

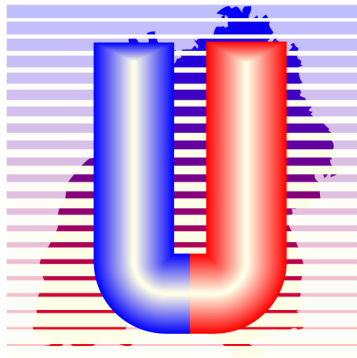
Regierungspräsidium Freiburg  
Abt. 9 Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau

## Erläuterungen

zum

# Informationssystem Oberflächennahe Geothermie für Baden-Württemberg

Standardversion



Mai 2010

## **Inhalt**

- 1 Einführung
- 2 Einschränkungen für den Bau von Erdwärmesondenanlagen durch Grundwasserschutz und Bergbau
- 3 Erdwärmesondenanlagen in Wasser - und Heilquellenschutzgebieten
- 4 Effizienz der Erdwärmenutzung mittels Erdwärmesonde (geologisches 3D-Modell)
- 5 Geotechnisch/hydrogeologische Risiken beim Bau einer Erdwärmesondenanlage
- 6 Erfordernis einer wasserrechtlichen und/oder bergrechtlichen Genehmigung für die Errichtung einer Erdwärmesondenanlage
- 7 Adressen und Links
- 8 Glossar

## **Verwendete Abkürzungen**

- RPF/LGRB** Regierungspräsidium Freiburg, Abt. 9 Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau
- LUBW** Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg
- VDI** Verein Deutscher Ingenieure e. V.

## 1 Einführung

Baden-Württemberg setzt im Interesse des Klimaschutzes verstärkt auf die Nutzung geothermischer Energie (Erdwärme). Diese steht unabhängig von Klima und Jahreszeit jederzeit zur Verfügung und ist nach menschlichem Ermessen unerschöpflich.

Bereits die niedrigen Temperaturen in den oberen Erdschichten (bis 400 m) lassen sich mit heutigen Technologien zum Beheizen von Gebäuden nutzen (oberflächennahe Geothermie). Neben der direkten Nutzung des Grundwassers mit Entnahme- und Wiedereinleitungsbrunnen sowie der Nutzung mit oberflächennahen (2 – 5 m Tiefe) Erdwärmekollektoren werden dazu überwiegend Erdwärmesonden eingesetzt. Dabei handelt es sich bei kleineren Anlagen am häufigsten um U-förmige Kunststoffrohre (Doppel-U-Sonden), die in ein vertikales Bohrloch meist von 40 bis 150 m Tiefe eingebaut werden. In den Rohren zirkuliert in einem geschlossenen Kreislauf ein Wärmeträger (Flüssigkeit oder Gas), der dem Gestein Wärme entzieht. Mit einer Wärmepumpe wird die gewonnene Erdwärme auf die benötigte Heiztemperatur angehoben.

Das Informationssystem Oberflächennahe Geothermie (ISONG) gibt Hinweise und Auskunft zur Errichtung von Erdwärmesondenanlagen bis maximal 400 Meter Tiefe. Die häufigsten Fragen, die sich im Zusammenhang mit deren Planung ergeben, betreffen folgende Themenkomplexe:

- Einschränkungen für den Bau einer Erdwärmesondenanlage durch Grundwasserschutz und Bergbau
- Erdwärmesondenanlagen in Wasser - und Heilquellenschutzgebieten
- Effizienz der Erdwärmennutzung mittels Erdwärmesonde (geologisches 3D-Modell)
- Geotechnisch/hydrogeologische Risiken beim Bau einer Erdwärmesondenanlage
- Erfordernis einer wasserrechtlichen und/oder bergrechtlichen Genehmigung für die Errichtung einer Erdwärmesondenanlage

**Zu diesen Themen gibt das Informationssystem erste fachliche Hinweise und Auskunft. Es ersetzt nicht die sorgfältige Planung und Wirtschaftlichkeitsberechnung von Einzelvorhaben.**

Die einzelnen Bausteine des Informationssystems werden im Folgenden anhand der oben aufgeführten Themenkomplexe erläutert. Weitere Hinweise zum Bau von Erdwärmesondenanlagen sind im „**Leitfaden zur Nutzung von Erdwärme mit Erdwärmesonden**“, 5. Auflage 2005 des Umweltministeriums Baden-Württemberg zu finden (im Folgenden „Leitfaden des Umweltministeriums Baden-Württemberg“; <http://www.um.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/11150/> ).

Wir sind bestrebt das Informationssystem zu aktualisieren. Hierbei sind wir auf Ihre Mithilfe angewiesen. Bitte schicken Sie uns (dem RPF/LGRB) zu diesem Zweck die Ergebnisse der Erd-

wärmesondenbohrung (Bohrprofil, Grundwasserstand). [Regierungspräsidium Freiburg, Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau, Albertstr. 5, 79104 Freiburg i. Br.]

