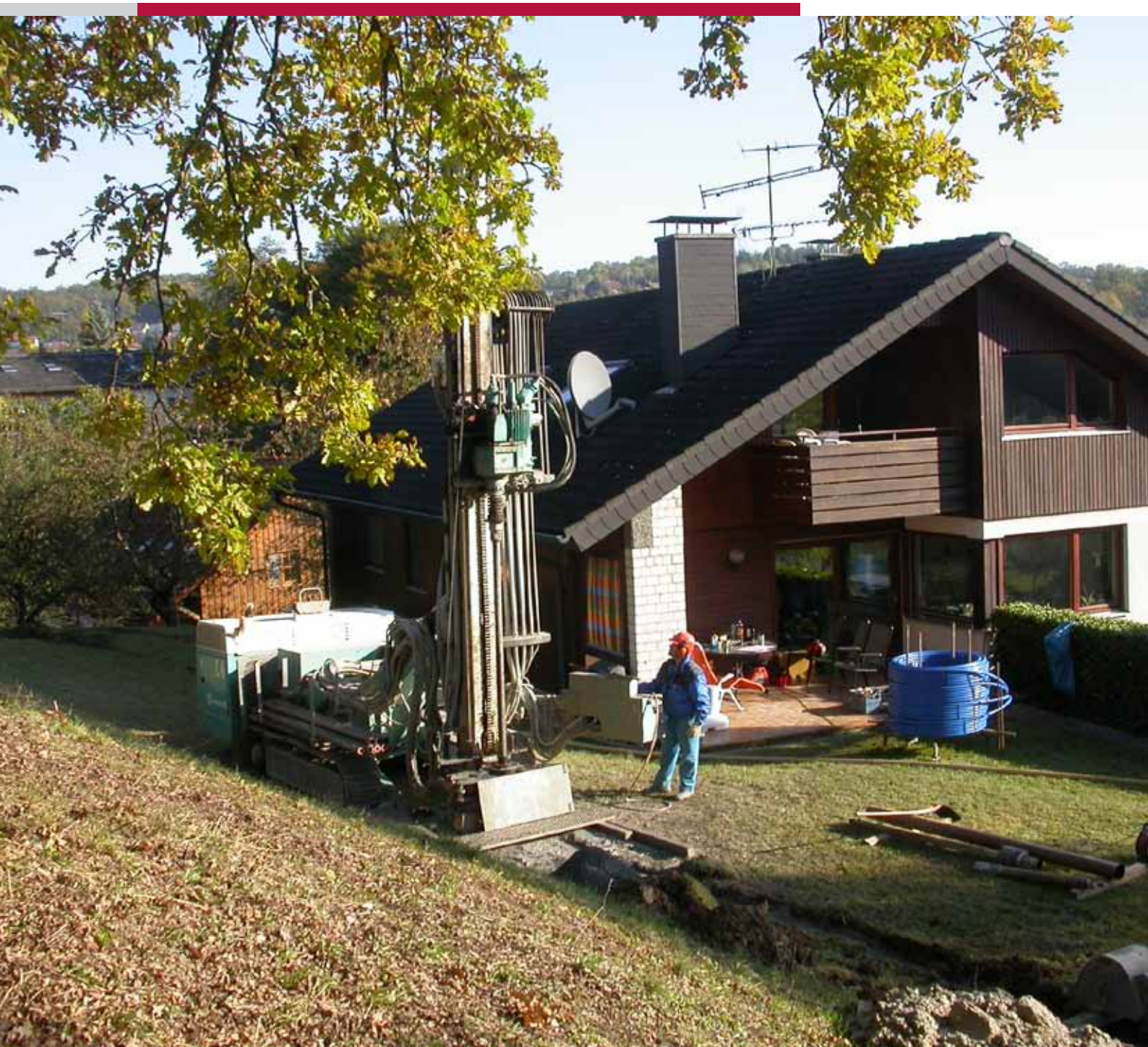
RheinlandPfalz

MINISTERIUM FÜR
UMWELT, LANDWIRTSCHAFT,
ERNÄHRUNG, WEINBAU
UND FORSTEN

LEITFADEN ZUR NUTZUNG VON OBERFLÄCHENNAHER GEOTHERMIE MIT ERDWÄRMESONDEN

Grundwasserschutz – Standortbeurteilung – Wasserrechtliche Erlaubnis



IMPRESSUM

Herausgeber: Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Ernährung, Weinbau und Forsten Rheinland-Pfalz
Kaiser-Friedrich-Str. 1, 55116 Mainz
www.mulewf.rlp.de

Bearbeitung: Arbeitsgruppe Leitfaden Erdwärmesonden:

Dr. Karl-Heinz Hohberger (Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz – LGB),

Jochen Kampf (Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz – LUWG),

Hans-Jürgen Geiß (Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Ernährung, Weinbau und Forsten Rheinland-Pfalz – MULEWF)

MESSEN
BEWERTEN
BERATEN

Grafik: Christof Baumeister (LUWG), Dr. Frank Bitzer (LGB)

Bildnachweis: Titelseite, Seiten 13, 16: Fa. Müller-Geothermische Bohrungen, 56729 Kirchwald
Seiten 17: www.Erdwärme-Zeitung.de
Seiten 6, 10, 14: Tatjana Schollmayer, Mainz
Seite 22: Christian Busche, Ruhr-Uni-Bochum
Seite 24, 26: Emser Rohrleitungsbau, 56132 Kemmenau
Seite 31: Ralph Lehr, Germersheim

Layout: Lydia Schlegel (LUWG)

© Mai 2012
Nachdruck und Wiedergabe nur mit Genehmigung des Herausgebers

5. Fortschreibung
Mainz, Mai 2012

INHALT

Vorwort **5**

1 Einführung **7**

1.1 Allgemeines 7

1.2 Abgrenzung zu anderen Verfahren der Erdwärmenutzung 8

1.3 Funktionsweise von Erdwärmesonden 9

2 Beurteilung von Erdwärmesonden **11**

2.1 Wasserrechtliche Belange 11

2.2 Bergrechtliche Belange 13

2.3 Verfahrensablauf 13

2.4 Erforderliche Antragsunterlagen 13

3 Standortbeurteilung **15**

4 Zusätzliche Hinweise **23**

4.1 Hinweise zu Planung und Bauausführung 23

4.2 Hinweise zu Betrieb und Betriebsstoffen 25

Anhang: Erdwärmekollektoren, Erdwärmekörbe **27**

Anlage: Standardauflagen zum Bau von Erdwärmesonden, Antragsformular **30**

Ansprechpartner **34**

Literaturverzeichnis **35**

VORWORT

Die Nutzung der Erdwärme gewinnt in Rheinland-Pfalz zunehmend an Bedeutung – dies ist zu begrüßen und erwünscht. Eine nachhaltige Entwicklung im Rahmen der Agenda 21 muss gerade im Bereich der erneuerbaren Energien Akzente für eine zukunftsweisende Entwicklung unseres Landes setzen.

Auch die Bewirtschaftung des Grundwassers ist ein signifikanter Bestandteil nachhaltiger Umweltpolitik. Nachhaltige Wasserwirtschaft bedeutet Gleichklang von Schutz und Nutzung mit dem Blick auf die Erhaltung eines intakten Naturhaushalts, hier besonders des Grundwassers, als lebenswichtige Ressource auch für künftige Generationen. Auf den verstärkten Schutz der rheinland-pfälzischen Grundwasservorkommen wurde daher bei der vorliegenden fünften Überarbeitung des Leitfadens zur Nutzung von oberflächennaher Geothermie mit Erdwärmesonden besonderer Wert gelegt.

Ziel des Leitfadens ist die Sicherstellung eines dauerhaften, flächendeckenden Grundwasserschutzes bei der Realisierung von Erdwärmegewinnung durch Erdwärmesonden als ökologisch sinnvolle Form der Energiegewinnung.

Der aktuelle rheinland-pfälzische Leitfaden soll einer einheitlichen wasserrechtlichen Beurteilung unter Beachtung des seit 1. März 2010 geltenden neuen Wasserhaushaltsgesetzes, sowie der Information von Planern, Bauherren, Behörden und Bohrunternehmen dienen.

Ulrike Höfken
Staatsministerin für Umwelt, Landwirtschaft, Ernährung, Weinbau und Forsten Rheinland-Pfalz

1 EINFÜHRUNG

1.1 Allgemeines

Mit Hilfe von Erdwärmesonden wird Erdwärme als regenerative Energiequelle erschlossen. Bei dieser Art der Energiegewinnung wird Erdwärme für Heizung und Warmwasserbereitung mit Hilfe von Strom nutzbar gemacht. Damit verbunden sind die Schonung fossiler Energiequellen und eine Reduzierung der Kohlendioxid-Emissionen.

Um dem Grundwasserschutz nach dem **Besorgnisgrundsatz** von Wasserhaushaltsgesetz (WHG) und Landeswassergesetz (LWG) Rechnung zu tragen, sind sowohl beim Bau als auch beim Betrieb von Erdwärmesonden höchste Sorgfalt zu fordern [4] [7] [8]. Der Schutz der Ressource Grundwasser ist im Rahmen der Bewirtschaftung durch die Wasserbehörden – insbesondere für die öffentliche Wasserversorgung – unverzichtbar. Der Besorgnisgrundsatz, wie er bspw. in § 48 WHG zum Ausdruck kommt, ist bei jeder zulassungsrechtlichen Beurteilung entsprechend zu berücksichtigen. Beeinträchtigungen und Schädigungen des Grundwassers, das eine unserer wichtigsten natürlichen Lebensgrundlagen darstellt, sind zu vermeiden (vgl. § 5 Abs.1 WHG). Andererseits ist gerade bei der Erdwärmenutzung zu berücksichtigen, dass die Erschließung regenerativer Energiequellen im Rahmen des Klimaschutzes wichtigen umweltpolitischen Zielen dient.

Der vorliegende Leitfaden richtet sich in erster Linie an die **unteren** und **oberen** Wasserbehörden (Kreisverwaltungen, Stadtverwaltungen und Struktur- und Genehmigungsdirektionen) und soll zu einer hinsichtlich des Grundwasserschutzes landesweit einheitlichen Beurteilung und Bearbeitung von Anträgen zur Erschließung von Erdwärme führen. Gleichzeitig enthält er nützliche Hinweise für künftige **Betreiber** und **Anlagenbauer** über technische Entwicklungen sowie über Art und Umfang der Antragsunterlagen.

