
Versuchsergebnisse

PERMA-Gel – Kalksandstein

Fraunhofer UMSICHT
Dr. Holger Wack

Januar 2013

Inhalt

- Versuchsdurchführung
- Versuchsaufbau
- Versuchsergebnisse
- Fazit

Versuchsdurchführung – Materialien

■ Kalksand-Hohlblockstein

- Typ: KSL-R 12/1,4, 4DF (Abmessungen: 11,5 x 25,0 x 23,8 cm).

■ PERMA-Gel

■ PERMA-Gel-Pumpentechnik

- Pumpe SP-Y, Packertyp SSP (Durchmesser 18 mm x 120 mm), Setzwerkzeug 130 mm.



Verwendete Pumpe.



Kugelhahn drehbar mit Schnellverschluss und Manometer.



Verwendeter Packer.



Bespiel Setzwerkzeug.

Versuchsdurchführung – Vorgehensweise

■ Vorbereiten des Kalksandsteins

- Verschließen der mittleren Steinkammer auf einer Seite mit einer Acrylglasplatte.
- Montage eines transparenten PVC-Rohres (inkl. 90 Grad Winkel und Ansatzstück) auf der anderen Seite der mittleren Steinkammer.
- Anbohren der mittleren Kammer.
- Einschlagen eines Packers.

■ Verpressung

- Verpressung des PERMA-Gels in die mittlere Kammer über den Packer.
- Der Stein liegt dazu mit den Kammern horizontal ausgerichtet.

■ Wasserbelastung

- Einfüllen von rot eingefärbtem Wasser in das PVC-Rohr (20 cm Höhe).
- Dokumentation der Steindurchfeuchtung.
- Lagerung: offen, bei Umgebungsbedingungen (Technikumshalle).

