

Poriment im Hochwasser



Eine Studie über den Einsatz von Porimentausgleich in
hochwassergefährdeten Gebäuden.

Poriment, was ist das?

Poriment und Poriment P sind moderne wärmedämmende Porenleichtmörtel, die für viele Anwendungsbereiche technische und wirtschaftliche Vorteile bieten.

Sie sind fließfähig und werden per Schlauchleitung direkt zur Einbaustelle gepumpt.
(detaillierte Produktinformationen über Poriment finden Sie unter www.donau-moertel.de)

Poriment wird bereits seit 1997 in verschiedenen Rohdichten bei der Donau Mörtel, ein Werk für Spezialprodukte, produziert.

Bis zum Jahr 2013 wurden ca. 30.000 cbm für die verschiedensten Einsatzgebiete produziert und geliefert.

Da sich im Laufe der Zeit herausstellte, dass gerade Verfüllungen jeglicher Art, speziell auch Gewölbe, mit diesem Material besonders rational und qualitativ hochwertig erstellt werden können, hat die Donau Mörtel schon in den Jahren 1999 und 2000 Poriment für Gewölbeverfüllungen, unter anderem auch in hochwassergefährdeten Gebäuden, in Passau geliefert.

Damals stellte keiner der Anwender die Frage, wie sich das Material bei Wassereintritt verhält.

Poriment im Einsatz auf der Baustelle

Bei dem vorletzten größeren Hochwasser im Jahr 2002 kam dann für einige dieser Baustellen der Härtetest. Es stellte sich heraus, dass der verwendete Poriment nach dem Rückgang des Hochwassers keinerlei Schäden aufwies, formstabil blieb und auch die Austrocknung keine großen Probleme bereitete. Damit wussten wir, dass unser Produkt für dieses Anwendungsgebiet zumindest besser geeignet ist, als so manches Konkurrenzprodukt.

Aufgrund dieser Erfahrung haben wir unseren Poriment nach dem verheerenden Hochwasser im Juni 2013 speziell auch für diese Gewölbeverfüllungen angeboten.

Nachdem schon einige Gewölbe verfüllt waren, kam ein findiger Planer aus dem Raum Passau auf die Idee, Poriment „unter die Lupe“ zu nehmen. Er stellte schnell fest, dass Poriment in den gängigen Rohdichten von 0,2 bis 0,8 (für Gewölbe wird meistens eine Rohdichte von 0,4 – 0,6 gewählt) ja eigentlich bei diesen Rohdichten bei Wassereintritt aufschwimmen muss (Wasser = 1,0 !!).

Wir entgegneten diesem Argument, dass Poriment Wasser aufnimmt und ja nicht als „lose Platte“, sondern von Wand zu Wand sozusagen „eingesperrt, in einem Guss“ eingebaut wird.

Darüber hinaus war unsere Einschätzung eigentlich durch das Hochwasser 2002 belegt und untermauert.

Da zu diesem Zeitpunkt die Hochwassersanierungen voll im Gange waren und praktisch täglich nach Poriment gefragt wurde, entschieden wir uns, zu unserer eigenen Absicherung, sowie um evtl. falsche Auslegungen Dritter auszuräumen, anhand eines Modells im Maßstab 1:10 ein Gewölbe zu erstellen, dieses mit Poriment zu vergießen und anschließend eine Flutung zu simulieren.

Modellversuch I (Poriment)

Um das Modell so naturgetreu wie möglich nachzubauen, haben wir uns über 100 Jahre alte Vollziegel von einem Bauernhofabbruch besorgt.

Diese wurden auf die Maße 5x3x2 cm geschnitten um proportional dem Modell gerecht zu werden.

Die Maße des nachempfundenen Zimmers:

Länge: 58 cm Breite: 40 cm Höhe: 25 cm

Die Höhe des Gewölbescheitels beträgt 15 cm.

Die Ziegel wurden mit einem handelsüblichen Flexkleber vermauert.



