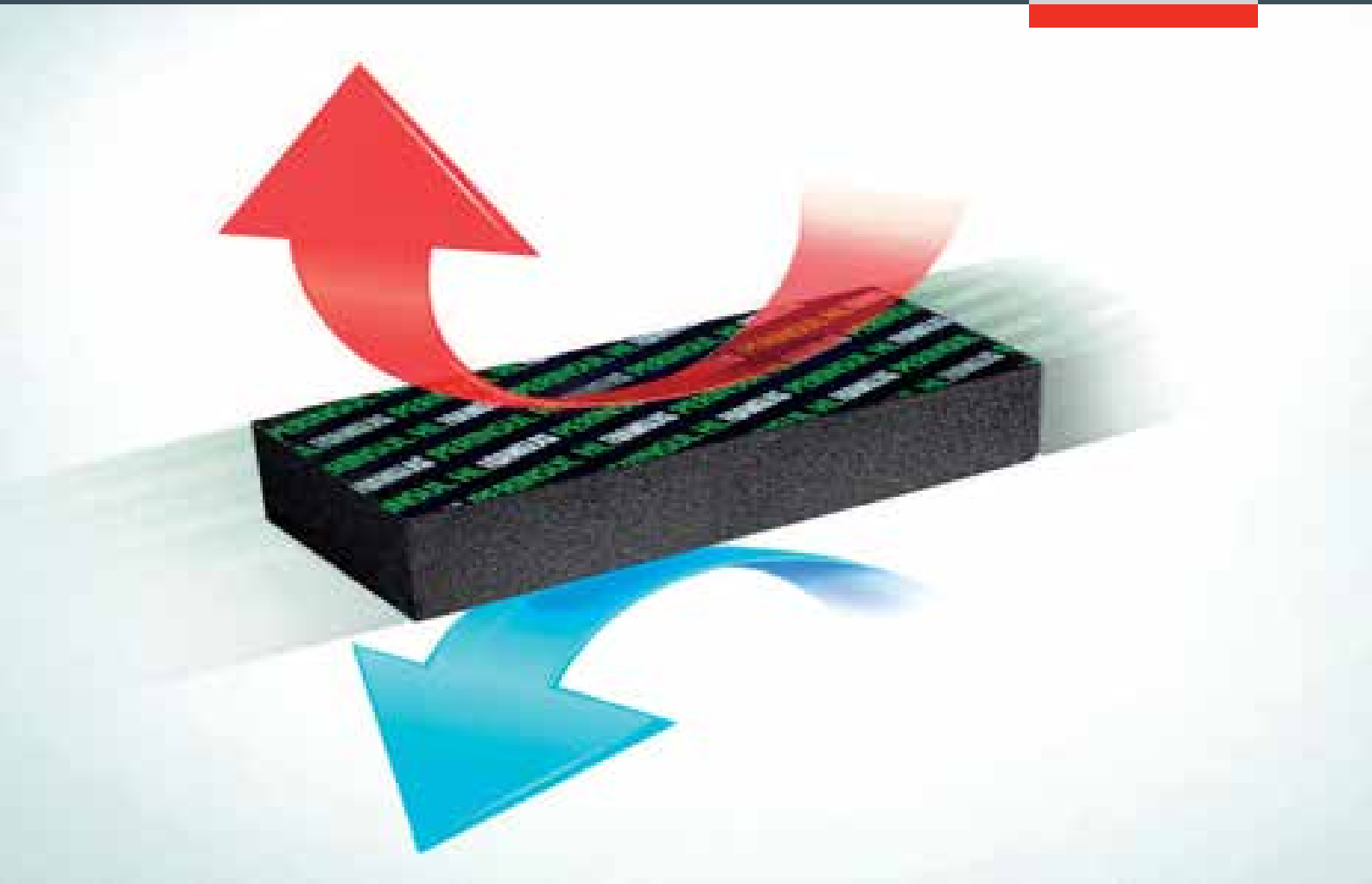


Bauen ohne Wärmebrücken

# FOAMGLAS® PERINSUL HL Mauerfußdämmung

**FOAMGLAS®**  
Building



[www.foamglas.de](http://www.foamglas.de)  
[www.foamglas.at](http://www.foamglas.at)



## Inhalt

<b>Einleitung</b>	<b>3</b>
<b>Vermeiden von Wärmelecks</b>	<b>4</b>
<b>Feuchtaufnahme ausgeschlossen</b>	<b>6</b>
<b>Energiesparendes Bauen ohne Wärmebrücken</b>	<b>8</b>
- FOAMGLAS® PERINSUL zeigt Mehrfach-Leistung	9
- EnEV und Wärmebrücken	9
- $\Psi$ -Werte, f-Werte	9
- Wärmebrücken im Nachweis nach EnEV	9
<b>Detailausführung mit FOAMGLAS® PERINSUL</b>	<b>10</b>
- Thermographien	11
- Musterlösungen unter tragenden Wänden	16
- Schaumglas – optimale Eigenschaften	17
<b>Laborversuche TU Eindhoven, FOAMGLAS® PERINSUL HL (Eurocode 6, ETA)</b>	<b>18</b>
- Hohe Tragfähigkeit und geringe Verformungen	18
<b>Statischer Tragsicherheitsnachweis</b>	<b>20</b>
- Überblick und Beispiele	23
<b>Feuerwiderstand</b>	<b>24</b>
<b>Technische Daten</b>	<b>25</b>
<b>Verarbeitung</b>	<b>26</b>



Mauerfußdämmung aus  
Schaumglas  
– FOAMGLAS® PERINSUL HL

## Einleitung

Wurde in zurückliegenden Jahren bei der Planung von Gebäuden der energetischen Betrachtung nicht ausreichend Rechnung getragen, so ist Wärmeschutz heute eine zentrale Aufgabe. Je besser Außenbauteile gedämmt werden, um so mehr zeigen sich Wärmeverluste über Wärmebrücken als Schwachstellen in der Bilanzierung.

Wärmebrücken, häufig in der Umgangssprache fälschlich auch als Kältebrücken bezeichnet, sind die Bereiche in Bauteilen eines Gebäudes, durch welche die Wärme schneller nach außen transportiert wird als durch die angrenzenden Bauteile. Wärmebrücken sind somit konstruktive geometrische oder stoffliche Problemzonen von Gebäuden. Sie beeinflussen die thermische Qualität der gesamten Gebäudehülle gravierend und werden folgerichtig im Nachweisverfahren der Energieeinsparverordnung berücksichtigt.

Außerdem können Wärmebrücken zu bedenklichen hygienischen und bauphysikalischen Mängeln führen. Um diese zu vermeiden, ist je nach Nutzung raumseitig eine Mindestoberflächentemperatur einzuhalten. Damit wird Tauwasser im Bauteilquerschnitt ausgeschlossen.

Ein kontinuierlich erhöhter Feuchtegehalt an Innenwandflächen und Decken oder im Bauteil selbst kann die gefürchtete Schimmelbildung in Wohnräumen nach sich ziehen. Derartige Schwachstellen finden sich insbesondere an folgenden Detailpunkten: Mauerfuß, Attika und Fundament.

Für diese Gebäudeteile, Detailpunkte und Bauteile bietet FOAMGLAS® PERINSUL HL durch die Mehrfachleistung von Schaumglas intelligente Planungsansätze und baustellengerechte Lösungen (Technische Daten, siehe Seite 25).

FOAMGLAS® PERINSUL ist der hochbelastbare Wärmebrückenstein mit besonderen technischen Eigenschaften, die gebäudeumfassenden, langlebigen Wärmeschutz ohne Wärmebrücken sicherstellen:

- Beste Dämmeigenschaften
- Hoch druckfest, baupraktisch stauchungsfrei
- Wasser- und dampfdicht
- Temperaturbeständig (FOAMGLAS®, Kernmaterial Baustoffklasse A1)
- Unverrottbar und schädlingssicher.



Mauerfußdämmung mit FOAMGLAS® PERINSUL unter Hochlochziegeln.

## Vermeiden von Wärmelecks

Hoher Energieverbrauch durch Wärmebrücken und die damit verbundenen Hygienrisiken sind Grund genug, auf zuverlässigen Wärmeschutz zu bauen. Mit FOAMGLAS® PERINSUL steht ein Wärmedämmelement zur Verfügung, welches sowohl die thermischen, die bauphysikalischen als auch die ausführungsbedingten Wärmebrücken vollständig ausschließt.

### Arten von Wärmebrücken

Wärmebrücken werden in drei Arten unterschieden

1. stoffliche Wärmebrücken
2. geometrische Wärmebrücken
3. konstruktive Wärmebrücken

#### 1. Stoffliche (materialbedingte) Wärmebrücken

Stoffliche Wärmebrücken liegen dann vor, wenn in Wärmestromrichtung unterschiedliche Baustoffe im Querschnitt liegen, wie z.B. eingelassene Stahlträger, Betonsturz in Klinkerwänden.

#### 2. Geometrische Wärmebrücken

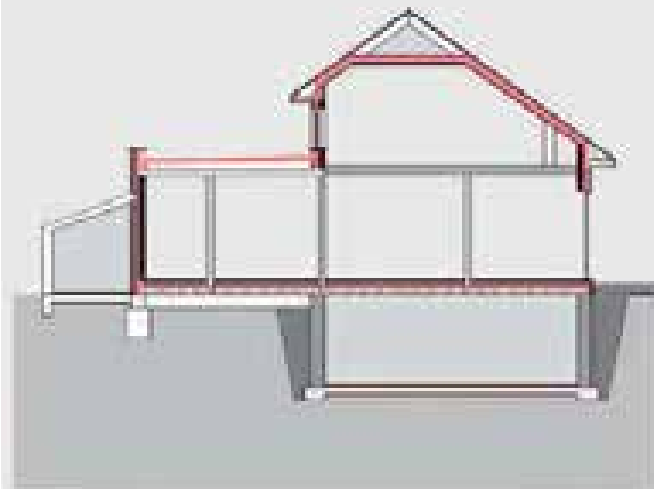
Geometrische Wärmebrücken ergeben sich beispielsweise durch Versprünge oder Ecken in einem sonst homogenen Bauteil, wenn der Bauteil-Innenfläche eine größere Bauteil-Außenfläche – durch die Wärme abfließt – gegenübersteht. Beispielsweise ist dies bei Hausaußenecken anzutreffen.

#### 3. Konstruktive Wärmebrücken

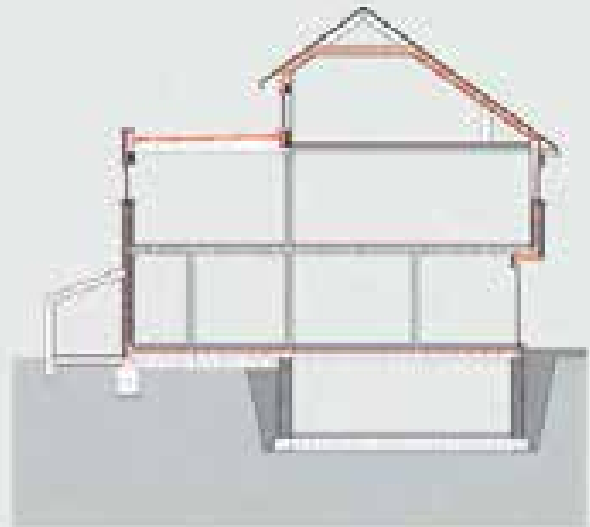
Konstruktive Wärmebrücken entstehen durch Konstruktionen mit unterschiedlichen Wärmeleitfähigkeiten. Beispiele hierfür sind z.B. Stahlbeton-Deckenverbund zur Außenwand oder Ringanker.

Im Bereich von Wärmebrücken sinken bei niedrigen Außentemperaturen die raumseitigen Oberflächentemperaturen von Bauteilen stärker ab als im ungestörten Bereich. Bei Unterschreiten der Taupunkttemperatur fällt Tauwasser aus. Somit besteht bei Wärmebrücken die Gefahr von Schimmelbildung.

