

Bauen auf Fels

Schaumglas unter der Bodenplatte

Inhalt

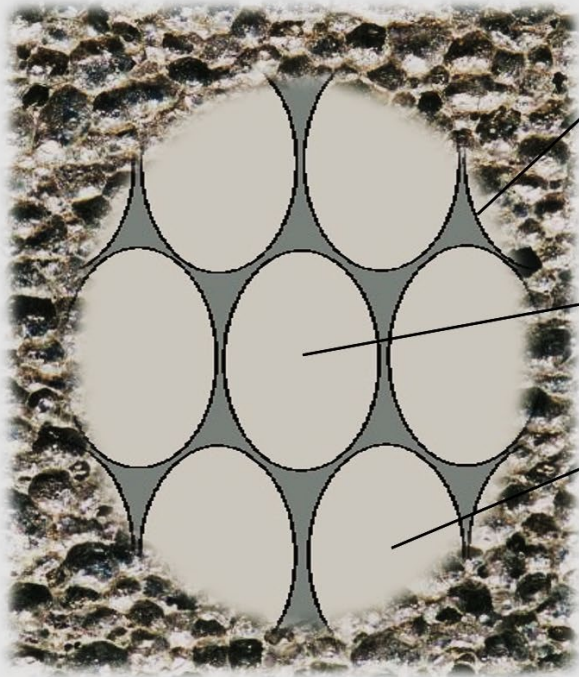
- Motivation für den Vortrag
- Herstellung und Eigenschaften
- Belastungssituation
- Beispiel Einzelfundament
- Dämmung und Statik
- Vergleich Platten / Board
- Erdberührte Dämmsysteme
- Vergleich FOAMGLAS / XPS
- Schlussfolgerung

Motivation

Baustelle Chesa Curtinella



Herstellung und Eigenschaften



Durch die ovale Form der Glaszelle entsteht die hohe Druckfestigkeit

Zellgrösse: ca. 0.5 – 1.2 mm

Zellgase:
99% CO₂ (Kohlendioxid)
0.5% H₂S (Schwefelwasserstoff)
0.3% N (Stickstoff)
Unterdruck: ca. 0.5 bar

Eigenschaften

- Hohe Druckfestigkeit
- Geringe Stauchung
- Massbeständig (kein Schwinden, Kriechen oder Quellen)
- Hervorragende Isolationseigenschaften

