftriebssicherung getroffen werden.



Bild 11: Vollflächige Verklebung der Dämmplatten

7.4 Dämmung unter lastabtragenden Gründungsplatten

Plattengründungen werden sowohl aus Gründen des Frostschutzes als auch der Energieeinsparung häufig unterseitig mit einer Wärmedämmung versehen (siehe Bild 13). Die dafür geeigneten Perimeterdämmstoffe wurden vom Deutschen Institut für Bautechnik (DIBt) allgemein bauaufsichtlich zugelassen. In den Zulassungen sind die zulässigen Bemessungswerte der Dauerdruckspannungen festgelegt. Die Festlegung dieser Werte basiert auf Sicherheitsannahmen, die dem spezifischen Materialverhalten des Dämmstoffes Rechnung tragen [19].

Zahlreiche Gebäude werden heute auf Plattengründungen gebaut. Sie sind besonders dann von Vorteil, wenn die Untergeschosse im Grundwasser stehen („Weiße Wanne“-Konstruktion). In der Praxis spricht man in diesem Zusammenhang von Flächengründungen, Fundamentplatten oder auch Gründungsplatten. Der Begriff „lastabtragende Gründungsplatte“ trifft dabei sowohl auf Bodenplatten zu, die direkt durch Bauwerkslasten beaufschlagt werden als auch auf Bodenplatten die biegesteif mit lastabtragenden Gründungskörpern (Einzel-, Steifenfundamente, Pfähle) verbunden sind.



Bild 12: Perimeterdämmung unter Gründungsplatte mit XPS

Die Besonderheit für die Anwendung von Wärmedämmstoffen unter Gründungsplatten besteht darin, dass der Wärmedämmstoff nicht nur das Eigengewicht aus der Platte und die Verkehrslasten auf der Platte (nicht ständig einwirkende Lasten), wie bei Bodenplatten ohne Gründungsfunktion, sondern ständig einwirkende Lasten und Verkehrslasten der Gebäudekonstruktion abtragen muss.

Die beiden Lastarten werden in DIN 1055 [1] wie folgt definiert: Ständige Last ist die Summe der unveränderlichen Lasten, also das Gewicht der tragenden oder stützenden Bauteile und der unveränderlichen, von den tragenden Bauteilen dauernd aufzunehmenden Lasten. Verkehrslast ist die veränderliche oder bewegliche Belastung auf die tragenden Bauteile.

Die Belastungen aus dem Gebäude werden über die Gründungsplatte aus Stahlbeton und den darunter liegenden Wärmedämmstoff in das Erdreich übertragen. Die Größe der Belastungen (Pressungen) die auf den Dämmstoff wirken, hängt ab von:

- den Gebäudelasten
- der Gebäudekonstruktion (z.B. Skelettbau, Bauwerk mit Querwänden)
- der Dimensionierung der Gründungsplatte (z.B. Dicke, Plattenüberstand)
- der Festigkeit und Beschaffenheit des Baugrundes.

Die Bemessung der Gründungsplatte erfolgt nach der Theorie elastisch gebetteter Platten [33]. Die gebräuchlichsten Verfahren sind das Bettungsmodul- und das Steifemodulverfahren. Durch langjährige Untersuchungen an Polystyrol-Hartschaumstoffen konnten abgesicherte Langzeitkennwerte über das Kriechverhalten dieser Baustoffe gewonnen werden, die die Anwendung dieser Wärmedämmstoffe unter lastabtragenden Gründungsplatten ermöglicht. Beispielsweise werden für Wärmedämmstoffe aus XPS die in Tabelle 14 zusammengestellten Werte für die zulässigen Druckspannungen angegeben [34 und 35].

Tabelle 14: Zulässige Druckspannungen für XPS nach allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen [34 und 35]

Nennwert der Kurzzeitdruckfestigkeit in N/mm ²	Rechenwert der zulässigen Druckspannung ^{*)} in N/mm ²
0,30	0,13
0,50	0,18
0,70	0,25

^{*)}Werte können je nach bauaufsichtlich zugelassenem Produkt variieren

Hierzu können zugehörige Bettungsmoduli für die Dämmschicht in Abhängigkeit von der Dämmstoffdicke angegeben werden (Tabelle 15). Für die Berechnung wurde die Näherungsformel für dünne Schichten verwendet:

$$k_D = E_D / d_D$$

mit $E_D = \sigma_{zul} / \epsilon_{zul}$

$d_D =$ Dämmschichtdicke

Tabelle 15: Bettungsmoduli k_D bei Ausnutzung einer zulässigen Druckspannung (3% Stauchung) für XPS-Dämmstoffe mit allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung [34 und 35] in Abhängigkeit von der Dämmstoffdicke.

Dämmstoffdicke in mm	k_D in MN/m^3 $\sigma_{\text{zul}} = 0,13 \text{ N/mm}^2$	k_D in MN/m^3 $\sigma_{\text{zul}} = 0,18 \text{ N/mm}^2$	k_D in MN/m^3 $\sigma_{\text{zul}} = 0,25 \text{ N/mm}^2$
50	86,7	120	166,7
60	72,2	100	138,9
80	54,2	75	104,2
100	43,3	60	83,3
120	36,1	50	69,4

Nach den allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen für XPS-Dämmstoffe gilt: „Bei Bauwerken, die auf Setzungen empfindlich reagieren, ist diese Verformung gegebenenfalls zu berücksichtigen“. Ein Vergleich der Bettungsmoduli für die XPS-Dämmschicht mit denen von Bodenarten zeigt, dass in vielen Fällen die Wärmedämmschicht steifer oder gleich steif ist wie der anstehende Boden. Der Anteil der Verformungen aus dem XPS-Dämmstoff ist wegen der im Verhältnis zur Dicke der Bodenschicht dünnen Dämmschicht ohne baupraktische Bedeutung.

