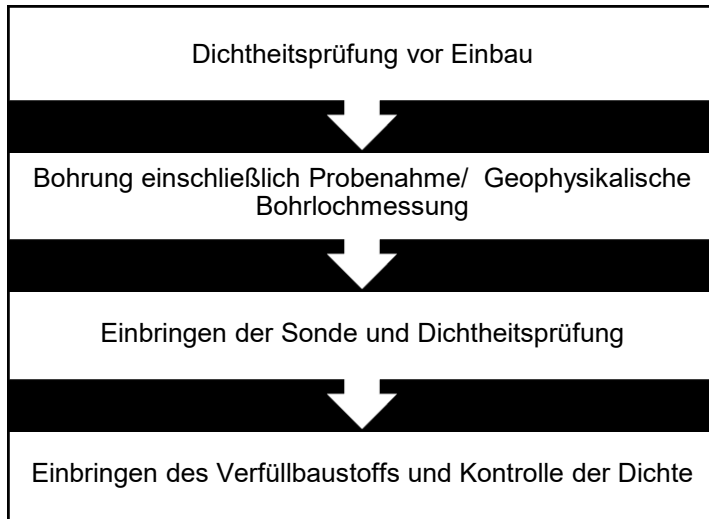


Ergänzende Hinweise zu Prüfschritten während der Bauausführung (Erdwärmesonden)

Die nachfolgende Abbildung zeigt die wesentliche Schrittabfolge bei der Errichtung der Erdwärmesonden einschließlich der erforderlichen Prüfschritte, die es im Sinne des vorsorgenden Grundwasserschutzes einzuhalten gilt.



Dichtheitsprüfung vor Einbau der Sonde

Die Dichtheitsprüfung ist in der Regel werkmäßig erfolgt. Liegt kein Nachweis vor, ist diese vor dem Einbau durchzuführen.

Bohrung einschließlich Geophysikalischer Bohrlochmessung

Um Rückkopplungseffekte zwischen Vor- und Rückläufen zu minimieren, sind alle 3 m innere Abstandshalter einzubauen. Der Einbau von Zentrierungen des Sondenbündels (äußere Abstandshalter) ist nicht realistisch, da die technische Umsetzung in der Praxis kaum durchführbar ist (Zusammenschieben der Abstandhalter beim Einbau).

Bei Misserfolg einer Bohrung vor Einbau der Sonde ist das gesamte Bohrloch bis zur Geländeoberkante dauerhaft wasserdicht zu verpressen.

Bei der Bohrung sind alle 2 bis 3 m und bei Schichtwechsel Proben zu entnehmen. Zum Abgleich des Schichtenverzeichnisses ist das Ergebnisprotokoll der geophysikalischen Bohrlochmessung heranzuziehen. Im Regelfall sind pro Anlage eine geophysikalische Bohrlochmessung und ein Schichtenverzeichnis ausreichend. Sind mehrere Bohrungen pro Baustelle geplant, so ist die Bohrlochmessung an der ersten Bohrung vorzunehmen. Nach Auswertung des mit den Daten der Bohrlochvermessung präzisierten Schichtenverzeichnisses, ist der notwendige Umfang der Bohrarbeiten (Anzahl, Teufe) entsprechend der örtlichen Geologie neu zu berechnen und, bei Abweichungen zur ursprünglichen Planung, mit dem Auftraggeber (veränderter Kostenumfang) und der Genehmigungsbehörde abzustimmen. Die Ergebnisse sind zu dokumentieren.

Erst nach Auswertung des präzisierten Schichtenverzeichnisses sind die örtlichen Begebenheiten (Geologie und Höhe des Grundwasserstandes) bekannt. Nach Auswertung dieser Daten und dem Vergleich mit dem ursprünglichen Planungsansatz sind letztlich so auch geringere Bohrlochlängen für eine effektive Erdwärmennutzung möglich. Die Neubewertung und ggf. Anpassung der Bohrungen sind aus Sicht des vorsorgenden Grundwasserschutzes erforderlich, da dadurch der Eingriff in das Gestein und in Folge die Risiken für potentielle Wegsamkeiten zwischen Grundwasserleitern minimiert werden können.

Einbringen der Sonde und Dichtheitsprüfung

Die wichtigste Dichtheitsprüfung (Druck- und Durchflussprüfung) ist unmittelbar nach dem Einbau einer Sonde und vor Einbringen des Verfüllbaustoffs gemäß VDI-Richtlinie 4640, Blatt 2 vorzunehmen und durch ein Protokoll zu dokumentieren. Dadurch besteht zum einen die Möglichkeit, eventuelle Verletzungen beim Einbau der Sonde zu registrieren und die defekte Sonde sofort auszutauschen. Zum anderen ist der genannte Zeitpunkt unbedingt einzuhalten, da sich während des Wirkens des erhöhten Prüfdrucks und der damit verbundenen Querschnitts- und Längenänderung der Sonde, sich die Sonde frei im Bohrloch ausdehnen kann. Erfolgt die Druckprüfung nach Einbringen des Verfüllbaustoffs, kann der inzwischen im Abbinde-/Aushärtungsprozess befindliche Verfüllbaustoff verdrängt werden. Dadurch besteht die Gefahr, dass die hierbei verursachten Verformungen nach Abfall des Prüfdrucks nicht wieder vollständig reversibel sind, der Verfüllbaustoff die Sonde also nicht wieder wandschlüssig ummantelt und später an diesen Fehlstellen Wegsamkeiten des Grundwassers möglich sind. Zusätzlich ist der angestrebte vollständige Kontakt der Sonde an das umgebende Gestein nicht optimal gewährleistet (Entzugsleistung).

