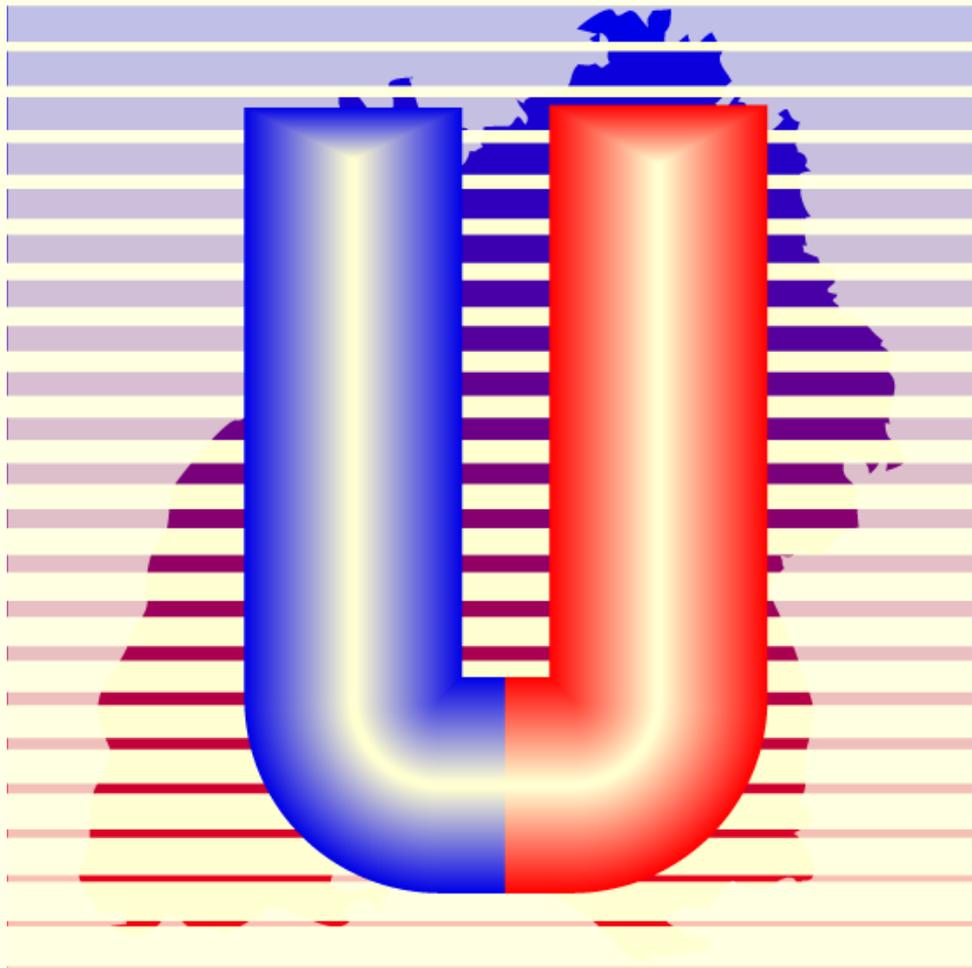


**Erläuterungen zum
Informationssystem Oberflächennahe Geothermie
für Baden-Württemberg (ISONG)**

<http://www.geothermie-bw.de>

Standardversion



Dezember 2013



Baden-Württemberg

REGIERUNGSPRÄSIDIUM FREIBURG
Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau



Inhalt

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

Verwendete Abkürzungen

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



1 Einführung

Baden-Württemberg setzt im Interesse des Klimaschutzes und vor dem Hintergrund der Energiewende 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 relativ niedrigen Temperaturen in den oberflächennahen Gesteinsschichten (bis 400 m Tiefe) lassen sich mit heutigen Technologien unter Einsatz einer Wärmepumpe zum Beheizen von Gebäuden nutzen (oberflächennahe Geothermie). Neben der direkten Nutzung des Grundwassers mit Entnahme- und Wiedereinleitungsbrunnen sowie der Nutzung mit oberflächennahen (1 bis 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 von meist 40 bis 150 m Tiefe eingebaut werden. In den Rohren zirkuliert in einem geschlossenen Kreislauf ein Wärmeträger (Flüssigkeit oder Gas), der die Temperatur des umgebenden Gesteins annimmt. Mit einer Wärmepumpe wird die so gewonnene Erdwärme auf die benötigte Heiztemperatur angehoben.