Tabelle 16: Erfahrungswerte für Bettungsmoduli unterschiedlicher Bodenarten bei mittlerer Belastung [36].

Bodenart	Bettungsmodul k in MN/m^3
Bindige Böden weich	1 – 2
Bindige Böden steif und halbfest	2 – 5
Nichtbindige Böden locker gelagert	10 – 20
Nichtbindige Böden mitteldicht gelagert	20 – 30
Nichtbindige Böden dicht gelagert	30 – 50

Der Gesamtbettungsmodul k_m ergibt sich aus dem Bettungsmodul k_D der Dämmschicht und dem Bettungsmodul der Bodenschichten k_1, \dots, k_n zu

$$k_m = 1 / (1/k_D + 1/k_1 + \dots + 1/k_n).$$

Eine Berücksichtigung der Dämmstoffdicke bei der Ermittlung der Verformungen ist nach der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung bei Schaumglas aufgrund der größeren Steifigkeit im Verhältnis zum Baugrund nicht erforderlich.

Tabelle 17: Zulässige Druckspannungen für Schaumglas nach bauaufsichtlichen Zulassungen [37 und 38].

Nennwert der Kurzzeitdruckfestigkeit in N/mm^2	Rechenwert der zulässigen Druckspannung in N/mm^2
0,50	0,16
0,70	0,22
0,80	0,25
1,20	0,38

Die Dämmplatten müssen einlagig im Verband ohne Kreuzstöße verlegt werden. Es wird empfohlen, dass die Dämmplatten auf eine Sauberkeitsschicht (z.B. aus Magerbeton) oder auf eine eben abgezogene, stark verdichtete Kiessandschicht verlegt werden. Der Untergrund muss ausreichend eben sein, um ein vollflächiges Aufliegen der Dämmplatten zu gewährleisten.

Über der Dämmschicht ist eine Schutzschicht, beispielsweise eine PE-Folie zu verlegen. Sie verhindert das Eindringen der Zementmilch beim Betonieren der Gründungsplatte. Außerdem sind nur statische Belastungen senkrecht zur Dämmplattenebene zulässig, das heißt, Schubbeanspruchung des Dämmstoffes ist nicht zulässig. Ob eine dampfbremsende Schicht eingebaut werden muss, kann durch Berücksichtigung des Wasserdampfdiffusionsstroms in der Konstruktion entschieden werden.

Im Bild 13 ist der Schichtenaufbau für XPS angegeben.

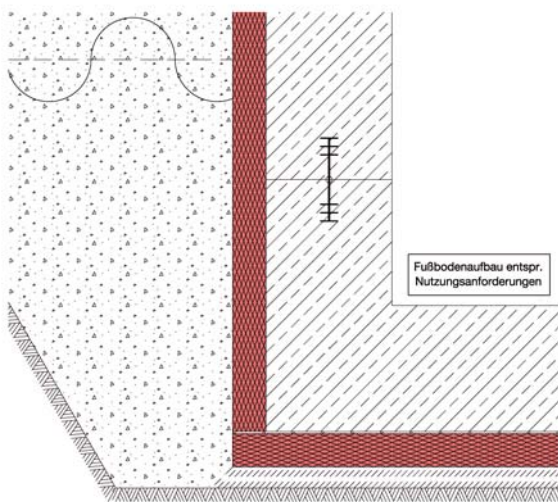


Bild 13: Schichtenaufbau für die Wärmedämmung unter Gründungsplatten mit XPS [30].

7.5 Nachträgliche Wärmedämmung und Frostschutz

Die Praxis zeigt, dass eine zunehmende Zahl von nichtunterkellerten Gebäuden auf Plattenfundamenten an Stelle von Streifenfundamenten gegründet werden. Hierbei stellt sich die Frage nach dem Frostschutz der Gründungsplatte. Es besteht nämlich die Gefahr, dass sich in den Wintermonaten unter der Platte Frosttemperaturen einstellen, die zur Bildung von Eislinsen und damit in Abhängigkeit vom Boden zu Frosthebungen führen können.

Aus Nordamerika und Skandinavien ist der Einsatz von sogenannten „Frostschirmen“ aus XPS oder EPS hoher Rohdichte bekannt. Die „Schirme“ werden durch horizontal am Gebäude rand verlegte Wärmedämmplatten gebildet. Diese Maßnahme kann auch bei der nachträglichen Wärmedämmung angewendet werden, wenn an der Kellerwand keine Aufgrabung erfolgen soll.

Die Dimensionierung des Frostschirmes hängt neben der Außentemperatur und deren zeitlichem Verlauf, von der Wärmedämmung der Gründungsplatte und der Innentemperatur des Gebäudes ab. In [40] wurde gezeigt, dass besonders gut gedämmte Bodenplatten, z.B. von Passivhäusern, den ungünstigsten Fall darstellen, da hier das Gebäude den

Untergrund nur noch gering aufheizt. Aus den rechnerischen Untersuchungen wird abgeleitet, dass ein Frostschild von 1,25 m Breite und 8 cm Dicke in unseren Regionen die Unterfrierung der Bodenplatte sicher ausschließt.

Ähnliche Ergebnisse erbrachten auch theoretische Untersuchungen für Fertighäuser, bei denen die Wirkung waagerechter und senkrechter Frostschilder untersucht wurde [41]. Für eine Frostperiode mit $t_e = -10^\circ\text{C}$ konstant über einen Zeitraum von 100 Stunden und einer Dämmschichtbreite von 1250 mm wurde eine Temperatur unterhalb des Gebäudeandes (Gründungsplattenrand) von 1°C bis 3°C berechnet.

8. Langzeitverhalten von Perimeterdämmstoffen

8.1 Langzeiterfahrung

Wärmedämmstoffe aus Schaumglas und XPS haben sich als Perimeterdämmungen langfristig bewährt. Diese positiven praktischen Erfahrungen führten auch dazu, dass XPS-Wärmedämmstoffe und Schaumglas für die Anwendung als Perimeterdämmung in DIN 4108-2 [7] genormt wurden.