**PERINSUL® HL,**  
1-geschossige Bauweise



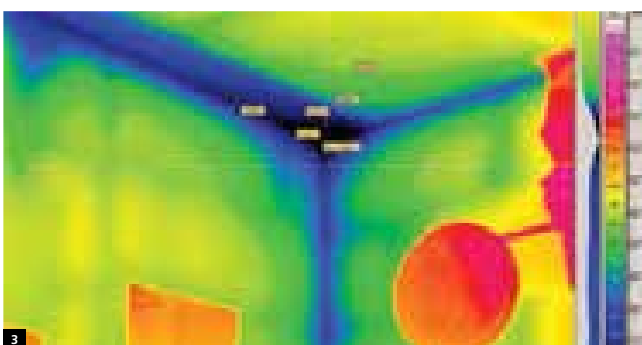
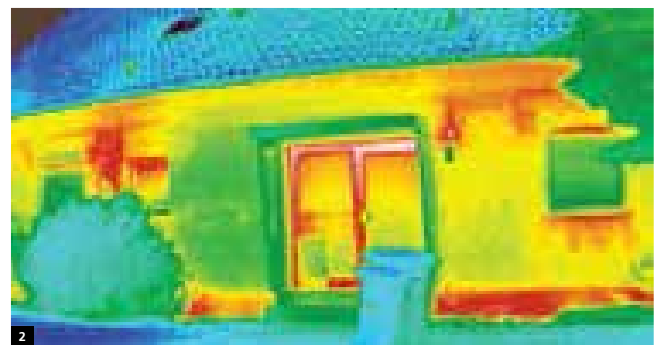
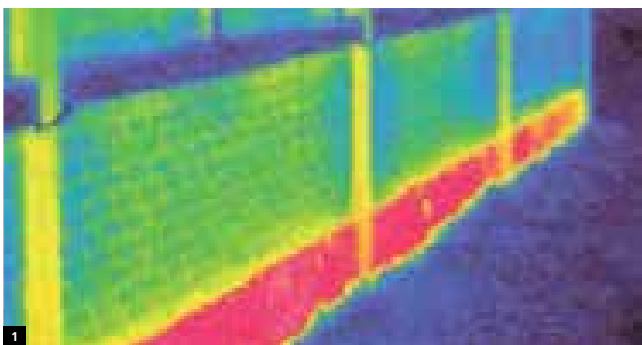
**PERINSUL® HL,**  
2-geschossige Bauweise



### Wärmebrücken

Wo zwei Konstruktionen mit unterschiedlichen Wärmeleitfähigkeiten zusammenstoßen, handelt es sich um eine konstruktive Wärmebrücke. Wärmeverluste treten auf, wenn eine Dämmschicht durch ein Bauteil unterbrochen wird.

- 1 Stoffliche, materialbedingte Wärmebrücke
- 2 Wärmeverluste im Mauerfuß, an Stürzen und Fenstersimsen
- 3 Innenseite, geometrische Wärmebrücke im Bereich der Hausecke
- 4 Schimmelbildung als Folge zu kalter Oberflächentemperaturen





Mauerfußdämmung mit  
FOAMGLAS® PERINSUL  
unter Kalksandsteinen.

# Feuchteaufnahme ausgeschlossen!

## FOAMGLAS® PERINSUL stellt einwandfreie bauphysikalische Verhältnisse langfristig sicher

Mit FOAMGLAS® PERINSUL wird gebäudeumfassender langlebiger Wärmeschutz ohne Wärmebrücken möglich. Ökologische und bauphysikalische Unbedenklichkeit der Dämmkonstruktion sichert die Wirtschaftlichkeit. FOAMGLAS® PERINSUL ist leicht zu bearbeiten und sowohl im Bauzustand als auch in der Nutzungsphase feuchte- bzw. witterungsunempfindlich.

**Denn FOAMGLAS® PERINSUL ist kapillarsperrend!**

**Das Dämmelement PERINSUL in unterster Mauersteinlage ist der Garant für dauerhaften Feuchteschutz. PERINSUL bietet Schutz vor aufsteigender Feuchtigkeit und Baufeuchte.**

Für Folgegewerke ein äußerst wichtiges Argument: Keine "nassen Füße" im Mauerfuß. Dies kann konstruktiv durch die nur wenige Millimeter dicke horizontale Mauersperrschicht auf der Decke nicht immer sichergestellt werden.

**Also:** Feuchteschutz ist eine Zusatzleistung durch PERINSUL, die dem Innenputz oder der Wandbekleidung besonders gut tut. Und doppelt wichtig bei Ausbau mit Gipskartonwänden: auf dem Dämmstein aus Schaumglas wird der Zustrom von Feuchtigkeit sicher unterbunden.

## Gut gebaut ist besser als saniert

Aufgrund der Randlage in Ecken von Fußböden und Decken werden diese Wärmebrücken selten einem Luftstrom ausgesetzt. Deshalb verschwinden Wärmebrückenphänomene wie Stockflecken und/oder Schimmel nicht automatisch, wenn eine zusätzliche Zwangsbelüftung vorgenommen wird. Hier nachträglich Abhilfe zu schaffen, ist eine schwierige Aufgabe. Bei einigen Bausituationen ist dies so gut wie unmöglich.

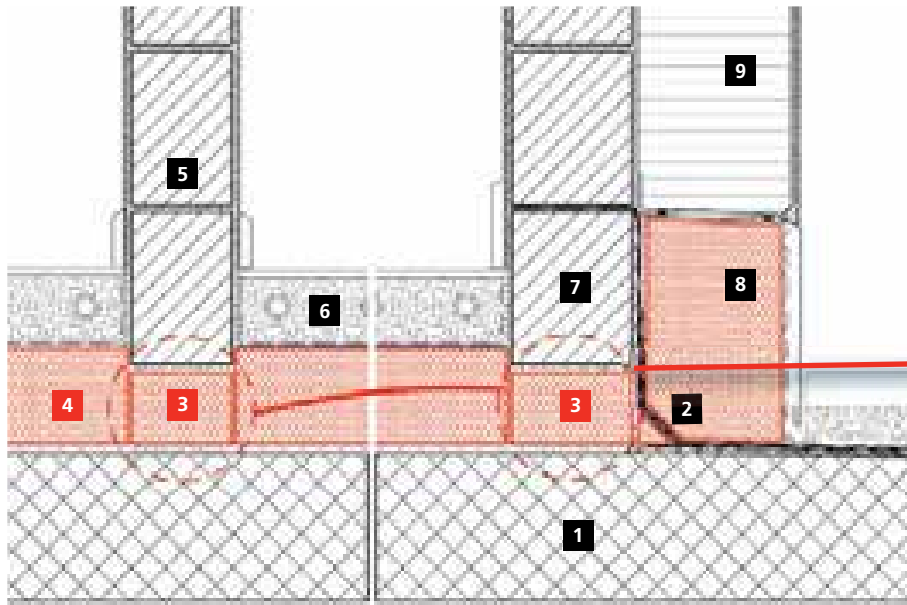
**Deshalb gilt:** Wärmebrücken sind von vornherein zu vermeiden. Bei Neubauten sollte sichergestellt werden, dass die Wärmedämmung gebäudeumhüllend ausgelegt wird. Das bedeutet, dass eine Bodendämmung an die Fassadendämmung angrenzen sollte. Und in der Fassade ist der Anschluss der Dämmung an Fensterrahmen und Dachdämmung mit Sorgfalt auszuführen.

Besonders den höchst komplexen Wärmebrücken im Mauerfuß, also zwischen Wand und Bodenplatte, und den Stirnseiten von Betondecken ist Beachtung zu schenken.

**FOAMGLAS® PERINSUL wurde speziell als praxisgerechte Lösung des Wärmebrückenproblems zwischen Fundament- und Wanddämmung entwickelt.**

**Mit der Mauerfußdämmung wird den verschärften Wärmeschutzanforderungen Rechnung getragen.**

Prinzipdarstellung



**FOAMGLAS®  
PERINSUL  
im Mauerfuß**

- 1 Betonplatte
- 2 Hochgeführte Bauwerksabdichtung
- 3 **FOAMGLAS® PERINSUL im Mörtelbett**
- 4 **FOAMGLAS® Bodendämmung**
- 5 Innenwand (Mauerwerk)
- 6 Zement-/Anhydritestrich
- 7 Außenwand (Mauerwerk)
- 8 Sockeldämmung
- 9 Putzfassade

**Einwirkungen von Feuchtigkeit**



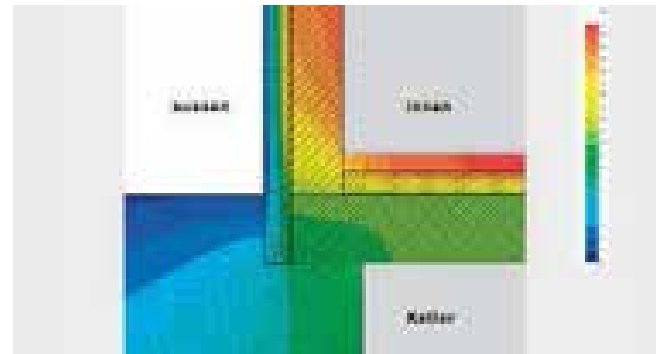
FOAMGLAS® PERINSUL Wärmebrückensteine nehmen im Gegensatz zu anderen Konstruktionen keine Feuchtigkeit auf. Keine Verformung, kein Schülsseln, kein Materialschwund.

**Einfluss auf Oberflächentemperaturen**

Mit PERINSUL



Ohne PERINSUL



Thermographie unten: Wärmeverluste, d.h. kältere Oberflächentemperaturen im Bereich des fehlenden horizontalen Anschlusses, sind deutlich sichtbar.



**Wohnbebauung,**  
**LD2 Architecten, Brüssel.**  
Foto Marc Detiffe

## Energiesparendes Bauen ohne Wärmebrücken

FOAMGLAS® PERINSUL eröffnet neue Perspektiven! Denn FOAMGLAS® PERINSUL ist der Dämmstein zur Vermeidung von Wärmebrücken ohne zusätzliche Trag- oder Stützelemente. Zahlreiche erfolgreich ausgeführte Objekte belegen die besonderen Eigenschaften für den Feuchteschutz.

FOAMGLAS® PERINSUL ist der Dämmstein zur Vermeidung von Wärmebrücken ohne zusätzliche Trag- oder Stützelemente. FOAMGLAS® PERINSUL besteht zu 100% aus dem druckfesten und baupraktisch stauchungsfreien Dämmstoff Schaumglas. Nur FOAMGLAS® PERINSUL HL liefert einen Dämmwert  $\lambda_D = 0,058 \text{ W/m}\cdot\text{K}$  und zugleich eine statische Tragfähigkeit (siehe Seiten 20 - 23).

Für FOAMGLAS® PERINSUL im Anwendungsgebiet "Fußpunkt unter aufgehenden Wänden" liegt eine **ETA-Zulassung (European Technical Approval)** vor, die das Leistungsvermögen bescheinigt. Nur für das Dämmelement aus geschäumtem Glas werden sämtliche Eigenschaften zugesichert, die für eine Komplettlösung an Bauteilübergängen und Anschlüssen erforderlich sind.

Als Mittlere Spezifische Druckfestigkeit  $f_b$  kann laut ETA (European Technical Approval) für FOAMGLAS® PERINSUL HL = 2,9 MPa veranschlagt werden.

Zu den Druckfestigkeitskennwerten korrespondieren abgesicherte Rechenwerte der Wärmeleitfähigkeit ( $\lambda$ -Werte). Schließlich ist FOAMGLAS® ein Dämmstoff mit Mehrfachleistung.

Hoher Wärmeschutz und Tragfähigkeitseigenschaften zählen zum außergewöhnlichen Nutzen, den so kein anderes Produkt, sondern nur FOAMGLAS® PERINSUL gemäß Zulassungsbescheid liefert.

Doch FOAMGLAS® PERINSUL kann mehr: zahlreiche Bauobjekte belegen die besonderen Eigenschaften für den Feuchteschutz. FOAMGLAS® ist nicht kapillarsaugend und kann kein Wasser aufnehmen. Im Fußpunkt von aufgehenden Wänden ein bemerkenswerter Vorteil.

Neben dem Anwendungsgebiet "Mauerfußdämmung mit PERINSUL" kann auch die Vermeidung von Wärmebrücken in der Attika mit PERINSUL sichergestellt werden.

Die Belastungsgrenzen von FOAMGLAS® PERINSUL in der Attika werden durch die Herstellerangaben definiert.



## FOAMGLAS® PERINSUL zeigt Mehrfach-Leistung

Im Rechengang nach EnEV kommt zum Ausdruck, dass Wärmebrückeneffekte die Transmissionswärmeverluste um bis zu 30 % negativ beeinflussen. FOAMGLAS® PERINSUL stellt Wärmeverluste ab. Die Details und Konstruktionsvorschläge dokumentieren: FOAMGLAS® PERINSUL schließt die Wärmebrücke zu 100 %! Energieverluste werden zuverlässig und langfristig reduziert.

FOAMGLAS® PERINSUL stellt sicher, dass das Wärmedämmniveau der flächigen und gedämmten Bauteile, z.B. an gestörten Wand- und Dachflächen, auch in Details und Bauteilanschlüssen übernommen wird.

Der Katalog von Thermografien, f- und  $\Psi$ -Werten, gibt näheren Aufschluss.

Folglich ist die Verwendung von FOAMGLAS® PERINSUL ein Beitrag zum wirtschaftlichen Bauen, in das die Folgekosten der späteren Nutzung einfließen!