Das Informationssystem Oberflächennahe Geothermie (ISONG) des Regierungspräsidiums Freiburg, Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (RPF/LGRB) gibt Hinweise und Auskunft zur Errichtung von Erdwärmesondenanlagen bis maximal 400 m Tiefe. Es ist mit einem räumlichen Modell des Untergrundes (3D-Modell) im Maßstab 1 : 50.000 hinterlegt. Die häufigsten Fragen, die sich im Zusammenhang mit der Planung von Erdwärmesondenanlagen ergeben, betreffen folgende Themenkomplexe:

- Effizienz der Erdwärmenutzung mittels Erdwärmesonde (geologisches 3D-Modell, vgl. Kap. 2),
- Einschränkungen und Auflagenempfehlungen für Erdwärmesondenbohrungen durch Grundwasserschutz und Bergbau (vgl. Kap. 3),
- Erdwärmesondenanlagen in Wasser - und Heilquellenschutzgebieten (vgl. Kap. 4),
- Geotechnisch/hydrogeologische Risiken bei Erdwärmesondenbohrungen (vgl. Kap. 5),
- Erfordernis einer wasserrechtlichen Erlaubnis und/oder eines bergrechtlichen Bescheids für die Errichtung einer Erdwärmesondenanlage (vgl. Kap. 6).

Zu diesen Themen gibt das Informationssystem ISONG fachliche Hinweise und Auskunft. Es ersetzt jedoch 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“ des UM (5. Auflage 2005; im Folgenden „Leitfaden des UM“) www.um.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/104540/ sowie in den 2011 erschienenen **Leitlinien Qualitätssicherung Erdwärmesonden** des UM (im Folgenden „LQS EWS“) www.um.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/103295/ zu finden. Zum Schutz des Grundwassers und zum Schutz des Bauherren und Dritter sind in den LQS EWS Vorgehensweisen vorgeschrieben, die an die jeweiligen Gefährdungen durch den geologisch/hydrogeologischen Untergrund angepasst sind. Dabei steht neben der richtigen Dimensionierung des Gesamtsystems die fachgerechte Bauausführung, insbesondere bei der Erstellung einer dauerhaft dichten Ringraumhinterfüllung, im Vordergrund. In geologisch/hydrogeologisch schwierigen Gebieten hat eine externe und unabhängige Bauüberwachung durch einen Sachverständigen zu erfolgen. Ein Sachverständiger ist erforderlich bei sulfathaltigem Gestein im Untergrund sowie bei artesisch gespannten Grundwasserverhältnissen (vgl. Kap. 5). Kritischer Stockwerksbau, bei dem nach den LQS EWS ebenfalls ein Sachverständiger erforderlich ist, wird im Informationssystem hingegen nicht abgebildet. Eine hydrogeologische Gliederung der Gesteine Baden-Württembergs in Grundwasserleiter und -geringleiter ist dem Anhang 2.1-2.5 der LQS EWS zu entnehmen.

Das RPF/LGRB ist bestrebt, das Informationssystem zu aktualisieren. Hierbei ist es auf Ihre Mithilfe angewiesen. Bitte schicken Sie zu diesem Zweck die Ergebnisse der Erdwärmesondenbohrung(en) (Bohrprofil, Grundwasserstand etc.) an das Regierungspräsidium Freiburg, Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau, Albertstr. 5, 79104 Freiburg i. Br.

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

Als Ergebnis der Abfrage im Informationssystem ISONG wird für den gewählten Bohrpunkt die Effizienz des Untergrundes für eine Erdwärmennutzung bewertet. Ergänzend ist die geothermische Effizienz auch als Kartenthema flächenhaft darstellbar. Nach der 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 aus-



schließlich 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 (vgl. Kap. 3) von kleiner 40 m erfolgt in Anlehnung an die VDI-Richtlinie 4640 keine Angabe zur Effizienz des Untergrundes. 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 geologisches Modell des Untergrundes. Dazu wurden folgende Unterlagen ausgewertet:

- Geologische Karten 1 : 50.000, wo diese noch 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 stratigraphisch, petrographisch und hydrogeologisch voneinander. Jeder Einheit sind gegebenenfalls spezifische Bohrrisiken zugeordnet (vgl. Kap. 5). Die tiefenbezogenen Angaben der Bohrrisiken im Informationssystem sind eine Entscheidungshilfe, um die mit der Bohrtiefe oft zunehmenden Bohrrisiken abzuwägen.