Die XPS-Perimeterdämmplatten sind seit 1980 bauaufsichtlich zugelassen. Über die Langzeitbewährung der XPS-Perimeterdämmplatten liegen eine Reihe von positiven Gutachten neutraler Bausachverständiger vor [42 bis 43], die die Langzeitbewährung bestätigen.

Spezielle EPS-Produkte, die durch oberflächige Hydrophobierung wasserabweisend eingestellt werden und dadurch ein geringeres Wasseraufnahmeverhalten aufweisen als herkömmliches EPS, sind seit einigen Jahren ebenfalls für Anwendungen in der Perimeterdämmung bauaufsichtlich zugelassen.

Für PUR-Dämmstoffe liegt die kürzeste baupraktische Erfahrung vor. Sie sind erst seit kurzem für Anwendungen in der Perimeterdämmung bauaufsichtlich zugelassen.

8.2 Wärmedämmwert

Zahlreiche praktische Untersuchungen haben gezeigt, dass Perimeterdämmplatten aus XPS auch langfristig die geplanten Wärmedämmwerte behalten. Bei fachgerechtem Einbau der Wärmedämmplatten ist die Feuchteaufnahme gering [43]. Aus Messergebnissen der Wärmeleitfähigkeit von XPS Proben im Ausbauzustand ist bekannt (Tabelle 18), dass auch nach mehr als 10 Jahren Nutzung die vorhandene Wärmeleitfähigkeit deutlich geringer ist als der zum Zeitpunkt des Einbaus gültige Rechenwert der Wärmeleitfähigkeit. Damit ist der Wärmedämmwert immer noch höher als geplant, was eine größere Energieeinsparung innerhalb dieser 10 Jahre bedeutet!

Tabelle 18: Typische Ergebnisse aus Probenahmen von Perimeterdämmstoffen nach Messungen des Forschungsinstitutes für Wärmeschutz e.V., FIW München

Alter in Jahren	gemessene Wärmeleitfähigkeit $\lambda_{\text{feucht, Messwert}}$ W/(m K)	Rechenwert der Wärmeleitfähigkeit λ_R W/(m K)	gemessene Druckfestigkeit N/mm ²
5	0,029	0,035	0,45
5	0,029	0,035	0,35
11	0,0328	0,035	0,35
11	0,0293	0,035	0,46
8	0,0345 ¹⁾	0,035	0,35

1) im Grundwasser

8.3 Druckfestigkeit

Die Druckfestigkeit ist ein wichtiges Kriterium für die Dauerhaftigkeit eines Perimeterdämmstoffes. Reduziert sich die Druckfestigkeit nach mehrjähriger Nutzung deutlich (> 10%), ist das ein Hinweis auf negative Veränderungen in der Stoffstruktur.

Die Ergebnisse für XPS zeigen, dass die Dauerhaftigkeit dieses Dämmstofftyps in der Perimeteranwendung nicht beeinträchtigt wird. Die Druckfestigkeitswerte sind größer oder entsprechen den Mindestanforderungen der Zulassungen.

8.4 Wurzelfestigkeit

Extrudierte Polystyrol-Hartschaumplatten wurden nach DIN 4038 "Vergussmassen für Abwasserkanäle und -Leitungen aus Steinzeug- und Betonmuffenrohren" auf Wurzelfestigkeit geprüft. Testpflanzen waren Lupinen (*Lupinus Albus*). Die Versuche haben ergeben, daß die Lupinenwurzeln nicht in die Hartschaumplatten einwachsen. Durch die Stoßfugen mit Stufenfalz waren einzelne Pflanzenwurzeln hindurchgewachsen. Weitere Untersuchungen nach dem FLL-Verfahren (Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e. V.) [44] haben ergeben, daß auch Pflanzen mit aggressiverem Wurzelverhalten die Dämmplatten nicht schädigen.

8.5 Beständigkeit gegen Verrottung und Tierangriff

Extrudierte Polystyrol-Hartschaumplatten sind gegen Huminsäuren und andere aggressive Stoffe im Boden beständig.

Extrudierte Polystyrol-Hartschaumstoffe bilden keinen Nährboden für Mikroorganismen; sie verrotten nicht. Nagetieren oder anderem Ungeziefer können sie nicht als Nahrung dienen, diese können sich aber darin einnisten. Das Statens Vag-och Trafikinstitut, Linköping/Schweden, hat Extruderplatten untersucht, die 12,5 Jahre unter einer Straße und in deren Randbereich mit 40 cm Erdüberdeckung eingebaut waren. An den Platten konnten keine Schäden durch Nagetiere, Insekten oder Würmer festgestellt werden. Auch an den zur Erlangung der Zulassung entnommenen zahlreichen Perimeterplatten (maximal 15 Jahre alt), konnten keine Schädigungen durch Tiere festgestellt werden [45].

