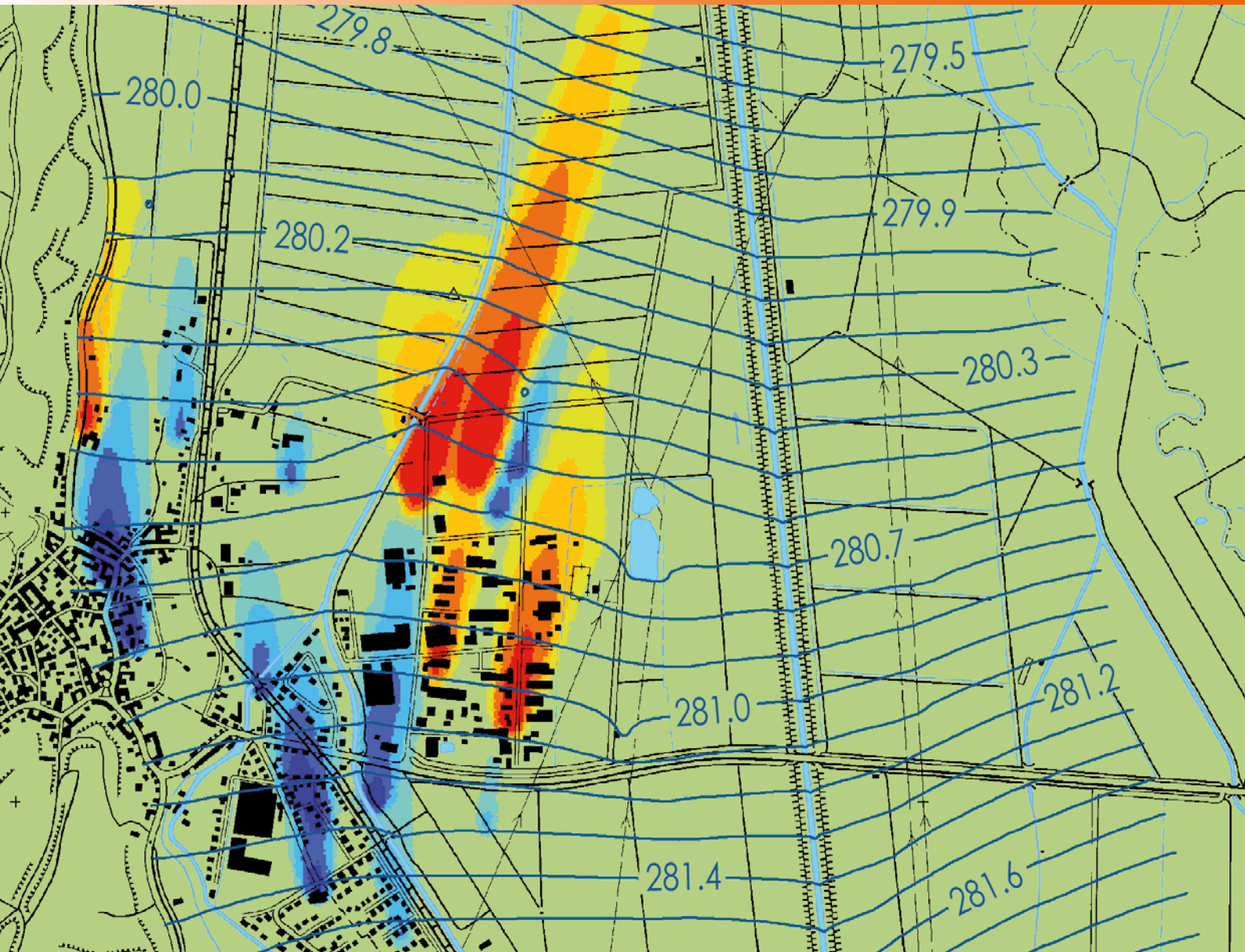



Leitfaden zur Nutzung von Erdwärme mit Grundwasserwärmepumpen



 für Ein- und Zweifamilienhäuser oder Anlagen
mit Energieentzug bis zirka 45.000 kWh pro Jahr.



Baden-Württemberg

UMWELTMINISTERIUM

Inhaltsübersicht

Vorwort.....	5
1 Einführung.....	6
2 Prinzip der Grundwasserwärmepumpe.....	8
3 Grundsätzliche Anforderungen.....	10
4 Hydrogeologische Rahmenbedingungen.....	12
4.1 DURCHLÄSSIGKEIT, ERGIEBIGKEIT	
4.2 TEMPERATUR DES GRUNDWASSERS	
4.3 GRUNDWASSERBESCHAFFENHEIT	
5 Betrieb einer Grundwasserwärmepumpe	18
6 Auswirkungen einer Entnahme und Wiedereinleitung.....	20
7 Rechtsgrundlagen, Erlaubnis- und Anzeigeverfahren.....	22
8 Antragsunterlagen	26
9 Bauausführung und Anlagenbetrieb.....	30
Impressum	34

Titelseite:

Modellhaft berechnete Temperaturfelder für mehrere Ein- und Zweifamilienhäuser sowie größere Temperaturfelder gewerblicher Nutzungen (Heizzwecke: Temperaturfahnen in blauen Farben; Kühlwasserfahnen: gelbe und rote Farben); Bildvorlage: Ingenieurgesellschaft Prof. Kobus und Partner GmbH, graphisch überarbeitet: RPF-LGRB; Kartengrundlage: Topographische Karte 1:25.000 © Landesvermessungsamt Baden-Württemberg vom 8.8.2008, AZ. 2851.2-D/6592

Vorwort

Grundwasserwärmepumpen zur Wärmegewinnung werden seit den 1980er Jahren in Baden-Württemberg in zunehmendem Maße für Heiz- und Kühlzwecke im privaten und gewerblichen Bereich eingesetzt. Mit moderner Wärmepumpentechnologie und vergleichsweise preiswertem Anlagenbetrieb liefern sie inzwischen einen wichtigen Beitrag zur Schonung fossiler Energiequellen und zur Verminderung des CO₂-Ausstoßes. In Gebieten mit günstigen hydrogeologischen Eigenschaften gewinnen Grundwasserwärmepumpen weiter an Bedeutung. Der vorliegende Leitfaden gibt einen Überblick und Hilfestellung in dem fachlich und rechtlich komplexen Beurteilungs- und Abwägungsprozess bei der Genehmigung von Grundwasserwärmepumpenanlagen aus wasserwirtschaftlicher Sicht. In den Leitfaden sind die Erfahrungen der letzten 25 Jahre bezüglich Planung, Genehmigungspraxis, Bau und Betrieb von Grundwasserwärmepumpen in Baden-Württemberg eingeflossen.

Der direkte Zugang zum Grundwasser, die Ausbreitung des abgekühlten wieder eingeleiteten Grundwassers und mögliche Einschränkungen für Nachbargrundstücke durch Bau und Betrieb von Grundwasserwärmepumpen werden im Leitfaden aufgegriffen. Schwerpunktmäßig wird die Problematik der Berechnung von Temperaturfeldern behandelt. Der Leitfaden knüpft an das Arbeitspapier „Temperaturfelder im Grundwasser“ der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg aus dem Jahr 1980 an. Im Auftrag des Umweltministeriums wurde ein einfach anzuwendendes Programm entwickelt, das näherungsweise das Temperaturfeld im Grundwasser ermittelt und darstellt. Der Leitfaden ist insbesondere bei den Temperaturfeldberechnungen auf kleine Anlagen ausgerichtet. Bei großen Anlagen z. B. zur Versorgung ganzer Wohngebiete, im gewerblichen Bereich oder bei der Erstellung thermischer Lastpläne für Siedlungsgebiete gelten erweiterte Anforderungen, die im Einzelfall mit der Unteren Wasserbehörde festzulegen sind.

Der vorliegende Leitfaden soll die wasserwirtschaftlichen und hydrogeologischen Beurteilungskriterien landesweit transparent machen und die Genehmigungsverfahren vereinheitlichen und beschleunigen. Er richtet sich vorrangig an die Verwaltung, aber auch an Planungsfirmen und Interessenten dieser Technologie.

Er kann unter www.erdwaerme.baden-wuerttemberg.de heruntergeladen werden. 

Tanja Gönner

Umweltministerin des Landes Baden-Württemberg

2 Prinzip der Grundwasserwärmepumpe

Mit Grundwasserwärmepumpen wird der Wärmeinhalt des Grundwassers als regenerative Energiequelle für Heiz- und Kühlzwecke genutzt. Dazu wird über einen Entnahmebrunnen Grundwasser gefördert, dem mittels Wärmetauscher Energie entzogen (für Heizzwecke) bzw. zugeführt (für Kühlzwecke) wird. Anschließend wird das thermisch veränderte Grundwasser wieder in denselben Grundwasserleiter zurückgegeben.

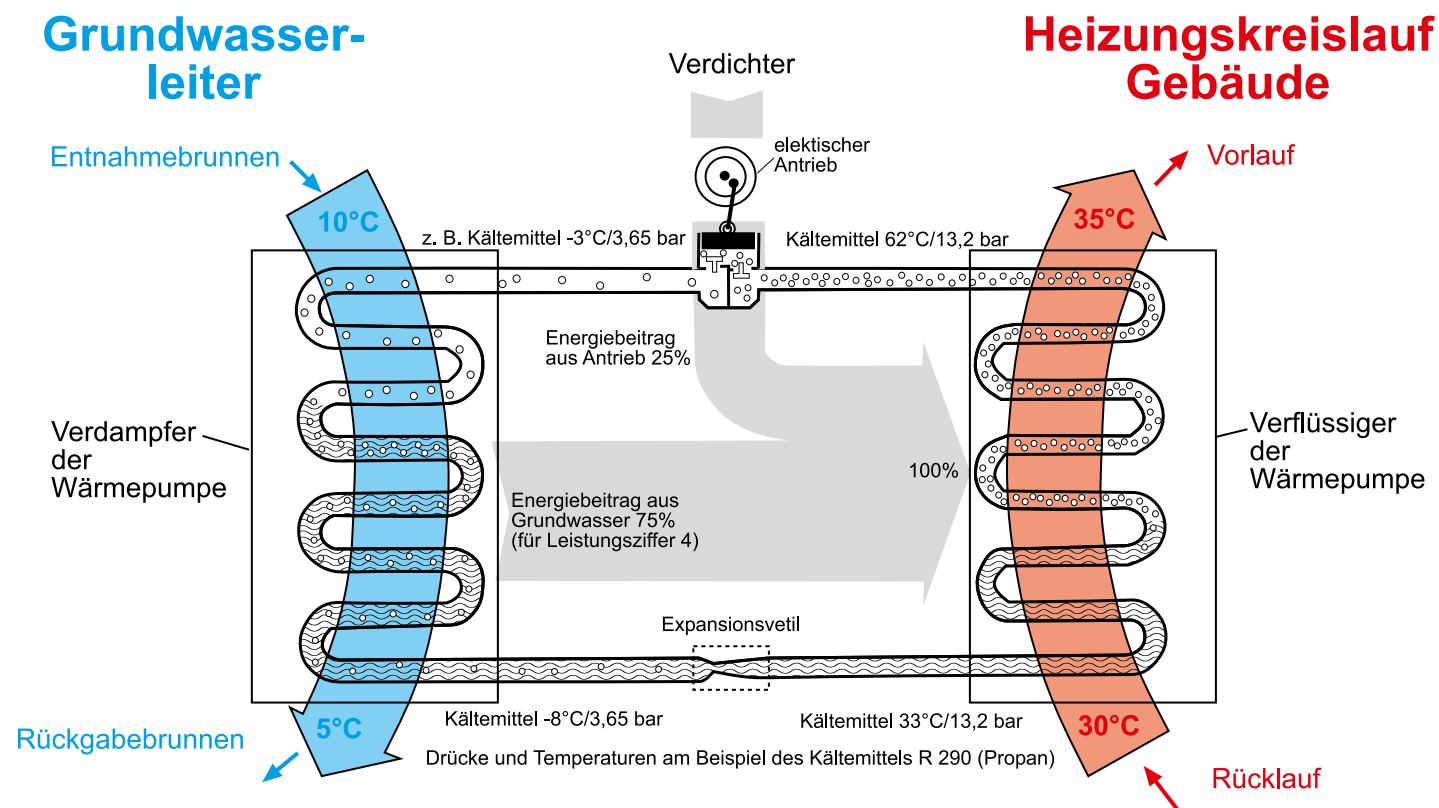


Abbildung 2: Schema des Wärmepumpenkreislaufs (verändert nach LAWA, 1980)

Derzeit am weitesten verbreitet sind Anlagen mit Grundwasserförderung, Wärmeentzug über Wärmetauscher in direktem Kontakt mit dem Grundwasser und anschließender Wiedereinleitung des abgekühlten Grundwassers über Rückgabebrunnen.