Die Genauigkeit der Angaben über die Tiefenlage der einzelnen Schichtgrenzen hängt von der Anzahl und räumlichen Verteilung der vorhandenen Bohrungen und der Komplexität der geologischen Verhältnisse im betrachteten Gebiet ab. Da flache Bohrungen überwiegen, nimmt die Vorhersagegenauigkeit generell mit der Tiefe ab. Die Abweichungen von den tatsächlichen Tiefen können mehrere Meter bis 10-er Meter betragen.

Störungszonen werden (soweit bekannt) dargestellt. Bei Bohransatzpunkten in Störungszonen (mit einem beidseitigen Saum von 100 m) und im gesamten Oberrheingraben wird auf die mögliche Ungenauigkeit der zugrunde gelegten Gesteinsabfolge des geologischen Modells hingewiesen. Bei Bohrungen, die unter die Basis der Lockergesteine des Oberrheingrabens reichen, wird auf das mögliche Auftreten aller in Kapitel 5 aufgeführten Bohrrisiken hingewiesen. In den tektonisch komplex aufgebauten Randschollen am Ostrand des Oberrheingrabens sowie im Bereich des Dinkelbergs und des Steinheimer Beckens gibt es kein 3-dimensionales Modell des



Untergrundes. Dort wird die oberste geologische Einheit am gewählten Bohrpunkt angegeben und auf die bis in 400 m Tiefe möglichen Bohrrisiken hingewiesen. Ist bei Quartärüberdeckung die geologische Abfolge nicht bekannt, wird auf das mögliche Auftreten aller in Kapitel 5 aufgeführten 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.

3 Einschränkungen und Auflagenempfehlungen für Erdwärmesondenbohrungen durch Grundwasserschutz und Bergbau

Beim Bau und Betrieb von Erdwärmesondeanlagen sind Beeinträchtigungen des Grundwassers möglich. So können beim Abteufen einer Erdwärmesondenbohrung Spülungsverluste die Grundwasserbeschaffenheit beeinträchtigen (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 Erdwärmesondenbohrungen Trennschichten zwischen Grundwasserstockwerken durchbohrt und diese bei unzureichender Abdichtung 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 dies mit Einschränkungen möglich (vgl. Kap. 4).

Aus Gründen des allgemeinen Grundwasserschutzes kann auch außerhalb von Wasser- oder Heilquellenschutzgebieten die zulässige Tiefe von Erdwärmesondenbohrungen beschränkt sein. Sie dürfen nicht in tiefe, durch gering durchlässige Schichten gut geschützte Grundwasserleiter mit wasserwirtschaftlich genutzten oder potenziell nutzbaren Grundwasservorkommen reichen (mit Sicherheitsabstand), damit das Grundwasser nicht beeinträchtigt wird.

Weiterhin dürfen in Gebieten, wo oberflächennahe genutzte oder nutzbare Grundwasservorkommen vorhanden sind und tieferes, höher mineralisiertes, gespanntes Grundwasser auftritt, Erdwärmesondenbohrungen nicht bis in das tiefere Grundwasservorkommen reichen. Damit wird verhindert, dass das obere Vorkommen durch den Aufstieg des höher mineralisierten Wassers beeinträchtigt wird.

Weitere Beschränkungen für den Bau von Erdwärmesondenanlagen können von der Unteren Wasserbehörde 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 bei vorhandener schützender Überdeckung nur maximal bis zu deren Basis möglich. Im Informationssystem ISONG 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 Erdwärmesondenbohrungen ist das Vorkommen von Gips/Anhydrit, Steinsalz oder Kalisalz.