9. Literaturhinweise

- [1] DIN 1055-2,1986-08 und DIN 1055-4,1986-08: Lastannahmen für Bauten. Beuth-Verlag, Berlin 1986.
- [2] DIN 18 195, Teil 1 bis Teil 10: Bauwerksabdichtungen. Beuth Verlag Berlin 2000.
- [3] DIN 4095: Baugrund. Dränung zum Schutz baulicher Anlagen, Planung, Bemessung und Ausführung. Beuth Verlag Berlin 1990.
- [4] Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden (Energieeinsparverordnung, EnEV) vom 16. November 2001. Bundesgesetzblatt I, Seite 3085. Berlin 16. Nov. 2001.
- [5] DIN EN ISO 10456: Baustoffe und Bauprodukte: Verfahren zur Bestimmung der wärmeschutztechnischen Nenn- und Bemessungswerte. Beuth Verlag Berlin 2000.
- [6] DIN V 4108-4: Wärmeschutz und Energieeinsparung in Gebäuden. Wärme- und feuchteschutztechnische Bemessungswerte. Beuth Verlag Berlin, April 2004.
- [7] DIN 4108-2, 2001-03: Wärmeschutz und Energieeinsparung in Gebäuden. Mindestanforderungen an den Wärmeschutz. Beuth Verlag Berlin, März 2001.
- [8] Gesetz zur Einsparung von Energie in Gebäuden (Energieeinspargesetz, EnEG) vom 22. Juli 1976, BGBl. I S. 1873, 1976, geändert durch das erste Änderungsgesetz vom 20. Juni 1980, BGBl. I S. 701, 1980.
- [9] DIN 4108-3, 2001-07: Wärmeschutz und Energieeinsparung in Gebäuden. Klima-bedingter Feuchteschutz. Beuth Verlag Berlin, Juli 2001.
- [10] Info zur Jahresstatistik des Statistisches Bundesamt. Wiesbaden 2003.
- [11] Verordnung über einen energiesparenden Wärmeschutz bei Gebäuden (Wärmeschutzverordnung, WSV) vom 16. August 1994. Bundesgesetzblatt I, Seite 2121. Berlin 16. August 1994.
- [12] DIN EN 832: Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden – Berechnung des Heizenergiebedarfs für Wohngebäude. Beuth Verlag Berlin, Juli 2001.
- [13] DIN V 4108-6 2000-06: Wärmeschutz und Energieeinsparung in Gebäuden. Berechnung der Jahres-Heizwärme- und des Jahresenergiebedarfs. Beuth Verlag Berlin, Juni 2000.
- [14] DIN EN ISO 6946: Verfahren zur Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten von Bauwerksteilen.
- [15] DIN EN ISO 13370: Wärmeübertragung über das Erdreich. Berechnungsverfahren. Beuth Verlag Berlin, 1998.
- [16] DIN V 4108-10: Wärmeschutz und Energieeinsparung in Gebäuden. Beuth Verlag Berlin, Juli 2001.
- [17] DIN EN 826:1996-05 : Wärmedämmstoffe für das Bauwesen – Bestimmung des Verhaltens bei Druckbeanspruchung, Beuth-Verlag 1996, Berlin 1996.
- [18] DIN EN 1606: 1997-01: Wärmedämmstoffe für das Bauwesen – Bestimmung des Langzeit-Kriechverhaltens bei Druckbeanspruchung, Beuth Verlag, Berlin 1997.
- [19] Rackwitz, R.: Gutachterliche Stellungnahme zum Sicherheitskonzept für die Anwendung von Polystyrol-Extruderschäumstoff unter lastabtragenden Gründungsplatten. Technische Universität München. Institut für Tragwerksbau. 10.8.1998 und 1.2.1999.
- [20] DIN EN 12087: Wärmedämmstoffe für das Bauwesen. Bestimmung der Wasseraufnahme bei langfristigem Eintauchen. Beuth Verlag Berlin, Juni 1997.
- [21] DIN EN 12088: Wärmedämmstoffe für das Bauwesen. Bestimmung der Wasseraufnahme durch Diffusion. Beuth Verlag Berlin, August 1997.
- [22] DIN EN 12091: Wärmedämmstoffe für das Bauwesen. Bestimmung des Verhaltens bei Frost-Tau-Wechselbeanspruchung. Beuth Verlag Berlin, Juni 1997.

- [23] DIN 1045:1988: Beton und Stahlbeton, Bemessung und Ausführung, Beuth-Verlag, Berlin 1988.
- [24] Wärmedämmverbundsysteme im Sockel- und im erdberührten Bereich, Hrsg. Bundesverband der Deutschen Mörtelindustrie e.V. et. al., Ausgabe Oktober 2000
- [25] Merkblatt für das Verlegen und Verputzen von extrudierten Polystyrol-Hartschaumstoffplatten mit rauher Oberfläche als Wärmebrückendämmung, Hrsg. Bundesverband der Deutschen Mörtelindustrie e.V. et. al., Ausgabe November 1993.
- [26] Merkblatt für das Verlegen und Verputzen von Polystyrol-Hartschaumstoffplatten, Hrsg. Bundesverband der Deutschen Mörtelindustrie e.V. et. al., Ausgabe November 1993.
- [27] Zulassungsbescheid DIBt Z-23.5-112: Expandierte Polystyrol-Hartschaumplatten „Styropor PS 30 SE“, für die Anwendung als Perimeterdämmung
- [28] Zulassungsbescheid Z-23.33-1259: Polyurethan-Hartschaumplatten, Bauder PUR, Linitherm, Roxon-V, Bachl-Peri-PUR Dämmplatte, Selthaan PUR Perimeter-Dämmung, Thermopur Puren Perimeterdämmung Typ PD030, für die Anwendung als Perimeterdämmung.
- [29] Muth, W. Prüfung von Dränplatten Perimate DI und DS aus XPS-Polystyrol, Bericht Nr. 9201-DOW, Versuchsanstalt für Wasserbau, Fachhochschule Karlsruhe, Karlsruhe 1992.
- [30] Merkel, H.: Wärmeschutz erdberührter Bauteile (Perimeterdämmung) –Dämmstoffe, Beanspruchungen, Konstruktionen. Bauphysikkalender 2002. Verlag Ernst & Sohn, Berlin 2002.
- [31] Krollmann, N.: Langzeitverhalten von extrudiertem Polystyrol-Hartschaum bei konstanter und zyklisch wechselnder Druckbeanspruchung, Bauphysik 17(1995) 1.
- [32] Statens Provningsanstalt SP: Compressive Creep of Polystyrene Cellular Plastics, Report Göteborg 28.9.1989.
- [33] Hrsg. U. Smoltczyk : Grundbau Taschenbuch, Teil 2, Verlag Ernst & Sohn 1982
- [34] Zulassungsbescheid Z-23.34-1325: Extrudergeschäumte Polystyrol-Hartschaumplatten Styrodur für die Anwendung als lastabtragende Wärmedämmung unter Gründungsplatten. Deutsches Institut für Bautechnik Berlin, den 23. April 2004.
- [35] Zulassungsbescheid Z-23.34-1324: Extrudergeschäumte Polystyrol-Hartschaumplatten „Roofmate SL-A, Floormate 500-A, Floormate 700-A“ für die Anwendung als lastabtragende Wärmedämmung unter Gründungsplatten. Deutsches Institut für Bautechnik Berlin, den 23. April 2004.
- [36] Höß, R.: mündliche Mitteilung, Ingenieurgruppe Bauen, Mannheim 2001.
- [37] Zulassungsbescheid DIBt Z-23.34-1059: Lastabtragende Wärmedämmung unter Gründungsplatten mit Schaumglasplatten „FOAMGLAS-Platte F, FOAMGLAS-Platte S3, FOAMGLAS-Platte T4, FOAMGLAS-Floor Board F, FOAMGLAS-Floor Board S3 und FOAMGLAS-Floor Board T4“. Deutsches Institut für Bautechnik Berlin, den 21. Januar 2003.
- [38] Zulassungsbescheid DIBt Z-23.34-1311: Lastabtragende Wärmedämmung unter Gründungsplatten mit Schaumglasplatten „FOAMGLAS-Platte T4“. Deutsches Institut für Bautechnik Berlin, den 15. Februar 2002.
- [39] Foamglas Industrial Insulation Handbook, Pittsburgh Corning Europe, Waterloo 1992.
- [40] Mrziglod-Hund, M.; Dahlem, K.-H.: Vermeiden der Unterfrierung einer elastischen Bodenplatte eines nicht unterkellerten Wohngebäudes durch Verlegen eines „Frostschirmes“ aus EPS oder XPS, wksb 46/2001.
- [41] Strangfeld, P.: Berechnung von Perimeterdämmungen, FH Lausitz 1998, unveröff.

