



SACHSEN-ANHALT

MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, WISSENSCHAFT UND DIGITALISIERUNG

MINISTERIUM FÜR UMWELT, LANDWIRTSCHAFT UND ENERGIE

Leitlinien Qualitätssicherung Bohrungen/ Erdwärmesonden

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	3
Ziele und Zielgruppen.....	3
0. Einzureichende Unterlagen	4
1. Bohrunternehmen, Versicherungsschutz und Bohrpersonal.....	6
Zertifizierung und gleichwertige Anerkennung.....	6
Versicherungsschutz	6
Qualifikation des Bohrpersonals und der Geräteführer	6
2. Bohrverfahren, Ausrüstung, geologische Ansprache und Dokumentation	7
Bohrlochdurchmesser	7
Ausrüstung auf der Bohrstelle und auf dem Bauhof	7
Dokumentation des Bohrvorgangs, Ansprache der Geologie und des Grundwassers.....	8
3. Baustoffe, Mischtechnik und Abdichtung	9
Anforderungen an Baustoffe	9
Anmischen der Baustoffsuspension	10
Einbau, Abdichtung und Dokumentation	10
Abdichten von Grundwasserstockwerken.....	11
Abdichtung bei Gasaustritten	12
Verfüllung von größeren Klüften und von Hohlräumen	12
Vorgehen bei Suspensionsverlusten	12
4. Geophysikalische Messungen und Bauüberwachung	12
Geophysikalische Messungen	12
Bauüberwachung.....	12
5. Stilllegung einer EWS.....	13
Quellen und Dank.....	13
Literatur	14
Mitglieder der Arbeitsgruppe:	16

Anlagen:

1. Erläuterungen zu den Leitlinien
2. Zuordnungstabelle - Gebiete mit erhöhten Anforderungen an die Bohrtechnik
3. Kritischer Stockwerksbau mit Fallbeispielen
4. Beispiele für Arbeitsanweisungen
5. Anforderungen an eine hydrogeologische Stellungnahme für Erdwärmesondenanlagen

Einleitung

Die nachfolgenden Leitlinien wurden für Erdwärmebohrungen entwickelt. Wenn nicht besonders hervorgehoben, gelten sie auch für alle anderen Erdaufschlüsse ab 10 m Tiefe, darunter fallen u.a. Brunnenbohrungen, Erkundungsbohrungen für die Lagerstättengeologie, Baugrundbohrungen. In den nachfolgenden Leitlinien wird der Spezialfall der Bohrungen, die über 100 m in den Erdboden eindringen nicht explizit behandelt, die Leitlinien gelten aber auch für diese, mit der Maßgabe, dass diese Bohrungen zusätzlich nach §127 BBergG beim LAGB angezeigt werden müssen.

Das seit 2009 geltende Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG) verpflichtet Bauherren, zur Wärmeversorgung ihrer neu zu errichtenden Gebäude, erneuerbare Quellen wie Solarthermieanlagen, Wärmepumpen, Biomassekessel und andere einzusetzen. Jährlich werden in Sachsen-Anhalt mehrere hundert Erdwärmesonden (EWS) gebaut. Die Anlagen variieren von einer Sonde bis mehrere Dutzend Sonden. Bundesweit sind Anlagen mit mehreren hundert Sonden bekannt.

Irritationen über die Sicherheit der oberflächennahen Geothermie sind durch bundesweit bekannte und aktuelle Schadensfälle eingetreten. Um ähnliche Vorkommnisse in der Zukunft möglichst zu vermeiden und gleichzeitig sicherzustellen, dass die Nutzung der Geothermie in weitem Rahmen möglich bleibt, wurden durch eine Arbeitsgruppe, bestehend aus Vertretern verschiedener Behörden des Landes Sachsen-Anhalt (Ministerium für Wirtschaft, Wissenschaft und Digitalisierung (MW), Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft und Energie (MULE), Landesamt für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt (LAGB), Landesamt für Umweltschutz (LAU) sowie untere Wasserbehörden der Landkreise nachfolgende Leitlinien entwickelt, welche speziell an die geologischen Verhältnisse in Sachsen-Anhalt angepasst sind. Grundlage für diese Leitlinien bilden das im Juli 2013 herausgegebene DVGW–Arbeitsblatt W 120-2(A) „Qualifikationsanforderungen für die Bereiche Bohrtechnik und oberflächennahe Geothermie (Erdwärmesonden)“ sowie in Baden-Württemberg entwickelte Leitlinien [BW 2012, BW 2015], welche dort bereits seit mehreren Jahren erfolgreich in der Praxis angewendet werden.