Erforderliche Tiefenbeschränkungen für Erdwärmesonden wegen künstlicher Hohlräume im Untergrund (u. a. Grubengebäude) werden bei Bohrungen über 100 m durch das Referat 97, Landesbergdirektion im RPF/LGRB, geprüft.

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

Kriterium 1: Fazielle Ausprägung: Der Bereich der tonig-mergelig und damit gering durchlässig ausgebildeten Haßmersheim-Schichten wurde aufgrund regionalgeologischer Kenntnisse abgegrenzt. Einschränkung: In der Natur vollzieht sich der Übergang zur 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 in seiner Lagerung gestört und damit die Trennfunktion der Haßmersheim-Schichten verringert. Die Erfahrung zeigt, dass diese Funktion 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. Dieses Kriterium wurde bei der Abgrenzung ebenfalls berücksichtigt.

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 Informationssystem 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 Informationssystem ISONG jedoch nicht berücksichtigt werden.

Die Haßmersheim-Schichten wurden als Modellschicht in das geologische 3D-Modell von ISONG integriert. Im Informationssystem erfolgt im relevanten Verbreitungsgebiet der Hinweis: „Beschränkung der Bohrtiefe auf xx m (Top Haßmersheim-Schichten + Sicherheitszuschlag) oder bei Betreuung der Bohrung(en) bis zum Top Haßmersheim-Schichten, der vor Ort durch eine(n) in der regionalen Geologie erfahrene(n) Geowissenschaftler(in) erkannt werden muss“.

Für Erdwärmesondenbohrungen, die flacher als die angegebene Bohrtiefenbeschränkung ausgeführt werden, bestehen keine besonderen Auflagen bezüglich einer geologischen Betreuung.

Bei tieferen Erdwärmesondenbohrungen sind die beiden letztgenannten Kriterien durch eine(n) in der regionalen Geologie erfahrene(n) Geowissenschaftler(in) zu beurteilen. Eine Bohrtiefenbeschränkung ist nur dann nicht erforderlich, wenn z. B. aus benachbarten Untersuchungen bekannt ist, dass die Trennfunktion der Haßmersheim-Schichten nicht besteht.

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

4 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 UM. Danach sind Erdwärmesonden in den Zonen I, II und III / IIIA von Wasserschutzgebieten in der Regel verboten. Nur wenn die Bohrstrecke 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) darüber liegt und die Erdwärmesondenbohrung bis maximal zur Basis der Überdeckung reicht (mit Sicherheitsabstand).



In der Zone IIIB von Wasserschutzgebieten ist der Bau von Erdwärmesonden in den meisten Fällen hydrogeologisch möglich. Erfolgte 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 würden und die Schutzfunktion der Überlagerung dann nicht mehr gegeben wäre. Gleiches gilt auch für die Zonen IIIB von Karstgrundwasserleitern bzw. hoch durchlässigen, karstähnlichen Grundwasserleitern mit nachgewiesenen, sehr hohen Grundwasser-Fließgeschwindigkeiten wie z. B. im Verbreitungsgebiet des Buntsandsteins im Nordschwarzwald. Hier sind Erdwärmesondenbohrungen bei vorhandener schützender Überdeckung (gering durchlässige bzw. hydraulisch trennende Schichten) aus hydrogeologischer Sicht nur bis maximal zur Basis der schützenden Überdeckung (mit Sicherheitszuschlag) 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 deren Abgrenzung Auswirkungen tiefer Bohrungen, wie sie im Rahmen des Baus von Erdwärmesondenanlagen erfolgen, noch nicht berücksichtigt wurden. Im Umfeld dieser Wasserschutzgebiete sind der Bau und Betrieb von Erdwärmesonden nicht erlaubt oder nur im Rahmen eines Erlaubnisverfahrens nach fachlicher Prüfung, gegebenenfalls mit besonderen Auflagen zulässig.

Für Quellenschutzgebiete staatlich anerkannter Heilquellen gelten die zuvor genannten Regelungen.