- [42] Bunte, D.: Druckwasseraufnahme von Perimate-Hartschaum, Untersuchungsbericht 97/1, FHTW Berlin 1997
- [43] Zimmermann, G.: Zum Langzeitverhalten von Perimeterdämmungen, DAB, Heft 6/1995
- [44] ohne Verfasser: Verfahren zur Untersuchung der Durchwurzelungsfestigkeit von Wurzelschutzbahnen/Schichten bei Dachbegrünungen. FLL Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V. Bonn, 1984.
- [45] Roschild, E. , Oosterbaan, M.: Die Verwendung von extrudiertem Polystyrolschaum als Frostschutz im Straßenbau, Straßen- und Tiefbau, Heft 11/1968
- [46] Muth, W.: Abdichtung und Dränung am Bau. Deutsche Bauzeitschrift (DBZ) 1971 Nr.1, S. 95-108

10. Normen

Harmonisierte Produktnormen für Wärmedämmstoffe

Dokument	Ausgabe	Titel
DIN EN 13162	2001	Wärmedämmstoffe für Gebäude – Werkmäßig hergestellte Produkte aus Mineralwolle (MW) - Spezifikation
DIN EN 13163	2001	Wärmedämmstoffe für Gebäude – Werkmäßig hergestellte Produkte aus expandiertem Polystyrolschaum (EPS) - Spezifikation
DIN EN 13164	2001	Wärmedämmstoffe für Gebäude – Werkmäßig hergestellte Produkte aus extrudiertem Polystyrolschaum (XPS) - Spezifikation
DIN EN 13165	2001	Wärmedämmstoffe für Gebäude – Werkmäßig hergestellte Produkte aus Polyurethan-Hartschaum (PUR) - Spezifikation
DIN EN 13166	2001	Wärmedämmstoffe für Gebäude – Werkmäßig hergestellte Produkte aus Phenolharz-Hartschaum (Phenolic Foam - PF) - Spezifikation
DIN EN 13167	2001	Wärmedämmstoffe für Gebäude – Werkmäßig hergestellte Produkte aus Schaumglas (Cellular Glas – CG) - Spezifikation
DIN EN 13168	2001	Wärmedämmstoffe für Gebäude-Werkmäßig hergestellte Produkte aus Holzwole (Wood Wool WW) - Spezifikation
DIN EN 13169	2001	Wärmedämmstoffe für Gebäude – Werkmäßig hergestellte Produkte aus Blähperlit (Expanded Perlite Board – EPB) – Spezifikation
DIN EN 13170	2001	Wärmedämmstoffe für Gebäude – Werkmäßig hergestellte Produkte aus expandiertem Kork (Insulation Cork Board - ICB) – Spezifikation
DIN EN 13171	2001	Wärmedämmstoffe für Gebäude – Werkmäßig hergestellte Holzfaserdämmstoffe (Wood Fibre – WF) – Spezifikation