## **2 Einschränkungen für den Bau einer Erdwärmesondenanlage durch Grundwasserschutz und Bergbau**

Beim Bau und Betrieb von Erdwärmesonden sind Beeinträchtigungen des Grundwassers möglich. So können beim Abteufen einer Erdwärmesonden-Bohrung Spülungsverluste die Grundwasserbeschaffenheit negativ beeinflussen (Trübungen, mikrobiologische Verunreinigungen). Insbesondere in verkarsteten oder stark geklüfteten, hoch durchlässigen Grundwasserleitern können Verunreinigungen sehr schnell über weite Strecken transportiert werden. Weiterhin besteht die Gefahr, dass bei Undichtigkeiten des Rohrsystems Wärmeträgerflüssigkeit austritt und das Grundwasser verunreinigt. Schließlich können durch Erdwärmesonden-Bohrungen Trennschichten zwischen Grundwasserstockwerken durchbohrt und diese hydraulisch miteinander verbunden werden. Auch dies kann zu erheblichen Beeinträchtigungen der Grundwasserqualität führen.

In den Zonen I, II und III / IIIA von Wasser- und Heilquellenschutzgebieten ist der Bau und Betrieb von Erdwärmesondenanlagen in der Regel verboten. In der Zone IIIB und in hydrogeologisch begründeten Ausnahmefällen ist der Betrieb mit Einschränkungen möglich (s. Pkt. 3).

Aus Gründen des allgemeinen Grundwasserschutzes kann auch außerhalb von Wasser- oder Heilquellenschutzgebieten die zulässige Tiefe von Bohrungen für Erdwärmesonden beschränkt sein. Dort, wo es tiefe, durch gering durchlässige Schichten gut geschützte Grundwasservorkommen gibt, die wasserwirtschaftlich genutzt werden oder genutzt werden können, dürfen Bohrungen für Erdwärmesonden nicht bis in den entsprechenden Grundwasserleiter reichen, damit das Grundwasser nicht beeinträchtigt wird.

Weiterhin dürfen in Gebieten, wo oberflächennahe genutzte oder nutzbare Grundwasservorkommen vorhanden sind und tiefes, höher mineralisiertes, hydraulisch gespanntes Grundwasser auftritt, Erdwärmesondenbohrungen nicht bis in das tiefe Grundwasservorkommen reichen, um das obere Vorkommen nicht durch den Aufstieg höher mineralisierten Wassers zu beeinträchtigen.

Weitere Beschränkungen für den Bau von Erdwärmesondenanlagen können von der Genehmigungsbehörde zum Schutz staatlich anerkannter Heil- und Mineralwassernutzungen in deren Zustrombereich festgelegt sein. So sind im engeren Zustrombereich sensibler Grundwassernutzungen und -vorkommen ohne Schutzgebiet (anerkannte Mineral- und Heilwässer, sonstige Mineralwässer, staatlich anerkannte Heilquellen, private Trinkwasser- und hochwertige Brauchwassergewinnungen, potenzielle Trinkwasser-Erschließungsgebiete) der Bau und Betrieb von Erdwärmesonden nicht zu erlauben oder nur im Rahmen eines Erlaubnisverfahrens nach fachlicher Prüfung, gegebenenfalls mit besonderen Auflagen, zuzulassen. Dabei kann es erforderlich werden, solche Grundwassernutzungen bei der Herstellung von Erdwärmesondenanlagen besonders auf Auswirkungen von Bohr- und Ausbauarbeiten zu überwachen. Im weiteren Zustrombereich sind aus hydrogeologischer Sicht Erdwärmesondenbohrungen nur bei vorhande-

ner schützender Überdeckung maximal bis zu deren Basis möglich. Im Informationssystem werden die Nahbereiche von Mineralwasser- und anderen sensiblen Grundwassernutzungen sowie, soweit bekannt, die Zustrombereiche von staatlich anerkannten Mineralwassernutzungen dargestellt.

Ein weiterer Grund für Tiefenbeschränkungen bei Erdwärmesonden-Bohrungen ist das Vorkommen von Gips/Anhydrit, Steinsalz oder Kalisalz.

Erforderliche Teufenbeschränkungen für Erdwärmesonden wegen künstlicher Hohlräume im Untergrund (u. a. Grubengebäude) werden bei Bohrungen über 100 m durch das Referat 97, Landesbergdirektion, des Regierungspräsidiums Freiburg geprüft.