## EnEV und Wärmebrücken

In der Energieeinsparverordnung wird die Berücksichtigung von Wärmebrücken bei der Ermittlung des Heizenergiebedarfs gefordert. Der spezifische Transmissionswärmeverlust  $H_T$  in [W/K] ermittelt sich aus:

$$H_T = F_i \cdot U_i \cdot A_i + H_{WB}$$

Die zusätzlichen Wärmeverluste durch Wärmebrücken lassen sich als weiterer Wärmedurchgangskoeffizient  $\Delta U_{WB}$  mithilfe des auf die Außenmaße längenbezogenen Wärmebrückenverlustkoeffizienten  $\Psi$  [W/(mK)] berechnen.

## $\Psi$ -Werte

Das detaillierte Nachweisverfahren basiert auf der Zusammenfassung einzelner Wärmebrücken an verschiedenen Details. Die Rechengröße, der  $\Psi$ -Wert (längenbezogener Wärmebrückenverlustkoeffizient [W/mK]) wird mit der jeweiligen Bauteillänge multipliziert.

Mit FOAMGLAS® lassen sich  $\Psi$ -Werte "nahe Null" – oder sogar negativ – realisieren. Im Rechenverfahren nach EnEV (Außenmaßbezug) wird auf diese Weise der Wärmebrückeneinfluss minimiert.

## f-Werte

Der Temperaturdifferenzenquotient (f-Wert) ist die Verhältniszahl der Oberflächentemperatur innen ( $\Theta_{oi}$ ), der Außenlufttemperatur ( $\Theta_e$ ) und der Innentemperatur ( $\Theta_i$ ). Liegt die Verhältniszahl oberhalb von 0,7, so ist der Nachweis erbracht. Mit FOAMGLAS® kein Problem.

Der Dämmstoff aus geschäumtem Glas stellt die Einhaltung der Anforderungen sicher. Je nach gewählten Randbedingungen ergeben sich mit FOAMGLAS® f-Werte in einem Intervall von 0,83 – 0,90.

Dieser f-Wert macht deutlich: praktisch keine Gefahr von hygienischen und bauphysikalischen Problemen – bei jeder Art der Innenraumnutzung.

$$f = (\Theta_{si} - \Theta_e) / (\Theta_i - \Theta_e)$$

## Wärmebrücken im Nachweis nach EnEV

### ■ Ansatz ohne Wärmebrückennachweis

$$\Delta U_{WB} = 0,10 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Ohne weiteren Nachweis kommt ein pauschaler "Strafzuschlag" in Anrechnung. Dieser Wärmebrückenzuschlag wiegt schwer, weil die gesamte wärmetauschende Hüllfläche mit diesem Zahlenwert addiert wird.

Dieser pauschale Ansatz führt somit unweigerlich zu sehr hohen Transmissionswärmeverlusten.

Diese Differenz müsste jedenfalls durch extreme Erhöhung der Bauteildämmung ausgeglichen werden.

Es empfiehlt sich, diesen Ansatz beim Nachweis nach EnEV nicht mehr anzuwenden.

### ■ Ansatz nach Beiblatt 2 DIN 4108

$$\Delta U_{WB} = 0,05 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Zur Vermeidung von Wärmebrücken können die Planungsbeispiele der DIN 4108, Beiblatt 2, genutzt werden. Der Wärmebrückenzuschlag vermindert sich auf "immer noch zuviel", zumal durch einfache und praktikable Konstruktionslösungen die Wärmelecks vollständig gestopft werden können.

### ■ Ansatz nach genauer Ermittlung der Wärmebrücken

$$\Delta U_{WB} = \sum (\Psi \times l) / A$$

Beim detaillierten Nachweis der Wärmebrücken kann der Zuschlag auf die Transmissionswärmeverluste durch Wärmebrücken auf eine Größenordnung von bis zu  $\Delta U_{WB} = 0 \text{ W/m}^2\text{K}$  ermittelt werden.

Verwirklichen Planer und Bauherren die Detailplanung mit optimierten Lösungen – speziell für Mauerfuß / Attika / Fundament mit FOAMGLAS® PERINSUL – entsteht an anderen Bauteilen mehr planerische Freiheit oder die Möglichkeit, auf aufwändige Anlagentechnik zu verzichten.

**Der Einzelnachweis der Wärmebrücken ist also eine Rechnung, die sich lohnt.**



**Mauerfußdämmung  
aus Schaumglas:  
– FOAMGLAS® PERINSUL HL**

## Detailausführung mit FOAMGLAS® PERINSUL HL

**Vorteile des Dämmstoffes:** Der Dämmstoff FOAMGLAS® PERINSUL ist der hochbelastbare Wärmebrückenstein, der aufgrund seiner hohen Druckfestigkeit zulässige Druckspannungen aus dem Mauerwerk aufnimmt und konstruktiv bedingte Wärmebrücken im Mauerfuß gänzlich ausschließt. FOAMGLAS® PERINSUL ist leicht zu verarbeiten. Sowohl im Bauzustand als auch in der Nutzungsphase ist das Produkt feuchte- bzw. witterungsunempfindlich.

FOAMGLAS® PERINSUL besitzt – bei Vergleich mit Beton oder Ziegelsteinen – einen viel besseren Dämmwert.

Sämtliche bautechnischen und bauphysikalischen Anforderungen werden mit FOAMGLAS® PERINSUL nachdrücklich erfüllt.  $\Psi$ -Werte "nahe Null" und f-Werte  $> 0,7$  belegen an verschiedenen ausgewiesenen Details im Mauerfuß die außergewöhnliche Charakteristik.

Die Kombination von:

- Abgesichertem Tragfähigkeitsverhalten
- Nachgewiesenem Wärmeschutz

bietet nur FOAMGLAS® PERINSUL, der Dämmstein aus Schaumglas, der die Wärmebrücke zu 100% schließt.

FOAMGLAS® ist absolut feuchteunempfindlich und besitzt keine Kapillarität. Damit sind die bautechnischen Probleme für Folgegewerke ausgeschlossen.

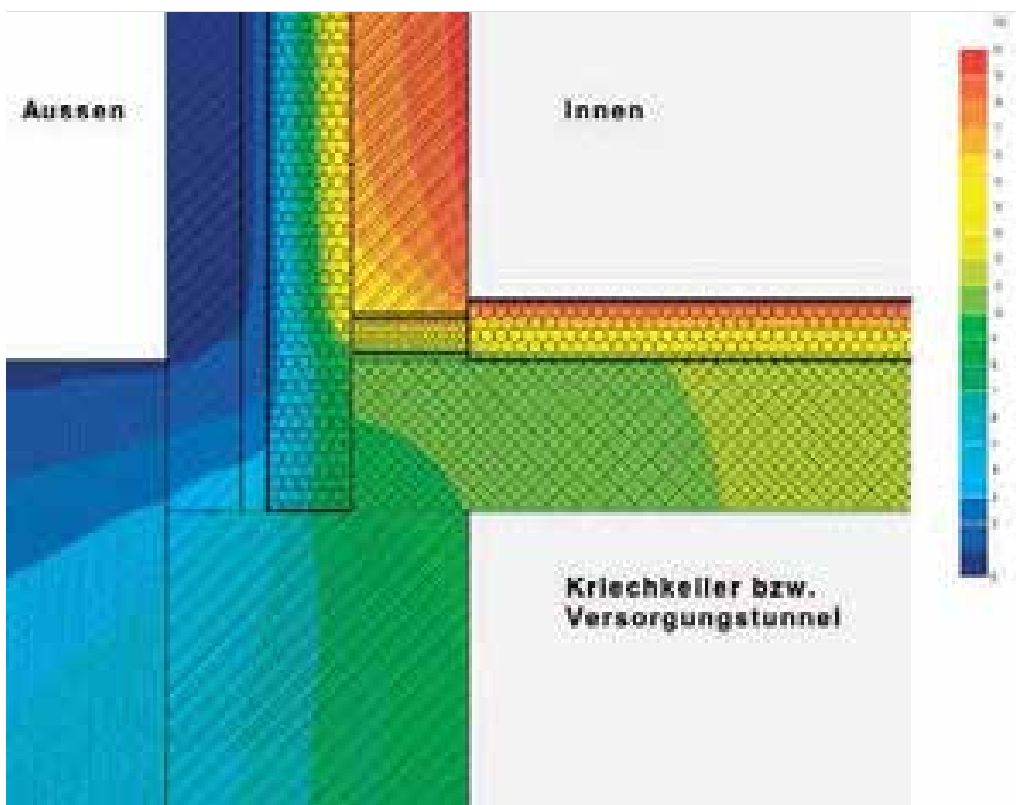
FOAMGLAS® PERINSUL HL ergänzt den Wärmeschutz der angrenzenden Bauteile optimal.

Auf den nachfolgenden Seiten sehen Sie Thermografien und tabellierte  $\Psi$ - (psi) und f-Werte.

## Zweischaliges Mauerwerk mit Kriechkeller

(Wand des Kriechkellers/Versorgungstunnels besteht aus Hohlbetonblöcken)

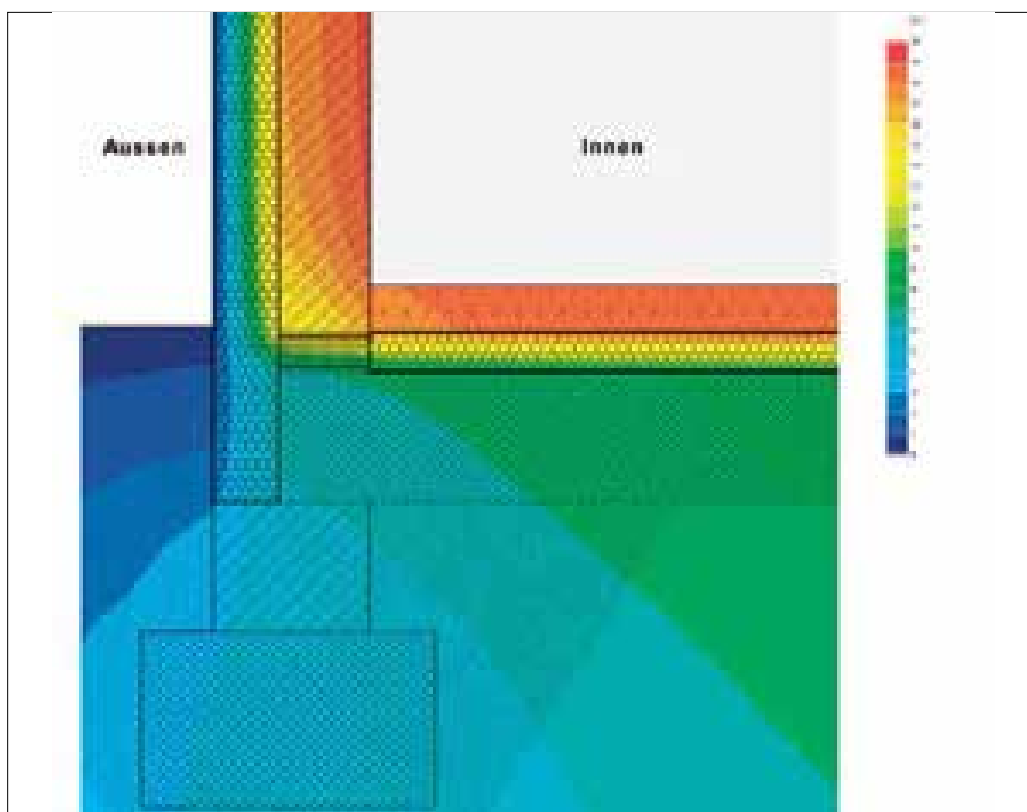
PERINSUL HL Dicke [cm]	U-Wand [W/m <sup>2</sup> K]	U-Fußboden [W/m <sup>2</sup> K]	psi ( $\Psi_e$ ) [W/mK]	psi ( $\Psi_i$ ) [W/mK]	f-Factor	Min. Temp. [°C]
5	0,361	0,352	<b>-0,022</b>	0,091	0,746	13,74
5	0,287	0,314	<b>-0,015</b>	0,091	0,780	14,57
5	0,220	0,283	<b>-0,012</b>	0,092	0,797	14,93
5	0,142	0,143	<b>-0,022</b>	0,083	0,840	15,96
5	0,097	0,099	<b>-0,024</b>	0,075	0,866	16,64
Außentemperatur -5 °C			Innentemperatur 20 °C			
11,5	0,361	0,352	<b>-0,162</b>	0,055	0,824	15,56
11,5	0,287	0,314	<b>-0,135</b>	0,058	0,842	16,02
11,5	0,220	0,283	<b>-0,113</b>	0,059	0,858	16,43
11,5	0,142	0,143	<b>-0,061</b>	0,06	0,876	16,91
11,5	0,097	0,099	<b>-0,042</b>	0,06	0,889	17,26
Außentemperatur -5 °C			Innentemperatur 20 °C			