Harmonisierte Norm für die Konformitätsbewertung von Wärmedämmstoffen

Dokument	Ausgabe	Titel
DIN EN 13172		Wärmedämmstoffe - Konformitätsbewertung

Harmonisierte Prüfnormen für Wärmedämmstoffe für das Bauwesen

Dokument	Ausgabe	Titel
DIN EN 822	1994-11	Bestimmung der Länge und Breite
DIN EN 823	1994-11	Bestimmung der Dicke
DIN EN 824	1994-11	Bestimmung der Rechtwinkligkeit
DIN EN 825	1994-11	Bestimmung der Ebenheit
DIN EN 826	1994-11	Bestimmung der Druckfestigkeit
DIN EN 1602	1997-01	Bestimmung der Rohdichte
DIN EN 1603	1997-01	Bestimmung der Dimensionsstabilität im Normklima
DIN EN 1604	1997-01	Bestimmung der Dimensionsstabilität bei definierten Temperatur- und Feuchtebedingungen
DIN EN 1605	1997-01	Bestimmung der Verformung bei definierter Druck- und Temperaturbeanspruchung
DIN EN 1606	1997-01	Bestimmung des Langzeit-Kriechverhaltens bei Druckbeanspruchung
DIN EN 1607	1997-01	Bestimmung der Zugfestigkeit senkrecht zur Plattenebene
DIN EN 1608	1997-01	Bestimmung der Zugfestigkeit in Plattenebene
DIN EN 1609	1997-01	Bestimmung der Wasseraufnahme bei kurzzeitigem teilweisem Eintauchen
DIN EN 12085	1997-08	Bestimmung der linearen Maße von Probekörpern
DIN EN 12086	1997-08	Bestimmung der Wasserdampfdurchlässigkeit
DIN EN 12087	1997-08	Bestimmung der Wasseraufnahme bei langfristigem Eintauchen
DIN EN 12088	1997-08	Bestimmung der Wasseraufnahme durch Diffusion
DIN EN 12089	1997-08	Bestimmung des Verhaltens bei Biegebeanspruchung
DIN EN 12090	1997-08	Bestimmung des Verhaltens bei Scherbeanspruchung
DIN EN 12091	1997-08	Bestimmung des Verhaltens bei Frost-Tau-Wechselbeanspruchung
DIN EN 12430	1997-08	Bestimmung des Verhaltens unter Punktlast
DIN ISO 4590	1986-11	Bestimmung des Volumenanteils offener und geschlossener Zellen in harten Schaumstoffen

Anwendungsbezogene nationale Anpassungsdokumente für Wärmedämmstoffe: Wärmeschutz und Energieeinsparung in Gebäuden

Dokument	Ausgabe	Titel
DIN 4108-2	2003-03	Mindestanforderungen an den Wärmeschutz
DIN 4108-3	2001-07	Klimabedingter Feuchteschutz, Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise für Planung und Ausführung
DIN V 4108-4	2004-04	Wärme- und feuchteschutztechnische Bemessungswerte
DIN 4108-6	2000-11	Berechnung des Jahresheizwärme- und des Jahresheizenergiebedarfs
DIN V 4108-10	2004-06	Anwendungsbezogene Anforderungen an Wärmedämmstoffe – Werkmäßig hergestellte Wärmedämmstoffe

11 Bauaufsichtliche Zulassungen

Lastabtragende Wärmedämmung unter Gründungsplatten

Dokument	Produkt	Titel
DIBt Z-23.34-1059	CG	Lastabtragende Wärmedämmung unter Gründungsplatten mit Schaumglasplatten „FOAMGLAS-Platte F, FOAMGLAS-Platte S3, FOAMGLAS-Platte T4, FOAMGLAS-Floor Board F, FOAMGLAS-Floor Board S3 und FOAMGLAS-Floor Board T4“
DIBt Z-23.34-1311	CG	Lastabtragende Wärmedämmung unter Gründungsplatten mit Schaumglasplatten „FOAMGLAS-Platte T4“
DIBt Z-23.34-1324	XPS	Extrudergeschäumte Polystyrol-Hartschaumplatten „Roofmate SL-A, Floormate 500-A, Floormate 700-A“ für die Anwendung als lastabtragende Wärmedämmung unter Gründungsplatten
DIBt Z-23.34-1325	XPS	Extrudergeschäumte Polystyrol-Hartschaumplatten „Styrodur 3035 CS, Styrodur 4000 CS, Styrodur 5000 CS“ für die Anwendung als lastabtragende Wärmedämmung unter Gründungsplatten
DIBt Z-23.34-1365	EPS	Expandierte Polystyrol-Hartschaumplatten „SCHWENK Perimeter SF 40 und SCHWENK Perimeter SF 50“ für die Anwendung unter lastabtragenden Gründungsplatten
DIBt Z-23.34-1493	XPS	Extrudergeschäumte Polystyrol-Hartschaumplatten „URSA XPS N-III und URSA XPS N-V“ für die Anwendung als lastabtragende Wärmedämmung unter Gründungsplatten
DIBt Z-23.34-1510	XPS	Extrudergeschäumte Polystyrol-Hartschaumplatten „Jackodur CFR 35-500, Jackodur CFR 35-700“ für die Anwendung als lastabtragende Wärmedämmung unter Gründungsplatten
DIBt Z-23.34-1526	CG	Schüttung aus Glasschaumgranulat „Hasopor“ als lastabtragende Wärmedämmung unter Gründungsplatten
DIBt Z-23.34-1550	XPS	Expandierte Polystyrol-Hartschaumplatten „Knauf Therm Bodenplatte“ für die Anwendung unter lastabtragenden Gründungsplatten
DIBt Z-23.34-1552	XPS	Extrudergeschäumte Polystyrol-Hartschaumplatten „Austrotherm TOP 30“ für die Anwendung als lastabtragende Wärmedämmung unter Gründungsplatten