Bei ungünstiger chemischer Beschaffenheit des Grundwassers (Kap. 4.3) müssen Entnahme und Wiedereinleitung in einem geschlossenen System erfolgen und die Anlage muss über einen Zwischenkreislauf verfügen (Abbildung 3). Damit wird verhindert, dass das geförderte Grundwasser mit der Atmosphäre in Kontakt kommt und sich dadurch chemisch verändert. Der Zwischenkreislauf kann mit Wasser oder einem Wärmeträgergemisch befüllt sein.

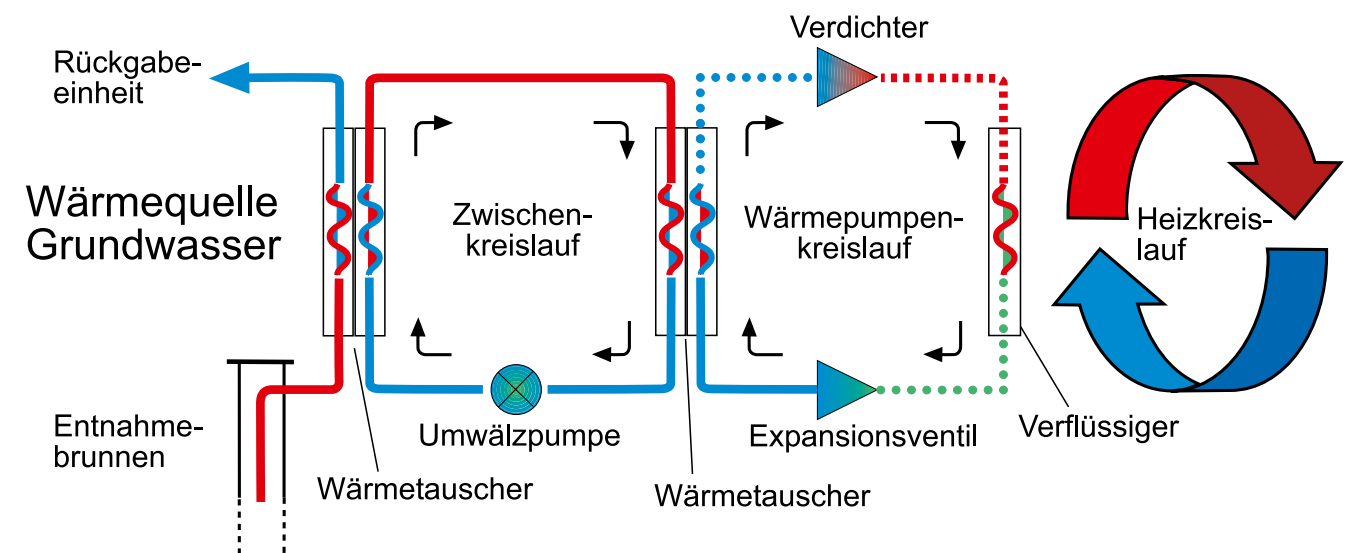


Abbildung 3: Schema eines Wärmepumpenzwischenkreislaufs (Bildvorlage: LRA Rastatt, Herr Mahler)

In Wasserschutzgebieten (Zone IIIB) soll durch Installation eines Zwischenkreislaufs vermieden werden, dass die in der Wärmepumpe enthaltenen Betriebsmittel (Kältemittel und Öl) im Leckagefall direkt in das Grundwasser gelangen. Im Zwischenkreislauf darf hier als Wärmeträgerflüssigkeit nur Wasser verwendet werden.

Ein besonderer Typ des Zwischenkreislaufs ist der mit reinem Wasser gefüllte Spiralwärmetauscher, der in den Brunnen eingehängt wird (siehe Arbeitshilfe).

3 Grundsätzliche Anforderungen

Der Bau einer Grundwasserwärmepumpenanlage setzt voraus, dass am geplanten Standort geeignete hydrogeologische Verhältnisse vorliegen. Der Betrieb der Anlage muss so erfolgen, dass keine Schutzgüter, insbesondere das Grundwasser, gefährdet und die Interessen der Nachbarn nicht mehr als vertretbar beeinträchtigt werden. Im Einzelnen müssen die folgenden Punkte bei der Planung beachtet und bereits bei der Anzeige nachgewiesen werden:

- Die Entnahme darf nur aus dem obersten Grundwasserstockwerk erfolgen. Die wesentlichen Voraussetzungen für eine Grundwasserbenutzung sind der Nachweis der möglichen Bedarfsdeckung durch einen Pumpversuch sowie eine geeignete Grundwasserbeschaffenheit.
- Die Rückleitung des gesamten entnommenen Grundwassers muss mittels Rückgabebrunnen in denselben Grundwasserleiter erfolgen. Zulässig ist auch eine Rückleitung über eine Sickeranlage, die dem Förderhorizont das entnommene Grundwasser nach kurzer Fließzeit wieder zuführt. In beiden Fällen soll der Grundwasserhaushalt des genutzten Grundwasserleiters durch die thermische Grundwassernutzung nicht dauerhaft quantitativ verändert werden.
- Es muss sichergestellt sein, dass grundwasserunterstromig gelegene, zugelassene Anlagen hydraulisch oder thermisch nicht mehr als zumutbar beeinträchtigt und in ihrer Funktion eingeschränkt werden. Bereits bei Planung und Anzeige des Vorhabens müssen daher eventuelle Auswirkungen auf Unterlieger geprüft werden; thermische und hydraulische Auswirkungen auf Nachbaranlagen können zu einer Ablehnung führen.
- Durch die Absenkung des Grundwasserspiegels bei der Entnahme dürfen keine Setzungsschäden entstehen und bei der Grundwasserrückgabe in den Grundwasserleiter sind bauwerksrelevante Grundwasseranstiege oder Vernässungen zu vermeiden.
- In rechtskräftig ausgewiesenen Wasser- und Heilquellenschutzgebieten gelten die in der jeweiligen Rechtsverordnung festgelegten Regelungen. Falls die Rechtsverordnung keine expliziten Ausführungen zu Grundwasserwärmepumpen enthält oder das Wasser- oder Heilquellenschutzgebiet nur fachtechnisch abgegrenzt oder geplant ist, können die in der Tabelle 1 aufgeführten Einschränkungen zur Beurteilung dienen. Außerdem sind in der Tabelle Einschränkungen für den Zustrombereich „sensibler“ Nutzungen aufgeführt (z. B. Trinkwasserbrunnen ohne Schutzgebiet, anerkannte Mineral- und Heilwässer, sonstige Mineralwässer, private Trinkwasser- und hochwertige Brauchwassergewinnungen). Die Angaben in der Tabelle 1 beziehen sich auf den genutzten Grundwasserleiter und direkt in diesen einspeisende Grundwasserleiter.
- Die Zulässigkeit von Grundwasserwärmepumpenanlagen im Wirkungsbereich von Schadensfällen und Altablagerungen sowie in aktuellen oder ehemaligen Bergbaugebieten wird im Einzelfall geprüft. 

Tabelle 1:
Einschränkungen für Grundwasserwärmepumpen in Wasser- und Heilquellenschutzgebieten sowie im Einzugsgebiet „sensibler“ Nutzungen

SCHUTZGEBIETSZONE ODER ART DES ZUSTROMBEREICHS	EINSCHRÄNKUNGEN FÜR DEN BAU UND BETRIEB VON GRUNDWASSERWÄRMEPUMPENANLAGEN
Wasserschutzgebiete und Heilquellenschutzgebiete (qualitative Schutzzonen)	
Fassungsbereich (Zone I)	Bau und Betrieb von Grundwasserwärmepumpen verboten
Engere Schutzzone (Zone II)	Bau und Betrieb von Grundwasserwärmepumpen verboten
Weitere Schutzzone (Zone III, IIIA)	Bau und Betrieb von Grundwasserwärmepumpen verboten
Weitere Schutzzone (Zone IIIB)	in der Regel Bau und Betrieb von Grundwasserwärmepumpen mit Zwischenkreislauf und Wasser als Wärmeträgerflüssigkeit im Zwischenkreislauf möglich
Heilquellenschutzgebiete (quantitative Schutzzonen)	
Quantitative Schutzzonen A, A/1 und A/2	Bau und Betrieb von Grundwasserwärmepumpen verboten
Quantitative Schutzzonen B, B/1 und B/2	in der Regel Bau und Betrieb von Grundwasserwärmepumpen möglich
Zustrombereiche „sensibler“ Nutzungen	
Engerer Zustrombereich (50 Tage-Linie)	Bau und Betrieb von Grundwasserwärmepumpen verboten
Weiterer Zustrombereich	in der Regel Bau und Betrieb von Grundwasserwärmepumpen möglich

4 Hydrogeologische Rahmenbedingungen



Bohrungen für Grundwasserwärmepumpen, links: im Festgestein (Bildquelle: Hydrogeologisches Büro Dr. Köhler, Eppingen), rechts: im Lockergestein (Bildquelle: Firma Krämer Bewässerung GmbH, Dettenheim-Rußheim).

links: Bohrproben für die geologische Profilsprache, rechts: Klarpumpen eines erfolgreichen Brunnens. (Bildquellen: Dipl.-Geologe H. Weyersberg, Bietigheim-Bissingen)

4.1 DURCHLÄSSIGKEIT, ERGIEBIGKEIT

☞ Geeignet für die Anlage von Grundwasserwärmepumpen sind die Porengrundwasserleiter (Sande und Kiese) mit einem geringen Anteil an Feinbestandteilen (Feinsand, Schluff, Ton) und mit geringem Grundwasserflurabstand. Sie sind bohrtechnisch einfach zu erschließen und weisen eine hohe Ergiebigkeit für Entnahmekbrunnen und ein ausreichendes Schluckvermögen für Rückgabekbrunnen auf. Neben der technischen Brunnenergiebigkeit muss für einen ganzjährigen Betrieb ein ausreichend großes Einzugsgebiet gegeben sein.

Kluft- und Karstgrundwasserleiter sind nur eingeschränkt für den Bau von Grundwasserwärmepumpenanlagen geeignet. Das Auffinden gut durchlässiger Gebirgsbereiche kann hier allerdings mit vergleichbar höherem Bohrrisiko und aufwändigen Feldversuchen verknüpft sein.

Eine Übersicht über die Verbreitung der für die Anlage von Grundwasserwärmepumpen besonders geeigneten Porengrundwasserleiter in Baden-Württemberg zeigt Abbildung 4. Im Einzelnen handelt es sich um folgende hydrogeologische Einheiten:

- Quartäre/pliozäne fluviatile Kiese und Sande im Oberrheingraben
- Quartäre fluvioglaziale Kiese und Sande im Alpenvorland
- Jungquartäre fluviatile Flusskiese und -sande in großen Tälern

Wichtige Voraussetzungen zur Einrichtung einer Grundwasserwärmepumpenanlage sind eine ausreichende Brunnenergiebigkeit des Entnahmekbrunnen („technische und langfristige Ergiebigkeit“) und eine ausreichende Schluckfähigkeit des Rückgabekbrunnen. Standorte mit kleinen Grundwassereinzugsgebieten, großen saisonalen Grundwasserstandsschwankungen und/oder geringen Grundwassermächtigkeiten sind nicht oder nur eingeschränkt für Grundwasserwärmepumpenanlagen geeignet. Grundwasserleiter mit hohen Grundwasserflurabständen sind aus wirtschaftlicher Sicht i. d. R. wenig geeignet.