Um das Gewölbe vernünftig ausbilden zu können, wurde auf den Boden eine Styroporplatte gelegt:



und darauf wurde das „Negativ“ des Gewölbes mit Natursand 0-4 mm
modelliert:



Bild 4

darüber wurde eine PE-Folie gelegt, um das Gewölbe sauber verlegen und mauern zu können:



Bild 5



Bild 6

Nun wurde das Gewölbe mit folgenden Maßen gefertigt:

Scheiteloberkante bis Oberkante Modell: ca. 10,5 cm – im Zwickelbereich bis zur Oberkante ca. 17,5 cm



Bild 7



Bild 8



Bild 9



Bild 10



Bild 11

Nach Fertigstellung und Aushärtung der Ziegelkonstruktion wurde das Modell von der Stützunterkonstruktion (Styropor und Sand) befreit. Nun konnte die Konstruktion mit Poriment vergossen werden. Es wurde bewusst eine sehr niedrige Rohdichte (Frischrohdichte unter 0,5 / trocken 0,37) gewählt, sowie auf eine spätere Auflast (Estrich/Beton- oder ähnliche Deckelung) verzichtet, um auch Extremeinsätze abzudecken und somit einen maximalen Auftrieb zu simulieren.



Bild 12



Bild 13



Bild 14



Bild 15

Mangels Schwabbelstange im 1:10 Format wurde mit einem abgeknickten Zollstock die Oberfläche nivelliert.



Am 21.11.2013 war es dann soweit.
Das Modell mit dem ausgehärteten Poriment wurde in ein Aquarium gestellt
und unter Wasser gesetzt.



Wir haben das Modell im Aquarium auf Betonfüße gestellt, um auch eine Flutung, beginnend von unten nach oben, richtig zu simulieren.

Die vier Betonwürfel, aufgesetzt an den vier Ecken (Bild 19) des Modells, dienten als Beschwerung des gesamten Modells (es drohte bei 2/3-Wasserstand komplett zu schwimmen).

Der kleine Würfel, ersichtlich im Bild 20 mittig oben, beschwert mit einem Betonwürfel, wurde aus der selben Porimentcharge gegossen und diente für spätere Messungen.



Der schwimmende Würfel auf Bild 19, 21 und 22 war ebenfalls aus der gleichen Charge und wurde zur Demonstration nur ins Wasser gelegt.

Er schwamm, wie auf den beiden Bildern ersichtlich vom ersten bis zum letzten Tag in der gleichen Lage und Höhe (Bild 22).



Das Modell blieb nun 7 Tage unter Wasser. Anhand des Wasserstandes im Aquarium (wir hatten dies bis zur oberen Querverstrebung gefüllt) konnte man schon im Laufe der Woche feststellen, dass das gesamte Konstrukt kaum Wasser aufnahm.

Der Wasserspiegel senkte sich in dieser Woche um höchstens 5 mm (incl. natürliche Verdunstung)!!

Das Wasser wurde abgelassen, der unter Wasser beschwerte Porimentwürfel abgetropft, gewogen und dann in den Trockenschrank bis zur Gewichtskonstanz getrocknet.



Bild 23

Anhand der Laboraufzeichnungen ist ersichtlich, dass der Poriment sogar eine Trockenrohdichte von unter 0,4 (374,2 kg/m³) auswies.
Die Wasseraufnahme über 7 Tage war für uns mit 20Vol.% überraschend wenig.

Bild 24



Baustofftechnisches Labor
Ständige Betonprüfstelle gemäß DIN EN 206-1/DIN 1045
Betotech GmbH & Co. KG - Bereich Niederbayern
Voglarn 13, 94081 Fuis Telefon 08548/912749 / Telefax 08548/912683