# 1-schaliges Mauerwerk, nicht unterkellertes Gebäude

PERINSUL HL Dicke [cm]	U-Wand [W/m <sup>2</sup> K]	U-Fußboden [W/m <sup>2</sup> K]	psi ( $\Psi_e$ ) [W/mK]	psi ( $\Psi_i$ ) [W/mK]18	f-Factor	Min. Temp. [°C]
5	0,361	0,366	<b>-0,0532</b>	0,14637	0,892	17,31
5	0,287	0,326	<b>-0,0247</b>	0,1485	0,898	17,46
5	0,222	0,266	<b>-0,0074</b>	0,1414	0,908	17,70
5	0,142	0,146	<b>0,01051</b>	0,12509	0,925	18,13
5	0,097	0,097	<b>0,01529</b>	0,11044	0,938	18,4520
Außentemperatur -5 °C			Innentemperatur 20 °C			

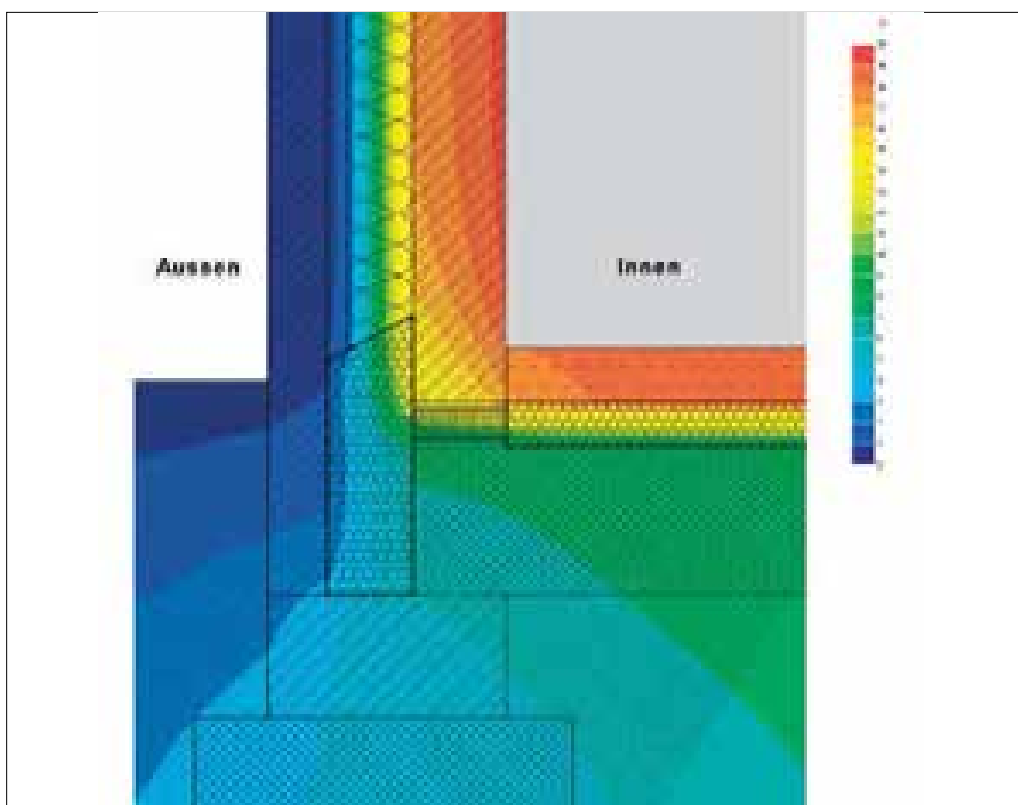
11,5	0,351	0,781	<b>-0,0769</b>	0,1082	0,892	17,33
11,5	0,351	0,367	<b>-0,0730</b>	0,1014	0,905	17,62
11,5	0,280	0,653	<b>-0,0518</b>	0,11206	0,897	17,43
11,5	0,280	0,326	<b>-0,0510</b>	0,10014	0,915	17,89
11,5	0,234	0,496	<b>-0,0422</b>	0,10608	0,911	17,77
11,5	0,234	0,266	<b>-0,0396</b>	0,09624	0,924	18,10
11,5	0,147	0,146	<b>-0,0162</b>	0,08977	0,939	18,48
11,5	0,147	0,097	<b>-0,0023</b>	0,08574	0,949	18,70
Außentemperatur -5 °C			Innentemperatur 20 °C			



## Kerngedämmtes Mauerwerk (2-schalig), nicht unterkellertes Gebäude

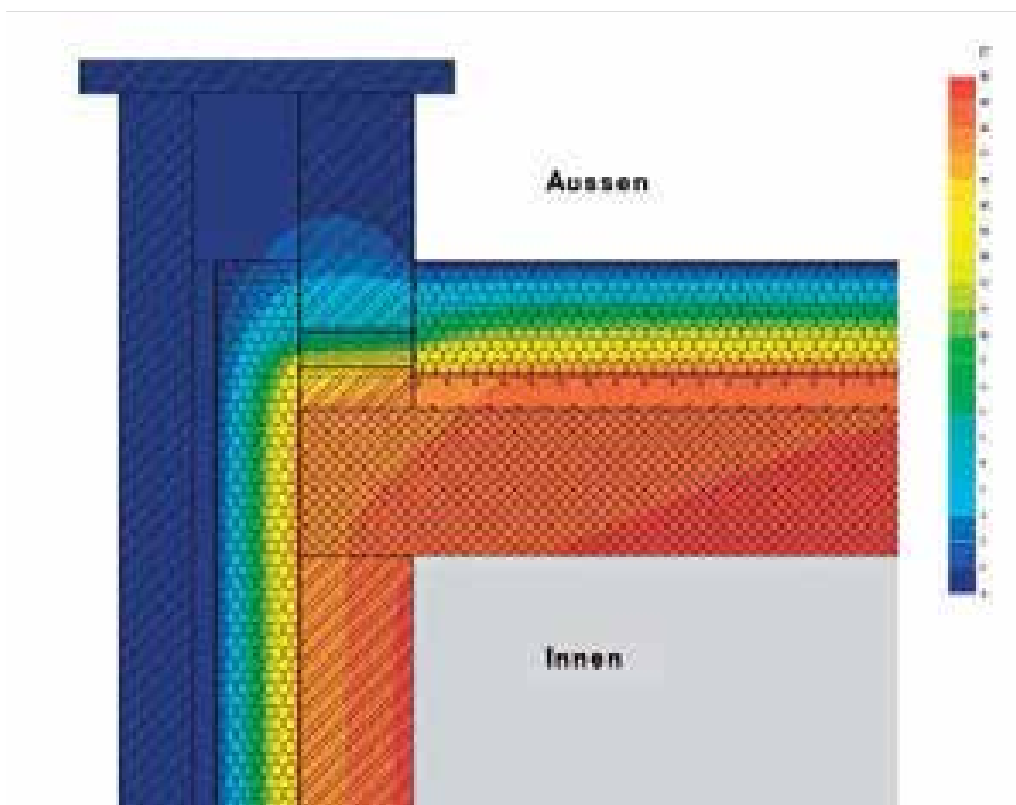
PERINSUL HL Dicke [cm]	U-Wand [W/m <sup>2</sup> K]	U-Fußboden [W/m <sup>2</sup> K]	psi ( $\Psi_e$ ) [W/mK]	psi ( $\Psi_i$ ) [W/mK]	f-Factor	Min. Temp. [°C]
5	0,361	0,366	<b>-0,0532</b>	0,14637	0,892	17,31
5	0,287	0,326	<b>-0,0247</b>	0,1485	0,898	17,46
5	0,222	0,266	<b>-0,0074</b>	0,1414	0,908	17,70
5	0,142	0,146	<b>0,01051</b>	0,12509	0,925	18,13
5	0,097	0,097	<b>0,01529</b>	0,11044	0,938	18,45
Außentemperatur -5 °C			Innentemperatur 20 °C			

11,5	0,361	0,781	<b>-0,0755</b>	0,14448	0,891	17,38
11,5	0,361	0,367	<b>-0,0716</b>	0,12797	0,904	17,59
11,5	0,287	0,653	<b>-0,0409</b>	0,15406	0,898	17,44
11,5	0,287	0,326	<b>-0,0247</b>	0,1485	0,899	17,48
11,5	0,222	0,496	<b>-0,0261</b>	0,1452	0,911	17,78
11,5	0,222	0,266	<b>-0,00275</b>	0,121	0,923	18,06
11,5	0,142	0,146	<b>-0,0051</b>	0,10949	0,936	18,43
11,5	0,097	0,097	<b>-0,00449</b>	0,09964	0,945	18,61
Außentemperatur -5 °C			Innentemperatur 20 °C			



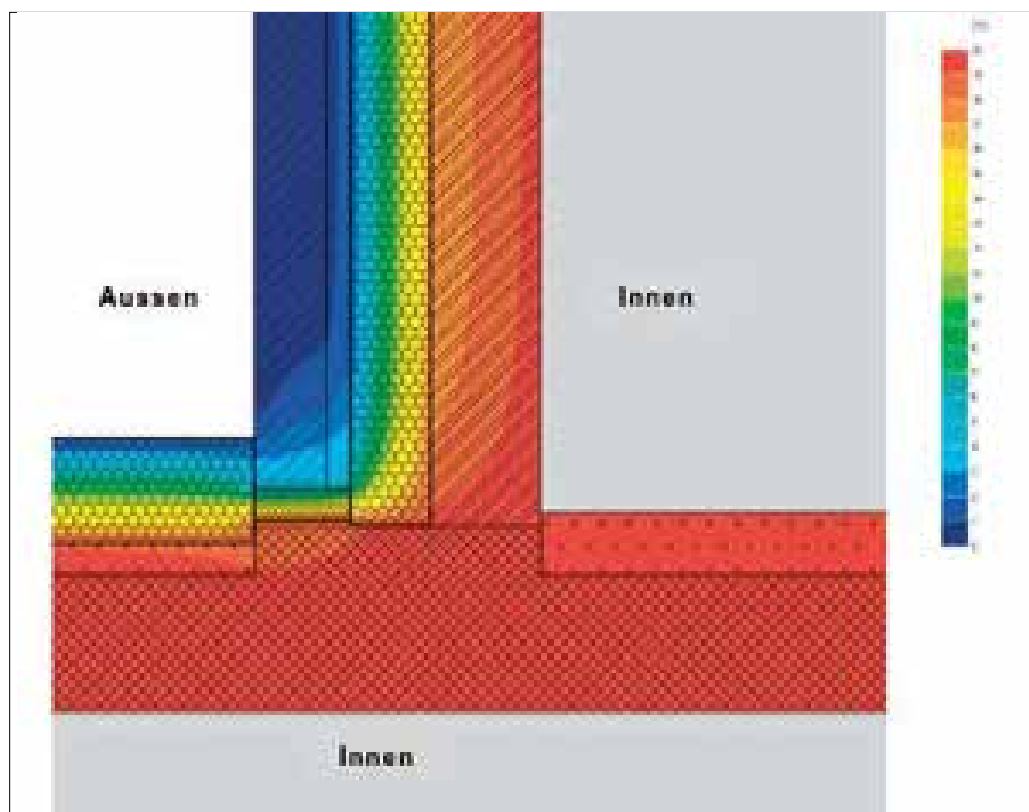
## Attika Flachdach, kerngedämmtes Mauerwerk (Dachdämmung auf Betondecke)

PERINSUL HL Dicke [cm]	U-Wand [W/m <sup>2</sup> K]	U-Dach [W/m <sup>2</sup> K]	psi ( $\Psi_e$ ) [W/mK]	psi ( $\Psi_i$ ) [W/mK]	f-Factor	Min. Temp. [°C]
5	0,361	0,291	<b>-0,046</b>	0,192	0,90	17,47
5	0,287	0,255	<b>-0,041</b>	0,167	0,914	17,81
5	0,220	0,227	<b>-0,036</b>	0,145	0,927	18,17
5	0,142	0,146	<b>-0,027</b>	0,114	0,947	18,69
5	0,097	0,097	<b>-0,026</b>	0,092	0,961	19,01
Außentemperatur -5 °C			Innentemperatur 20 °C			
<b>11,5</b>	0,280	0,326	<b>-0,0510</b>	0,10014	0,915	17,89
<b>11,5</b>	0,234	0,496	<b>-0,0422</b>	0,10608	0,911	17,77
<b>11,5</b>	0,234	0,266	<b>-0,0396</b>	0,09624	0,924	18,10
<b>11,5</b>	0,147	0,146	<b>-0,0162</b>	0,08977	0,939	18,48
<b>11,5</b>	0,147	0,097	<b>-0,0023</b>	0,08574	0,949	18,70
Außentemperatur -5 °C			Innentemperatur 20 °C			



