

**Arbeitsanweisung zum Mess-System CEMTRAKKER
gemäß Leitlinie 3.3.4 (LQS EWS, Stand März 2015)**

Nr.	Arbeitsschritte CEMTRAKKER
1	<p>Arbeitsschritt 1</p> <p>Die Messung erfolgt über ein mit Wasser gefülltes Rohr der Erdwärmesonde (EWS) oder über ein zusätzliches mit Wasser gefülltes Messrohr. Nach Fertigstellung der Bohrung bis Endteufe wird die EWS eingebaut, evtl. mit zusätzlichem Messrohr. Bei Bedarf kann mit einer Druckschleuse das Rohr der EWS mit einem Druckaufschlag von 2-3 bar versehen werden. Es ist darauf zu achten, dass die untere Öffnung des Verpressschlauches immer unterhalb des Messrohres angebracht wird.</p>
2	<p>Arbeitsschritt 2</p> <p>Der CEMTRAKKER wird eingeschaltet und es können zusätzliche Daten wie Projektnummer und Sondenummer eingegeben werden. Es ist darauf zu achten, dass ein GPS-Signal empfangen wird, mit dem GPS wird auch die Zeitangabe aktualisiert. Nun wird das Messkabel und der MID (Durchflussmessgerät) an den CEMTRAKKER angeschlossen und die Messsonde an der Luft auf Null gesetzt. Hierbei ist unbedingt darauf zu achten, dass sich keinerlei Metall im Umkreis von 50 cm befindet. Der Sensor wird dann in das Rohr eingeführt und auf Höhe der Geländeoberfläche positioniert. Dann wird der mechanische Tiefengeber auf Null gesetzt. Anschliessend auch die Tiefe am Messgerät per Tastendruck auf Null setzen.</p> <p>Die Suspension muss über einen Kolloidalmischer mit der Dichte lt. Herstellangaben angemischt werden, eine entsprechende Rückstellprobe und Standzylinder müssen gefüllt werden.</p>
3	<p>Arbeitsschritt 3</p> <p>Die Mess-Sonde wird in das Messrohr eingeführt und bis zur Endteufe gebracht. Nun beim CEMTRAKKER auf Start drücken. Wenn sich das Display im Hintergrund grün färbt, wurde die Messung erfolgreich gestartet und es kann mit dem Verpressen begonnen werden.</p>
4	<p>Arbeitsschritt 4</p> <p>Jetzt muss das Signal der Mess-Sonde beobachtet werden. Sobald Verpressmaterial an der Mess-Sonde vorbeifließt und das Signal mindestens einen Wert von 1,5 bis 2 erreicht, kann sie 2-3 m hochgezogen werden bis das Signal unter 0,5 fällt. So wird schrittweise das ganze Bohrloch von unten nach oben befahren. Verändert sich das Signal über einen längeren Zeitraum nicht, obwohl ständig Verpressmaterial ins Bohrloch gepumpt wird, kann mit der Mess-Sonde wieder etwas tiefer gefahren werden, bis das Signal anspricht. So können Verlusthorizonte festgestellt und die entsprechenden Maßnahmen eingeleitet werden.</p>

