

## Merkblatt für Bauherren

### Korrekt eingebrachte Hinterfüllung

Der nach dem Einbau der Sonden verbleibende Hohlraum zwischen den Sondenbündeln und der Bohrlochwand wird mit einer Bentonit-Zement-Suspension mit Hilfe eines Hinterfüllschlauches von unten nach oben lückenlos hinterfüllt. Dies erfolgt zur thermischen Anbindung der Sonden an den Untergrund, zu deren Schutz und zur Abdichtung von Wassermengen entlang der Erdwärmesonde.

Nachfolgend wird dargestellt, wie die Hinterfüllung einer Erdwärmesonde korrekt nach den Regeln der Kunst ausgeführt wird.

<p>1 <b>Zeitpunkt der Hinterfüllung</b>          Die Hinterfüllung ist bei gesetzter Verrohrung <i>ohne Verzug</i> nach dem Einbau der Erdwärmesonde in das Bohrloch auszuführen.</p> <p>«Ohne Verzug» bedeutet im Klartext: Die Hinterfüllung ist als nächster Arbeitsschritt nach dem Sondeneinbau auszuführen.</p>	
<p>2 <b>Vorbereitung</b>          Der Hinterfüllschlauch wird am Sondenfuss befestigt und grosszügig mit Tape umwickelt. Am Sondenfuss wird ein Sondengewicht festgemacht.</p>	
<p>3 <b>Sondeneinbau</b>          Sonde in Bohrloch einbauen.          Dies soll unverzüglich nach dem Ausbau des Bohrgestänges erfolgen.</p>	
<p>4 Das im Bohrloch vorhandene Wasser kann die Sonde bremsen. Der Einbau kommt zum Stillstand. Dann wird die Sonde in der Regel vollständig mit Wasser gefüllt und weiter eingebaut.</p>	
<p>5 Bleibt die Sonde stecken, kann durch Einblasen von Luft durch den Hinterfüllschlauch der Widerstand entlang der Sonde reduziert werden.</p>	
<p>6 Ist die Sonde auf Endteufe angelangt werden allfällige Überlängen abgeschnitten und die Sondenrohre mit Ventilen dicht verschlossen.</p>	

7	<p><b>Hinterfüllung</b> Über den Hinterfüllschlauch wird nun der Ringraum der Sonde hinterfüllt. Dazu wird bei der Mischpumpe (Durchlauf- oder Chargenmischer) bzw. in der Spülwanne die Hinterfüllsuspension nach Rezept angemischt. Das Mischverhältnis ist abhängig vom verwendeten Baustoff.</p>	
8	<p>Der Hinterfüllvorgang bewirkt in der Regel, dass das im Bohrloch vorhandene Wasser samt Bohrschlammresten aus dem Bohrloch verdrängt wird und oben über den Rand der Verrohrung ausläuft.</p>	
9	<p>Der Hinterfüllvorgang ist vorerst beendet, wenn die Suspension aus dem Bohrloch über den Rand der Verrohrung hinausläuft. Dies erkennt man einerseits am Farbwechsel der austretenden Flüssigkeit und andererseits am Umstand, dass die austretende Hinterfüllsuspension deutlich dickflüssiger als Wasser ist. Dann wird die Mischpumpe gestoppt.</p>	
10	<p>Der Hinterfüllschlauch wird beim Bohrloch abgeschnitten. Die Sondenenden werden samt Verschlüssen mit Tape für den Ausbau der Verrohrung geschützt.</p>	
11	<p>Die Verrohrung wird Rohr für Rohr herausgezogen. Durch den Ausbau der Rohre sinkt der Spiegel der Hinterfüllung im Bohrloch ab. Nach dem Ausbau von einigen Rohren kann deshalb mithilfe des abgeschnittenen Hinterfüllschlauches von oben nachverfüllt werden bis die Hinterfüllung wieder die Oberkante der Verrohrung erreicht.</p>	

12	<b>Nachverfüllung</b> Sind alle Rohre ausgebaut, so wird erneut nachverfüllt bis die Hinterfüllung wieder die Oberkante des Geländes erreicht hat.	
13	Damit ist die Hinterfüllung abgeschlossen.	
14	Je nach Untergrund (z.B. Vorhandensein von durchlässigen Schichten) kann es sein, dass die Hinterfüllung nachträglich erneut absinkt.	
15	Dies kann bauseits z.B. durch Sand o.ä. beim Öffnen des Zuleitungsgrabens wieder aufgefüllt werden.	

Weitere Hinweise für Bauherren:

### Kontrolle der eingebauten Sondenlänge

1	Die Erdwärmesonden weisen eine Meterskala auf: Anzahl Meter und Gesamtlänge oder Anzahl Meter in beide Richtungen. Dies ermöglicht eine einfache Kontrolle der eingebauten Sondenlänge. Beispiel im Bild: Gesamtlänge der Sonde 220 m (005+215m), 215 m sind eingebaut, 5 m werden abgeschnitten.	
---	---	--

## Kontrolle der eingebrachten Hinterfüllmenge (Möglichkeiten)

1	<p><b><u>Bilanz der Baustoffsäcke:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zählen der auf der Baustelle vorhandenen Baustoffsäcke für die Hinterfüllung (vor und nach der Hinterfüllung) gibt einen guten Hinweis auf die eingebrachte Menge an Hinterfüllmaterial.</li> <li>• Pro Sack: i.d.R. 25 kg</li> <li>• Pro Palett: i.d.R. 42 Säcke (7 Reihen à 6 Säcke)</li> </ul>	
2	<p><b><u>Anzahl Chargen:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bei 2-Chargen-Mischern kann die Zahl der angemischten Chargen gezählt werden</li> <li>• Gibt einen guten Hinweis auf die eingebrachte Menge an Hinterfüllmaterial</li> </ul>	
3	<p><b><u>Elektronische Messung:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Messung des Volumens oder zusätzlich der Masse</li> <li>• Wird von immer mehr Bohrfirmen angeboten</li> <li>• Wird auch von Servicefirmen angeboten (z.B. Engeo AG, Geo Explorers AG, Geotest AG etc.)</li> <li>• Muss im Voraus geregelt werden</li> </ul>	

Die Dichte der Hinterfüllsuspension wird vom Hersteller vorgegeben. Diese Angaben sind im Internet zu finden (siehe auch Tabelle unten mit Beispielen)

Probenahme z.B. mit einem Konfitüreglas mit bekanntem Leergewicht, ein 2. identischer Behälter mit Wasser füllen auf gleiches Niveau wie die Hinterfüllprobe. Gewicht der Hinterfüllprobe abzüglich Leergewicht geteilt durch Gewicht der Wasservergleichsprobe abzüglich Leergewicht = spez. Gewicht der Hinterfüllsuspension («Dichte der Mischung»)

Beispiel: Leergewicht Behälter 350g. Gewicht Probe mit Hinterfüllung: 750 g, Gewicht Wasserprobe: 670 g: Resultat:  $(750-350)/(670-350)=400/320 = 1.25$  (Dichte der Mischung).

Produktname	Wasserbeigabe	Min. Dichte der Mischung
Schwenk Füllbinder V = Schretter Novinjekt FM 1.5 light	55 l / 25 kg	1.24 kg/l
Küchler Injektherm 110	18 l / 25 kg	1.52 kg/l
Rohrdorfer RoV E	11 l / 25 kg	1.55 kg/l
Bohrstellenmischung: 100 kg Bentonit + 200 kg Zement + 850 kg Wasser		1.20 kg/l