Im Informationssystem ISONG wird auf die Lage des gewählten Bohrpunktes in einem Wasser- oder Heilquellenschutzgebiet hingewiesen und angezeigt, ob der Bau von Erdwärmesondenanlagen aus hydrogeologischer Sicht möglich ist, bzw. welche Bohrtiefenbeschränkungen zu beachten sind. Die Darstellung der Schutzgebiete basiert auf dem Datensatz der Umweltverwaltung, ergänzt um die vom RPF/LGRB hydrogeologisch abgegrenzten Schutzgebiete, für die die gleichen Regelungen wie für rechtskräftige Schutzgebiete gelten (Stand der Schutzgebiete November 2011). Die Schutzgebietsgrenzen sind zum Teil nicht flurstücksgenau und in einigen Fällen nicht aktuell. Die Aktualisierung und Aufarbeitung der Schutzgebiete für ISONG kann wegen des damit verbundenen hohen Aufwandes nur in festgelegten Zyklen erfolgen. Ergänzend werden im Informationssystem ISONG 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.



5 Geotechnisch/hydrogeologische Risiken beim Bau einer Erdwärmesondenanlage

Mit dem Abteufen von Erdwärmesondenbohrungen sind Risiken verbunden, die im ungünstigen Fall zu erheblichen Folgeschäden führen können. In kritischen Fällen und bei Erdwärmesondenfeldern sind daher eine standortbezogene Beurteilung des Baugrunds, eine richtige Dimensionierung der Erdwärmesondenanlage und eine Bauüberwachung durch eine(n) in der Dimensionierung von Erdwärmesondenanlagen, in der Bohr- und Ausbautechnik sowie in der regionalen Geologie erfahrene(n) Geowissenschaftler(in) empfohlen bzw. teilweise von den LQS EWS vorgeschrieben.

Die Risiken lassen sich in vielen Fällen durch eine sorgfältige Planung und Vorsorge minimieren bzw. vermeiden. Dazu gibt das Informationssystem ISONG folgende Hinweise:

Karbonat- und Auslaugungsgestein mit möglichen Karsthohlräumen oder größeren Spalten im Untergrund: Bei Karbonat- und Auslaugungsgestein im Untergrund weist das Informationssystem ISONG am gewählten Bohrpunkt auf bohr- oder ausbautechnische Schwierigkeiten und/oder Baugrunds Schäden wegen möglicher Karsthohlräume oder größerer Spalten hin. Bohrungen sind bei deutlichem Spülungsverlust (mehr als 2 l/s) sowie beim Anbohren von Hohlräumen größer 2 m Tiefe abubrechen. Ein Abbruch der Bohrung(en) kann erforderlich werden, da die Gefahr besteht, dass das Bohrloch nicht mehr wirksam abgedichtet oder durch einen unzureichenden Gebirgsanschluss die Effizienz der Erdwärmesonde herabgesetzt werden kann. Liegt die Verkarstung weniger als 50 m unter der Geländeoberfläche, sind bohrbedingte Verbrüche mit Setzungen an der Erdoberfläche nicht auszuschließen.

Sulfathaltiges Gestein im Untergrund: Beim Auftreten anhydrithaltiger Gesteine kann nicht ausgeschlossen werden, dass die Funktionsfähigkeit der Erdwärmesonde(n) als Folge der Umwandlung von Anhydrit in Gips unter Volumenzunahme im Laufe der Zeit eingeschränkt wird bzw. verloren geht. Bei der Umwandlung von Anhydrit in Gips sind Geländehebungen durch Volumenzunahme und hieraus resultierende Schäden, die auch über die unmittelbare Umgebung des Bohransatzpunktes hinaus reichen können, nicht auszuschließen. Deshalb sind Bohrungen beim ersten Auftreten von Gips oder Anhydrit im Bohrgut (entspricht dem Gips- bzw. Anhydritspiegel) abubrechen. Die Tiefenlage des Gips-/Anhydritspiegels kann engräumig stark variieren bzw. die Sulfatgesteine können lokal vollständig ausgelaugt sein. Die fachtechnische Vor-Ort-Betreuung der Bohrung(en) durch eine(n) in der regionalen Geologie erfahrene(n) Geowissenschaftler(in) ist daher erforderlich. Wenn in sulfathaltiges Gestein gebohrt wurde, müssen die Bohrung(en) von der Endtiefe bis mindestens 1 m über die Oberkante des sulfathaltigen Gesteins dauerhaft abgedichtet werden. Darüber können sie als Erdwärmesonden ausgebaut werden. Bei Erdwärmesondenanlagen mit bis zu 5 Bohrungen sind alle, bei Anlagen mit mehr als 5 Bohrungen sind mindestens 5 Bohrungen geologisch zu betreuen. Die betreuten Bohrungen sind repräsentativ auf dem Bohrgelände zu verteilen. Werden durch die betreuten Bohrungen wechselnde geologische Verhältnisse angetroffen, muss die Anzahl der betreuten Bohrungen nach Vorgabe der(es) betreuenden Geowissenschaftlers(in) erhöht werden.