5	Arbeitsschritt 5 Besonderheit: Wenn man mit der Messsonde beim Ziehen in die Verrohrung kommt, wird das Signal negativ. In der Verrohrung muss die Messsonde nach jedem Ziehen neu auf Null gesetzt und dann abgewartet werden, bis das Signal wieder einen Wert von 1,5 bis 2 erreicht. In der Verrohrung immer 4-5 m ziehen und dann wieder auf Null setzen und warten. Dieser Vorgang wird so lange wiederholt, bis die Mess-Sonde GOK erreicht hat und die Dichte lt. Herstellerangabe am Bohrlochaustritt erreicht wird. Die Aufzeichnung am CEMTRAKKER wird erst gestoppt, wenn auch das Nachverpressen nach dem Ziehen der Verrohrung abgeschlossen ist. Nur so kann das Gesamtvolumen erfasst werden.
6	Arbeitsschritt 6 Nachdem alle Verpressarbeiten beendet sind, wird das Bohrloch nochmals zu einer Kontrollmessung befahren. Das Signal wird wieder an der Luft auf Null gesetzt und der mechanische Tiefengeber sowie die Tiefe am Messgerät werden auf Null zurückgesetzt. Jetzt wird am CEMTRAKKER „Start“ gedrückt und mit der Mess-Sonde langsam ins Messrohr gefahren. Es ist auf eine gleichmäßige Geschwindigkeit zu achten. Beim Befahren ist das Signal zu beobachten. Sollten hier Unregelmäßigkeiten zu erkennen sein und Siganlstärken unter einem Wert von 2,0 angetroffen werden, so sind evtl. Maßnahmen zu treffen. Wird der Sondenfuß erreicht, kann die Aufzeichnung beendet werden und der Sensor wieder nach oben gezogen werden.
7	Arbeitsschritt 7 Nach Beendigung der Messung werden die Messdaten über einen USB-Stick aus dem Messgerät geladen und können als PDF-Datei auf jedem PC ausgelesen werden. Das interpretierte Messprotokoll (PDF) ist zur Enddokumentation der jeweiligen Baustelle als Dokument dem oder der Bauherrn(in), der unteren Wasserbehörde und in Gebieten mit schwierigen geologischen und hydrogeologischen Untergrundverhältnissen der oder dem Sachverständigen zu übergeben. Folgende Daten werden auf dem Messprotokoll gespeichert: Suszeptibilität, Bohrtiefe, Suspensionsmenge, Suspensionsrate, Datum, Uhrzeit, GPS-Daten, EWS-Nummer, Firmeneigene Projektdaten.

**Arbeitsanweisung zur Verfüllung von Erdwärmesondenbohrungen beim Auftritt von Suspensionsverlusten (unabhängig vom Verpresssystem)
gemäß Leitlinie 3.7.1 (LQS EWS, März 2015)**