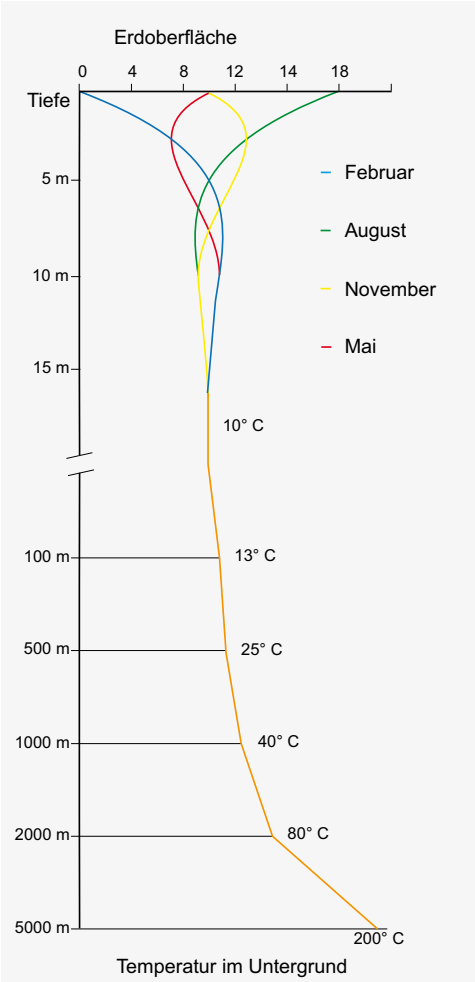


Abb. 1: Temperaturzunahme mit der Tiefe

Der Leitfaden gilt für den Bau von Erdwärmesonden mit **maximal 30 kW** Heizleistung im **privaten** Bereich. Der Leitfaden kann auch für den Bau von Erdwärmesonden im Bereich **der gewerblichen Wirtschaft** und **öffentlicher Einrichtungen** angewendet werden, wenn als Wärmeträgerflüssigkeiten ausschließlich **nicht** wassergefährdende Stoffe oder **nicht** wassergefährdende Gemische gem. VwVwS Pkt. 2.2.2 verwendet werden [14]. Der vorliegende Leitfaden gilt jedoch nicht für Wärmepumpenanlagen mit Direktverdampfung und Anlagen mit Grundwasserförderung zur Nutzung von Erdwärme.

In der fünften Fortschreibung des Leitfadens wurde auf die Neufassung des WHG [4] und die Aktualisierung der neuen Techniken zur Erdwärmegewinnung besonderer Wert gelegt.

1.2 Abgrenzung zu anderen Verfahren der Erdwärmenutzung

Technische Verfahren der Erdwärmenutzung orientieren sich am zu nutzenden geothermischen System. Abbildung 2 gibt einen Überblick und zeigt, wo Erdwärmesonden, Erdwärmekollektoren und Erdwärmekörbe in diesem Zusammenhang einzuordnen sind.

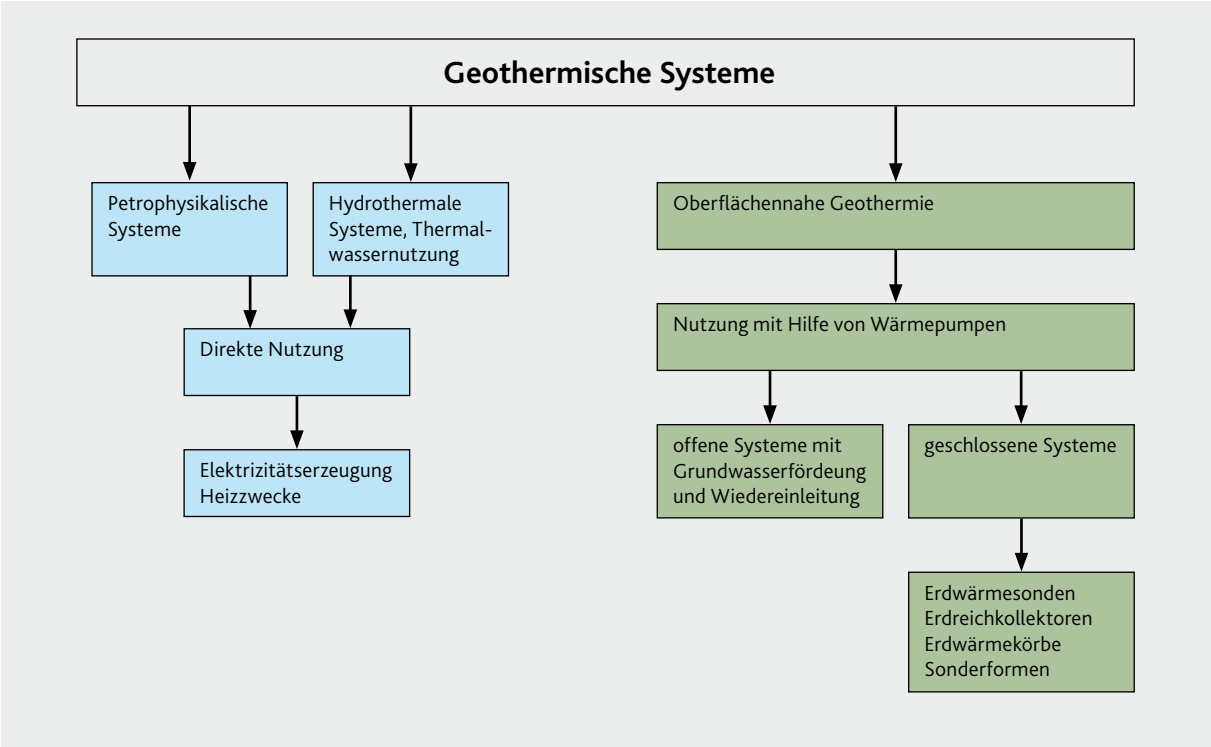


Abb. 2: Übersicht Erdwärmenutzung

1.3 Funktionsweise von Erdwärmesonden

Erdwärmesonden werden in vertikalen Bohrungen mit einer Tiefe von wenigen Metern bis über 100 Meter installiert. Im Sondenkreislauf wird eine Wärmeträgerflüssigkeit durch den Boden und zumeist durch den tieferen Untergrund geleitet, um die darin gespeicherte Wärme aufzunehmen. In einem Wärmetauscher wird die Flüssigkeit dann abgekühlt. Die gewonnene Energie wird in der Regel zu Heizzwecken weiter verwendet (Abb. 3).

Eine Verknüpfung der Wärmegewinnung und der Kühlung von Bauwerken ist für die Umwelt von Vorteil [16].

Erdwärmesonden mit vollständiger Ringraumverfüllung sind über die gesamte Länge im Ringraum des Bohrlochs von einer erstarrungsfähigen, abdichtend wirkenden Suspension umgeben. Damit soll zum einen verhindert werden, dass bei einer Leckage wassergefährdende Stoffe in das Grundwasser gelangen [2] [3], zum anderen sollen hydraulische Kurzschlüsse von Grundwasserstockwerken verhindert werden.

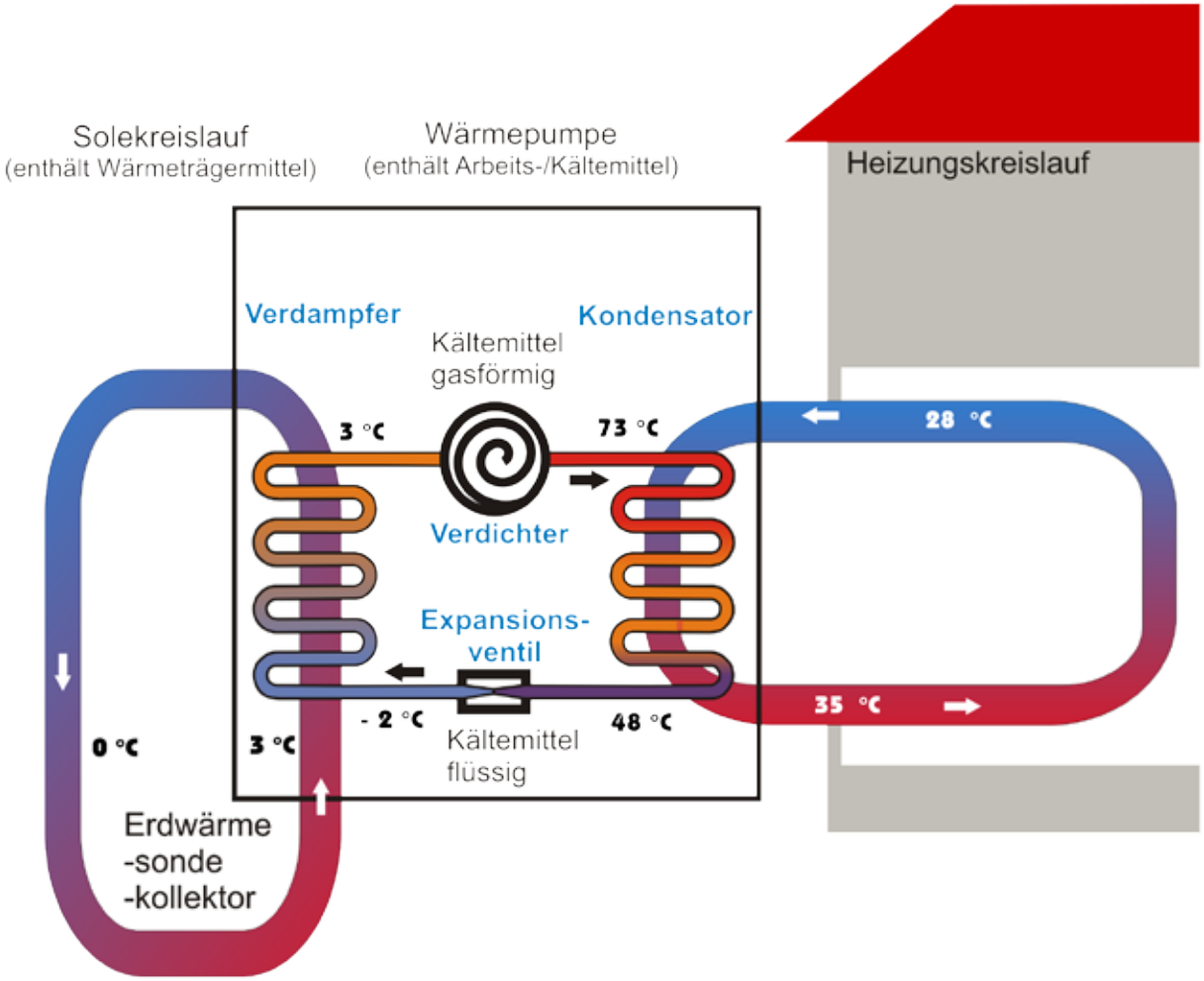


Abb. 3 : Schema zur Erdwärmegewinnung

2 BEURTEILUNG VON ERDWÄRMESONDEN

2.1 Wasserrechtliche Belange

Für die Errichtung von Erdwärmesonden ist grundsätzlich eine wasserrechtliche Erlaubnis erforderlich. Diese muss vor Beginn der Bohrungen und der Installation der Erdwärmesonden vorliegen. Auskünfte hierzu erteilt die untere Wasserbehörde (Kreisverwaltungen bzw. in den kreisfreien Städten: Stadtverwaltung).