Zementangreifende Grundwässer im Untergrund: Das Informationssystem ISONG weist am gewählten Bohrpunkt auf zementangreifendes Grundwasser hin, wenn sulfathaltiges Gestein im Untergrund vorhanden ist. Zementangreifende Wässer können eine aus herkömmlichem Zement hergestellte Abdichtung schädigen. In solchen Gebieten ist die Verwendung von Zement mit hohem Sulfatwiderstand (HS-Zement DIN 1164) erforderlich. Zementangreifende Grundwässer können wegen lateraler und vertikaler Fließvorgänge auch außerhalb von sulfathaltigen Gesteinen vorkommen. Es wird deshalb empfohlen, generell Zement mit hohem Sulfatwiderstand (HS-Zement DIN 1164) zu verwenden.

Gasführung im Untergrund: Im Informationssystem ISONG wird darauf hingewiesen, wenn am gewählten Bohrpunkt Gasführung im Untergrund möglich ist. Es handelt sich dabei um die dem RPF/LGRB bekannten Bereiche mit CO₂-Vorkommen und um mögliche Erdgasvorkommen in der Region Bodensee-Oberschwaben, dem Albvorland und um Bereiche des Oberrheingraben sowie dessen Randschollen. Die Möglichkeit des Auftretens von Gasen (CO₂ oder Erdgas) und Gefährdungen durch Gasaustritte sind vor Aufnahme der Bohrarbeiten ordnungsgemäß durch den Bohrunternehmer oder die von ihm mit der Gefährdungsbeurteilung Beauftragten zu ermitteln und zu beurteilen. Auf dieser Grundlage sind Sicherheits- und Gesundheitsschutzmaßnahmen (z. B. Lüftung, gefahrlose Ableitung, Maßnahmen der Bohrlochbeherrschung, u. a., bei Erdgas auch Bohrlochverschlusseinrichtung und Explosionsschutz) vorzusehen und geeignete Arbeitsmittel bereitzustellen. Gegebenenfalls technisch nicht weiter zu vermindern Gasaustritte aus den fertig zementierten Bohrlöchern dürfen nicht zu Gefährdungen führen. Auf die zementangreifende Eigenschaft von freiem Kohlendioxid wird hingewiesen.

Bereits bei der Vorbereitung und Planung der Bohr- und Ausrüstungsarbeiten bestehen gesetzlich (u. a. nach dem Arbeitsschutzgesetz) begründete Anforderungen, gegebenenfalls zu erwartende gefährliche Gaskonzentrationen zu vermeiden. Im späteren Betrieb der Sonde muss durch die technische Bauausführung der Anlage gewährleistet sein, dass schleichend austretende Gase (Migration) sich nicht in gefährlichen Konzentrationen ansammeln können, erforderlichenfalls sind sie gefahrlos ins Freie abzuführen.

Artesisches Grundwasser: Beim Abteufen einer Erdwärmesondenbohrung kann artesisch gespanntes Grundwasser angetroffen werden. Es besteht dann die Gefahr unkontrollierter Austritte von Grundwasser an der Erdoberfläche. Außerdem kann es beim Anbohren von Artesern infolge Druckabbau und/oder Ausschwemmung von Feinmaterial aus dem Untergrund zu Setzungen im Umfeld der Bohrung(en) kommen. Beim Antreffen von artesisch gespanntem Grundwasser ist deshalb mit der Unteren Wasserbehörde abzustimmen, ob und wie eine Erdwärmesonde eingebaut werden kann oder ob das Bohrloch ohne Sondeneinbau dauerhaft abgedichtet werden muss. Ausführungen zum sachgerechten Umgang mit stark gespannten bzw. artesisch gespannten Grundwasserverhältnissen sind in den LQS EWS enthalten. Das Informationssystem ISONG weist sowohl am gewählten Bohrpunkt als auch flächenhaft auf die dem RPF/LGRB bekannten Bereiche mit artesisch gespannten Grundwässern hin.