Eigenschaften

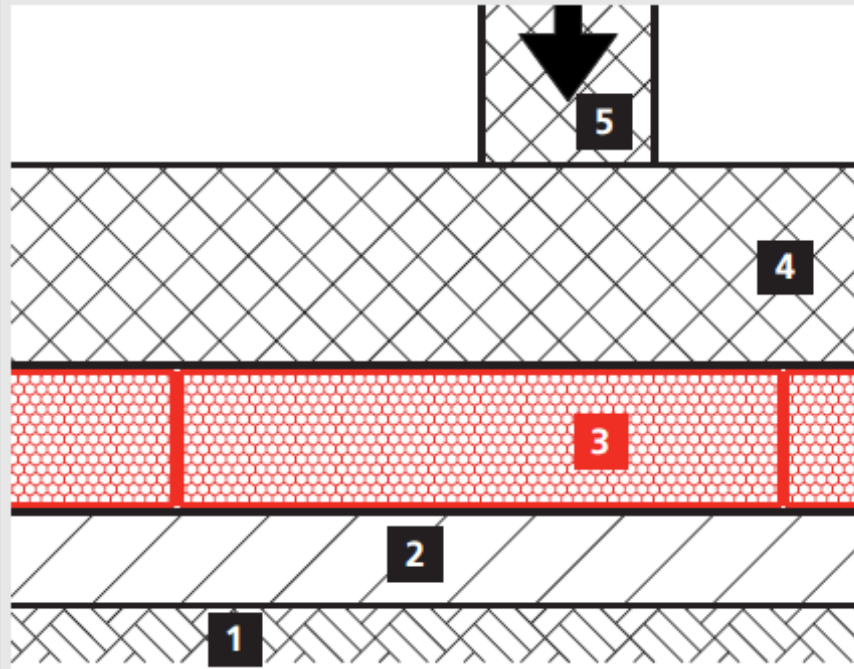
Zulässige Druckspannung

| Kennzahlen | FOAMGLAS® | | | | XPS | |
|---|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | T3+ | T4+ | S3 | F | 500 | 700 |
| Dichte [kg / m ³] | 100 | 115 | 130 | 165 | 30 | > 35 |
| Wärmeleitfähigkeit [W / mK] | 0.036 | 0.041 | 0.045 | 0.050 | 0.035 | 0.035 |
| E-Modul [N / mm ²] * | 70 | 75 | 90 | 135 | – | – |
| E-Modul [N / mm ²] ** | 90 | 100 | 120 | 220 | 9 | 12 |
| Charakteristische Druckfestigkeit (2.5 % Fraktil) [kN / m ²] | 510 | 640 | 970 | 1590 | – | – |
| Bemessungsdruckfestigkeit [kN / m ²] (mit $\gamma_M = 1.25$) | 408 | 512 | 776 | 1272 | 255 | 355 |

* FOAMGLAS® Platten, in Heissbitumen verlegt, XPS: keine Anwendung

** FOAMGLAS® Boards, auf Sand oder Splitt, XPS: Langzeit-E-Modul für 50 Jahre

Belastungssituation



Aufbau B

- 1 Erdreich gewachsen oder verdichtet (Version 1)
- 2 Beton – Sauberkeitsschicht (Version 1)
- 3 lastabtragender Dämmstoff
- 4 lastverteilende Gründungsplatte/Nutzschicht
- 5 Einzel – oder Linienlast, ruhend oder rollend

Beispiel Einzelfundament

Eingangswerte für die Vergleichsbetrachtung

| | |
|-------------------------------------|--|
| Ständige Stützenlast | $G_{1,k} = 1\,500 \text{ kN}$ |
| Eigengewicht Fundament | $G_{F,k} = (\text{wird durch EDV bestimmt})$ |
| Nutzlast | $Q_k = 650 \text{ kN}$ ($\psi_1 = 0.5$ für Wohngebäude) |
| Lastkombination Tragsicherheit | $F_d = 1.35 \times G_{1,k} + 1.35 \times G_{F,k} + 1.50 \times Q_k = 3\,080 \text{ bis } 3\,380 \text{ kN}$ |
| Lastkombination häufige Last | $F_{d,\gamma_1} = 1.00 \times G_{1,k} + 1.00 \times G_{F,k} + 0.50 \times Q_k = 1\,885 \text{ bis } 2\,105 \text{ kN}$ |
| Bodeneigenschaften: | Boden-E-Modul = 200 MN/m^2 , Stärke der eindrückbaren Bodenschichten = 5 m |
| Gesamtbettungsziffern (mit Dämmung) | s. Abschnitt «Vereinfachte Bestimmung der Gesamtbettungsziffer» |

Die Stärke der unterschiedlichen Dämmmaterialien wurde für einen U-Wert von $U = 0.18 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ gewählt.

Die Berechnungen wurden mit dem FEM-Programm AXIS VM X4 durchgeführt.
Die Setzungen e_z sind jeweils direkt unter der Stütze ausgelesen.