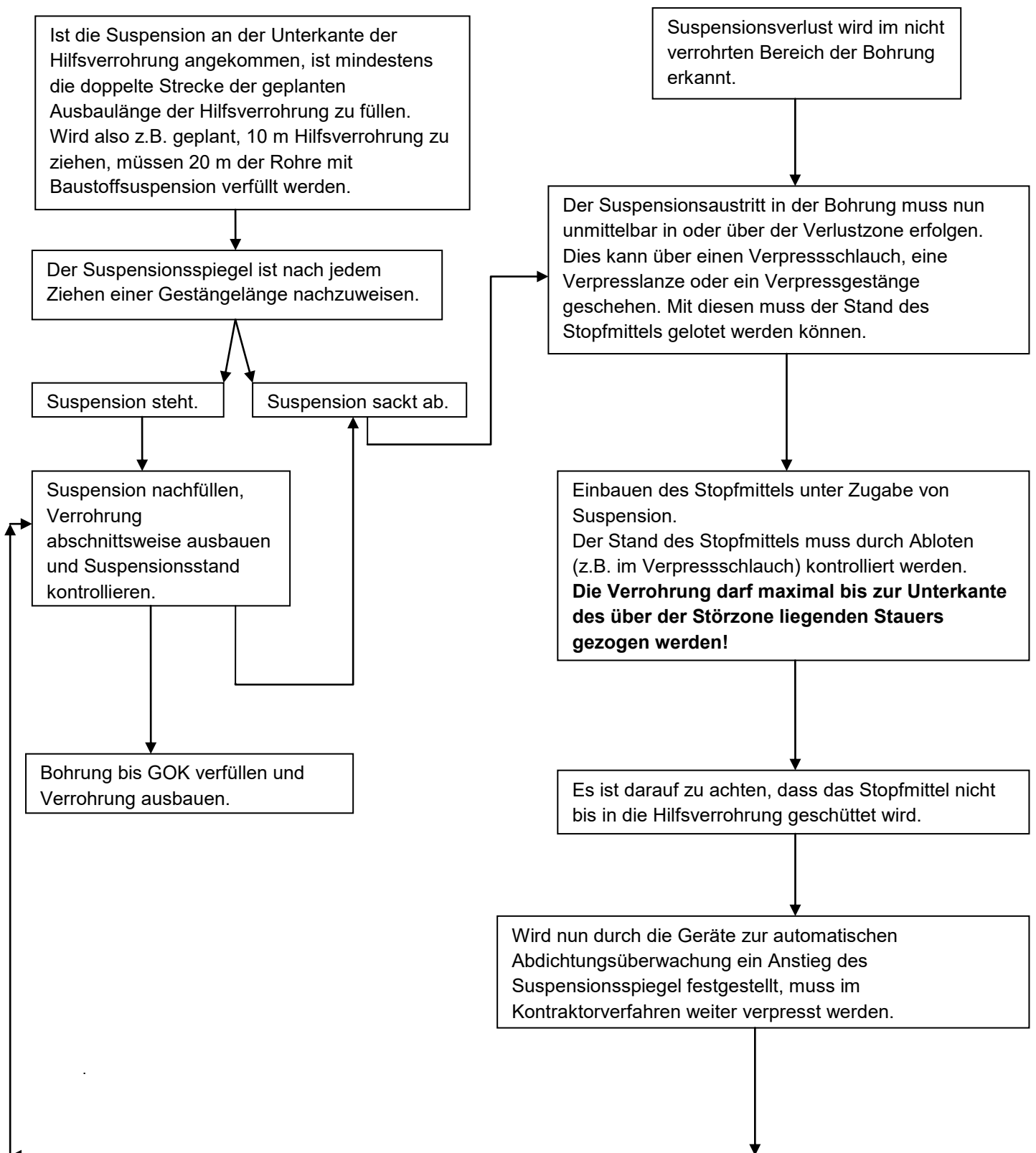
Treten beim Hinterfüllen von Erdwärmesonden Verlusthorizonte auf, können die Bohrungen meist nicht weiter im Kontraktorverfahren verfüllt werden. Wird ein Verlusthorizont detektiert, darf erst mit Stopfmitteln gearbeitet werden, wenn der Nachweis erbracht wurde, dass der Horizont nicht mit Suspension verfüllt werden kann. Dies ist der Fall, wenn das eingebrachte Suspensionsvolumen das Fünffache des theoretischen Volumens in dem betreffenden Bereich übersteigt. Wird also ein Verlusthorizont festgestellt, muss das Suspensionsvolumen, das für die Verpressung der nächsten ein bis zwei Meter ins Bohrloch eingebracht wird, das Fünffache der Sollmenge für diesen Bereich überschreiten, bevor ein Stopfmittel eingebaut werden darf. Die Horizonte müssen dann möglichst genau und kleinräumig mit Stopfmitteln, meist aus Kies oder Sand überbrückt werden. Da diese Stopfmittel höhere Durchlässigkeiten als die Suspension aufweisen, ist es wichtig, dass diese nur in dem lokalisierten Verlusthorizont und nicht in darüber liegende Dichtschichten eingebracht werden.

Mit allen derzeit am Markt verfügbaren Systemen zur automatischen Abdichtungsüberwachung, die die Anforderungen nach LQS EWS, Stand März 2015 erfüllen, kann der Suspensionsspiegel und somit der Verlusthorizont detektiert werden. Die folgende Vorgehensbeschreibung bezieht auf die nachgelagerten und unbedingt notwendigen Schritte. Unerlässlich ist, dass die eingebrachten Stopfmittel tiefengerecht detektiert und immer in Verbindung mit Suspension eingebaut werden. Die Suspension im Porenraum sorgt zum einen für einen guten Wärmeübertrag und dichtet zusätzlich ab. Mit dem folgenden Vorgehen soll gewährleistet werden, dass immer alle Grundwasserstauer wieder hergestellt werden.

Der Ansatz beginnt erst mit dem Auftreten von Verlusten oder mit dem Erreichen der Hilfsverrohrung. Da Bereiche, in denen Klüfte und Spalten auftreten, oft verrohrt werden, ist beim Ausbau der Verrohrung ein besonderes Augenmerk auf die korrekte Hinterfüllung in diesem Bereich zu legen. Es ist zu beachten, dass grundsätzlich eine Möglichkeit zum Einbau der Suspension in die betroffenen Horizonte auf der Baustelle vorhanden sein muss. Lösungen dafür können sein:

1. Der Verpressschlauch wird gezogen und steht dann in der gewünschten Tiefe zur Verfügung.
2. Es wird eine am Verpressschlauch angebrachte Stahllanze eingebaut.
3. Es wird ein Verpressgestänge eingebaut.