Weitere Einschränkungen für Erdwärmesondenbohrungen können im Zusammenhang mit den Haßmersheim-Schichten bestehen, da diese in Abhängigkeit der folgenden Kriterien eine hydraulische Stockwerkstrennung der Grundwässer im Oberen Muschelkalk bewirken können:

**Kriterium 1: Fazielle Ausprägung:** Der Bereich der tonig-mergeligen (gering durchlässigen) Faziesausprägung der Haßmersheim-Schichten wurde aufgrund regionalgeologischer Kenntnisse abgegrenzt. Einschränkung: In der Natur vollzieht sich der Faziesübergang zu einer Tonärmeren (besser durchlässigen) Ausprägung allmählich.

**Kriterium 2: Tiefenlage unter Gelände:** Bei oberflächennaher Lage der Haßmersheim-Schichten kann ihre flächige Trennwirkung durch Verwitterung und Verkarstung eingeschränkt oder aufgehoben sein. Daneben spielen auch Kluftweitung durch periglaziale Prozesse im Pleistozän oder gravitative Gleitprozesse bei Hangposition eine Rolle. Außerdem ist eine Auslaugung des Salinars im Mittleren Muschelkalk zu berücksichtigen. Dabei wird der Gesteinsverband der Schichten über dem Salinar zerlegt und die Schutzfunktion der Haßmersheim-Schichten verringert. Die Erfahrung zeigt, dass die Trennfunktion der Haßmersheim-Schichten in der Regel dann noch intakt ist, wenn über ihnen die Schichten der Meißner-Formation (früher Oberer Hauptmuschelkalk) noch flächenhaft erhalten sind, d. h. die gesamte Trochitenkalk-Formation noch ansteht.

**Kriterium 3: Nähe zur Vorflut:** In Vorflutnähe kann die hydraulische Trennwirkung der Haßmersheim-Schichten durch Verwitterungs- bzw. Lösungsprozesse und durch Zerrüttung herabgesetzt sein. Die Vorflutnähe begünstigt die Auslaugung des Salinars im Mittleren Muschelkalk, wodurch der Gesteinsverband der hangenden Schichten (mitsamt den Haßmersheim-Schichten) zerrüttet sein kann (Trümmergebirge). Dies kann im ISONG jedoch nicht abgebildet werden.

**Kriterium 4: Tektonische Beanspruchung:** In tektonisch beanspruchten Bereichen kann die hydraulische Trennwirkung der Haßmersheim-Schichten durch Auflockerungs- und/oder Verwitterungsprozesse reduziert sein. Dies kann im ISONG ebenfalls nicht berücksichtigt werden.

Die Haßmersheim-Schichten wurden als Modellschicht in das geologische 3-D-Modell von ISONG integriert. ISONG gibt im relevanten Verbreitungsgebiet den Hinweis: „Beschränkung der Bohrtiefe auf Top Haßmersheim-Schichten (+ Sicherheitszuschlag) wahrscheinlich“.

Für Erdwärmesondenbohrungen mit Bohrtiefen geringer als die angegebene Bohrtiefenbeschränkung bestehen keine besonderen Auflagen bezüglich einer geologischen Betreuung.

Bei tieferen Erdwärmesondenbohrungen sind die beiden in Abschnitt 2 letztgenannten Aspekte von einem mit den örtlichen Gegebenheiten vertrauten Geologiebüro zu beurteilen. Eine Bohrtiefenbeschränkung ist nicht erforderlich, wenn z.B. aus benachbarten Untersuchungen bekannt ist, dass die Trennfunktion der Haßmersheim-Schichten nicht besteht. Bei zu erwartender hydraulischer Trennwirkung der Haßmersheim-Schichten darf nur bis zur angegebenen Bohrtiefenbegrenzung, bzw. bei geologischer Betreuung vor Ort bis zum Top der Haßmersheim-Schichten (ohne Sicherheitszuschlag) gebohrt werden.

Bestehen aus geotechnischen bzw. hydrogeologischen Gründen bis 400 m Tiefe Einschränkungen für den Bau von Erdwärmesondenanlagen, wird bei standortbezogenen Abfragen im Informationssystem darauf hingewiesen. Flächenhaft werden die Bohrtiefenbegrenzungen (mit Ausnahme der Gips-/Anhydritvorkommen) in entsprechenden Themenkarten dargestellt.

### **3 Erdwärmesondenanlagen in Wasser - und Heilquellenschutzgebieten**

Um genutzte Grundwasservorkommen vor Beeinträchtigungen durch Erdwärmesonden zu schützen, ist der Bau und Betrieb von Erdwärmesondenanlagen in Wasser- und Quellenschutzgebieten mit Verboten bzw. mit Einschränkungen belegt.