Die Errichtung einer Erdwärmesonde erfüllt grundsätzlich einen Benutzungstatbestand nach § 9 WHG mit der Folge, dass eine Erlaubnis nach § 8 Abs. 1 WHG erforderlich ist. Es handelt sich bei der Errichtung einer Erdwärmesonde um eine Maßnahme, die in der Regel geeignet ist, dauernd oder in einem nicht unerheblichen Ausmaß nachteilige Veränderungen der (physikalischen, chemischen oder biologischen) Wasserbeschaffenheit herbeizuführen.

Mögliche nachteilige Auswirkungen auf die (physikalische, chemische, biologische) Beschaffenheit des Grundwassers:

- Verunreinigungen (z.B. durch Trübstoffe, Betriebsstoffe und Spülzusätze) können während des Bohrvorgangs, bei Leckagen sowie bei der nicht ordnungsgemäßen Außerbetriebnahme einer Anlage auftreten.
- Durch Bohrungen kann ein hydraulischer „Kurzschluss“ von einander getrennter Grundwasserleiter eintreten mit der Gefahr, dass hydraulische und hydrochemische Veränderungen im Gewässer erfolgen.
- Bei einer ungenügenden Verpressung des Bohrlochs kann dauerhaft potenziell verschmutztes Oberflächenwasser in die Tiefe eindringen und das Grundwasser erreichen.

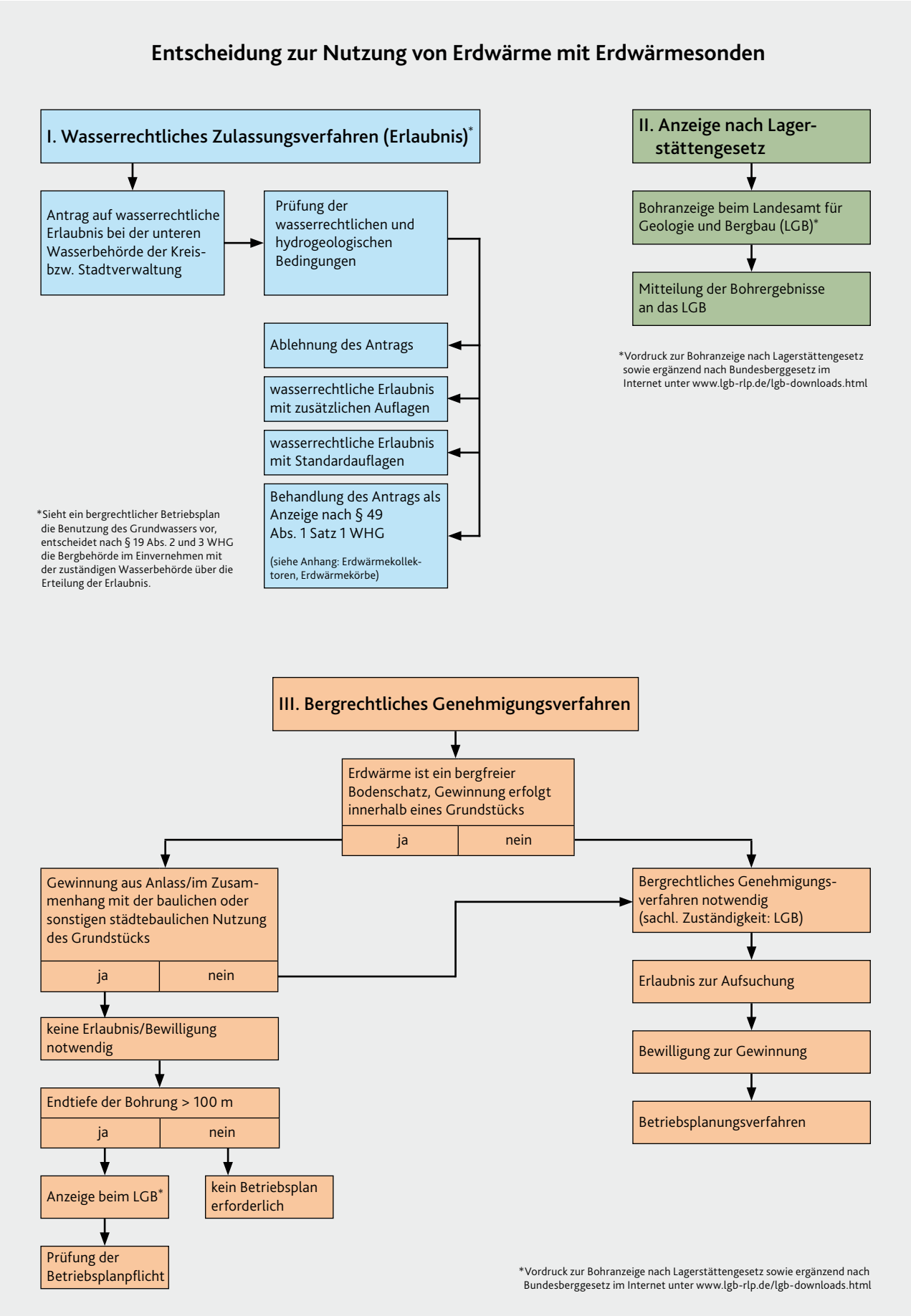


Abb. 4: Ablauf des Erlaubnisverfahrens

2.2 Bergrechtliche Belange

Erdwärmesondenbohrungen sind zusätzlich zu dem wasserrechtlichen Zulassungsverfahren (siehe 2.1) entsprechend § 4 Lagerstättengesetz bzw. bei Bohrungen > 100 m Tiefe gemäß § 127 BBergG dem Landesamt für Geologie und Bergbau in Mainz (LGB) als geowissenschaftlicher Fachbehörde bzw. zuständige Bergbehörde des Landes Rheinland-Pfalz von der ausführenden Bohrfirma anzuzeigen.

Erdwärme ist nach § 3 des Bundesberggesetzes (BBergG) ein Bodenschatz, dessen Aufsuchung und Gewinnung grundsätzlich den Vorschriften des BBergG unterliegt. Für die Gewinnung der Erdwärme ist gemäß § 6 und § 8 BBergG eine Erlaubnis bzw. Bewilligung bei der zuständigen Bergbehörde einzuholen. In diesen Fällen besteht dann auch regelmäßig, zumindest jedoch für die Errichtung und die Einstellung des Betriebs, das Erfordernis einer Betriebsplanzulassung i. S. d. §§ 50 ff. BBergG. Von diesen Regelungen des BBergG ausgenommen ist die Erschließung von Erdwärme durch eine Erdwärmesondenanlage auf einzelnen Grundstücken, wenn die Erschließung nur aus Anlass oder im Zusammenhang mit deren baulicher oder sonstiger Nutzung (§ 4 Abs. 2 Satz 1 BBergG) erfolgt.

2.3 Verfahrensablauf

Der wasserrechtliche und bergrechtliche Verfahrensablauf kann Abb. 4 entnommen werden.

2.4 Erforderliche Antragsunterlagen

Als erforderliche Unterlagen sind dem Antrag beizufügen (näheres siehe Formblatt in der Anlage):

- Lage der geplanten Anlage
- Ausführende Bohrfirma
- Anzahl und Tiefe der Bohrung(en)
- Beschreibung der geplanten Erdwärmenutzungsanlage

Die Fertigstellung der Anlage ist der unteren Wasserbehörde mitzuteilen und die Dichtheit der Anlage durch Vorlage des Protokolls der Druckprobe entsprechend der VDI-Richtlinie 4640, Blatt 2, Nr. 5.2.3 und 5.2.7 zu dokumentieren. Ebenso ist vom Bauherrn die Einhaltung sämtlicher Auflagen schriftlich zu bestätigen.

Wasser-
Schutzgebiet

3 STANDORT-BEURTEILUNG

Damit eine nachteilige Veränderung oder Verunreinigung des Grundwassers nicht zu besorgen ist, ist vor dem Bau von Erdwärmesonden in Abhängigkeit vom hydrogeologischen Untergrundaufbau eine **Standortbetrachtung** durchzuführen.

Dabei stellt weniger der Betrieb der Anlage (Leckage) als vielmehr die Möglichkeit eines Schadstoffeintrags in den oberen Grundwasserleiter bzw. in tiefere Grundwasserstockwerke auf Grund fehlerhaften Bohrlochausbaus bzw. „hydraulischer Kurzschlüsse" innerhalb des Bohrlochs ein Gefährdungspotenzial dar.

In Gebieten, in denen keine weitere Prüfung notwendig ist, ist der Bau von Erdwärmesonden grundsätzlich möglich, sofern eine **vollständige Ringraumabdichtung** entsprechend der VDI-Richtlinie 4640 vorgesehen ist und die Bohrtiefe weniger als 100 m beträgt (Hinweise siehe unter Kap. 4).