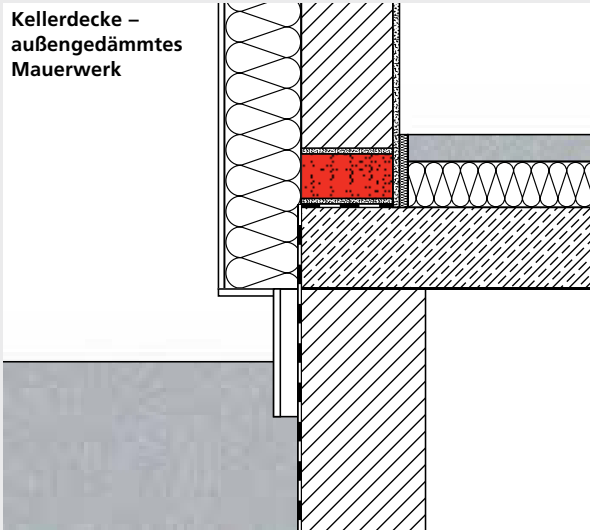
## Kerngedämmtes Mauerwerk / Terrasse / Hofkellerdecke (unterkellertes Gebäude, beheizter Keller)

PERINSUL HL Dicke [cm]	U-Wand [W/m <sup>2</sup> K]	U-Dach [W/m <sup>2</sup> K]	psi ( $\Psi_e$ ) [W/mK]	psi ( $\Psi_i$ ) [W/mK]	f-Factor	Min. Temp. [°C]
5	0,361	0,291	<b>-0,122</b>	0,115	0,953	19,46
5	0,287	0,255	<b>-0,091</b>	0,116	0,963	19,54
5	0,220	0,227	<b>-0,055</b>	0,117	0,971	19,62
5	0,142	0,146	<b>-0,027</b>	0,114	0,982	19,85
5	0,097	0,097	<b>-0,012</b>	0,106	0,986	19,75
Außentemperatur -5 °C			Innentemperatur 20 °C			
11,5	0,361	0,291	<b>-0,178</b>	0,057	0,953	19,60
11,5	0,287	0,255	<b>-0,144</b>	0,060	0,963	19,66
11,5	0,220	0,227	<b>-0,109</b>	0,062	0,971	19,72
11,5	0,142	0,146	<b>-0,068</b>	0,071	0,982	19,82
11,5	0,097	0,097	<b>-0,042</b>	0,075	0,987	19,88
Außentemperatur -5 °C			Innentemperatur 20 °C			

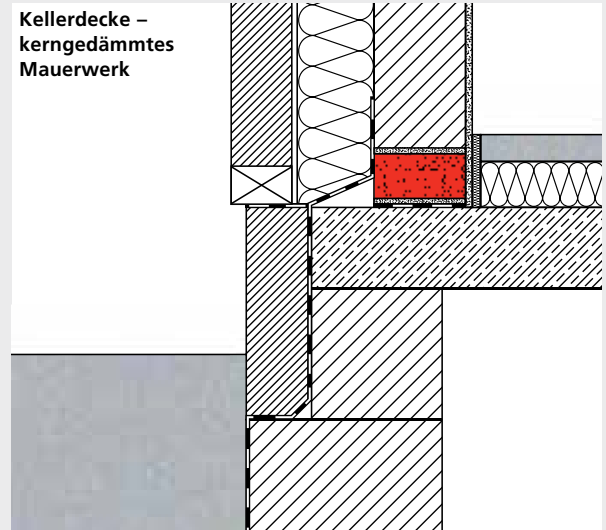


## Lösungsansätze unter tragenden Wänden

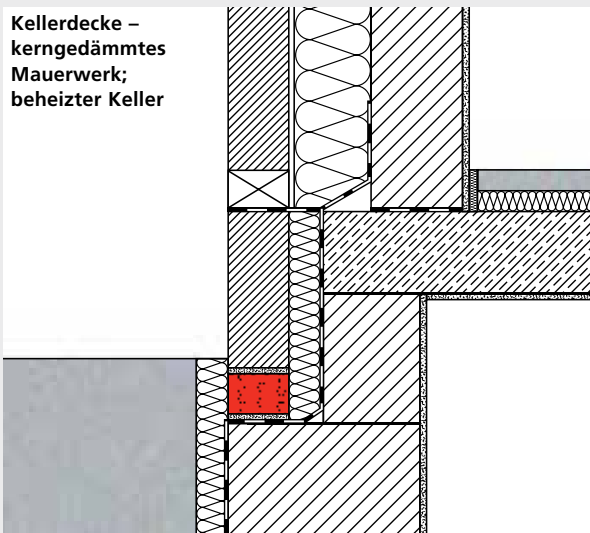
**Kellerdecke –  
außengedämmtes  
Mauerwerk**



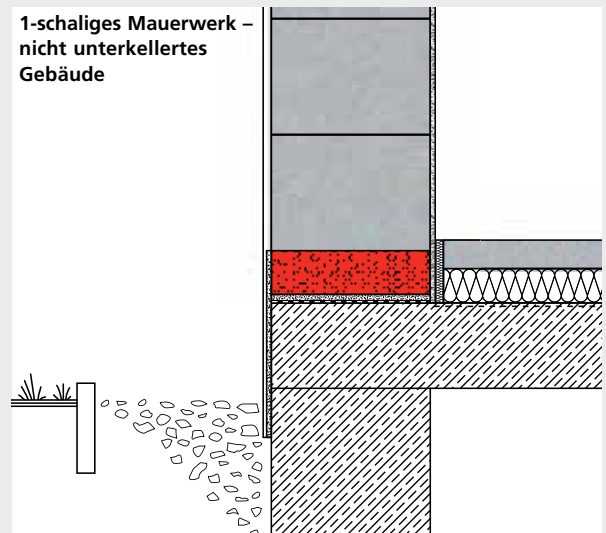
**Kellerdecke –  
kerngedämmtes  
Mauerwerk**



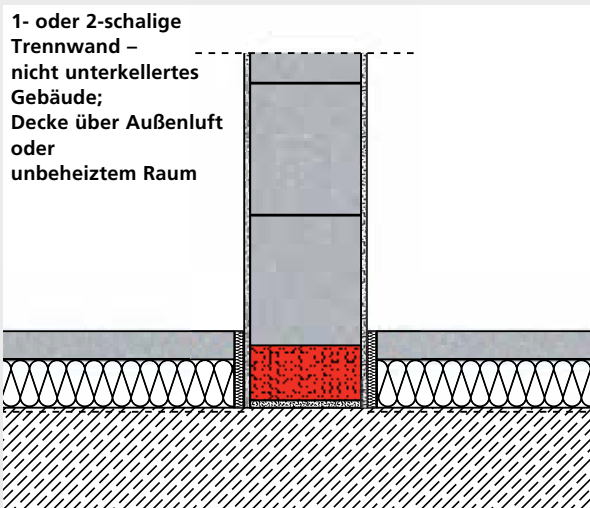
**Kellerdecke –  
kerngedämmtes  
Mauerwerk;  
beheizter Keller**



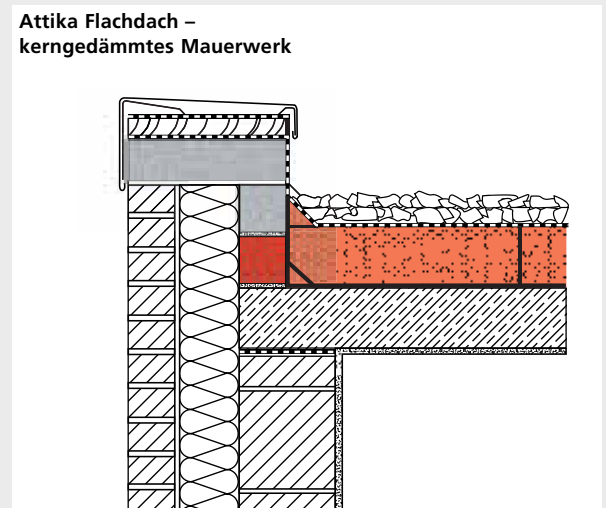
**1-schaliges Mauerwerk –  
nicht unterkellertes  
Gebäude**



**1- oder 2-schalige  
Trennwand –  
nicht unterkellertes  
Gebäude;  
Decke über Außenluft  
oder  
unbeheiztem Raum**

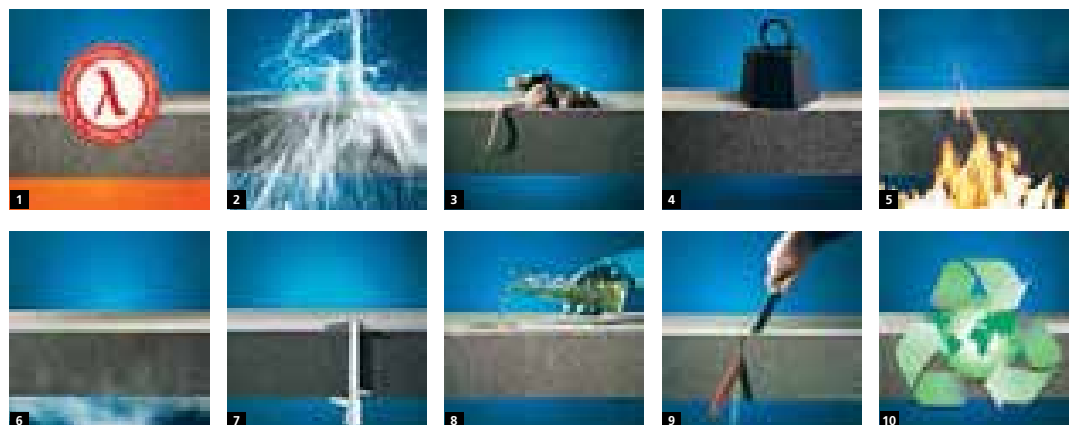


**Attika Flachdach –  
kerngedämmtes Mauerwerk**





# Schaumglas: optimale Eigenschaften



FOAMGLAS® PERINSUL wird aus Schaumglas – einem Dämmstoff mit außergewöhnlichen Eigenschaften – hergestellt. FOAMGLAS® ist der Dämmstoff, der seine Materialeigenschaften bei Einwirkungen durch Hochwasser, Brand oder in lastabtragender Einbausituation bewahrt.

Die geschlossenen Glaszellen enthalten ein wärmedämmendes Luftpolster und bilden eine wasserdichte, feste Materialstruktur. Sie entstehen bei der Expansion von reinem Glas, das nach thermischem Aufschäumen unter kontrollierten Bedingungen abgekühlt wird.

- 1 Konstant wärmedämmend** FOAMGLAS® hat ein ausgezeichnetes Wärmedämmvermögen und behält dauerhaft seine thermische Leistung, aufgrund seiner hermetisch geschlossenen Glaszellenstruktur. **Vorteil:** Konstant hoher Wärmedurchlasswiderstand über die Standzeit des Gebäudes bedeutet zuverlässige Energieeinsparung und ein angenehmes Raumklima das ganze Jahr.
- 2 Wasserdicht** FOAMGLAS® ist wasserdicht, weil es aus geschlossenzelligem Glas besteht. **Vorteil:** Nimmt keine Feuchtigkeit auf und quillt nicht.
- 3 Schädlingssicher** FOAMGLAS® ist unverrottbar und schädlingssicher, weil es anorganisch ist. **Vorteil:** Risikoloses Dämmen, besonders im Sockelbereich und Erdreich. Keine Basis für Nist-, Brut- und Keimplätze.
- 4 Druckfest** FOAMGLAS® ist aufgrund seiner Glasstruktur stauchungsfrei und druckfest, auch bei Langzeitbelastung. **Vorteil:** Risikoloser Einsatz als lastabtragende Wärmedämmung.
- 5 Nichtbrennbar** FOAMGLAS® ist nicht brennbar, weil es aus reinem Glas besteht. Brandverhalten: Baustoffklassifizierung nach EN 13501: A1. **Vorteil:** Gefahrlose Lagerung und Verarbeitung. Kein Weiterleiten von Feuer. Entwickelt im Brandfall weder Qualm noch toxische Gase.
- 6 Dampfdicht** FOAMGLAS® ist dampfdicht, weil es aus hermetisch geschlossenen Glaszellen besteht. **Vorteil:** Kann nicht durchfeuchten und übernimmt gleichzeitig die Funktion der Dampfsperre. Konstanter Wärmedämmwert ist über Jahrzehnte gewährleistet. Verhindert das Eindringen von Radon.
- 7 Maßbeständig** FOAMGLAS® ist maßbeständig, weil Glas weder schrumpft noch quillt. **Vorteil:** Kein Schülern, Schwinden oder Kriechen des Dämmstoffs. Niedriger Ausdehnungskoeffizient, vergleichbar mit dem von Stahl und Beton.
- 8 Säurebeständig** FOAMGLAS® ist beständig gegen organische Lösungsmittel und Säuren, weil es aus reinem Glas besteht. **Vorteil:** Keine Zerstörung der Dämmung durch aggressive Medien und Atmosphären.
- 9 Leicht zu bearbeiten** FOAMGLAS® ist leicht zu bearbeiten, weil es aus dünnwandigen Glaszellen besteht. **Vorteil:** Mit einfachen Werkzeugen wie Sägeblatt, Fuchsschwanz kann FOAMGLAS® auf jedes beliebige Format zugeschnitten oder nachbearbeitet werden.
- 10 Ökologisch** FOAMGLAS® ist frei von umweltschädigenden Flammschutzmitteln, Treibgasen und besteht zu 60% aus hochwertigem Recyclingglas. Für die Herstellung wird ausschließlich regenerativer Strom verwendet. **Vorteil:** Nach jahrzehntelangem Einsatz als Wärmedämmung lässt sich FOAMGLAS® durch Umnutzung als Granulat ökologisch sinnvoll recyceln.