Grundwasserleiter können freies oder unter Deckschichten unter Druck stehendes („gespanntes“) Grundwasser enthalten. In beiden Fällen sind thermische Grundwassernutzungen möglich. In letzterem Fall ist zusätzlich zu berücksichtigen, dass

- Absenkung und Aufhöhung des Wasserstands durch die Entnahme und Wiedereinspeisung große Ausdehnungen erreichen können
- die Rückgabe des Grundwassers eventuell nur mit Druckerhöhung möglich ist.

Die Eignung des Untergrunds für Entnahme- und Rückgabekbrunnen muss in jedem Einzelfall am jeweiligen Standort geprüft werden, da die Beschaffenheit und Zusammensetzung der Lockersedimente bzw. die Klüftung von Festgesteinen starken kleinräumigen Variationen unterliegen kann. Dies ist in der Regel nur mittels Brunnenbohrung und Pumpversuch möglich. ☞

Ergiebigkeiten in Baden-Württemberg

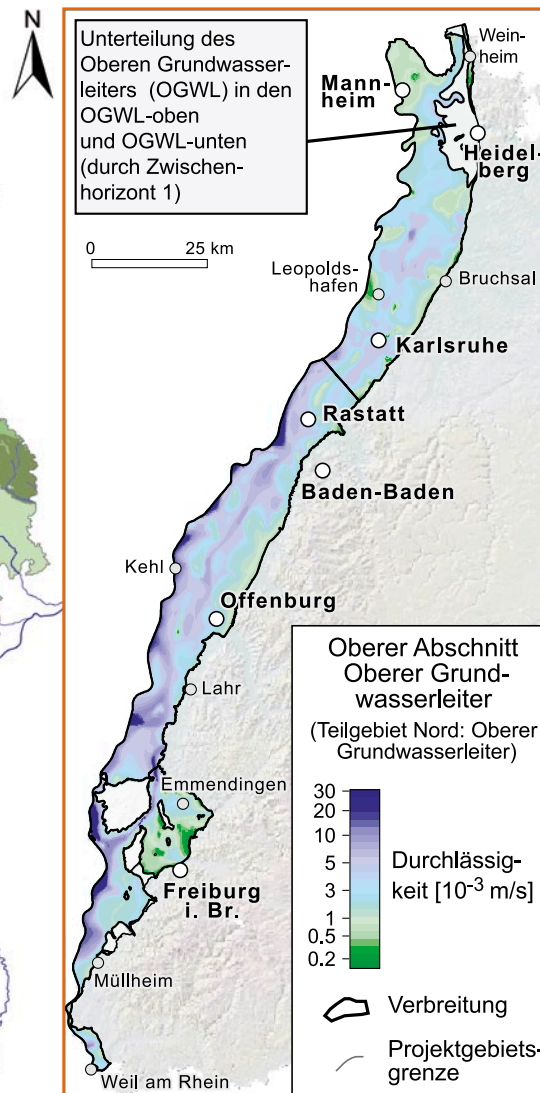
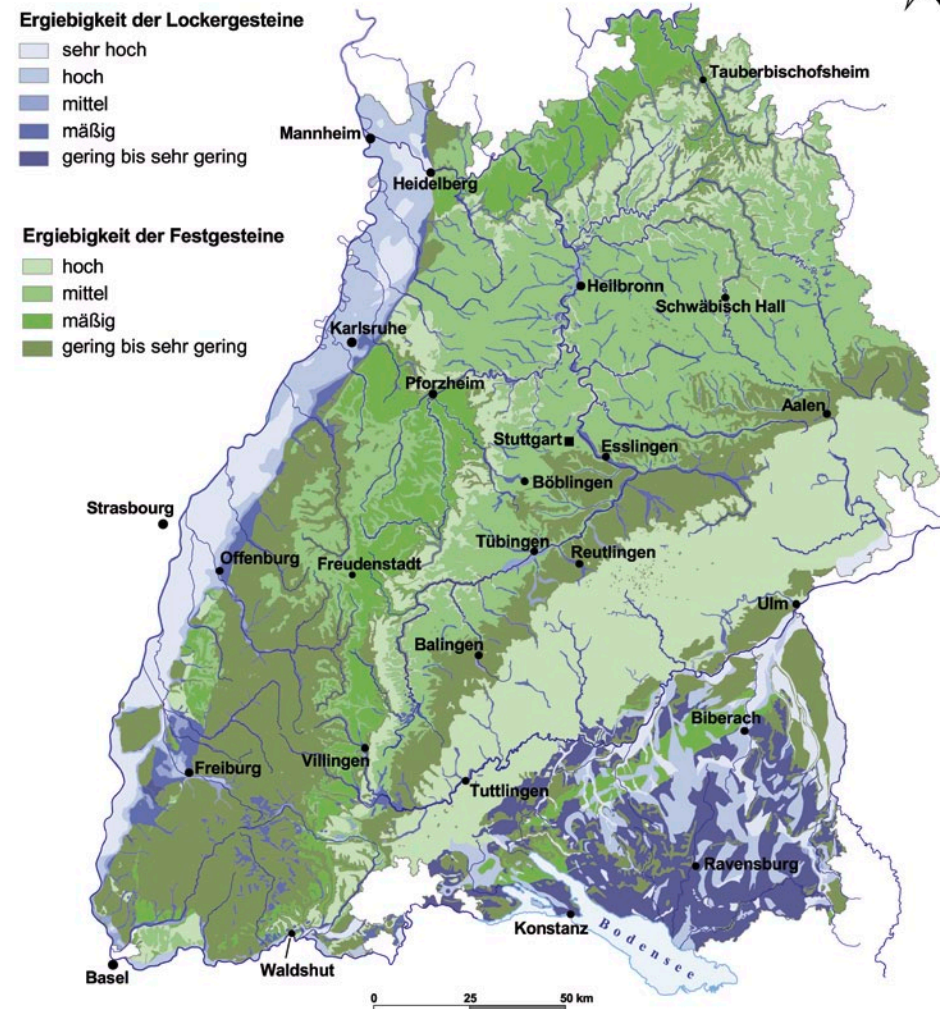


Abbildung 4: Ergiebigkeitsverhältnisse in Baden-Württemberg (links: Gesamt Baden-Württemberg, rechts: Detailausschnitt zur Durchlässigkeit des oberen Abschnitts des Grundwasserleiters im Oberrheingraben); (Bildquellen: RPF-LGRB 2007, RPF-LGRB 2008, leicht verändert)

4.2 TEMPERATUR DES GRUNDWASSERS

Grundwasser zeichnet sich meist durch vergleichsweise konstante und auch in den Wintermonaten relativ hohe Temperaturen aus und ist daher für die Nutzung durch Wärmepumpen geeignet.

Die Wärmeeinspeisung in das oberflächennahe Grundwasser erfolgt im Wesentlichen durch Sonneneinstrahlung und versickernde Niederschläge. Die Globalstrahlung aus der Atmosphäre erreicht im Jahresmittel eine Größenordnung von 100 Watt pro Quadratmeter. Die jahreszeitlichen Temperaturschwankungen sind daher an der Grundwasseroberfläche am größten und nehmen mit der Tiefe stark ab. Ab einer Tiefe von ca. 10-15 m sind keine relevanten atmosphärisch bedingten jahreszeitlichen Temperaturschwankungen mehr nachweisbar.

Trotz überwiegend konstanter Grundwassertemperaturen können saisonale Effekte bei manchen Standorten eine große Rolle für einen effizienten Betrieb einer Anlage spielen. Besonders in der Nähe von infiltrierenden oberirdischen Gewässern sind erhebliche Temperaturschwankungen mit vergleichsweise niedrigen Grundwassertemperaturen in den Wintermonaten möglich, die den Betrieb von Grundwasserwärmepumpen stark einschränken oder verhindern können.

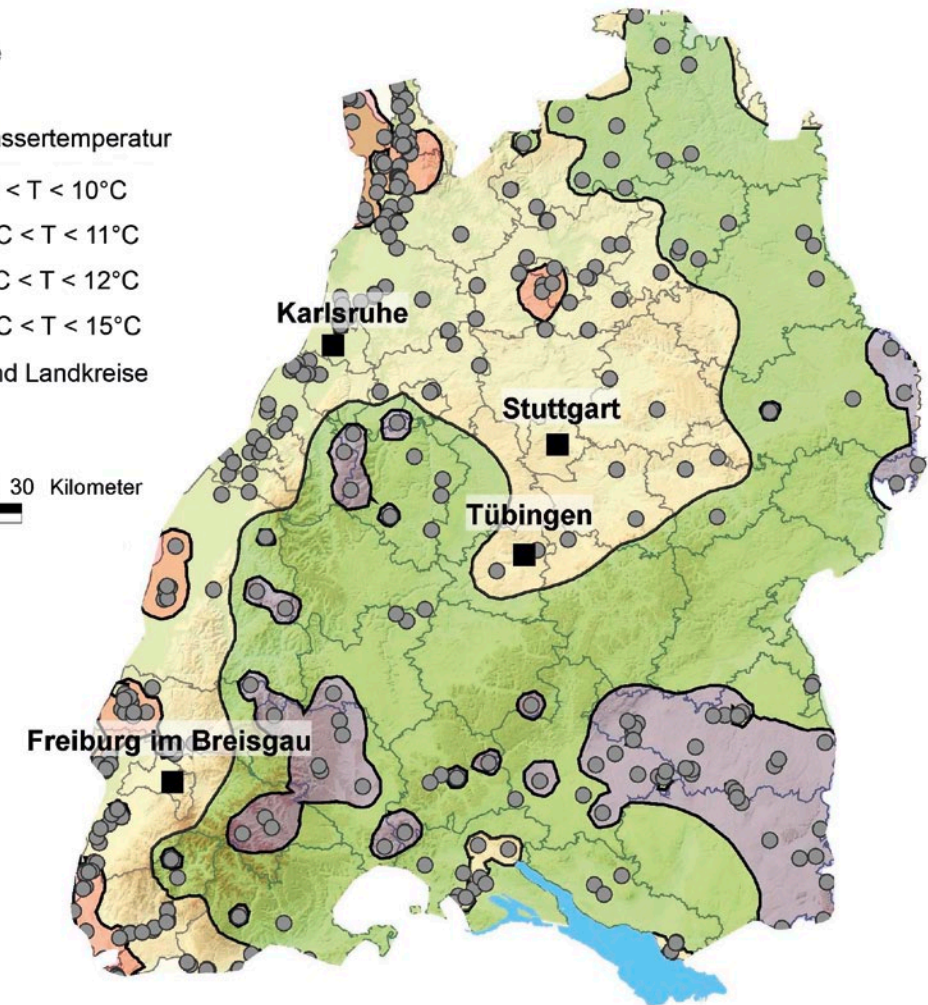
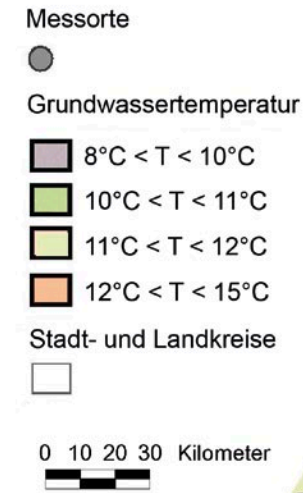


Abbildung 5: Ergebnisse von Grundwassertemperaturmessungen der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg; dargestellt sind Jahresmittelwerte eines 10-jährigen Messzeitraums (Bildquelle: LUBW)

AUSWIRKUNGEN VERÄNDERTER GRUNDWASSERTEMPERATUREN

Grundwasserwärmepumpen haben bei Veränderung der Grundwassertemperatur von 6 °C im Temperaturbereich zwischen 0 und 20°C nur geringe Auswirkungen auf die chemischen und physikalischen Eigenschaften des Grundwassers, die praktisch vernachlässigt werden können.