Generelle Ausführungen zum Bau von Erdwärmesonden in Wasser- und Quellenschutzgebieten enthält der Leitfaden des Umweltministeriums Baden-Württemberg. Danach sind Erdwärmesonden in den Zonen I, II und III / IIIA von Wasserschutzgebieten in der Regel verboten. Nur wenn der Bohrpunkt außerhalb des genutzten Grundwasserleiters liegt, sind Erdwärmesonden in den Zonen III / IIIA aus hydrogeologischer Sicht möglich. Dies ist gegeben, wenn der genutzte Grundwasserleiter am geplanten Standort nicht vorhanden ist oder wenn eine schützende Grundwasserüberdeckung (gering durchlässige bzw. hydraulisch trennende Schichten) vorhanden ist und die Erdwärmesondenbohrung bis maximal zur Basis der Überdeckung reicht.

In der Zone IIIB von Wasserschutzgebieten ist der Bau von Erdwärmesonden in den meisten Fällen hydrogeologisch möglich. Erfolgt allerdings die Einstufung in Zone IIIB nur, weil der Grundwasserleiter durch Deckschichten geschützt ist (z. B. Molasse über Oberjura auf der Schwäbischen Alb), müssen diese Gebiete wie eine Zone IIIA behandelt werden, da Erdwärmesondenbohrungen durch die Deckschichten in den genutzten Grundwasserleiter reichen und die Schutzfunktion der Überlagerung dann nicht mehr gegeben ist. Gleiches gilt auch für die Zonen IIIB von Karstgrundwasserleitern bzw. hoch durchlässigen, karstähnlichen Grundwasserleitern mit nachgewiesenen, sehr hohen Grundwasser-Fließgeschwindigkeiten. Hier sind Erdwärmesondenbohrungen bei vorhandener schützender Überdeckung (gering durchlässige bzw.

hydraulisch trennende Schichten) aus hydrogeologischer Sicht nur bis maximal zur Basis der schützenden Überdeckung möglich.

Eine Sonderstellung („hydrogeologische Sondersituation“) nehmen für die öffentliche Wasserversorgung genutzte Brunnenfassungen mit einer sehr mächtigen geringdurchlässigen Überdeckung des genutzten Grundwasserleiters, gegebenenfalls auch mit gespannten Druckverhältnissen, ein. Die nach den gültigen Richtlinien und Kriterien erfolgte Abgrenzung der Wasserschutzgebiete ergab hier aufgrund der hydrogeologischen Verhältnisse vergleichsweise kleine Wasserschutzgebiete, bei denen die Möglichkeit von tiefen Bohrungen, wie sie im Rahmen des Baus von Erdwärmesondenanlagen erfolgen, noch nicht berücksichtigt wurde. Im Umfeld dieser Wasserschutzgebiete sind Einzelfallprüfungen erforderlich.

Für Quellenschutzgebiete staatlich anerkannter Heilquellen gelten die zuvor genannten Regelungen.

Im Informationssystem wird auf die Lage des gewählten Bohrpunktes in einem Wasser- oder Quellenschutzgebiet hingewiesen und angezeigt, ob der Bau von Erdwärmesondenanlagen aus hydrogeologischer Sicht möglich ist, bzw. welche Bohrtiefenbeschränkungen zu beachten sind. Die Grenzen der Wasser- und Heilquellenschutzgebiete wurden nachrichtlich von der Umweltverwaltung übernommen (Datensatz der LUBW von Juli 2008). Sie sind jedoch z. T. nicht flurstücksgenau und in einigen wenigen Fällen nicht aktuell. Zusätzlich zu diesen Schutzgebieten sind geplante, vom RPF/LGRB hydrogeologisch abgegrenzte Wasser- und Heilquellenschutzgebiete dargestellt. Für diese gelten die gleichen Regelungen wie für rechtskräftige Schutzgebiete. Ergänzend werden im Informationssystem die Nahbereiche von staatlich anerkannten Heilquellen ohne Schutzgebiet dargestellt.

Eine verbindliche Auskunft über die Lage des gewählten Bohrpunktes in einem Wasser- oder Heilquellenschutzgebiet und über wasserwirtschaftliche Einschränkungen in Schutzgebieten, Einzugsgebieten von Mineralwassernutzungen sowie Nahbereichen sensibler Grundwassernutzungen erteilt das zuständige Umweltamt des jeweiligen Stadt- oder Landkreises.