Anwendung als Perimeterdämmung im drückenden Wasser

Dokument	Produkt	Titel
DIBt Z-23.4-223	XPS	Extrudergeschäumte Polystyrol-Hartschaumplatten „Styrodur 3035 CS, Styrodur 4000 CS und Styrodur 5000 CS“ für die Anwendung als Perimeterdämmung im drückenden Wasser
DIBt Z-23.5-225	XPS	Extrudergeschäumte Polystyrol-Hartschaumplatten „Roofmate-A, Floormate 500-A, Floormate 700-A“ für die Anwendung als Perimeterdämmung im drückenden Wasser
DIBt Z-23.33-1248	XPS	Extrudergeschäumte Polystyrol-Hartschaumplatten „Jackodur CFR 35-300 Standard, Jackodur CFR 35-500 Standard, Jackodur CFR 35-700 Standard, Jackodur CFR 35-300 Gefiniert“ für die Anwendung als Perimeterdämmung im drückenden Wasser
DIBt Z-23.33-1264	XPS	Polystyrol-Extruderschaumplatten „Glascofoam M-III, Glascofoam N-III-PZ, Glascofoam N-V“ für die Anwendung als Perimeterdämmung im drückenden Wasser
DIBt Z-23.33-1291	CG	Schaumglasplatte „FOAMGLAS-Platte T4-040“ für die Anwendung als Perimeterdämmung
DIBt Z-23.33-1293	XPS	Polystyrol-Extruderschaumplatten „Austrotherm TOP 30, Austritherm TOP 50“ für die Anwendung als Perimeterdämmung im drückenden Wasser
DIBt Z-23.5-1307	XPS	Extrudergeschäumte Polystyrol-Hartschaumplatten „Roofmate-X“ für die Anwendung als Perimeterdämmung im drückenden Wasser
DIBt Z-23.33-1308	XPS	Polystyrol-Extruderschaumplatten „Austrotherm XPS 30, Austritherm XPS 50, Bachel XPS 30“ für die Anwendung als Perimeterdämmung im drückenden Wasser
DIBt Z-23.33-1347	XPS	Extrudergeschäumte Polystyrol-Hartschaumplatten „Jackodur ZL 35-300“ für die Anwendung als Perimeterdämmung im drückenden Wasser
DIBt Z-23.33-1379	XPS	Polystyrol-Extruderschaumplatten „Glascofoam M-III, URSAFOAM M-III“ für die Anwendung als Perimeterdämmung im drückenden Wasser
DIBt Z-23.33-1381	XPS	Polystyrol-Extruderschaumplatten „Glascofoam HR, URSAFOAM HR, Glascofoam HR-PZ, URSAFOAM HR-PZ“ für die Anwendung als Perimeterdämmung im drückenden Wasser
DIBt Z-23.33-1384	XPS	Extrudergeschäumte Polystyrol-Hartschaumplatten „Jackodur CFX 35-300 Standard“ für die Anwendung als Perimeterdämmung im drückenden Wasser
DIBt Z-23.33-1564	XPS	Extrudergeschäumte Polystyrol-Hartschaumplatten „GEMATHERM X3 und GEMATHERM X3W“ für die Anwendung als Perimeterdämmung im drückenden Wasser

Anwendung als Perimeterdämmung (zulassungspflichtige Produkte)

Dokument	Produkt	Titel
DIBt Z-23.5-112	EPS	Expandierte Polystyrol-Hartschaumplatten „Styropor PS 30 SE“, für die Anwendung als Perimeterdämmung
DIBt Z-23.5-216	EPS	Expandierte Polystyrol-Hartschaumplatten „SCHWENK Perimeter SA, SCHWENK Perimeter S 35, SCHWENK Perimeter SF 40, SCHWENK Perimeter Drain“, für die Anwendung als Perimeterdämmung
DIBt Z-23.5-217	EPS	Expandierte Polystyrol-Hartschaumplatten „SCHWENK Perimeter SB 3 und SCHWENK Perimeter SB 6“, für die Anwendung als Perimeterdämmung
DIBt Z-23.33-203	EPS	Expandierte Polystyrol-Hartschaumplatten „Gebropor“, für die Anwendung als Perimeterdämmung
DIBt Z-23.33-1118	EPS	Expandierte Polystyrol-Hartschaumplatten „Peri-TOP 200, ThermoDrain 200 WSD, ThermoDrain 200 SD, Perimeter und Sockeldämmplatte 200, PERI-TOP 250, ThermoDrain 250 WSD, ThermoDrain 250 SD, Perimeter und Sockeldämmplatte 250“ für die Anwendung als Perimeterdämmung
DIBt Z-23.33-1159	EPS	Expandierte Polystyrol-Hartschaumplatten „Rygol-Perimeterdämmplatte 3M; Rygol-Perimeterdämmplatte TWIN 3m und Rygol-Perimeterdämmplatte PERI-DRÄN 3m“ für die Anwendung als Perimeterdämmung
DIBt Z-23.33-1177	EPS	Expandierte Polystyrol-Hartschaumplatten „Knauf Therm 5 in 1 Perimeterdämmung/Sockelplatte“ für die Anwendung als Perimeterdämmung
DIBt Z-23.33-1179	EPS	Expandierte Polystyrol-Hartschaumplatten „BACHL-Perimeterdämmplatte T 3, BACHL-Perimeter-Dämm- und Dränplatte DDP, BACHL-Perimeter-Dämm- und Sockelplatte DS, BACHL-Perimeterdämmplatte T 6, BACHL-Sockel- und Putzträgerplatte“ für die Anwendung als Perimeterdämmung
DIBt Z-23.33-1201	EPS	Expandierte Polystyrol-Hartschaumplatten „WKI-Perimeter“, für die Anwendung als Perimeterdämmung
DIBt Z-23.33-1223	EPS	Expandierte Polystyrol-Hartschaumplatten „JOMA-Perimeter-Dämmplatte, JOMA Perimeter-B 6000, JOMA Sockel-Expressplatte und JOMA Perimeter-Drainage-Platte“ für die Anwendung als Perimeterdämmung
DIBt Z-23.33-1257	EPS	Expandierte Polystyrol-Hartschaumplatten „Schwenk Sockel S, Schwenk PerimeterDUO, Schwenk PerimeterForm, Schwenk Perimeter Uni´S“ für die Anwendung als Perimeterdämmung
DIBt Z-23.33-1259	PUR	Polyurethan-Hartschaumplatten „Bachl-Peri-PUR Dämmplatte, Puren Perimeterdämmung Typ PD 030 und purenotherm-Perimeterdämmung Typ PD 030“ für die Anwendung als Perimeterdämmung
DIBt Z-23.33-1283	EPS	Expandierte Polystyrol-Hartschaumplatten „Götz EPS-Perimeter-Dämmung“ für die Anwendung als Perimeterdämmung

Fortsetzung Anwendung als Perimeterdämmung (zulassungspflichtige Produkte)