Auf der Internetseite des Landesamtes für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz befindet sich eine Karte zur wasserwirtschaftlichen und hydrogeologischen Standortbeurteilung als Mapserver-Anwendung unter

www.lgb-rlp.de/erdwaerme.html

mit der Möglichkeit einer großmaßstäblichen Auflösung (1 : 25.000). Dieser Karte (siehe auch Abb. 7) können folgende Informationen entnommen werden:

Prüfgebiete, in denen der Bau von Erdwärmesonden nur in Ausnahmefällen möglich ist:

Hierzu zählen Wasser- und Heilquellenschutzgebiete sowie abgegrenzte Einzugsbereiche von Mineralwassergewinnungen. Es kann im Einzelfall eine Ausnahme mit zusätzlichen Auflagen (siehe Abb. 5) erteilt werden. Die Entscheidung trifft die untere Wasserbehörde im Benehmen mit den wasserwirtschaftlichen Fachbehörden und dem Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz. Bei einem positiven Bescheid muss die Baumaßnahme durch ein qualifiziertes Ingenieurbüro, das vom Bauherrn im Einvernehmen mit der unteren Wasserbehörde beauftragt wird, überwacht werden. Der ordnungsgemäße Ausbau muss der Genehmigungsbehörde schriftlich bestätigt werden. Die betroffenen Grundwassernutzer sind umgehend von der geplanten Maßnahme zu benachrichtigen.

Darüber hinaus sind bei der Standortbewertung in jedem Fall mögliche Auswirkungen auf Wasserrechte von öffentlichen und privaten Betreibern (Gewinnungsanlagen der öffentlichen Wasserversorgung oder Heilquellen ohne Schutzgebiete, genutzte Mineralquellen ohne abgegrenzte Einzugsbereiche, Brauchwasserentnahmen mit gehobenem Wasserrecht) von den Fachbehörden zu prüfen. Besteht die Besorgnis, dass durch den Betrieb eine qualitative Beeinträchtigung von Brunnen Dritter entsteht, so sind auch in diesem Fall die geforderten Auflagen vor Ort durch ein

qualifiziertes Ingenieurbüro zu überwachen und der ordnungsgemäße Ausbau der zuständigen Wasserbehörde schriftlich zu bestätigen. In besonders kritischen Fällen, z. B. hohe Wasserdurchlässigkeiten bei geringer Entfernung zu Entnahmebrunnen, bei denen bereits durch die Bohrung Auswirkungen (Trübung, mikrobiologische Kontamination) nicht auszuschließen sind, wird der Antrag abgelehnt.

Prüfgebiete, in denen Erdwärmesonden mit Auflagen in der Regel genehmigungsfähig sind:

Hierzu zählen größere Gebiete, die für eine spätere Trinkwassergewinnung von Nutzen sein können und die vor Gefährdungen zu schützen sind, grundwasserhöffige Gebiete mit einer ausgeprägten hydrogeologischen Stockwerksgliederung sowie Bereiche, in denen mit Anhydrit gerechnet werden muss, der bei Zutritt von Wasser quillt und damit erhebliche Bauschäden verursachen kann. Die Prüfung erfolgt durch die Fachbehörden. Mögliche Auflagen sind z. B. Tiefenbegrenzung und Bauüberwachung durch ein qualifiziertes Ingenieurbüro.

Gebiete ohne weitere Prüfung mit zusätzlichen Hinweisen zur Ausführung der Bohrarbeiten und zum Bau der Erdwärmesonden

In diesen Gebieten können – soweit bekannt – aufgrund besonderer geologisch-hydrogeologischer Verhältnisse Schwierigkeiten bei der Bauausführung auftreten, auf die in der Mapserver-Anwendung aufmerksam gemacht wird:

- Karstgebiete
- Gebiete mit Altbergbau
- Hochdurchlässige Kluftgrundwasserleiter
- Artesische Druckverhältnisse
- Mögliche aggressive CO_2-haltige Wässer, bzw. Gas-Arteser
- Mögliche aggressive sulfathaltige Wässer
- Rutschgebiete

Um Grundwasserverunreinigungen zu vermeiden, sind Bohrungen in **altlastverdächtigen** Flächen grundsätzlich **nicht** zulässig.

Gebiete, in denen ohne weitere Prüfung der Bau von Erdwärmesonden möglich ist

Voraussetzung ist, dass die Standardauflagen (s. Anlage) eingehalten werden, insbesondere die vollständige Ringraumabdichtung entsprechend der VDI-Richtlinie 4640.

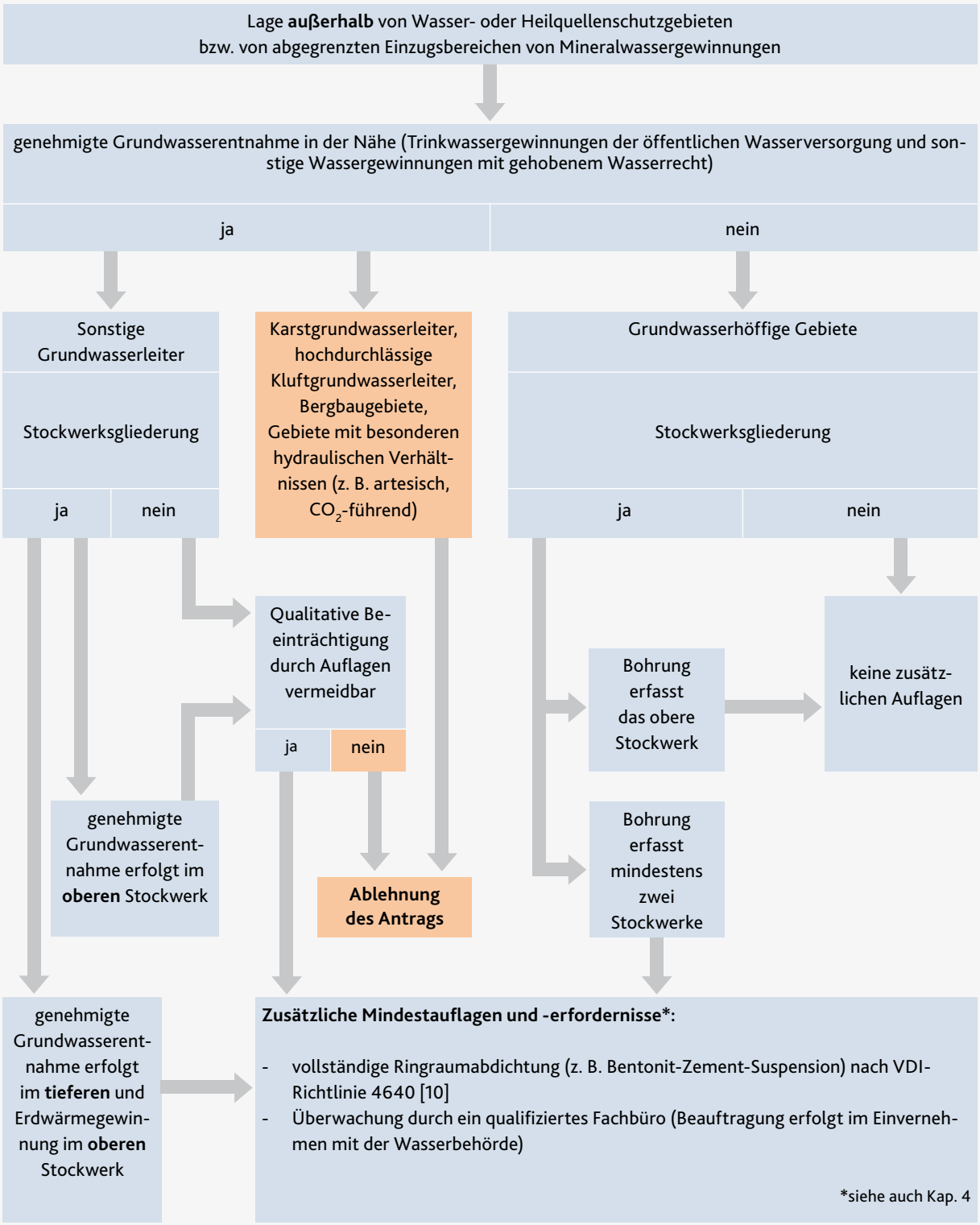


Abb. 5: Verfahrensablauf zur Standortbeurteilung

Lage **innerhalb** von Wasser- oder Heilquellenschutzgebieten,
in abgegrenzten Einzugsbereichen von Mineralwassergewinnungen, Wassergewinnungen ohne Schutzgebiet sowie im Zustromgebiet von privat genutzten Brunnen mit gehobenem Wasserrecht (gehobene Erlaubnis, Bewilligung)*

* Aus fachlicher Sicht kann allgemein von der hier aufgezeigten Einteilung ausgegangen werden. Maßgebend ist allerdings die Schutzgebietsverordnung als solche.

Wassergewinnung erfolgt im **oberen** Grundwasserstockwerk

Wassergewinnung erfolgt im **tieferen** und die Erdwärmegewinnung im **oberen** Grundwasserstockwerk

Schutzzone IIIB
(bei Heilquellenschutzgebieten auch Schutzzone IV bzw. quantitative Schutzzone B, bei abgegrenzten Einzugsgebieten von Mineralwassergewinnungen äußerer Bereich)

Schutzzone I, II, III/IIIA
(bei Heilquellenschutzgebieten quantitative Schutzzone A, bei abgegrenzten Einzugsgebieten von Mineralwassergewinnungen innerer Bereich)

Schutzzone I, II

Schutzzone III/IIIA, IIIB
(bei Heilquellenschutzgebieten auch Schutzzone III, IV bzw. quantitative Schutzzone B, abgegrenzte Einzugsgebiete von Mineralwassergewinnungen)

Ablehnung des Antrags

Zusätzliche Mindestauflagen und -erfordernisse*:

- vollständige Ringraumabdichtung (z. B. Bentonit-Zement-Suspension) nach VDI-Richtlinie 4640 [10]
- Überwachung durch ein qualifiziertes Fachbüro (Beauftragung erfolgt im Einvernehmen mit der Wasserbehörde)
- Trägermedium: Wasser, alternativ anorganische Sole in Verbindung mit Sondenmaterial, das gegen mechanische Belastung besonders resistent ist

*siehe auch Kap. 4

Zusätzliche Mindestauflagen und -erfordernisse*:

- Tiefenbegrenzung nach hydrogeologischen Erfordernissen
- Überwachung durch ein qualifiziertes Fachbüro (Beauftragung erfolgt im Einvernehmen mit der Wasserbehörde)