PERINSUL Laborversuche,  
TU Eindhoven,  
Lehrstuhl  
'Steenconstructies'.

## Laborversuche, TU Eindhoven

Prüfaufbau für: **FOAMGLAS® PERINSUL HL**  
(gemäß Eurocode 6, ETA), 2010 - 2012

### Hohe Tragfähigkeit und geringe Verformungen

FOAMGLAS® PERINSUL Dämmsteine bestehen aus einem homogenen Material: Schaumglas. Sie sind nicht aus verschiedenen Materialien mit unterschiedlichen Eigenschaften aufgebaut. Dies erklärt die stauchungsfreie, hohe Druckfestigkeit sowie den langfristigen Erhalt des Wärmeschutzes.

Als Mauerfußdämmung muss FOAMGLAS® PERINSUL das Gewicht der tragenden Wand und alle Belastungen, die aus der Wand ins Fundament übertragen werden, aufnehmen.

Um die Tragfähigkeit von FOAMGLAS® PERINSUL unter tragenden Mauerwerkswänden zu ermitteln, wurden an der Technischen Universität Eindhoven, Lehrstuhl 'Steenconstructies' (Steinbau) umfangreiche experimentelle Untersuchungen unter Leitung des Materialprüfinstituts SGS Intron durchgeführt.



ETA Zulassung PERINSUL HL  
ETA-13/0163

### Zentrischer Druckversuch

Der Versuch dient der Bestimmung der mechanischen Eigenschaften des Produkts FOAMGLAS® PERINSUL HL. Es wurden sowohl Kurz- als auch Langzeitversuche bei den zentrischen und exzentrischen Druckprüfungen an PERINSUL Prüfwürfeln von 100 x 100 x 100 mm<sup>3</sup> und 100 x 100 x 65 mm<sup>3</sup> durchgeführt (**Bild 1, Zentrischer Druckversuch**).

Die Mittlere Spezifische Druckfestigkeit des Produkts gibt **Tabelle 1** an.

Da der Bruch des Prüfkörpers immer in einer Ebene senkrecht zur Richtung der aufgebracht Last erfolgt, ist die Druckfestigkeit unabhängig von der Form des Prüfwürfels (Formfaktor = 1,0).

Weil Schaumglas keine Feuchtigkeit aufnimmt, ist kein Korrekturfaktor für den Feuchtegehalt anzusetzen.

**Tab. 1** Mittlere Spezifische Druckfestigkeit  $f_b$  von FOAMGLAS® PERINSUL HL

Produkt	Mittlere Spezifische Druckfestigkeit in MPa
PERINSUL HL	2,9

### Exzentrischer Druckversuch

In der Praxis wird Mauerwerk stets exzentrisch belastet. Der Einfluss der Exzentrizität auf die Tragfähigkeit von FOAMGLAS® PERINSUL wurde mittels Drucktests mit unterschiedlichen Exzentrizitäten (**Bild 2**) untersucht.

Es zeigt sich, dass die Tragfähigkeit linear abnimmt, wenn die Exzentrizität zunimmt. Die Werte liegen innerhalb des zulässigen Abzugs für exzentrische Belastung gemäß Eurocode 6, nämlich  $\Phi = 1 - 2e/t$  (**Bild 3**).

### Kriechversuch

Das Langzeitverhalten wurde durch Kriechversuche mit FOAMGLAS® PERINSUL Prüfwürfeln ohne Vermörtelung (**Bild 4**) untersucht. FOAMGLAS® PERINSUL HL wurde einem konstanten Druck von 0,8 MPa ausgesetzt. Der Belastungswert ist höher als die tatsächlich in der Praxis anstehende Belastung.

### FOAMGLAS® unter Mauerwerkswänden

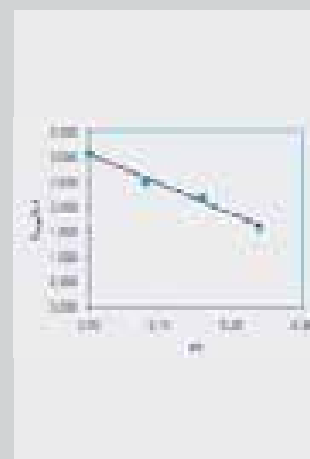
Nach Ermittlung des mechanischen Verhaltens von FOAMGLAS® PERINSUL wurde untersucht, wie sich der Dämmstein unter Mauerwerk aus Kalksandstein (**Bild 5**), Vollziegel und Hochlochziegel (**Bild 6**) verhält. Die Versuche wurden gemäß der europäischen Norm EN 1052-1 durchgeführt.



**Bild 1:** Zentrische Druckbelastung auf einen FOAMGLAS® PERINSUL Probekörper im Mörtelbett (Mörtel oben und unten).



**Bild 2:** Exzentrische Druckbelastung auf einen FOAMGLAS® PERINSUL Prüfkörper.



**Bild 3:** Tragfähigkeit in Bezug auf die relative Exzentrizität eines FOAMGLAS® PERINSUL HL Dämmsteins.



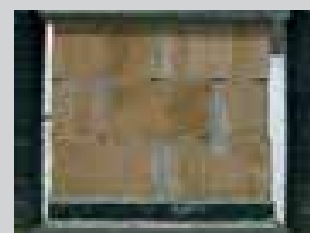
**Bild 4:** Kriechversuch mit FOAMGLAS® PERINSUL Prüfwürfeln.



**Bild 7:** Scherversuch.



**Bild 5:** Druckversuch mit Mauerwerkswand aus Kalksandstein mit Mauerfußdämmung.



**Bild 6:** Druckversuch mit Mauerwerkswand aus Hochlochziegeln mit Mauerfußdämmung.

# Statischer Tragsicherheitsnachweis

## Ausgangslage

Mit der erstmaligen Festsetzung von Charakteristischen Werten  $f_k$  für "PERINSUL unter unarmiertem Mauerwerk" in einer Europäischen Technischen Zulassung (ETA), wurde eine verbindliche Grundlage geschaffen, um im entsprechenden Tragsicherheitsnachweis den dämmenden Mauerfuß aus PERINSUL auf normativer Basis mit einbeziehen zu können.

Bisher war es so, dass als Ausgangspunkt für den Nachweis ein aus werksinterner Prüfung abgeleiteter Fraktilewert (2.5% - Fraktile) die Grundlage bildete. Die jetzt festgesetzten Werte  $f_k$  bestätigen den bisher empfohlenen Ausgangswert im Tragsicherheitsnachweis.

Aus der normativen Grundbedingung:

$$N_{Ed} \leq N_{Rd}$$

mit:

$$N_{Ed} = \text{Lasteinwirkung auf Bemessungsniveau} \\ = \text{Nennlast } x \text{ (Teilsicherheitsbeiwert } \gamma_F = 1.4)$$

und:

$$N_{Rd} = \text{Materialwiderstand auf Bemessungsniveau} \\ = f_k / (\text{Teilsicherheitsbeiwert } \gamma_M),$$

ist ersichtlich, dass zum Nachweis auch ein material- (und system-)bezogener Reduktionsfaktor  $\gamma_M$  benötigt wird. Dieser kann sich je nach Gegebenheit aus mehreren spezifischen Einzelwerten (Multiplikatoren) zusammensetzen.

Im Gegensatz zu den üblichen „statischen“ Baustoffen wie Beton, Stahl, Konstruktionsholz oder eben Mauerwerk finden sich für Dämmstoffe weder im europäischen Normenwerk noch in nationalen Normen solche Teilsicherheitsbeiwerte  $\gamma_M$ .

Der Grund mag darin liegen, dass mit Ausnahme von Schaumglas die Dämmstoffe keine lastabtragende Wirkung entfalten, bzw. kaum als „statisches Element“ – namentlich nicht unter Tragwänden – angesehen werden können.

Dies führt dazu, dass für PERINSUL entsprechende Reduktionswerte  $\gamma_M$  weiterhin vom Systemanbieter vorgeschlagen werden. Dabei ist natürlich die bestmögliche Anlehnung an das normative Sicherheitskonzept sowie eine für den Tragwerksplaner nachvollziehbare Argumentation gefordert.

In diesem Sinne verstehen sich die folgenden Ausführungen.

## Generelle Randbedingungen

Für eine kontrollierte und übersichtliche Darstellung der Zusammenhänge und Grenzen für PERINSUL unter Tragwänden werden im hier dargestellten „**Vereinfachten Verfahren**“ allgemeine Randbedingungen bzw. Voraussetzungen festgelegt. Die Vereinfachung erfolgt u. a. aus der Einsicht, dass zum Zeitpunkt der Ausschreibung für das Mauerwerk (und für den PERINSUL Dämmstein) noch nicht alle statisch relevanten Lasten auf den Mauerfuß quantifizierbar sind, so dass der Nachweis grundsätzlich mit „auf sicherer Seite“ liegenden Werten erfolgen soll.

### Grundregeln

■ Es gelten stets die gemäß ETA definierten und auf die genannten Mauerwerkstypen bezogenen "Charakteristischen Werte  $f_k$ ", ungeachtet dessen, dass beispielsweise gemäß DIN 1055 - 100 (Abschnitt 6.4) werksintern ermittelte Werte  $f_k$  höher ausfallen können.

■ Der anzunehmende Faktor  $\gamma_M$  ist in Eurocode 6 (DIN EN 1996-1-1:2013-02) definiert als: „Teilsicherheitsbeiwert für das Material, einschließlich der Unsicherheiten für Geometrie und Modellbildung“.

Andernorts wird er auch beschrieben als Produkt aus ( $\gamma_M \cdot \alpha$ ), wobei hier  $\gamma_M$  als rein materialspezifischer (Un-) Sicherheitsfaktor (Basisfaktor  $\gamma_{M0}$ ) und  $\alpha$  als systemspezifischer Anpassungsfaktor resp. Modellfaktor interpretiert werden kann.

Als rein auf das Material bezogener Basisfaktor wird für  $\gamma_{M0}$  in der Regel  $\sim 1.2 - 1.3$  gesetzt. Damit ist etwa das Restrisiko für den aus statistischer Herleitung ermittelten Charakteristischen Wert  $f_k$  abgedeckt.

Diese Festsetzung von  $\gamma_{M0}$  wird im Abschnitt „Teilsicherheitsbeiwerte“ nochmals aufgegriffen.

Dasselbe gilt für den genannten „Anpassungsfaktor  $\alpha$ “, hier stattdessen als Produkt aus verschiedenen, näher begründeten Teilwerten  $\gamma_{Mindex}$  berücksichtigt.

■ Für den **Tragsicherheitsnachweis der Standardlösung** wird pauschal vorausgesetzt, dass sich die bei unbewehrtem Mauerwerk zulässige Exzentrizität (Ausmitte) der Wandlast entsprechend  $1/6 \times$  Wandbreite (Kernweite mit Biegespannung Null auf der Zugseite, dreieckförmige Spannungsverteilung) tatsächlich einstellen wird und dies über ein spezifisches  $\gamma_{Me1}$  zu berücksichtigen ist.

■ Es wird bei der Angabe des benötigten Teilsicherheitsbeiwertes unterschieden, ob gleichzeitig auch eine auf ein zulässiges Maximum begrenzte (Längs-) Horizontallast (aus Wind, Stützdruck, etc.) einwirken kann – oder eben nicht. Falls im betreffenden Geschoss mindestens 1/3 aller Tragwände (je in beiden Richtungen) aus kraftschlüssig mit der Unterlage verbundenen Betonwänden bestehen, kann nach unserer Vorstellung jegliche (auf PERINSUL wirkende) Horizontallast ausgeschlossen und die Konstruktion weiterhin als Standardlösung bezeichnet werden. Andernfalls ist ein spezifischer Beiwert  $\gamma_{MH}$  einzurechnen (siehe unten).