Dokument	Produkt	Titel
DIBt Z-23.33-1304	EPS	Expandierte Polystyrol-Hartschaumplatten „DIECKHOFF Perimeter“, für die Anwendung als Perimeterdämmung
DIBt Z-23.33-1326	EPS	Expandierte Polystyrol-Hartschaumplatten „Knauf Therm 5 in 1 Perimeterdämmung plus/Sockelplatte plus“, für die Anwendung als Perimeterdämmung
DIBt Z-23.33-1327	EPS	Expandierte Polystyrol-Hartschaumplatten „Perifekt“ für die Anwendung als Perimeterdämmung
DIBt Z-23.33-1330	EPS	Expandierte Polystyrol-Hartschaumplatten „Rigifoam 30 und Rigifoam 30 P“ für die Anwendung als Perimeterdämmung
DIBt Z-23.33-1354	EPS	Expandierte Polystyrol-Hartschaumplatten „UNI-Dämm, UNI-Dämm-PR und UNI-Drain-Dämm“, für die Anwendung als Perimeterdämmung
DIBt Z-23.33-1369	EPS	Expandierte Polystyrol-Hartschaumplatten „ISOVER Perimeter-Dämmplatte Kontur PDP 1, ISOVER Drain-Dämmplatte Kontur SDP 1, ISOVER Sockel-Dämmplatte Kontur SDP 1, ISOVER Perimeter-Dämmplatte Kontur PDP 2, ISOVER Drain-Dämmplatte Kontur DDP 2 und ISOVER Sockel-Dämmplatte Kontur SDP 2“ für die Anwendung als Perimeterdämmung
DIBt Z-23.33-1371	EPS	Expandierte Polystyrol-Hartschaumplatten „Peridämm 3000 und Peridämm 6000“, für die Anwendung als Perimeterdämmung
DIBt Z-23.33-1372	EPS	Expandierte Polystyrol-Hartschaumplatten „Philippine PH-EPS-PM 6“, für die Anwendung als Perimeterdämmung
DIBt Z-23.33-1378	EPS	Expandierte Polystyrol-Hartschaumplatten „WKI-PS 30 Automatenware“, für die Anwendung als Perimeterdämmung
DIBt Z-23.33-1391	EPS	Expandierte Polystyrol-Hartschaumplatten „UNI-Dämm-B“, für die Anwendung als Perimeterdämmung
DIBt Z-23.33-1392	EPS	Expandierte Polystyrol-Hartschaumplatten „W-PER, W-WB und W-PER DRV“, für die Anwendung als Perimeterdämmung
DIBt Z-23.33-1394	EPS	Expandierte Polystyrol-Hartschaumplatten „W-PER 6, W-WB 6 und W-PER DRV 6“ für die Anwendung als Perimeterdämmung
DIBt Z-23.33-1400	EPS	Expandierte Polystyrol-Hartschaumplatten „Philippine PH-EPS PMS“ für die Anwendung als Perimeterdämmung
DIBt Z-23.33-1401	EPS	Expandierte Polystyrol-Hartschaumplatten „RYGOL-Perimeterdämmplatte 6m, RYGOL-Perimeterdämmplatte TWIN 6m und RYGOL-Perimeterdämmplatte PERI-DRÄN 6m“ für die Anwendung als Perimeterdämmung
DIBt Z-23.33-1551	EPS	Expandierte Polystyrol-Hartschaumplatten „Steinodur PSN-P6“ für die Anwendung als Perimeterdämmung
DIBt Z-23.33-1560	EPS	Expandierte Polystyrol-Hartschaumplatten „Sundolitt Perimeterdämmplatte“ für die Anwendung als Perimeterdämmung
DIBt Z-23.33-1561	EPS	Expandierte Polystyrol-Hartschaumplatten „PERIFEKT und PERIFEKT S“ für die Anwendung als Perimeterdämmung

12. Merkblätter und Richtlinien

Herausgeber	Ausgabe	Titel
DIBt	2000-11	Bewertung der Auswirkung von Bauprodukten auf Boden und Grundwasser
Industrieverband WerkMörtel e.V.	2004-04	Merkblatt für den Einbau und das Verputzen von extrudierten Polystyrol-Hartschaumstoffplatten mit rauer oder gewaffelter Oberfläche als Wärmebrückendämmung
Bundesverband der Deutschen Mörtelindustrie e.V.	1993	Merkblatt für das Verlegen und Verputzen von Polystyrol-Hartschaumstoffplatten
Deutscher Ausschuss für Stahlbeton (DAfStb)	2004	„WU-Richtlinie“, Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton
Deutscher Ausschuss für Stahlbeton (DAfStb)	1996	Wasserundurchlässigkeit und Selbstheilung von Trennrissen in Beton
Österreichischer Betonverein	2002	Wasserundurchlässige Betonbauwerke – Weiße Wannen
Deutscher Beton- und Bautechnik- Verein e.V.	2001	Fugenausbildung für ausgewählte Baukörper aus Beton
Deutsche Bauchemie e.V.	2001	Richtlinie für die Planung und Ausführung von Abdichtungen mit kunststoffmodifizierten Bitumendickbeschichtungen (KMB) – erdberührte Bauteile -
WTA ^{*)}	1998/ 2002	Nachträgliches Abdichten erdberührter Bauteile

^{*)} WTA = Wissenschaftlich-Technische Arbeitsgemeinschaft für Bauwerkserhaltung und Denkmalpflege

13. Herausgeber

Dieses Merkblatt wird herausgegeben von:

Fachvereinigung Polystyrol-Extruderschaumstoff (FPX),
 Odenwaldring 68,
 64380 Rossdorf bei Darmstadt
 Tel. 06154/803985
 Fax 06154/803986
 E-Mail: info@fpx-daemmstoffe.de
 Internet: www.fpx-daemmstoffe.de.

Es basiert auf dem derzeitigen Kenntnisstand der FPX-Mitgliedsfirmen.

Aktualisierte Auflage 2007