Versuchsdurchführung – Versuchsdurchführung

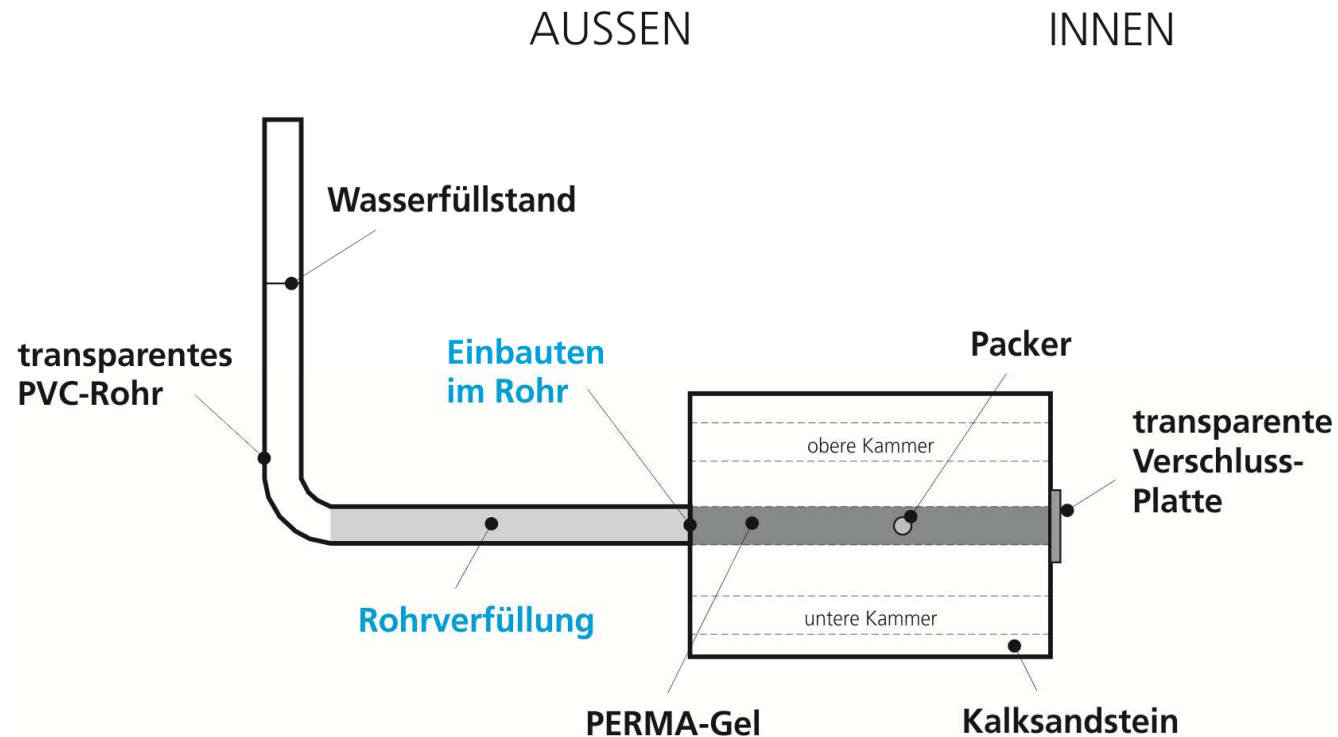


Montage des Packers in der Bohrung unter Verwendung eines Setzwerkzeugs.



Am Packer aufgesetzte Verpresseinheit (Demonstration).
Die Verpressung wurde anschließend bei horizontal liegenden Kammern durchgeführt.

Versuchsaufbau – Prinzipskizze



Im Rahmen der Versuche Variation von:
Rohrverfüllung und **Einbauten im Rohr**

Versuchsparameter – Referenzversuch

■ Rohrverfüllung

- keine Rohrfüllung

■ kein Einbau im Rohr

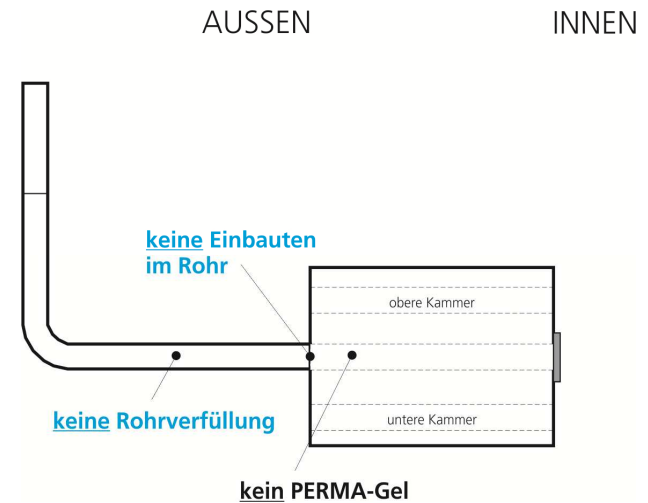
- freier Querschnitt

■ Gelverpressung

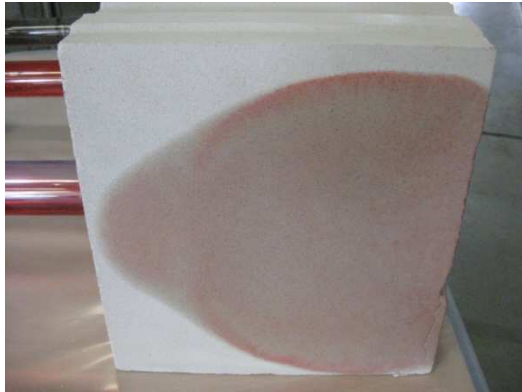
- keine Gelverpressung

■ Szenario – Wandsituation

- Stein ohne Behandlung (d. h. ohne Gelverpressung) und große Öffnung in der Wand



Versuchsergebnis – Referenzversuch



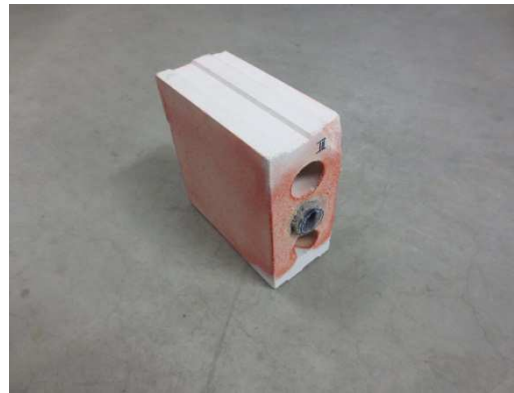
Direkte Durchfeuchtung des Steins,
15 min nach Versuchsstart.