Größe der Einzelfundation in Abhängigkeit der zulässigen Bodenpressung

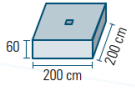
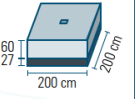
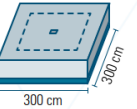
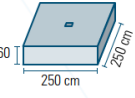
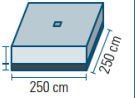
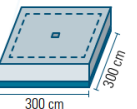
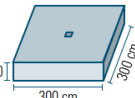
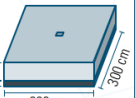
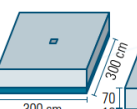
| Boden- qualität | ohne Dämmung | mit FOAMGLAS ($U = 0.18 \text{ W/m}^2\text{K}$) | mit XPS ($U = 0.18 \text{ W/m}^2\text{K}$) |
|--|---|--|---|
| <p>sehr gut 770 kN/m²</p> <p>$R_{\text{Boden}} = R_{\text{Boden}} / 1.5 (= R_{\text{zul}} \cdot 1.4)$</p> | <p>$e_z = 12,1 \text{ mm}$</p>  <p>Stahlbeton 60 cm</p> | <p>$e_z = 12,1 \text{ mm}$</p>  <p>Stahlbeton 60 cm FOAMGLAS F 27 cm</p> | <p>$e_z = 9,1 \text{ mm}$</p> <p>+ 125% Beton</p>  <p>Stahlbeton 60 cm XPS 700 19 cm</p> |
| <p>gut 500 kN/m²</p> | <p>$e_z = 8,0 \text{ mm}$</p>  <p>Stahlbeton 60 cm</p> | <p>$e_z = 8,4 \text{ mm}$</p>  <p>Stahlbeton 60 cm FOAMGLAS T4+ 22 cm</p> | <p>$e_z = 9,1 \text{ mm}$</p> <p>+ 44% Beton</p>  <p>Stahlbeton 60 cm XPS 700 19 cm</p> |
| <p>mittel 350 kN/m²</p> | <p>$e_z = 5,8 \text{ mm}$</p>  <p>Stahlbeton 60 cm</p> | <p>$e_z = 6,1 \text{ mm}$</p>  <p>Stahlbeton 60 cm FOAMGLAS T3+ 20 cm</p> | <p>$e_z = 9,1 \text{ mm}$ $e_z = 6,3 \text{ mm}$</p> <p>+ 207% Beton</p> <p>+ 50% Setzung</p>  <p>Stahlbeton 60 cm XPS 700 19 cm</p> <p>Stahlbeton 70 cm XPS 500 19 cm</p> |

Abbildung 1 Einfluss des Dämmmaterials auf die Abmessungen von Einzelfundamenten

Dämmung und Statik

Die Beanspruchung der Gründungsplatte und der aufgehenden Tragkonstruktion hängt, ausser von der gegebenen Lasteinwirkung, sehr stark von der jeweiligen **Bettungssituation** ab. Dabei ist eine so genannte «harte Bettung» – d. h. zunächst einmal eine Erdreich-Qualität mit hohem Steifemodul [MN/m^2] – von grossem Vorteil.

Wird nun die gewachsene Gründungssituation mit einer Zwischenlage aus Dämmstoff ergänzt, so verändert sich die Beanspruchung des Gebäudes je nach spezifischer Steifigkeit und Dicke dieser Zwischenlage. Handelt es sich dabei um Wärmedämmplatten aus FOAMGLAS[®] mit einem Steifemodul von ca. $90 \text{ MN}/\text{m}^2$ bis $220 \text{ MN}/\text{m}^2$, so wird die Lagerung durch den gemittelten Steifemodul aus Dämmstoff und Erdreich (Erdreich in der Regel $\leq 100 \text{ MN}/\text{m}^2$) **nicht nachteilig** beeinflusst. Demzufolge ist es hier belanglos, ob und wie stark die Bodenplatte ganzflächig gleichmässig gedämmt wird oder ob die Dämmung gar gewisse Abstufungen (im Randbereich) erfährt.

Dämmung und Statik

Baupraktisch relevante Verformungen oder Kriechverformungen treten bei den FOAMGLAS® Dämmsystemen nicht auf.

Bei den am Markt konkurrierenden, extrudierten Polystyrol – Hartschaum-platten (XPS) ist hingegen in der Regel nicht die Druckfestigkeit an sich, sondern vielmehr das Kriechverhalten unter Dauerlast, das heisst letztendlich, die Endverformung unter Lasteinwirkung das massgebende Bemessungskriterium.

Wird z.B. 180 mm XPS eingebaut, werden Langzeitverformungen (z.B. unter Stützen oder Fassadenpartien) von bis zu $0.02 * 180 \text{ mm} = 3.6 \text{ mm}$ in Kauf genommen!!!