Nur die Löslichkeit von Gasen im Grundwasser und die Grundwasserfauna zeigen eine sensible Abhängigkeit von der Grundwassertemperatur. Die bedeutende Wirkung der Mikroorganismen im Grundwasserleiter besteht im Abbau organischer Substanzen, was wesentlich zur Grundwasserreinigung beiträgt. Wachstum, Vermehrung und Stoffwechsel der im Grundwasser lebenden Mikroorganismen sind an relativ enge Temperaturbereiche gebunden. Temperaturänderungen im Grundwasserleiter beeinflussen somit die biologische Aktivität der Mikroorganismen und die Zusammensetzung der Fauna.

Das Wasserhaushaltsgesetz – WHG – untersagt das Einleiten von Stoffen in das Grundwasser, wenn eine Verunreinigung oder eine sonstige nachteilige Veränderung seiner Eigenschaften zu besorgen ist (§ 34 Abs. 1 WHG). Aus Sicht des Grundwasserschutzes gilt daher die Prämisse, dass

- Temperaturveränderungen dann tolerierbar sind, wenn sie regional innerhalb der natürlichen Schwankungsbreite bleiben. Dies gilt insbesondere, wenn Grundwasserwärmepumpenanlagen im Einzugsgebiet einer Trinkwassernutzung betrieben werden sollen.
- aus Gründen des nachhaltigen Umweltschutzes ein vorsichtiger Umgang bei der Wärmebewirtschaftung des Grundwassers erfolgen muss. Zur Beurteilung gelten die in der Tabelle 2 empfohlenen Einleitungstemperaturen in den Grundwasserleiter. 🐾

Tabelle 2: Einleitungstemperatur des thermisch genutzten Grundwassers

EMPFOHLENE TEMPERATUR FÜR DIE GRUNDWASSEREINLEITUNG	
	Temperatur
Zulässige Temperaturveränderung des einzuleitenden Wassers gegenüber der Entnahmetemperatur des Grundwassers	± 6 °C
Mindesttemperatur des einzuleitenden Wassers	5 °C
Höchsttemperatur des einzuleitenden Wassers	20 °C



links: automatisch rückspülbarer Sandfilter im Vorlauf des Primärkreislaufs (TpV = Temperaturfühler primär Vorlauf); Mitte: Sandfilter, verstopft durch Eisenausfällungen (Eisengehalt des Grundwassers: 0,2 mg/l) Bildquelle: EBERHARD & Partner AG, CH-Aarau; rechts oben: sauberer Brunnenfilter, rechts unten: verockerter Brunnenfilter Bildquelle: W. Händel, Geophysikalische Bohrlochmessungen und Brunnen-TV, Ubstadt-Weiher

4.3 GRUNDWASSERBESCHAFFENHEIT

🐾 Besonders geeignet für den Betrieb von Grundwasserwärmepumpen sind sauerstoffreiche ($O_2 > 3 \text{ mg l}^{-1}$), weiche bis mittelharte Grundwässer. Besondere Beachtung bei der Planung und beim Betrieb erfordern Grundwässer mit einer oder mehreren der nachfolgenden Eigenschaften:

- anthropogen verunreinigt
- sauerstoffarm, mit hohen Eisen- und Mangankonzentrationen
- organisch stark belastet
- sehr gering mineralisiert, ohne ausreichende Pufferkapazität
- chloridreich oder hoch mineralisiert
- sehr hart
- CO_2 -reich.

Bei relevanten Schadstoffgehalten im Grundwasser ist eine Wiedereinleitung in den Untergrund nach Wasserhaushaltsgesetz (§ 34 Abs.1) nicht erlaubt. In solchen Fällen wäre vor der Wiedereinleitung eine Reinigung des geförderten Grundwassers erforderlich. Dadurch dürfte in den meisten Fällen der Betrieb einer Grundwasserwärmepumpe unrentabel werden. Als Anhaltspunkt für zulässige Konzentrationen von Stoffen im Grundwasser dienen die Geringfügigkeitsschwellenwerte der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) (www.lawa.de/pub/kostenlos/gw/GFS-Bericht-DE.pdf).

Damit die Grundwasserwärmepumpenanlage an die hydrochemischen Verhältnisse am Standort optimal angepasst werden kann, sind Grundwasseruntersuchungen zu empfehlen (zum Umfang siehe z. B. VDI 4640). Je nach Standortverhältnissen kann die Untere Wasserbehörde die Untersuchung weiterer Parameter verlangen (z. B. Altlastenproblematik). 🐾

5 Betrieb einer Grundwasserwärmepumpe



links und rechts: Einbau von Sickerblocks; Mitte: Sickerblock mit Schutzflies (Bildquelle: MHK Wärme- und Kältetechnik GmbH, Waghäusel)

☞ Wenn die hydrogeologischen Verhältnisse an einem gewünschten Standort nicht ausreichend bekannt sind, sollte in einem ersten Schritt eine Erkundungsbohrung abgeteuft werden. Diese Bohrung kann bei gutem Ergebnis danach als Entnahmebrunnen ausgebaut werden. Bei ausreichend bekannten Untergrundverhältnissen kann gleich ein großkalibriger Entnahmebrunnen gebaut werden.

Bei geringen Grundwasserflurabständen besteht auch die Möglichkeit, das Grundwasser mittels Schachtbrunnen zu erschließen.

Bei allen Arten von Brunnen ist eine Abdichtung des Ringraums um die Verrohrung bzw. den Schacht einzubringen, damit kein Oberflächenwasser über die Bohrung bzw. die Baugrube in den Grundwasserleiter gelangen kann.

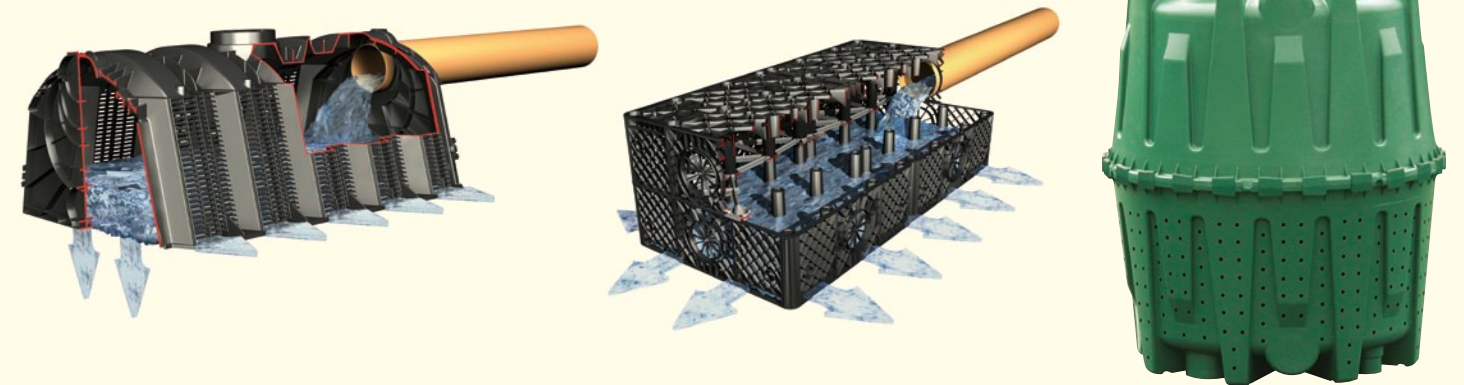
Getrennte Grundwasserstockwerke dürfen nicht hydraulisch kurzgeschlossen werden.

Für den Brunnenausbau wird auf die entsprechenden technischen Regelwerke verwiesen. Die Verwendung von Spülungszusätzen während des Bohrens ist mit der Unteren Wasserbehörde abzustimmen.

Grundsätzlich benötigen auch Brunnen für Grundwasserwärmepumpenanlagen einen tagwasserdichten Brunnen-schacht und eine Abdeckung des Brunnenkopfes. Die Position der Filterstrecken muss an die Zufluss- und Absen-kungsverhältnisse sowie die Grundwasserbeschaffenheit angepasst werden.

Entnahme- und Rückgabebrunnen müssen so dimensioniert werden, dass der von der Wärmepumpe benötigte Grundwasserzufluss und dessen Wiedereinleitung auch bei Spitzenlasten im Winter noch gewährleistet sind.

An die Brunnen sind deshalb hohe technische Anforderungen zu stellen.

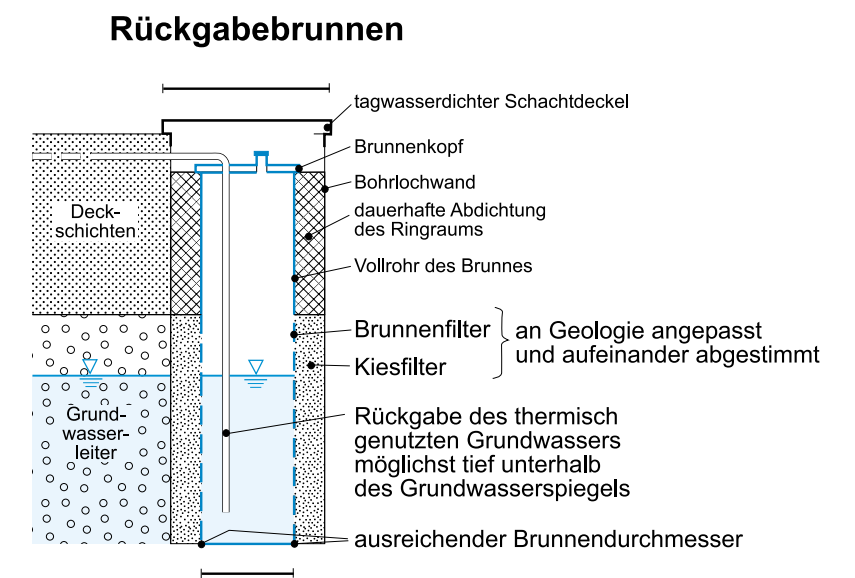


von links nach rechts: Sickertunnel, Sickerblock, Sickerschacht (Bildquelle: Otto Graf GmbH, Teningen)

In der Regel erfolgt die Einspeisung des genutzten Grundwassers in den Untergrund über einen Rückgabebrunnen (Abbildung 6). In manchen Gebieten wird diese Form der Rückgabe durch die lokalen hydrogeologischen Verhältnisse stark erschwert. In diesen Fällen kann die Untere Wasserbehörde auch eine Wiedereinleitung über Versickerungsanlagen (z. B. Sickerschächte, Sickerblöcke, Rigolen) erlauben. Dies ist z. B. bei reduzierten Grundwässern zu empfehlen, wenn eine schnelle Verockerung des Rückgabebrunnens zu erwarten ist.

Rückgabebrunnen oder Versickerungsanlagen müssen in ausreichendem Abstand grundwasserunterstromig oder seitstromig zum Entnahmebrunnen platziert werden, um einen hydraulischen bzw. thermischen Kurzschluss und eine damit verbundene Abnahme der Wärmeentzugsleistung zu vermeiden.

Die Rückgabe des Grundwassers muss in der Regel auf demselben Grundstück sein, wie die Entnahme. ☞



Skizze, nicht maßstäblich!

▽ Grundwasserstand

Angaben zum Brunnenbau gelten auch für Entnahmebrunnen

Abbildung 6: Schemaskizze eines Rückgabebrunnens

6 Auswirkungen einer Entnahme und Wiedereinleitung

HYDRAULISCHE AUSWIRKUNGEN

☞ Im Zusammenhang mit der Entnahme und Rückgabe des thermisch genutzten Grundwassers sind folgende Auswirkungen zu berücksichtigen:

- Ausbildung eines Absenktrichters um den Entnahmekörper und eines Entnahmebereichs
- Aufhöhung des Grundwasserspiegels durch die Rückgabe
- Ausbildung einer Temperaturfahne im Grundwasserabstrom

Für Anlagen zum Beheizen und Kühlen von Ein- bis Zweifamilienhäusern werden Ergiebigkeiten von wenigen Litern Grundwasser pro Sekunde benötigt. Eine ausreichende Ergiebigkeit ist durch einen mindestens 24-stündigen Pumpversuch im Entnahmekörper oder Versuchsbrunnen nachzuweisen. Der Pumpversuch ist von einem Fachbüro zu planen, auszuführen und auszuwerten.