*siehe auch Kap. 4

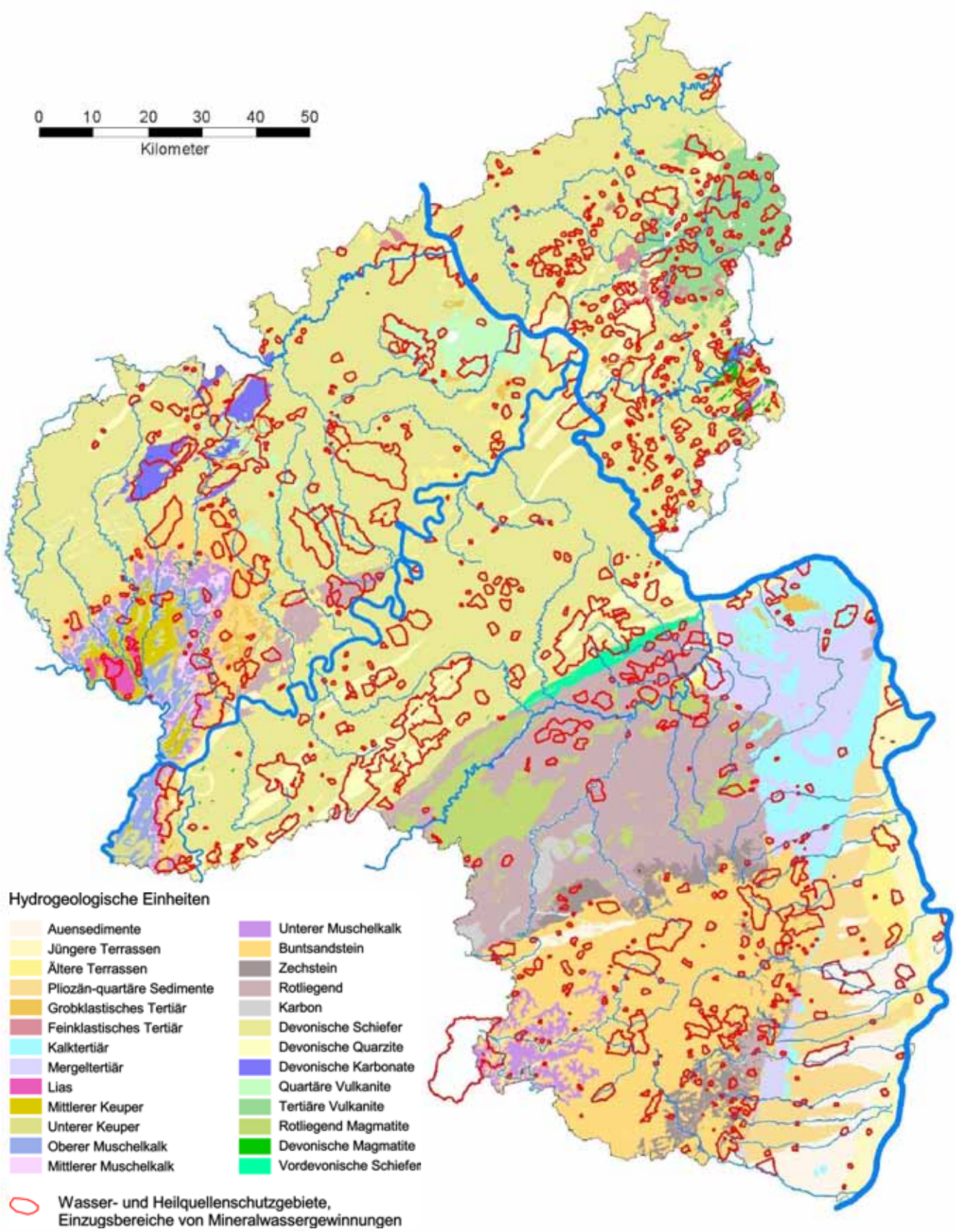


Abb. 6: Hydrogeologische Einheiten [6], Trinkwasser- und Heilquellenschutzgebiete, Einzugsbereiche von Mineralwassergewinnungen, Stand 2011

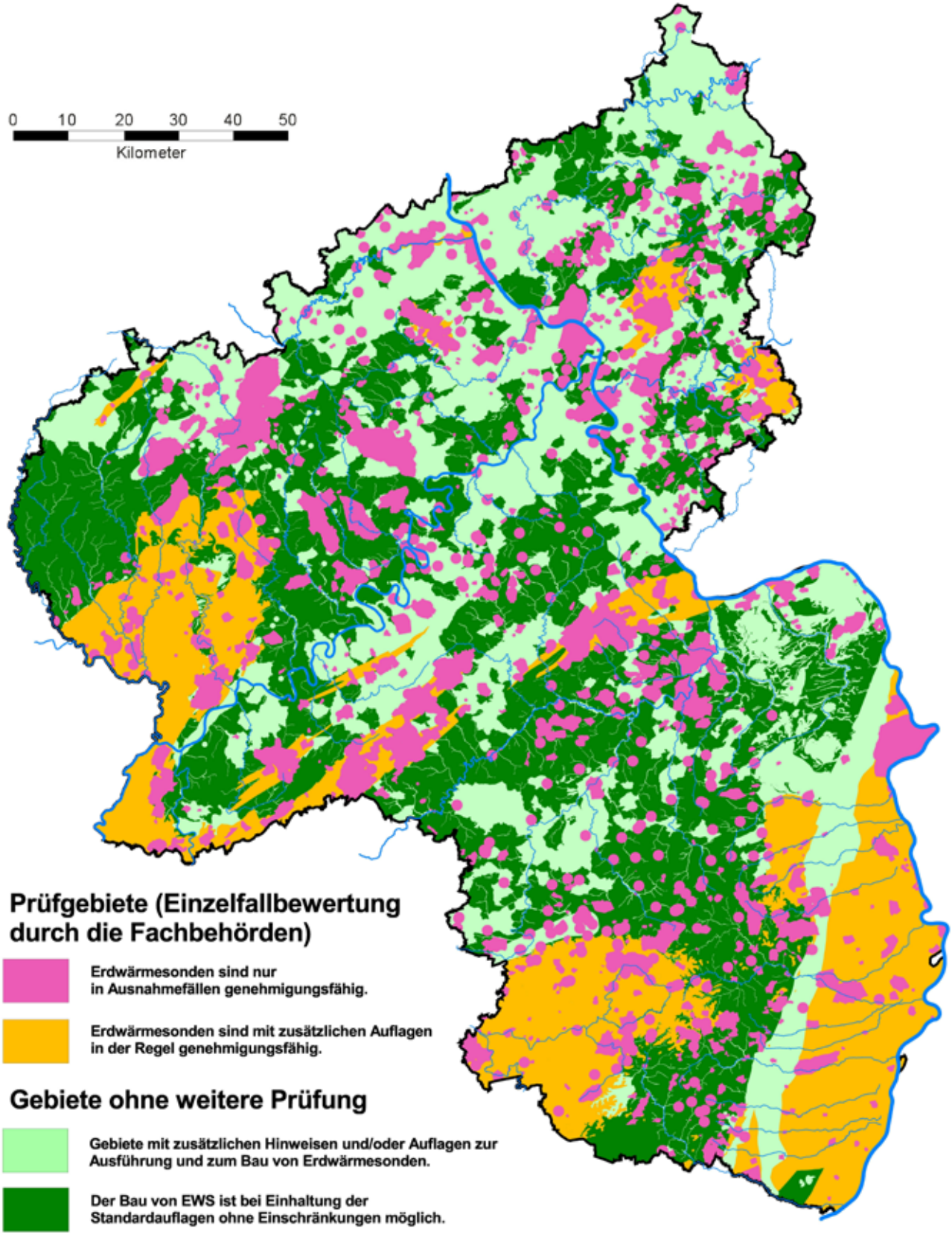


Abb. 7: **Schematische hydrogeologische und wasserwirtschaftliche Standortbeurteilung für den Bau von Erdwärmesonden auf der Grundlage von hydrogeologischen Karten, der Wasser- und Heilquellenschutzgebiete, sowie der Einzugsbereiche von Mineralwassergewinnungen, Stand 2011**

TOMAX X1

4 ZUSÄTZLICHE HINWEISE

4.1 Hinweise zu Planung und Bauausführung

Die Nutzung der Erdwärme mit Erdwärmesonden hat entsprechend den technischen Vorschriften und Regeln, insbesondere der VDI-Richtlinie 4640 Blatt 1 und 2 [9] [10] zu erfolgen. Mit den Ausführungsarbeiten sind ausschließlich qualifizierte und zuverlässige Bohrunternehmen zu beauftragen (Hinweise dazu im DVGW-Arbeitsblatt W 120 [11], in der schweizerischen Norm SIA 384/6). Als qualifiziert gilt eine Bohrfirma auch, wenn sie das „D-A-CH-Gütesiegel für Erdwärmesonden-Bohrfirmen der Wärmesondenverbände aus Deutschland, Österreich und der Schweiz" besitzt. Darüber hinaus kann im Einzelfall auch ein anderer Qualifizierungsnachweis von den Wasserbehörden anerkannt werden.

Um eine gegenseitige Beeinflussung der Sonden zu vermeiden, sollte in der Regel ein Mindestabstand von 6 m eingehalten werden. Besser sind größere Abstände, da tiefere Bohrungen größere seitliche Abweichungen aufweisen können. Damit der durch den Wärmeentzug bedingte, relevante Abkühlungsbereich nicht über das eigene Grundstück hinausreicht, sollte bei Anlagen mit einer Heizleistung von maximal 30 kW und einer maximalen Teufe der Erdwärmesonde von 100 m der Mindestabstand zur Grundstücksgrenze 3 m betragen. Bei Bohrungen über 100 m sind wegen der vertikalen Abweichungen größere Abstände zu Grundstücksgrenzen einzuhalten, damit über die gesamte Bohrlochachse ein Mindestabstand zur lotrecht projizierten Grundstücksgrenze von 3 m gewährleiset ist. Erfolgt die Erdwärmegewinnung über die Grundstücksgrenze hinweg, ist eine bergrechtliche Bewilligung erforderlich.

Bei Anlagen von mehr als 30 kW Heizleistung oder wo ein konvektiver Transport über das Grundwasser erfolgt, ist im Regelfall eine numerische Berechnung der Abkühlungsfront durchzuführen.

Insbesondere bei komplexen Anlagen, bei denen sich die Sonden gegenseitig beeinflussen können oder wo ein konvektiver Transport über das Grundwasser erfolgt, sollte eine numerische Berechnung der Sondenanlage durchgeführt werden.