Blick auf die Seite mit der Verschluss-Platte,
15 min nach Versuchsstart.



Blick auf die Seite mit der Verschluss-Platte
(Versuchsende: 24 Stunden).



Gesamtansicht nach Versuchsende,
Blick auf Rohranschluss (bereits entfernt).

Versuchsparemeter – Versuch 01

■ Rohrverfüllung

- ca. 20 cm Kies, anschließend Sand

■ kein Einbau im Rohr

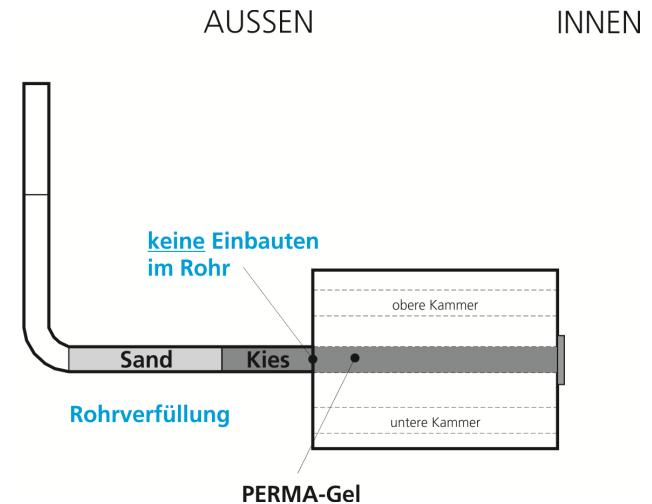
- freier Querschnitt

■ Gelverpressung

- in die Kies-Schüttung bis vor die Sand-Schüttung

■ Szenario – Wandsituation

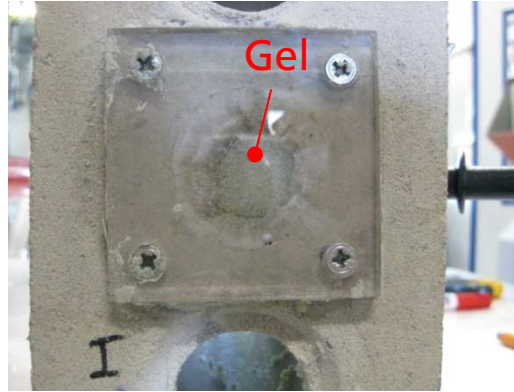
- Sand-Kies-Schüttung vor der Wand, Verpressung des Gels bis in das Erdreich hinein und große Öffnung in der Wand



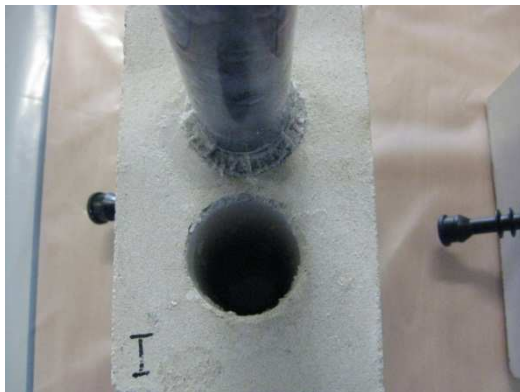
Versuchsergebnis – Versuch 01



Gelverpressung in die Kiesschüttung hinein.



Blick auf die Verschluss-Platte (vollständige Füllung der Kammer).



Blick auf den Rohranschluss.



Gesamtansicht
(Versuchslaufzeit bisher: 8 Monate,
kein Eindringen von Wasser in den Stein).