Zur räumlichen Bestimmung der Grundwasserfließrichtung und der Ausdehnung von Entnahme- und Rückgabebereich sind gute Kenntnisse der lokalen und regionalen hydrogeologischen und hydraulischen Verhältnisse erforderlich. Sie können aus lokalen Studien entnommen, auf der Grundlage von Fachliteratur großräumig abgeschätzt (z. B. Hydrogeologische Karten, Hydrogeologische Erkundung) oder durch standortbezogene Untersuchungen ermittelt werden.

THERMISCHE AUSWIRKUNGEN

☞ Bei der Rückgabe des thermisch genutzten Grundwassers in den Grundwasserleiter entsteht eine Temperaturfahne in Grundwasserabstromrichtung.

Temperaturfahnen können ein Konfliktpotenzial bergen, da sie in der Regel über das Grundstück des Bauherrn hinaus reichen und sich über mehrere Grundstücke erstrecken können. Bei zu starker Absenkung der Temperatur kann es bei einem Unterlieger, der auch eine Grundwasserwärmepumpenanlage betreibt, zur Leistungsminderung oder im Extremfall sogar bis zum Versagen der Anlage kommen.

Die Wärmepumpenhersteller geben als Mindesttemperatur für den Grundwasserzulauf in der Regel einen Wert von 7 °C an. Bei niedrigeren Zulauftemperaturen oder größeren saisonalen Temperaturschwankungen und üblicher Temperaturabsenkung um 4-5 °C besteht die Gefahr, dass es zum Einfrieren und Platzen des Plattenwärmetauschers kommt. Bei Betrieb eines Zwischenkreislaufs ist die hierdurch bedingte zusätzliche Temperaturabsenkung von 1-2 °C zu berücksichtigen.

Die Ausdehnung von Temperaturfeldern wird mit thermohydraulischen Rechenmethoden beschrieben. Sie berücksichtigen neben den hydraulischen Transportmechanismen (Konvektion, Dispersion) auch die Wärmeleitfähigkeit (Konduktion) und die Wärmespeicherung im Grundwasserleiter. Die Rechenverfahren zur Ermittlung von Temperaturfeldern sind in der Arbeitshilfe zum Leitfaden näher beschrieben (www.um.baden-wuerttemberg.de, Publikationen, Geothermie und Grundwasserschutz).

Mit orientierenden Temperaturfeldberechnungen kann zunächst geprüft werden, ob Interessenskonflikte durch eine neu geplante Anlage zu erwarten sind (Abb. 7). Die Temperaturfeldberechnung dient damit der Feststellung, ob Unterlieger potenziell beeinflusst werden können. Die Berechnungen müssen sowohl das Temperaturfeld für eine angenommene mittlere Jahresentnahme als auch für Spitzenlasten beim Anlagenbetrieb in den Wintermonaten beinhalten. ☞

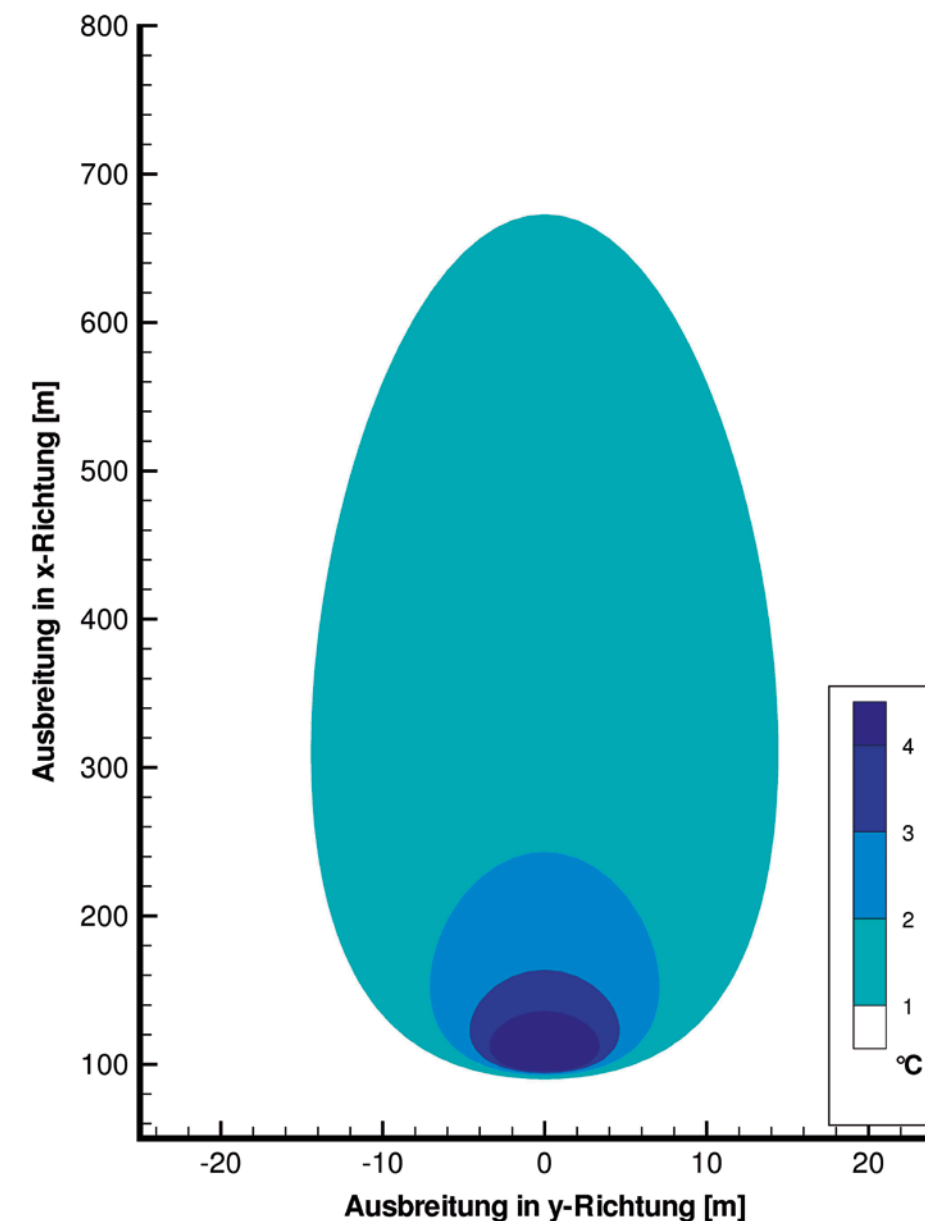


Abbildung 7: Beispiel für das Ergebnis einer Temperaturfeldberechnung (Bildquelle: Ingenieurgesellschaft Prof. Kobus und Partner GmbH, Stuttgart)

7 Rechtsgrundlagen, Erlaubnis- und Anzeigeverfahren

Maßgeblich für die Errichtung und den Betrieb einer Grundwasserwärmepumpenanlage sind die Bestimmungen des Wasserhaushaltsgesetzes (WHG), des Wassergesetzes für Baden-Württemberg (WG) sowie des Bundesberggesetzes (BBergG) und des Lagerstättengesetzes.

BOHRANZEIGE BEIM REGIERUNGSPRÄSIDIUM FREIBURG, LANDESAMT FÜR GEOLOGIE, ROHSTOFFE UND BERGBAU (RPF-LGRB)

Lagerstättengesetz:

Die Bohrungen sind nach § 4 Lagerstättengesetz spätestens zwei Wochen vor Bohrbeginn beim RPF-LGRB anzuzeigen (zuständig für ganz Baden-Württemberg). Dort werden alle Bohrpunkte und die Schichtenverzeichnisse in die Landesbohrdatenbank aufgenommen. Bei wichtigen Bohrungen ist dem RPF-LGRB auf dessen Ersuchen die Möglichkeit einzuräumen, bei der Bohrung anwesend zu sein oder eine eigene Bohraufnahme durchzuführen. Auf Anforderung sind die Bohrproben dem RPF-LGRB für die Landesaufnahme zu übergeben.

Bergrecht:

Ist die Erschließung und Nutzung der Erdwärme grundstücksübergreifend vorgesehen, sind Gestattungen und Betriebspläne nach Bergrecht erforderlich. Erfolgt Errichtung und Betrieb der Grundwasserwärmepumpenanlage dagegen auf nur einem Grundstück, kommt das Bergrecht nur dann zur Anwendung, wenn die Bohrungen mehr als 100 Meter in den Boden eindringen sollen (Anzeigeverfahren nach § 127 BBergG). Zuständige Bergbehörde in Baden-Württemberg ist die Landesbergdirektion (Ref. 97 im RPF-LGRB). Bei Vorhaben, die dem Bergrecht unterliegen und einer bergrechtlichen Betriebsplanzulassung bedürfen, vermittelt die Landesbergdirektion die wasserrechtlichen Belange im Einvernehmen mit der Unteren Wasserbehörde (vgl. nachfolgende wasserrechtliche Darstellung).

BOHRANZEIGE UND WASSERRECHTSVERFAHREN BEI DER UNTEREN WASSERBEHÖRDE

Je nach Kenntnis der hydrogeologischen Gegebenheiten und der Grundwasserdaten kann das Wasserrechtsverfahren in zwei Schritten oder zusammengefasst in einem Schritt erfolgen (Abbildung 8).

1. Schritt: Anzeige der Bohrung bzw. Antrag auf wasserrechtliche Erlaubnis für die geplanten Pumpversuche
2. Schritt: Antrag auf wasserrechtliche Erlaubnis zum Betrieb der Grundwasserwärmepumpenanlage

1. SCHRITT: WASSERRECHTLICHE ERLAUBNIS FÜR BOHRUNGEN UND PUMPVERSUCHE

Für die Errichtung einer Grundwasserwärmepumpenanlage sind Bohrungen niederzubringen und als Entnahme- bzw. Rückgabeburgen auszubauen. Ist das Grundwasserdargebot oder die Zusammensetzung des Grundwassers für den Betrieb einer Grundwasserwärmepumpenanlage nicht bekannt, so sind in einem ersten Schritt eine Bohrung abzuteufen und ein Pumpversuch durchzuführen. Für den Pumpversuch ist eventuell eine wasserrechtliche Erlaubnis erforderlich. Die Bohrung ist bei der Unteren Wasserbehörde anzuzeigen (§ 37 Abs. 2 WG). In den Antragsunterlagen sind die Bohrung und die geplanten Untersuchungen zu beschreiben.

Die Untere Wasserbehörde prüft, ob das Vorhaben in einem Wasserschutzgebiet liegt, ob sich das Grundstück auf einer oder im Umfeld einer Altlastenverdachtsfläche befindet oder sonstige regionale Besonderheiten (artesisch gespanntes Grundwasser, Grundwasserversalzung, thermische Vorbelastungen etc.) zu beachten sind. Sie entscheidet auch darüber, ob bei der Durchführung des Pumpversuches Nebenbestimmungen zu beachten sind.

Eine Erlaubnis für den Pumpversuch kann im vereinfachten Verfahren nach § 108 Abs. 4 Nr. 4 WG erteilt werden (Anzeigeverfahren). Wenn der Pumpversuch oder das geplante Vorhaben nicht erlaubnisfähig sind oder ein Verfahren nach § 108 Abs. 1 und 2 oder Abs. 3 erforderlich ist, wird dies von der Unteren Wasserbehörde innerhalb eines Monats mitgeteilt.

Sind das Grundwasserdargebot und die Zusammensetzung des Grundwassers bekannt und für den Betrieb einer Grundwasserwärmepumpe geeignet, sind weitere Untersuchungen nicht erforderlich. Die Bohranzeige ist dann Bestandteil des Wasserechtsantrags.

2. SCHRITT: WASSERRECHTLICHE ERLAUBNIS FÜR DEN BETRIEB DER GRUNDWASSERWÄRMEPUMPENANLAGE

Bei einer Grundwasserwärmepumpenanlage wird Grundwasser aus dem Untergrund entnommen und in einem Rückgabeburgen mit einer geänderten Temperatur wieder in den Grundwasserkörper eingeleitet. Das Entnehmen von Grundwasser und das Einleiten von Stoffen in das Grundwasser sind nach § 3 Abs. 1 Nrn. 5 und 6 WHG Benutzungen. Die Benutzungen bedürfen nach § 2 WHG in Verbindung mit § 7 WHG einer wasserrechtlichen Erlaubnis. Die wasserrechtliche Erlaubnis wird in der Regel befristet erteilt.