#### 4 Effizienz der Erdwärmennutzung mittels Erdwärmesonde (geologisches 3D-Modell)

Als Ergebnis der Abfrage im Informationssystem wird für den gewählten Bohrpunkt die Effizienz des Untergrundes für eine Erdwärmennutzung bewertet. Nach VDI werden folgende Klassen unterschieden:

Erdwärmennutzung mittels Erdwärmesonde	spezifische jährliche Entzugsarbeit [kWh/(m · a)]
effizient	≥ 100
geringer effizient	< 100

Die für die Bewertung der Effizienz verwendete spezifische jährliche Entzugsarbeit (Entzugsarbeit pro Meter Bohrtiefe) basiert auf den Angaben der VDI-Richtlinie 4640 Blatt 2. Sie wurde

aus der jährlichen Entzugsarbeit für eine Einzelanlage von 100 m Tiefe (bzw. bis zur erlaubten Bohrtiefe) und eine Jahresnutzungsdauer von 2400 Stunden abgeleitet. Ausgegangen wird von einer Einzelanlage mit einer Wärmepumpen-Heizleistung bis 30 kW, von einem Einsatz ausschließlich im Heizbetrieb (i. d. R. einschließlich Warmwasser) und von einer Verwendung von Doppel-U-Sonden mit DN 20, DN 25 oder DN 32 mm oder Koaxialsonden mit mindestens 60 mm Durchmesser. Der effiziente Bereich wurde noch einmal unterteilt.

In Gebieten mit Tiefenbeschränkungen für Erdwärmesonden (Kap. 2) von kleiner 40 m erfolgt in Anlehnung an die VDI-Richtlinie 4640 keine Angabe zur Effizienz des Untergrunds. Innerhalb von Wasser- und Heilquellenschutzgebieten, in denen nur Wasser als Wärmeträgerflüssigkeit zugelassen ist, erfolgt ebenfalls keine Angabe zur Effizienz.

Für die Berechnung der jährlichen Entzugsarbeit wird eine Prognose über die Gesteinsabfolge im Untergrund am jeweiligen Erdwärmesonden-Standort verwendet. Angaben dazu liefert ein 3-dimensionales Modell des Untergrunds von Baden-Württemberg. Dazu wurden folgende Unterlagen ausgewertet:

- Geologische Karten 1: 50.000, wo diese nicht vorhanden sind, geologische Karten 1: 25.000
- Bohrdatenbank des RPF/LGRB
- Hydrogeologische Karten
- Geologische Schichtlagerungskarten
- Grundwassergleichenpläne der LUBW und des RPF/LGRB

Das geologische Modell besitzt eine flächenhafte Auflösung von 100 x 100 m und reicht bis in 400 m Tiefe. Es liefert für jedes Rasterelement die zu erwartende stratigraphische Abfolge und die ihr zugeordneten Gesteinseinheiten, die für die Berechnung der Entzugsarbeit in Anlehnung an die VDI-Richtlinie 4640 benötigt wird. Die zusammengefassten Einheiten unterscheiden sich dabei nicht nur stratigraphisch, sondern auch petrographisch und hydrogeologisch voneinander. Jeder Einheit sind gegebenenfalls spezifische Bohrrisiken zugeordnet (Kap. 5).

Die Genauigkeit der Angaben über die Tiefenlage der einzelnen Schichtgrenzen des geologischen Modells hängt von der Anzahl und räumlichen Verteilung der vorhandenen Bohrungen und der Komplexität der geologischen Verhältnisse im betrachteten Gebiet ab. Da viele Daten zum Aufbau des Untergrundes aus flachen Bohrungen stammen, nimmt die Vorhersagegenauigkeit generell mit der Tiefe ab. Die Abweichungen von den tatsächlichen Tiefen können mehrere Meter bis 10-er Meter betragen.

Störungszonen werden im Informationssystem dargestellt. Bei Bohransatzpunkten in Störungszonen (beidseitiger Saum von 100 m) und im gesamten Oberrheingraben wird auf die mögliche Ungenauigkeit der zugrunde gelegten Gesteinsabfolge des geologischen Modells hingewiesen. In den tektonisch komplex aufgebauten Randschollen (am Ostrand des Oberrheingrabens) gibt es kein 3-dimensionales Modell des Untergrundes. Dort wird (wenn bekannt) die oberste geologische Einheit am gewählten Bohrpunkt angegeben und auf die bis 400 m Tiefe möglichen Bohrrisiken hingewiesen.

Die Bewertung der Effizienz einer Erdwärmennutzung mittels Erdwärmesonde am angegebenen Standort ist lediglich eine erste Einschätzung, u. a. wegen der häufig unsicheren geologischen Verhältnisse.

## 5 Geotechnisch/hydrogeologische Risiken beim Bau einer Erdwärmesondenanlage

Mit dem Abteufen von Bohrungen für Erdwärmesonden sind Risiken verbunden, die im ungünstigen Fall zu erheblichen Folgekosten führen können. In kritischen Fällen und bei Erdwärmesondenfeldern sind daher eine standortbezogene Beurteilung des Baugrunds und die Begleitung der Bohrarbeiten durch ein Fachbüro erforderlich.