Versuchsparameter – Versuch 02

■ Rohrverfüllung

- keine Rohrverfüllung

- **kein Einbau im Rohr**

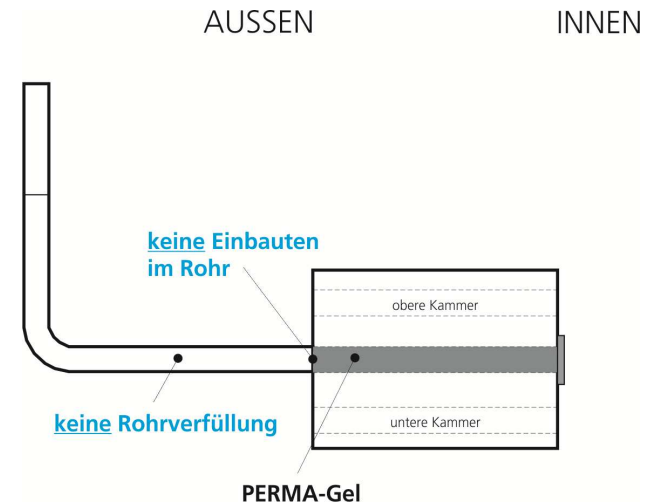
- freier Querschnitt

■ Gelverpressung

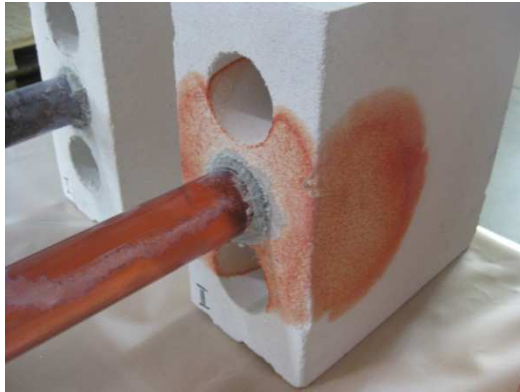
- bis an den freien Rohrquerschnitt

■ Szenario – Wandsituation

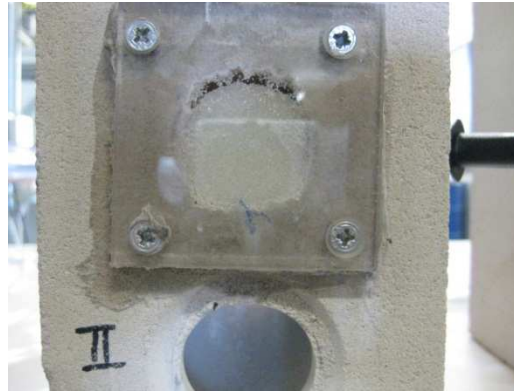
- keine Verfüllung vor der Wand, Gel verpresst sich aus dem Stein durch eine große Öffnung in ein freies Wasservolumen



Versuchsergebnis – Versuch 02



Versuchskörper nach der Wasserbeaufschlagung (Laufzeit: 1 Monat).



Blick auf die Verschluss-Platte (vollständige Füllung der Kammer). Kein Wasserdurchtritt (rot) erkennbar.



Gesamtansicht nach Versuchsende (Laufzeit: 2 Monate),
Blick auf Rohranschluss (bereits entfernt).

Versuchsparameter – Versuch 03

■ Rohrverfüllung

- Kies

■ Einbau im Rohr

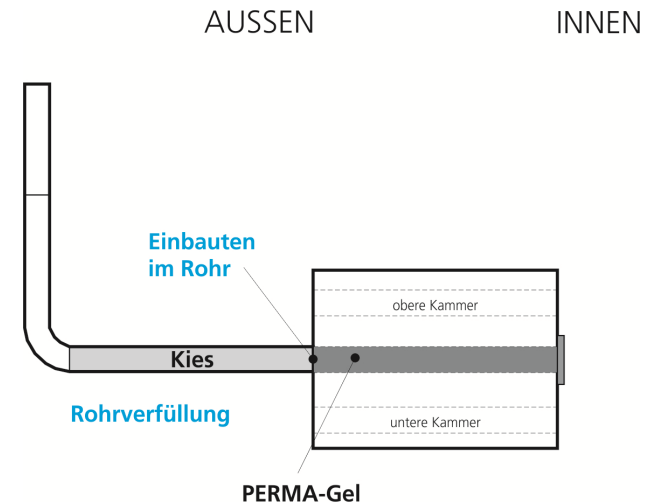
- geschlitzte Platte mit Schlitzabmessungen:
2 mm hoch, 20 mm breit, 20 mm tief