Ziele und Zielgruppen

Ziel ist, die Qualität bei der Herstellung von Bohrungen und insbesondere EWS-Anlagen zu verbessern und damit das Risiko für Schäden durch Geothermiebohrungen zu minimieren. Die Qualität einer EWS-Anlage wird durch die richtige Dimensionierung des Gesamtsystems und durch eine fachgerechte Bauausführung bestimmt. Grundlage hierfür ist eine durchdachte Vorplanung mit Berücksichtigung des zu erwartenden geologischen und hydrogeologischen Baus, u.a. mit einem prognostischen Bohrprofil. Hinweise auf hydrogeologisch/geotechnische Risiken gibt das Informationssystem Oberflächennahe Geothermie des Landes Sachsen-Anhalt

(<http://www.geodaten.lagb.sachsen-anhalt.de/lagb/>).

Zur Minimierung der Bohr- und Ausbaurisiken werden im Folgenden Leitlinien formuliert, die allen Baubeteiligten zur Einhaltung empfohlen werden. Sie bilden die Grundlage für die wasserrechtliche Entscheidung der unteren Wasserbehörden (UWB) und der bergrechtlichen Entscheidungen des LAGB.

Für einen Teil der Leitlinien ist ein eingeschränkter Geltungsbereich in Abhängigkeit der jeweiligen geologischen und hydrogeologischen Situation in der beigefügten „Zuordnungstabelle – Gebiete mit erhöhten Anforderungen an die Bohrtechnik“ (siehe Anlage 2) übersichtsmäßig dargestellt. Diese Formulierung oder auch die im nachfolgenden Text verwendete Formulierung „Gebiete mit ungünstigen geologisch/ hydrogeologischen Bedingungen“ beziehen sich auf Bereiche, für die ein erhöhtes Risiko in der Bauausführung bzw. in der Langzeitsicherheit der Bohrungen/ Erdwärmesonden besteht. In Anlage 2 sind die berücksichtigten geologischen/ hydrogeologischen Randbedingungen aufgeführt und werden flächenmäßig im Geothermieportal nach der im LAGB vorhandenen Datenlage dargestellt.

Grundsätzliche Anforderungen in den Leitlinien bedeuten, dass sie eingehalten werden sollten, aber begründete Ausnahmen nach Prüfung durch die untere Wasserbehörde und ggf. das LABG möglich sind.

Die aufgeführten technischen Anforderungen an Bauausführung, Dokumentation und Betrieb von Erdwärmesonden sind Stand der Technik und nach Bergrecht entsprechend einzuhalten. Um Risiken von Planungs- und Ausführungsfehlern zu vermeiden, sollten diese Anforderungen bei sämtlichen Bohr- und Ausbauarbeiten, auch denen, die nicht dem Bergrecht unterliegen, eingehalten werden.

Ausführliche fachliche Erläuterungen zu den einzelnen Leitlinien sind in Anlage 1 enthalten bzw. können im Geothermieportal des Landes Sachsen-Anhalt

(<http://www.geodaten.lagb.sachsen-anhalt.de/lagb/>) nachgelesen werden.

Anmerkung:

- Die in den nachfolgenden Leitlinien aufgeführten Personenbezeichnungen gelten sowohl für männliche als auch für weibliche Personen.

0. Einzureichende Unterlagen

0.1 Erdaufschlüsse, die so tief in den Boden eindringen, dass sie sich unmittelbar oder mittelbar auf die Bewegung, die Höhe oder die Beschaffenheit des Grundwassers auswirken können, sind der zuständigen Behörde einen Monat vor Beginn der Arbeiten anzuzeigen (§ 49 WHG).

Die zuständige untere Wasserbehörde wird dann anhand der Bauart und der örtlichen Gegebenheiten entscheiden, ob Bohrungen am Standort aus wasserrechtlicher Sicht zulässig sind beziehungsweise ob gegebenenfalls eine wasserrechtliche Erlaubnis für das Vorhaben nach § 8 WHG erforderlich ist.

Anlagen, die unter die Verordnung der VAwS LSA (Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen) fallen, sind zudem 6 Wochen vor Baubeginn bei der zuständigen unteren Wasserbehörde anzuzeigen. Das betrifft Anlagen im Bereich der gewerblichen Wirtschaft und öffentlicher Einrichtungen.

Mindestens 14 Tage vor Bohrbeginn ist die Anzeige für die Erfüllung des Bergrechts und des Lagerstättengesetzes an das Landesamt für Bergwesen zu richten.

0.2 Folgende Unterlagen sind für die Anzeige des geplanten Bohrvorhabens erforderlich:

Anzeige der Bohrung über <http://www.geodaten.lagb.sachsen-anhalt.de/lagb/> oder die Formblätter der Wasserbehörden

Anlagen:

- Zustimmung des Grundstückseigentümers, wenn Antragsteller nicht Eigentümer ist
- Lageplan (z.B. Flurkarte M 1:1000, Kopie Auszug aus Liegenschaftskataster) mit Eintrag der Lage der Erdwärmeanlage,
- Qualifikationsnachweis/ Sachkundenachweis für Unternehmen und Personal (nach DIN EN ISO 22475-2, DVGW Arbeitsblatt W 120-2A),
- Datenblatt der verwendeten Spülung mit Einschätzung der Wassergefährdung, die Vorgaben des DVGW Merkblattes W 116 sind einzuhalten,
- Datenblatt des verwendeten Verfüllmaterials, bei Eigenmischungen ist die exakte Rezeptur und die technologische Herstellung reproduzierbar darzulegen,
- Beschreibung der zu erwartenden Schichtenfolge (Vorprofil nach DIN EN ISO 14688-1 bzw. 14689-1 und DIN 4023),
- **siehe Zuordnungstabelle:** für Gebiete mit besonderen geologischen/ umweltrelevanten Bedingungen – zusätzlich zum Vorprofil hydrogeologische Stellungnahme mit Bewertung des Vorhabens hinsichtlich Grundwasser- und Umweltschutz bzw. Schutz von Dritten entsprechend Anlage 5
- **siehe Zuordnungstabelle:** für Gebiete mit zu erwartendem Altbergbau – Stellungnahme des LAGB

Für Erdwärmesonden zusätzlich:

- Sicherheitsdatenblatt der Wärmeträgerflüssigkeit (als Wärmeträgermittel dürfen nur wässrige Lösungen der WGK 1 oder nicht wassergefährdende Stoffe verwendet werden),
- Datenblatt des verwendeten Verfüllmaterials,
- Prüfzertifikat des Sondenherstellers,
- Heizleistung, Jahresbetriebsstunden, Jahresarbeitszahl der Wärmepumpe
- Nachweis über Bemessung der Erdwärmeanlage (bei Anlagen >30 kW)

0.3 Nach Fertigstellung der Bohrung bzw. vor Inbetriebnahme der Anlage ist eine Dokumentation den zuständigen Behörden zu übergeben. Diese umfasst:

- Bestätigung der planmäßigen Durchführung der Arbeiten oder aber eine Beschreibung etwaiger Abweichungen vom geplanten und angezeigten Vorgehen,
- Schichtenverzeichnis (nach DIN EN ISO 14688 bzw. EN ISO 14689-1 – vormals DIN 4022),
- Ausbauezeichnung und Bohrprofil mit Grundwasseranschnitt (nach DIN 4023), Protokoll der Grundwassermessung,
- Koordinaten in ETRS89/UTM32-N LS 489 oder Gauß-Krüger-LS 110 und Höhe der Bohransatzpunkte oder entsprechend detaillierte Karten,
- ggf. Angaben zu Leitfähigkeitsmessungen,
- Angaben zu Spülungsverlusten,

- Angaben zu Besonderheiten,
- ggf. Logs und Untersuchungsergebnisse (Bohrlochgeophysik, Thermal Response-Tests u.ä.)

Für Erdwärmesonden zusätzlich:

- qualifizierte Verfüllprotokolle
- Druck-/Dichtheitsprotokolle der Sonden

Die Behörde kann im Einzelfall weitere Unterlagen fordern.

1. Bohrunternehmen, Versicherungsschutz und Bohrpersonal

Zertifizierung und gleichwertige Anerkennung

- 1.1** Für Geothermiebohrungen sollten nur Bohrunternehmen beauftragt werden, die als Fachfirmen nach DVGW W 120-2(A) (ehemals DVGW W 120) bzw. für Brunnenbohrungen nach DVGW W 120-1 zertifiziert sind oder sich derzeit im Zertifizierungsprozess befinden oder die im DVGW W 120-1/2(A) festgelegten Anforderungen gleichwertig erfüllen, z. B. der ausbildungsberechtigte Brunnenbauermeister.

Der Bauherr sollte sich entsprechende Nachweise vorlegen lassen.

Versicherungsschutz

- 1.2** Die Bohrfirma, die mit der Durchführung der Arbeiten beauftragt wird, sollte über eine Haftpflichtversicherung in Höhe von mind. 5 Mio. € Deckungssumme verfügen. Für erhöhte Georisiken (Altbergbau, Sulfat- bzw. Salzgesteine, artesische Verhältnisse oder Gasführung) sollte grundsätzlich ein geeigneter Versicherungsschutz gewährleistet werden. Der Bauherr sollte über eine verschuldensunabhängige Versicherung mit einer Deckungssumme in Höhe von mind. 1 Mio. Euro zur Abdeckung etwaiger durch die Bohrung verursachter Schäden verfügen.

Qualifikation des Bohrpersonals und der Geräteführer

- 1.3** Auf der Baustelle sollte nur entsprechend qualifiziertes Fachpersonal eingesetzt werden.

2. Bohrverfahren, Ausrüstung, geologische Ansprache und Dokumentation

Bohrverfahren

- 2.1.1** Die Durchführung des Bohrprojektes obliegt dem Bohrunternehmer. Er wählt das an die Geologie und an die zu erreichende Teufe angepasste Bohrverfahren, bestimmt den Bohrablauf sowie das eingesetzte Bohrgerät (ATV DIN 18301, ATV DIN 18302, DVGW-Regelwerk). Die Auswahlentscheidung sollte dokumentiert werden.
- 2.1.2 siehe Zuordnungstabelle:** Für das sichere Abteufen der Bohrung sollte das Bohrunternehmen dem Bohrgeräteführer Arbeitsanweisungen aushändigen, welche auf der Baustelle vorzuhalten und zu beachten sind.
- 2.1.3** Nach der VDI-Richtlinie 4640 sollte bei Erdwärmesonden zur Grundstücksgrenze ein Abstand von 5 m eingehalten werden. Damit kann im Regelfall sichergestellt werden, dass die Erdwärmenutzung keiner Bergbauberechtigung bedarf.