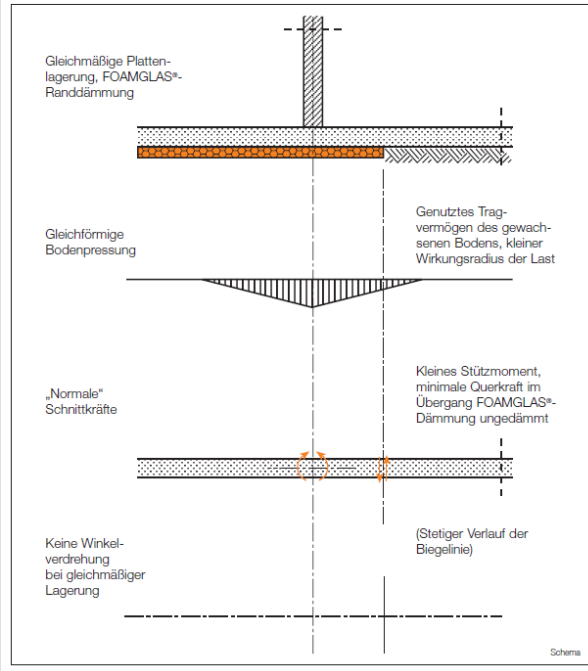
**Bsp.: XPS 700 Druckfestigkeit bei 2% Stauchung 250 kPa
FOMGLAS T3+Druckfestigkeit bei 0% Stauchung 290 kPa**

Dämmung und Statik - Graphischer Vergleich

Vorteile FOAMGLAS®

Statische Vorteile aus harter Lagerung mit partieller Randdämmung

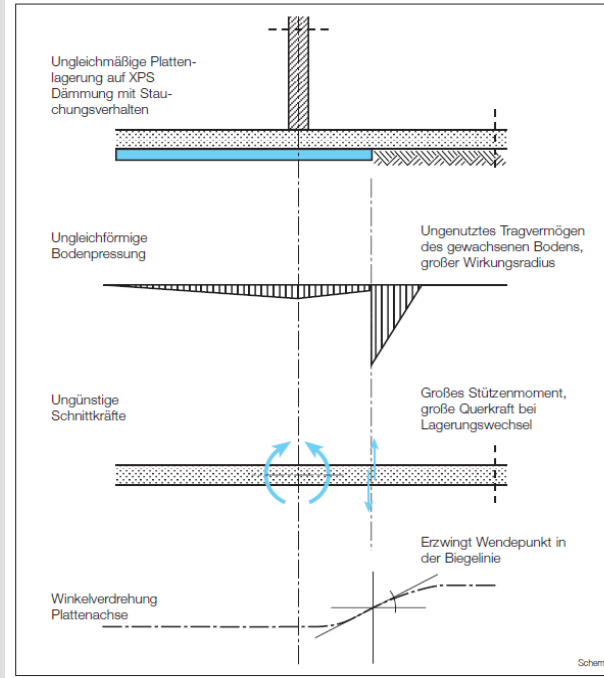
Beispiel **FOAMGLAS®**



Situation XPS

Folgen aus partieller Weichlagerung der Gründungsplatte

Beispiel extrudierter Polystyrol-Hartschaum **XPS**



Vergleich Platten / Board

Grundsätzlich unterscheiden wir zwischen Platten und Boards

Platten im Format 450 x 600 mm werden grundsätzlich verklebt mit bituminösem Kaltkleber oder mit Heissbitumen



Boards im Format 600 x 1200 mm werden grundsätzlich für die Trockenverlegung verwendet



Platten sowie Boards gibt es als Typ: T3+ / T4+ / S3 und F
Diese unterscheiden sich in der Druckfestigkeit, dem Lambda-Wert.
Die Standarttypen sind **FOAMGLAS® T3+** und **FOAMGLAS® T4+**