Die Risiken lassen sich in vielen Fällen durch eine sorgfältige Planung und Vorsorge minimieren bzw. vermeiden. Dazu gibt es im Informationssystem eine Reihe von Hinweisen:

### **Karbonatgestein mit möglichen Karsthohlräumen oder größeren Spalten im Untergrund:**

Werden beim Abteufen der Erdwärmesondenbohrung Hohlräume größer 2 m Tiefenerstreckung angetroffen oder treten große Spülungsverluste auf (mehr als zwei 2 l/s), muss die Bohrung abgebrochen werden, da die Gefahr besteht, dass das Bohrloch nach Einbau der Erdwärmesonde nicht mehr wirksam abgedichtet werden kann. Außerdem kann durch einen unzureichenden Gebirgsanschluss die Effizienz der Erdwärmesonde herabgesetzt werden. Liegt die Verkarstung weniger als 50 m unter Geländeoberfläche, sind bohrbedingte Verbrüche und Setzungen an der Erdoberfläche nicht auszuschließen. Das Informationssystem weist am gewählten Bohrpunkt auf bohr-, ausbau- oder geotechnische Schwierigkeiten wegen möglicher Karsthohlräume oder größerer Spalten im Untergrund hin.

**Sulfathaltiges Gestein im Untergrund:** Beim Erreichen von Sulfatgestein (Gips-/Anhydritspiegel) ist die Bohrung abzubrechen. Beim Auftreten anhydrithaltiger Gesteine kann nicht ausgeschlossen werden, dass die Funktionsfähigkeit der Erdwärmesonde als Folge der Umwandlung von Anhydrit in Gips (Volumenzunahme) im Laufe der Zeit eingeschränkt wird bzw. verloren geht. In diesem Falle sind Geländehebungen durch Volumenzunahme bei der Umwandlung von Anhydrit in Gips und hieraus resultierende Schäden, die auch über die unmittelbare Umgebung des Bohrpunktes hinaus reichen können, nicht auszuschließen. Da die Tiefenlage des Gips-/Anhydritspiegels engräumig stark variieren kann, bzw. die Sulfatgesteine lokal auch vollständig ausgelaugt sein können, ist die Betreuung der Bohrung durch eine(n) in der regionalen Geologie erfahrene(n) Geologen(in) dringend erforderlich. Das Informationssystem weist am gewählten Bohrpunkt auf bohr-, ausbau- oder geotechnische Schwierigkeiten wegen sulfathaltiger Gesteine im Untergrund hin.

**betonangreifende Grundwässer im Untergrund** Sulfathaltige Grundwässer können das in das Bohrloch eingebrachte Abdichtungsmaterial schädigen. In solchen Gebieten ist die Verwendung von sulfatbeständigem Zement erforderlich. Sulfathaltige Grundwässer können wegen lateralen und vertikalen Fließvorgängen auch außerhalb von sulfathaltigen Gesteinen vorkommen. Es wird deshalb empfohlen, generell auf das Vorkommen derartiger Grundwässer zu achten. Das Informationssystem weist am gewählten Bohrpunkt auf betonangreifendes Grundwasser hin, falls sulfathaltiges Gestein im Untergrund vorhanden ist.

**Gasführung im Untergrund:** Beim Abteufen der Bohrung können Gasaustritte auftreten (CO<sub>2</sub> oder Erdgas). In solchen Gebieten sind von der Bohrfirma entsprechende Vorkehrungen zur Beherrschung von Gasaustritten vorzusehen. Bei der technischen Bauausführung ist, entsprechend den Ausführungen im Leitfaden des Umweltministeriums Baden-Württemberg, auch auf mögliche schwache (schleichende) Gasaustritte nach Sondeneinbau zu achten. Am gewählten Bohrpunkt wird im Informationssystem auf die dem LGRB bekannten Bereiche mit CO<sub>2</sub> – Vorkommen und für die Region Bodensee-Oberschwaben auf Erdgasvorkommen im Untergrund hingewiesen.

**Artesisches Grundwasser:** Beim Abteufen einer Erdwärmesondenbohrung kann artesisch gespanntes Grundwasser angetroffen werden. Es besteht die Gefahr unkontrollierter Grundwasseraustritte an der Erdoberfläche. Nach dem Leitfaden des Umweltministeriums Baden-Württemberg sind in solchen Gebieten von Seiten der Bohrfirma technische Maßnahmen zur Beherrschung eines Artesers vorzusehen. Wird ein Arteser erbohrt, ist mit dem Umweltamt des zuständigen Stadt- oder Landkreises abzustimmen, ob und wie eine Erdwärmesonde eingebaut werden kann oder ob das Bohrloch ohne Sondeneinbau verschlossen werden muss. Hingewiesen wird außerdem darauf, dass es beim Anbohren von Artesern infolge Druckabbau und Ausschwemmung von Feinmaterial aus dem Untergrund zu Setzungen im Umfeld der Bohrung kommen kann. Im Informationssystem wird am gewählten Bohrpunkt und flächenhaft auf die dem LGRB bekannten Bereiche mit artesisch gespannten Grundwässern hingewiesen.