Bohrlochdurchmesser

- 2.2.1** Der Bohrlochdurchmesser sollte in Abhängigkeit von der jeweiligen geologisch/hydrogeologischen Situation und der einzubringenden Ausrüstung festgelegt werden.
- 2.2.2** Anzahl und Länge eventuell erforderlicher Verpressschläuche, -gestänge oder -lanzen sollten an die jeweilige geologisch/hydrogeologische Situation angepasst werden.

Ausrüstung auf der Bohrstelle und auf dem Bauhof

- 2.3.1** An der Bohrstelle sollten mindestens zwei Mitarbeiter der Bohrfirma tätig sein, davon muss einer der qualifizierte Bohrgeräteführer sein.
- 2.3.2** Die Container für das ausgetragene Bohrgut sollten für die unmittelbare Probenahme gut einsehbar und sofort erreichbar sein.
- 2.3.3** Pneumatische Schlauchpacker oder in der Wirkung vergleichbare Systeme, die an die eingesetzte Bohrtechnik angepasst sind, Zusätze für eine schwere Spülung, Preventer und Absperreinrichtungen sollten so vorgehalten werden, dass sie jederzeit kurzfristig einsetzbar sind.
- 2.3.4 siehe Zuordnungstabelle:** An der Bohrstelle sollte mindestens ein pneumatischer Packer oder in der Wirkung vergleichbare Systeme vorgehalten werden, die bei unvorhergesehenen Problemen (z.B. Antreffen eines Artesers, Wasserzutritte, Hohlräume oder Gasaustritte) umgehend eingesetzt werden können. Lichtlot und Feinmessmanometer bzw. Druckmessdose sollten ebenfalls auf der Bohrstelle vorhanden sein, um Wasserspiegellagen und Druckpotentiale im offenen Bohrloch bestimmen zu können.

2.3.5 siehe Zuordnungstabelle: Sind Gasaustritte während der Bohr- und Ausrüstungsarbeiten zu erwarten, sollten regelmäßige bohrbegleitende Gasmessungen durchgeführt und dokumentiert werden.

2.3.6 siehe Zuordnungstabelle: Sind salzhaltige Grundwässer nicht auszuschließen, sollte die Leitfähigkeit der Spülung regelmäßig gemessen und dokumentiert werden.

Dokumentation des Bohrvorgangs, Ansprache der Geologie und des Grundwassers

2.4.1 Die bei der Bohrung angetroffene Schichtenfolge sollte durch eine sorgfältige Probenahme (Beprobung gemäß EN ISO 22475-1), Aufnahme der Schichtenfolge (gemäß EN ISO 14688-1, EN ISO 14688-2 und EN ISO 14689-1), deren Darstellung (gemäß DIN 4023) sowie durch eine geologische Gliederung des Bohrprofils dokumentiert werden. Ergänzend sollten die Grundwasserstände in die Darstellung der Schichtenfolge eingetragen werden.

2.4.2 Besonderheiten, wie z.B. hohe Spülungsverluste, Auftreten von Hohlräumen, Gasaustritte, hohe Grundwasserdrücke, höher mineralisierte Wässer sollten dokumentiert werden. Bei besonders ungewöhnlichen Verhältnissen sollte sofort die untere Wasserbehörde bzw. das LAGB informiert werden.

2.4.3 siehe Zuordnungstabelle: Beim Antreffen von Artesern oder kritischem bzw. unklarem Stockwerksbau sollten ein pneumatischer Schlauchpacker oder in der Wirkung vergleichbare Systeme, Feinmessmanometer bzw. Druckmessdose und ein Lichtlot eingesetzt werden, um die Wasserspiegellagen (angebohrt und Ruhewasserstand) und die Druckpotentiale zu dokumentieren.

2.4.4 Die Dokumentation zur Geologie/ Hydrogeologie ist nach §4 Lagerstättengesetz für die Erfassung in der Bohrdatenbank des LAGB zur Verfügung zu stellen.