Sollte der Zeitpunkt verpasst werden, kann, entsprechend der Herstellerangaben des jeweiligen Produkts, die Druckprüfung erst frühestens 28 Tage nach Einbringen des Verfüllbaustoffs erfolgen.

Einbringen des Verfüllbaustoffs und Kontrolle

Nach Einbringen der Erdwärmesonde und der unmittelbar folgenden Dichtheitsprüfung, ist das Bohrloch ohne Unterbrechung von der Sohle aus nach oben mit einer grundwasserunschädlichen, dauerhaft wasserdichten und (frost-) beständigen Suspension (siehe Kapitel 5.2 Handlungsempfehlung Geothermie Brandenburg) zu verpressen (Kontraktorverfahren).

Nicht sachgerecht, abgedichtete Erdwärmebohrungen können hydraulische Verbindungen zwischen verschiedenen Grundwasserstockwerken schaffen. In Folge könnte beispielsweise verunreinigtes oberflächennahes Grundwasser in tiefere Grundwasserleiter gelangen oder salzhaltige Grundwässer aus tieferen Grundwasserleitern die oberflächennahen Grundwasserleiter verunreinigen.

Um einen Verfüllvorgang beginnen zu können, sind für die Anmischung Marshzahl, Suspensionstemperatur und Dichte zu bestimmen. Die auf der Baustelle ermittelten Daten müssen in dem vom Baustoffhersteller angegebenen Wertebereich liegen. Die Marshzahl sollte zwischen 50 s und 120 s liegen (s. VDI-Richtlinie 4640 Blatt 2). Der Wasser/ Feststoffwert laut Datenblatt des Herstellers ist beim Anmischen der Suspension einzuhalten. Parallel ist das Absetzmaß zu bestimmen.

Da das Ergebnis der Absetzmaß-Bestimmung jedoch erst nach drei Stunden ermittelt werden kann, muss es nicht bereits zum Start des Verfüllvorgangs vorliegen. Es dient vielmehr der Dokumentation. Weiterhin kann das Absetzmaß, welches an einer ersten Bohrung eines Vorhabens ermittelt wurde, für nachfolgende Verfüllungen als Eingangsparameter herangezogen werden. Das Absetzmaß nach 3 Stunden muss das

Qualitätskriterium von maximal 2 % erfüllen (vergleiche VDI 4640-2 (Gründruck)). Die vorherrschende Lufttemperatur ist als ergänzender Parameter ebenfalls zu erfassen, da sich insbesondere Materialeigenschaften mit der Temperatur ändern können. Sollte das Absetzmaß dem o. g. Kriterium nicht genügen, ist unverzüglich mit der zuständigen Wasserbehörde das weitere Vorgehen abzustimmen sowie die Ursache zu ermitteln und zu beheben (LAWA, 2019, Empfehlung 17).

Während des Verpressvorgangs ist eine Kontrolle des Verfüllbaustoffs durch den Bohrführer unabdingbar. Bei der Kontrolle wird die Menge und Dichte des eingepressten Materials für die Ringraumverfüllung kontinuierlich erfasst. Dafür werden im Intervall Proben entnommen und eine Suspensionsdichtigkeitsmessung (mit Spülungswaage, Aräometer oder durch Wägung eines definierten Volumens) durchgeführt. Der Verpressvorgang ist solange fortzuführen, bis die Dichte der aus dem Bohrloch austretenden Suspension der eingepressten Suspension entspricht (VDI 4640 Blatt 2, 2019). Der Vorgang ist zu protokollieren.

Die theoretisch erforderliche Menge an Verfüllbaustoff für die Ringraumabdichtung ist im Vorfeld zu berechnen und mit der tatsächlich zugeführten Menge des Verfüllbaustoffs zu vergleichen. Bei Bohrungen in Schichtprofilen mit großen Anteilen von Sand/Kies sind Aufweitungen im Bohrdurchmesser möglich (Kaliberausbrüche), was eine erhebliche Mengenänderung des einzubauenden Verfüllbaustoffs nach sich zieht. Bei Schichten mit hohem Kiesanteil können während des Spülbohrvorgangs unter Umständen große Hohlräume entstehen. Hier ist die Menge des ausgetragenen Bohrgutes in Zusammenhang mit dem Bohrfortschritt zu beobachten und zu protokollieren (Grundbruchgefahr!). Übersteigt die tatsächlich eingebrachte Suspension den errechneten Wert um das Doppelte, ist die zuständige Behörde zu informieren (siehe VDI-Richtlinie 4640 Blatt 2).