Die nachfolgend aufgeführten Hinweise zur Ausführung und Dokumentation der Bohrung werden von den Fachfirmen bei jeder Bohrung standardmäßig ausgeführt. Sie ergeben somit keinen zusätzlichen Aufwand beim Bau von Erdwärmesonden:

- Der Bohrbeginn ist dem Landesamt für Geologie und Bergbau (LGB), Emy-Roeder-Str. 5, 55129 Mainz und bei Bohrungen > 100 m unter GOK nach § 127 Abs. 1 Ziff. 1 des Bundesberggesetzes (BBergG) [15] dem LGB, Abt. Bergbau mindestens zwei Wochen im Voraus anzuzeigen. Ein Formblatt kann unter www.lgb-rlp.de heruntergeladen werden. Der unteren Wasserbehörde bei den Stadt- bzw. Kreisverwaltungen ist der Bohrbeginn gemäß

§ 49 Abs. 1 Satz 1 WHG einen Monat vor Beginn der Arbeiten anzuzeigen, soweit keine Erlaubnispflicht, siehe oben Ziffer 2.1, besteht.

- Beim Abteufen der Bohrung sind Grundwasserstände, Spülungsverluste, evtl. ausgeblasene Wassermengen, Hohlräume, Klüftigkeit etc. zu protokollieren. Bei Anomalien, z. B. unerwartet hohe Spülungsverluste im Bohrloch, ist das weitere Vorgehen mit der unteren Wasserbehörde abzustimmen.
- Die bei der Bohrung angetroffene Schichtenfolge ist durch eine geologische Aufnahme zu dokumentieren. Werden mehrere eng benachbarte Bohrungen niedergebracht, können bei ungestörten geologischen Lagerungsverhältnissen bestimmte Bohrungen von einer ausführlichen Dokumentation der Bohrergebnisse ausgenommen werden (nur Kurzprofil).
- Die Ergebnisse der Bohrung (Lageplan mit Gauß-Krüger-Koordinaten, Geländehöhe des Bohransatzpunktes, Protokoll des Bohrmeisters, Schichtenverzeichnis, Ausbauplan, Logs, sonstige Untersuchungsergebnisse) sind dem Landesamt für Geologie und Bergbau über die untere Wasserbehörde unverzüglich zu übersenden, ungeachtet der Nachweispflicht des Bohrunternehmers nach dem Lagerstättengesetz. Das Bohrgut ist jeden Meter und bei Schichtwechsel zu entnehmen und für eine Aufnahme durch das Landesamt für Geologie und Bergbau einen Monat lang nach Eingang des Schichtenverzeichnisses aufzubewahren. Die Spülflüssigkeit ist ordnungsgemäß zu entsorgen. Gegebenenfalls ist eine Einleitungserlaubnis bei der unteren Wasserbehörde zu beantragen bzw. Rücksprache mit dem Abwasserbeseitigungspflichtigen zu nehmen. Firmen, die diesen Verpflichtungen nicht nachkommen, gelten als nicht qualifiziert im Sinne des DVGW-Arbeitsblattes W 120 [11].
- Art, Menge und Dichte der Suspension sind zu dokumentieren (Hinweis: die Dichte der Suspension sollte mindestens 1,5 kg/l betragen). Übersteigt das Verpressvolumen das Zweifache des Bohrlochvolumens, ist der Verpressvorgang zu unterbrechen und unverzüglich die Genehmigungsbehörde zu informieren. Dies ist erforderlich, da bei der Ringraumverpressung in hochdurchlässigen Grundwasser-

leitern Dichtungsmaterial in größeren Mengen in Klüfte oder Hohlräume gelangen kann. Neben einer Beeinträchtigung der Grundwasserqualität besteht die Gefahr, dass wasserwegsame Zonen abgedichtet werden. Die Suspension muss nach Erhärtung insbesondere gegenüber aggressiven Wässern dauerhaft dicht und beständig sein.

- Die Bohrlöcher für die vertikalen Erdwärmesonden sind von unten nach oben zu verpressen. Eine Hinterrohrzirkulation, also ein Austausch von Wässern verschiedener wasserführender Schichten, muss ausgeschlossen sein. Als Suspension kommen Bentonit-Hochofenzement-Wasser- oder Bentonit-Hochofenzement-Sand-Wasser-Gemische oder Zubereitungen aus handelsüblichen Fertigmischungen in Frage. Bei der Verwendung von Zementen muss beim Einbringen der Suspension darauf geachtet werden, dass es zu keinem erhöhten Austrag von Chromat ins Grundwasser kommt. Deshalb dürfen nur Hochofenzemente (oder ggf. andere Zemente mit Chromatreduzierung) verwendet werden.
- Die für die Sonde verwendeten Materialien müssen dicht und beständig sein (VDI 4640, Blatt 2, Punkt 5.2.2). In besonderen Fällen (z. B. in Wasserschutzgebieten) sind PE-HD-Werkstoffe mit nachweislich höherer Spannungsrissbeständigkeit (z. B. PE-Xa oder PE100-RC oder gleichwertige) zu verwenden, es sei denn, als Wärmeträgerflüssigkeit wird nur Wasser verwendet. Der Sondenkreislauf ist mit einem Druck-/Strömungswächter auszustatten, der bei Abfall des Flüssigkeitsdrucks in der Anlage die Umwälzpumpe sofort abschaltet, so dass ggf. nur geringe Mengen der Wärmeträgerflüssigkeit austreten können.

4.2 Hinweise zu Betrieb und Betriebsstoffen

- Als Wärmeträgerflüssigkeit dürfen nur gering wassergefährdende Flüssigkeiten (z. B. anorganische Sole) eingesetzt werden, d.h., höchstens Wassergefährdungsklasse 1 (WGK 1) [14]. Bei Einsatz der heute üblichen Produktgruppe ist dem Produkt 1,2- Propylenglykol (=1,2-Propandiol) aufgrund der geringeren Toxizität gegenüber dem Monoethylenglykol (=1,2-Ethandiol) der Vorzug zu geben. Anorganische Solen (bestimmte Salze und Alkalikarbonate) bilden wegen ihrer geringen Wassergefährdung eine Anwendungsalternative.
- Der Sondenkreislauf sowie der Druckwächter sind durch den Betreiber regelmäßig (mindestens alle 3 Monate) zu kontrollieren. Wird eine Undichtigkeit im Sondenbereich festgestellt, ist die Wärmeträgerflüssigkeit vorsorglich aus dem Sondenkreislauf zu entfernen. Die Leckage ist der unteren Wasserbehörde unverzüglich mitzuteilen. Das weitere Vorgehen ist mit der Behörde abzustimmen.
- Bei Außerbetriebnahme der Erdwärmesonde ist die Wärmeträgerflüssigkeit ebenfalls aus dem Sondenkreislauf zu entfernen und ordnungsgemäß zu entsorgen. Die Sonde ist vollständig mit dauerhaftem Material zu verpressen. Die ordnungsgemäße Stilllegung ist der unteren Wasserbehörde mitzuteilen.

ANHANG

Erdwärmekollektoren, Erdwärmekörbe

Allgemeines

Neben der Gewinnung von Erdwärme mit Vertikalsonden besteht die Möglichkeit, flach verlegte Systeme einzusetzen, die eine Alternative darstellen können, wenn der Bau von Erdwärmesonden aus wasserwirtschaftlichen Gründen, z. B. in Wasserschutzgebieten nicht möglich ist. Bei diesen Systemen handelt es sich um Erdwärmekollektoren, -körbe und thermisch aktivierbare, erdgebundene Bauteile, die im Leitfaden nicht behandelt werden.

Die Einbautiefe umfasst die obersten Meter und nutzt damit vor allem die durch die Sonneneinstrahlung gespeicherte Wärme. Der Wärmeentzug erfolgt unterhalb der Frostgrenze und ist neben der Lagerungsdichte und der petrographischen Zusammensetzung des Bodens vor allem vom Wassergehalt sowie der Exposition der Entzugsfläche abhängig (Abb. 8).

Die Erdwärmekollektoren, -körbe sollten nicht überbaut werden, auch eine starke Beschattung ist ungünstig. Zur Erhöhung der Effektivität kann eine zusätzliche Versickerung von Niederschlagswasser sinnvoll sein. Folgende Systeme werden üblicherweise verwendet:

Flächenkollektoren	**(1,2 – 1,5 m Tiefe)**
Grabenkollektoren	**(1,2 – 3,0 m Tiefe)**
Erdwärmekörbe	**(1,2 – 5,0 m Tiefe)**

Auf Grund der geringen Einbautiefe haben zumindest die Flächenkollektoren in der Regel keinen direkten Kontakt zum Grundwasser. Bei den Grabenkollektoren und den Erdwärmekörben kann insbesondere in der Nähe von oberirdischen Gewässern Grundwassereinfluss bestehen. Zumeist handelt es sich um ein System aus PE-Rohren mit höherer Rissbeständigkeit. Wärmeträgerflüssigkeit ist Wasser mit einem Anteil von Frostschutzmittel (WGK 1). Zunehmend werden auch Direktverdampfersysteme eingesetzt, bei denen das Arbeitsmittel aus Propan oder Kohlenstoffdioxid besteht. Alle Systeme können sowohl zum Heizen als auch zum Kühlen eingesetzt werden.

Genehmigungssituation

1. Außerhalb von Wasserschutz- und Heilquellenschutzgebieten

   - **Errichtung im Grundwasserbereich (gesättigte Bodenzone)**
     Bei der Errichtung eines Erdwärmekollektors/eines Erdwärmekorbs im Grundwasserbereich (gesättigte Bodenzone) gelten die Ausführungen unter 2. (Beurteilung von Erdwärmesonden) entsprechend.

   - **Errichtung außerhalb des Grundwasserbereichs (ungesättigte Bodenzone)**
     Ist die Maßnahme geeignet, dauernd oder in einem nicht nur unerheblichen Ausmaß schädliche Veränderungen der (physikali-

schen, chemischen oder biologischen) Beschaffenheit des Grundwassers herbeizuführen, bedarf es einer wasserrechtlichen Erlaubnis nach §§ 9 Abs. 2 Nr. 2, 8 Abs. 1 WHG.
Ist eine dauernde oder eine in nicht nur unerheblichem Ausmaß nachteilige Veränderung der (physikalischen, chemischen oder biologischen) Beschaffenheit des Grundwassers ausgeschlossen bzw. gibt es nur eine ganz entfernte, theoretische Möglichkeit einer solchen Veränderung, wird ein Antrag auf Erteilung einer Erlaubnis als Anzeige im Sinne von § 49 Abs. 1 Satz 1 WHG behandelt.