3. Baustoffe, Mischtechnik und Abdichtung

Anforderungen an Baustoffe

3.1.1 Die Verfüllbaustoffe sollten so beschaffen sein, dass die geforderte Durchlässigkeit des Systems Erdwärmesonde während der gesamten Lebensdauer gewährleistet ist. Dies beinhaltet auch eine dauerhafte, kraftschlüssige Anbindung des Verfüllbaustoffes an die eingebauten Sondenrohre. Durch baustofftechnische Untersuchungen durch eine zugelassene Prüfstelle sollte nachgewiesen werden, dass der Baustoff weniger als die erlaubte maximale Durchlässigkeit aufweist sowie Mindestanforderungen an die Suspensionsdichte unter Angabe des dazugehörigen Wasser-/Feststoffwertes, die Suspensionsstabilität und die Rheologie, die Druckfestigkeit und die Hydratationswärme erfüllt. Die wasserhygienische Unbedenklichkeit sollte durch ein Hygienezeugnis nachgewiesen werden. Die Gleichwertigkeit von Eigenmischungen zu werkseitig hergestellten Fertigbaustoffen sollte durch entsprechende baustofftechnische Untersuchungen durch ein akkreditiertes Institut für die Baustelle nachgewiesen werden.

3.1.2 Die EWS-Anlage sollte so dimensioniert und betrieben werden, dass ein Einfrieren des Untergrundes und damit eine Frost-Tauwechsel-Beanspruchung der Ringraumabdichtung oder des Gebirges nicht erfolgen kann. Anderenfalls sollte der Nachweis der Frost-Tau-Wechsel-Beständigkeit des Verfüllmaterials erbracht werden.

siehe Zuordnungstabelle: In Gebieten mit kritischem Stockwerksbau sollte gewährleistet sein, dass sowohl Verfüllung als auch Gebirge nicht im Sondenbetrieb befrosten werden.

3.1.3 siehe Zuordnungstabelle: Bei betonaggressiven Grundwässern und Böden nach DIN 4030-1/ DIN EN 206-1 sollte ein Baustoff mit hohem chemischen Widerstand gegen die vorhandenen betonaggressiven Stoffe verwendet werden. Für die im Geothermieportal LSA ausgewiesenen Flächen mit erhöhten Sulfatgehalten im Grundwasser und bei Antreffen von Sulfatgesteinen sollte ein geprüft sulfatbeständiger Baustoff eingesetzt werden. Bei sehr hohen Sulfat- (> 3000 mg/l) bzw. Chloridgehalten (> 10.000 mg/l) sollte eine Wasserprobe entnommen und analysiert und der Nachweis der Eignung des Verfüllbaustoffes durch eine zugelassene Prüfstelle geführt werden.

3.1.4 siehe Zuordnungstabelle: Für Erdwärmesonden in Gebieten mit erhöhten Anforderungen an die Bohrtechnik und in Wasserschutzgebieten sollte nachweisbares (z.B. dotiertes) Hinterfüllmaterial verwendet werden, um eine Kontrolle der Hinterfüllung mittels Bohrlochgeophysik zu erlauben.

Anmischen der Baustoffsuspension

- 3.2.1** Das Abdichtungsmaterial sollte nach den Angaben des Herstellers gemischt werden (siehe Datenblatt Baustoffhersteller). Dabei sollte das Material vollständig aufgeschlossen und durchmischt werden. Die Angaben des Herstellers zur Mischtechnik sollten beachtet werden. Für Eigenmischungen sollten die Anmischungen in Gleichwertigkeit zu den typischen Angaben der Datenblätter beschrieben werden.
- 3.2.2** Beim Einsatz von Bohrspülungen sollte die Suspensionsdichte der verwendeten Suspension mindestens $0,3 \text{ g/cm}^3$ größer als die Dichte der eingesetzten Bohrspülung sein. Dies sollte durch Dichtemessungen nachgewiesen und dokumentiert werden.
- 3.2.3** Ein Absetztest sollte durchgeführt und dokumentiert werden, dabei sollte sich auf der Suspension weniger als 2% Wasser absetzen. Ein hohes Absetzmaß an Wasser deutet auf ein potentielles Entmischen der Suspension hin.
- 3.2.4** Eine Rückstellprobe des Abdichtungsmaterials sollte genommen und kühl und trocken gelagert und mindestens bis zum Ende der Gewährleistungsfrist aufbewahrt werden.
- 3.2.5** Für die Herstellung der Verfüllsuspension mit werksseitig hergestellten Fertigbaustoffen sollte die Anmischung mit Wasser gemäß den Herstellerangaben sichergestellt werden. Wird kein Trinkwasser verwendet, sollte die Eignung des Wassers gemäß den Vorgaben der DIN EN 1008 nachgewiesen werden. Bei Eigenmischungen sollte das Anmischwasser definiert werden.

Einbau, Abdichtung und Dokumentation

- 3.3.1** Vor Einbau der Sonde sollte eine visuelle Überprüfung auf tiefere Kerben und mögliche Transportschäden der herstellerseitig druckgeprüften Sonde erfolgen.
- 3.3.2** Die wassergefüllten Sonden sollten zusammen mit einem oder mehreren Verpressschläuchen bzw. Verpressgestänge oder -lanze hängend über die ganze Länge eingebaut werden. Das Sondenbündel sollte von einer gebremsten Haspel oder mit einem Injektionsgestänge oder einer anderen geeigneten technischen Vorrichtung abgelassen werden.
- 3.3.3** Das Bohrloch sollte ohne zeitliche Verzögerung unmittelbar im Anschluss an die Bohrarbeiten und eventuell notwendiger Messungen (z.B. Grundwasserstand und Druckpotential) nach Einbau der Sondenrohre tagesgleich im Kontraktorverfahren von unten nach oben abgedichtet werden. Das Verfüllen von Bohrungen für Erdwärmesonden mit Bohrgut ist in der Regel nicht zulässig.