■ Das Langzeitverhalten (Alterung) für die PERINSUL Elemente wird aus einem beglaubigten Prüfwert durch den Beiwert  $\gamma_{Mn}$  berücksichtigt und ist in der Standardlösung eingeschlossen (siehe unten).

■ Hinsichtlich Wandgeometrie und Horizontallast wird für das „**Vereinfachte Verfahren**“ ganz allgemein vorausgesetzt:

1. Wandlänge  $l$  [m'] (ohne Türöffnungen) = beliebig.  
Bei kurzen Wandstücken, die eine Wandfläche von weniger als 0.1 m<sup>2</sup> aufweisen und im Sinne von Eurocode 6 Ziffer 6.1.2.1 in der Belastung reduziert werden müssen, wird damit das entsprechend geminderte Stabilitätsverhalten eines Mauerpfeilers berücksichtigt. Dies ist für den Mauerfuß nicht relevant.
2. Horizontaler Lastangriff („Wandhebel“  $h$ ) mindestens eine Geschosshöhe, aber kleiner als 1.67 x Wandlänge [m], sofern mit Horizontallast im Sinne obiger Bestimmung gerechnet werden muss. Der spezifische Abminderungsfaktor  $\gamma_{MH}$  (Abminderung gegenüber der Standardlösung) für solche Fälle ist aus dem ungünstigsten Verhältnis ( $h/l = 1.67$ ) abgeleitet (siehe unten).

## Charakteristische Werte $f_k$

Die laut ETA zu verwendenden Ausgangswerte  $f_k$  :

### Charakteristische Werte $f_k$ für unarmiertes Mauerwerk

	PERINSUL HL $f_b = 2.9$ MPa
<b>KS</b>	1.80
<b>KMz/KK</b>	1.60
<b>HLz</b>	1.50
<b>KS:</b>	Kalksandstein mit max. 2 Öffnungen à je $\leq 12.5\%$ Flächenanteil
<b>KMz/KK:</b>	Vollziegelstein
<b>HLz:</b>	Ziegelstein mit Wabenwand $5\text{ mm} \leq t \leq 8\text{ mm}$ und $25\% \leq \Sigma\text{Öffnungen} \leq 50\%$

## Teilsicherheitsbeiwert $\gamma_M^*$ für Standardisierten Nachweis

Im Standardisierten Nachweis laut obiger Genereller Randbedingungen werden erfasst:

- 1) Grundfaktor  $\gamma_{M0}$  = 1.25
- 2) Exzentrizitätsfaktor  $\gamma_{Me1}$  = 1.50
- 3) Alterungsfaktor  $\gamma_{Mn}$  = 1.17

Es resultiert daraus der **Teilsicherheitsbeiwert**  $\gamma_M^* = 1.25 \cdot 1.50 \cdot 1.17 = 2.20$

### zu 1)

Mit dem rein materialspezifischen Grundfaktor  $\gamma_{M0}$  werden „ungünstige Abweichungen“ abgedeckt, wie sie – beispielsweise laut DIN 1055-100:2001-03 Abschnitt 8.3 – im Charakteristischen Wert  $f_k$  vorkommen können. Der gewählte Wert  $\gamma_{M0} = 1.25$  wird demnach so begründet, dass für den normativ üblichen 5%-Fraktilwert der Bruchfestigkeit (allgemein: Charakteristischer Wert  $f_k$ ) eine Abminderung um den Faktor 1.25 gerade dann erfolgt (bei Stichprobenzahl  $m \sim 30$ ), wenn dieser statt auf dem üblichen Vertrauensniveau von 95% (also mit eingerechnetem Restrisiko von 5%) quasi risikofrei auf Vertrauensniveau 99.9% deklariert würde. Im Umfang des Faktors 1.25 werden damit also „ungünstige Abweichungen“ bzw. Restrisiken im Charakteristischen Wert erfasst.

### zu 2)

Wird die für unarmiertes Mauerwerk mögliche Exzentrizität zugelassen, so resultiert nach Eurocode 6, Ziffer 6.1.2.2 als Folge der dreieckförmigen Spannungsverteilung (mit zulässiger Randspannung =  $4/3$  der zulässigen Spannung aus „Last durch Fläche“) eine um  $1/3$  reduzierte Tragfähigkeit. Daraus folgt als Standardwert ein Exzentrizitätsfaktor  $\gamma_{Me1} = (1 - 1/3)^{-1} = 1.50$ .

Dies gilt – entsprechend der Standardlösung – nur bei einreihiger PERINSUL Lagerung!

### zu 3)

Gemäß umfassenden Langzeitversuchen der Universität Eindhoven ist nachgewiesen, dass die Druckfestigkeit von PERINSUL Elementen gegenüber ihrer Kurzzeit-Beanspruchung höchstens auf einen Wert von ca. 85% abfällt.

Daraus ist der standardmäßige Altersfaktor  $\gamma_{Mn} \sim (0.85)^{-1} = 1.17$  begründet.

## Teilsicherheitsbeiwert $\gamma_M^{**}$ für Spezialfälle

Gemäß einleitenden Ausführungen liegen Spezialfälle vor, wenn entweder die Dämmsteine zweireihig eingebaut werden und/oder wenn mangels aussteifender Betonwände bei Horizontallasten mit Einwirkung auch auf den PERINSUL Mauerfuß gerechnet werden muss. In diesen Fällen ist je nach dem mit einem Teilsicherheitsbeiwert  $\gamma_M^{**}$  zu rechnen, welcher als **Erweiterung** zum Basiswert  $\gamma_M^*$  zu verstehen ist.

Es werden hierzu die folgenden Festlegungen getroffen:

- a) Horizontallastfaktor  $\gamma_{MH} = 2.0$  (!)

Je nach dem resultieren folgende Teilsicherheitsbeiwerte für Spezialfälle:

- Einreihige Verlegung, mit Horizontallast:  $\gamma_M^{**} = \gamma_M^* \cdot \gamma_{MH} = (2.20 \cdot 2.0) = 4.40$

**zu a)** Ist auch Horizontallast [kN] längs der Tragwand zu berücksichtigen, soll diese nicht mehr als  $1/10$  der **real wirkenden** Wandlast [kN/m' · m'] betragen. Es ist damit sichergestellt, dass der in ETA für PERINSUL festgelegte Charakteristische Reibungswert  $\mu$  nicht ausgeschöpft wird, und auch, dass sich aus dieser Begrenzung Scherspannungen im PERINSUL vermeiden lassen, welche über den Charakteristischen Werten laut ETA liegen.

Zur einheitlichen Festlegung des Horizontallastfaktors wird von der ungünstigsten Wandgeometrie mit:

Wandhebel  $h$  / Wandlänge  $l = 1.67$  ausgegangen. Wird die Zusatzpressung als Folge des Längs-Drehmoments in Bezug gesetzt zur ausgenutzten Druckspannung aus alleiniger Vertikallast, so findet sich – mit hier systematisch eingerechneter maximal erlaubter Horizontallast – als Verhältniszahl ein Zuwachsfaktor  $\sim 2.0$ , welcher als zusätzlicher Teilsicherheitsbeiwert  $\gamma_{MH} = 2.0$  zu berücksichtigen ist. Dieser „Spezialfall“ ist z. B. bei einem kurzen Wandstück von  $1.5$  m' Länge gegeben, wenn die max. zulässige Horizontallast auf Deckenhöhe einwirkt!

## Überblick und Beispiele

Aus den Charakteristischen Werten  $f_k$  nach ETA sowie den festgelegten Teilsicherheitsbeiwerten  $\gamma_M^{\text{Stern}}$  ergibt sich die **zulässige vertikale Wandlast auf Bemessungslastniveau**  $N_{Ed} = (f_d^{\text{Stern}}) \cdot t$  [mm].

Die **tabellierten Widerstandswerte**  $f_d^{\text{Stern}}$  sind somit stets mit der Wandstärke  $t$  [mm] zu multiplizieren; Ergebnis in [kN/m'].

Falls gleichzeitig eine Horizontallast [kN] zu berücksichtigen ist, darf diese maximal 1/10 des Wertes betragen, der sich aus „**vorhandener** Vertikallast  $N_{\text{Evorh.}}$  [kN/m'] x Wandlänge  $l$  [m]“ für den entsprechenden Wandabschnitt (türlose Wandlänge), bildet; Ergebnis [kN].

Die damit berechneten **zulässigen Wandlasten gelten für Bemessungslastniveau.**

Für Gebrauchslastniveau sind sie systematisch, um den Teilsicherheitsbeiwert Last ( $\gamma_F = 1.4$ ) zu reduzieren!

<b>Mauerwerk, nach EN 771-1<sup>a)</sup></b>		<b>PERINSUL HL Mörtelklasse M10 (III)</b>	
<b>Randbedingungen</b>		Standard	Spezialfall
PERINSUL einreihig, ohne Horizontallast	$f_d^*$	<b>0.725</b>	
PERINSUL einreihig, mit Horizontallast	$f_d^{**}$		<b>0.365</b>

<b>Mauerwerk, Kalksandstein KS nach EN 771-2<sup>b)</sup></b>		<b>PERINSUL HL Mörtelklasse M10 (III)</b>	
<b>Randbedingungen</b>		Standard	Spezialfall
PERINSUL einreihig, ohne Horizontallast	$f_d^*$	<b>0.820</b>	
PERINSUL einreihig, mit Horizontallast	$f_d^{**}$		<b>0.400</b>

<b>Mauerwerk, Lochziegelstein HLz</b>		<b>PERINSUL HL Mörtelklasse M10 (III)</b>	
<b>Randbedingungen</b>		Standard	Spezialfall
PERINSUL einreihig, ohne Horizontallast	$f_d^*$	<b>0.680</b>	
PERINSUL einreihig, mit Horizontallast	$f_d^{**}$		<b>0.340</b>

### Beispiel Lochziegelstein (Hochlochziegel)

Mauerwerk Lochziegel HLz – 175,  $l = 2.5$  m

Mörtelklasse M10 → PERINSUL HL,  $t = 175$  mm mit Horizontallast; es folgt:

$N_{Ed}$  (zulässige Vertikallast) = **0.340** x 175 = **59.5 kN/m'**

$H_{Ed}$  max. zul. (**maximal** zul. Horizontallast) =  $0.1 \times 59.5 \times 2.5 \text{ m}' = 14.9 \text{ kN}$  (wenn  $N_{\text{realvorh.}} = N_{Ed}$ )

$H_{Ed}$  real zul. (**real** zul. Horizontallast) =  $0.1 \times N_{\text{realvorh.}} \times 2.5 \text{ m}' = \dots \text{ kN}$  (wenn  $N_{\text{realvorh.}} < N_{Ed}$ )

Ist mindestens die vertikale und / oder horizontale Lasteinwirkung größer, so ist nach dem „Vereinfachten Verfahren“ die Verwendung von PERINSUL nicht möglich.

- a) Gruppe 1: Gesamtlochanteil (% des Bruttovolumens)  $\leq 25$   
Gruppe 2: Gesamtlochanteil (% des Bruttovolumens)  $> 25; \leq 55$
- b) Gruppe 1: Einzellochanteil (% des Bruttovolumens)  $\leq 12,5$

# Feuerwiderstand

## FOAMGLAS® – Vorbeugender Brandschutz

Durch die Wahl geeigneter Baustoffe kann die Gefahr eines Brandausbruches, d.h. die Ausbreitung über Hohlräume und durch brennbare Materialien wesentlich gemindert werden. FOAMGLAS® mit seiner geschlossenen Zellstruktur aus Schaumglas trägt entscheidend zum Brandschutz bei. Weil das Material nichtbrennbar ist und die physikalischen/chemischen Eigenschaften keinen Schwelbrand fördern.

Nach DIN EN 13501 ist FOAMGLAS® Baustoffklasse A1, das heißt nichtbrennbar. Durch den sogenannten Melt-Shield-Effekt, der Verglasung der FOAMGLAS® Oberfläche bei Flammeneinwirkung, wirkt dieser wie ein Hitzeschild. Die Oberseite bildet eine Schutzschicht unter Erhalt eines intakten Dämmstoff-Restquerschnittes.

## Feuerwiderstand von Bauteilen und Bauarten

Das Leistungskriterium für die Klassifizierung des Feuerwiderstandes nach EN 13501 wurde für Wände aus Mauerwerk, z.B. aus Hochlochziegeln oder Porenbeton-Plansteinen als nicht tragende Wände, als tragende Wände, als raumabschließend tragende Wände oder als nicht raumabschließend tragende Wände festgelegt.

