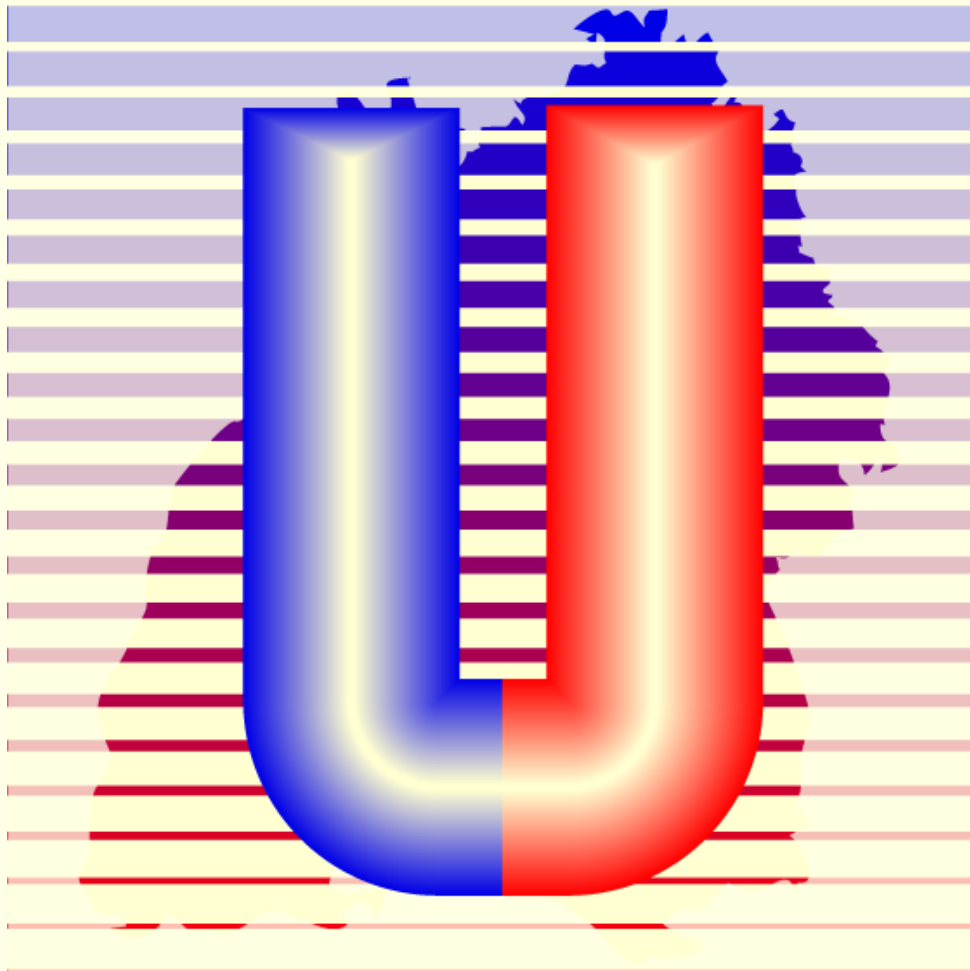


# Erläuterungen zum Informationssystem Oberflächennahe Geothermie für Baden-Württemberg (ISONG)

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

Erweiterte Version



März 2011



Baden-Württemberg

REGIERUNGSPRÄSIDIUM FREIBURG  
Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau



## Inhalt

- 1 Einführung
- 2 Erforderliche Tiefe der Erdwärmesondenbohrung für den benötigten Energiebedarf (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 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, Naturschutz und Verkehr 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 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 (2 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 Meter 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:

- Erforderliche Tiefe der Erdwärmesondenbohrung(en) für den benötigten Energiebedarf (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 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**“, 5. Auflage 2005 des UM zu finden (im Folgenden „Leitfaden des UM“).

[http://www.geothermie.de/fileadmin/useruploads/wissenswelt/gesetze/Leitfaden/BW\\_Leitfaden\\_-\\_Nutzung\\_von\\_Erdwaerme.pdf](http://www.geothermie.de/fileadmin/useruploads/wissenswelt/gesetze/Leitfaden/BW_Leitfaden_-_Nutzung_von_Erdwaerme.pdf)

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 Erforderliche Tiefe der Erdwärmesondenbohrung für den benötigten Energiebedarf (geologisches 3D-Modell)**

Im Informationssystem ISONG wird für den gewählten Standort die kumulative Wärmeentzugsleistung einer Erdwärmesonde für unterschiedliche Tiefen und für 1800 sowie 2400 Betriebsstunden/Jahr angegeben. Die Berechnung der Wärmeentzugsleistung stützt sich auf die Prognose zur Gesteinsabfolge am jeweiligen Erdwärmesondenstandort und erfolgt bis 100 m Tiefe in Anlehnung an die VDI-Richtlinie 4640.