- 3.3.4** Während des Abdichtungsvorganges im Bohrloch sollten Volumen und Suspensionsspiegel der Baustoffsuspension vom Bohrlochtiefsten aufwärts überwacht und dokumentiert werden.
- 3.3.5** Während des Abdichtungsvorgangs sollte der Wasser-/Feststoffwert und die Suspensionsdichte dokumentiert werden, indem regelmäßige Dichtemessungen der Suspension mit einem Soll/Ist-Vergleich durchgeführt werden. Bei Einsatz eines Chargenmischers sollte die Suspensionsdichte je Charge bestimmt und dokumentiert werden.
- 3.3.6** Der Abdichtungsvorgang sollte erst dann abgeschlossen werden, wenn die Dichte der aus der Bohrung austretenden Suspension mit der Dichte der angesetzten Suspension übereinstimmt. Der Abschluss der Verfüllung sollte entsprechend dokumentiert werden. Bei erheblichem Mehrverbrauch an Verfüllmaterial (doppelte Menge des geplanten) ist die untere Wasserbehörde zu informieren.
- 3.3.7** Die Pumpe zum Einbringen des Baustoffes im Kontraktorverfahren sollte ausreichend dimensioniert sein.
- 3.3.8** Eine Druckprüfung der Erdwärmesonde sollte entweder vor Einbringen des Hinterfüllmaterials oder in der Frischsuspensionsphase erfolgen oder kann vorgenommen werden, wenn der Baustoff bei Bodentemperatur eine ausreichende Druckfestigkeit in Höhe von 1 N/mm² erreicht hat. Eine ausreichende Abbindezeit (nach Angaben des Herstellers oder mind. 28 Tage) sollte dann eingehalten werden.
- 3.3.9** Mit der Herstellung einer weiteren Sondenbohrung sollte erst begonnen werden, wenn der aushärtende Baustoff in der bereits abgedichteten Bohrung nicht negativ beeinträchtigt wird.
- 3.3.10** Die untere Wasserbehörde definiert in ihrer Entscheidung ggf., wie Suspensionen der Verfüllung und Spülungen auf der Bohr- /Baustelle zu behandeln sind bzw. entsorgt werden müssen.

Abdichten von Grundwasserstockwerken

- 3.4.1** Bei Grundwasserverhältnissen mit größeren Potentialdifferenzen (gespanntes Grundwasser oder Wasserbewegungen von oben nach unten) ist ein Grundwasserfließen vor dem Verfüllvorgang durch geeignete Maßnahmen zu unterbinden.
- 3.4.2** Bei mehreren Grundwasserstockwerken hat die Abdichtung gezielt stockwerksbezogen zu erfolgen, beispielsweise durch den Einbau zusätzlicher Verpressschläuche, Packer oder Verwendung einer beweglichen Verpresslanze.

Abdichtung bei Gasaustritten

3.5 Bei Abdichtung von Gasaustritten sollten die den Zement angreifenden Eigenschaften der Gase berücksichtigt werden. Der Baustoff zur Hinterfüllung sollte der DIN 4030 genügen.

Verfüllung von größeren Klüften und von Hohlräumen

3.6.1 Bei Hohlräumen sollte die Abdichtung gezielt durch den Einbau zusätzlicher Verpressschläuche oder Verwendung einer Verpresslanze erfolgen.

3.6.2 Bei Verwendung von Tonpellets als Ringraumabdichtung sollte die Misch- und Pumpenanlage im Vorfeld sorgfältig geplant und ausreichend dimensioniert werden.

3.6.3 Beim unerwarteten Antreffen größerer Hohlräume sind die untere Wasserbehörde bzw. das LAGB zu informieren.

Vorgehen bei Suspensionsverlusten

3.7 Bei Suspensionsverlusten oder Einsatz von Stopfmitteln sollte gemäß der Arbeitsanweisung „Verpressen des Bohrloches“ (Suspensionsverluste -siehe Anlage 4) verfahren werden. Neben dem Einsatz von Stopfmitteln können auch Schlauchkonstruktionen angewendet werden.

4. Geophysikalische Messungen und Bauüberwachung

Geophysikalische Messungen

4.1.1 siehe Leitlinie 3.1.4

4.1.2 Erdwärmesonden sollten für bohrlochgeophysikalische Messungen grundsätzlich zugänglich gehalten werden. Der Mindestinnendurchmesser der Sondenrohre soll 25 mm betragen. Für EWS-Felder, die überbaut werden, sollten angepasste Konzepte entwickelt oder Vorkehrungen getroffen werden, die eine Messung ermöglichen.