Dabei werden nach DIN EN 13501 tragende Bauteile mit raumabschließender Funktion in folgende Feuerwiderstandsklassen eingestuft:

Wände mit Raumabschluss:	<b>RE 20 – 240</b>
Wände mit Raumabschluss und Wärmedämmung:	<b>REI 15 – 240</b>
Brandwände:	<b>REI-M 30 – 240</b>
Wände:	<b>REW 20 – 240</b>



Prüfberichte gemäß EN 13501-2:2007 + A1:2009 der belgischen Brandschutz-Zertifizierungsstelle WFRGENT NV, Gent können in Englisch angefordert werden.

Herleitung des Kurzzeichens	Kriterium	Anwendungsbereich
R (Résistance)	Tragfähigkeit	zur Beschreibung der Feuerwiderstandsfähigkeit
E (Étanchéité)	Raumabschluss	
I (Isolation)	Wärmedämmung (unter Brandeinwirkung)	
W (Radiation)	Begrenzung des Strahlendurchtritts	

Eine geforderte Feuerwiderstandsdauer dieser Wände kann auch im Zusammenhang mit dem Wärmedämmelement FOAMGLAS® PERINSUL erreicht werden.

Gemäß der Europäischen Technischen Zulassung ETA-13/0163 PERINSUL HL – Wärmebrückenstein für Mauerwerk, werden im Abschnitt 2.2.2.2 die Feuerwiderstandsklassen dokumentiert. So werden beispielsweise bei Kalksandstein-Konstruktionen mit PERINSUL im Mauerfuß zur Vermeidung der Wärmebrücken Feuerwiderstandsklassen REI / RIW / RE 240 erreicht.

Für die Anwendung als unterstes Element in der Wand wurde der Leistungsnachweis der Feuerwiderstandsklasse durch das unabhängige Institut WFRGENT NV, Gent/Belgien erbracht. Die Klassifizierungsnachweise der diversen Aufbauten können kostenlos angefordert werden.



# Technische Daten

## Materialeigenschaften

### Einsatzgebiet

FOAMGLAS® PERINSUL ist ein Spezialprodukt aus Schaumglas mit extrem hoher Druckfestigkeit zur Vermeidung von Wärmebrücken. Das Dämmelement findet Einsatz:

- im Mauerfuß
- in der Attika
- unter Fensterrahmen und Schwellen.

PERINSUL wird im Mörtelbett im Mauerfuß, unter Fensterrahmen und Schwellen eingebaut. Die Komplettlösung für Bauteilübergänge und Anschlüsse sichert uneingeschränkten Wärmeschutz und Tragfähigkeitseigenschaften zu.

### Material

Der belastbare Wärmebrückenstein FOAMGLAS® PERINSUL, wird aus Schaumglas mit einem Anteil von 60% Recyclingglas hergestellt. Die Dämmelemente sind ober- und unterseitig mit Spezialglasvlies kaschiert, um die Baustoffverträglichkeit mit Mörtel und anderen Materialien sicher zu stellen.

Der Wärmeschutz entspricht den Europäischen Normen (EN 13167 und ETA). Mit der CE-Kennzeichnung erklärt der Hersteller, dass das Produkt den geltenden Anforderungen nachkommt. Eine Konformitätsbescheinigung nach CEN-Keymark liegt vor. Die Herstellung von Schaumglas entspricht dem Zertifizierungssystem ISO 9001:2008.

Verpackung:		Dicke (Höhe) 5 cm / Breite / Länge 45 cm				Standardmaße Deutschland	Andere Abmessungen auf Anfrage.
Breite [cm]	11,5	17,5	24	30	36,5		

Verpackung:		Dicke (Höhe) 11,5 cm / Breite / Länge 45 cm				Standardmaße Österreich	Andere Abmessungen auf Anfrage.
Breite [cm]	11,5	17,5	24	30	36,5		

Verpackung:		Dicke (Höhe) 5 cm / Breite / Länge 45 cm				Standardmaße Österreich	Andere Abmessungen auf Anfrage.
Breite [cm]	11,5	17,5	20	25	30	36,5	

Verpackung:		Dicke (Höhe) 11,5 cm / Breite / Länge 45 cm				Standardmaße Österreich	Andere Abmessungen auf Anfrage.
Breite [cm]	11,5	17,5	20	25	30	36,5	

### Produkteigenschaften gemäß EN 13167<sup>1)</sup> und ETA<sup>2)</sup>

#### FOAMGLAS® PERINSUL HL (High load)

Rohdichte (± 10%) (EN 1602)	200 kg/m <sup>3</sup>
Dicke (EN 823) ± 2 mm	50, 115 mm
Länge (EN 822) ± 2 mm	450 mm
Breite (EN 822) ± 2 mm	von 90 bis 365 mm
Wärmeleitfähigkeit (EN ISO 10456)	$\lambda_D \leq 0,058 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$
Brandverhalten (EN 13501-1)	Euroklasse E (Kernmaterial A1)
Punktlast (EN 12430)	$PL \leq 1,0 \text{ mm}$
Druckfestigkeit (EN 826-A)	$CS \geq 2,75 \text{ MPa}$
BRE Green Guide Klassifizierung	C
Druckfestigkeit (EN 772-1) pro Element mit Mörtel ober- und unterseitig <sup>3)</sup> , Mittelwert	$f_b = 2,9 \text{ MPa}$
Spezifische Druckfestigkeit bei Mauerwerk $f_k$ <sup>3)</sup>	<b>KS:</b> Kalksandstein: 1,80 MPa
Mauerwerk nach EN 771-1, Gruppe 1 + 2	1,60 MPa / 1,50 MPa

<sup>1)</sup> **PERINSUL HL:** Da die EN 13167 nur bis zu einer Druckfestigkeit von 1,6 N/mm<sup>2</sup> Regelungen enthält, wurde eine ETA beantragt, um die CE-Kennzeichnung auch bei höheren Druckfestigkeiten zu autorisieren. Dazu wurden die Anforderungen der EN 1996-1-1 (Eurocode 'Mauerwerk') in die ETA-Zulassung aufgenommen.

<sup>2)</sup> Mit ETA-Zulassungen (European Technical Approval): ETA-013/0163.

<sup>3)</sup> Getestet gemäß Prüfverfahren EN 1996-1-1 (Eurocode 6 'Mauerwerk'); das Mauerwerk wurde getestet nach EN-1052-1 in MPa oder N/mm<sup>2</sup>.

## Verarbeitung

### Vorbereitung des Untergrundes

Für eine optimale Auflage und Einbettung in den Wandverband werden FOAMGLAS® PERINSUL Dämmelemente auf der Unterlage/Betondecke mauerwerkstypisch in einen Mörtel (Mörtelgruppe M5 oder M10) gesetzt und dicht an dicht verlegt. Die Höhe des Mörtelbelags beträgt ca. 10 bis 15 mm. Die Unterlage sollte stabil und druckfest sein, um Scherbewegungen zu vermeiden.

### Einbau der FOAMGLAS® PERINSUL Dämmsteine

Beim Einbau von FOAMGLAS® PERINSUL ist die Verlegeanweisung des Herstellers zu beachten.

FOAMGLAS® PERINSUL wird mit der Wasserwaage auf Höhenniveau justiert und gleichmäßig und stumpf gestoßen unter der ersten Steinlage eingebaut. Es ist darauf zu achten, dass die Stoßfugen nicht vermörtelt sind und die beschriftete Kaschierung stets nach oben weist.

Der Mörtel ist klumpen- und hohlraumfrei auf der Betondecke zu verteilen; er sollte unter dem FOAMGLAS® PERINSUL Element fließfähig austreten, um eine vollflächige Haftung zu erreichen. Das Anklopfen des Dämmelements mit der scharfen Kante einer Maurerkelle oder mit scharfkantigem Werkzeug ist nicht zulässig.

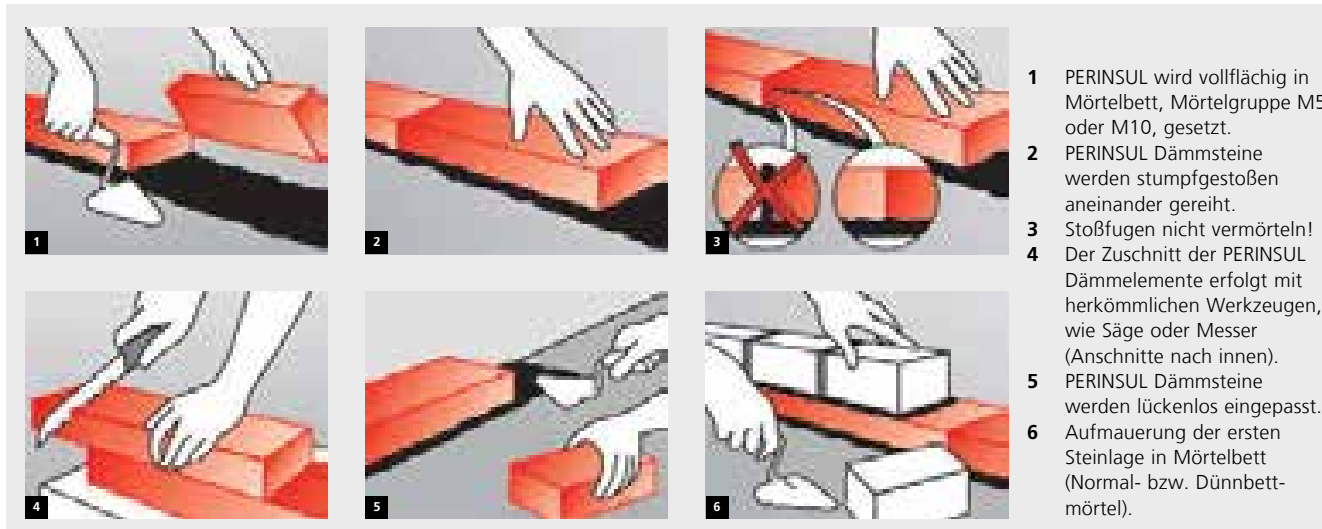
Wie bei allen Beton- und Mörtelarbeiten ist ein Einbau bei Minustemperaturen (Frost) untersagt.

### - Unter Mauerwerk

Das Mauerwerk wird anschließend im gewohnten Mauerwerksverband flächig auf der ersten Lage FOAMGLAS® PERINSUL aufgemauert. Die erste Steinlage auf FOAMGLAS® PERINSUL muss die Last gleichmäßig über die volle Aufstandsfläche in den Untergrund leiten. Exzentrische oder außermittige Belastungen sind zu vermeiden.

### Hinweise für den Planer

1. Die maximal zulässige Belastung auf der FOAMGLAS® PERINSUL Dämmung ist durch einen Statiker nach Eurocode 6 (EN 1996-1, Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten) zu ermitteln.
2. Die maximal zulässige Belastung darf nirgendwo überschritten werden, auch nicht örtlich begrenzt.
3. Bei der Anordnung der Mauerfußdämmung sind die Dehnungs- und Setzungsfugen des Gebäudes zu berücksichtigen.





[www.foamglas.com](http://www.foamglas.com)

**FOAMGLAS®**  
Building

**Deutsche FOAMGLAS® GmbH**

Zentrale Technik  
Itterpark 1, D - 40724 Hilden  
Telefon 02103 24957-21, Fax 02103 24957-35  
Hotline 0800 5202028  
[info@foamglas.de](mailto:info@foamglas.de), [www.foamglas.de](http://www.foamglas.de)

**Pittsburgh Corning Ges.m.b.H.**

**Österreich**  
Schillerstraße 12, A - 4020 Linz  
[info@foamglas.at](mailto:info@foamglas.at), [www.foamglas.at](http://www.foamglas.at)

**Pittsburgh Corning Europe NV**

Headquarters Europe, Middle East and Africa (EMEA)  
Albertkade 1, B - 3980 Tessenderlo, Belgium  
Phone +32 (0)13 661721  
[www.foamglas.com](http://www.foamglas.com)

**ELUAT-Test erfüllt.** FOAMGLAS® erfüllt die Bedingungen des ELUAT-Tests (Untersuchungsbericht EMPA Nr. 123544 A, basierend auf der erfolgreichen Prüfung von mit Bitumen beschichteten FOAMGLAS® Proben).

**Stand Dezember 2016.** Deutsche FOAMGLAS GmbH behält sich ausdrücklich vor, jederzeit die technischen Spezifikationen der Produkte zu ändern. Die jeweils gültigen, aktuellen Daten befinden sich auf unserer Homepage.

**[www.foamglas.de](http://www.foamglas.de), [www.foamglas.at](http://www.foamglas.at)**