■ Gelverpressung

- bis an die geschlitzte Platte

■ Szenario – Wandsituation

- Kies-Schüttung vor der Wand, Gel verpresst sich aus dem Stein durch einen Riss in das Erdreich (Riss-Simulation)



Versuchsergebnis – Versuch 03



Versuchskörper nach der Wasserbeaufschlagung.



Blick auf die Verschluss-Platte (vollständige Füllung der Kammer).



Gesamtansicht nach Versuchsende (Laufzeit: 2 Monate).

Versuchsparameter – Versuch 04 (zweifach)

■ Rohrverfüllung

- Sand

■ Einbau im Rohr

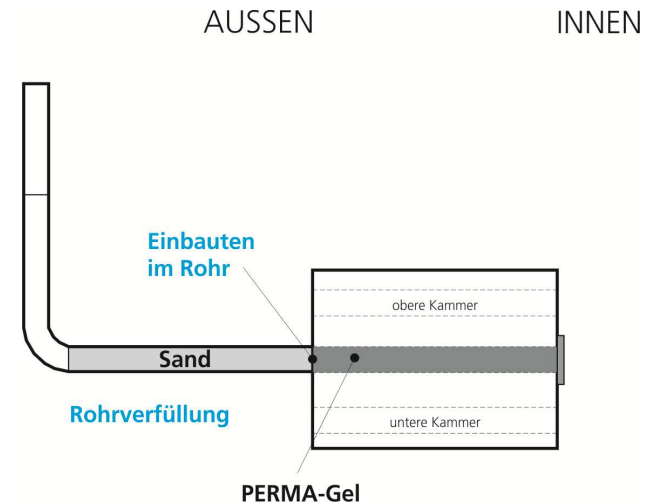
- geschlitzte Platte mit Schlitzabmessungen:
2 mm hoch, 20 mm breit, 20 mm tief

■ Gelverpressung

- bis an die geschlitzte Platte

■ Szenario – Wandsituation

- Sand-Schüttung vor der Wand, Gel verpresst sich aus dem Stein durch einen Riss in das Erdreich (Riss-Simulation)



Versuchsparemeter – Versuch 04 (zweifach)



Gesamtansicht, Versuch 04-1 (Versuchslaufzeit bisher: 2 Monate).



Gesamtansicht, Versuch 04-2 (Versuchslaufzeit bisher: 2 Monate).

V Versuchsergebnis – Versuch 05

■ Rohrverfüllung

- Kies-Sand (homogen durchmischt)

■ Einbau im Rohr

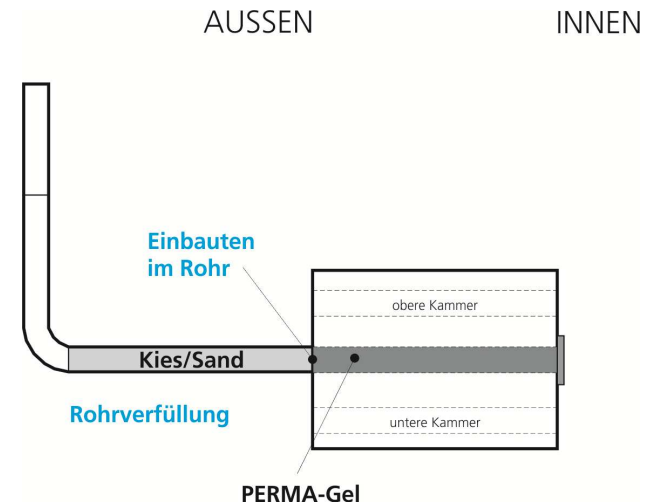
- geschlitzte Platte mit Schlitzabmessungen:
2 mm hoch, 20 mm breit, 20 mm tief

■ Gelverpressung

- bis an die geschlitzte Platte

■ Szenario – Wandsituation

- Kies/Sand-Schüttung vor der Wand, Gel verpresst sich aus dem Stein durch einen Riss in das Erdreich (Riss-Simulation)



Versuchsergebnis – Versuch 05



Gesamtansicht (Versuchslaufzeit bisher: 2 Monate).