Bauüberwachung

4.2.1 **siehe Zuordnungstabelle:** Bei Bohrungen in Trink- bzw. Heilwasser-Schutzzonen sollte im Regelfall eine geologische Betreuung bzw. Überwachung durch einen unabhängigen Sachverständigen erfolgen. Die Betreuung bzw. Überwachung kann bspw. durch den angestellten European Geologists oder den ö.b.u.v. Sachverständigen erfolgen, sofern dieser nicht den Weisungen der ausführenden Bohrfirma unterliegt und eigenverantwortlich entscheidet.

Der Sachverständige sollte sich zu den wichtigen Arbeitsschritten je nach Kenntnis über die geologischen und hydrogeologischen Untergrundverhältnisse mit der unteren Wasserbehörde und dem LAGB abstimmen. Die ordnungsgemäße Durchführung aller Arbeiten sollte nach deren Abschluss dokumentiert und gegenüber der unteren Wasserbehörde durch den Sachverständigen schriftlich bestätigt werden.

- 4.2.2** Die untere Wasserbehörde kann auch außerhalb von Wasserschutzgebieten bei besonders schwierigen Randbedingungen eine unabhängige Bauüberwachung durch einen Sachverständigen verlangen.

5. Stilllegung einer EWS

- 5.1** Sofern eine EWS dauerhaft außer Betrieb genommen wird, sollte das vorhandene Gemisch (Wärmeträgermittel) fachgerecht/ ordnungsgemäß ausgespült und entsorgt und die EWS mit Wasser gefüllt werden. Die Stilllegung ist der unteren Wasserbehörde im Vorfeld anzuzeigen. Sonstige Grundwasseraufschlüsse (Brunnen, Messstellen etc.), welche dauerhaft nicht mehr genutzt werden, sind fachgerecht unter Beachtung der einschlägigen Regelwerke durch eine Fachfirma rückzubauen. Das Vorhaben ist der unteren Wasserbehörde im Vorfeld unter Vorlage einer Rückbaukonzeption anzuzeigen.
- 5.2** Falls eine Ringraumabdichtung im Laufe der Zeit undicht werden sollte und zu einem sanierungsbedürftigem Schaden führt, ist mit den zuständigen Behörden der notwendige Handlungsbedarf hinsichtlich möglicher Sanierungsverfahren zu prüfen.

Quellen und Dank

Grundlage der Leitlinien Qualitätssicherung Erdwärmesonden in Sachsen-Anhalt sind die in 2011/2015 in Baden Württemberg entwickelten Leitlinien. Diese wurden in den Arbeitskreissitzungen „Qualitätssicherung Erdwärmesonden“ diskutiert, auf die Verhältnisse in Sachsen-Anhalt angepasst bzw. erweitert und zu einem Teil übernommen. Allen Mitgliedern sei an dieser Stelle für die konstruktive Mitarbeit an den Leitlinien Qualitätssicherung Erdwärmesonden ausdrücklich gedankt. Ein besonderer Dank gilt Herrn Engelmann (Vorsitzender der Bundesfachgruppe Brunnenbau, Spezialtiefbau und Geotechnik), Herrn Hagedorn (Geologe Tracto-Technik GmbH & Co. KG) sowie Herrn Baumann (Geophysiker BLZ Storkow), welche als erfahrene Praktiker die Leitlinien auf ihre Anwendbarkeit geprüft haben, sowie den IHK Halle und Magdeburg.

Literatur

Gesetzliche Grundlagen*

BBergG	Bundesberggesetz vom 13.08.1980 (BGBl I S 1310)
LgstG	Gesetz über die Durchforschung des Reichsgebietes nach nutzbaren Lagerstätten (Lagestättengesetz) vom 4.12.1934
WHG	Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz - WHG) vom 31. Juli 2009 (BGBl. I S. 2585)
WasgefStAnIVO	Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (WasgefStAnIVO) vom 31. März 2010 BGBl. I S. 377
WG LSA	Wassergesetz für das Land Sachsen-Anhalt (WG LSA) in der Fassung der Bekanntmachung vom 16. März 2011, GVBl. S. 492
VAwS LSA	Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen des Landes Sachsen-Anhalt (VAwS LSA) vom 28. März 2006 GVBl. S. 183

*Die Gesetze gelten jeweils in Ihrer aktuellen Fassung

Richtlinien, Regelwerke

BW 2012	Leitlinien Qualitätssicherung Erdwärmesonden (LQS EWS) Baden Württemberg, Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft, Stand 01.07.2012
BW 2015	Leitlinien Qualitätssicherung Erdwärmesonden (LQS EWS) Baden Württemberg, Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft, Stand September 2015
ATV DIN 18301:2012	Deutsches Institut für Normung e. V. : VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen - Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) - Bohrarbeiten
ATV DIN 18302:2012	Deutsches Institut für Normung e. V. : VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen - Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) - Arbeiten zum Ausbau von Bohrungen
DIN 4023:2006	Deutsches Institut für Normung e. V. : Baugrund und Wasserbohrungen; Zeichnerische Darstellung der Ergebnisse