Wassergehalt Volumenbezogen

Probenehmer :	JSa	Liefertag:	23.10.2013
		Lieferwerk:	Donau-Mörtel
Prüfer:	JSa	Prüfdatum:	27.11.2013
Kunde:	Heidelberger Beton Passau		
Bemerkung:	Poriment Würfel wurde vom 21.11 bis zum 27.11.2013 unter Wasser		
	gelagert, danach gewogen und bis zur Massekonstanz getrocknet und		
	wieder gewogen		
Probe feucht (unter Wasser)	m	=	282,7 g
Probe trocken	m_d	=	184,4 g
Porenwasser	m_w	=	98,3 g
Dichte Wasser bei 20,0°C	ρ_w	=	0,99823
Volumen Wasser	$V = \frac{m_w}{\rho_w}$	=	98,5 cm ³
Breite (Mittel aus 3 Mess.)	b	=	7,8 cm
Länge (Mittel aus 3 Mess.)	l	=	7,8 cm
Höhe (Mittel aus 3 Mess.)	h	=	8,1 cm
Grundfläche	$A = l \cdot b$	=	60,8 cm ²
Volumen	$V = A \cdot h$	=	492,8 cm ³
Wassergehalt (m-bezogen)	$\omega = \frac{m_w}{m_d}$	=	53,3 %
Wassergehalt (V-bezogen)	$\omega = \frac{V_w}{V}$	=	20,0 %
Dichte feuchte Probe (u. W.)	ρ_f	=	573,7 kg/m ³
Dichte trockene Probe	ρ_d	=	374,2 kg/m ³

Nach 2 Tagen wurde aus dem Modell die Hälfte des Poriments entfernt, um im Querschnitt die Wasseraufnahme evtl. auch optisch zu erkennen.



Auf den Bildern 25, 26 und 27 ist sehr deutlich zu sehen, dass eine Durchfeuchtung in erster Linie vom angrenzenden Mauerwerk her stattgefunden hat (natürlich auch von oben – aber dies war, da offen, schon wieder abgetrocknet. Im Kern blieb er nahezu trocken!!)
Dies erklärt auch die geringe Wasseraufnahme von nur 20 Vol. %!!



Modellversuch II (Poriment P)

Das sehr erfreuliche Ergebnis des Modellversuchs I mit Poriment (0,4 R.) spornte uns an, diesen Versuch mit unserem Premiumprodukt Poriment P zu wiederholen.

Poriment P, was ist das?

Poriment P ist eigentlich nichts anderes als Poriment plus Zugabe von frisch aufgeschäumten Polystyrolkugeln (dafür steht „P“) in der Körnung 2-6 mm um die Rohdichte zu reduzieren ($< 0,3!$) und gleichzeitig den Wärmedämmeffekt zu erhöhen.

Dabei erachten wir es als äußerst wichtig, frisch aufgeschäumtes, unbehandeltes Polystyrol zu verwenden. Frisch aufgeschäumtes Polystyrol hat eine glatte Oberfläche, ist statisch und nimmt kein Wasser auf.

Dem gegenüber ist das, in den meisten Konkurrenzprodukten verwendete Recycling-Styropor durch das Schreddern an der Oberfläche verletzt, nimmt somit Wasser auf und ist deswegen unseres Erachtens für Hochwasserbaustellen ungeeignet.

Wer in den Wochen nach dem Hochwasser durch die Altstadt von Passau ging, konnte an einigen Stellen den Rückbau solcher Recycling-Schüttungen und die Qualität nach Hochwassereinwirkung begutachten.

Modellversuch II (Poriment P)

Wir haben den Poriment des ersten Versuchs aus dem Gewölbe entfernt und identisch zum Modelversuch I einen Modellversuch II mit Poriment P durchgeführt (Ablauf 1:1).

Auch hier wurde auf eine Auflast/Deckelung verzichtet, um möglichst großen Auftrieb zu erzeugen.

Es wurde für spätere Berechnungen ein Probekörper aus der gleichen Charge gegossen und bei der Flutung des Gewölbes mit unter Wasser gesetzt.

Während der Zeit unter Wasser gab es auch bei diesem Versuch weder ein Aufschwimmen noch eine Verformung oder Zerstörung des Poriment P.

Die Zeit unter Wasser war aus organisatorischen Gründen sogar um 2 Tage länger (9 Tage!) als die beim Versuch I.

(Siehe Bilder 28 bis 30)



Nach dem Ablassen des Wassers wurde analog zu Versuch I der Probekörper abgetropft, gewogen und anschließend bis zur Gewichtskonstanz in den Trockenschrank gegeben.

Das Ergebnis können Sie auf Bild 31 ansehen.