Sensible Grundwassernutzungen: Wenn ein Erdwärmesondenstandort im näheren Umfeld einer dem RPF/LGRB bekannten, nicht öffentlichen Grundwassernutzung (z. B. Mineralwassergewinnung) liegt, können Beeinträchtigungen des genutzten Grundwassers nicht ausgeschlossen werden. Der zu schützende Bereich ist im Informationssystem ISONG pauschal durch einen Kreis mit 200 m Radius um die Fassung dargestellt. Darin sind der Bau und Betrieb einer Erdwärmesonde aus hydrogeologischer Sicht nicht möglich, solange nicht durch eine(n) in der regionalen Geologie erfahrene(n) Geowissenschaftler(in) nachgewiesen ist, dass die sensible Grundwassernutzung durch die Bohrung(en) nicht beeinträchtigt wird.

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. Im Informationssystem ISONG wird am gewählten Bohrpunkt allgemein, standortunspezifisch auf diese Risiken hingewiesen. Liegen dem LGRB am gewählten Bohrpunkt konkrete Hinweise auf bereits stattgefundenen Massenbewegungen vor, ist eine weitergehende Beurteilung durch einen Sachverständigen erforderlich.

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 Gelände-setzungen und zu Schäden an der benachbarten Bebauung führen. Daher ist sicherzustellen, dass es im Zuge der Bohrarbeiten zu keiner Entwässerung organischer Böden kommt.

Ölschiefer: Steht Ölschiefer der Posidonienschiefer-Formation (Unterjura) oberflächennah an (< 20 m unter Gelände), 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 Bohrung(en) noch die Leitungsgräben der Erdwärmesonde(n) zu einer dauerhaften Veränderung des Bodenwasserhaushalts (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 Erlaubnis und/oder eines bergrechtlichen Bescheids für die Errichtung einer Erdwärmesondenanlage

Alle Erdwärmesondenbohrungen müssen gemäß § 4 Lagerstättengesetz dem RPF/LGRB als zuständiger geowissenschaftlicher Fachbehörde zwei Wochen vor Beginn der Arbeiten vom Bohrunternehmer angezeigt werden. Hierfür bietet das RPF/LGRB die Internetanwendung



Bohranzeigensystem (BANZ) an, in dem die Bohranzeigen schnell und ohne Papieraufwand online erfasst werden können (<http://www.lgrb.uni-freiburg.de/lgrb/Service/bohranzeigen>).

Erdwärmesondenbohrungen, die bis zu 100 m in den Untergrund eindringen, müssen der zuständigen Unteren Wasserbehörde (Umweltamt des jeweiligen Stadt- oder Landkreises) angezeigt werden. Die Untere Wasserbehörde prüft das Vorhaben zum Bau einer Erdwärmesondenanlage auf Unbedenklichkeit. Sie wird in unproblematischen Fällen die Erlaubnis im vereinfachten Verfahren erteilen und nur bei problematischen Fällen ein förmliches wasserrechtliches Verfahren einleiten.

Soll eine Erdwärmesondenbohrung mehr als 100 Meter in den Untergrund eindringen, ist die Anzeige nach Bergrecht spätestens zwei Wochen vor Beginn der Arbeiten bei der Landesbergdirektion (Ref. 97 im RPF/LGRB) als zuständiger Bergbehörde in Baden-Württemberg erforderlich und kann ebenfalls über das Bohranzeigensystem (s. o.) eingegeben werden. Im Einzelfall kann die Bohrung betriebsplanpflichtig sein. Bei Inanspruchnahme mehrerer Grundstücke zur Erschließung und Nutzung der Erdwärme sind unabhängig von der Tiefe der Bohrung(en) Gestattungen und Betriebspläne nach Bergrecht erforderlich. Bei Erdwärmesondenvorhaben, bei denen die Bergbehörde für das Genehmigungsverfahren zuständig ist, vermittelt die Landesbergdirektion die wasserrechtlichen Belange im Einvernehmen mit der Unteren Wasserbehörde.