DIN 4030-1: Entwurf 2011-08	Deutsches Institut für Normung e. V.: Beurteilung betonangreifender Wässer, Böden und Gase – Teil 1: Grundlagen und Grenzwerte
DIN 8901:2012	Deutsches Institut für Normung e. V. : Kälteanlagen und Wärmepumpen – Schutz von Erdreich, Grund- und Oberflächenwasser. Sicherheitstechnische und umweltrelevante Anforderungen und Prüfung
DIN EN 1008:2002-10	Deutsches Institut für Normung e. V. : Zugabewasser für Beton - Festlegung für die Probenahme, Prüfung und Beurteilung der Eignung von Wasser, einschließlich bei der Betonherstellung anfallendem Wasser, als Zugabewasser für Beton
DIN EN 206-1: 2014	Deutsches Institut für Normung e. V.: Beton – Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität
DIN EN ISO 14688-1:2002	Deutsches Institut für Normung e. V. : Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden – Teil 1: Benennung und Beschreibung
DIN EN ISO 14688-2:2004	Deutsches Institut für Normung e. V. : Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden – Teil 2: Grundlagen für Bodenklassifizierungen
DIN EN ISO 14689-1:2003	Deutsches Institut für Normung e. V. : Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Fels – Teil 1: Benennung und Beschreibung
Din EN ISO 22475-1:2007	Deutsches Institut für Normung e. V. : Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Probenentnahmeverfahren und Grundwassermessungen - Teil 1: Technische Grundlagen der Ausführung
DIN ISO/TS 22475-2:2006	Deutsches Institut für Normung e. V. : Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Probenentnahmeverfahren und Grundwassermessungen - Teil 2: Qualifikationskriterien für Unternehmen und Personal (ISO/TS 22475-2:2006); Deutsche Fassung CEN ISO/TS 22475-2:2006
DVGW W 115	Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfachbetriebes e. V., Bohrungen zur Erkundung, Gewinnung und Beobachtung von Grundwasser
DVGW W 116	Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfachbetriebes e. V., Verwendung von Spülmittelzusätzen in Bohrspülungen bei Bohrarbeiten im Grundwasser
DVGW W 120	Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfachbetriebes e. V.

	(12/2005): Qualifikationsanforderungen für die Bereiche Bohrtechnik, Brunnenbau und Brunnenregenerierung; DVGW-Regelwerk, Arbeitsblatt W120; Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH, Bonn
DVGW W 120-2(A)	Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfachbetriebes e. V. (7/2013): Qualifikationsanforderungen für die Bereiche Bohrtechnik und oberflächennahe Geothermie (Erdwärmesonden); DVGW-Regelwerk, Arbeitsblatt W120-2(A); Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH, Bonn
DVGW W 135	Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfachbetriebes e. V. (11/1998): Sanierung und Rückbau von Bohrungen, Grundwassermessstellen und Brunnen -Arbeitsblatt
DVGW-Information vom 23. Juli 2013	Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfachbetriebes e. V., Erdwärmennutzung in Einzugsgebieten von Trinkwassergewinnungsanlagen
VDI 4640, Bl. 1	Verein Deutscher Ingenieure (VDI) [Hrsg.] (2010): Thermische Nutzung des Untergrundes. – Grundlagen, Genehmigungen, Umweltaspekte. Richtlinie 4640, Blatt 1; Düsseldorf
VDI 4640, Bl. 2	Verein Deutscher Ingenieure (VDI) [Hrsg.] (2001): Thermische Nutzung des Untergrundes. – Erdgekoppelte Wärmepumpenanlagen. Richtlinie 4640, Blatt 2; Düsseldorf

Mitglieder der Arbeitsgruppe:

Afra Desselberger – Landkreis Anhalt-Bitterfeld, untere Wasserbehörde

Andrea Diekmann – Landkreis Börde, untere Wasserbehörde

Frank Garlipp – Landesamt für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt

Tatjana Häntze – Landesamt für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt

Andreas Hiller – Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt

Thomas Keller - Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft und Energie des Landes Sachsen-Anhalt

Andreas Tatus – Landkreis Saalekreis, untere Wasserbehörde

Götz-Wolfram Thauer – Ministerium für Wirtschaft, Wissenschaft und Digitalisierung des Landes Sachsen-Anhalt

Impressum

Herausgeber: Landesamt für Geologie und Bergwesen
Dezernat Angewandte Geologie und Georisiken
Postfach 156, 06035 Halle/Saale
Köthener Straße 38, 06118 Halle/Saale
Tel.: 0345/ 5212-0, Fax: 0345/ 5229910
e-mail: poststelle@lagb.mw.sachsen-anhalt.de
Internet: www.lagb.sachsen-anhalt.de

Fachliche Bearbeitung: Tatjana Häntze

Redaktionsschluss: 11/2016