Bild 31



betotech

Baustofftechnisches Labor
Ständige Betonprüfstelle gemäß DIN EN 206-1/DIN 1045
 Betotech GmbH & Co. KG Bereich Niederbayern
 Vogellam 13, 94081 Fürs Telefon 08548/912749 / Telefax 08548/912883

Wassergehalt Volumenbezogen			
Probenehmer :	JSa	Liefertag:	09.12.2013
		Lieferwerk:	Donau-Mörtel
Prüfer:	JSa	Prüfdatum:	15.01.2014
Kunde:	Heidelberger Beton Passau		
Bemerkung:	Poriment P Würfel wurde vom 08.01 bis zum 15.01.2014 unter Wasser gelagert, danach gewogen und bis zur Massekonstanz getrocknet und wieder gewogen		
Probe feucht (unter Wasser)	m	=	1582,6 g
Probe trocken	m_d	=	966,6 g
Porenwasser	m_w	=	616,0 g
Dichte Wasser bei 20,0°C	ρ_w	=	0,99823
Volumen Wasser	$V = \frac{m_w}{\rho_w}$	=	617,1 cm ³
Breite (Mittel aus 3 Mess.)	b	=	15,2 cm
Länge (Mittel aus 3 Mess.)	l	=	15,2 cm
Höhe (Mittel aus 3 Mess.)	h	=	15,3 cm
Grundfläche	$A = l \cdot b$	=	231,0 cm ²
Volumen	$V = A \cdot h$	=	3534,9 cm ³
Wassergehalt (m-bezogen)	$\omega = \frac{m_w}{m_d}$	=	63,7 %
Wassergehalt (V-bezogen)	$\omega = \frac{V_w}{V}$	=	17,5 %
Dichte feuchte Probe (u. W.)	ρ_f	=	447,7 kg/m ³
Dichte trockene Probe	ρ_d	=	273,4 kg/m ³

Fazit:

- Poriment, sowie Poriment P ist für den Einsatz in hochwassergefährdeten Gebäuden bestens geeignet.
- Poriment und Poriment P wird selbst durch längeres Überfluten weder verformt noch zerstört.
- Die Wasseraufnahme während der Überflutung ist, vergleichbar mit anderen Materialien, mit 20 bzw. 17,5 Vol.% extrem niedrig (alles an Wasser, was nicht aufgenommen wird, muss später auch nicht ausgetrocknet werden!).

Fazit:

Poriment und Poriment P schwimmt NICHT auf, wenn folgende Einbauanweisungen eingehalten werden:

- Das Gewölbe muss von früheren Verfüllmaterialien (Schutt, Erdreich, Stroh/Lehmgemisch u.ä.) gesäubert werden.
- Das angrenzende Mauerwerk ist von alten Putzresten bis zum Stein/zur Fuge zu säubern. Größere Mauerfugen/Vertiefungen im Kontaktbereich sind für eine gute Verbindung sogar von Vorteil und erwünscht.
- Es dürfen keine Trennlagen (Folie o. ä.) zwischen Poriment und Gewölbe/ Mauerwerk verwendet werden. Der Poriment muss sich mit dem angrenzenden Mauerwerk/Gewölbe direkt verbinden können.
Eine Trennlage behindert zudem eine spätere Trocknung des Baukörpers.

Werden diese Punkte befolgt, sind wir sicher, dass Poriment in hochwassergefährdeten Gebäuden für eine dauerhafte Verfüllung die beste Alternative für ein Gewölbe ist.

Wir möchten es nicht versäumen, uns in dieser Dokumentation ausdrücklich bei der örtlichen Betotech für die umfangreiche und aufwendige Unterstützung bei diesem Projekt zu bedanken.

Und zuletzt möchten wir uns auch bei dem örtlichen Planer bedanken, der im Vorfeld die Eignung unseres Poriments angezweifelt hat.

Durch Ihn wurde diese Studie angeschoben. Ohne Ihn wären wir heute nicht auf diesem Wissensstand.

Es wäre sicher der eine oder andere im Zweifel, ob die von uns zugesagten Eigenschaften auch wirklich zutreffen.

Neuburg, im Januar 2014

Donau Mörtel-GmbH & Co. KG
Franz Koch, Geschäftsführer