2. Innerhalb von Wasserschutz- und Heilquellenschutzgebieten

Ob und welche Verbote oder Einschränkungen der Nutzung in einem Wasserschutzgebiet bestehen, insbesondere ob und inwieweit der Einsatz von Erdwärmekollektoren, -körben zulässig ist, ergibt sich aus der jeweiligen Schutzgebietsverordnung selbst [17]. In der Regel gilt Folgendes:

In den Zonen I und II ist die Gewinnung von oberflächennaher Erdwärme grundsätzlich nicht erlaubt. In den Zonen III, IIIA und IIIB ist sie unter folgenden Bedingungen möglich:

- Einbau nur in die wasserungesättigte Zone
- Wärmeträgermittel darf höchstens in der WGK 1 sein
- Unterhalb der Anlage muss eine flächenhaft bindige Schicht in einer Mächtigkeit von mindestens 2 m und einer geringen Wasserdurchlässigkeit (nach DIN 18130: kf < 10-6 m/s) vorhanden sein. Der Nachweis ist zu erbringen. Alternativ besteht die Möglichkeit, eine mineralische Dichtungsschicht künstlich einzubringen. Bei Direktverdampfersystemen mit dem Arbeitsmittel Propan oder CO_2 entfällt die Auflage zur Dichtungsschicht.
- Für Systeme mit Frostschutzmittel sind das Sondenmaterial PE-Xa oder gleichwertige Systeme zu verwenden.

Eine Ausnahmegenehmigung der Wasserbehörde von der jeweiligen Rechtsverordnung für das Schutzgebiet ist in der Regel erforderlich.

Zusätzliche Hinweise zur Bauausführung und zum Betrieb

- Die Erdwärmekollektoren, -körbe sind entsprechend den technischen Vorschriften und Regeln, insbesondere der VDI-Richtlinie 4640, Blatt 2 auszuführen. Die Arbeiten an Direktverdampfersystemen dürfen nur von Kälte-Klima-Fachbetrieben durchgeführt werden.
- Die für die Systeme verwendeten Materialien müssen dicht und beständig sein. Der Sondenkreislauf ist mit einem Druck-/Strömungswächter auszustatten, der bei Abfall des Flüssigkeitsdruckes in der Anlage die Umwälzpumpe sofort abschaltet. Bei einer Leckage ist die untere Wasserbehörde unverzüglich zu benachrichtigen.
- Bei einer erlaubnispflichtigen Anlage ist ein Lageplan mit dem verlegten System der unteren Wasserbehörde zu übergeben.
- In Trinkwasser- und Heilquellenschutzgebieten ist der Nachweis der Dichtschicht unterhalb der Erdwärmekollektoren, -körbe durch einen Fachgutachter zu bestätigen.
- Die Fertigstellung einer erlaubnispflichtigen Anlage ist der unteren Wasserbehörde mitzuteilen und die Dichtheit der Anlage durch Vorlage der Druckprüfung zu dokumentieren. Ebenso ist vom Bauherrn die Einhaltung sämtlicher Auflagen schriftlich zu bestätigen und zu belegen.
- Der Systemkreislauf sowie der Druckwächter sind durch den Betreiber vierteljährlich zu kontrollieren. In Trinkwasser- und Heilquellenschutzgebieten ist alle 4 Jahre eine Überprüfung durch einen Sachverständigen erforderlich.

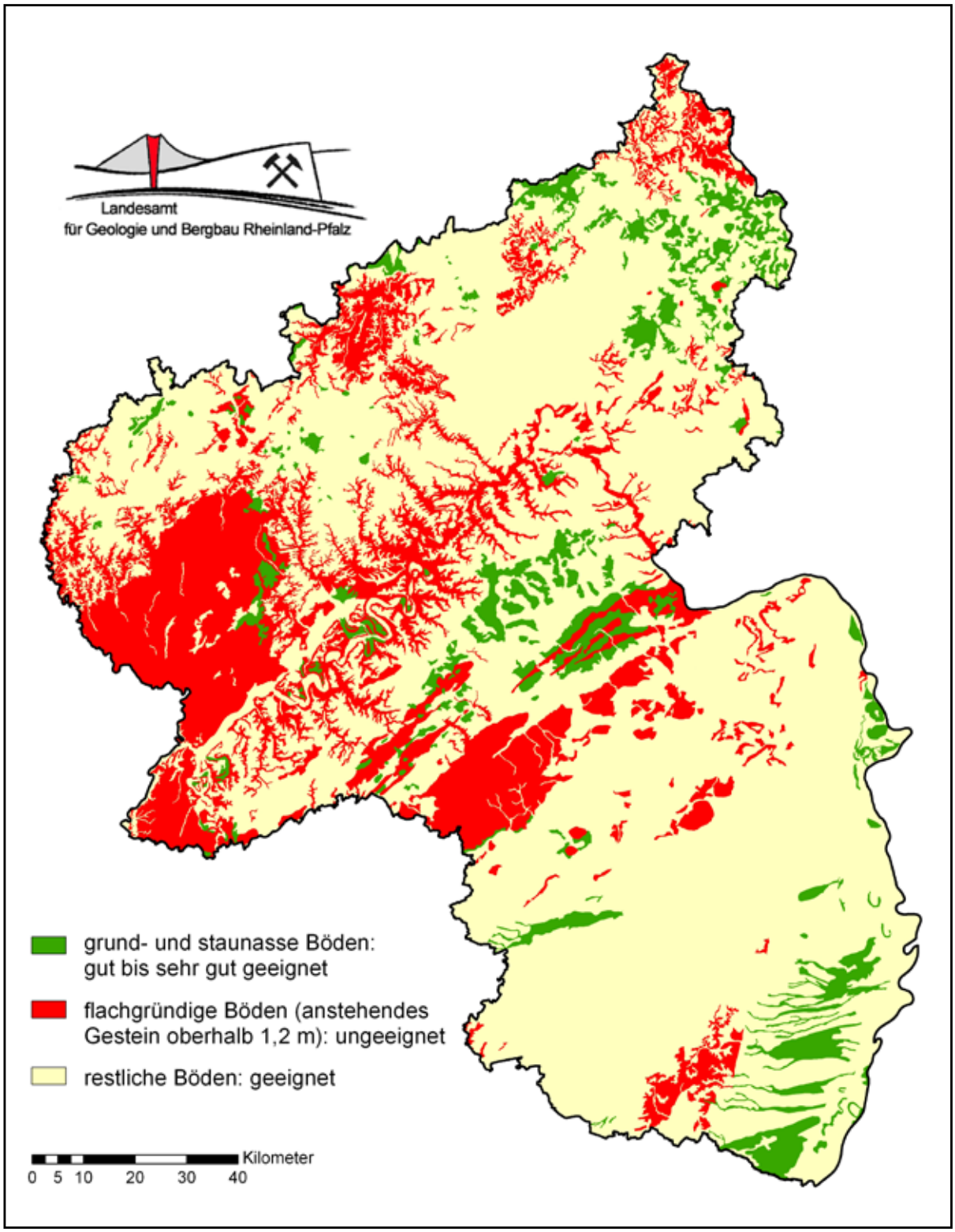


Abb. 8: Potenzielle Eignung der Böden für die Gewinnung geothermischer Energie
abgeleitet aus der BÜK 200

ANLAGE

Standardauflagen zum Bau von Erdwärmesonden

- Für die Ausführungsarbeiten ist auf die Qualifizierung der Bohrunternehmen zu achten (Hinweise dazu im DVGW-Merkblatt W 120). Vom DVGW zertifizierte und überwachte Bohr- und Brunnenbauunternehmen nach W 120 können Sie unter www.dvgw.de oder www.zert-bau.de finden.
- Es muss eine vollständige Ringraumabdichtung nach VDI-Richtlinie 4640, Blatt 2 erfolgen (z. B. Bentonit-Zement-Suspension).
- Der Bohrbeginn ist dem Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz (LGB), Postfach 10 02 55, 55133 Mainz und der zuständigen Regionalstelle der Struktur- und Genehmigungsdirektion sowie der unteren Wasserbehörde (bei der Kreis- bzw. Stadtverwaltung) mindestens zwei Wochen im Voraus anzuzeigen.
- Bei Bohrungen über 100 m unter GOK wird nach § 127 Abs. 1 Ziff. 1 des Bundesberggesetzes (BBergG) das Vorhaben vom LGB (Abt. Bergbau) hinsichtlich der Betriebsplanpflicht geprüft. Das zu verwendende Formblatt steht als Download zur Verfügung.
- Beim Abteufen der Bohrung sind Grundwasserstände, Spülungsverluste, evtl. ausgeblasene Wassermengen, Hohlräume, Klüftigkeit etc. zu protokollieren. Bei Anomalien, z. B. unerwartet hohe Spülungsverluste im Bohrloch, ist das weitere Vorgehen mit der Genehmigungsbehörde abzustimmen.
- Die bei der Bohrung angetroffene Schichtenfolge ist durch eine geologische Aufnahme nach DIN 4022 [13] (bzw. DIN EN ISO 14688 Teil I, II) und DIN 4023 zu dokumentieren.
- Die Dichte und Menge der Suspension ist zu dokumentieren. Übersteigt das Verpressvolumen das Zweifache des Bohrlochvolumens, ist der Verpressvorgang zu unterbrechen und unverzüglich die Genehmigungsbehörde zu informieren. Die Suspension muss nach Aushärtung dauerhaft dicht und beständig sein.
- Das Bohrgut ist jeden Meter und bei Schichtenwechsel zu entnehmen und für eine Aufnahme durch das Landesamt für Geologie und Bergbau einen Monat lang nach Eingang des Schichtenverzeichnisses aufzubewahren. Die Ergebnisse der Bohrung (Lageplan 1:10.000 oder 1:25.000 mit Eintragung des Bohransatzpunktes, Protokoll des Bohrmeisters, Schichtenverzeichnis, Ausbauplan, Logs, sonstige Untersuchungsergebnisse) sind entsprechend des Lagerstättengesetzes dem Landesamt für Geologie und Bergbau zu übersenden.