Angaben über die voraussichtliche Gesteinsabfolge am gewählten Bohrpunkt liefert ein 3-dimensionales Modell des Untergrunds. 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 (prognostisches Bohrprofil), die für die Berechnung der Wärmeentzugsleistung benötigt wird. Die dargestellten zusammengefassten Einheiten unterscheiden sich dabei stratigraphisch, petrographisch, hydrogeologisch und in Bezug auf geotechnische Bohrrisiken voneinander.

Im Informationssystem ISONG wird bei punktbezogenen Abfragen das voraussichtliche Bohrprofil am geplanten Erdwärmesonden-Standort bis 400 m Tiefe bzw. bis zur erlaubten Bohrtiefe als Profilsäule mit einer kurzen Beschreibung der erwarteten Gesteinsabfolge ausgegeben. Zu-



sätzlich wird im Lockergestein der Grundwasserstand (soweit bekannt) angegeben. Eine zweite Darstellung zeigt das prognostizierte Bohrprofil bis zur erlaubten Bohrtiefe, zusammen mit Angaben zur voraussichtlichen kumulativen Wärmeentzugsleistung (maximal bis 100 m Tiefe). In roter Schrift werden die für die jeweilige Einheit spezifischen Bohrrisiken ausgegeben (siehe Kap. 5). Setzt eine Bohrung innerhalb einer Einheit an, so besteht die Schichtmächtigkeit nur noch aus ihrer Restmächtigkeit.

Die Genauigkeit der Angaben über die Tiefenlage der einzelnen Schichtgrenzen hängt von der Anzahl und räumlichen Verteilung der vorhandenen Bohrdaten und der Komplexität der geologischen Verhältnisse im betrachteten Gebiet ab. Da flache Bohrungen überwiegen, nimmt die Vorhersagegenauigkeit generell mit der Tiefe ab. Auch die Grundwasserspiegellage kann in einigen Gebieten nur grob abgeschätzt werden und zudem ausgeprägte jahreszeitliche Schwankungen aufweisen.

Die prognostizierten Tiefen der Schichtgrenzen und des Grundwasserspiegels sind im Informationssystem ISONG auf Meter gerundet. Sie können von den tatsächlichen Tiefen mehrere Meter bis 10-er Meter abweichen.

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 des prognostischen Bohrprofils bzw. der daraus abgeleiteten Wärmeentzugsleistungen hingewiesen. In den tektonisch komplex aufgebauten Randschollen am Ostrand des Oberrheingrabens sowie für das Steinheimer Becken gibt es kein 3-dimensionales Modell des Untergrundes. Dort wird (wenn bekannt) die oberste geologische Einheit am gewählten Bohrpunkt angegeben und auf die bis in 400 m Tiefe möglichen Bohrrisiken hingewiesen.

Anhand des prognostizierten Bohrprofils werden für unterschiedliche Tiefen und für 1800 bzw. 2400 Jahresbetriebsstunden der Erdwärmesonde (s. u.) die kumulativen Wärmeentzugsleistungen berechnet. Dazu werden die spezifischen Wärmeentzugsleistungen verwendet, die in der VDI-Richtlinie 4640 „Thermische Nutzung des Untergrundes“ für unterschiedliche Gesteine und Jahresbetriebsstunden angegeben sind.

Die Angaben in der VDI-Richtlinie 4640 und damit auch die daraus abgeleiteten Entzugsleistungen im ISONG gelten für folgende Parameter einer Standardanlage:

- Bei der Erdwärmesonde handelt es sich um eine Einzelanlage, die bis zu einer Heizleistung von 30 kW eingesetzt wird.
- Die Anlage wird nur für den Wärmeentzug (Heizung oder Heizung und Warmwasser) genutzt.
- Die Länge (Tiefe) der Erdwärmesonde liegt zwischen 40 und 100 m.
- Der kleinste Abstand zwischen einzelnen Erdwärmesonden beträgt bei Tiefen zwischen 40 und 50 m mindestens 5 m, bei Bohrungen bis 100 m mindestens 6 m.



- Als Erdwärmesonden kommen Doppel-U-Sonden mit einem Innendurchmesser der Einzelrohre von DN 20, DN 25 oder DN 32 mm oder Koaxialsonden mit 60 mm Durchmesser zum Einsatz.

Bei der Planung einer Erdwärmesondenanlage ist die Anzahl der jährlichen Betriebsstunden von Bedeutung. 1800 Betriebsstunden/Jahr werden für reinen Heizbetrieb und 2400 Betriebsstunden/Jahr für Heiz- sowie Warmwasserbetrieb angesetzt.