**Sensible Grundwassernutzungen:** Der Erdwärmesonden-Standort liegt im näheren Umfeld einer dem RPF/LGRB bekannten nicht öffentlichen Grundwassernutzung (z.B. Mineralwassergewinnung). Beeinträchtigungen der Fassung können nicht ausgeschlossen werden. Das nähere Umfeld ist im Informationssystem pauschal durch einen Kreis mit 200 m Radius zur Fassung dargestellt. Zur standortbezogenen Beurteilung werden eine Absprache mit dem Umweltamt und eine Begutachtung durch ein privates hydrogeologisches Büro empfohlen.

**Weiterhin wird nicht standortbezogen in allgemeiner Form auf die folgenden geotechnischen Risiken hingewiesen:**

**Organische Böden:** Sind am gewählten Bohrpunkt oberflächennah organische Böden, z. B. Torf, verbreitet und werden diese durch die Bohrmaßnahme entwässert, kann dies zu Geländesetzungen und zu Schäden an der benachbarten Bebauung führen. Daher ist sicherzustellen, dass es im Zuge der Bohrarbeiten zu keiner Entwässerung organischer Böden kommt.

**Rutschgefährdete Gebiete:** In rutschgefährdeten Gebieten kann die Hangstabilität durch die Einrichtung des Bohrplatzes sowie durch die Bohrausführung, z. B. durch Bohrspülung, vermindert werden. Eine Beschädigung der Erdwärmesonde durch Abscheren infolge von Kriechbewegungen ist nicht auszuschließen. (Hinweis: In Einzelfällen kann aus diesem Sachverhalt eine besondere Auflage oder ggf. ein Versagen der Bohrgenehmigung erwachsen).

**Ölschiefer:** Steht Ölschiefer der Posidonienschiefer-Formation oberflächennah an, neigt dieser bei Austrocknung (z.B. nach Überbauung, Drainage, Wärmeeintrag) zu teils erheblichen Baugrundhebungen in Folge von Gipskristallisation. Es ist daher sicherzustellen, dass weder die

Bohrungen noch die Leitungsgräben der Erdwärmesonden zu einer dauerhaften Veränderung des Grundwasserhaushalts (Austrocknung) führen.

Die Hinweise geben den Stand der Kenntnisse und Erfahrungen am RPF/LGRB wieder. Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass neben den aufgeführten auch bisher nicht bekannte Bohrrisiken im Zusammenhang mit dem Bau von Erdwärmesonden auftreten.

## **6 Erfordernis einer wasserrechtlichen und/oder bergrechtlichen Genehmigung für die Errichtung einer Erdwärmesondenanlage**

Alle Vorhaben zum Bau einer Erdwärmesondenanlage, die weniger als 100 m in den Untergrund eindringen, müssen der zuständigen Unteren Wasserbehörde (dem Umweltamt des jeweiligen Stadt- oder Landkreises) und dem **RP Freiburg, Abt. 9, LGRB** angezeigt werden. Die Untere Wasserbehörde prüft das Vorhaben auf Unbedenklichkeit für das Grundwasser und wird in unproblematischen Fällen die Bewilligung im vereinfachten Verfahren erteilen, bei problematischen Fällen ein wasserrechtliches Verfahren einleiten.

Soll die Erdwärmesondenbohrung mehr als 100 Meter in den Untergrund eindringen ist eine rechtzeitige Anzeige (spätestens zwei Wochen vor Beginn) nach Bergrecht erforderlich. Im Einzelfall kann die Bohrung betriebsplanpflichtig sein. Unabhängig von der Tiefe der Bohrung gilt: Ist die Erschließung und Nutzung der Erdwärme unter Inanspruchnahme mehrerer Grundstücke vorgesehen, sind Gestattungen und Betriebspläne nach Bergrecht erforderlich. Zuständige Bergbehörde in Baden Württemberg ist die Landesbergdirektion im LGRB beim Regierungspräsidium Freiburg. Bei Erdwärmesondenvorhaben, bei denen die Bergbehörde im LGRB für das Genehmigungsverfahren zuständig ist, vermittelt die Landesbergdirektion die wasserrechtlichen Belange im Einvernehmen mit der Unteren Wasserbehörde.