- Die für die Sonde verwendeten Materialien müssen dicht und beständig sein. Der Sondenkreislauf ist mit einem Druck-/Strömungswächter auszustatten, der bei Abfall des Flüssigkeitsdrucks in der Anlage die Umwälzpumpe sofort abschaltet, so dass gegebenenfalls nur geringe Mengen der Wärmeträgerflüssigkeit austreten können. Der Sondenkreislauf sowie der Druckwächter sind durch den Betreiber regelmäßig (mindestens alle drei Monate) zu überprüfen.
- Die Wärmeträgerflüssigkeit darf höchstens der Wassergefährdungsklasse 1 (WGK 1) zugeordnet sein.

„Antrag auf Erteilung einer wasserrechtlichen Erlaubnis zur Gewässerbenutzung für vertikale Erdwärmesonden (bis 30 kW) ohne Entnahme/Wiedereinleitung von Grundwasser gem. §§ 8 Abs. 1, 9 Abs. 1 Nr. 4 und 49 Abs. 1 WHG i.V. mit §§ 25 ff LWG-RP"

1. Allgemeine Angaben			
Antragsteller (Bauherr)	Name, Vorname:		
	PLZ, Ort:		
	Straße, Nr.:		
	Telefon-Nr.:	Telefax-Nr.:	
	E-Mail-Adresse:		
Standort der Anlage	Stadt/Landkreis:	Gemeinde/Ortsteil:	
	Gemarkung:	Flur:	Flurstück:
	PLZ:	Straße, Nr.:	
	Hochwert:	Rechtswert:	
	(oder Eintragung in beigefügter Karte) Geländehöhe (m NN)		
	Messtischblatt TK 25	Name:	Nummer:
Bohrunternehmen	Firma:		
	PLZ, Ort:		
	Straße, Nr.:		
	Telefon-Nr.:	Telefax-Nr.:	
	E-Mail-Adresse:		
	Verantwortlicher Bohrmeister:		
	Telefon-Nr.:	Telefax-Nr.:	
Planendes Ingenieurbüro (wenn zutreffend)	Firma:		
	Ansprechpartner:		
	PLZ, Ort:		
	Straße, Nr.:		
	Telefon-Nr.:	Telefax-Nr.:	
	E-Mail-Adresse:		

2. Angaben zur Durchführung der Bohrungen			
	Beginn der Arbeiten:	Voraussichtliche Dauer:	
	Anzahl:	Bohrdurchmesser:	Geplante Bohrtiefe:
	Bohrverfahren:	Spülungsmitteln (bei Spülbohrung):	
	Geplantes Verfüll-/Hinterfüllmaterial:		
	Art der Verpressung (z.B. Kontraktorverfahren)		

3. Technische Daten Erdwärmesonden		
Erdwärmesonden	Sondenart (z.B. U-, Doppel-U-, Koaxial-Sonde):	
	Anzahl:	Länge:
	Minimaler Abstand untereinander:	Zur Grundstücksgrenze:
	Rohrmaterial:	Rohrdurchmesser:
	Durchmesser des Sonderbündels einschließlich Verpressrohr:	
	Herstellerseitige Druckprüfung:	
Wärmeträgermittel	Name/Inhaltsstoffe:	WGK:
	Gesamtmenge:	

4. Technische Daten Wärmepumpenanlage		
Wärmepumpe	Hersteller:	Typ:
	Heizleistung:	
	Standort: ☐	☐ innerhalb des Gebäudes
	Kältemittel in der Wärmepumpe:	
Sicherheitseinrichtungen u. Schutzvorkehrungen	☐ automatische Drucküberwachung im Wärmeträgerkreislauf ☐ andere	

5. Beigefügte Unterlagen

(● obligatorisch)

- ● Katasterauszug oder Auszug aus der Liegenschaftskarte mit Flurnummer, Gemarkung, Lage der Bohrpunkte, Rohrleitungsverlauf, Standort der Wärmepumpe, Grundstücksgrenzen und Nachbarbebauung
- ● Übersichtslageplan, möglichst basierend auf der amtlichen topografischen Karte (TK) (M: 1 : 10 000 oder 1 : 25 000)
- ● Prüfzertifikat des Sondenherstellers
- ● Sicherheitsdatenblatt des Wärmeträgers im Außenkreislauf
- ● Beim Verpressen der Sonden mittels Fertigmischung: Erklärung der Unbedenklichkeit des Produktes

- ○ Soweit bekannt, Angaben zu hydrogeologischen Verhältnissen, u.a. von der Maßnahme voraussichtlich betroffene Grundwasserstockwerke/-leiter, voraussichtliches Bohrprofil (Angabe zur Informationsquelle; Auswertung geologischer Karten, Bohrarchive etc.)

- ○ Zertifikat des Bohrunternehmens nach DGVW-Merkblatt W 120 oder entsprechende Zertifikate des Auslandes oder entsprechende Referenzen des Bohrunternehmens zum Bau von Erdwärmesonden oder Sachkundenachweis des Bohrgeräteführers

6. Bestätigung und Unterschrift

Die Anforderungen des Gewässerschutzes an Anlagen zur Wärmenutzung entsprechend den Vorgaben an Bauausführung und Betrieb von Erdwärmesonden sowie der VDI Richtlinie 4640 werden eingehalten:

☐ ja
☐ nein

Antragsteller:

_____ _____

Ort, Datum Unterschrift des Antragstellers

Im Allgemeinen sind die Unterlagen 3-fach bei der zuständigen unteren Wasserbehörde einzureichen.

ANSPRECHPARTNER

Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz
Emy-Roeder-Straße 5; 55129 Mainz
Tel.: 0 61 31 92 54-0, Fax: 0 61 31 92 54-123
office@lgb-rlp.de

Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz
Abteilung 7 Wasserwirtschaft
Kaiser-Friedrich-Straße 7, 55116 Mainz
Tel.: 0 61 31 60 33-0, Fax: 0 61 31 1 43 29 66
poststelle@luwg.rlp.de

Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Ernährung, Weinbau und Forsten Rheinland-Pfalz
Kaiser-Friedrich-Straße 1, 55116 Mainz
Tel.: 0 61 31 16-0, Fax: 0 61 31 16-44 69
Poststelle@mulewf.rlp.de

Internet-Adressen

www.luwg.rlp.de
www.lgb-rlp.de
www.bmwi.de
www.kfw.de
www.bine.info
www.ib-sh.de
www.geothermie.de
www.geothermie.de/nrw.html
www.dvgw.de
www.ingenieurkammer-rlp.de (Listengeführte/Planvorlageberechtigte n. § 110 LWG)
www.umweltbundesamt.de (Publikation wassergefährdender Stoffe)

LITERATURVERZEICHNIS

[1] Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg (Hrsg.) (1998): Leitfaden zur Nutzung von Erdwärme mit Erdwärmesonden; Stuttgart.

[2] Rheinisch-Westfälisches Elektrizitätswerk (RWE): Informationen zu Wärmepumpen. Homepage: www.rwe.com.

[3] Ministerium für Umwelt und Forsten Rheinland-Pfalz (1996): Schreiben vom 17. 06. 1996 Az.: 1034 – 05.44; Mainz.

[4] Wasserhaushaltsgesetz in der Fassung von Artikel 1 des Gesetzes zur Neuregelung des Wasserrechts vom 31. Juli 2009 (BGBl. I S. 2585).

[5] Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (Hrsg.) (1980): Grundlagen zur Beurteilung des Einsatzes von Wärmepumpen aus wasserwirtschaftlicher Sicht; Essen.

[6] Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz (Hrsg.) (2009): Hydrogeologische Übersichtskarte von Rheinland-Pfalz; Mainz.

[7] Wassergesetz für das Land Rheinland-Pfalz (Landeswassergesetz - LWG -) in der Fassung der Bekanntmachung vom 22. Januar 2004 (GVBl, S. 54), zuletzt geändert durch Artikel 12 des Gesetzes vom 27. Dezember 2009 (GVBl. S. 358).

[8] Beile, F.: Wassergesetz für das Land Rheinland-Pfalz (Landeswassergesetz – LWG), Kommentar (Loseblatt), Wiesbaden, Kommunal- und Schulverlag, 1987; Stand: März 2009.

[9] Verein Deutscher Ingenieure (VDI) (Hrsg.) (2008): Thermische Nutzung des Untergrundes. Richtlinie 4640, Blatt 1; Düsseldorf.

[10] Verein Deutscher Ingenieure (VDI) (Hrsg.) (2001): Thermische Nutzung des Untergrundes – Erdgekoppelte Wärmepumpenanlagen. Richtlinie 4640, Blatt 2; Düsseldorf.

[11] Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V. (DVGW) (Hrsg.): Verfahren für die DVGW-Zertifizierung von Bohr- und Brunnenbauunternehmen – Technische Regel; Arbeitsblatt W 120; Bonn. www.dvgw-cert.com.

[12] Gesetz über die Durchforschung des Reichsgebietes nach nutzbaren Lagerstätten (Lagerstättengesetz) vom 04. 12. 1934 (RGBl. I S. 1223) zuletzt geändert durch Art. 22 Gesetz vom 10.11.2001 (BGBl/S. 2992)

[13] Deutsches Institut für Normung e. V. (Hrsg.) (1987) : DIN 4022, Teil 1 und 2 – Benennen und Beschreiben von Boden und Fels; Berlin.

[14] Verwaltungsvorschrift wassergefährdende Stoffe -VwVwS vom 27. 07. 2005 (BAnz. vom 30. 07. 2005, Nr. 142a).

[15] Bundesberggesetz (BBergG) v. 13. 08. 1980, zuletzt geändert durch Gesetz vom 31.07.2009 (BGBl. I, S. 2585).

[16] Geothermische Vereinigung e. V. (Hrsg.) (2004): Die neue Rolle der Geothermie. Tagungsband zum Symposium am 10.–12. 11. 2004 in Landau in der Pfalz; Geeste.

[17] Waden, H.-J.: Prüfumfang der Wasserbehörde bei einem Antrag für oberflächennahe Geothermie, Wasser und Abfall 2010, S. 15.

RheinlandPfalz

MINISTERIUM FÜR
UMWELT, LANDWIRTSCHAFT,
ERNÄHRUNG, WEINBAU
UND FORSTEN

Kaiser-Friedrich-Straße 1
55116 Mainz

Poststelle@mulewf.rlp.de
www.mulewf.rlp.de