Im Informationssystem ISONG werden bei standortbezogenen Abfragen die kumulativen Wärmeentzugsleistungen für 40 m, 60 m, 80 m und 100 m tiefe Erdwärmesonden, getrennt für 1800 und 2400 Betriebsstunden/Jahr, angegeben. Diese Werte dienen nur zur Orientierung, da die Wärmeentzugsleistung keine physikalisch messbare Größe ist, sondern von einer Vielzahl von (gesteinsphysikalischen, sonden- und haustechnischen) Parametern abhängt. Mit den Angaben des Informationssystems ISONG kann auch geprüft werden, ob es günstiger ist, am vorgesehenen Standort eine tiefe oder mehrere flachere Erdwärmesonden zu bauen. Sie sind somit eine Entscheidungshilfe, um die mit der Bohrtiefe oft zunehmenden Bohrrisiken abzuwägen (vgl. Kap. 5). In Gebieten mit Tiefenbeschränkungen für Erdwärmesonden (Vgl. Kap. 3 und 4) werden die Wärmeentzugsleistungen nur bis zur erlaubten Bohrtiefe angegeben. In Wasser- und Heilquellenschutzgebieten, in denen nur Wasser als Wärmeträgerflüssigkeit zugelassen ist, erfolgt keine Angabe der Entzugsleistungen, da Wasser als Wärmeträgerflüssigkeit nicht den Rahmenbedingungen der VDI-Richtlinie 4640 entspricht. Ergänzend werden im Informationssystem ISONG die spezifischen Wärmeentzugsleistungen als Themen auch flächenhaft dargestellt.

**Abweichungen der prognostizierten von den tatsächlichen Wärmeentzugsleistungen können u. a. aufgrund der oben angeführten Unsicherheiten bezüglich der geologischen Verhältnisse auftreten.**

### **3 Einschränkungen und Auflagenempfehlungen für Erdwärmesondenbohrungen durch Grundwasserschutz und Bergbau**

Beim Bau und Betrieb von Erdwärmesondenanlagen 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.

**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 3-D-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) Geologen(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 Aspekte durch eine(n) in der regionalen Geologie erfahrene(n) Geologen(in) zu beurteilen. Eine Bohrtiefenbeschrän-



kung 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 klei-



ne 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 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 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 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 und die Begleitung der Bohrarbeiten durch ein in Bohr- und Ausbautechnik und der regionalen Geologie erfahrenes Fachbüro erforderlich.

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

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

Bei Karbonatgestein im Untergrund weist das Informationssystem ISONG am gewählten Bohrpunkt auf bohr-, ausbau- oder geotechnische Schwierigkeiten 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 wirk-



sam abgedichtet oder durch einen unzureichenden Gebirgsanschluss die Effizienz der Erdwärmesonde herabgesetzt werden kann. Liegt die Verkarstung weniger als 50 m unter 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) abzubrechen. 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) Geologen(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 6 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 Geologen(in) erhöht werden. Außerdem weist das Informationssystem ISONG bei sulfathaltigem Gestein im Untergrund am gewählten Bohrpunkt auf bohr-, ausbau- und geotechnische Schwierigkeiten hin.

**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 CO<sub>2</sub>-Vorkommen und um mögliche Erdgasvorkommen in der Region Bodensee-Oberschwaben, dem Albvorland und um Bereiche des Oberrheingrabens sowie dessen Randschollen. Die Möglichkeit des Auftretens von Gasen (CO<sub>2</sub> 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 Gesundheits-



schutzmaßnahmen (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 Ausstritte 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.

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) Geologen(in) nachgewiesen ist, dass die sensible Grundwassernutzung durch die Bohrung(en) nicht beeinträchtigt wird.



**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.

**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 (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 und/oder eines bergrechtlichen Bescheids für die Errichtung einer Erdwärmesondenanlage**

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

Soll eine Erdwärmesondenbohrung mehr als 100 Meter in den Untergrund eindringen, ist eine rechtzeitige (elektronische) Anzeige (spätestens zwei Wochen vor Beginn) nach Bergrecht erforderlich. 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. Zuständige Bergbehörde in Baden-Württemberg ist die Landesbergdirektion (Ref. 97) im RPF/LGRB. Bei Erdwärmesondenvorhaben, bei denen die Bergbehörde im RPF/LGRB für das Genehmigungs-



verfahren 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 RPF/LGRB als zuständiger geowissenschaftlicher Fachbehörde zwei Wochen vor Beginn der Arbeiten vom Bohrunternehmer (elektronisch) angezeigt werden.

## 7 Adressen und Links

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

Postfach 100163

76231 Karlsruhe

<http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/35855/>

### **Regierungspräsidium Freiburg**

Abt. 9 Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau

Albertstraße 5

D-79104 Freiburg i. Br.

<http://www.lgrb.uni-freiburg.de/lgrb/home/index.html>

### **Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Verkehr Baden-Württemberg**

Kernerplatz 9

70182 Stuttgart

<http://www.uvm.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/1538/>

### **Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg**

Theodor-Heuss-Straße 4

70174 Stuttgart

<http://www.wm.baden-wuerttemberg.de/sixcms/detail.php/62315>



## 8 Glossar

Anhydrit	Mineral ( $\text{CaSO}_4$ ), 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 3-D-Modell erarbeitet wurde
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