Unabhängig von vorstehenden wasserrechtlichen und bergrechtlichen Belangen muss jede Erdwärmesondenbohrung nach § 4 Lagerstättengesetz dem Regierungspräsidium Freiburg, LGRB, als zuständiger geowissenschaftlicher Fachbehörde, zwei Wochen vor Beginn der Arbeiten vom Bohrunternehmer angezeigt werden.

## 7 Adressen und Links

### **Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW)**

Postfach 100163

76231 Karlsruhe

Internet <http://www.lubw.de>

E-Mail [poststelle@lubw.bwl.de](mailto:poststelle@lubw.bwl.de)

### **Regierungspräsidium Freiburg**

Abt. 9 Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau

Albertstraße 5

D-79104 Freiburg i. Br.

Internet <http://www.lgrb.uni-freiburg.de>

E-Mail [abteilung9@rpf.bwl.de](mailto:abteilung9@rpf.bwl.de)

### **Umweltministerium Baden-Württemberg**

Kernerplatz 9

70182 Stuttgart

Internet <http://www.um.baden-wuerttemberg.de>

E-Mail [poststelle@um.bwl.de](mailto:poststelle@um.bwl.de)

### **Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg**

Theodor-Heuss-Straße 4

70174 Stuttgart

Internet <http://www.wm.baden-wuerttemberg.de>

E-Mail [poststelle@wm.bwl.de](mailto:poststelle@wm.bwl.de)

## 8 Glossar

Anhydrit	Mineral ( $\text{CaSO}_4$ ), im Gegensatz zu Gips wasserfrei, oft gesteinsbildend
Anhydritspiegel	Grenze zum anhydritführenden Gebirge (meist wenige Meter unter dem Gipsspiegel)
artesisches Grundwasser	Grundwasser, dessen Druckfläche über der Erdoberfläche liegt und das beim Anbohren an der Erdoberfläche austritt.
Doppel-U-Sonde	Erdwärmesonde, bei der zwei U-förmige Kunststoffrohre in ein Bohrloch eingebracht werden; meist bei kleineren Einzelanlagen verwendet.
Erdwärme	Energie, die in Form von Wärme im Untergrund gespeichert ist.
Erdwärmesonde	In einem Bohrloch installiertes Rohrsystem, in dem in einem geschlossenen Kreislauf ein <i>Wärmeträger</i> zirkuliert und dem Untergrund Wärme entzieht.
Gips	Mineral ( $\text{CaSO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$ ), oft gesteinsbildend
Gipsspiegel	Grenze zwischen sulfatfreiem und gipsführendem Gebirge
Grundwasser	Unterirdisches Wasser, das die Hohlräume des Gesteins zusammenhängend ausfüllt.
Grundwasserleiter	Gesteinskörper, der geeignet ist Grundwasser weiterzuleiten (mit einer vergleichsweise höheren Durchlässigkeit).
Grundwasserstand	Höhe des Grundwasserspiegels, bezogen auf Normal-Null [m NN].
Grundwasserstockwerk	Grundwasserleiter einschließlich der Begrenzung durch überlagernde und unterlagernde geringdurchlässige Schichten.
Geothermische Energie	synonym mit Erdwärme (Definition siehe dort).
Heilquellenschutzgebiet	Gebiet, in dem zum Schutz von genutzten Heilquellen bestimmte Handlungen untersagt oder nur mit Auflagen erlaubt sind.

Jährliche Entzugsarbeit	Energiemenge bzw. Entzugsarbeit, die pro Jahr dem Untergrund entzogen werden kann [kWh/a]
Karsthohlraum	Durch Lösung von Gestein im Untergrund entstandener Hohlraum.
Kluft	Durch Spannungsabbau im Festgestein entstandene aufgeweitete Trennfläche (Fuge/Spalte).
Koaxialsonde	Erdwärmesonde, bei der zwei Rohre mit unterschiedlichem Durchmesser konzentrisch in das Bohrloch eingebracht werden; im äußeren Ringraum steigt die <i>Wärmeträgerflüssigkeit</i> ab, im inneren wird sie nach oben gefördert; meist bei größeren Anlagen angewendet.
Lockergestein	unverfestigtes Gestein
Spezifische jährliche Entzugsarbeit	jährliche Entzugsarbeit pro Meter Gestein [kWh/m · a]
Spülungsverlust	Verlust der beim Bohren verwendeten Flüssigkeit durch Übertritt ins Gebirge.
Wärmeträger	Flüssigkeit oder Gas, die in einer Erdwärmesonde zirkulieren und die Erdwärme an die Erdoberfläche transportiert; meist ein Gemisch von Wasser und Glykol.
Wasserschutzgebiet	Gebiet, in dem zum Schutz genutzter Grundwasservorkommen bestimmte Handlungen untersagt oder nur mit Auflagen erlaubt sind.