Ist keine oder nur eine geringe Auswirkung auf die Nachbarschaft zu erwarten (etwa wenn das umliegende Gebiet kein Bauland ist oder im Außenbereich liegt) und besteht keine erhebliche Besorgnis im Hinblick auf den Gewässerschutz, kann die Erlaubnis auf Antrag im vereinfachten Verfahren nach § 108 Abs. 4 Satz 1 Nr. 2 WG erteilt werden. Dann gilt die Erlaubnis als erteilt, wenn die Verwaltungsbehörde nicht innerhalb eines Monats nach Eingang des Antrags ein Erlaubnisverfahren einleitet (§ 108 Abs. 4 S. 2 WG).

Anders liegt der Fall, wenn durch die Benutzung des Grundwassers, d. h. durch seine Abkühlung oder Erwärmung, Nachteile für einen Dritten entstehen können. Dies kann zum Beispiel der Fall sein, wenn in der Nachbarschaft im unmittelbaren Abstrom der beantragten Grundwasserwärmepumpe bereits eine andere Grundwasserwärmepumpe betrieben wird und hierfür eine Erlaubnis erteilt wurde. Zwar gewährt die Erlaubnis nur die Befugnis, ein Gewässer entsprechend seiner Beschaffenheit zu nutzen, und nicht das Recht auf Zufluss von Wasser bestimmter Menge und Beschaffenheit (§ 2 Abs. 2 WHG). Dennoch sind die Belange des Erlaubnisinhabers im Wasserrechtsverfahren aufgrund des Gebots der Rücksichtnahme und in Ausübung des wasserwirtschaftlichen Bewirtschaftungsermessens zu berücksichtigen. Es kommt insbesondere in Betracht, die jetzt beantragte Erlaubnis unter Nutzungsbedingungen oder Auflagen zu erteilen, um Nachteile für die bereits bestehende Benutzung zu verhindern (§ 4 Abs. 1 S. 2 WHG).

In allen Fällen muss der Wasserrechtsantrag neben einer Beschreibung des Vorhabens konkrete Aussagen über die Auswirkungen der Benutzungen – insbesondere über das sich durch die Wiedereinleitung ergebende Temperaturfeld – enthalten (Umfang und Gliederung der Antragsunterlagen siehe Tabellen 3-5).

Außerdem ist darauf zu achten, dass die Betroffenen im Verwaltungsverfahren entsprechend beteiligt werden. Dies ist im förmlichen Erlaubnisverfahren nach § 108 Abs. 1 WG sichergestellt, kann aber auch – falls keine erheblichen Nachteile für andere zu erwarten sind – durch eine Beteiligung der Betroffenen nach den Regelungen des Landesverwaltungsverfahrensgesetzes im Verfahren nach § 108 Abs. 3 WG erfolgen.

GEBÜHREN FÜR DAS ANZEIGE- UND WASSERRECHTSVERFAHREN

Für die Erteilung der wasserrechtlichen Erlaubnis wird von der Unteren Wasserbehörde eine Gebühr erhoben. Der Gebührenrahmen wird von jeder Unteren Wasserbehörde in einer eigenen Gebührenverordnung festgelegt. Zusätzlich können Gebühren durch das RPF-LGRB anfallen.

Die Gebührenhöhe hängt vom Umfang des Vorhabens und des Verwaltungsaufwands ab. Daher wird grundsätzlich empfohlen, sich über die anfallenden Gebühren vor Antragsstellung zu informieren.

Bei einem Verfahren mit Öffentlichkeitsbeteiligung können zusätzliche Kosten entstehen. 🐾

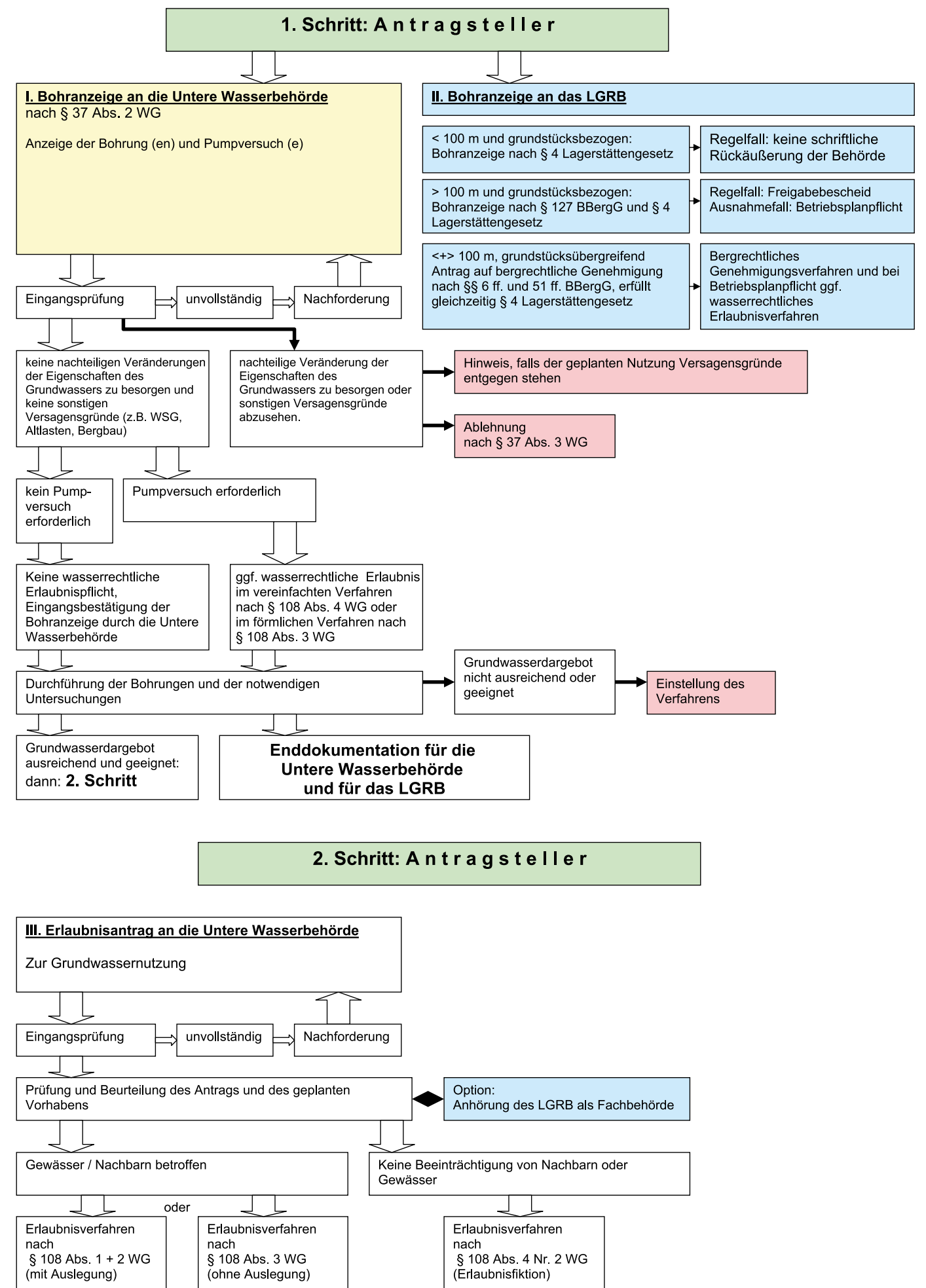


Abbildung 8: Schema zum Verfahrensablauf beim geplanten Bau einer Grundwasserwärmepumpenanlage

8 Antragsunterlagen

Die Antragsunterlagen gliedern sich in die Bohranzeige und den Wasserrechtsantrag. Sie müssen vollständig sein, aussagekräftige Lagepläne und alle aus fachlicher Sicht notwendigen Angaben enthalten.

Abweichungen von der Antragstellung müssen der Unteren Wasserbehörde und dem RPF-LGRB mindestens 4 Wochen vor Baubeginn mitgeteilt werden.

Ein Vorschlag für Umfang und Gliederung der Anzeige-, Fertigstellungs- und Antragsunterlagen ist in den Tabellen 3 bis 5 enthalten. Der Verfahrensablauf ist in der Abbildung 8 skizziert. Die zuständigen Behörden können weitere Antragsunterlagen nachfordern.

Neue Bohrungen können beim RPF-LGRB auch digital angezeigt werden (www.lgrb.uni-freiburg.de/lgrb/Service/bohranzeigen)

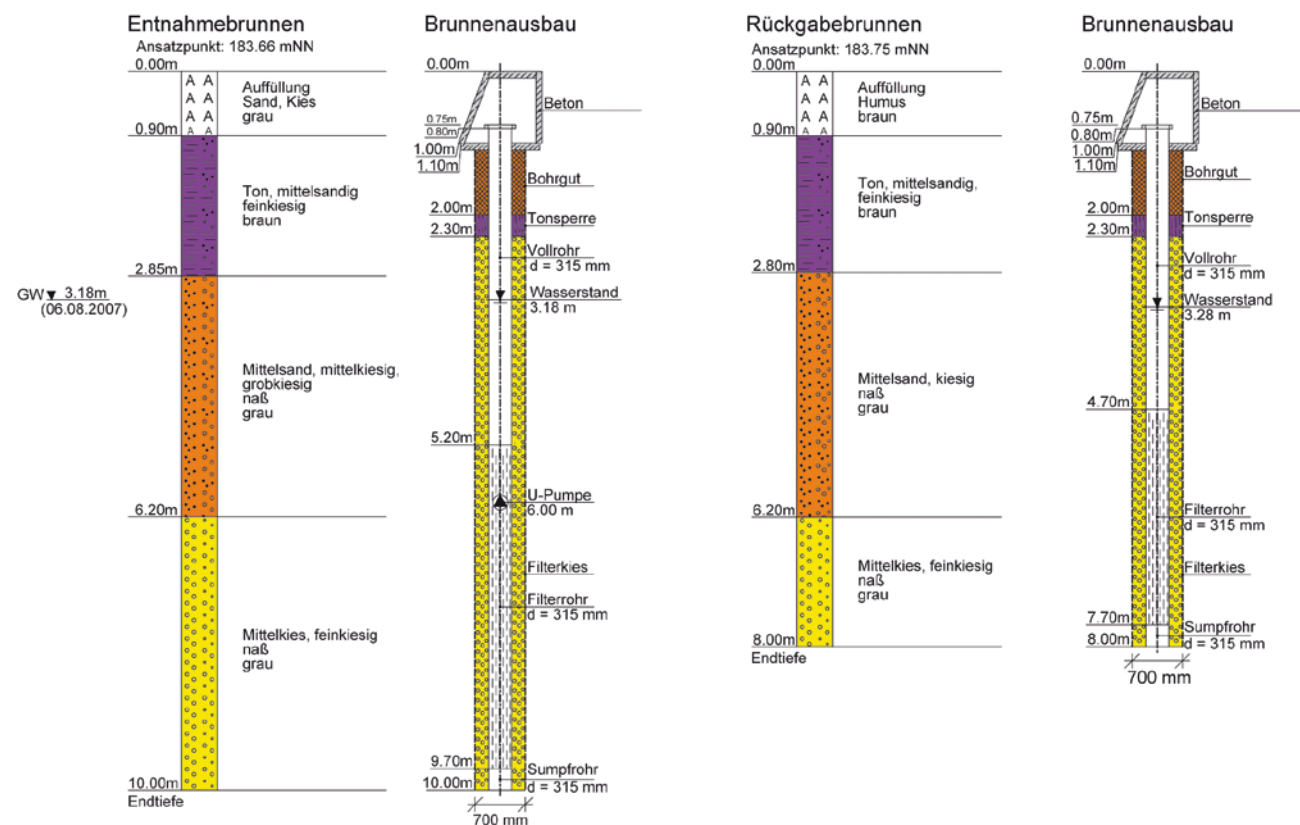


Abbildung 9: Abschlussdokumentation der geologischen Schichtprofile sowie des technischen Ausbaus von Entnahme- und Rückgabeburungen (Bildquelle: Ingenieurbüro Zoller, Forchheim/Kaiserstuhl).