7 Adressen und Links

Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg

Postfach 10 01 63
76231 Karlsruhe
<http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de>

Regierungspräsidium Freiburg

Abt. 9 Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau
Albertstraße 5
D-79104 Freiburg i. Br.
<http://www.lgrb.uni-freiburg.de>

Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg

Kernerplatz 9
70182 Stuttgart
<http://www.um.baden-wuerttemberg.de>



8 Glossar

Anhydrit	Mineral (CaSO_4), im Gegensatz zu <i>Gips</i> wasserfrei, oft gesteinsbildend
Anhydritspiegel	Grenze zum anhydritführenden Gebirge (meist wenige Meter unter dem <i>Gipsspiegel</i>)
artesisches Grundwasser	<i>Grundwasser</i> , dessen Druckfläche über der Erdoberfläche liegt und das beim Anbohren an der Erdoberfläche austritt
Doppel-U-Sonde	<i>Erdwärmesonde</i> , 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
Erdwärmesondenfeld	Anlage mit mehr als 4 Erdwärmesondenbohrungen
Gips	Mineral ($\text{CaSO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$), oft gesteinsbildend
Gipsspiegel	Grenze zwischen sulfatfreiem und gipsführendem Gebirge (meist wenige Meter über dem <i>Anhydritspiegel</i>)
Grundwasser	Unterirdisches Wasser, das die Hohlräume des Gesteins zusammenhängend ausfüllt
Grundwasserleiter	Gesteinskörper, der geeignet ist, <i>Grundwasser</i> weiterzuleiten (mit einer vergleichsweise höheren Durchlässigkeit)
Grundwasserstand	Höhe des Grundwasserspiegels, bezogen auf Normal-Null [m NN]
Grundwasserstockwerk	<i>Grundwasserleiter</i> einschließlich der Begrenzung durch überlagernde und unterlagernde geringdurchlässige Schichten
Geothermische Energie	synonym mit <i>Erdwärme</i>
Heilquellenschutzgebiet	Gebiet, in dem zum Schutz von genutzten Heilquellen bestimmte Handlungen untersagt oder nur mit Auflagen erlaubt sind



Jahresbetriebsstunden	Jährliche Betriebszeit der Wärmepumpe einer <i>Erdwärmesonde</i> [h/a]
Karsthohlraum	Durch Lösung von Gestein im Untergrund entstandener Hohlraum
Kluft	Durch Spannungsabbau im Festgestein entstandene aufgeweitete Trennfläche (Fuge/Spalte)
Koaxialsonde	<i>Erdwärmesonde</i> , 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
kumulative Wärmezugsleistung	Über eine bestimmte Tiefe aufsummierte <i>Wärmeentzugsleistung</i> [W]
Lockergestein	unverfestigtes Gestein
Randschollen	Bereiche am Ostrand der Oberrheingraben, für die wegen der komplexen geologischen Verhältnisse bislang kein geologisches 3D-Modell erarbeitet wurde
Ringraumhinterfüllung	Hinterfüllung der ins Bohrloch eingebrachten Erdwärmesonden (i. d. R. eine Zement-Bentonit-Mischung) zur dauerhaften Abdichtung des Bohrlochs
spezifische Wärmeentzugsleistung	<i>Wärmeentzugsleistung</i> pro Meter Gestein [W/m]
Spülungsverlust	Verlust der beim Bohren verwendeten Flüssigkeit durch Übertritt ins Gebirge
Wärmeentzugsleistung	Dem Untergrund entziehbare Energiemenge [W].
Wärmeträger	Flüssigkeit oder Gas, die in einer <i>Erdwärmesonde</i> zirkulieren und die Erdwärme an die Erdoberfläche transportieren; meist ein Gemisch von Wasser und Glykol
Wasserschutzgebiet	Gebiet, in dem zum Schutz genutzter Grundwasservorkommen bestimmte Handlungen untersagt oder nur mit Auflagen erlaubt sind