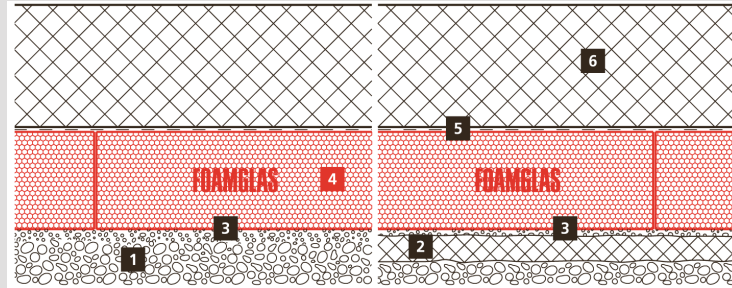
Erdberrührte Dämmsysteme

Bodendämmung (lastabtragend) auf Magerbeton mit Splittplanie

FOAMGLAS-BOARD in Trockenbauweise

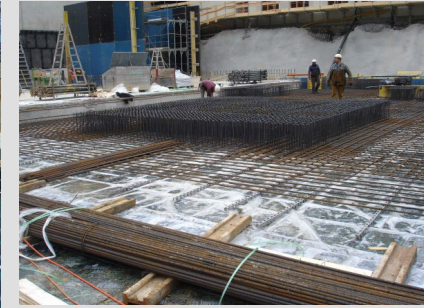
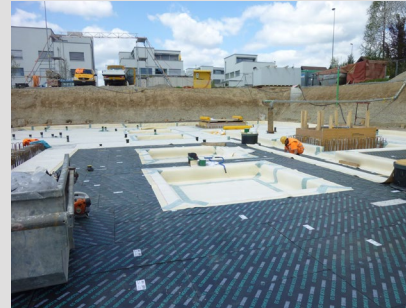
ecobau 1. Priorität

Funktion: Wärmedämmung und Kapillarsperre **Anwendung:** Wenn keine Dampfdichtigkeit/Radonschutz gefordert ist.



System 1.1.1

- 1 Baugrund
- 2 Magerbeton / Sauberkeitsschicht
- 3 Ausgleichschicht Splitt
- 4 FOAMGLAS BOARD, lose verlegt
- 5 Trennlage, PE-Folie 0.2 mm
- 6 Bodenplatte, Beton



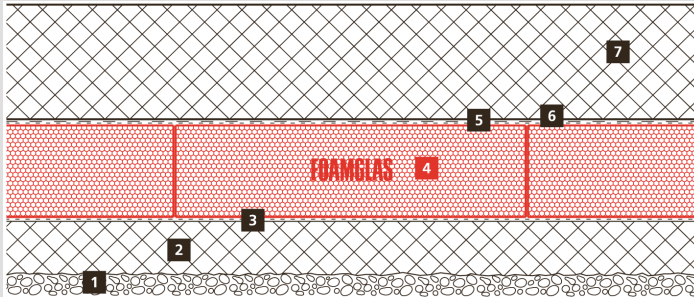
Erdberührte Dämmsysteme

Bodendämmung (lastabtragend) auf Unterlagsbeton

FOAMGLAS-Platten mit Heissbitumen

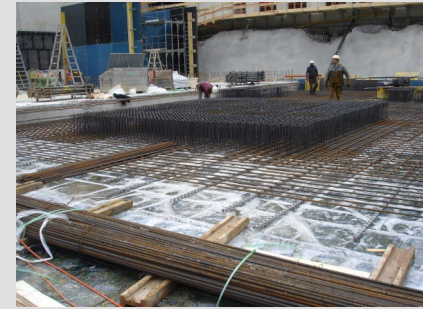
ecobau 1. Priorität

Funktion: Wärmedämmung, Dampf-, Kapillar-, und Radonsperre in einer Schicht



System 1.1.3

- 1 Baugrund
- 2 Unterlagsbeton, sauber abtaloziert
- 3 Ausgleichschicht Splitt
- 4 FOAMGLAS-Platten, verlegt in Heissbitumen
- 5 Deckabstrich mit Heissbitumen
- 6 Trennlage, PE-Folie 0.2 mm
- 7 Bodenplatte Beton



Preisvergleich Foamglas / XPS

| Preisvergleich | FOAMGLAS® | | | | XPS |
|---|------------|------------|------------|------------|------------|
| | Board T3+ | Board T4+ | Board S3 | Board F | XPS 700 |
| Dichte (kg/m ³) | 100 | 115 | 130 | 165 | > 35 |
| Wärmeleitfähigkeit (W/mK) | 0.036 | 0.041 | 0.045 | 0.050 | 0.035 |
| Bemessungdruckfestigkeit (kN/m ²) | 408 | 512 | 776 | 1272 | 355 |
| Dicke (mm) | 200 | 230 | 260 | 280 | 200 |
| Preis CHF/m² | 145 | 166 | 203 | 288 | 128 |

Schlussfolgerung

- Das richtige Produkt am richtigen Ort einsetzen
- Bodenplatten auf Fels:
Grosse Vorteile von Schaumglas gegenüber XPS

Vielen Dank für Eure
Aufmerksamkeit

Noch Fragen?