Tabelle 3: Bohranzeige nach § 37 Abs. 2 WG und § 4 Lagerstättengesetz sowie BBergG zur Herstellung der Brunnen, Antrag auf wasserrechtliche Erlaubnis zur Durchführung der Pumpversuche

NOTWENDIGE ANGABEN/BEIZUFÜGENDE UNTERLAGEN/ERLÄUTERUNGEN	
1. Projektverantwortung	
1.1 Einsender	Name, Firma, Anschrift, Telefon, Fax, E-Mail
1.2 Bauherr	derzeitige und neue Adresse; Name, Firma, Anschrift, Telefon, Fax, E-Mail
1.3 Brunnenbau-Unternehmen	Qualifikationsnachweise sind beizulegen (Zertifikat, Meisterbrief), Name, Anschrift, Telefon, Fax, E-Mail
1.4 Fachplaner (Anlagentechnik)	Name, Firma, Anschrift, Telefon, Fax, E-Mail
1.5 Fachgutachter (Hydrogeologie)	Name, Firma, Anschrift, Telefon, Fax, E-Mail
1.6 Verteiler	Untere Wasserbehörde sowie RPF-LGRB, Albertstr. 5, 79104 Freiburg
2. Lage des Projekts	
2.1 Land-/Stadtkreis	
2.2 Gemeinde/Gemarkung	
2.3 Flurstücksnummer / Straße, Hausnummer	
2.4 Planunterlagen	Auszug topografische Karte 1:25000 oder Auszug aus Stadtplan, Auszug Flurkarte 1:1500/1:2500; Lageplan 1:500 nach LBOVVO mit Kennzeichnung der Brunnen, ggf. der Rückgabeeinrichtung und der Wärmepumpenanlage
3. Projektbeschreibung	
3.1 Nutzungszweck	
3.2 Anzahl der geplanten Brunnen bzw. Entnahme-/Rückgabebauwerke	Getrennte Angabe für Entnahme- und Rückgabeburungen bzw. der Rückgabeeinheit (z. B. Sickerblock etc.)
3.3 geplanter Bohrbeginn	
3.4 geplantes Bohrverfahren	
3.5 voraussichtliche Bohrtiefe und geplanter Bohrdurchmesser	
3.6 voraussichtliche geologische Schichtenfolge	z. B. Baugrundgutachten des Gebäudes, Interpretation der geologischen Karte o.ä., Angabe des zur Nutzung vorgesehenen Grundwasserleiters
3.7 Entsorgung des Bohr- und Spülguts	Entsorgungswege sind zu erläutern
3.8 Geplanter Ausbau des Entnahmebrunnens und des Rückgabeburungen bzw. der Rückgabeeinheit	Schnittzeichnung: Brunnentiefe, Bauart, Durchmesser, Abdichtungsstrecken, Art und Bauweise des Filters, Vollrohrstrecken, Angabe der Ausbaumaterialien, Bauweise des Brunnenkopfs und der Brunnenabdeckung
3.9 Geplante Untersuchungen	Pumpversuch: Entnahmeraten und -dauer, Einleitungsort; hydrochemische Untersuchungen

Tabelle 4:
Fertigstellungsunterlagen, die bei der Unteren Wasserbehörde und dem Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau vorzulegen sind.

ZUSÄTZLICH ZU PUNKT 1 UND 2 DER BOHRANZEIGE WERDEN FOLGENDE UNTERLAGEN BENÖTIGT:		
Verteiler	Untere Wasserbehörde , sowie RPF-LGRB , Albertstr. 5, 79104 Freiburg	
1	Bestätigung der geplanten Ausführung	Die planmäßige Ausführung ist zu bestätigen, Abweichungen von der Planung sind zu beschreiben und zu begründen
2	Anzahl der gebauten Brunnen bzw. Entnahme-/Rückgabebauwerke	Getrennte Angabe für Entnahme- und Rückgabeburten bzw. der Rückgabeeinheit (z. B. Sickerblock etc.); Dokumentation der Lagekoordinaten sowie der auf m NN eingemessenen Bezugshöhe, jeweils für Entnahmebrunnen und Rückgabeeinheit
3	Bauzeit	
4	Bohrverfahren	
5	angetroffene geologische Schichtenfolge	Beprobung gemäß DIN 4021, Probenahme alle Meter, mindestens jedoch alle 2 m, Aufnahme der Schichtenfolge gemäß EN ISO 14688, EN ISO 14689-1, EN ISO 22475-1 (ehem. DIN 4022), Darstellung der Schichtenfolge gemäß DIN 4023, geologische Gliederung des Bohrprofils
6	Angaben zum Brunnenbau (falls fertig ausgebaut)	Brunnentiefe, Bauart, Durchmesser, Abdichtungsstrecken, Art und Bauweise des Filters, Vollrohrstrecken, Angabe der Ausbaumaterialien, Bauweise des Brunnenkopfs und der Brunnenabdeckung
7	Ergebnisse der durchgeführten Untersuchungen	z. B. Bohrlochgeophysik, Messung des Ruhewasserstandes, Dokumentation und Auswertung des Pumpversuchs, Ergebnisse von Grundwasseranalysen

Tabelle 5:
Antrag auf wasserrechtliche Erlaubnis nach § 108 WG zur Grundwasserbenutzung

NOTWENDIGE ANGABEN/BEIZUFÜGENDE UNTERLAGEN/ERLÄUTERUNGEN		
1. Projektverantwortung		
1.1	Einsender	Firma, Name, Anschrift, Telefon, Fax, E-Mail
1.2	Bauherr	Name, Anschrift, Telefon, Fax, E-Mail
1.3	Brunnenbau-Unternehmen	Firma, Name, Anschrift, Telefon, Fax, E-Mail Qualifikationsnachweise sind beizulegen (Zertifikat, Meisterbrief)
1.4	Fachplaner (Anlagentechnik)	Firma, Name, Anschrift, Telefon, Fax, E-Mail
1.5	Fachgutachter (Hydrogeologie)	Firma, Name, Anschrift, Telefon, Fax, E-Mail
1.6	Verteiler	Untere Wasserbehörde
2. Lage des Projekts		
2.1	Land-/Stadtkreis	
2.2	Gemeinde/Gemarkung	
2.3	Flurstücksnummer / Straße, Hausnummer	
2.4	Planunterlagen	Auszug topografische Karte 1:25000 Auszug Flurkarte 1:1500/1:2500; Lageplan 1:500 nach LBOVVO mit Kennzeichnung der Brunnen, ggf. der Rückgabeeinrichtung und der Wärmepumpenanlage
3. Beschreibung der vorgesehenen Nutzung		
3.1	Art der Nutzung (Heizen/Kühlen)	
3.2	Errechneter Wärme- bzw. Kältebedarf	Ergebnisse der Berechnung nach DIN EN 12831
3.3	Betriebsweise	voraussichtliche Anzahl der Betriebsstunden pro Tag und pro Jahr in der Heiz- bzw. Kühlperiode, getrennte Angabe jeweils für Kühlung und Heizung

3.4	Entnahmetemperatur	
3.5	Wiedereinleitungstemperatur	Getrennte Angabe jeweils für Kühlung und Heizung
3.6	max. Entnahme- und Wiedereinleituingsrate	Angabe in l s ⁻¹ oder Liter pro Sekunde, m ³ pro Tag, m ³ pro Monat und m ³ pro Jahr, getrennte Angaben jeweils für Kühlung und Heizung
3.7	eingesetzte Betriebsmittel	Sicherheitsdatenblatt, Mischungsverhältnisse, Mengenangabe
3.8	Beschreibung der Förderpumpe	Hersteller, Typenbezeichnung, Betriebsweise, technische Daten, Leistung
3.9	Beschreibung der Wärmepumpen-Anlage	Hersteller, Typenbezeichnung, Betriebsweise, Anzahl der Kreisläufe, technische Daten der Pumpe(n)
3.10	Sicherheitseinrichtungen	Leckageerkennung Kältemittelkreislauf

4. Hydrogeologische Randbedingungen (Fachgutachten)

4.1	Brunnenausbau-Daten, Beschreibung der Rückgabeeinheit	Maßstäbliche und vermaßte Schnittzeichnung mit Darstellung des Brunnenausbau (Brunnenabschlussbauwerk, Abdichtungsstrecken, Vollrohrstrecken, Filterstrecken, Ausbaumaterialien, Lage der Pumpe), der geologischen Schichten und des Ruhewasserspiegels; Angaben und Bemessung sind für jeden Brunnen (auch Rückgabeburten) erforderlich. Sofern als Rückgabeburten kein Brunnen vorgesehen ist, ist diese entsprechend mit Grundriss und Schnitt zu erläutern
4.2	Schichtenverzeichnis der Brunnenbohrungen	Beprobung gemäß DIN 4021, Probenahme alle Meter, mindestens jedoch alle 2 m, Aufnahme der Schichtenfolge gemäß EN ISO 14688, EN ISO 14689-1, EN ISO 22475-1 (ehem. DIN 4022), Darstellung der Schichtenfolge gemäß DIN 4023, geologische Gliederung des Bohrprofils
4.3	Leistungsdaten der Brunnen	Auswertungsdaten des Pumpversuchs gemäß DVGW W 111 und ggf. des Schluckversuchs, Tiefe und Radius des Absenkrichters, Höhe und Reichweite der Aufhöhung
4.4	Kenndaten des Aquifers	Mächtigkeit des Aquifers, Durchlässigkeit (k _r -Wert), Grundwasserstand (Ruhewasserspiegel) mit Datum, Grundwasserfließrichtung, Grundwassergefälle
4.5	Analyse des Grundwassers	Temperatur, elektrische Leitfähigkeit, pH-Wert, Sauerstoffgehalt; bei Altlastenverdacht können weitere Untersuchungen erforderlich werden: z. B. CKW, BTX-Aromaten, PAK, Kohlenwasserstoffe, Phenol, Ammonium
4.6	hydraulische Auswirkungen auf die Umgebung	gutachterliche Aussage zu Auswirkungen der Grundwasserabsenkung und -aufhöhung auf die Umgebung (insbesondere Bebauung)
4.7	thermische Auswirkungen auf die Umgebung	Wärmeausbreitungsmodell/Temperaturfeldberechnung

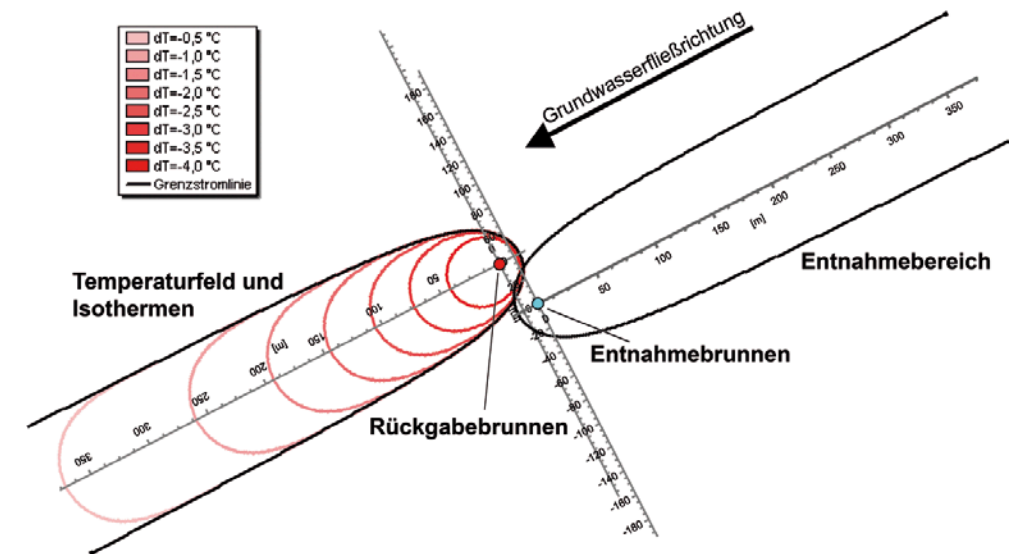


Abbildung 10: Beispiel einer Temperaturfeldberechnung (hier: Jahresmittelwert, Berücksichtigung von Konvektion und Wärmeaustausch, allerdings ohne Dispersion); die Grafik ist kombinierbar mit Luftbildern, topographischen Karten oder Flurstücksplänen. (Bildquelle: GEOsens, Ebringen, www.tempfeld.de)

9 Bauausführung und Anlagenbetrieb



Brunnenbohrung, links: Stützverrohrung für einen großkalibrigen Grundwasserwärmbrunnen in Neckarschottern (Durchmesser 880 mm); rechts: Justierung der Stützverrohrung an der Verrohrungsmaschine des Bohreräts (Bildquellen: Dipl.-Geologe H. Weyersberg, Bietigheim-Bissingen).