Ablaufschema zur Arbeitsanweisung zur Verfüllung von Erdwärmesondenbohrungen beim Auftritt von Suspensionsverlusten



Arbeitsanweisung zur Verwendung von mehreren Verpressschläuchen, Verpresslanze oder Verpressgestänge beim Verfüllen von Erdwärmesondenbohrungen

gemäß Leitlinie 3.7.1 (LQS EWS, März 2015)

Entscheidend für eine funktionierende Abdichtung und ordentlichen Hinterfüllung von Erdwärmesondenbohrungen ist, dass die Suspension über die komplette Länge der Bohrung den richtigen Wasser-/ Feststoffgehalt und somit die richtige Dichte besitzt.

Da Wasserzutritte in einer Bohrung zu Mischzonen zwischen Wasser und Suspension führen, ist es zwingend erforderlich, dass bei Austritt der Suspension aus der Bohrung die Dichte gemessen wird. Diese muss nahezu der Dichte der zuerst eingebrachten Baustoffsuspension entsprechen. Ist dies nicht der Fall, muss so lange weiter verfüllt werden, bis die Dichte der Suspension am Eintritt in die Bohrung und am Austritt übereinstimmen.

Bei der Verfüllung mit mehr als einem Injektionsschlauch bzw. mit einem in der Höhe verfahrbaren Suspensionsaustritt ist ein besonderes Augenmerk darauf zu legen, dass die Suspension immer unterhalb des Suspensionsspiegels bzw. unterhalb eventueller Mischzonen eingebracht wird.

Da ab einer gewissen Tiefe der Bohrungen, je nach Material, oder bei Verlusthorizonten mehrere Verpressleitungen eingebaut werden müssen, muss folgendes beachtet werden:

1. Wird beim Verfüllen von Erdwärmesondenbohrungen eine tiefe Bohrung oder eine Störzone durch einen weiter oben angebrachten Verpressschlauch weiter verfüllt, muss beim Fortsetzen der Verpressung der Suspensionsstand der im Bohrloch bereits eingebrachten und unvermischten Suspension oberhalb des Austritts des oben angebrachten Verpressschlauches liegen. Dieses Vorgehen ist durch das System zur automatischen Abdichtungsüberwachung nachzuweisen. Bei einem System, dass mit Druckmessungen arbeitet (z.B. die Systeme DBO 3 und Michalik) ist dazu eine Dichtemessung in dem betreffenden Abschnitt erforderlich und bei dem System, das die magnetische Suszeptibilität der eingebrachten Baustoffsuspension misst (z.B. CEMTRAKKER), ist das Erreichen eines Mindestmesswertes (Messwert von über 2) nachzuweisen.

2. Wird ein Verpressgestänge oder eine fahrbare Lanze verwendet, ist der Suspensionsstand vor jedem Verändern des Suspensionsaustritts analog zu Punkt 1 zu kontrollieren, zu dokumentieren und der Austritt entsprechend so anzupassen, dass er oberhalb des Gestänges oder der Lanze liegt.
3. Für den Ausbau der Hilfsverrohrung stehen zwei Möglichkeiten zur Verfügung:
 - 3.1 Die Bohrung wird bis GOK verfüllt und die Dichte der austretenden Suspension wird kontrolliert. Nun wird nach jedem Ausbau eines Rohres der Suspensionsspiegel kontrolliert und aufgefüllt. Sackt die Suspension durch Verlustzonen weiter als die Unterkante der Hilfsverrohrung ab, ist der Suspensionsspiegel über das Messgerät zur automatischen Abdichtungsüberwachung zu kontrollieren. Beim weiteren Vorgehen ist die Arbeitsanweisung „Verfüllung von Erdwärmesonden beim Auftritt von Suspensionsverlusten“ zu beachten.
 - 3.2 Ist die Suspension an der Unterkante der Hilfsverrohrung angekommen, ist mindestens die doppelte Strecke der geplanten Ausbaulänge der Hilfsverrohrung zu füllen. Wird also z.B. geplant, 10 m Hilfsverrohrung zu ziehen, müssen 20 m der Rohre mit Baustoffsusension verfüllt werden. Beim weiteren Vorgehen ist die Arbeitsanweisung „Verfüllung von Erdwärmesonden beim Auftritt von Suspensionsverlusten“ zu beachten.