Versuchsparemeter – Versuch 06

■ Rohrverfüllung

- Kies

■ Einbau im Rohr

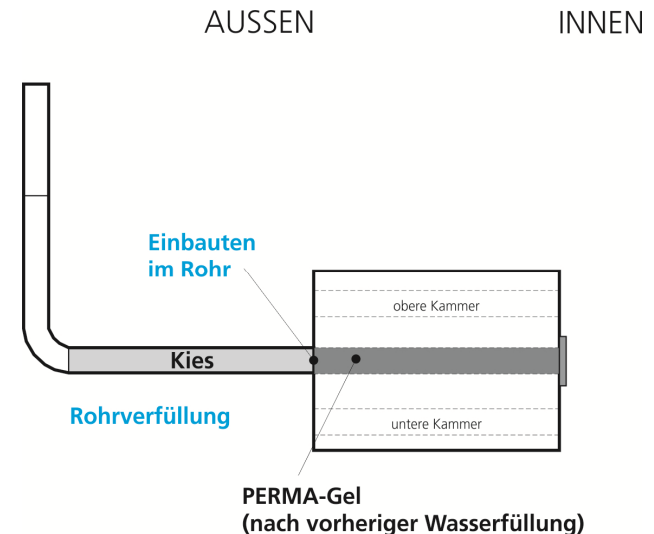
- geschlitzte Platte mit Schlitzabmessungen:
2 mm hoch, 20 mm breit, 20 mm tief

■ Gelverpressung

- zunächst keine Verpressung und Kammerbefüllung mit Wasser
- anschließend Verpressung in die gefüllte Kammer hinein,
bis an die geschlitzte Platte

■ Szenario – Wandsituation

- Kies-Schüttung vor der Wand, stehendes Wasser im Stein, Gel verpresst sich aus dem Stein durch einen Riss in das Erdreich (Riss-Simulation)



Versuchsergebnis – Versuch 06



Gesamtansicht (Versuchslaufzeit bisher: 2 Monate).

Fazit

■ Wirkung der PERMA-Gel-Verpressung

- Im Vergleich zur Referenz war bei allen Versuchen eine signifikante Wasserstopp-Wirkung zu beobachten.
- Eine unzureichende Gel-Verpressung, die Bildung von Hohlräumen im Gel oder das freie Austreten von Gel in die Rohrschüttung hinein (ohne Verdichtungswirkung) kann lokal zu Durchfeuchtungseffekten am Stein führen (vgl. Versuch 03 und Versuch 04-2). Weiterer Wassereintritt wird durch das Gel gestoppt
- Es erfolgt die Verdrängung und Bindung von freiem Wasser im Stein durch das Gel (vgl. Versuch 06). Nach erfolgter Verpressung in den Stein wird eine weitere Durchfeuchtung unterbunden.
- Eine Verpressung in die Rohrschüttung hinein (mit Verdichtungswirkung) erhöht in hohem Maße die Wasserstopp-Wirkung (vgl. Versuch 01).
Nach 8 Monaten Versuchslaufzeit ist keine Durchfeuchtung zu beobachten.

FRAUNHOFER UMSICHT

Abteilung Werkstoffe und Interaktion

**Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit!**

Kontakt:

Fraunhofer UMSICHT

Osterfelder Straße 3

46047 Oberhausen

E-Mail: info@umsicht.fraunhofer.de

Internet: www.umsicht.fraunhofer.de

Dr. Holger Wack

Telefon: +49 (0) 208-8598-1121

E-Mail: holger.wack@umsicht.fraunhofer.de



Foto: photocase.de