Brunnenbohrung, links: Greiferbohrung mit Seilbagger, der Greifer fährt in die Stützverrohrung ein (Bildquelle: Dipl.-Geologe H. Weyersberg, Bietigheim-Bissingen); rechts: Bohrerät und Verrohrungsmaschine mit 300 mm Stützverrohrung für einen flachen Grundwasserwärmbrunnen (Bildquelle: Firma Krämer Bewässerung GmbH, Dettenheim-Rußheim).

1. Das beauftragte Unternehmen muss für die Bohrungen und den Brunnenbau entweder nach DVGW W120 zertifiziert sein oder vergleichbare Voraussetzungen aufweisen. Die gesamten Baumaßnahmen sind gemäß der vorgelegten Planung und den Bestimmungen der Unteren Wasserbehörde nach den geltenden Vorschriften, den anerkannten Regeln der Technik und der Baukunst durchzuführen und zu betreiben. Die Anlagen sind jederzeit in technisch einwandfreiem Zustand zu erhalten. Änderungen der Anlagen und ihrer maschinellen Einrichtungen, der Betriebsweise oder des Verwendungszwecks des geförderten Wassers sind nur in Abstimmung mit der Unteren Wasserbehörde zulässig.
2. Das entnommene Wasser darf nur zum Betrieb der Wärmepumpe verwendet werden. Zwischen dem Leitungssystem für die Wärmenutzung und dem öffentlichen Wasserleitungsnetz dürfen keinerlei Verbindungen bestehen. Das für die Grundwassernutzung erforderliche Leitungsnetz ist als geschlossenes System auszuführen und muss gut erkennbar gekennzeichnet werden.
3. Die Brunnen müssen mit normgerechten tagwasserdichten Brunnenköpfen und Schachtabdeckungen ausgebaut werden. Seitliche Durchbrüche in Brunnenstuben (sofern vorhanden) müssen ebenfalls druckdicht ausgeführt werden (zur Verhinderung, dass Bodenwasser in das Brunnenbauwerk eindringt). Zum Bau von Versickerungsanlagen wird auf die einschlägigen technischen Regelwerke verwiesen.
4. Zur Beobachtung der Grundwasserstände und Entnahme von Wasserproben ist an jedem Brunnenkopf eine Peilöffnung (mind. 2 ") mit dicht verschließbarem Deckel zu installieren. Wenn die Reinjektion unter Druck erfolgt, d. h. der Betriebswasserstand oberhalb des Brunnenkopfes liegt, ist der zusätzliche Einbau eines Manometers zwischen Wärmepumpe und Brunnenkopf erforderlich.

5. Zur Feststellung der entnommenen Wassermenge ist in die Druckleitung ein genormter und einwandfrei funktionierender Wasserzähler (Durchflusssummenzähler) hinter der Wärmepumpe oder an geeigneter Stelle ein Betriebsstundenzähler zur Feststellung der Betriebsdauer der Entnahmepumpe einzubauen. Zur Feststellung der Temperaturen des Grundwassers bei der Entnahme und vor der Wiedereinleitung sind geeignete Messgeräte zu installieren.
6. Es ist ein Betriebsbuch zu führen, das der Unteren Wasserbehörde auf Verlangen vorzulegen ist. Die Dokumentation der Betriebsdaten dient zum Nachweis des rechtmäßigen Betriebs und wesentlich zur Eigenkontrolle (z. B. Brunnenalterung) und damit der eigenen Anlagensicherheit.
 - 6.1 Die entnommene Wassermenge sowie die Temperatur des Grundwassers bei der Entnahme und der Wiedereinleitung sind einmal monatlich abzulesen und unter Angabe des Datums in das Betriebsbuch einzutragen.
 - 6.2 Besondere Vorkommnisse wie z. B. Betriebsstörungen, Wechsel der Pumpe, Anstieg des Wasserspiegels über die Schachtsohle des Rückgabebrunnens, Leckage des Wärmetauschers sind unter Angabe des Datums in das Betriebsbuch einzutragen.
7. Für den Bau der gesamten Anlage sind korrosionsbeständige Materialien zu verwenden.
8. Die Rückgabe des Grundwassers über Rückgabebrunnen muss grundsätzlich unterhalb des Wasserspiegels erfolgen. Für Versickerungsanlagen wird auf Kap. 5 verwiesen.
9. Das dem Grundwasserkörper entnommene Wasser ist demselben restlos wieder zuzuführen. Fremdwässer dürfen nicht in die Brunnen eingeleitet werden.



links: Überprüfung der Anlageneffizienz durch Messtechnik, Beispiel Wärmepumpenanlage „Pfarrgarten“ mit geschraubtem Trennwärmetauscher: Durchfluss-, Temperatur- und Wärmemengenerfassung im Primär- und Sekundärkreislauf (T = Temperaturfühler, pV = primär Vorlauf; pR = primär Rücklauf, sV = sekundär Vorlauf, sR = sekundär Rücklauf, WP = Wärmepumpe (Bildquelle: EBERHARD & Partner AG, CH-Aarau); rechts: Grundwasserwärmepumpe mit Speicher (Bildquelle: Ingenieurbüro Zoller, Forchheim/Kaiserstuhl)

Mitte: Blick in einen Brunnenschacht mit Brunnenkopf, Krümmer, Wasseruhr und Förderleitung; der Brunnenkopf hat Durchgänge für das Elektrokabel und ein Peilrohr zur Messung des Grundwasserstands (Bildquelle: Firma Reber Brunnenbau, Flein); rechts: in einen Vorgarten integrierter Rückgabebrunnen, hier Blick auf den Schachtdeckel (Bildquelle: Ingenieurbüro Zoller, Forchheim/Kaiserstuhl).

10. Die Temperatur des einzuleitenden Wassers soll + 5 °C nicht unterschreiten und + 20 °C nicht überschreiten; die Temperaturänderung soll +/- 6 °C nicht überschreiten.
11. Wassergefährdende Stoffe (z. B. Kraftstoffe, Pflanzenbehandlungsmittel, Reinigungsmittel etc.) dürfen im Umfeld des Brunnens nicht gelagert werden. Verwendet werden dürfen sie nur, wenn durch geeignete Maßnahmen sichergestellt ist, dass sie nicht in den Untergrund oder in das Grundwasser gelangen können.
12. Etwaige Maßnahmen zur Regenerierung der Brunnen sind der Unteren Wasserbehörde schriftlich anzuzeigen und zu erläutern. Die chemische Regeneration von Brunnen bedarf einer wasserrechtlichen Erlaubnis. Mit der Maßnahme darf frühestens 4 Wochen nach Eingang der Anzeige begonnen werden.
13. Es ist eine Sicherheitseinrichtung einzubauen, welche die Anlage abschaltet, wenn der Wasserspiegel im Rückgabebrunnen über die Brunnenschachthöhe ansteigt (d. h. Brunnen steht kurz vor dem Überlaufen); ähnliche Sicherheitseinrichtungen gelten auch für andere Arten der Grundwasserrückgabe. Die Wärmepumpe muss mit einem Druckwächter ausgerüstet sein, der bei Druckabfall im Kältemittelkreislauf die Anlage abschaltet und ein in der Ableitung zum Rückgabebrunnen anzuordnendes Sicherheitsventil automatisch schließt.
14. Betriebsstörungen, durch die eine Beeinträchtigung der Grundwasserbeschaffenheit zu besorgen ist, sind unverzüglich der Unteren Wasserbehörde zu melden und in das Betriebsbuch einzutragen.
15. Die Gesamtanlage (Wärmequellen- und Wärmepumpenanlage) ist vom Betreiber regelmäßig auf ihre Funktionsfähigkeit zu überwachen und zu warten.

16. Die Untere Wasserbehörde kann bestimmen, in welchen Abständen die Anlage darüber hinaus von Sachverständigen zu überprüfen ist. Die Kosten hierfür trägt der Betreiber.
17. Sofern sich die Ausführung der Anlage von der Planung unterscheidet, sind der Unteren Wasserbehörde Bestandspläne in zweifacher Fertigung vorzulegen. In maßstäblichen und vermaßten Ausbauezeichnungen (Draufsicht und Schnitt) des Entnahme- und des Rückgabebrunnen ist die Anordnung aller Leitungen und technischen Geräte darzustellen. Im Lageplan mit aktuellem Gebäudebestand und Flurstücksnummer sind die Brunnen und die zugehörigen Leitungen lagegenau einzutragen und die Gauß-Krüger-Koordinaten für die Lage der Brunnen anzugeben. Des Weiteren ist ein geeigneter Punkt der Brunnenstube höhenmäßig in m NN einzumessen und zu dokumentieren. Sofern nicht bereits vorgelegt, sind geologische Schichtenverzeichnisse und die Ergebnisse von Wasserspiegelmessungen und Pumpversuchen (Pumpversuchsprotokolle) sowie evtl. geophysikalischer Bohrlochmessungen beizufügen.
18. Wenn keine Folgenutzung vorgesehen ist, ist die Brunnenanlage nach den jeweiligen Regeln der Technik zurück zu bauen. Eine Stilllegung der Brunnen ist der Unteren Wasserbehörde anzuzeigen. Auflagen bezüglich einer anderweitigen Verwendung oder zum Rückbau bleiben vorbehalten. 🐾

Impressum

HERAUSGEBER:

Umweltministerium Baden-Württemberg, Kernerplatz 9, 70182 Stuttgart, Telefon 0711/126-0
Telefax 0711/126-2881, Oeffentlichkeitsarbeit@um.bwl.de, www.um.baden-wuerttemberg.de

REDAKTION:

Bauer, Michael, Dr. (Obmann)	Regierungspräsidium Freiburg (RPF), Ref. 94/Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (RPF-LGRB),
Eppinger, Albert	Landratsamt Rhein-Neckar-Kreis
Franßen, Wilhelm	Landratsamt Tübingen
Heinz, Michael	Landratsamt Reutlingen
Keim, Bernhard	Ingenieurgesellschaft Prof. Kobus und Partner GmbH (<i>kup</i>)
Mahler, Dirk	Landratsamt Rastatt
Milkowski, Nadja	Umweltministerium Baden-Württemberg
Pasler, Udo	Umweltministerium Baden-Württemberg
Rolland, K. Martin	Landratsamt Breisgau-Hochschwarzwald
Schölch-Ighodaro, Roswitha	Stadt Mannheim
Stein, Ulf	Landratsamt Esslingen
Vöröshazi, Marion	Landratsamt Karlsruhe
Wingering, Michel	Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW)

GESTALTUNG UND SATZ:

Bertleff, Michael info@michaelbertleff.de, www.michaelbertleff.de

DRUCK:

Gassner Druck Walter Gassner GmbH, Offset- und Buchdruck, Hundsschleestr. 25, 72766 Reutlingen

© Umweltministerium Baden-Württemberg

1. Auflage April 2009, Auflagenhöhe 1000 Stück

Nachdruck und Vervielfältigung nach Genehmigung und unter Nennung des Herausgebers.



Baden-Württemberg

UMWELTMINISTERIUM